



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

## Las instalaciones de biomasa en los edificios municipales: claves para su correcto funcionamiento y ejecución

---

José Antonio La Cal. Dr. Ingeniero Industrial. Director I+d+i  
BIOLIZA, Recursos Estratégicos de Biomasa, S.L.

Cluster de la construcción sostenible. Padul (Granada)  
24 y 26 de noviembre, 1 y 3 de diciembre de 2015



**bioliza**  
Estrategias en  
Biomasa

# Módulos

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

- 1. El mercado de la biomasa. Situación actual**
2. Equipos para la climatización con biomasa: aspectos técnicos
3. Instalaciones de biomasa en edificios. Aspectos económicos
4. Casos prácticos



# Índice

---

- ❑ Introducción
- ❑ Definición de biomasa y clasificación
- ❑ Caracterización
- ❑ Orígenes, tipología y destinos actuales
- ❑ Precios de mercado
- ❑ Normas UNE aplicables
- ❑ Ventajas e inconvenientes

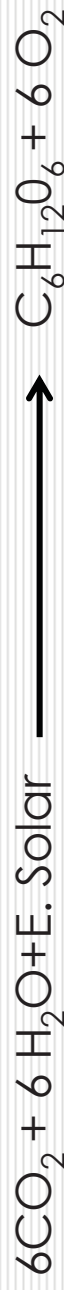
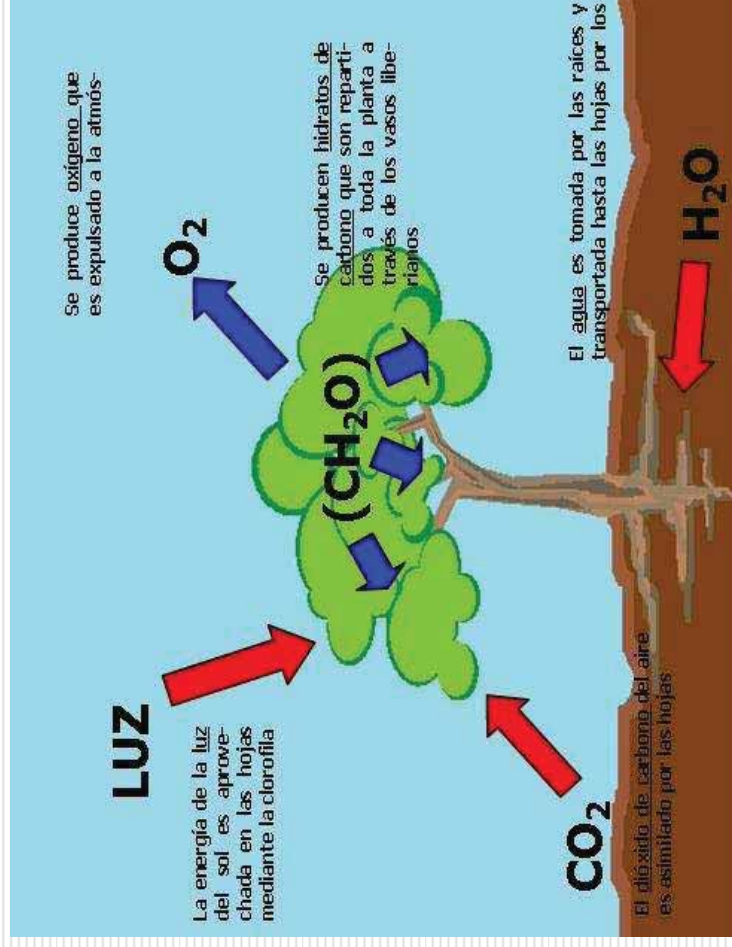


# El origen de todo



- El Sol es el motor que pone en marcha el ciclo del agua (energía hidráulica), provoca los desplazamientos de las masas del aire (eólica) y los productos vegetales (biomasa) deben su existencia a las radiaciones solares.
- Se puede afirmar que “El Sol es el padre de la biomasa, el viento y los ríos”. Y también, en última instancia, del petróleo, el gas y el carbón.

