



UNIVERSIDAD DE JAÉN  
*Centro de Estudios de Postgrado*

Trabajo Fin de Máster

**SUSTITUCIÓN DE SISTEMAS DE  
CALEFACCIÓN CON GASÓLEO POR  
BIOMASA:  
DETERMINACIÓN DEL CONSUMO  
MÍNIMO RENTABLE**

Alumno: Manuel Arazola Martínez

Tutor/a: José Antonio La Cal Herrera

Dpto: Organización de Empresas, Marketing  
y Sociología

**Diciembre, 2021**



Agradecimientos al conjunto de profesores que componen el Máster en Energías Renovables, por los conocimientos adquiridos durante la implantación del mismo. Y a los compañeros que hemos formado el alumnado, de los cuales hemos podido intercambiar ideas y conocimientos de diferentes ramas de la ingeniería y de otras titulaciones. Por último agradecimientos a mi familia por el apoyo incondicional siempre.

## INDICE:

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 1- Introducción .....                                    | 8  |
| 2- Consideraciones previas .....                         | 9  |
| 3- Normativa .....                                       | 11 |
| 4- La biomasa.....                                       | 20 |
| 4.1 Biomasa sólida .....                                 | 21 |
| 4.1 Ventajas y desventajas del uso de la biomasa.....    | 22 |
| 4.2 Beneficios socioeconómicos .....                     | 24 |
| 4.3 El recurso en Andalucía .....                        | 26 |
| 4.4 Pellets .....                                        | 30 |
| 4.5 Astillas de madera .....                             | 31 |
| 4.6 Hueso de aceituna .....                              | 32 |
| 4.7 Producción de hueso y astilla para uso térmico ..... | 33 |
| 5- Cálculos .....                                        | 35 |
| 4.1 Cálculo de la potencia necesaria .....               | 35 |
| 4.2 Datos comparativos.....                              | 38 |
| 4.3 Costes e inversiones .....                           | 39 |
| 4.4 Combustible necesario .....                          | 42 |
| 4.5 Costes .....                                         | 44 |
| 4.6 Emisiones .....                                      | 47 |
| 4.7 Amortizaciones .....                                 | 49 |



|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 5- Análisis de los resultados..... | 52 |
| 6- Bibliografía .....              | 55 |
| 7- Anexos .....                    | 56 |

## RESUMEN

En este Trabajo Fin de Máster (TFM) se va a llevar a analizar la viabilidad técnica y económica de la sustitución de sistema de calefacción con gasóleo C por diferentes tipos de biocombustibles sólidos, fundamentalmente astillas, hueso de aceituna y pellets.

Se estudiarán y analizarán las diferentes biomásas para determinar cuál es el combustible más idóneo en función de las características de la caldera. Según los precios actuales en el mercado, disponibilidad de la biomasa en la zona y la mejor opción para sustituir la ya existente.

Se aplicaran los conocimientos adquiridos durante el Máster de Energías Renovables intentando así llevar a cabo la tarea de sustituir los combustibles fósiles por energías más limpias.

### ABSTRACT

In this Master's Thesis will be taken to analyze the technical and economic feasibility of replacing heating systems with diesel C by different types of solid biofuels, mainly chips, olive pit and pellets.

The different biomasses will be studied and analyzed to determine which is the most suitable fuel depending on the characteristics of the boiler. According to current prices in the market, availability of biomass in the area and the best option to replace the existing one.

The knowledge acquired during the Master of Renewable Energies will be applied, thus trying to carry out the task of replacing fossil fuels for cleaner energies.

## 1- Introducción

En este Trabajo Fin de Máster ( TFM ) se va a llevar a cabo la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la implantación del Máster en Energías Renovables. En el cual se ha realizado un recorrido por varias tecnologías renovables, como es el caso de la energía solar fotovoltaica, eólica, minihidráulica y las aplicaciones térmicas de la biomasa.

Este TFM hace uso de esta última materia, las aplicaciones térmicas de la biomasa. En nuestro caso, se realizará un estudio sobre la sustitución de sistemas de calefacción con gasóleo C por biomasa. Aplicado al sistema de calefacción del Instituto de Educación Secundario "Ciudad de Arjona" de la localidad jiennense de Arjona. Situado a 40 km de la capital.

Los objetivos que constará el TFM serán:

- Análisis de la viabilidad técnica y económica de la sustitución de sistemas de calefacción con gasóleo C por diferentes tipos de biocombustibles sólidos, fundamentalmente las astillas, el hueso de aceituna y pellets.
- Determinar a partir de qué consumos de energía final y de potencias térmicas el cambio puede resultar viable en términos económicos, considerando como viable el periodo de recuperación de la inversión.
- Una comparación de los diferentes biocombustibles sólidos y determinar para cada caso cual es el más idóneo desde el punto de vista técnico y económico.

## 2- Consideraciones previas

Para realizar el estudio económico y técnico es necesario la recopilación de información y datos necesarios para llevar a cabo el estudio.

Como primer paso se realiza una visita al centro, para realizar una primera valoración de las instalaciones que consta el sistema de calefacción actual del IES "Ciudad de Arjona". Recopilando toda la información posible acerca del consumo que realiza la caldera, horas de funcionamiento, y un pequeño recorrido por las instalaciones que componen el sistema de calefacción.

La actual caldera es del tipo Compañía Roca-Radiadores, S.A. modelo PRESOMATIC 60 GO. Con una caudal de 30-60 kg/h (min, máx) y una potencia de 355 kW de mínimo y 710 kW de máxima y usa como combustible Gasóleo C con una viscosidad máxima de 5,5 cSt a 37,8 °C.

La caldera cuenta con una edad de 41 años, y el conserje responsable de las operaciones de la caldera asegura que funciona correctamente y apenas ha sufrido averías importantes a lo largo de estos años, salvo por el mantenimiento normal que necesita la caldera.

A continuación se muestran unas imágenes de la actual caldera, emplazada en la planta baja del edificio, con salida al exterior. En el mismo emplazamiento se encuentran el depósito de combustible, caldera y diferentes elementos que componen el sistema de calefacción.

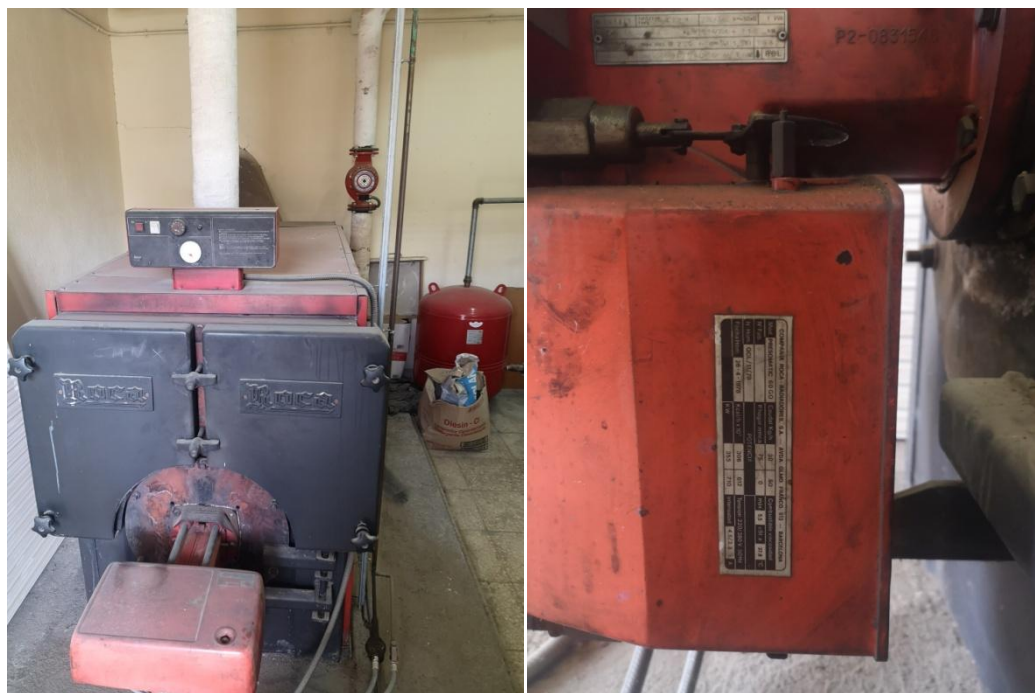


Imagen 1 y 2: Detalles caldera gasoil.



Imagen 3: Detalle del depósito de almacenamiento.

Como observación personal se puede observar que el emplazamiento no está totalmente disponible para las funciones que está diseñado, ya que encontramos diferentes elementos como sillas, cajas y variedad de objetos que faciliten las labores de mantenimiento y seguridad que debe contener la sala de caldera.

Para realizar el correcto estudio y diseño de la sustitución de la caldera, el edificio cuenta en la parte exterior con un silo enterrado, adjunto a la sala de calderas, que puede emplearse como punto de almacenamiento de biomasa.

También es necesario realizar un estudio acerca de las temperaturas mínimas absolutas que se registran en la localidad de Arjona, y actualizarlas en base a los cálculos que se llevarán a cabo para los cálculos. Ya que pueden variar con respecto al año de diseño de la actual caldera.

La superficie para la que está diseñada esta caldera es de 3578  $m^2$  distribuida en planta baja, primera y segunda.

Los estudios que se llevaran a cabo será la de sustituir el combustible de gasoil C por biomasa, y contribuir a no uso combustibles fósiles. La biomasa que se estudiaran van ser las astillas de pino, hueso de aceituna y pellets.

### **3- Normativa**

A continuación se muestra el reglamento de Ecodiseño y Etiquetado Energético de los equipos de Biomasa:

Directivas aplicables:

A) Directiva 2009/125:

Relacionada con los requisitos de diseño ecológico (ERP), reglamentos asociados:

1) Reglamento 2015/1189 aplicable a calderas de combustible sólido (desde el 1 de enero 2020).

Aplicable a las calderas de combustible sólido con potencia nominal  $<500\text{Kw}$ .

Requisitos:

| Potencia nominal                     | $\leq 20 \text{ kw}$                                                                | $> 20 \text{ kw}$ |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Eficiencia energética estacional     | $\geq 75\%$                                                                         | $\geq 77\%$       |
| Emisiones estacionales de partículas | Automáticas : $\leq 40 \text{ mg/m}^3$ .      Manuales : $\leq 60 \text{ mg/m}^3$   |                   |
| Emisiones estacionales de OGC        | Automáticas : $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ .      Manuales : $\leq 30 \text{ mg/m}^3$   |                   |
| Emisiones estacionales de CO         | Automáticas : $\leq 500 \text{ mg/m}^3$ .      Manuales : $\leq 700 \text{ mg/m}^3$ |                   |
| Emisiones estacionales de NOx        | Biomasa: $\leq 200 \text{ mg/m}^3$ .      Fósiles : $\leq 350 \text{ mg/m}^3$       |                   |

Tabla 1: Requisitos reglamento 2015/1189. Fuente [www.fegeca.com](http://www.fegeca.com)

Hasta ahora la puesta en el mercado está regulada por la norma europea EN 303-5, escalada en clases tipo, y donde el mínimo exigido para poner este producto en el mercado, es “**clase 3**”. En calderas el rendimiento mínimo es:

$\eta$ :  $67 + 6 \log Q$ , siendo Q la potencia nominal del aparato.

El RITE español, además exige para poder ser instaladas un rendimiento mínimo del 80% calculado a la máxima potencia del aparato.



Con respecto a las emisiones, presentan mayor exigencia que la anterior directiva.

Las máximas permitidas hoy en CLASE 3:

|                    | COMBUSTIBLE | POTENCIA      | CO mg/m <sup>3</sup> | OGC mg/m <sup>3</sup> | PARTÍCULAS mg/m <sup>3</sup> |
|--------------------|-------------|---------------|----------------------|-----------------------|------------------------------|
| Caldera Manual     | BIOGÉNICO   | ≤ 50 KW       | 5.000                | 150                   | 150                          |
|                    |             | > 50Kw≤150 Kw | 2.500                | 100                   | 150                          |
|                    |             | >150Kw≤500 Kw | 1.200                | 100                   | 150                          |
|                    | FÓSIL       | ≤ 50 KW       | 5.000                | 150                   | 125                          |
|                    |             | > 50Kw≤150 Kw | 2.500                | 100                   | 125                          |
|                    |             | >150Kw≤500 Kw | 1.200                | 100                   | 125                          |
| Caldera Automática | BIOGÉNICO   | ≤ 50 KW       | 3.000                | 100                   | 150                          |
|                    |             | > 50Kw≤150 Kw | 2.500                | 80                    | 150                          |
|                    |             | >150Kw≤500 Kw | 1.200                | 80                    | 150                          |
|                    | FÓSIL       | ≤ 50 KW       | 3.000                | 100                   | 125                          |
|                    |             | > 50Kw≤150 Kw | 2.500                | 80                    | 125                          |
|                    |             | >150Kw≤500 Kw | 1.200                | 80                    | 125                          |

Tabla 2: Emisiones reglamento 2015/1189. Fuente [www.fegeca.com](http://www.fegeca.com)

2) Reglamento 2015/1185 aplicable a los aparatos de calefacción local de combustible sólido (a partir de 1 de enero de 2022) con potencia nominal ≤ 50 Kw.

Requisitos:

|                                                           | Parte frontal abierta                              | Parte frontal cerrada y no pellet | Parte frontal cerrada y pellet | Cocinas                                            |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|
| Eficiencia energética estacional                          | ≥ 30%                                              | ≥ 65%                             | ≥ 79%                          | ≥ 65%                                              |
| Emisiones estacionales de partículas                      | ≤ 50 mg/m <sup>3</sup>                             | ≤ 40 mg/m <sup>3</sup>            | ≤ 20 mg/m <sup>3</sup>         | ≤ 40 mg/m <sup>3</sup>                             |
| Emisiones estacionales de OGC                             | ≤ 120 mg/m <sup>3</sup>                            | ≤ 120 mg/m <sup>3</sup>           | ≤ 60 mg/m <sup>3</sup>         | ≤ 120 mg/m <sup>3</sup>                            |
| Emisiones estacionales de CO                              | ≤ 2000 mg/m <sup>3</sup>                           | ≤ 1500 mg/m <sup>3</sup>          | ≤ 300 mg/m <sup>3</sup>        | ≤ 1500 mg/m <sup>3</sup>                           |
| Emisiones estacionales de NOx.<br>Biomasa leñosa<br>Fósil | ≤ 200 mg/m <sup>3</sup><br>≤ 300 mg/m <sup>3</sup> | ≤ 300 mg/m <sup>3</sup>           | ≤ 200 mg/m <sup>3</sup>        | ≤ 200 mg/m <sup>3</sup><br>≤ 300 mg/m <sup>3</sup> |

Tabla 3: Requisitos reglamento 2015/1185. Fuente [www.fegasa.com](http://www.fegasa.com)

Respecto al rendimiento, hasta ahora la puesta en el mercado está regulado por:

a) Norma EN 14785 para estufas alimentadas por pellets. El rendimiento mínimo exigido es 75% de la potencia máxima o del 70 % de la potencia térmica reducida.

b) La norma EN 13240 para estugas alimentadas por combustibles sólidos, exige un rendimiento mínimo del 50 % a potencia máxima.

c) La norma EN 13229 para hogares cerrados (insertables), exigiendo un rendimiento mínimo del 30 %.

d) La norma EN 12815 sobre cocinas económicas, exigiendo un rendimiento mínimo de 60 % a potencia máxima.

Con respecto a las emisiones, valores más exigentes. No hay exigencias sobre emisiones, salvo por el CO. Las máximas permitidas hoy son:

a) Norma EN 14785 para estufas de pellets, CO: 500 mg/m<sup>3</sup> a potencia nominal y 750 mg/m<sup>3</sup> a potencia reducida.

b) Norma EN 13240 para estufas, alimentadas por combustibles sólidos, CO máximo: 1%.

c) Norma EN 13229 para hogares cerrados alimentados por combustibles sólidos, con un CO máximo: 1%.

d) Norma 12815 sobre cocinas económicas, con un CO máximo: 1%.

B) Directiva 2010/30:

Relacionada con el etiquetado energético.

1) Reglamento 2015/1187 aplicable a las calderas de combustible sólido con potencia  $\leq 70$  Kw. Clases de eficiencia energética:

| Clase de eficiencia energética | Índice de eficiencia energética EEI |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| A +++                          | $EEI \geq 150$                      |
| A ++                           | $125 \leq EEI < 150$                |
| A +                            | $98 \leq EEI < 125$                 |
| A                              | $90 \leq EEI < 98$                  |
| B                              | $82 \leq EEI < 90$                  |
| C                              | $75 \leq EEI < 82$                  |
| D                              | $36 \leq EEI < 75$                  |
| E                              | $34 \leq EEI < 36$                  |
| F                              | $30 \leq EEI < 34$                  |
| G                              | $EEI < 30$                          |

Tabla 4: Clases de eficiencia energética. Elaboración propia.

Fórmula de cálculo de las EEI para calderas y equipos combinados:

$$EEI = (\eta_{son} * BLF) - F1 - F2 + F3 \quad (1)$$

$\eta_{son}$ : eficiencia energética estacional en modo activo

BLF: factor biomasa ( calderas biomasa= 1,45. Fósiles= 1)

F1: contribución negativa controles temperatura (= 3)

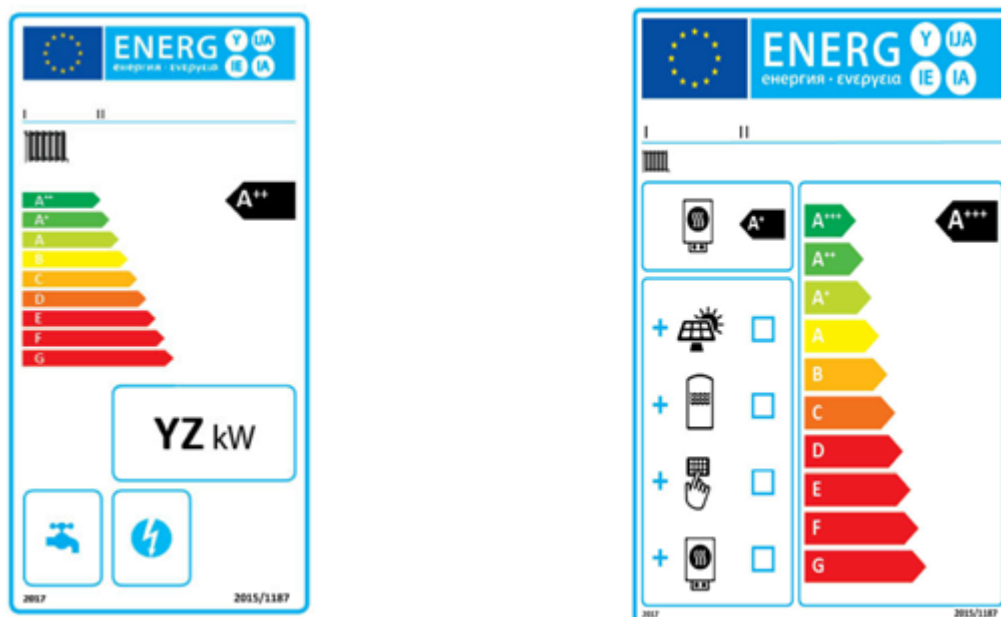
F2: contribución negativa consumo electricidad

F3 contribución positiva aplicable sólo a calderas de cogeneración eficiencia eléctrica x 2,5)

Reglamento 2015/1187 calderas de combustible sólido  $\leq 70$  Kw. Documentación asociada.

1. Etiqueta impresa con el formato que veremos en la siguiente transparencia acompañando el producto.
2. Facilitar a distribuidores etiqueta cuando la necesiten (vía web, etc).
3. Ficha de producto acompañando al producto con las características técnicas más relevantes.
4. Facilitar a distribuidores ficha de producto cuando la necesiten (vía web, etc).
5. Toda publicidad o material promocional de los productos deben incluir una referencia a la clase de eficiencia energética del producto.

Reglamento 2015/1187 aplicable a las calderas de combustible sólido con potencia  $\leq 70$  Kw ,y equipos combinados con calefactores complementarios, controles de temperatura y dispositivos solares (a partir de 1 abril 2017).



Reglamento 2015/1187 aplicable a las calderas de combustible sólido con potencia  $\leq 70$  Kw ,y equipos combinados con calefactores complementarios, controles de temperatura y dispositivos solares (a partir de 26 septiembre 2019).

