

# Sustitución de hornos de combustión de gasóleo por hornos de combustión de biomasa

Aplicación al caso concreto de industrias de deshidratado de alfalfa

En el presente artículo se detalla, de forma básica, la tecnología correspondiente a la combustión de biomasa. En un segundo y futuro artículo se abordará un estudio termodinámico y económico que compara la utilización de estos combustibles, con respecto al gasóleo, basado además en la experiencia de funcionamiento en dos industrias deshidratadoras de la provincia de Huesca.

**Ramón Blanco Orús.**

Ingeniero Agrónomo.

**F. Javier García Ramos.**

Escuela Politécnica Superior de Huesca.

Los hornos de gasóleo se han consolidado desde hace años, como los más utilizados dentro de las industrias de secado de productos agrícolas como las industrias de deshidratado de alfalfa, de secado de cereales, etcétera.

Centrándonos en el caso de las industrias de deshidratado de alfalfa, el fuerte incremento sufrido en el precio de los combustibles derivados del petróleo ha hecho cuestionar la propia rentabilidad y supervivencia de estas industrias. Por lo tanto, actualmente se plantea la instalación de hornos de combustión de biomasa, para sustituir a los hornos de combustión de gasóleo, o funcionar de manera complementaria a éstos, dependiendo de determinadas circunstancias de suministro.

## Tipos de biomasa a utilizar

La biomasa se puede definir con carácter general como la materia orgánica de origen biológico. En el caso que nos ocupa, se tratará de la fracción biodegradable de productos y residuos de agricultura y forestales, incluidos sus industrias.

Las principales biomásas que pueden utilizarse como combustibles en estos procesos de combustión serán (foto 1):

- Biomásas del olivar (orujo),

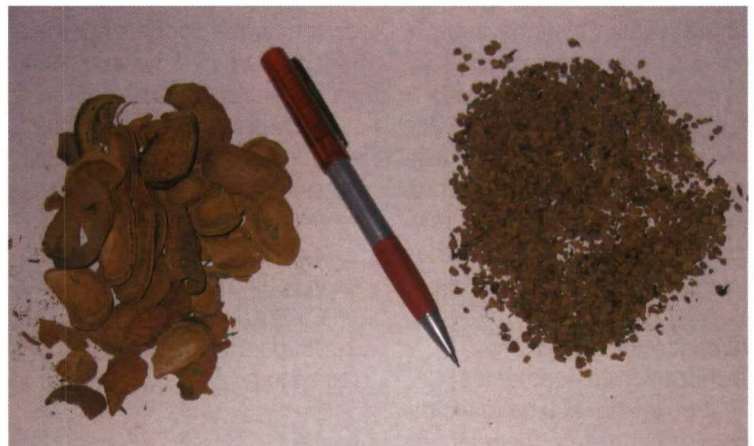


Foto 1. Algunos tipos de biomasa utilizables como combustible: cáscara de almendra y orujo seco de aceituna (orujillo).



Foto 2. Trómel de secado rotativo de una industria deshidratadora de forraje.



Foto 3. Horno de combustión de biomasa acoplado lateralmente a un horno de gasóleo, cuyo quemador (en rojo), se observa en primer plano.

orujillos, huesos de aceituna y astillas procedentes de restos de poda).

- Biomásas procedentes de frutos secos (cáscara de almendra, piñas, piñones y restos de poda).

- Biomásas de la madera (fundamentalmente astillas, briquetas y pellets, procedentes de limpiezas, aclareos y podas en montes).

### Descripción general del proceso de deshidratación

La actividad que se desarrolla en las industrias deshidratadoras es la desecación artificial de forrajes, fundamentalmente alfalfa, aunque puede hacerse extensivo el proceso a otros forrajes.