# La fotosíntesis





# Definiciones de biomasa (i)

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

“Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía”

“Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía **renovable**, entendiéndose como tal que, por lo menos se consume a un ritmo inferior o igual al que se produce”



# Definiciones de biomasa (ii)



Agencia Provincial de la Energía de Granada.



- De acuerdo a la Directiva 2009/28/CE relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables la biomasa es “la fracción biodegradable de productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias (incluidas las sustancias de origen vegetal y animal), de la selvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción orgánica de los residuos industriales y municipales”

# Clasificación según su naturaleza:

- Biomasa primaria o de calidad (masas vegetales)
- Residual. Generada por los procesos productivos de los sectores agrícola, forestal, ganadero e industrial:
  - Secundaria: residuos de actividades agrarias y forestales
  - Terciaria: Incluye residuos orgánicos urbanos e industriales





# Clasificación según origen:

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

- Residuos agrícolas
- Residuos forestales
- Residuos ganaderos
- Residuos y subproductos industriales
- Residuos urbanos
- Cultivos energéticos:
  - Alcohólicos: caña de azúcar, trigo, cebada, ...
  - Oleaginosos: semillas de girasol, colza, soja, ...
  - Lignocelulósicos: chopo, cardo, ...

# Residuos agrícolas



Diputación  
de Granada



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.



# Residuos forestales



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.





# Residuos ganaderos



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.





# Residuos industriales



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.



# Residuos urbanos



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.



# Cultivos energéticos

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.





# Según compuestos y contenido hídrico:

---

- ❑ Biomasa **lignocelulósica**  
(restos de podas)
- ❑ Biomasa **amilácea** (paja  
de cereales)
- ❑ Biomasa **azucarada**  
(remolacha o caña de  
azúcar)
- ❑ Biomasa **seca** (<13%)
- ❑ Biomasa **semi-seca** o  
**fresca** (lodos de EDAR,  
FORSU o purines de  
cerdo)