Reglamento 2015/1186 aplicable a los aparatos de calefacción local  $\leq 50$  Kw .

CLASES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA:

| Clase de eficiencia energética | Índice de eficiencia energética EEI |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| A ++                           | $EEI \geq 130$                      |
| A +                            | $107 \leq EEI < 130$                |
| A                              | $88 \leq EEI < 107$                 |
| B                              | $82 \leq EEI < 88$                  |
| C                              | $77 \leq EEI < 82$                  |
| D                              | $72 \leq EEI < 77$                  |
| E                              | $62 \leq EEI < 72$                  |
| F                              | $42 \leq EEI < 62$                  |
| G                              | $EEI < 42$                          |

Tabla 4: Clases energéticas.

Fórmula de cálculo EEI para equipos de calefacción local:

$$EEI = (\eta_{son} \times BLF) - 10\% + F2 + F3 - F4 - F5$$

$\eta_{son}$  : eficiencia energética estacional en modo activo.

BLF : factor biomasa ( calderas biomasa= 1,45. Fósiles=1).

F2: contribución positiva controles temperatura interior cuyos valores son excluyentes entre sí.

F3: contribución positiva controles temperatura interior cuyos valores pueden sumarse entre sí.

F4: contribución negativa consumo auxiliar de electricidad

F5: contribución negativa llama piloto permanente (en caso de existir).

Reglamento 2015/1186 Aparatos de calefacción local  $\leq 50$  Kw aplicable a partir 1 enero de 2018 a los aparatos de calefacción local que no sean aparatos de calefacción sin conducto de evacuación o abiertos a un tubo chimenea (ej. Estufas), y a partir de 1 enero de 2022 para el resto (ej. Chimeneas calefactoras).

## **DOCUMENTACIÓN ASOCIADA**

1) Etiqueta impresa con el formato que veremos en la siguiente transparencia acompañando el producto.

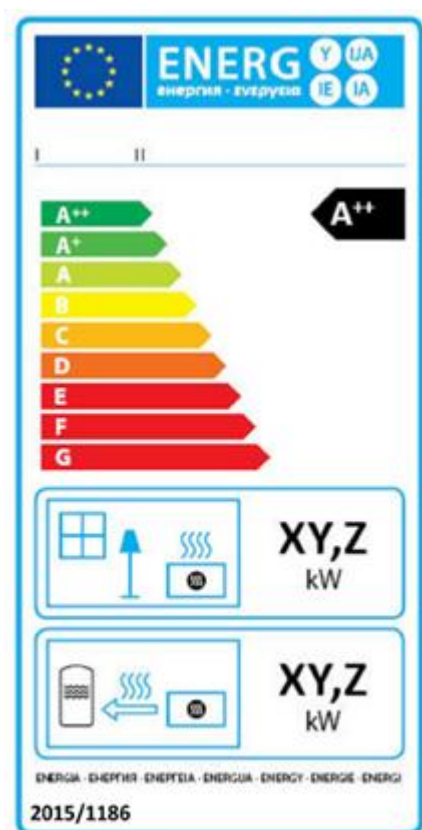
2) Facilitar a distribuidores etiqueta cuando la necesiten.

3) Ficha de producto acompañando al producto con las características técnicas más relevantes.

4) Facilitar a distribuidores ficha de producto cuando la necesiten.

5) Toda publicidad o material promocional de los productos deben incluir una referencia a la clase de eficiencia energética del producto.

Reglamento 2015/1186 aplicable a partir 1 enero de 2018 a los aparatos de calefacción local que no sean aparatos de calefacción sin conducto de evacuación o abiertos a un tubo chimenea (ej. Estufas), y a partir de 1 enero de 2022 para el resto (ej. Chimeneas calefactoras).



## 4- La biomasa

La utilización de biomasa para obtener calor es tan primitivo como son las primeras hogueras de leña y que los hombres utilizaron en la prehistoria como sistema de calefacción en sus hogares, que por aquellos tiempos eran las cuevas. Tras miles de años, parece que esta tecnología puede ser una alternativa al grave problema que en la actualidad supone el empleo de los combustibles fósiles

La biomasa es toda materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo residuos y desechos orgánicos, susceptibles de ser aprovechados energéticamente. Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica.

Es por ello que quedan fuera de este concepto los combustibles fósiles y las materias orgánicas derivadas de éstos como es el caso de los plásticos y la gran mayoría de los productos sintéticos, ya que aunque su origen fue biológico, su formación fue mediante procesos de presión y calor. Estos residuos también se denominan biocombustibles y se pueden encontrar en estado sólido, líquido o gaseoso. [1]

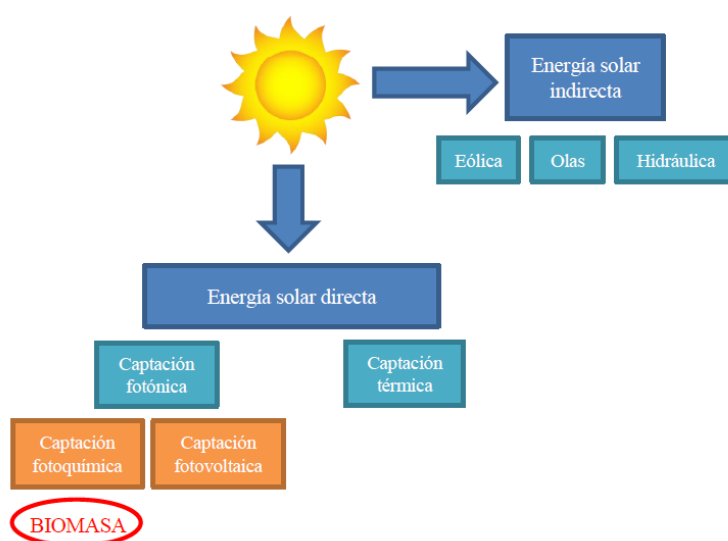


Figura 1: Situación de la biomasa dentro de la energías renovables.



## 4.1 Biomasa sólida

En este TFM se va a centrar en la biomasa sólida, ya que será la necesario para realizar nuestro caso de estudio. Previamente se va a conocer los tipos que se pueden encontrar, nos centraremos en la biomasa de tipo primario, constituidos por materias procedentes del sector agrícola, forestal y de las industrias de transformación. Se pueden considerar tres grandes bloques en cuanto a las posibles fuentes de biomasa sólida para su aprovechamiento energético:

- **Biomasa natural:** son las masas vegetales que se producen sin intervención humana, lo constituyen la flora terrestre.
- **Biomasa residual:** es la generada en cualquier actividad que emplee como materia prima recursos orgánicos, provenientes principalmente de procesos productivos de los sectores agrícolas, forestales, industriales o ganaderos, así como la generada por la población en los núcleos urbanos.
- **Biomasa producida por cultivos energéticos:** es aquella producida expresamente con la finalidad de generar energía. Debido a las altas expectativas de los cultivos energéticos, se están redactando diferentes regulaciones que afectan a la sostenibilidad de la biomasa energética especialmente en materia de cultivos energéticos, con el fin de asegurar que su uso representa una mejora en el balance energético, en el balance de emisiones y no una amenaza en el equilibrio natural.

La biomasa sólida y el biogás suelen ser empleadas tanto en el sector eléctrico como en el sector de la calefacción, en cambio los biocarburantes suelen ser empleados para el sector transportes.

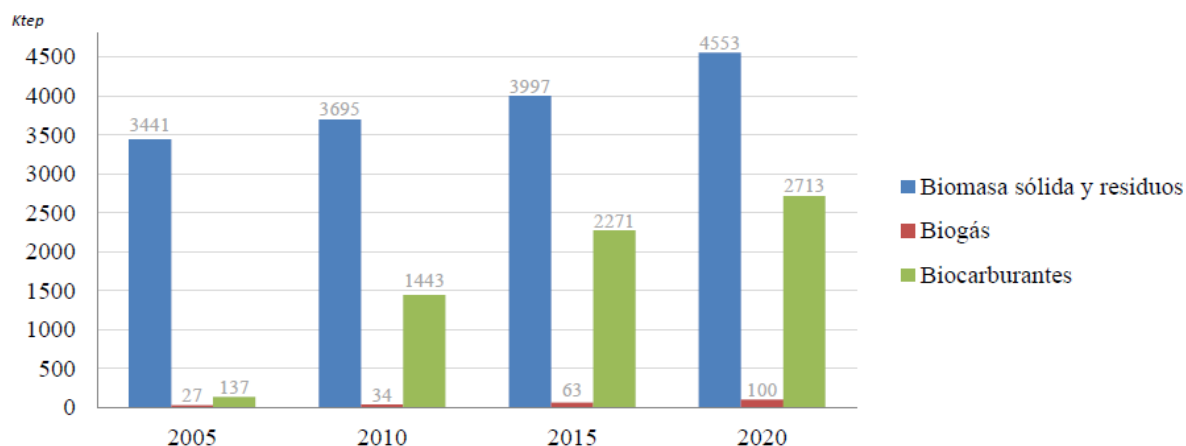


Figura 2: Objetivos de la biomasa para el sector de calefacción y transporte.

#### 4.1 Ventajas y desventajas del uso de la biomasa

Como todos los usos energéticos, cada tipo de tecnología presenta una serie de ventajas e inconvenientes, que a continuación se describen.[2]

##### Ventajas del uso de la biomasa son:

- Es una fuente de energía renovable. Que permite eliminar residuos orgánicos e inorgánicos, como restos de cosecha, basura orgánica, estiércol y al tiempo que se les da una utilidad.
- Sus emisiones son neutras, ya que el carbono de la atmósfera es captado por las plantas durante la fotosíntesis y pasa a formar parte de sus estructuras. Cuando la planta se quema o muere, el carbono pasa a formar parte de la atmósfera. Puesto que es un ciclo, los siguientes cultivos absorben el carbono una y otra vez, por lo que se mantiene un equilibrio.
- Se genera una menor cantidad de dióxido de carbono y de gases nocivos de efecto invernadero que lo que otros combustibles fósiles.
- Se forman niveles más bajos de dióxido de azufre, que es un componente principal de la formación de lluvia ácida.

- Es fácilmente sostenible si los cultivos son cultivados y gestionados con eficiencia. Además está disponible donde las plantas puedan ser cultivadas y existe una gran variedad de combustibles.
- Su empleo puede ser empleado para una serie de diferentes propósitos, incluyendo la producción de calor, combustible para coches y la producción de electricidad.
- El aprovechamiento resulta muy económico comparado con el petróleo o el carbón. Se sitúa alrededor de un tercio de los combustibles fósiles para obtener el mismo resultado y además las cenizas son poco agresivas para el medio ambiente.
- También se disminuye la dependencia externa del abastecimiento de combustibles para países no productores de petróleo
- Es un recurso en abundancia, ya que está disponible en grandes cantidades por todo el mundo. Teóricamente se puede considerar una fuente inagotable.
- La corrosión es baja en los equipos que se utilizan. Por lo que su vida útil es larga. Su operación y mantenimiento suelen ser sencillos ya que suelen incorporar sistemas de control electrónico.
- Poseen un alto rendimiento energético, entre el 85-92%.

**Las desventajas del uso de la biomasa son:**

- Se necesita una gran cantidad de tierra y agua disponible para que algunos cultivos de biomasa se produzcan y cuando han crecido, el producto requiere una gran cantidad de espacio de almacenamiento antes de ser convertido en energía.

- En la actualidad existen dificultades para llevar a cabo el transporte y almacenamiento de la biomasa sólida. Estos almacenes pueden llegar a ser de gran tamaño.
- En ciertas zonas y bajo ciertas condiciones, su extracción puede llegar a ser cara. Esto además suele ocurrir en proyectos de aprovechamiento que impliquen recolección, procesado y almacenamiento de algunos tipos de biomasa.
- En ocasiones se destinan amplias zonas forestales o silvícolas para la obtención de biomasa, destruyendo hábitats de gran valor ecológico y provocando la desaparición o el movimiento de especies animales al destruir sus refugios y fuentes de alimento.
- La incineración puede resultar peligrosa, por ello se deben utilizar filtros y realizar la combustión a temperaturas mayores a 900 °C
- Las calderas de biomasa tienen un menor poder calorífico. Esto no implica costes mayores, pero si tiene el inconveniente del espacio.

#### **4.2 Beneficios socioeconómicos**

El fomento y empleo de la producción de biomasa para uso energético permite el desarrollo de una nueva actividad en las áreas rurales, tratándose de un mercado con demanda continua y sin fluctuaciones, que genera puestos de trabajo estables, bien remunerados y supone una fuente de ingresos para las industrias locales. Según el Comité de las Regiones, a igual potencia instalada se crean hasta cinco veces más puestos de trabajos con energías renovables que con combustibles convencionales.

La oferta de empleo, hace posible que se fije la población en los núcleos rurales evitando algunos de los problemas sociales derivados de la migración hacia las grandes

ciudades, como es el caso del abandono de las actividades del mundo rural, abandono de pueblos y aparición de zonas marginales. Esta oferta de empleo genera puestos de empleos directos e indirectos, sin olvidar los empleos generados en las etapas de estudio, instalación, mantenimiento y operación de dichas instalaciones

Este aumento de ingresos en las industrias locales y el aumento de la población dan lugar a la aparición de nuevas infraestructuras y servicios en áreas rurales, provocando mayor calidad de vida en los núcleos rurales.

Por otro lado, la aparición de una segunda fuente de ingresos en las industrias agrícolas y forestales, a través de la venta de sus residuos para la generación de energía, proporciona una mayor seguridad a empresarios y empleados. En definitiva, se incentiva el desarrollo rural en nuevas áreas agrícolas en las que se pueden implantar cultivos energéticos. A su vez, se le da valor a los residuos para que puedan ser aprovechados y reutilizados.

Por otro lado, la contribución a una menor dependencia externa en el suministro de combustibles, además de facilitar el desarrollo rural, es una de las bazas macroeconómicas más sobresalientes de la energía procedente de la biomasa. Tanto el uso de biomasa en calefacciones de viviendas unifamiliares, como en calefacciones centralizadas de edificios o en redes de calefacción centralizadas son alternativas viables al consumo de gas natural y otros combustibles fósiles, que pueden verse favorecidas y ampliadas si se desarrollan normas que promuevan e incentiven su implantación a nivel nacional, local o regional. Como ha ocurrido con la eólica y la solar, la implantación de la biomasa en determinados territorios facilita también el desarrollo de experiencias y proyectos de educación ambiental en los que se intenta resaltar la importancia de esta fuente energética.

### 4.3 El recurso en Andalucía

Desde el punto de vista práctico puede clasificar la biomasa en función de la fuente de que procede. En la comunidad autónoma andaluza las principales fuentes de biomasa que se encuentran son las siguientes:

#### Biomasa agrícola

Se incluyen todos los residuos orgánicos y restos vegetales generados por los cultivos agrícolas, que son el resultado de las podas y de los restos del cultivo tras la cosecha.

Se debe destacar esta biomasa entre las demás, ya que la producción de aceite de oliva es uno de los productos más preciados en Andalucía. Mantiene una superficie constante, alrededor de las 1.500.000 hectáreas de olivar.

Este cultivo y sus industrias derivadas generan una serie de subproductos con un contenido energético importante. Los subproductos susceptibles de valorización energética son el orujo, orujillo, el hueso de la aceituna, la hoja de almazara y la poda del olivar. Mediante una tecnología adecuada, puede obtenerse tanto energía térmica como eléctrica de dichos subproductos.

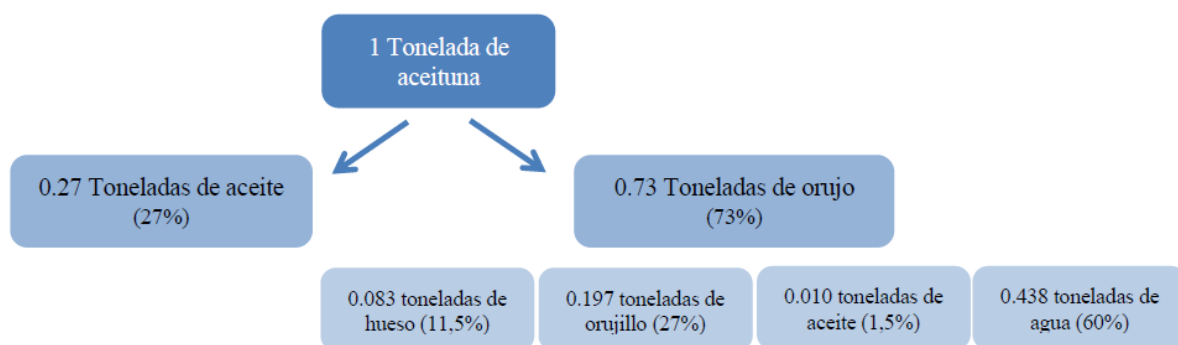


Figura 3: Balance de masa en el proceso industrial del aceite de oliva.

### Orujo:

El proceso de obtención del aceite de oliva en las almazaras, principalmente por centrifugación y en menor proporción por prensado, genera como subproducto el orujo. Este orujo generado se almacena en balsas para su posterior procesamiento, se trata de un proceso físico de segunda centrifugación, también llamado repaso en las extractoras, obteniéndose aceite de orujo.

Una opción alternativa a la extracción es destinar el orujo repasado a la producción de energía eléctrica, previo secado hasta una humedad aproximada del 40% para facilitar la combustión del mismo.

### Orujillo:

Una vez el orujo es secado y sometido al proceso de extracción de aceite, se transforma en orujillo. Se trata de un subproducto que tiene unas buenas propiedades como combustible, que puede utilizarse tanto para la generación de energía térmica como para la generación de energía eléctrica. Una parte del orujillo generado en las extractoras se consume en la propia instalación, tanto en el secado del orujo como en calderas para generación de vapor para el proceso.

### Hueso de aceituna:

El hueso es un combustible de unas características excelentes: elevada densidad, humedad media del 15%, granulometría muy uniforme y un alto poder calorífico. Por lo tanto, es muy adecuado para usos térmicos, tanto en el sector industrial como doméstico y residencial debido a su buen manejo. Tradicionalmente se ha empleado como combustible en aplicaciones térmicas en la propia industria del olivar, aunque en la actualidad cobra cada vez más importancia las aplicaciones térmicas en el sector servicio y residencial.

### Hoja de olivo:

Durante el proceso de obtención del aceite se separa una cantidad considerable de hoja de olivo, suele representar el 8% de la aceituna tratada y el uso para la alimentación se encuentra limitada por el mal sabor. Por lo que en la actualidad hay plantas de generación eléctrica que la emplean como combustible.

### Poda del olivar:

El olivar debe ser podado cada año. La contribución energética del olivar puede incrementarse de manera significativa valorizando adecuadamente la poda y la hoja de almazara; ya que tanto orujo, orujillo y el hueso, son empleados casi en su totalidad en proyectos energéticos.

### Residuos forestales:

Estos pueden dividirse en: residuos de poda o de corta. Los primeros provienen de realizar tratamientos silvícolas para el mantenimiento y mejora de los montes y masas forestales mediante talas, podas, limpiezas de matorrales, etc. Estos trabajos generan unos residuos como pueden ser: la leña, ramas...etc. Los segundos son residuos son generados en la limpieza de los pies maderables y constituyen cerca de la tercera parte del árbol.

Ambos deben ser retirados del monte para evitar que lleguen a ser un alto factor de riesgo de incendios.

### Residuos industriales:

Subproductos generados por la industria, principalmente industrias agroalimentarias, pesqueras y forestales. Un subproducto puede ser empleado como biomasa industrial cuando tiene una serie de criterios como son: adecuada aptitud energética, existencia de alguna tecnología para el aprovechamiento energético, cantidad importante de dicho residuo o que el



sector industrial se encuentre concentrado en una localidad. Algunos ejemplos de las industrias y residuos con mayor uso y potencial en Andalucía son: arroceras, cerveceras, industria del vino, industria de frutos secos...etc.

#### Residuos ganaderos:

Son la mezcla de los excrementos y del material sobre el cual se recogen. Los residuos ganaderos se han utilizado tradicionalmente como fertilizantes orgánicos. Pero en zonas de alta concentración ganadera, la generación de residuos es muy alta, por lo que resulta imposible utilizar todos los residuos generados.

