



**CONAMA10**  
CONGRESO NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

## **Desarrollo Sostenible y Bioenergía. Efecto Sumidero y Energético de los Bosques de Asturias.**

Autor: Jose Pablo Paredes Sánchez

Institución: Universidad de Oviedo

e-mail: [enginepar@yahoo.es](mailto:enginepar@yahoo.es)

Otros Autores: Jorge Xiberta Bernat (Universidad de Oviedo)

## RESUMEN

La biomasa constituye una de las fuentes de energía de mayor interés en el tránsito a un modelo energético sostenible, tanto por su condición de recurso renovable como de reductor de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En este trabajo se caracteriza la importancia económica e industrial que puede suponer para Asturias el desarrollo de un modelo bioenergético de gestión para los residuos originados tanto por los bosques como por sus procesos de gestión y aprovechamiento. También se infiere la necesidad de su adecuada utilización como elemento capaz de evitar los efectos nocivos derivados de su inadecuado tratamiento, es decir, fenómenos como plagas, incendios y emisiones nocivas por su descomposición ( $\text{CH}_4$ ).

Para todo ello, se caracteriza el potencial de aprovechamiento con fines energéticos de los residuos procedentes de talas y de las actividades de limpieza y gestión forestal de los bosques del Principado de Asturias como elemento mitigador del efecto sumidero de  $\text{CO}_2$ .

**Palabras Clave:** biomasa; residuos; medio ambiente

## **1. INTRODUCCIÓN.**

En España, tanto a escala nacional como autonómica, existen diversas normativas que se ocupan del tratamiento de residuos que tienen su origen en la actividad silvícola o forestal. Sin embargo, son normativas que no contemplan el uso de estos residuos dentro del campo de las energías renovables, si se exceptúa la que deriva del *Plan Español de Energías Renovables 2005-2010 (PER)*.

Hay que señalar, que si bien las Comunidades Autónomas tienen sus propios Planes energéticos, sólo algunos tratan explícitamente la biomasa como fuente de energía. Éste es el caso de Andalucía (biomasa en general), Asturias (biomasa en general), Castilla y León (biomasa en general, con mención especial a la bioenergía), Galicia (con mención especial a la biomasa forestal), Valencia (con menciones explícitas de recursos forestales, agrícolas, y de sus residuos, y del biogás), País Vasco (biomasa en general, con especial mención a los residuos madereros) e Islas Baleares (con mención a biomasa y uso de residuos).

Dentro del ámbito normativo medioambiental se habla, generalmente de forma muy general y difusa, de los residuos de la actividad forestal. Sin embargo, ni siquiera los residuos forestales son objeto de regulación en su faceta de biomasa, por lo que la carencia de normas en este sentido es casi absoluta.

La normativa forestal, aunque por lo general no hace referencia a las energías renovables, tiene una reglamentación para el aprovechamiento de la madera. No contempla la utilización energética de la madera o sus derivados, pero tampoco la prohíbe, regulando el aprovechamiento de los montes de forma general, sin descender al detalle. Los aprovechamientos (y en concreto los de biomasa) están sometidos a los límites de los intereses de conservación y mejora del monte.

Aunque los residuos forestales, como ya se comentó, no son apenas objeto de regulación en su faceta de fuente de energía renovable, el Reglamento de Montes (Decreto 485/1962) permite el aprovechamiento energético renovable (Artículo 277). Este último y la Disposición Adicional Cuarta de la Ley de Montes, Ley 43/2003, establecen que el Gobierno elaborará, en colaboración con las Comunidades Autónomas, una estrategia para el desarrollo del uso energético de la biomasa forestal residual, de acuerdo con los objetivos indicados en el Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000-2010 (PFER).

La industria de la madera produce multitud de residuos que, convertidos en troncos artificiales, briquetas o pastillas, son utilizados como recursos. Sin embargo, España carece de una normativa que regule la utilización con estos recursos.

Actualmente la superficie forestal sobre la que se realizan prácticas silvícolas representa una mínima parte de los montes que la necesitarían. Además, es muy poca la superficie donde se realiza algún tipo de gestión de los residuos. Es por ello que las estimaciones que se presentan en este estudio provienen de entrevistas con personal de la administración e industria. En cualquier caso se entiende que los porcentajes de tratamiento de residuos están estimados, y que son más representativos para los montes públicos que para los privados. A continuación se presenta la información por Comunidad Autónoma de las actuaciones sobre residuos de naturaleza forestal y silvícola.

## **2. LOS RESIDUOS FORESTALES EN ASTURIAS.**

### **2.1. FUENTES PRINCIPALES.**

En el Principado de Asturias podemos considerar que las fuentes principales de las ramas y follaje son el mantenimiento forestal y de zonas verdes, así como la industria de la madera y asimilables, (Tabla 1), que se obtienen principalmente por las actividades de:

1. Limpieza forestal.
2. Explotación forestal.
3. Industrias de primera y segunda transformación de la madera.
4. Fábricas de papel.
5. Empresas mineras. Minas de carbón.
6. Empresas constructoras.
7. Recogida selectiva de Residuos Sólidos Urbanos.