# Características biomasa sólida

---



- Baja densidad
- Variable contenido en humedad
- Falta de homogeneidad

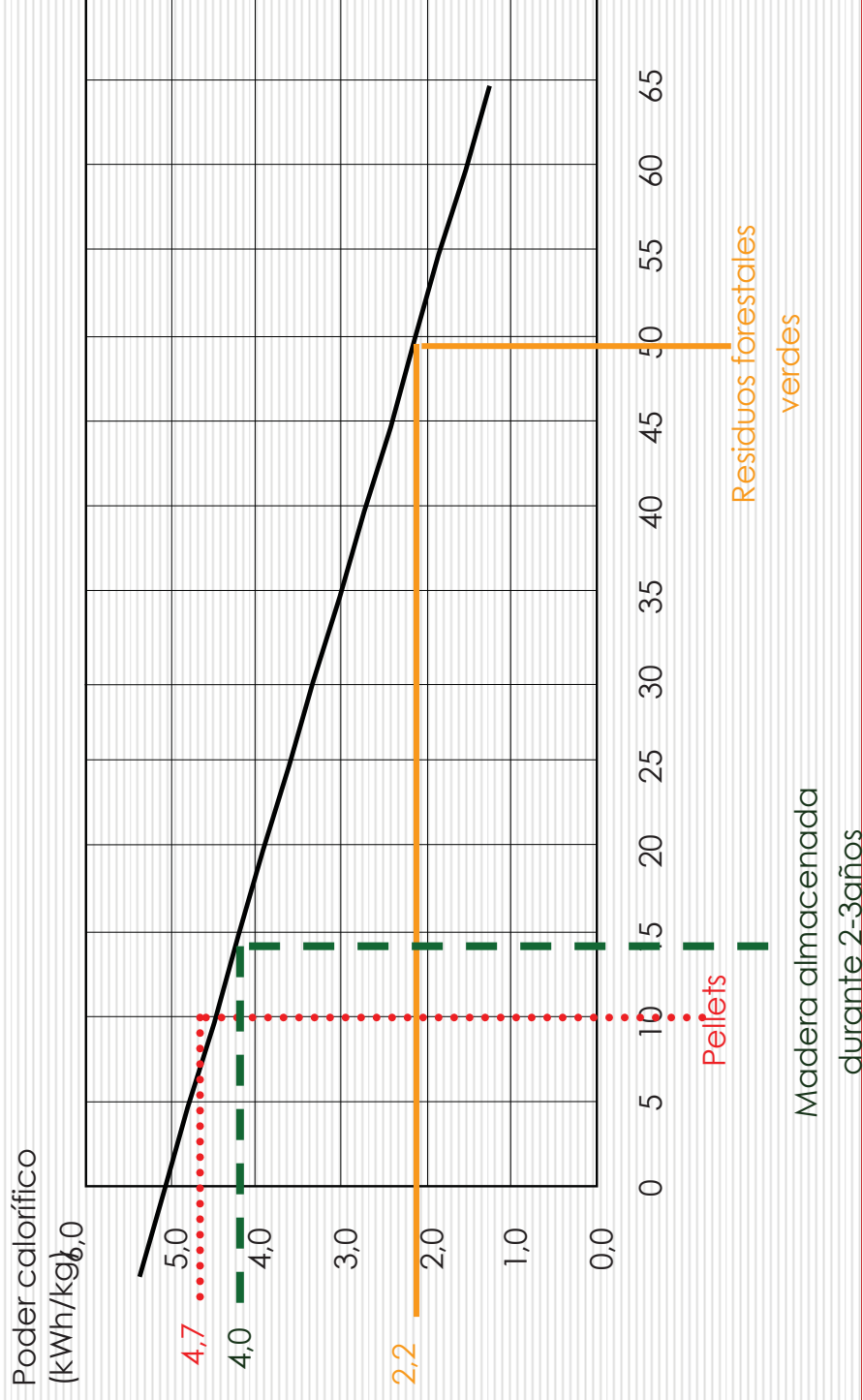
Es por ello que se somete a:

- Reducción granulométrica
- Densificación
- Secado

# Relación PCI Humedad



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.



# Principales parámetros:



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

<b>FÍSICOS</b>	Densidad real y aparente Humedad Distribución granulométrica	Influyen en la selección y el diseño de los equipos de manejo del material y la necesidad de pretratamiento
<b>QUÍMICOS</b>	Análisis elemental Análisis inmediato Componentes estructurales Composición de cenizas Fusibilidad de cenizas	Determinan el comportamiento de la biomasa durante los procesos de transformación
<b>ENERGÉTICOS</b>	Poder calorífico	Determina la cantidad de energía aprovechable

# Rangos típicos de humedad



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

TIPO DE BIOMASA	CONTENIDO EN HUMEDAD (% EN PESO)
Cortezas	25-75
Madera residual gruesa	30-60
Virutas	16-40
Serrín	25-40
Polvo de lijadora	2-8
Pasto empacado	10-15



# Principales fuentes de biomasa



RECURSO	PROCESO GENERADOR	TIPO DE BIOMASA	DESTINO Y/O APLICACIONES
<b>Residuo forestal</b>	Tratamientos silvícolas: cortas de mejora y cortas parciales. Clareos, claras y podas	Pies, ramas, copas, rabezones, árboles pequeños, etc.	Incineración Triturado y aporte al suelo Producción de biocombustibles sólidos (astillas y pélets) Usos energéticos (generación eléctrica y térmica)
	Cortas de pies maderables	Corfezas, ramas, etc.	
	Incendios forestales	Árboles quemados de escaso interés comercial	
	Apertura de caminos	Copas, ramas, rabezones, pies secos, árboles de pequeño porte	
<b>Residuos agrícolas</b>	Cultivos de especies herbáceas	Paja, zuros, bagazos, etc.	Eliminación
	Poda	Leñas, ramas y ramones	Incineración Triturado y aporte al terreno Generación de energía eléctrica Producción de biocombustibles sólidos
<b>Residuos de industrias agroalimentarias</b>	Producción de aceite de oliva	Hojín, orujo y hueso	Alimentación ganado Extractoras u orujeras Generación energía térmica Generación energía eléctrica
	Extracción de aceite de orujo	Orujillo	
<b>Residuos de industrias de la madera</b>	Industrias de 1ª transformación	Costeros, recortes, serrines, ...	Industrias madera Combustible Fabricación pélets
	Resto industrias	Serrines, virutas, ...	