#### Residuos urbanos:

Son aquellos que se originan en los núcleos de la población como consecuencia de la actividad habitual y diaria del ser humano. Los residuos urbanos que se pueden considerar biomasa son:

- Parte orgánica de los residuos sólidos urbanos.
- Aguas residuales y lodos de depuradoras.
- Aceites vegetales usados.
- Residuos vegetales de parques y jardines.

#### Cultivos energéticos:

Son cultivos específicos dedicados exclusivamente a la producción de energía. Tienen características como elevada rusticidad permitiendo tener una alta resistencia a la sequía, a las enfermedades y adaptación fácil a los terrenos marginales.

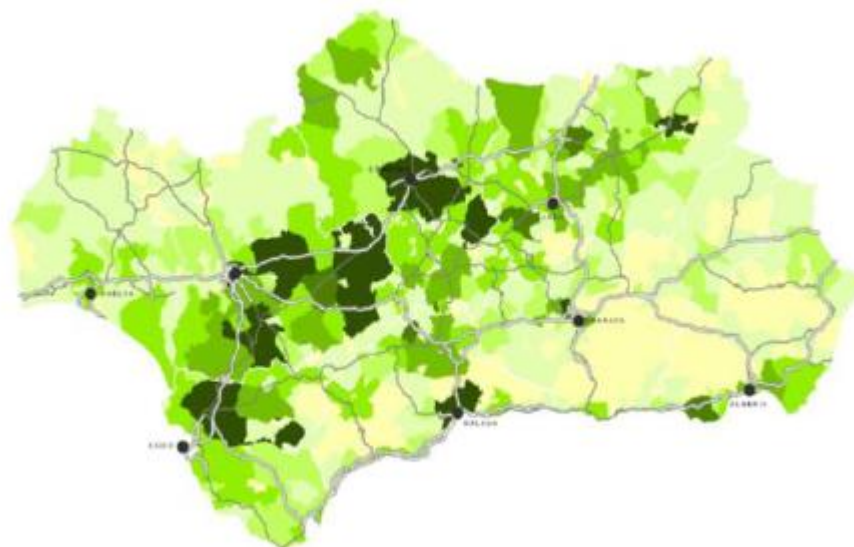


Figura 4: Distribución del potencial aprovechable en Andalucía.[1]

#### 4.4 Pellets

El combustible de biomasa más popular para la generación de calor, son los pellets de madera. Es un combustible ideal para instalaciones de calefacción y ACS, gracias a su elevado poder calorífico, su facilidad de suministro y de almacenamiento.

Los pellets de madera son gránulos cilíndricos de aproximadamente 6 mm de diámetro y entre 5 y 30 mm de longitud. Su compuesto en su totalidad es de residuos secos de madera natural no tratada. Se suelen transportar en camiones cisterna desde los cuales se carga directamente al silo o sala de almacenamiento de combustible a partir de las bocas de carga instaladas entre la parte exterior e interior del silo de almacenamiento. Todo su funcionamiento es automático a excepción de la extracción del cajón de cenizas.



Imagen 4: Pellets.

#### **4.5 Astillas de madera**

El combustible más consumido a nivel industrial son las astillas de madera que son restos de madera en forma de ramas y desechos de serrerías que trituran para obtener astillas.

Existen 3 tamaños diferentes de astillas:

Astillas finas G30 con una longitud entre 1-3 cm

Astillas medianas G50 con una longitud entre 3-5 cm

Astillas gruesas G100 con una longitud entre 5-10 cm

En las características técnicas de las calderas de biomasa, determinan el tamaño de las astillas de madera que son aptas para funcionar sin que su sistema de extracción y/o alimentación a partir de tornillo sinfín giratorio no se atasque por el uso de astillas demasiado grandes. La utilización de astillas finas garantiza tiempos de funcionamiento menores por parte del tornillo sinfín, y por consiguiente se reduce el riesgo de averías.

Además, el contenido de agua es otro factor importante para la calidad de las astillas. Mientras más elevado sea su contenido en agua, menor será su poder calorífico inferior (PCI). La humedad de las astillas de madera dependerá de la climatología de la zona y si se ha utilizado un secado previo, de forma natural o artificial, como por ejemplo secaderos de madera.



Imagen 5: Astillas de madera.

#### **4.6 Hueso de aceituna**

Como se ha descrito anteriormente, es un subproducto de la industria del aceite de oliva, y que en la actualidad se está cada vez más extendiendo su uso para pequeñas calderas de calefacción de hogar. Su fácil acceso en ciertas regiones hace que sea un combustible abundante en las zonas que se cultivan olivares y hace que su empleo cada vez esté cogiendo mayor importancia.

Su granulometría y poder calorífico son sus cualidades más destacadas ya que puede utilizarse con gran facilidad en las pequeñas calderas.





Imagen 6: Hueso de aceituna ya triturado.

#### **4.7 Producción de hueso y astilla para uso térmico**

La producción de energía térmica en Andalucía en sectores como el residencial y el sector servicios es posible gracias al uso de hueso de aceituna y astilla de calidad como combustible. Y cada vez es mayor el número de empresas dedicadas al procesado y obtención de biocombustibles de calidad en nuestra comunidad, dado que la utilización de biocombustibles de calidad definida y controlada, según normas, es uno de los factores que intervienen en la combustión eficiente y de bajas emisiones de la biomasa.

Dichas operaciones consisten básicamente en el secado y limpieza del hueso, así como en el secado, limpieza y cribado en el caso de la astilla. En Andalucía hay contabilizadas 19 plantas de preparación de hueso para uso en aplicaciones térmicas, que superan las 190.000 toneladas anuales de procesado anual, y de las cuales dos de ellas cuentan con el sellos de calidad Biomassud. Además hay tres empresas que procesan y prepara la astilla con la misma finalidad y que superan las 30.000 toneladas anuales de capacidad productiva. Dichas plantas se muestran a continuación.

**Empresas que preparan hueso de aceituna como combustible. Diciembre 2019**

| Denominación Planta       | Localidad               | Provincia | Capacidad de Producción (t/año) | Sello Biomassud |
|---------------------------|-------------------------|-----------|---------------------------------|-----------------|
| Alarcón Trading           | Caniles                 | Granada   | 10.000– 30.000                  |                 |
| Axpo Linares              | Linares                 | Jaén      | < 10.000                        |                 |
| Axpo Mollina              | Mollina                 | Málaga    | < 10.000                        |                 |
| Axpo Motril               | Motril                  | Granada   | < 10.000                        |                 |
| Biomasa Arias Izquierdo   | Siles                   | Jaén      | < 10.000                        |                 |
| Biomasa Hermanos Luque    | Aguilar de la Frontera  | Córdoba   | < 10.000                        |                 |
| Biomasa Sierra de Cazorla | Peal de Becerro         | Jaén      | < 10.000                        |                 |
| Daniel Espuny             | Linares                 | Jaén      | 10.000– 30.000                  |                 |
| E2 Grein Operadores       | Villarrubia             | Córdoba   | < 10.000                        |                 |
| Ecoloma Biocombustibles   | Úbeda                   | Jaén      | 10.000– 30.000                  | ES003           |
| Garzón Green Energy       | Bailén                  | Jaén      | nd                              |                 |
| Leñas El Pelao            | Pozo Alcón              | Jaén      | < 10.000                        |                 |
| Moneleg                   | Chiclana de la Frontera | Cádiz     | < 10.000                        |                 |
| Oleícola Jaén             | Baeza                   | Jaén      | 10.000– 30.000                  |                 |
| Olihueso                  | Encinas Reales          | Córdoba   | < 10.000                        |                 |
| Peláez Renovables         | Jaén                    | Jaén      | 10.000– 30.000                  | ES008           |
| Probiosur                 | Puente del Obispo       | Jaén      | 10.000– 30.000                  |                 |
| Renovables Biomadis       | Luque                   | Córdoba   | < 10.000                        |                 |
| Roldán Oliva 1895         | Íllora                  | Granada   | < 10.000                        |                 |

Tabla 5 y 6: Distribución de los productores. [www.agenciaandaluzdelaenergía.es](http://www.agenciaandaluzdelaenergía.es)

**Empresas que preparan astilla de madera como combustible. Diciembre 2019**

| Denominación Planta    | Localidad  | Provincia | Capacidad de Producción (t/año) | Sello Biomassud |
|------------------------|------------|-----------|---------------------------------|-----------------|
| Alcolea Biomass Center | Alcolea,   | Córdoba   | < 10.000                        | ES005           |
| CL Doñana Energeti     | Hinojos    | Huelva    | < 10.000                        |                 |
| Maderas Campos         | Santa Ana, | Jaén      | 10.000 – 30.000                 |                 |

Dado que la localización del instituto se sitúa en la campiña jiennense, es una buena decisión optar por este tipo de biomasa, ya que la cercanía a los centros de producción hacen aún más viable su implementación. Una parte importante de los gastos en biomasa se produce durante el proceso de transporte.

## 5- Cálculos

A continuación se va a realizar el procedimiento que se ha seguido para obtener los resultados necesarios para el cálculo de la caldera y poder realizar las estimaciones necesarias para este trabajo.

Es importante definir una serie de elementos para hacer un correcto diseño, como es el caso de la superficie que se pretende calefactar, horas de funcionamiento, temperaturas mínimas absolutas que se alcanzan en la ubicación y dos factores de corrección según temperaturas y tipo de edificio.

Con estos datos de partida se puede iniciar el diseño de la instalación.

### 4.1 Cálculo de la potencia necesaria

Dadas las estimaciones presentadas por expertos en el Código Técnico de la Edificación, la potencia térmica útil demanda (kW) para un sistema de calefacción central (basado en radiadores de agua caliente distribuidos) será:

$$P_u (kW) = Q * A * F_1 * F_2 \quad (1)$$

Donde:

$P_U$ : Potencia térmica útil que debe abastecer la caldera (kW)

$q$ : Demanda térmica específica = 0,1 kW/m<sup>2</sup>

$A$ : Superficie total a calefactar en m<sup>2</sup>

$F_1$ : Factor de corrección por temperatura mínima anual.

| Temperatura mínima anual (°C) | F1   |
|-------------------------------|------|
| 2                             | 0,75 |
| 0                             | 0,76 |
| -2                            | 0,78 |
| -4                            | 0,80 |
| -6                            | 0,82 |
| -8                            | 0,86 |
| -10                           | 0,90 |
| -12                           | 0,94 |

Tabla 7: Factor de corrección F1.

F2: Factor de corrección por tipo de edificio, consideraremos un bloque de viviendas o apartamentos superior a 16, con F2 igual a 0,90.

| Tipo de edificio                                         | F1   |
|----------------------------------------------------------|------|
| Casa aislada                                             | 1    |
| Casa adosada (lateral/final)                             | 0,90 |
| Casa adosada (intermedia)                                | 0,95 |
| Bloque de viviendas o apartamentos inferior o igual a 16 | 0,92 |
| Bloque de viviendas o apartamentos superior a 16         | 0,90 |

Tabla 8: Factor de corrección F2.

La energía térmica útil demandada por el bloque de viviendas durante todo un año, funcionando la caldera 1250 horas al año, será la siguiente:

$$Q_u\left(\frac{KWh}{año}\right) = P_U * T \quad (2)$$



Donde T representa el número de horas totales estimadas de funcionamiento de la caldera.

Una vez desarrolladas las ecuaciones y factores que intervienen en ellas se procede a realizar los primeros cálculos.

Previamente se recogen los datos de temperaturas mínimas absolutas registradas en los últimos años en la localidad de Arjona, y se realiza una media para poder obtener el valor F1:

| Año   | Tª mínima absoluta |
|-------|--------------------|
| 2016  | -4                 |
| 2017  | -4,8               |
| 2018  | -4,9               |
| 2019  | -5,1               |
| 2020  | -4,9               |
| 2021  | -4,7               |
| Media | -4,73              |

Los datos de los que se parten son los siguientes:

| DATOS INICIALES    |        |
|--------------------|--------|
| Localización       | Arjona |
| Instituto          |        |
| Superficie m2      | 3578   |
| Funcionamiento (h) | 480    |
| Tª media mínima °c | -4,73  |

Una vez se tienen estos datos pasamos a calcular mediante la ecuación (1) la potencia útil necesaria:

| $P_u \text{ (kW)} = q \times A \times F1 \times F2$ | q   | A    | F1  | F2  | Pu (kW) |
|-----------------------------------------------------|-----|------|-----|-----|---------|
|                                                     | 0,1 | 3578 | 0,8 | 0,9 | 257,616 |

La energía térmica útil necesaria corresponde a la ecuación (2) con los siguientes resultados:

|              |        |
|--------------|--------|
| Qu (kWh/año) | 123656 |
|--------------|--------|

## 4.2 Datos comparativos

En este apartado se realiza una comparación con los diferentes rendimientos que se obtienen de las diferentes fuentes de biomasa como de combustibles, así como sus diferentes precios actualizados que se encuentran en el mercado. como sus diferentes poderes caloríficos inferiores (PCI).

Existen multitud de páginas webs donde se pueden obtener estos datos actualizados cada día según los diferentes calores del mercado. En nuestro caso hemos empleado los siguientes:

Para el caso de los combustibles como gasoil C  
<http://www.petromercado.com/index.php>.

Para el precio de la biomasa <http://www.avebiom.org/es/ind-precios-biomasa>.

En la tabla se muestran los valores de los diferentes fuentes de energías:

| Combustible Biomasa                               | Rendimiento caldera (%) | PCI Combustible (kJ/kg) | Precio mercado |
|---------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
| Gas Natural                                       | 91,40%                  | 40195                   | 0,22 €/KWh     |
| Gasóleo de calefacción                            | 91,40%                  | 42470                   | 0,971 €/L      |
| Pellets a granel (<15 % humedad)                  | 90,00%                  | 18040                   | 240,15 €/ton   |
| Hueso de aceituna seco a granel (15 % de humedad) | 90,00%                  | 16120                   | 150,42 €/ton   |
| Astillas de pino triturada (<20 % humedad)        | 88,00%                  | 15070                   | 113,01 €/ton   |

Tabla 9: Resumen características combustibles y biocombustibles.

Dada la gran importancia que está teniendo la influencia del gas natural en la actualidad, se ha decidido incorporar también los cálculos de éste combustible para poder compararlo con las fuentes renovables de biomasa.

Cabe resaltar que el precio hace un año del gas natural rondaban los 0,11 céntimos de euro por KWh. En la actualidad es prácticamente el doble, lo que hace entender un poco los altos precios que se están registrando en la electricidad en la actualidad.

#### 4.3 Costes e inversiones

Coste de la caldera, accesorios, montaje y silo de almacenamiento de combustible (IVA incluido) es el siguiente. El coste se presenta por kW de potencia térmica útil instalada.

De acuerdo con la Agencia Española de la Energía, las calderas de biomasa para calefacción de viviendas tienen un incentivo (subvención económica) correspondiente al **25% sobre el coste total de la inversión** (costes fijos).

Por ello, se aplicará un 20 % de descuento para los siguientes combustibles:

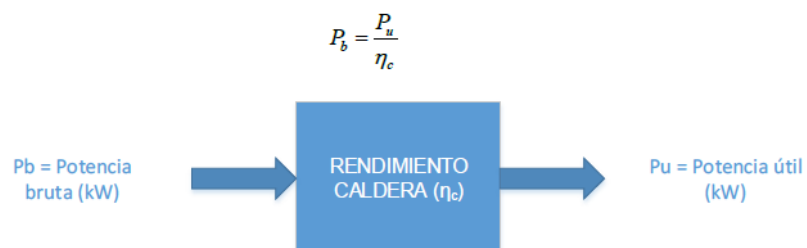
- Pellet.
- Hueso de aceituna.
- Astilla de madera.

| Combustible            | Coste total de la inversión (€/kW) | Coste de mantenimiento (€/kW·año) | Total (€) (ESTIMACIÓN) |
|------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Gas Natural            | 133,35                             | 5,0                               | 35641,17               |
| Gasóleo de calefacción | 138,28                             | 5,8                               | 37117,31               |
| Pellet                 | 350                                | 10,2                              | 74760,16               |
| Hueso de aceituna      | 350                                | 10,2                              | 50449,50               |
| Astilla de madera      | 370                                | 10,2                              | 74116,12               |

Tabla 10: Costes de inversión y mantenimiento.

La potencia bruta (kW) puede calcularse de la potencia térmica útil a través del rendimiento de la cámara de combustión de acuerdo con la siguiente expresión:

$$P_b = \frac{P_u}{\eta_c} \quad (3)$$



Siendo:

$\eta_c$  el rendimiento de la cámara de combustión

Igualmente, por definición la potencia térmica de un combustible se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$P_b (KW) = m_{combustible} * PCI_{combustible}$$

$$Q_b (KJ) = m_{combustible} * PCI_{combustible}$$

$m_c$  representa la masa de combustible utilizado (kg ó kg/s) y  $PCI$  es el poder calorífico inferior del combustible (kJ/kg).

- Densidad del gasóleo de calefacción:  $\rho_{gasóleo} = 0,845 \text{ kg/L}$ .
- El coste de la biomasa (pellet, hueso y astilla, €/kg) sufrirá un incremento interanual del 1.5%; mientras que el de gasóleo (€/L) y gas natural (€/kWh) un 5%.
- El coste de mantenimiento sufrirá un incremento interanual del 1%.

Estos datos nos servirán a posteriori para calcular los diferentes valores de costes y amortizaciones.

Una vez se conocen todos los datos y qué elementos son necesarios para calcularlos se obtienen las potencias brutas para los diferentes combustibles:

|                                  |         |              |         |
|----------------------------------|---------|--------------|---------|
| <b>GAS NATURAL<br/>GASÓLEO</b>   | Pu (KW) | Rend.Caldera | PB (KW) |
|                                  | 257,616 | 91,70%       | 280,93  |
| <b>PELLET<br/>HUESO ACEITUNA</b> | Pu      | Rend.Caldera | PB      |
|                                  | 257,616 | 90,00%       | 286,24  |
| <b>ASTILLAS DE<br/>MADERA</b>    | Pu      | Rend.Caldera | PB      |
|                                  | 257,616 | 88,00%       | 292,75  |

Tabla 11: Potencias brutas.

#### 4.4 Combustible necesario

La cantidad de combustible demandado anualmente (expresado en kg/año o L/año) para cada tipo de caldera escogida, así como el coste de abastecimiento anual que tiene que desembolsar el instituto es el siguiente para cada tipo de combustible:

- Para el Gas Natural:

$$Q_u = mc \cdot PCI$$

$$280,93 \text{ kW} \cdot 480 \text{ h} = mc \cdot 40.125 \text{ kJ/Kg}$$

$$134.846,4 \text{ kwh} \frac{3600 \text{ kJ}}{1 \text{ kwh}} = mc \cdot 40.125 \text{ kJ/Kg}$$

$$mc = \frac{485,44704 \cdot 10^6 \text{ kJ}}{40.125 \text{ kJ/kg}} = 12.098 \text{ m}^3/\text{año}$$

La demanda de Gas Natural por año es de **12.098 m<sup>3</sup>/año**. Y su precio anual, al precio actual del gas natural es de **29.666,58 €** durante el primer año.

Estos precios son muy elevados, y no hacen posible que en la actualidad se rentabilice con los precios actuales que sea viable este tipo de caldera con este combustible, el gas natural.

- Para Gasoil C:

$$Q_u = mc \cdot PCI$$

$$280,93 \text{ kw} \frac{\text{kJ}}{\text{s}}/\text{kw} = mc \cdot 42.470 \text{ kJ/Kg}$$

$$mc = \frac{280,93 \text{ kJ/s}}{42.470 \text{ kJ/kg}} = 0,006614 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{\text{h}} \cdot 480 \text{ h} \cdot \frac{1 \text{ l}}{0.845 \text{ kg}} = 13.527 \text{ l}$$

La demanda de Gasoil C por año es de **13.527 l/año**. Y su precio anualmente es de **13.134 €** durante el primer año.

- Pellets (< 15 % de humedad):

$$Q_u = mc \cdot PCI$$

$$\frac{286,24 \text{ kw} \frac{\text{kJ}}{\text{s}}}{\text{kw}} = mc * \frac{18.040 \text{ kJ}}{\text{kg}}$$

$$mc = \frac{286,24 \text{ kJ/s}}{18.040 \text{ kJ/kg}} = 0,015866 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * \frac{3600 \text{ s}}{\text{h}} * 480 \text{ h} = 27.418 \text{ kg}$$

La demanda de pellets por año es de **27.418 kg/año**. Y su precio anual, con los precios actuales es de **6.584€**.