**Tabla 1: Focos productores de residuos.**

Tipo de Residuo	Destino
<b>A) <u>Aprovechamiento de la biomasa en aserradero</u></b>	
Fuste	Industria del tablero
Corteza	Aplicaciones energéticas Sustratos vegetales
Serrín blanco (procedente de coníferas, eucalipto, o mezcla de ambos)	Fabricación de productos derivados de la madera
Serrín rojo (procedente de frondosas y especies tropicales)	Aplicaciones energéticas
Costeros y leñas	Industria de tableros derivados de la madera, o aplicaciones energéticas
<b>B) <u>Biomasa residual en la industria del tablero y chapa</u></b>	
Corteza	Aplicaciones energéticas
Polvo de lijado	Aplicaciones energéticas
<b>C) <u>Biomasa residual en la industria de la celulosa</u></b>	
Corteza	Aplicaciones energéticas
Lejías negras	
<b>D) <u>Biomasa residual en la industria de segunda transformación</u></b>	
Serrines y virutas	Aplicaciones energéticas Industria de tableros derivados de la madera Cama animal en las explotaciones agropecuarias
Tacos y recortes	Aplicaciones energéticas
<b>E) <u>Biomasa residual en la industria de palets, envases y embalajes</u></b>	
Serrines y virutas	Aplicaciones energéticas Tableros de partículas Cama animal en las explotaciones agropecuarias
Tacos y recortes	Aplicaciones energéticas
<b>F) <u>Residuos de madera urbana</u></b>	
Residuos voluminosos	Aplicaciones energéticas Tableros de partículas

**Fuente: Velázquez, B. (2006)**

## 1. Limpieza forestal.

### *Bosque público.*

Hoy en día, y por lo general, los residuos de biomasa de la limpieza de bosques públicos (ramas) no tienen ningún uso específico. La mejora y el mantenimiento de estos bosques es gestionado por la administración regional, mediante subsidios y estableciendo diversos consorcios con las entidades locales, para evitar los fuegos y las plagas. Sin embargo, la realización de este tipo de actividades depende del presupuesto general asignado cada año y que a veces no es suficiente.

Los residuos se llevan y apilan en tierra. En algunas ocasiones, son almacenados en el vertedero gestionado por el *Consortio para la Gestión de los Residuos Sólidos en Asturias (COGERSA)*.

### *Bosque privado.*

En el bosque privado (55 % de la superficie forestal regional), la limpieza no se realiza de una manera periódica, principalmente porque es muy costosa y totalmente manual debido a su difícil accesibilidad y a la carencia de maquinaria adecuada. Por otra parte, su gestión es muy compleja como consecuencia de la orografía, localización y gran dispersión de la parte principal de las explotaciones.

## 2. Explotación forestal.

Los numerosos residuos procedentes de la explotación forestal (hojas, ramas, etc.), son manipulados por trabajadores expertos que normalmente los apilan sin alterar el sustrato del bosque.

Aunque en algunos casos la madera es transportada con la corteza, hoy en día hay una tendencia a introducir descortezadoras mecánicas del árbol antes del transporte para así reducir el volumen y los costes. Por esta razón, el número de áreas almacén de madera está aumentando y, por tanto, la cantidad de estos residuos que son acumulados sin ningún control.

De la madera talada, la mayor parte es empleada en la fabricación de pasta de papel, en minería y en industrias que no generan residuos o, si lo hacen, los autoconsumen.

## 3. Industrias de primera y segunda transformación de la madera.

Las *Industrias de primera transformación de la madera* (serrerías) tratan anualmente 447.000 m<sup>3</sup>, equivalentes a 357.600 toneladas, incluyendo madera no producida en Asturias, *Plan Básico de Gestión de Residuos en Asturias (PBGRA, 2001)*. Se generan unos residuos del 40 % (15 % serrines, 10 % cortezas y 15 % costeros y recortes), (Altener, 2002).

Las cerca de 100 serrerías regionales producen cantidades importantes de residuos madereros que son utilizados para diversos usos. Las mayores los aprovechan en sus propias calderas para producir vapor para secar la madera, mientras que las otras, los venden para diversas aplicaciones industriales o como combustible para uso doméstico.

Las *Industrias de segunda transformación* (carpinterías, fábricas de muebles, construcción, embalaje...) generan también residuos. La mayoría se utilizan para la producción de energía.