La alfalfa, una vez cortada y, tras un breve periodo de secado natural por radiación solar, suele presentar valores de humedad comprendidos entre el 50% y el

25%, según las condiciones climáticas y el estado del producto. La reducción hasta el límite de seguridad, fijado por debajo del 14%, pretende defender al producto durante el periodo de almacenaje del ataque de microorganismos e impedir la degradación de sus componentes químicos y principios nutritivos.

La evaporación del agua del forraje tiene lugar en la industria en el interior de un tambor rotativo (o trómel, **foto 2**) por el que circulan, en paralelo, el forraje fresco y una corriente de gases calientes, procedentes de un equipo generador de calor. En un primer paso, se elimina el agua de imbibición, e incluso la que viene del exterior en forma de lluvia o niebla (valores de humedad por encima del 25%); sucesivamente, el flujo térmico va a afectar al agua libre de vegetación (comprendida entre los valores del 18-14%), definida así porque está ligada estrechamente, sin

**EL FUERTE INCREMENTO SUFRIDO EN EL PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES DERIVADOS DEL PETRÓLEO** ha hecho cuestionar la propia rentabilidad y supervivencia de estas industrias. Por lo tanto, actualmente se plantea la instalación de hornos de combustión de biomasa, para sustituir a los hornos de combustión de gasóleo

tutivas del forraje y cuya eliminación nos llevaría a la descomposición de la propia sustancia orgánica.

La maquinaria de proceso instalada en la actualidad en muchas industrias deshidratadoras, tiene unas posibilidades de producción medias de 9.000 a 12.500 kg/hora de producto acabado por línea de trabajo, dependiendo de la humedad de entrada, de la temperatura de funcionamiento del equipo y del consumo de combustible. Mayores producciones se suelen conseguir en base a trabajar con varias líneas de proceso, aun dentro de una misma industria.

### Equipos para la combustión de biomasa

Las instalaciones que resultan necesarias proyectar con esta tecnología y que complementan a las existentes, general-

formar parte de ella, a la sustancia constitutiva del producto por una interacción molecular de carácter físico-químico. La desecación no afecta, en cambio, a la tercera forma en que se encuentra el agua, la de constitución (valores por debajo del 13%), combinada con las sustancias consti-



# ECOLIVA

2 0 0 8

FERIA DEL OLIVAR ECOLÓGICO  
VII JORNADAS INTERNACIONALES DE OLIVAR ECOLÓGICO

DEL 24 AL 26 DE OCTUBRE

JAÉN

olivar ecológico,  
un freno al cambio climático

CONTACTO JORNADAS  
CAFAGE  
Guadalimar, 1 bis  
23350 Puente de Génave, Jaén  
Tfno. - Fax 953 43 54 08  
tecnico@cafage.org • www.ecoliva.info

CONTACTO FERIA  
FERIAS JAÉN S.A.  
RECINTO PROVINCIAL DE FERIAS Y CONGRESOS  
Provl. Ctra. de Granada s/n. 23003, Jaén  
Tfno. 953 08 69 80, Fax 953 24 50 12  
general@ifeja.org • www.ifeja.org/ecoliva

COLABORA

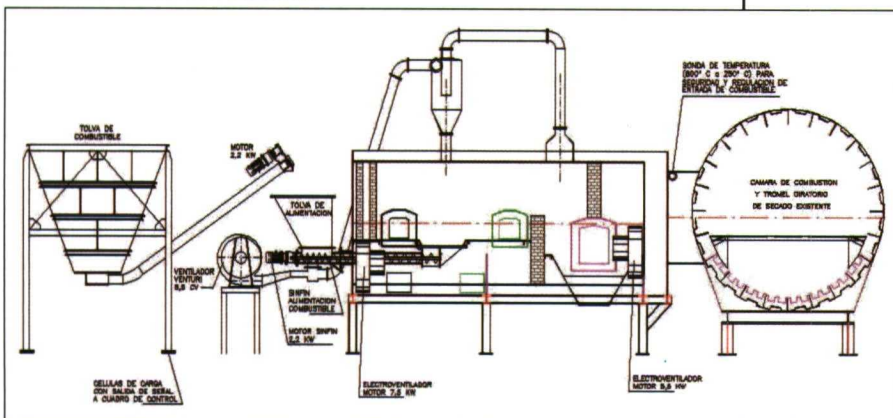


ORGANIZA



**Figura 1.**

**ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE AIRE CALIENTE MEDIANTE COMBUSTIÓN DE BIOMASA.**



mente de combustión de gasóleo, constan de los elementos que se muestran en la **figura 1** y se detallan a continuación.