- Hueso de aceituna, seco a granel (< 15 % de humedad):

$$Q_u = mc \cdot PCI$$

$$\frac{286,24 \text{ kw} \frac{\text{kJ}}{\text{s}}}{\text{kw}} = mc * \frac{16.120 \text{ kJ}}{\text{kg}}$$

$$mc = \frac{286,24 \text{ kJ/s}}{16.120 \text{ kJ/kg}} = 0,017756 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * \frac{3600 \text{ s}}{\text{h}} * 480 \text{ h} = 30.683 \text{ kg}$$

La demanda de pellets por año es de **30.683 kg/año**. Y su precio anualmente es de **4.615 €**.

- Astillas de pino triturada (<20 % humedad)

$$Q_u = mc \cdot PCI$$

$$\frac{292,75 \text{ kw} \frac{\text{kJ}}{\text{s}}}{\text{kw}} = mc * \frac{15.070 \text{ kJ}}{\text{kg}}$$

$$mc = \frac{292,75 \text{ kJ/s}}{15.070 \text{ kJ/kg}} = 0,01942 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * \frac{3600 \text{ s}}{\text{h}} * 480 \text{ h} = 33.568 \text{ kg}$$

La demanda de pellets por año es de **33.568 kg/año**. Y su precio anual es de **3.793€**.

#### 4.5 Costes

En éste apartado se va a realizar el estudio de los costes durante los 10 primeros años. Los costes se realizaran en base a la potencia instalada, donde se tendrá incluido coste de la caldera, accesorios, montaje y silo de almacenamiento de combustible (IVA incluido).

De acuerdo con la Agencia Española de la Energía, las calderas de biomasa para calefacción tienen un incentivo (subvención económica) correspondiente al 25% sobre el coste total de la inversión (costes fijos).

Para ello el coste interanual del combustible de biomasa, sufrirá un incremento del 1,5 % del precio por kilogramo.

Por otro lado, el Gasóleo C (€/L) y el Gas Natural (€/KWh) van a sufrir un incremento del 5%.



Los gastos de mantenimiento también tendrán un incremento del 1%.

| Tipo de caldera | Coste de la inversión | Cantidad subvencionada | Coste Anual Combustible | Coste Acumulado de combustible (10 años) |
|-----------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------------------|
| Gas Natural     | 34353,09              | 0                      | 29666,58                | 46022,60                                 |
| Gasóleo         | 35623,14              | 0                      | 13134,92                | 20376,57                                 |
| Pellets         | 90165,60              | 22541                  | 6584,46                 | 8529,95                                  |
| Hueso aceituna  | 90165,60              | 22541                  | 4615,46                 | 5277,27                                  |
| Astilla         | 95317,92              | 23829                  | 3793,48                 | 4337,42                                  |

Tabla 12: Resumen costes a 10 años. Todos los valores están expresados en €.

De esta tabla se puede extraer ya varias conclusiones obvias, como destaca el elevado precio de la inversión de las calderas de biomasa frente a los combustibles tradicionales. Aunque compensa con las ayudas del 25 % que está subvencionado.

Y por otro lado, el motivo de este estudio en gran parte, los costes del combustible procedente de biomasa, es más barato y rentable frente al Gasoil C y el GN. Esto hace que a lo largo del paso de unos años se amorticen mucho más este tipo de calderas.

También hay que tener en cuenta que el incremento de los precios de los combustibles fósiles es mucho más elevado que los procedentes de biomasa, y también hace que a la larga este factor nos ayude a tener un ahorro económico.

A continuación, se muestra un gráfico comparativo del precio que costaría generar un kWh de energía térmica útil para cada combustible propuesto (€/kWh).

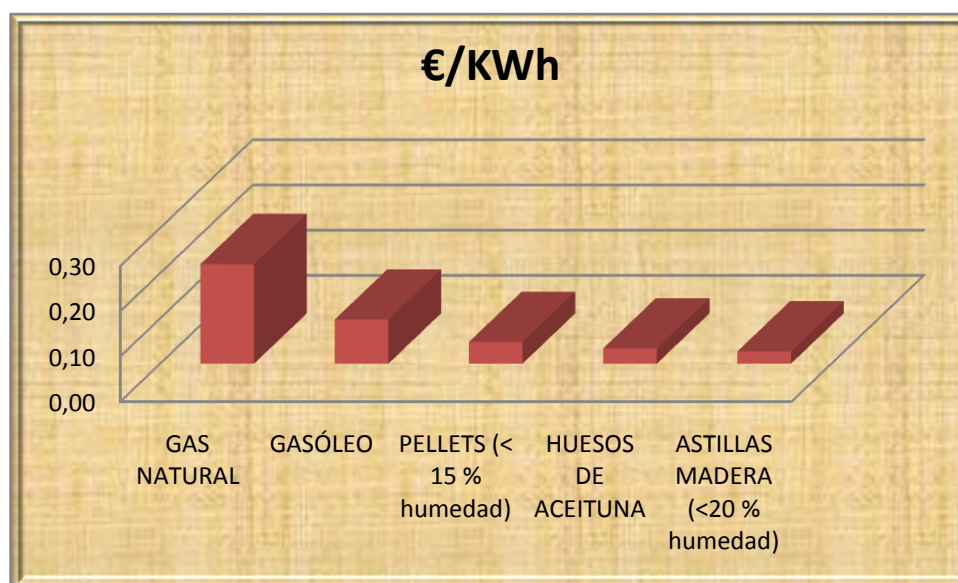


Gráfico 1: Costes de producción del KWh según combustible.

| RESUMEN PRECIOS COMBUSTIBLES POR KWh |       |
|--------------------------------------|-------|
| GAS NATURAL                          | 0,22  |
| GASÓLEO                              | 0,10  |
| PELLETS (< 15 % humedad)             | 0,048 |
| HUESOS DE ACEITUNA                   | 0,048 |
| ASTILLAS MADERA (<20 % humedad)      | 0,034 |

Tabla 13: Resumen precios finales por KWh.

Como se puede apreciar, los precios más elevados corresponden al Gas Natural en primer lugar, y en segundo lugar al Gasoil C.

Estos precios de producción son los que hacen que este tipo de estudios se realicen, ya que es mucho más barato tener calderas de biomasa alimentadas por este tipo de combustibles.

## 4.6 Emisiones

Las emisiones de CO<sub>2</sub> son el gran contribuyente al cambio climático, y responsable de gran parte del aumento medio de la temperatura terrestre. Es por ello totalmente necesario hacer frente a este problema contribuyendo a evitar este fenómeno.

El uso desmedido de los combustibles fósiles, hace que evitar este efecto resulte una tarea difícil. El uso de combustibles procedentes de biomasa, hace que el ciclo de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera resulte nulo, ya que las plantas, árboles y seres vegetales absorben este CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Lo recogen y lo transforman en un material orgánico formado principalmente por carbono, con lo que resulta muy útil para su combustión.

Este carbono, combinado de nuevo con el oxígeno libera calor y CO<sub>2</sub>. El calor es aprovechado y el CO<sub>2</sub> vuelve a la atmósfera, cerrando así el ciclo. Se dice que es un ciclo nulo de emisiones ya que el dióxido de carbono presente siempre resulta el mismo. Por el contrario, las emisiones procedentes de combustibles fósiles liberan el carbono que durante millones de años se fue atrapando en el interior de la tierra en forma de petróleo, carbón y similares.

En la tabla 12 se muestra los valores de emisiones que se emiten a la atmósfera según el tipo de combustible, de emplear y cambiar el tipo de caldera, se evitarían la emisión de gases de efecto invernadero sin ciclo nulo.

Es por ello vital contribuir, en la medida de lo posible, a el uso cada vez menor de combustibles fósiles.

Tabla 14: Emisiones de CO2 según combustible.

| Combustible           | kg<br>CO2/kWh | Toneladas<br>CO2/año |
|-----------------------|---------------|----------------------|
| GAS NATURAL           | 0,2           | 26,97                |
| GASÓLEO               | 0,27          | 36,41                |
| PELLETS/HUESO/ASTILLA | 0             | 0                    |

Los resultados nos indican que se evitarían 26,97 toneladas de CO2 de no usar el gas natural. Por otro lado, ya que la caldera actual usa Gasoil C se estaría evitando expulsar a la atmósfera alrededor de 36,41 toneladas de CO2 al año.

Estos datos, corresponden a una sola caldera, de un instituto, si exponemos estos cálculos a todos los centros educativos que actualmente hacen uso de combustibles fósiles para el uso de calefacción encontraremos que se pueden evitar expulsar miles de toneladas de CO2 y contribuir en cierta parte al cambio climático.

Por otro lado se estaría fomentando la formación de una serie de empresas asociadas al sector de la biomasa, fomentando el empleo local, y aprovechando los residuos locales forestales, agrícolas o ganaderos.

Se puede generar un tejido empresarial alrededor de este tipo de combustibles que daría un beneficio a las pequeñas regiones.

## 4.7 Amortizaciones

Una vez realizados todos los cálculos de potencia necesaria, combustible necesario según tipología de combustible, se realiza el estudio de amortización para el uso de biomasa frente al uso de combustibles fósiles.

Para ello se tienen en cuenta todos los factores que intervienen, tales como aumento por año del precio de los combustibles, mantenimiento, costes de instalación etc.

El periodo a estudiar será de 10 años, en el cual se hallará una comparativa con respecto al gas natural y al gasoil C.

| Periodo de tiempo 10 años | Coste total de combustible (10 años) | Coste total de mantenimiento (10 años) | Costes fijos (Inversión Inicial) | Total        | AHORRO CON BIOMASA RESPECTO A GAS NATURAL | % AHORRO RESPECTO G.N | AHORRO CON BIOMASA RESPECTO A GASÓLEO | % AHORRO RESPECTO GASÓLEO |
|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|--------------|-------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| GAS NATURAL               | 373.143,00 €                         | 14.695,93 €                            | 34.353,09 €                      | 422.192,02 € | -                                         | -                     | -                                     | -                         |
| GASÓLEO                   | 165.209,64 €                         | 17.047,28 €                            | 35.623,14 €                      | 217.880,05 € | -                                         | -                     | -                                     | -                         |
| PELLETS                   | 77.177,81 €                          | 30.545,98 €                            | 67.624,20 €                      | 175.347,99 € | 246.844,03 €                              | 58,47%                | 42.532,07 €                           | 19,52%                    |
| HUESOS DE ACEITUNA        | 49.397,94 €                          | 30.545,98 €                            | 67.624,20 €                      | 147.568,12 € | 274.623,90 €                              | 65,05%                | 70.311,94 €                           | 32,27%                    |
| ASTILLAS DE MADERA        | 40.600,53 €                          | 31.240,20 €                            | 71.488,44 €                      | 143.329,18 € | 278.862,84 €                              | 66,05%                | 74.550,87 €                           | 34,22%                    |

Tabla 15: Resumen de costes y ahorro.

De la tabla 15 se pueden sacar varias conclusiones directamente, entre la que se destacan que en principio, los costes iniciales de inversión son mayores en las calderas de biomasa, dado a que su complejidad técnica de construcción son más complejas que las calderas tradicionales de gasoil y gas natural. Aunque el coste del combustible empleado en los combustibles fósiles es mucho más elevado, y están expuestos esos precios a grandes especulaciones de mercado, desabastecimiento, y por supuesto no es un combustible que se dispone en cada zona, sino que vienen de países exportadores de petróleo y gas. Por el contrario, la biomasa prácticamente se puede encontrar en cada zona o región, según tipo de cultivos cercanos, zonas boscosas en los alrededores etc.

Esto provoca que los costes a la larga, en este caso a los 10 años, sean más elevados en los combustibles fósiles que en los combustibles procedentes de biomasa. Con lo cual permite un ahorro económico y una comparativa de los resultados de la aplicación de una tecnología u otra.

Es para ello necesario calcular los años de amortización comparando los distintos resultados obtenidos.

Como se muestran en las tablas 16 y 17.

| <b>AMORTIZACIÓN RESPECTO AL GAS NATURAL</b> |                                     |                                |                                             |
|---------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Periodo de tiempo<br/>10 años</b>        | <b>CANTIDAD (€) A<br/>AMORTIZAR</b> | <b>AHORRADO EN 10<br/>AÑOS</b> | <b>AÑOS DE<br/>AMORTIZACIÓN<br/>CALDERA</b> |
| <b>PELLETS</b>                              | 49.121,16 €                         | 246.844,03 €                   | 1,99                                        |
| <b>HUESOS DE<br/>ACEITUNA</b>               | 49.121,16 €                         | 274.623,90 €                   | 1,79                                        |
| <b>ASTILLAS DE<br/>MADERA</b>               | 53.679,62 €                         | 278.862,84 €                   | 1,92                                        |

Tabla 16: Amortización respecto al gas natural.

Como se puede apreciar en la tabla 14, los años en los que se pueden amortizar este tipo de calderas, usando pellets, hueso de aceituna o astillas de madera oscila en torno a los dos años con los precios actuales a los que se encuentra el Gas Natural en la actualidad. Y el ahorro es considerable en un corto plazo de diez años, en torno a los 250.000 €.

Evidentemente a precios menores del GN estos años aumentarían, y se suelen situar alrededor de unos 5 o 7 años de amortización con respecto la biomasa.

| <b>AMORTIZACIÓN RESPECTO AL GASÓLEO</b> |                             |                        |                                    |
|-----------------------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Periodo de tiempo<br>10 años            | CANTIDAD (€) A<br>AMORTIZAR | AHORRADO EN 10<br>AÑOS | AÑOS DE<br>AMORTIZACIÓN<br>CALDERA |
| PELLETS                                 | 45.499,76 €                 | 42.532,07 €            | 10,70                              |
| HUESOS DE<br>ACEITUNA                   | 45.499,76 €                 | 70.311,94 €            | 6,47                               |
| ASTILLAS DE<br>MADERA                   | 50.058,23 €                 | 74.550,87 €            | 6,71                               |

Tabla 17: Amortización respecto al Gasoil C.

En la tabla 17 se tiene la amortización respecto al Gasoil C, y se deduce que los años de amortización se sitúan alrededor de 10 años en el caso del pellets, y en torno 6-7 años en el caso del hueso y la astilla.

Los años de amortización corresponden a la media en este tipo de sustituciones, ya que suelen estar cercano a los 7 y 10 años los plazos de amortización.

## 5- Análisis de los resultados

Una vez realizados los cálculos, se va a proceder a sacar las conclusiones más destacadas y más interesantes desde el punto de vista económico, obteniendo así la biomasa más idónea desde el punto de vista económico. Estos datos están obtenidos de los precios actuales de mercado, que en el último trimestre del año 2021 están siendo muy elevados para los combustibles fósiles.

Las principales conclusiones que se obtienen a partir de los resultados analizados son las siguientes:

- El cambio de calderas de Gasoil C por calderas de biomasa constituidas de pellets, hueso de aceituna y astillas de madera, son rentables, amortizadas en alrededor de 7-10 años.
- El uso de hueso de aceituna como biocombustible presente el menor plazo de amortización para la sustitución de estas calderas. A los precios actuales este plazo se sitúa en 6,47 años.
- Las astillas de madera se asemeja bastante al empleo del hueso de aceituna, situándose su amortización en 6,71 años.
- Por último el empleo de pellets es el que se aleja más en los plazos de amortización aunque presenta también unos buenos plazos de amortización, siendo su plazo de 10,70 años.



Desde el punto de vista de las emisiones, el uso y empleo de biomasa produce un efecto nulo en las emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que el mismo CO<sub>2</sub> que se emite a la atmósfera es el mismo que la vegetación recoge posteriormente. Cerrando así el círculo de 0 emisiones.

Si se analiza desde la perspectiva del empleo en la zona, es evidente, que en una zona como es Arjona que se sitúa en plena campiña norte de Jaén, donde el 90 % de su extensión está dedicada al cultivo del olivar, genera empleo a diferentes sectores y empresas que encuentran en la localidad:

- Por un lado, a las fábricas de la localidad le beneficia vender este subproducto del olivar.
- Genera la formación de empresas dedicadas a la distribución y exportación del hueso de aceituna, y con ello empleo.
- Se reducen los gastos de transporte, ya que al ser producidos en la misma localidad, los precios de transporte del producto se reducen al mínimo.

Desde el punto de vista del centro IES "Ciudad de Arjona" conlleva una importante inversión inicial, alrededor de 70.000 €, al realizar el cambio de caldera, aunque como ya se ha estudiado los plazos de amortización son cortos, y el ahorro en los próximos años está asegurado, ya que es una fuente de energía abundante en la zona y no propensa a sufrir fluctuaciones en los precios.

El mantenimiento de este tipo de caldera si es más elevado con respecto a las calderas de combustibles fósiles, ya que los elementos que componen las calderas son más, y el sistema de funcionamiento de las propias calderas también es más complejo, ya que cuentan con parrillas, tornillos sin fin, quemadores, silo y elementos para la retirada de la ceniza.

Si la biomasa utilizada se trata de las astillas de madera, también presentaría características similares a las del hueso, añadiendo que estas astillas pueden ser obtenidas de las limpiezas y desbroces de los bosques cercanos, contribuyendo así a la limpieza y mantenimiento de las sierras colindantes, como es el caso de Sierra Morena, que se encuentra a tan solo unos 14 km.

El uso de pellets también es beneficioso para otros sectores como son los ebanistas y carpinterías, que producen estos residuos en sus industrias, habilitando y fomentando así la generación de industrias dedicadas a la fabricación de pellets.

## 6- Bibliografía

- [1] La biomasa en Andalucía. *Agencia Andaluza de la Energía. (Abril 2020)*
- [2] [www.energiasrenovablesinfo.com/biomasa/biomasa-ventajas-desventajas](http://www.energiasrenovablesinfo.com/biomasa/biomasa-ventajas-desventajas)
- [3] [www.agenciaandaluzadelaenergia.es](http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es)
- [4] Guía técnica. Instalaciones de biomasa térmicas de edificios. *IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía)*
- [5] Tecnologías para el uso y transformación de biomasa energética. *Fernando Gutiérrez Martín. Guillermo San Miguel*
- [6] Energía de la biomasa (IDAE)
- [7] Informe de precios de la Biomasa para usos térmicos. IDAE, Septiembre 2021. [https://www.idae.es/sites/default/files/estudios\\_informes\\_y\\_estadisticas/Combustibles\\_y\\_carburantes\\_sept\\_2021.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/estudios_informes_y_estadisticas/Combustibles_y_carburantes_sept_2021.pdf)

## 7- Anexos

En los siguientes anexo se muestran el tipo de caldera óptimo así como el silo de almacenaje opcional.

El propio instituto cuenta con un silo adyacente a la sala de calderas, que puede ser empleado para este fin, aunque según características de las diferentes calderas que se pueden instalar necesitará o no de la colocación de un silo para el suministro de la biomasa.

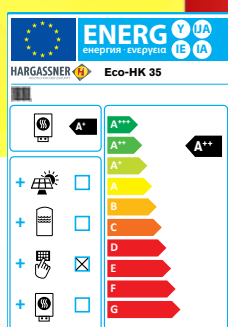
# CALDERA DE ASTILLAS

6 – 330 KW

**HARGASSNER**  
EL ESPECIALISTA EN BIOMASA



**AHORA CON NUEVAS POTENCIAS DE  
130, 170 Y 220 KW**



[www.hargassner.es](http://www.hargassner.es)

para Eco-HK 150-200 kW



# TECNOLOGÍA ECO HARGASSNER



## Vigilancia de las brasas y control con sonda Lambda

La vigilancia exacta de la altura del lecho de brasas mediante sensores permite conseguir el estado de combustión más eficiente en función de la calidad del combustible.

Independientemente del combustible que usted haya almacenado, astilla blanda o dura, seca o húmeda, el control detecta mediante la sonda lambda y el sensor de llamas el poder calorífico correspondiente y regula así la mezcla óptima combustible-aire.

Su caldera funciona siempre con la potencia requerida y a los valores de combustión óptimos. Este es el confort de control con futuro: el ajuste manual constante de la instalación basado en la carga de combustible es una técnica que pertenece al pasado.



## Cámara de combustión refractaria con recirculación de humos de serie

La cámara de combustión refractaria garantiza gracias a su efecto acumulador especial una alta temperatura de combustión (también en carga parcial), minimiza el uso del dispositivo de ignición y reduce el nivel de emisiones.