## 4. Fábricas de papel.

La *Empresa Nacional de Celulosas de España (ENCE)* tiene en Asturias una fábrica de papel con una capacidad de producción de 500.000 t/año, que origina diversas clases de

residuos de madera. La mayoría se utilizan durante el proceso de fabricación de la pulpa para la producción de energía y el resto se venden a fabricantes de tablas.

#### **5. Empresas mineras. Minas de carbón.**

Las empresas mineras compran generalmente la madera ya preparada para sus aplicaciones extractivas, con lo que la generación de residuos es muy inferior a la del resto de los procesos considerados en este apartado. La pequeña parte que puede ser recuperada se vende normalmente como leña.

#### **6. Empresas constructoras.**

Los residuos de madera generados por las empresas constructoras, aunque importantes, tienen el inconveniente de tener, por lo general, algunas porciones de cemento y de hierro que hacen difícil su uso final. En este sentido, COGERSA está trabajando en la recuperación de los *Residuos de Construcción y Demolición (RCD)*.

Los RCD en Asturias se vienen gestionando tradicionalmente a través de empresas de contenedores y de excavación. Hasta la elaboración del PBGRA 2001, la eliminación de estos RCD se llevaba a cabo en los más de 30 vertederos censados.

El PBGRA 2001 estima que la producción de RCD en la zona central de Asturias es de unas 0,55 t/(habitante · año), es decir unas 486.750 toneladas anuales para una población de 885.000 habitantes. De esta cantidad, un 70 % procede de demoliciones y el 30 % restante de actividades propias de la construcción. Esta estimación resulta acorde con el Plan nacional de RCD, que considera una horquilla razonable entre 0,45 y 1 t/(habitante · año).

La estrategia del Plan, para garantizar la adecuada gestión de los RCD en Asturias, se fundamenta en el establecimiento de un sistema centralizado de la recogida y posterior traslado a los vertederos autorizados.

Durante 2007, COGERSA gestionó un total de 277.286 t de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), un 4 % menor que el año anterior. Este descenso se debió a la puesta en marcha de nuevos centros de gestión de titularidad privada en la zona central de Asturias. De las 277.286 t de residuos, 167.317 t fueron tratadas en la planta de reciclaje para la clasificación y recuperación de maderas, áridos, chatarras y plásticos y el resto se depositó en vertedero.

La mejora de las labores de selección de la madera respecto de años anteriores, tanto en la planta de reciclaje como en la red de puntos limpios, permitieron recuperar 2.986 toneladas de madera, un 17 % más que en 2006 y casi el doble que en 2005.

#### **7. Recogida selectiva de Residuos Sólidos Urbanos.**

El destino de los *Residuos Sólidos Urbanos (RSU)* son los vertederos. El *Real Decreto 1481/2001*, de 27 de diciembre, define vertedero como una instalación de eliminación de residuos mediante su depósito subterráneo o en la superficie.

COGERSA recibe en sus instalaciones y vertedero de Serín todos los RSU de Asturias y efectúa la recogida selectiva de vidrio, papel-cartón y envases ligeros.

El Plan de futuro de COGERSA asume todas las encomiendas realizadas por la normativa autonómica básica y por el resto del ordenamiento jurídico, nacional y europeo, en materia de gestión de residuos.

En 2007, en la planta de compostaje de COGERSA se trataron 19.183 t de residuos biodegradables (restos de podas y otras labores de mantenimiento de parques y jardines, estiércoles de centros hípicas y mercados de ganado, principalmente).

Los residuos totales con madera recuperados por COGERSA, entre la planta de compostaje y de RCD, ascendieron a 22.169 t. (Tabla 2).

**Tabla 2: Residuos con madera gestionados por COGERSA en Asturias.**

Tipo	Cantidad (t)
Planta de compostaje	19.183
Planta de reciclaje (RCD)	2.986
TOTAL	22.169

Fuente: COGERSA (2008).

## 2.2. PRODUCCIÓN ESTIMADA. PLAN BÁSICO DE GESTIÓN DE REDIDUOS DE ASTURIAS (2001).

Los principales objetivos y actuaciones del *PBGRA 2001* para residuos de biomasa son los que se indican a continuación.

### Objetivos:

- Recuperación y posterior valorización del 75 % de los residuos de serrería.
- Trituración de los residuos "in situ", siempre que sea posible.
- Limitación a 1m de longitud como máximo a los restos de las cortas.
- Aprovechamiento energético de estos residuos.

### Actuaciones:

- Mejora y acondicionamiento de pistas forestales para facilitar el acceso a montes.
- Ayudas para la mejora de la maquinaria y los procedimientos de astillado así como para la incorporación de equipos de compactación mediante prensas para el incremento de la densidad del material para el transporte.
- Ayudas para la adquisición y mejora de equipos de captación de polvos, aspiradores y otros equipos con objeto de facilitar la recogida de serrín y virutas.
- Promoción del uso de los residuos agrícolas y forestales como fuente de energía.