### Horno o cámara de combustión

Deberá estar homologado y con declaración CE de conformidad por la industria suministradora, de construcción metálica, cuyo cuerpo interior estará realizado en chapa de acero al carbono, revestido por su interior con ladrillos refractarios con alto contenido en alúmina (**foto 3**). Concéntrico a este cuerpo cilíndrico se incorpora otro cilindro de mayor diámetro, construido en chapa, consiguiendo el acabado del horno y a su vez la formación de cámara de aire entre ambos, por la que circulará una corriente de aire que refrigerará los ladrillos refractarios y mejora la combustión.

La citada corriente será creada por un ventilador centrífugo (**foto 4**) con regulación de flujo, accionado por motor-reductor.

El horno lo completa un quemador de combustible sólido (parrilla), construido en hierro fundido. Para mantener y reforzar la combustión se precisa un ventilador centrífugo de turbina metálica y conducto con regulador de flujo, accionado por motor-reductor, que introduce el aire en la parrilla.

El conjunto del horno se sustentará sobre bancada metálica formada por perfiles laminados en caliente, acartelados en los nudos.

Estos hornos se acoplarán lateralmente o frontalmente a la línea existente, mediante carrete de unión, a la cámara de combustión que exista en la actualidad, de manera que la deshidratadora podrá funcionar, de manera indistinta con uno u otro combustible (biomasa o gasóleo, **foto 3**) o bien reforzar par-

cialmente la combustión de la biomasa, en caso de ser necesario.

### Tolva de almacenamiento de biomasa

Normalmente se rellena con pala cargadora. Construida en chapa de acero, con refuerzos longitudinales y transversales y registro en su parte inferior, para desatascar la alimentación en caso de

atasco (**foto 5**).

La tolva llevará incorporado un sistema de pesaje y control de consumo de combustible resuelto con la incorporación en sus patas de cuatro células electrónicas de carga (**foto 6**), homologadas y con marcado CE, para rango de uso entre 300 y 5.000 kg, construidas totalmente en acero inoxidable, con sellado hermético

co y completamente soldadas, con índice de protección IP 68 (EN 60529) con alimentación eléctrica de la red y conectadas a un terminal automático programable. Este terminal está equipado con módulo de entradas en el que se recibe la señal y con salida de datos en pantalla programable, donde se recogerán y almacenarán los datos correspondientes a las diferentes pesadas de combustible. También se podría resolver el control del consumo mediante algún mecanismo de control volumétrico de salida del combustible.

De la tolva sale el combustible, por su parte inferior y mediante un sistema de tornillo sinfín, alojado en tubería de acero, accionado por un motor-reductor, y es transportado hasta una segunda tolva, acoplada al horno.

### Sistema de suministro de combustible al horno

La introducción del combustible al horno se hace desde una tolva auxiliar acoplada a éste, por medio de dos posibles procedimientos:

a) Entrada directa de la biomasa a la parrilla, a través de tornillo sinfín, accionado por un motor-reductor.

b) O bien desde esta segunda tolva, mediante un sistema de inyección ciclónico, cuyo accionamiento se realiza por medio de un ventilador centrífugo de alta presión, accionado por un motor-reductor y cajón venturi realizado en chapa de acero inoxidable (**foto 7**), controlado por un variador de velocidad, el cual está enlazado con un regulador de temperatura microprocesado. Este conjunto permite mantener la temperatura de trabajo estable.