# Procesos de conversión física

---



- Reducción granulométrica:
  - Disgregación
  - Triturado
  - Astillado
  - Molienda
- Secado
  - Natural
  - Forzado
- Densificado
  - Empacado
  - Peletizado y briquetado
  - Torrefacción

# Reducción granulométrica

- Consiste en la reducción del tamaño para aumentar la superficie específica
- Una mayor reducción conlleva un mayor coste energético
- Estos procesos dotan al combustible de mayor valor añadido debido a:
  - Aumento de la relación S-V
  - Mayor densidad aparente y menores costes de transporte
  - Mejor manejo
  - homogeneización



# Equipos utilizados

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

- Los equipos más utilizados, en función del rango de tamaños de partícula final son:
  - Troceadoras o astilladoras, cuando se trata de una reducción intermedia
  - Para aplicaciones que requieran menores tamaños de partícula (< 10 mm) se utilizan los molinos, que pueden ser de martillos, de cuchillas o de discos

# Astilladora manual



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.



Energía de la biomasa. José Antonio La Cal



# Astilladora automática (i)

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.



---

Energía de la biomasa. José Antonio La Cal

# Astilladora automática (ii)

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.



# Astilladora móvil forestal (i)

---



Diputación  
de Granada



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.





# Astilladora móvil forestal (ii)

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.





## El secado (i)

- El secado, es decir, la extracción de parte del contenido en humedad, puede mejorar los procesos posteriores de molienda, de transformación termoquímica así como disminuir las emisiones (CO y NOx) asociadas debido a la reducción de la Tª del hogar y, por tanto, a un mayor tiempo de residencia. También reduce los costes de transporte y su biodegradabilidad. Finalmente, es un paso previo a los procesos de densificación



## El secado (ii)

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

- El secado puede ser NATURAL, si solamente se utilizan los factores ambientales. Permite una reducción de energía pero es difícil alcanzar la humedad final deseada. Se realiza mediante la construcción de pilas.
- O FORZADO, mediante el empleo de secaderos rotatorios, por ejemplo. Los cotes energéticos son mayores pero se alcanza la humedad final en un menor tiempo.

# Secadero mediante cogeneración

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.



Energía de la biomasa. José Antonio La Cal

# Secadero en plana de pélets



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.





# El densificado

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

- El densificado es el proceso mediante el cual se aumenta la densidad de la biomasa empleándose sistemas mecánicos, con o sin aditivos, con el objeto de favorecer el transporte, el almacenamiento y su posterior uso energético
- Se pueden clasificar en tres:
  - Empacado
  - Briquetado
  - Peletizado

# Empacado

---

- El **empacado** tiene por finalidad facilitar el transporte y almacenamiento de la biomasa cuando es retirada de las explotaciones agrícolas y forestales, dando lugar a pacas o balas de material apretado



# Peletizado y briquetado

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

- El propósito del peletizado y el briquetado es obtener biocombustibles sólidos de elevada densidad y homogeneidad, de manera que se facilite la dosificación y la automatización de los equipos que alimentan. Para ello es necesario que la materia prima tenga unos requerimientos específicos de humedad y granulometría de cara a su posterior compactación

# Plantas de pélets (i)

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.





# Plantas de pélets (ii)



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.