Para reducir la tendencia de generación de costras por la combustión de material muy seco o por tener un punto de fusión de cenizas muy bajo, cada Eco-HK viene de serie con una recirculación de humos. El enfriado del lecho de las brasas permite que no se alcancen los puntos de fusión de la ceniza relativamente bajos de algunos combustibles alternativos.



## ¡La limpieza optimizada aumenta el rendimiento!

El nuevo concepto de limpieza limpia ahora en intervalos periódicos TODOS los tubos del intercambiador - NUEVO - también el 1er tiro (de material termorresistente). Los bordes de los turbuladores eliminan a la perfección los restos de cenizas volátiles de los tubos del intercambiador, que caen directamente al sinfín de cenizas. El nuevo sistema de eliminación de cenizas limpia la caldera en intervalos periódicos. El sinfín de cenizas transporta tanto los volátiles como las cenizas de la parrilla hasta el cenicero. Las cenizas son trituradas durante el transporte y compactadas en la caja de cenizas. Esto posibilita un alto confort de limpieza y mayor rendimiento anual.

## Válvula rotatoria "Z" de 2 cámaras

Válvula rotatoria en forma de Z, especial para el uso de astilla.

- asegura el **100 % de seguridad frente al retorno de llama**
- Profundidad de la cámara 18 / 22 cm
- también para astilla larga
- funcionamiento fiable
- ahorra mucha fuerza
- con cantos reforzados

## Aumento de la temperatura de retorno integrado

Como accesorio hay disponible un kit hidráulico de aumento de la temperatura de retorno integrable con bomba de bajo consumo y mezcladora.

- Rápido y sencillo montaje
- compacto y económico
- listo para montar, precableado



## Mínimas emisiones con calderas Hargassner!

Gracias al sofisticado sistema de control y regulación así como al diseño de la cámara de combustión se alcanzan óptimas eficiencias y emisiones.

| DATOS TÉCNICOS DE ALGUNOS DE NUESTROS MODELOS DE LA GAMA ECO |        |              |         |          |         |           |         |           |         |                  |         |
|--------------------------------------------------------------|--------|--------------|---------|----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|------------------|---------|
|                                                              | kW     | EFICIENCIA % |         | CO mg/MJ |         | NOX mg/MJ |         | TOC mg/MJ |         | PARTÍCULAS mg/MJ |         |
|                                                              | CARGA: | plena        | parcial | plena    | parcial | plena     | parcial | plena     | parcial | plena            | parcial |
| ECO-HK 20                                                    | 20     | 93,3         | 91,4    | 8        | 70      | 49        | 38      | < 1       | < 1     | 3                | 3       |
| ECO-HK 30                                                    | 30     | 94,4         | 93,2    | 7        | 59      | 52        | 42      | < 1       | 1       | 4                | 7       |
| ECO-HK 35                                                    | 35     | 94,6         | 94,1    | 6        | 54      | 53        | 44      | < 1       | 1       | 4                | 6       |
| ECO-HK 40                                                    | 40     | 94,8         | 95      | 5        | 48      | 55        | 46      | < 1       | 1       | 4                | 11      |
| ECO-HK 50                                                    | 50     | 95,3         | 95      | 4        | 48      | 59        | 46      | < 1       | 1       | 6                | 11      |
| ECO-HK 60                                                    | 60     | 95,8         | 95      | 3        | 48      | 62        | 46      | < 1       | 1       | 7                | 11      |
| ECO-HK 70                                                    | 70     | 95,6         | 95,3    | 3        | 47      | 62        | 46      | < 1       | 1       | 7                | 10      |
| ECO-HK 90                                                    | 90     | 95,2         | 96      | 3        | 46      | 62        | 46      | < 1       | 1       | 8                | 9       |
| ECO-HK 100                                                   | 99     | 95           | 96,3    | 3        | 45      | 61        | 46      | < 1       | 1       | 8                | 8       |
| ECO-HK 110                                                   | 110    | 94,7         | 96,7    | 3        | 44      | 61        | 46      | < 1       | 1       | 8                | 7       |
| ECO-HK 120                                                   | 120    | 94,5         | 97      | 3        | 43      | 61        | 46      | < 1       | 1       | 8                | 6       |
| ECO-HK 150                                                   | 150    | 93,4         | 93,1    | 13       | 19      | 78        | -       | 1         | 1       | 12               | -       |
| ECO-HK 200                                                   | 200    | 93,1         | 93,6    | <2       | 28      | 98        | 89      | <2        | <2      | 14               | 7       |
| ECO-HK 250                                                   | 250    | 94,5         | 97,2    | 5        | 25      | 64        | 55      | <2        | <2      | 9                | 4       |
| ECO-HK 300                                                   | 300    | 94,4         | 96,9    | 8        | 31      | 62        | 49      | <2        | <2      | 9                | 3       |
| ECO-HK 330                                                   | 330    | 93,6         | 96,4    | 10       | 34      | 61        | 45      | <2        | <2      | 9                | 3       |

## Control ECO

El sistema de Control Eco: Para Hargassner la eficiencia de la caldera no sólo se limita a una eficiente combustión, sino también a un mínimo consumo eléctrico de todos sus elementos, incluido el sistema de alimentación de astilla.

- Control de revoluciones del ventilador de tiro forzado del tipo EC mediante medición de la depresión: el control electrónico de revoluciones del motor con tecnología EC permite reducir en hasta un 80% el consumo eléctrico
- Sistema de extracción de combustible del silo: gracias al sistema de engranajes altamente eficientes es posible usar motores de baja potencia (dependiendo de la caldera entre 0.18 - 0,55 kW), pudiendo ahorrar así hasta un 67% de electricidad
- Encendido de bajo consumo con una resistencia de 300W (1000W menos que antes). Por otro lado el sistema de control intenta evitar en medida de lo posible usar la resistencia, intentando aprovechar el calor almacenado en el refractario



- **Reducción del consumo eléctrico en un 88%**
- **Control inteligente del encendido**
- **silencioso**



# Sistema de parrillas Hargassner únicas

**MÁXIMA  
EFICIENCIA Y  
ROBUSTEZ**

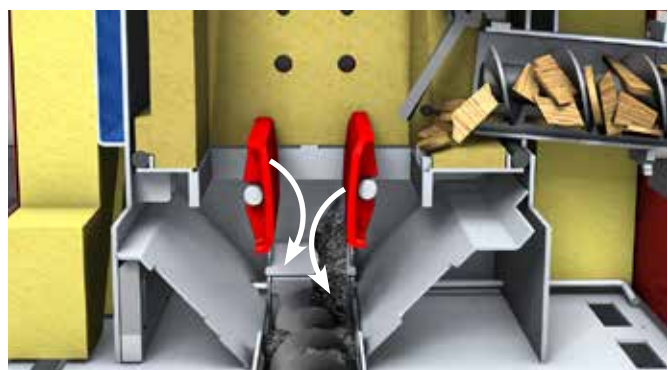
**Uso confortable con diferentes combustibles** Las parrillas giratorias escalonadas pueden ser giradas individualmente. De esta manera se pueden mantener las parrillas limpias incluso quemando combustibles alternativos.



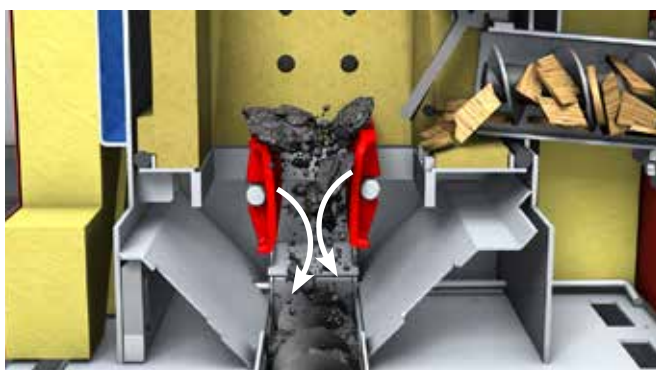
Con las parrillas cerradas se genera un elevadolecho de brasas lo que facilita un proceso de **gasificación con mínimas emisiones de partículas**.



Para eliminar la ceniza sólo gira la parrilla trasera. **La ceniza cae directamente al sinfín de cenizas**, la brasa se mantiene en la otra parrilla.



Al arrancar la caldera en frío, se realiza una limpieza integral de la cámara de combustión. **Ambas parrillas de abren**, y las cenizas, costras y otros cuerpos extraños caen.



Utilizando **combustibles alternativos**, que pueden llegar a generar mucha costra, la caldera activa de manera automática la **funcion trituradora de costra**.

## Telegestión y Smart Home

Las centralitas Touch Tronic de Hargassner permiten el control de las calderas via el móvil e incluso permiten un total acceso telemático via el Web Service desde un ordenador. Para ello sólo requiere una conexión a internet y el Internet Gateway de Hargassner.

Hargassner tiene para los sistemas más usuales de **Smart Home** (domótica) una solución disponible. De esta manera el control energético de su edificio alcanza un nuevo estándar. Smart Home es una posibilidad innovadora para el control energético perfecto de su edificio. Ahorre energía y costes. Controle via internet su casa, también estando fuera de viaje!



**Internet-Gateway** Necesario para App y WEB-Service. posibilita una conexión segura SSL entre la caldera y el router.



**Web-Service** La herramienta perfecta para la telegestión para el profesional



**App:** Con la nueva APP de Hargassner puede realizar rápida- y sencillamente cambios en su caldera, recibir notificaciones, etc...



**SMS:** Realice ajustes sencillos y reciba notificaciones en su móvil

**NUEVO:  
SMART  
HOME**



**Modbus**

**LOXONE**

**KNX**

**Kamstrup**

# PEQUEÑA POTENCIA

## ECO HK 20-60 kW

- **Reducción de costes** mediante funcionamiento ECO
- Nuevo sistema de parrillas: **parrilla escalonada trituradora**
- **Control del nivel de brasas** con sonda Lambda y adaptación automática a la calidad del combustible
- Nuevo ECO recogedor, **de bajo consumo** por su motor de 0,18 kW
- Nueva tecnología de control de la combustión Eco-Control para **mínimas emisiones de partículas finas** I
- Doble **válvula rotatoria en forma de Z** para una seguridad antiretorno de llama del 100%
- Sistema de eliminación de cenizas de parrilla y volátiles
- **Recirculación de humos** de serie



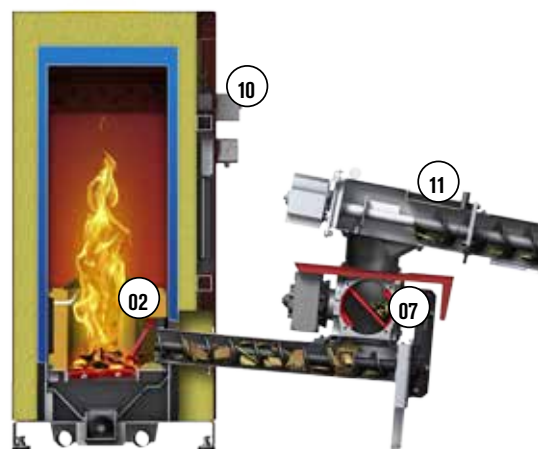
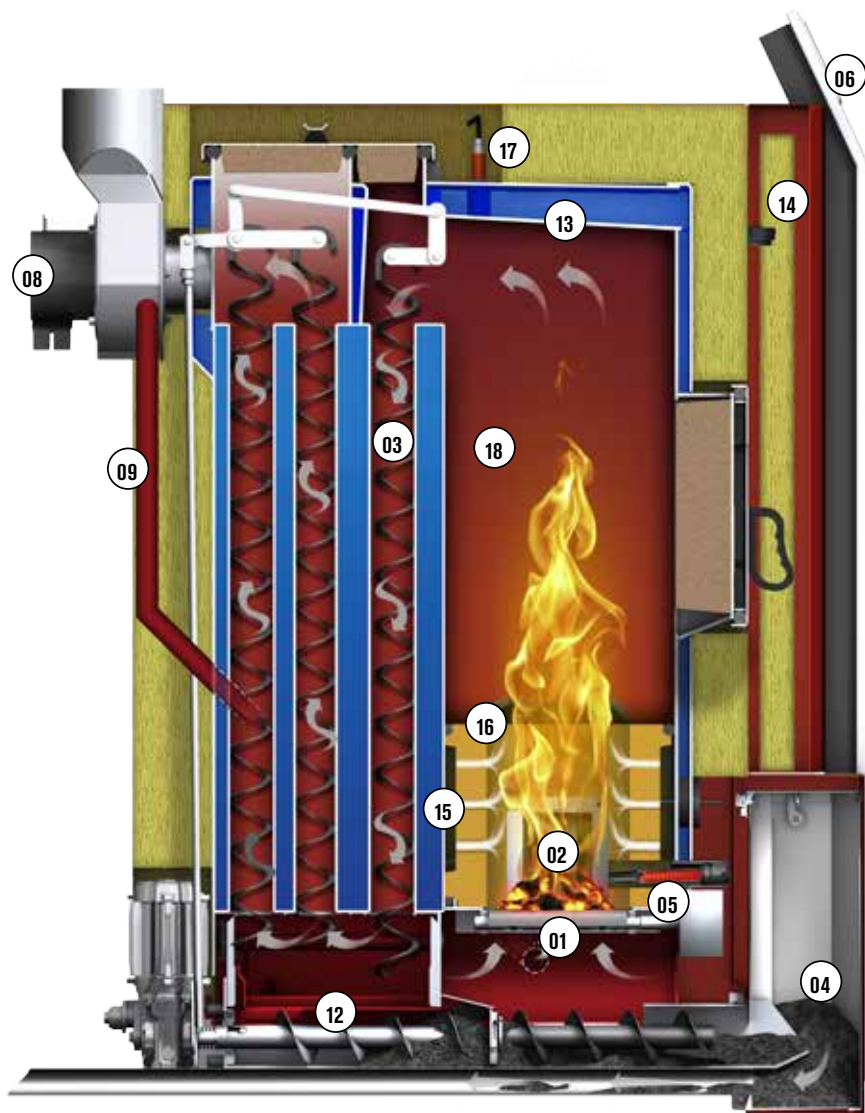
Calificación energética

A<sup>+</sup>



Para el funcionamiento con:

Astilla según Ö-Norm 7133 (G30-G50, W20-W35) o EN ISO 17225-4 clase A1-A2 (P16 S-P31 S, M20), Pellets según Ö-Norm M7135 o EN ISO 17225-2 clase A1 (recomendado sólo hasta RA 400). Hueso de aceituna según UNE 164003:2014 clase A1 (consultar condiciones)



- 01 Nuevo sistema de parrilla "trituradora escalonada".
- 02 Regulación de nivel de las brasas
- 03 Limpieza del intercambiador de calor (también en el 1er paso)
- 04 Cenicero (Sistema de aspiración de cenizas para conseguir intervalos de mantenimiento muy largos, opcional)
- 05 nuevo sistema de ignición: 300 W, sin soplador
- 06 Control Touch moderno integrado
- 07 Dosificador de doble cámara en forma de Z (18 cm)
- 08 Tiro forzado (motor EC) con vigilancia de la depresión
- 09 Recirculación de humos **de serie**
- 10 Aumento de la temperatura de retorno opcional
- 11 Eco-RA – recogedor de bajo consumo
- 12 Descarga conjunta patentada para cenizas volátiles y de la parrilla
- 13 No es necesario ningún dispositivo de seguridad de descarga térmico
- 14 Control de la subpresión
- 15 Cámara de combustión rodeada de baño de agua
- 16 Concentrador de llama de fundición de alta calidad
- 17 Sonda Lambda
- 18 Permite el funcionamiento de emergencia con leña



## ECO HK 70-120 kW

Las calderas Hargassner de potencia media son especialmente interesantes para hoteles, pequeños edificios públicos,...

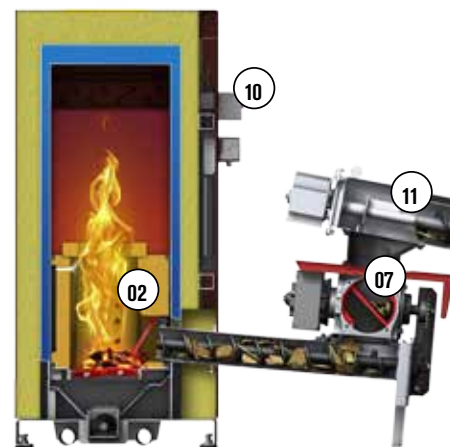
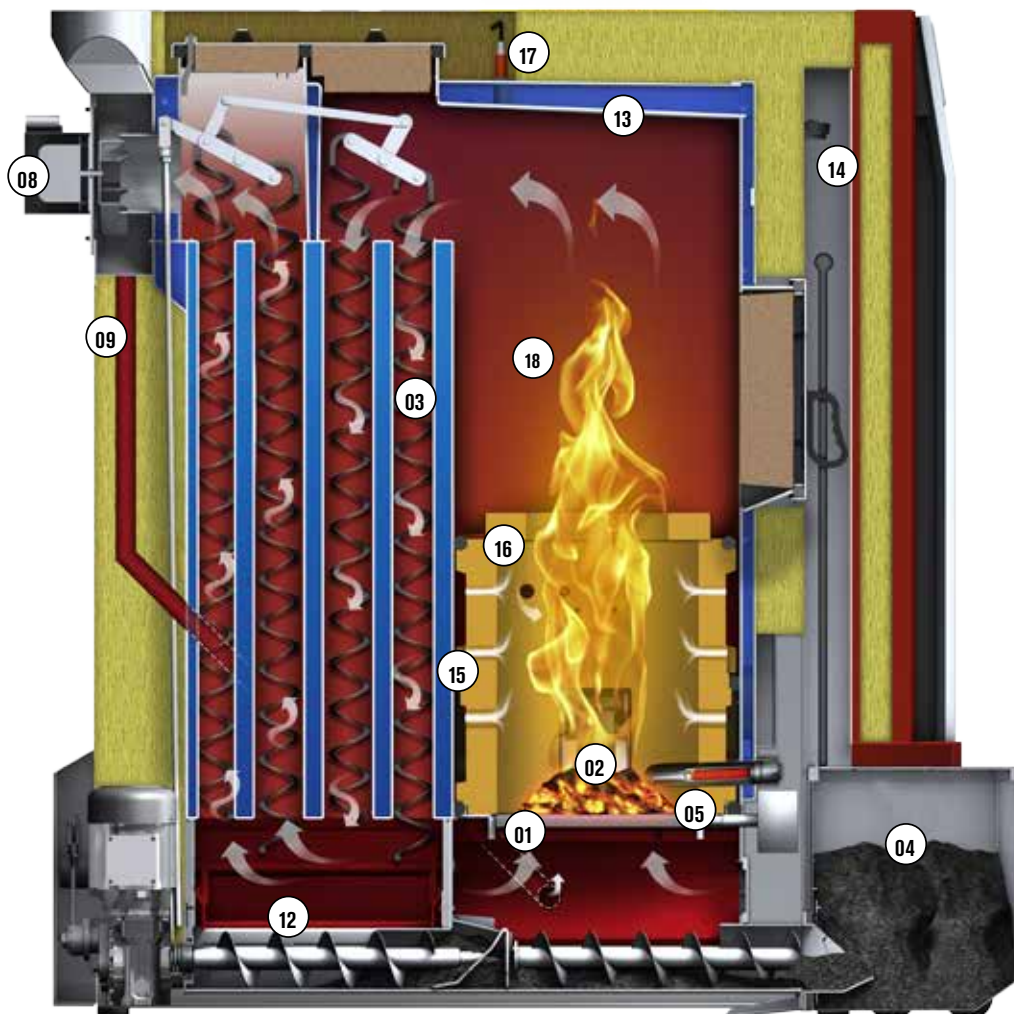
- **Reducción de costes** mediante funcionamiento ECO
- Nuevo sistema de parrillas: **parrilla escalonada trituradora**
- **Control del nivel de brasas con** sonda Lambda y adaptación automática a la calidad del combustible
- Nuevo ECO recogedor, **de bajo consumo** por su motor de 0,25 kW
- Nueva tecnología de control de la combustión Eco-Control para **mínimas emisiones de partículas finas** I
- Doble **válvula rotatoria en forma de Z** para una seguridad antiretorno de llama del 100%
- Sistema de eliminación de cenizas de parrilla y volátiles
- **Recirculación de humos** de serie