### Cuadro eléctrico y elementos de control y seguridad

En el interior de un armario metálico (**foto 8**) se distribuye el aparellaje eléctrico para el mando, control y regulación siguiente:

- Variador electrónico de velocidad para el motorreductor de la alimentación del combustible, que permite, en función de la temperatura del proceso y humedad de la alfalfa, un ajuste del



**Foto 4. Localización de los electroventiladores en un horno de combustión de biomasa.**



**Foto 5. Tolva de combustible y tornillo sinfín de alimentación.**



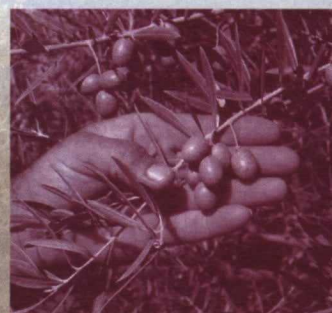
GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE, Y  
MEDIO RURAL Y MARINO

ENTIDAD  
ESTATAL DE  
SEGUROS AGRARIOS

ENESA INFORMA:

# Seguro de Rendimientos de Olivar (cosecha 2009/2010)



Entre el 1 de octubre y el 15 de diciembre de 2008, puede suscribirse el Seguro de Rendimientos del Olivar. El Seguro cubre garantías a la producción y sobre las plantaciones, según lo que se recoge a continuación:

## GARANTÍAS A LA PRODUCCIÓN

Las garantías cubiertas son las siguientes:

- Los daños que en cantidad ocasione el pedrisco en cada una de las parcelas de la explotación.
- La diferencia que se registre, en la explotación en su conjunto, entre el valor de la producción garantizada y el valor de la producción real final obtenida por el agricultor.

La producción garantizada es el resultado de aplicar al número de árboles de cada explotación, el rendimiento por árbol asignado por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y la cobertura del Seguro: 50 o 70 por ciento según la opción que elija el agricultor.

La valoración de las producciones se realiza aplicando a las mismas los precios por kg y variedad, de aceituna que se establecen en la normativa del seguro. En el caso de las producciones ecológicas se reconocen precios específicos.

## Rendimientos Asegurables

En la página web de Seguros Agrarios [www.marm.es](http://www.marm.es), se puede consultar el rendimiento medio asignado a cada explotación, así como la serie histórica de rendimientos de la misma, que se ha utilizado para establecerlo.

Los agricultores que consideran que los rendimientos asignados a su explotación no se ajustan a la realidad productiva de la misma, podrán solicitar su revisión por alguna de las causas que contempla la Orden y que en esquema son los siguientes:

- Cambio de titularidad de la explotación.
- Explotación con al menos el 20 por ciento de la superficie en regadío.
- Errores materiales en los datos de la serie productiva.
- Plantaciones jóvenes.

Finalmente, también podrán solicitar la asignación de rendimientos, aquellos agricultores con explotaciones que no lo tuvieran asignado en la citada página web de Seguros Agrarios.

Las solicitudes deberán ir acompañadas de la documentación que establece la Orden.

Asimismo, la normativa del Seguro prevé la posible revisión de oficio por la Administración, de los rendimientos asignados durante el periodo de vigencia del mismo cuando se detectase que dichos rendimientos fueran superiores a la realidad productiva de la explotación.

## GARANTÍAS SOBRE LAS PLANTACIONES

El Seguro establece una compensación para cada una de las parcelas que componen la explotación, por la pérdida de la capacidad productiva de la plantación (adulta), ocasionada por la muerte de las distintas partes vegetativas del árbol, a consecuencia de los riesgos cubiertos en la garantía a la producción excepto la sequía.

En la presente campaña, se incluye, además la garantía a las plantaciones anteriormente citadas, la correspondiente a plantaciones jóvenes.