# Briquetas

---



# Características de los pélets

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

	DIN plus
<b>Poder Calorífico (kcal/kg)</b>	<b>&gt; 4.223</b>
<b>Densidad (kg/dm<sup>3</sup>)</b>	<b>1,12</b>
<b>Contenido en agua</b>	<b>Máximo 10 %</b>
<b>Contenido en ceniza</b>	<b>Máximo 0,5 %</b>
<b>Largo</b>	<b>Máximo 30 mm</b>
<b>Diámetro</b>	<b>Entre 5 y 6 mm</b>
<b>Material fino</b>	<b>Máximo 2,3 %</b>
<b>Nitrógeno</b>	<b>&lt; 0,3%</b>
<b>Azufre</b>	<b>&lt; 0,04%</b>
<b>Cloro</b>	<b>&lt; 0,02%</b>

# Comparativa



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

	<b>PELLETS</b>	<b>ASTILLAS</b>	<b>RESIDUOS AGROINDUSTRIALES</b>
<b>PCI (kcal/kg)</b>	4.042	3.182	3.440 ÷ 4.042
<b>HUMEDAD (%) (b.s.)</b>	8	25	10 ÷ 40
<b>Densidad (kg/m3)</b>	650	200	200 ÷ 500
<b>Cenizas (%)</b>	0,5	1,0	1,0 ÷ 2,0



# Precios de mercado








Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

	Pélets de madera	Hueso	Astilla
<b>Saco:</b> •€/saco •€/kWh	4,16 (saco de 15 kg) 5,82	208,29 €/t 4,37	-
<b>Palet:</b> •€/t •€/kWh	267,06 5,60	200,98 4,22	-
<b>Granel (volquete):</b> •€/t •€/kWh	227,42 4,78	172,39 3,62	109,59 2,48
<b>Granel (cisterna):</b> •€/t •€/kWh	238,56 5,00	184,75 3,88	-

# Normas



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

NORMA	BIOCOMBUSTIBLE
UNE-EN 14961-2 	Biocombustibles sólidos. Pélets de madera para uso no industrial
UNE-EN 14961-3 	Briquetas de madera para uso no industrial
UNE-EN 14961-4 	Astillas de madera para uso no industrial
UNE 164003 	Biocombustibles sólidos. Hueso de aceituna
ENplus 	Pélets

# Marcas



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.



## Ventajas para los edificios

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

- ❑ Menor coste respecto de los combustibles fósiles y la electricidad (0,05 €/kWh frente a 0,11 €/kWh)
- ❑ Emisiones de CO<sub>2</sub> neutras (calificación energética elevada). Renovabilidad
- ❑ Compatible con el Código Técnico (evita instalación solar para ACS)
- ❑ O&M relativamente sencillos
- ❑ Versatilidad: ACS, calefacción y/o frío (absorción) y tri-generación



## Empresas suministradoras

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

- Ecoloma Biocombustibles  
<http://www.ecoloma.es/>
- Garzón Green Energy  
<http://www.garzongreenenergy.es/>
- García Munte Energía  
<http://www.garciamunte.com/>
- Iberia Biomasa. <http://www.iberiabiomass.com/>
- Maderas Campos.  
<http://www.maderascampos.com>

## Referencias webs:

---



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

- Agencia Andaluza de la Energía.  
<https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/>
- Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, IDAE. <http://www.idae.es/>
- Asociación de productores de energías renovables, APPA.  
<http://www.appa.es/>
- Asociación de productores y promotores de energías renovables de Andalucía, APREAN.  
<http://www.aprean.com/>
- Plataforma tecnológica de la biomasa, BIOPLAT.  
<http://www.bioplat.org/>
- Centro Tecnológico Avanzado de Energías Renovables, CTAER. <https://ctaer.com/es>



Diputación  
de Granada



Agencia Provincial de la  
Energía de Granada.

# ¡Gracias por vuestra atención!

---

BIOLIZA, Recursos Estratégicos de Biomasa, S.L.

<http://bioliza.es/>

Mail: [direccion@bioliza.es](mailto:direccion@bioliza.es)

T. +34 678 50 65 12



**bioliza**  
Estrategias en  
Biomasa