Calificación energética (hasta 70 kW)

A<sup>+</sup>



Para el funcionamiento con:  
Astilla según Ö-Norm 7133 (G30-G50, W20-W35) o EN ISO 17225-4 clase A1-A2 (P16 S-P31 S, M20). Pellets según Ö-Norm M7135 o EN ISO 17225-2 clase A1 (recomendado sólo hasta RA 400). Hueso de aceituna según UNE 164003:2014 clase A1 (consultar condiciones)



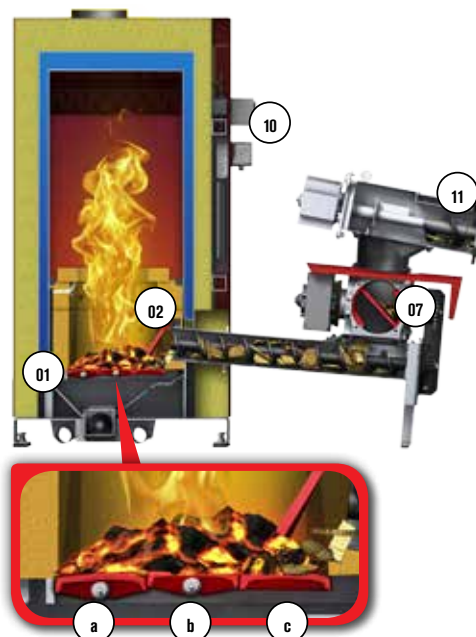
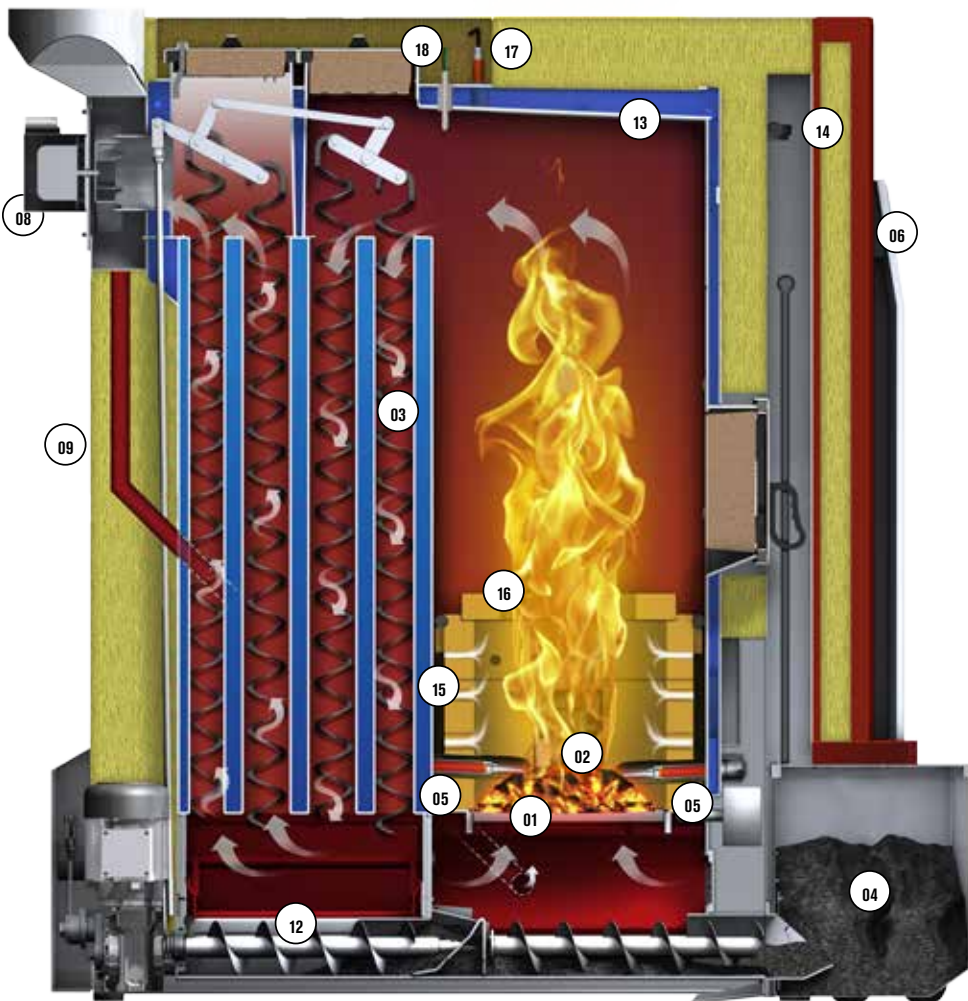
- 01 Nuevo sistema de parrilla "trituradora escalonada".
- 02 Regulación de nivel de las brasas
- 03 Limpieza del intercambiador de calor (también en el 1er paso)
- 04 Cenicero (Sistema de aspiración de cenizas para conseguir intervalos de mantenimiento muy largos, opcional)
- 05 nuevo sistema de ignición: 300 W, sin soplador
- 06 Control Touch moderno integrado
- 07 Dosificador de doble cámara en forma de Z (18cm)
- 08 Tiro forzado (motor EC) con vigilancia de la depresión
- 09 Recirculación de humos **de serie**
- 10 Aumento de la temperatura de retorno opcional
- 11 Eco-RA – recogedor de bajo consumo
- 12 Descarga conjunta patentada para cenizas volátiles y de la parrilla
- 13 No es necesario ningún dispositivo de seguridad de descarga térmico
- 14 Control de la subpresion
- 15 Cámara de combustión rodeada de baño de agua
- 16 Concentrador de llama de fundición de alta calidad
- 17 Sonda Lambda
- 18 Permite el funcionamiento de emergencia con leña

## ECO HK 130-220 kW

- **Reducción de costes** mediante funcionamiento ECO
- Nuevos sistemas de parrillas: **parrilla escalonada trituradora**
- Nuevo recogedor ECO, **bajo consumo** mediante motor 0,37 / 0,55 kW
- Nueva tecnología de control de la combustión Eco-Control para **mínimas emisiones de partículas finas**
- Control del nivel de brasas y adaptación automática a la calidad del combustible
- **Válvula rotatoria** de 2 cámaras, **en forma de Z**, 100% antiretorno de llama
- Sistema de eliminación de cenizas de parrilla y volátiles patentado
- Control de temperatura de llama y motor dosificador de aire secundario
- **Recirculación de humos** para una combustión más flexible
- Caldera compacta y precableada
- Mínimas emisiones y máxima eficiencia



Para el funcionamiento con: Astilla según Ö-Norm 7133 (G30-G50, W20-W35) o EN ISO 17225-4 clase A1-A2 (P16 S-P31 S, M20), Pellets según Ö-Norm M7135 o EN ISO 17225-2 clase A1 (recomendado sólo hasta RA 400).



- 01 Nuevo sistema de parrillas „trituradoras escalonadas“:  
a) Parrilla para eliminación de cenizas  
b) Parrilla de alimentación  
c) Parrilla fija
- 02 Regulación de nivel de las brasas
- 03 Limpieza del intercambiador (también en el 1. paso)
- 04 Cenicero de gran tamaño (75 l)
- 05 Nuevo sistema de ignición: 2 x 300 W, sin ventilador
- 06 Control Touch moderno integrado
- 07 Dosificador de doble cámara en forma de Z (22cm)
- 08 Tiro inducido (motor EC) con vigilancia de la subpresión
- 09 Recirculación de humos **de serie**
- 10 Aumento de la temperatura de retorno opcional
- 11 Eco-RA – sinfín de silo único, de bajo consumo
- 12 Descarga conjunta patentada para cenizas volátiles y de la parrilla
- 13 No requiere dispositivo de descarga térmico
- 14 Control de subpresión
- 15 Cámara de combustión rodeada de baño de agua
- 16 Concentrador de llama de material refractario
- 17 Sonda Lambda
- 18 Sensor de temperatura de llama



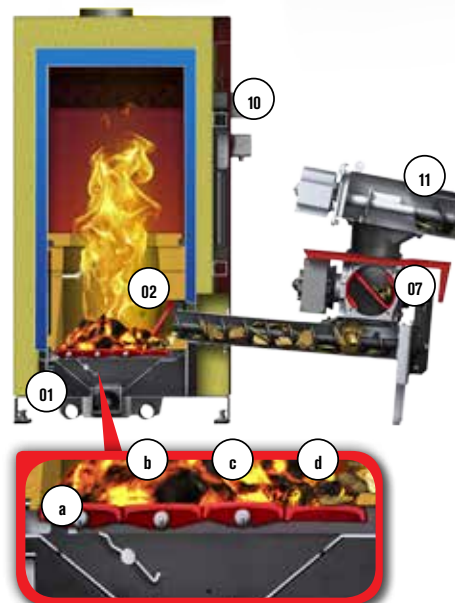
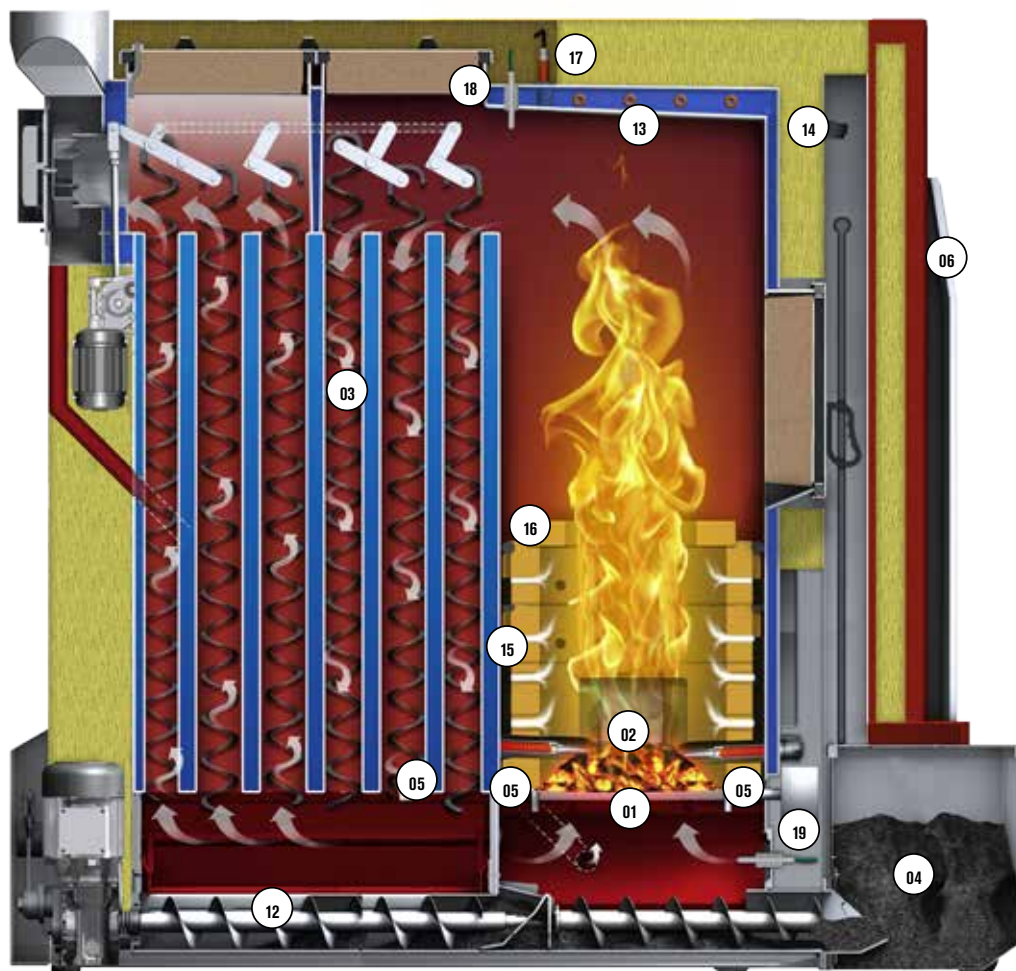
## ECO HK 250-330 kW

Las calderas de alta potencia Hargassner son especialmente interesantes para edificios públicos, industria, comunidades de vecinos y redes de calor.

- **Reducción de costes** mediante funcionamiento ECO
- **Nueva parrilla escalonada** de elementos
- Nuevo recogedor ECO, **bajo consumo eléctrico** por su motor de sólo 0,55 kW
- Innovadora tecnología de control de la combustión Eco-Control
- Control del nivel de brasas y adaptación automática a la calidad del combustible
- **Válvula rotatoria** de cámara doble **en forma de Z**
- Potencia constante - sin reducción de potencia por eliminación de cenizas
- Sistema de eliminación de cenizas de parrilla y volátiles patentado
- Control de la temperatura de llama y de parrilla y motor para dosificación de aire secundario



**NUEVO:**  
con control en cascada  
con hasta 6 calderas y  
2 MW



- 01 Nuevo sistema de parrillas „tritadoras escalonadas“:  
a) Parrilla para eliminación de cenizas b) Parrilla trituradora c) Parrilla de alimentación, d) Parrilla fija
- 02 Regulación de nivel de las brasas
- 03 Limpieza del intercambiador (también en el 1. paso)
- 04 Cenicero grande (75 l); Opcionalmente con 300l
- 05 Nuevo sistema de ignición: 2 x 300 W, sin ventilador
- 06 Control Touch Tronic moderno integrado
- 07 Dosificador de doble cámara en forma de Z (22cm)
- 08 Ventilador de humos, tipo EC, control de depresión
- 09 Recirculación de humos **de serie**
- 10 Aumento de temperatura de retorno integrada (opc.)
- 11 ECO-RA - novedoso sistema de descarga de silo con bajo consumo energético
- 12 Descarga conjunta patentada para cenizas volátiles y de la parrilla
- 13 Intercambiador interior para la descarga térmica
- 14 Control de depresión
- 15 Cámara de combustión con material refractario para alta temperatura
- 16 Concentrador de llama de material refractario de alta calidad
- 17 Sonda Lambda
- 18 Control de temperatura de llama
- 19 Control de la temperatura de la parrilla

# Recogedor Eco-RA Hargassner



Ahorro de energía  
y reducción de costes

Poca altura de  
colocación →  
aprovechamiento máximo  
del silo

## Diferentes tipos de silos



**Sala y silo al mismo nivel en el edificio  
adyacente o al lado de la sala de calderas**

El llenado del silo se realiza o directamente con la astilladora o con maquinaria.



**Sala de calderas y silo en el sótano del edificio**

El llenado del silo se realiza con un sinfín horizontal colocado en el techo del silo, con tolva exterior.

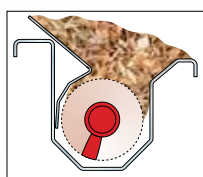
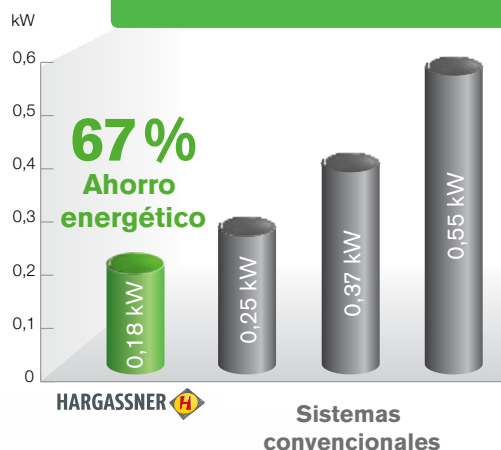


## Ventajas exclusivas en un vistazo

El recogedor Eco-RA! Gracias de los motores de bajo consumo de sólo 0,18 kW (en modelos 70-200 kW: 0,25 - 0,37 kW) y al engranaje de piñón plano de alta eficiencia y robustez, permite el ahorro de energía y la reducción de los costes de electricidad para el cliente. Hasta un 67% de ahorro puede conseguirse en comparación con los sinfines a silo convencionales. El increíblemente alto rendimiento del engranaje, de más del 90% supera con diferencia a los engranajes de sinfín convencionales. Sencilla operación del sinfín con tolva y tapa desmontable, garantiza un nuevo diseño modular.

## Mínimo consumo energético!

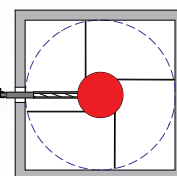
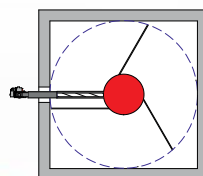
con un ahorro de hasta el 67%



### Amplia zona de alimentación del sinfín

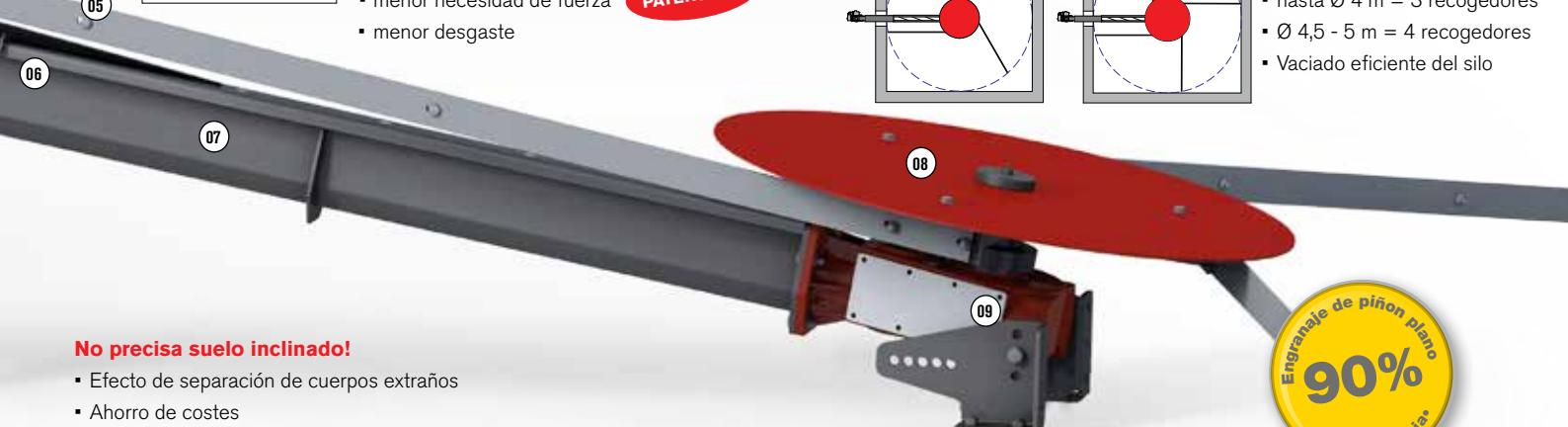
- Óptima alimentación de material
- Admite más material en la tolva del sinfín
- Máximo vaciado del silo
- menor necesidad de fuerza
- menor desgaste

**PATENTADO**



### Hasta 4 brazos recogedores

- hasta Ø 4 m = 3 recogedores
- Ø 4,5 - 5 m = 4 recogedores
- Vaciado eficiente del silo



### No precisa suelo inclinado!

- Efecto de separación de cuerpos extraños
- Ahorro de costes



### Sala de calderas y silo en el edificación contigua

El llenado del silo (en la primera planta) se realiza con el elevador vertical de astillas. La recogida se realiza mediante el sistema de descarga a silo en combinación con un tubo de caída.



### Central térmica para una red de calor (district heating)

Edificio independiente con sala de calderas y silo. El silo está enterrado y puede llenarse cómodamente desde arriba.