## SEGURO COMPLEMENTARIO DE PEDRISCO

Para el riesgo de pedrisco podrá complementarse la producción inicialmente asegurada en este seguro, en el periodo comprendido entre el 1 de mayo y 15 de julio de 2009.

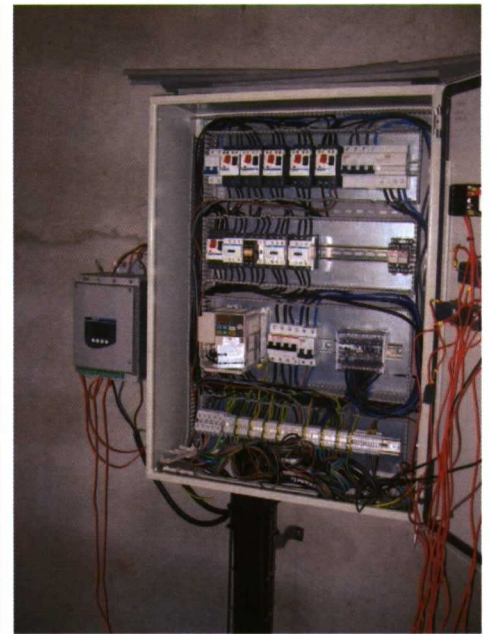
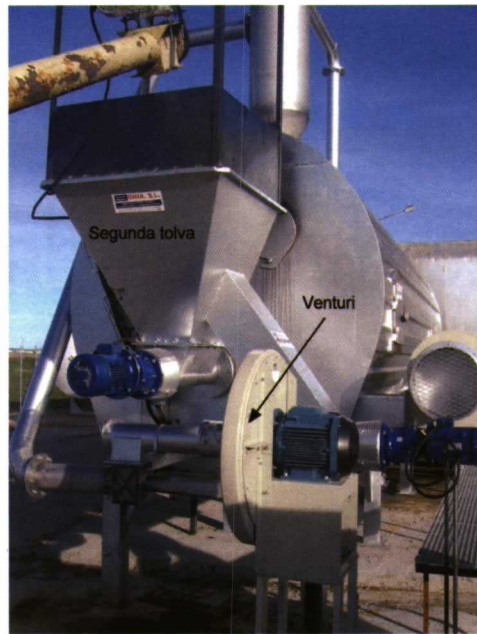
Esta línea de seguro se encuentra muy subvencionada por el Ministerio que, a través de ENESA, aporta hasta el 50% del coste neto del seguro, el cual se descuenta en el mismo momento en que se formaliza la póliza de seguro.

TIPO DE SUBVENCIÓN	PORCENTAJES
Subvención base	22%
Subvención por contratación colectiva	5%
Subvención adicional por las características del agricultor	14% *
Subvención por renovación de contrato	6% o 9% **

(\*) En el caso de una joven agricultora, la subvención adicional según las condiciones del asegurado se incrementa con dos puntos  
 (\*\*) Según se hayan asegurado en uno o dos años anteriores

Además de las subvenciones anteriores, las Comunidades Autónomas conceden subvenciones adicionales que hacen todavía más asequible el coste del seguro.

El agricultor interesado en este seguro puede solicitar más información a la ENTIDAD ESTATAL DE SEGUROS AGRARIOS C/ Miguel Angel 23-5ª planta 28010 MADRID (teléfono: 913475001, fax: 913085446 y correo electrónico: [seguro.agrario@mapa.es](mailto:seguro.agrario@mapa.es) y sobretodo a su Tomador del Seguro o a su Mediador. Éstos se encuentran próximos a él y le pueden aclarar cuantas dudas se le planteen antes de realizar la póliza y posteriormente asesorarle en caso de siniestro.



De izquierda a derecha: Foto 6. Células electrónicas de carga. Foto 7. Tolva de combustible y accionamiento regulado por cajón venturi. Foto 8. Cuadro eléctrico de control y seguridad.

aporte de combustible, sin paradas ni puestas en marcha.

Ante un posible fallo del equipo de regulación se han de disponer de las seguridades eléctricas y térmicas:

- Temperatura de alarma en cámara de combustión, controlada por sonda cerámica. Superada la temperatura programada (800°C), da orden de cortar la alimentación del combustible y aire

### Cuadro I.

Tiempo de deshidratado de la alfalfa picada en función de la humedad a una temperatura de 250°C.

Humedad %	Tiempo deshidratado en minutos	
	Máximo	Mínimo
30	9	7
35	15	13
40	20	17
45	24	20
50	27	23

de combustión.

• Temperatura de proceso en cámara, controlada por la misma sonda, cuya señal, una vez procesada, gobernará el variador electrónico de velocidad del motor de alimentación de combustible.

En el panel correspondiente se dispone de controlador de temperatura programable, que procesa la señal enviada por la sonda de temperatura.

### ▮ Sonda de temperatura y tiempo de secado

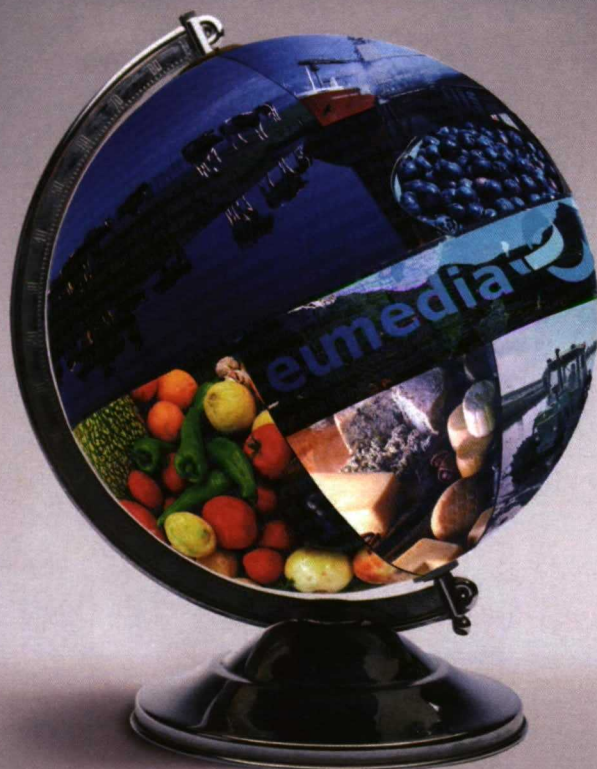
En el carrete de acoplamiento que va de la cámara de combustión al trómel de secado, estarán instaladas, y se han de mantener con el nuevo montaje de equipos, una sonda termométrica, con mecanismo automático conectado al tapiz de alimentación, de modo que si la temperatura a la entrada del trómel re-

sultase inferior a 250°C, o la que se determine como mínima por normativa de ayudas comunitarias, desconectará la alimentación del mismo, dejando de funcionar igualmente el cuentahoras de la industria.

Este termógrafo, consiste en un registrador de entrada configurable, memoria de datos, con disquete, fuente de alimentación, pantalla, display táctil, con anotador, registro en pantalla y relés de alarma, así como, un puerto de comunicaciones Ethernet. El software asociado al termógrafo permitirá la conexión directa a PC y por tanto visualizar el registro de temperaturas en tiempo real o diferido, según la necesidad.

Por lo que respecta al tiempo de paso del forraje por el proceso, se muestran en el **cuadro I** los datos de tiempo de paso en minutos del forraje por el proceso, para alfalfa picada en la entrada y temperatura de 250°C. ■

El mundo agroalimentario es muy amplio



pero todo está en [www.eumedia.es](http://www.eumedia.es)  
¡Visítanos!

[www.eumedia.es](http://www.eumedia.es), el portal agroalimentario de referencia