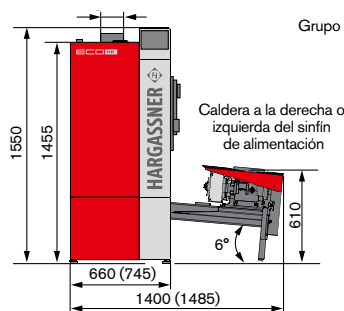
# DATOS TÉCNICOS

## Eco-HK 20-60 kW

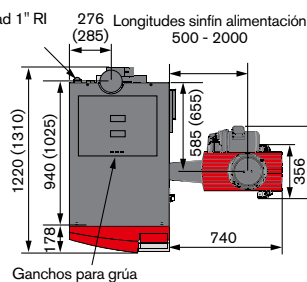
### Eficiencia energética

p.e. Eco-HK 35  
calif. energética  
incl. regulación

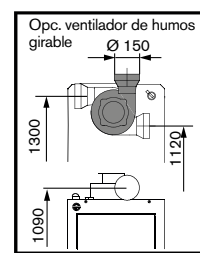
**A++**



Grupo de seguridad 1" RI



Ganchos para grúa



(todas las medidas en mm)

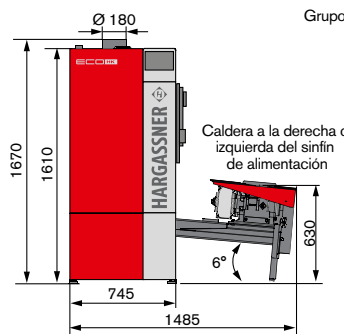
Medidas en paréntesis para Eco-HK 200 Eco-HK 40-60

## Eco-HK 70-120 kW

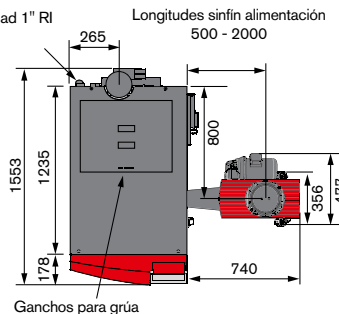
### Eficiencia energética

p.e. Eco-HK 70  
calif. energética  
incl. regulación

**A++**

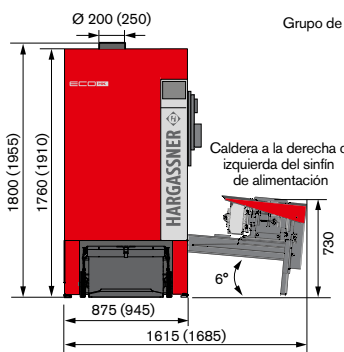


Grupo de seguridad 1" RI

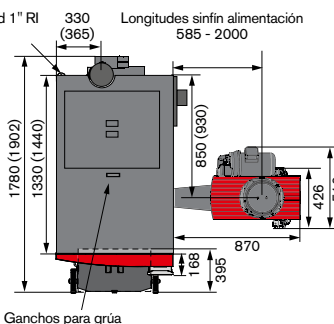


Ganchos para grúa

## Eco-HK 130-220 kW



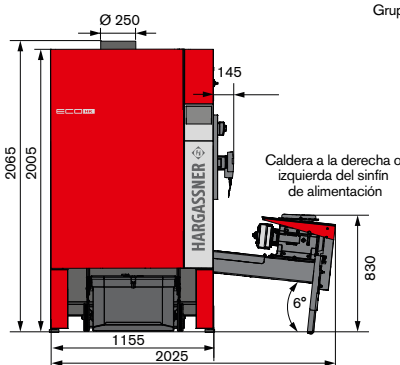
Grupo de seguridad 1" RI



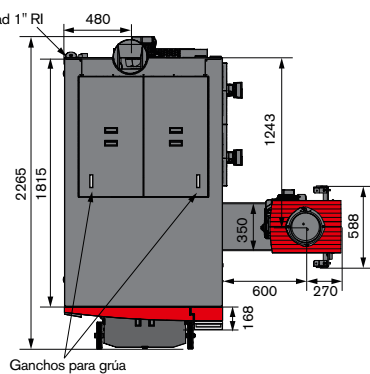
Ganchos para grúa

Medidas en paréntesis para Eco-HK 200

## Eco-HK 250-330 kW



Grupo de seguridad 1" RI



Ganchos para grúa

| Datos técnicos                                 |          |                   |             |             |           |                   |           |             |                   |            |                   |            |
|------------------------------------------------|----------|-------------------|-------------|-------------|-----------|-------------------|-----------|-------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
|                                                | Unidad   | Eco-HK 20         | Eco-HK 30   | Eco-HK 35   | Eco-HK 40 | Eco-HK 50         | Eco-HK 60 | Eco-HK 70   | Eco-HK 90         | Eco-HK 100 | Eco-HK 110        | Eco-HK 120 |
| Rango de potencia                              | kW       | 6-20              | 9-32        | 10-35       | 12-40     | 12-49             | 18-60     | 21-70       | 27-90             | 30-99      | 33-110            | 36-120     |
| Eficiencia carga máx./parcial                  | %        | 93,9 / 91,4       | 94,4 / 93,2 | 94,6 / 94,1 | 94,8 / 95 | 95,3 / 95         | 95,8-95   | 95,6 / 95,3 | 95,2 / 96         | 95 / 96,3  | 94,7 / 96,7       | 94,5 / 97  |
| Capacidad calorífica a carga máxima            | kW       | 21                | 34          | 37          | 42        | 52                | 63        | 73          | 94                | 104        | 116               | 127        |
| Diámetro del tubo de humos                     | mm       | 150               | 150         | 150         | 150       | 150               | 150       | 180         | 180               | 180        | 180               | 180        |
| capacidad de agua                              | Litros   | 100               | 100         | 100         | 142       | 142               | 142       | 180         | 180               | 180        | 180               | 180        |
| Pérdida de carga ΔT 10 [K]                     | mbar     | 23                | 50          | 67          | 81        | 119               | 174       | n.g.        | n.g.              | n.g.       | n.g.              | n.g.       |
| Pérdida de carga ΔT 20 [K]                     | mbar     | 6                 | 13          | 18          | 21        | 31                | 46        | n.g.        | n.g.              | n.g.       | n.g.              | n.g.       |
| Impulsión y retorno                            | Pulgadas | 5/4 RI            | 5/4 RI      | 5/4 RI      | 5/4 RI    | 5/4 RI            | 5/4 RI    | 6/4 RI      | 6/4 RI            | 6/4 RI     | 6/4 RI            | 6/4 RI     |
| Peso                                           | kg       | 490               | 490         | 490         | 560       | 560               | 560       | 865         | 865               | 890        | 890               | 890        |
| Medidas alto x A x F                           | mm       | 1455 x 660 x 940  |             |             |           | 1455 x 745 x 1025 |           |             | 1610 x 745 x 1235 |            | 1610 x 745 x 1235 |            |
| Medidas para colocación altura x ancho x fondo | mm       | 1510 x 660 x 1025 |             |             |           | 1510 x 745 x 1110 |           |             | 1670 x 745 x 1335 |            | 1670 x 745 x 1335 |            |
| Etiqueta energética caldera                    | Clase    | A+                | A+          | A+          | A+        | A+                | A+        | A+          | -                 | -          | -                 | -          |
| Etiqueta incl. regulación climática            | Clase    | A+                | A+          | A++         | A++       | A++               | A++       | A++         | -                 | -          | -                 | -          |

Temp. máx. de servicio 95 °C, Presión máx. 3bar, Rango temp. 69-78 °C, temp. de retorno necesario 58 °C, conexión eléctrica 400V AC, 50 Hz, protección 13 A

min. 220 /  
opt. 400

1220 (1310)

min. 100 / opt. 600  
con acceso al  
conducto de la chimenea  
min. 600

min. 800 /  
opt. 1000

girable

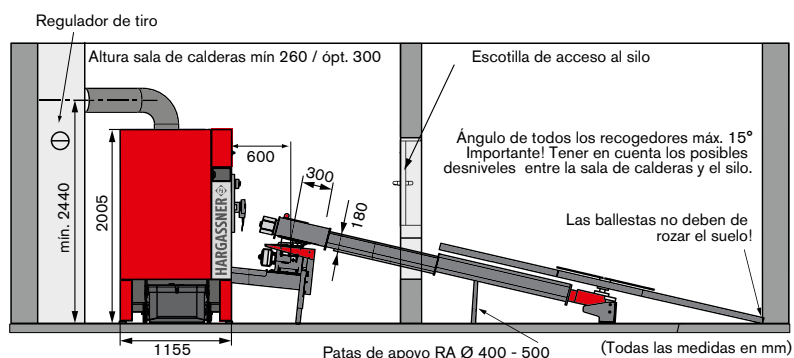
400

min. 500

RA Ø 150 - 500

min. 660 (750) / óptimo 900

Valores en paréntesis ECA



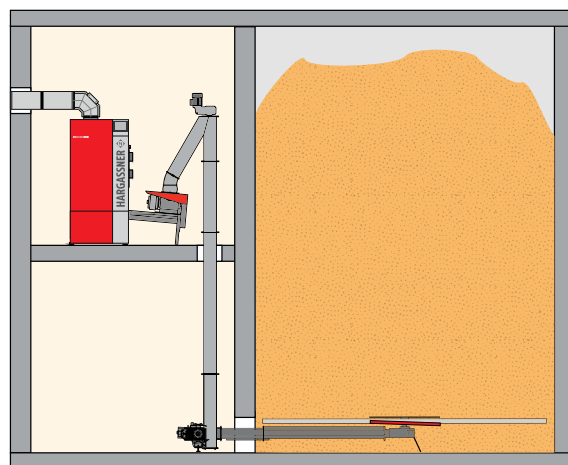
Temp. máx. de servicio 95 °C, Presión máx. 3bar, Rango temp. 69-78 °C, temp. de retorno necesario 58 °C, conexión eléctrica 400V AC, 50 Hz, protección 13 A



# Silos para calderas de astillas

## Nuevo sinfín de conexión vertical de astilla

Aparte de nuestros sistemas de llenado verticales e inclinados para silos de astillas disponemos de un sistema compacto y sencillo para salvar desniveles entre el silo y la sala de calderas: el nuevo sinfín de conexión vertical S-VBS



## Sabía que Hargassner dispone de diferentes formas de llenar los silos con astillas?

Hargassner ofrece a sus clientes una gran variedad de posibilidades para llenar los silos con astilla, desde **elevadores verticales, pasando por los de inclinación variable o los horizontales**. Para cada caso una solución!. Déjese asesorar por el equipo Hargassner!.

Los elevadores tienen una capacidad de hasta 50 m³/h. La tolva de llenado puede enterrarse o puede colocarse en el exterior con su bastidor con ruedas y tapa. El tramo vertical puede alargarse hasta 8 m.

- lanzador patentado
- limpio
- hasta 50 m³/h de capacidad



**ESPAÑA Y PORTUGAL**  
**Hargassner Ibérica SL**  
Pol. Ind. Asipo. Calle D  
Parcela 85 A -4  
33428- Cayés-Llanera (Asturias)  
Teléfono: 984 281965  
Fax: 984 281621  
info@hargassner.es

[www.hargassner.es](http://www.hargassner.es)

**AUSTRIA**  
**Hargassner Ges.mbh**  
A-4952 Weng, Alta Austria  
Anton Hargassner Straße 1  
Teléfono +43(0)7723/5274  
Fax +43(0)7723/5274-5  
office@hargassner.at

[www.hargassner.at](http://www.hargassner.at)



Gama Hargassner **Caldera de pellets, caldera de astilla, caldera de leña, depósito de inercia, caldera gran tamaño 150-200 kW, caldera de biomasa, contenedor de calefacción, sinfín de carga**. Puede solicitar información adicional en [www.hargassner.es](http://www.hargassner.es)



# CALDERA DE PELLETS

ECO-PK 70 – 330 KW

## HARGASSNER

EL ESPECIALISTA EN BIOMASA



**CONSULTE NUEVAS  
POTENCIAS 250 - 330**



[www.hargassner.es](http://www.hargassner.es)



# Eco-PK 70 – 120 kW

## CALDERA DE PELLETS

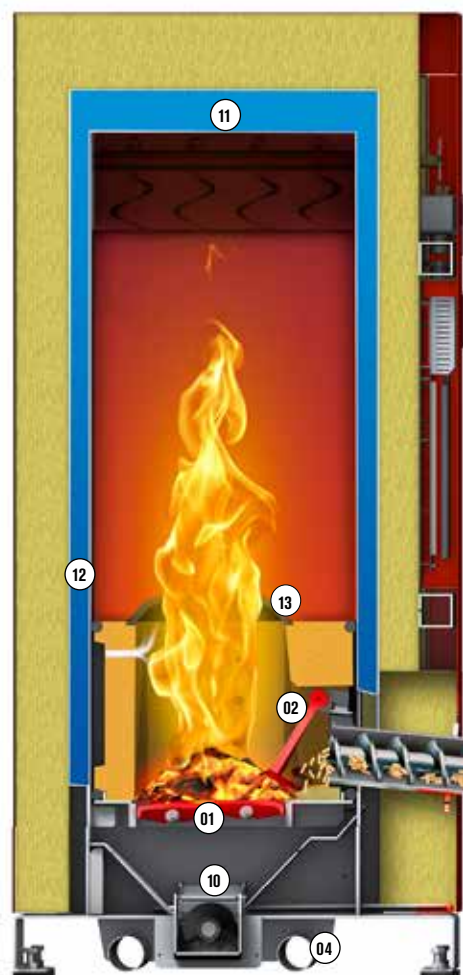
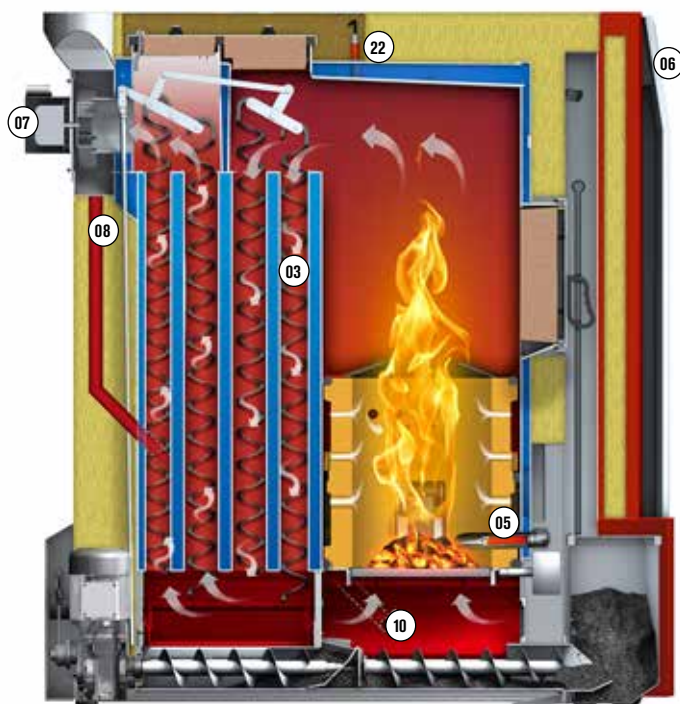
### ECO PK

- **Reducción de costes** mediante funcionamiento ECO
- Nuevos sistemas de parrillas: **parrilla con trituradora escalonada**
- Innovadora tecnología de control de la combustión Eco-Control
- Control del lecho de brasas y sonda Lambda
- **NOVEDAD: Encendido de 300W, con control de encendido óptimo**
- Limpieza del intercambiador (en el 1er y 2º paso)
- **Doble válvula rotatoria** como 100% seguridad contra el retorno de llama
- Aspiración de pellets durante la combustión
- Tiro inducido (motor EC) con vigilancia de la subpresión
- Recirculación de humos integrada en la caldera
- Sistema de eliminación de cenizas de parrilla y volátiles patentado
- No requiere dispositivo de seguridad de descarga térmico
- Concentrador de llama de fundición de alta calidad
- Sistema de aspiración aislado acústicamente
- Opcional: versión **monofásica**



- 01 Nuevo sistema de parrilla "trituradora escalonada".
- 02 Regulación de nivel de las brasas
- 03 Limpieza del intercambiador de calor (también en el 1er paso)
- 04 Sistema de aspiración de cenizas para conseguir intervalos de mantenimiento muy largos, sistema opcional
- 05 Nuevo sistema de ignición: 300 W, sin soplador
- 06 Control Touch Tronic moderno integrado
- 07 Tiro inducido (motor EC) con vigilancia de la presión
- 08 Recirculación de serie
- 09 Aumento de la temperatura de retorno integrada, opcional
- 10 Descarga patentada para cenizas volátiles y de la parrilla

- 11 No requiere dispositivo de seguridad de descarga térmico
- 12 Cámara de combustión rodeada de baño de agua
- 13 Concentrador de llama de hierro de fundición de alta calidad
- 14 Depósito nodriza
- 15 Sistema de aspiración hermético, sin mantenimiento ni filtros
- 16 Sonda de nivel de llenado
- 17 Sinfin de alimentación
- 18 Doble válvula rotatoria con compensación de presión
- 19 Motor del sistema de alimentación
- 20 Turbina de aspiración de pellets
- 21 Insonorizado
- 22 Sonda Lambda





## Vigilancia de las brasas y control con sonda Lambda

La vigilancia exacta de la altura del lecho de brasas mediante sensores permite conseguir el estado de combustión más eficiente en función de la calidad del combustible.

Independientemente del combustible que usted haya almacenado, el control detecta mediante la sonda lambda el poder calorífico correspondiente y regula así la mezcla óptima combustible-aire.

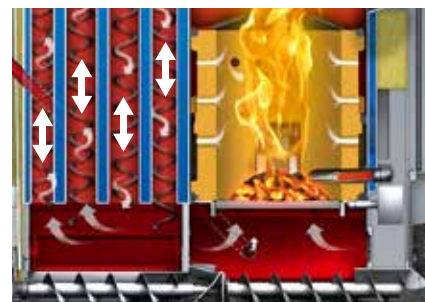
Su caldera funciona siempre con la potencia requerida y a los valores de combustión óptimos. Este es el confort de control con futuro: el ajuste manual constante de la instalación basado en la carga de combustible es una técnica que pertenece al pasado.



## Cámara de combustión refractaria con recirculación de humos de serie

La cámara de combustión refractaria garantiza gracias a su efecto acumulador especial una alta temperatura de combustión (también en carga parcial), minimiza el uso del dispositivo de ignición y reduce el nivel de emisiones.

Para reducir la tendencia de generación de costras por la combustión de material muy seco o por tener un punto de fusión de cenizas muy bajo, cada Eco-PK viene de serie con una recirculación de humos. El enfriado del lecho de las brasas permite que no se alcancen los puntos de fusión de la ceniza relativamente bajos de combustibles alternativos. La ceniza puede eliminarse pues sin problemas a través del sinfín automático de descarga de cenizas.



## ¡La limpieza optimizada aumenta el rendimiento!

El nuevo concepto de limpieza limpia ahora en intervalos periódicos TODOS los tubos del intercambiador - NUEVO - también el 1er tiro (de material termorresistente). Los bordes de los turbuladores eliminan a la perfección los restos de cenizas volátiles de los tubos del intercambiador, que caen directamente al sinfín de cenizas.

El nuevo sistema de eliminación de cenizas limpia la caldera en intervalos periódicos. El sinfín de descarga de cenizas transporta tanto las cenizas volátiles como las cenizas de la parrilla hasta la caja de cenizas completamente integrada.

**PATENTADO**

Las cenizas son trituradas durante el transporte y compactadas en la caja de cenizas. Esto posibilita un alto confort de limpieza y mayor rendimiento anual.

## Control Touch y telegestión



El control Touch-tronic no deja ningún deseo del usuario incumplido. Se caracteriza por un diseño excepcional y una operación sencilla.

Calderas aptas para (opcional): **telegestión** via App Hargassner, Web-Service, Mod-Bus, KNX y Loxone.

Posibilidad de conectar modelos específicos de contadores energéticos a las calderas.



## Aumento de temperatura de retorno integrado

Como accesorio hay disponible un kit hidráulico de aumento de la temperatura de retorno integrable con bomba de bajo consumo y mezcladora.

- Rápido y sencillo montaje
- compacto y económico
- listo para montar cableado



## Desde el depósito nodriza hasta la doble válvula rotatoria

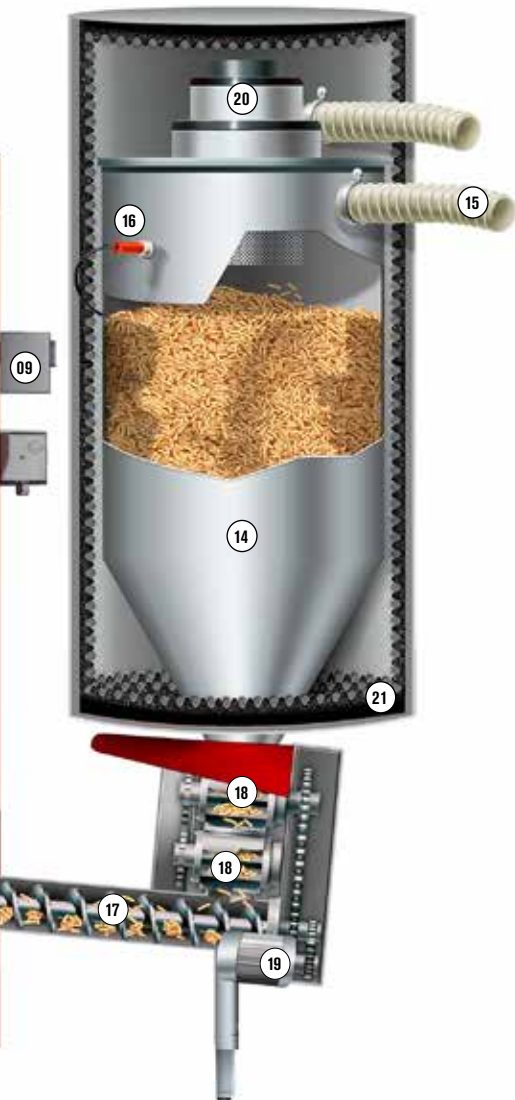
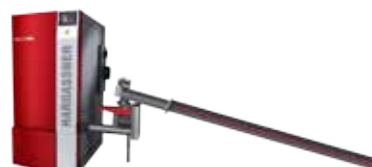
A través de la doble válvula rotatoria caen los pellets dosificados en cantidad constante al sinfín de alimentación, que los transporta directamente hasta la cámara de combustión.

## Alimentación directa

El modelo ECO-PK 70-120 también está disponible con alimentación desde el silo con sinfín directo

## Aspiración de pellets durante la combustión posible

La doble válvula rotatoria con compensación de presiones posibilita una aspiración de pellets durante la combustión ⇒ sin pérdida de potencia - suministro óptimo.





### CALDERA DE PELLETS

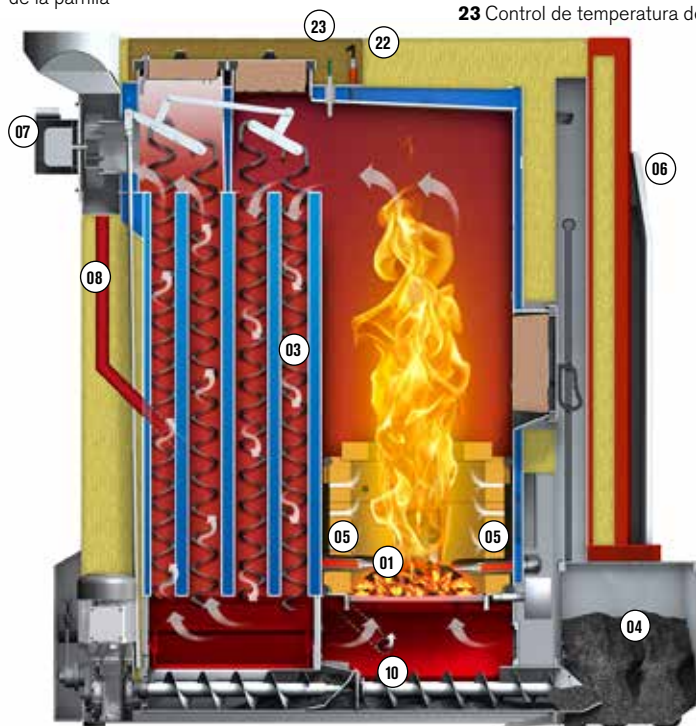
# ECO PK

- **Reducción de costes** mediante funcionamiento ECO
- Nuevos sistemas de parrillas: **parrilla con trituradora escalonada**
- Innovadora tecnología de control de la combustión Eco-Control
- Control del lecho de brasas y sonda Lambda
- **NOVEDAD: Encendido de 2x 300 W, con control de encendido óptimo**
- Limpieza del intercambiador (en el 1er y 2. paso)
- **Doble doble válvula rotatoria** para seguridad al 100% antiretorno de llama
- Aspiración de pellets durante la combustión
- Tiro inducido (motor EC) con vigilancia de la subpresión
- Recirculación de humos integrada en la caldera
- Sistema de eliminación de cenizas de parrilla y volátiles patentado
- No requiere dispositivo de seguridad de descarga térmico
- Concentrador de llama de fundición de alta calidad
- Sistema de aspiración aislado acústicamente



- 01 Nuevo sistema de parrillas:
  - a) Parrilla para eliminación de cenizas
  - b) Parrilla de alimentación
  - c) Parrilla fija
- 02 Regulación de nivel de las brasas
- 03 Limpieza del intercambiador de calor (también en el 1er paso)
- 04 Cenicero de gran tamaño (75 l)
- 05 Nuevo sistema de ignición: 2 x 300 W, sin ventilador
- 06 Control Touch moderno integrado
- 07 Tiro inducido (motor EC) con vigilancia de la subpresión
- 08 Recirculación de serie
- 09 Aumento de la temperatura de retorno opcional
- 10 Descarga a silo patentada para cenizas volátiles y de la parrilla

- 11 No es necesario ningún dispositivo de seguridad de descarga térmico
- 12 Cámara de combustión rodeada de baño de agua
- 13 Concentrador de llama de material refractario de alta calidad
- 14 Depósito nodriza
- 15 Sistema de aspiración hermético, sin mantenimiento ni filtros
- 16 Sonda de nivel de llenado
- 17 Sinfin de alimentación
- 18 Doble válvula rotatoria con equilibrado de presión
- 19 Motor del sistema de alimentación
- 20 Turbina de aspiración de pellets
- 21 Insonorizado
- 22 Sonda Lambda para adaptación a la calidad del combustible
- 23 Control de temperatura de llama





## Vigilancia de las brasas y control con sonda Lambda

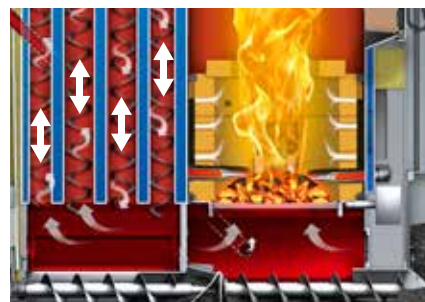
La vigilancia exacta de la altura del lecho de brasas mediante sensores permite conseguir el estado de combustión más eficiente en función de la calidad del combustible. Independientemente del combustible que usted haya almacenado, el control detecta mediante la sonda lambda y el sensor de temperatura de llamas el poder calorífico correspondiente y regula así la mezcla óptima combustible-aire. Su caldera funciona siempre con la potencia requerida y a los valores de combustión óptimos. Este es el confort de control con futuro: el ajuste manual constante de la instalación basado en la carga de combustible es una técnica que pertenece al pasado.



## Cámara de combustión refractaria con recirculación de humos de serie

La cámara de combustión refractaria garantiza gracias a su efecto acumulador especial una alta temperatura de combustión (también en carga parcial), minimiza el uso del dispositivo de ignición y reduce el nivel de emisiones.

Para reducir la tendencia de generación de costras por la combustión de material muy seco o por tener un punto de fusión de cenizas muy bajo, cada Eco-PK viene de serie con una recirculación de humos. El enfriado del lecho de las brasas permite que no se alcancen los puntos de fusión de la ceniza relativamente bajos de combustibles de baja calidad. La ceniza puede eliminarse pues sin problemas a través del sinfín automático de descarga de cenizas.



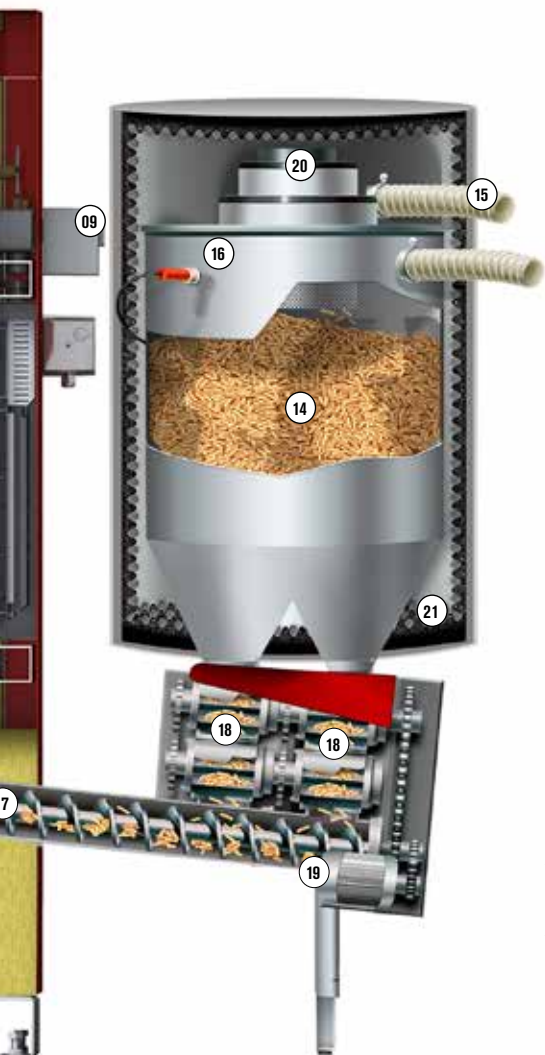
## ¡La limpieza optimizada aumenta el rendimiento!

El nuevo concepto de limpieza limpia ahora en intervalos periódicos TODOS los tubos del intercambiador - NUEVO - también el 1er tiro (de material termorresistente). Los bordes de los turbuladores eliminan a la perfección los restos de cenizas volátiles de los tubos de 1del intercambiador, que caen directamente al sinfín de cenizas.

El nuevo sistema de eliminación de cenizas limpia la caldera en intervalos periódicos. El sinfín de descarga de cenizas transporta tanto las cenizas volátiles como las cenizas de la parrilla hasta la caja de cenizas.

**PATENTADO**

Las cenizas son trituradas durante el transporte y compactadas en la caja de cenizas. Esto posibilita un alto confort de limpieza y mayor rendimiento anual.



## Control Touch y telegestión

El control Touch-tronic no deja ningún deseo del usuario incumplido. Se caracteriza por un diseño excepcional y una operación sencilla. Calderas aptas para (opcional): **telegestión** via App Hargassner, Web-Service, Mod-Bus, KNX y Loxone. Posibilidad de conectar modelos específicos de contadores energéticos a las calderas.



## Aumento de temperatura de retorno integrado

Como accesorio hay disponible un kit hidráulico de aumento de la temperatura de retorno integrable con bomba de bajo consumo y mezcladora.

- Rápido y sencillo montaje
- compacto y económico
- listo para montar cableado



## Desde el depósito nodriza hasta la doble válvula rotatoria

A través de la doble válvula rotatoria caen los pellets dosificados en cantidad constante al sinfín de alimentación, que los transporta directamente hasta la cámara de combustión.

## Aspiración de pellets durante la combustión

La doble válvula rotatoria con compensación de presiones posibilita una aspiración de pellets durante la combustión ⇒ sin pérdida de potencia - suministro óptimo..



# OPCIONES SILOS



**Puntos de aspiración  
RAPS (con conmutador  
automático), interesante  
para silos irregulares**



**Sistema de aspiración  
y sinfín - para un  
óptimo vaciado  
del silo**

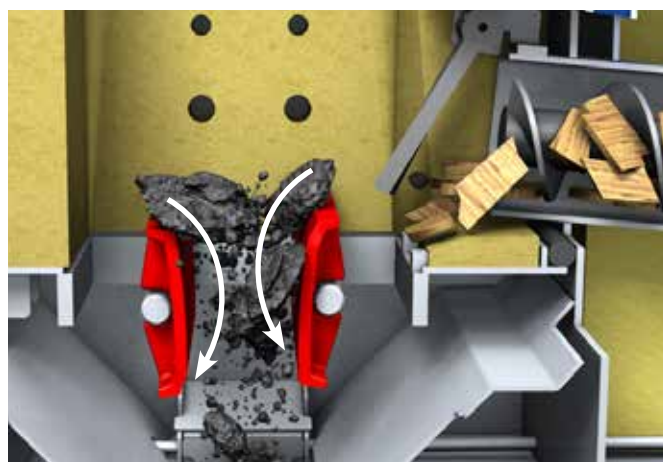
## Parrilla trituradora y escalonada única

### Eco-PK 70 – 120

Dos parrillas giratorias situadas una tras otra con disposición escalonada que pueden moverse independientemente. De esta manera se pueden quemar pellets de manera sencilla y comfortable.



Utilizando pellets como combustible, durante la eliminación de cenizas solo se abre la **parrilla trasera**. Las cenizas caen abajo, mientras que las brasas residuales permanecen.



Cuando la caldera está fría se realiza antes del nuevo arranque una limpieza íntegra de la cámara de combustión. **Ambas parrillas se abren**, y se eliminan cenizas y costras. Mediante la función adicional de la parrilla de **"trituradora"** se llegan a romper y triturar las costras.



**Sistema de alimentación por sinfín directo**



**Sistema de alimentación por aspiración y silo téxtil. Máxima flexibilidad y montaje rápido**

## ¿Sabía que la recirculación de humos permite la combustión de muchos combustibles alternativos?

Algunos combustibles alternativos como el hueso de aceituna, u otros con propiedades diferentes al estándar generan un aumento de la temperatura de combustión, que conlleva por un lado a la formación y emisión de NOx a la atmósfera y, por otro, a un mayor desgaste de los materiales de la cámara de combustión, como la parrilla, refractario, etc. Este fenómeno es aún mayor en calderas que no disponen ladrillo refractario en la cámara de combustión. Aparte de ello, se generan más costras que contribuyen a problemas en la combustión, suciedad y desgaste. Con la recirculación de humos la caldera inyecta parte de los humos por debajo de la parrilla. Como la temperatura es sensiblemente más baja que la temperatura de combustión, se consigue una regulación flexible y efectiva de la temperatura en la cámara, preservando los materiales de la parrilla, ya que no avivan el fuego gracias al bajo contenido de oxígeno de los humos. La recirculación de humos no tiene ningún efecto negativo sobre la eficiencia, mantenimiento y las emisiones de las calderas

### Eco-PK 150 – 200

Consta de una parrilla fija y dos parrillas giratorias situadas una tras otra con disposición escalonada que pueden moverse independientemente. De esta manera se pueden quemar pellets de manera sencilla y comfortable.



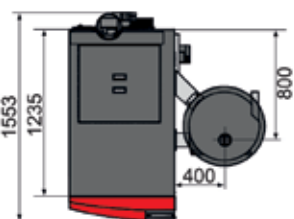
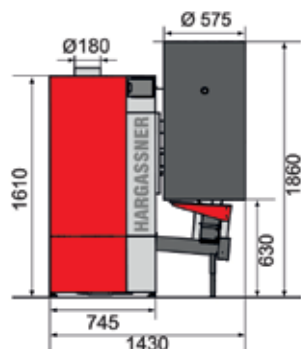
Utilizando pellets como combustible, durante la eliminación de cenizas solo se abre la **parrilla trasera**. Las cenizas caen abajo, mientras que las brasas residuales permanecen.



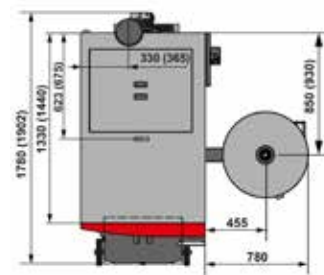
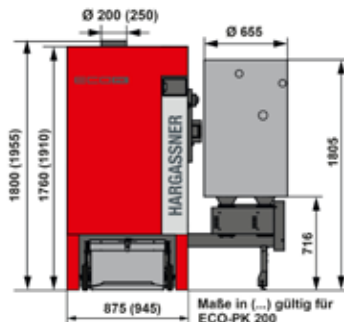
Cuando la caldera está fría se realiza antes del nuevo arranque una limpieza íntegra de la cámara de combustión. **Ambas parrillas se abren**, y se eliminan cenizas y costras. Mediante la función adicional de la parrilla de "**tritadora**" se llegan a romper y triturar las costras. La parrilla fija permanece cerrada.

# Datos técnicos Eco-PK 20-200

Eco-PK 70 - 120



Eco-PK 150 - 200



Temp. máx. de servicio 95°C, Presión máx. 3bar, Rango temp. 69-78°C, temp. de retorno necesario 58°C, conexión eléctrica 400V AC, 50 Hz, protección 13 A

| Datos técnicos:                         |          | ECO-PK 70-200     |             |              |                   |              |              |               |
|-----------------------------------------|----------|-------------------|-------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|---------------|
|                                         |          | Eco-PK 70         | Eco-PK 90   | Eco-PK 100   | Eco-PK 110        | Eco-PK 120   | Eco-PK 150   | Eco-PK 200    |
| Rango de potencia                       | kW       | 20-70             | 27-90       | 30-99        | 33-110            | 36-120       | 44-149       | 59-199        |
| Eficiencia carga máx./parcial           | %        | 94,6 / 95,3       | 94,1 / 95,3 | 93,8 / 95,4  | 93,6-95,4         | 93,3 / 95,4  | 93,4 / 93,1  | 93,1 / 93,6   |
| Capacidad calorífica a carga máxima     | kW       | 74,5              | 95,4        | 105          | 116,6             | 127,2        | 159,5        | 213,7         |
| Diámetro salida de humos                | mm       | 180               | 180         | 180          | 180               | 180          | 200          | 250           |
| capacidad de agua                       | Litros   | 180               | 180         | 180          | 180               | 180          | 253          | 360           |
| Rango de temperatura                    | °C       | 75-78             | 75-78       | 75-78        | 75-78             | 75-78        | 75-78        | 75-78         |
| Necesidad elevación temp. retorno       | °C       | 58                | 58          | 58           | 58                | 58           | 58           | 58            |
| Pérdida de carga $\Delta T$ 10 / 20 [K] | mbar     | 57,1 / 14,6       | 91,4 / 23,2 | 112,9 / 28,9 | 139,1 / 35,5      | 160,7 / 40,9 | 184,6 / 49,0 | 227 / 63      |
| Impulsión / retorno                     | Pulgadas | 6/4"              | 6/4"        | 6/4"         | 6/4"              | 6/4"         | 2" / 2"      | 2,5" / 2,5"   |
| Peso                                    | kg       | 865               | 865         | 890          | 890               | 890          | 1190         | 1320          |
| Altura de la caldera                    | mm       | 1610              | 1610        | 1610         | 1610              | 1610         | 1760         | 1910          |
| Ancho de la caldera                     | mm       | 745               | 745         | 745          | 745               | 745          | 875          | 945           |
| Fondo de la caldera                     | mm       | 1553              | 1553        | 1553         | 1553              | 1553         | 1780         | 1902          |
| Medidas colocación alto x ancho x fondo | mm       | 1670 x 745 x 1335 |             |              | 1670 x 745 x 1335 |              |              | 1800x875x1450 |
|                                         |          |                   |             |              |                   |              |              | 1955x945x1595 |

Temp. máx. de operación 95°C, presión de operación 3 bar, conexión eléctrica 400 V AC, 50 Hz, protección 13 A

| EXTRACTO DEL CERTIFICADO EJEMPLO ECO-PK150 |       |                   |               |
|--------------------------------------------|-------|-------------------|---------------|
|                                            |       | Capacidad nominal | Carga parcial |
| Potencia                                   | kW    | 149               | 44,7          |
| Temperatura caldera                        | °C    | 70                | 70            |
| Eficiencia                                 | %     | 93,8              | 96,1          |
| Monóxido de carbono                        | mg/MJ | 2                 | 21            |
| Partículas                                 | mg/MJ | 8                 | 8             |



**ESPAÑA Y PORTUGAL**  
**Hargassner Ibérica SL**  
 Pol. Ind. Asipo. Calle D  
 Parcela 85 A -4  
 33428- Cayés-Llanera (Asturias)  
 Teléfono: 984 281965  
 Fax: 984 281621  
 info@hargassner.es

[www.hargassner.es](http://www.hargassner.es)

**AUSTRIA**  
**Hargassner Ges.mbH**  
 A-4952 Weng, Alta Austria  
 Anton Hargassner Straße 1  
 Teléfono +43(0)7723/5274  
 Fax +43(0)7723/5274-5  
 office@hargassner.at

[www.hargassner.at](http://www.hargassner.at)



Gama Hargassner **Caldera de pellets, caldera de astilla, caldera de leña, depósito de inercia, caldera gran tamaño 150-200 kW, caldera de biomasa, contenedor de calefacción, sinfín de carga.** Puede solicitar información adicional en [www.hargassner.es](http://www.hargassner.es)