En la Tabla 3 se indican las toneladas al año y procedencia de los residuos brutos estimados por el Plan.

**Tabla 3.: Residuos brutos estimados.**

Origen	Producción (t/año)
Desbroce monte leñoso	1.908.252
Desbroce monte maderable	466.301
Restos de talas	147.510
Residuos de serrerías	143.040
Residuos carpinterías	15.930*

Fuente: Consejería de Industria del Principado Asturias (2001a). \*IDEPA (estimado) (2006). Elaboración propia.

Hay que señalar que la superficie total de monte leñoso (especies arbustivas y árboles de porte achaparrado) y de monte maderable (especies arbóreas) es, en conjunto, de unas 700.000 ha en Asturias. La recuperación de los residuos de estos montes es complicada debido a dificultades de acceso a los montes por falta de pistas, pendientes elevadas, disposición en forma de mosaico con espacios reducidos y dispersos, y las restricciones por razones de propiedad.

### **3. BIOMASA SUMIDERO DE CO<sub>2</sub>.**

La vegetación, a través de los ciclos elementales de la fotosíntesis, absorbe CO<sub>2</sub> del aire para fijarlo en forma de biomasa y libera a la atmósfera oxígeno (O<sub>2</sub>). Este proceso comporta la transformación de la energía solar en energía química. Los bosques, en particular, siguen este ciclo bioquímico (Valero, E., 2004), ya que:

- a) Almacenan carbono en su biomasa (tronco, ramas y raíces) y en el suelo (como aporte orgánico). Su función como sumidero de CO<sub>2</sub> se potencia cuando se favorece su crecimiento y desarrollo.
  - b) Son una fuente de biocombustibles (bioenergía), con carbono previamente absorbido. Además de ser un recurso energético importante, su combustión no comporta un incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, ya que éstas fueron anteriormente fijadas en el proceso de la fotosíntesis..
  - c) Ofrecen productos que, aparte de fijar carbono durante su ciclo de vida, ahorran la energía que requiere la fabricación de otros sustitutos con los que compiten en las aplicaciones de consumo, como pueden ser plásticos, cemento, etc..
- El carbono es fijado en distintas fracciones por absorción del CO<sub>2</sub>, “bioalmacenamiento”, es variable a lo largo del tiempo, (Tabla 4). Asimismo, este carbono puede pasar de unos “almacenes” a otros.

**Tabla 4: Tiempo medio de permanencia del carbono fijado.**

"Almacén"	Fraccion	Ejemplos	Tiempo Medio de Permanencia
<b>Biomasa</b>	Leñosa	Fustes, ramas, ...	de Décadas a Siglos
	No-leñosa	Biomasa Foliar, ...	de Meses a Años
<b>Suelo</b>	Litter	Hojarasca, restos de corta	de Meses a Años
	M.O. Activa	Litter parcialmente descompuesto, carbono en agregados	de Años a Décadas
	M.O. Estable	M.O. Estabilizada por Arcillas Carbono recalcitrante, Turba	de Siglos a Milenios
<b>Productos</b>	Transformados de Madera	Construcción, Muebles, ...	de Décadas a Siglos
	Papel, textil	Paper, carton, fibras textiles	de Meses a Décadas
	desecho	Madera en vertedero	de Meses a Décadas
	biocombustible	Leña, restos de corta, subproductos	de Semanas a Meses

Fuente: E. Valero (2004). Foro de lo Bosques y Cambio Climático (2008).

#### 4. CONCLUSIONES.

Las principales actuaciones que pueden ponerse en práctica a la hora de incrementar la fijación de carbono, gestionar los residuos y evitar nuevas emisiones son las siguientes:

##### 1) Incremento de la superficie forestal.

La forestación de terrenos supone un incremento de la capacidad de fijación del ecosistema en el que se actúa. La acumulación de carbono se puede producir tanto en la biomasa de la repoblación como en la mejora del suelo soporte.

Hay que señalar que las actuaciones a realizar en este sentido deben ser adecuadas a la estación así como considerar las características previas del estado del medio como son la vegetación y el suelo existente, si no se podría perder parte del carbono previamente fijado. Así, por ejemplo, una actuación que comporte el enterramiento de restos de la vegetación dará lugar a procesos de formación de metano por degradación anaerobia de los compuestos orgánicos.

##### 2) Actividades silvícolas y gestión forestal.

Las actividades relacionadas con la silvicultura y la gestión forestal (clareos, claras, podas, fertilizaciones, etc.) que supongan una regeneración, mejora de la vitalidad y el vigor vegetativo en las masas forestales, cuando no afecten de manera sensible a los suelos, llevarán aparejado un aumento de la fijación de carbono. La realización de estos trabajos es primordial, pues las masas jóvenes poseen una mayor capacidad de crecimiento que las masas maduras, e incluso, fisiológicamente, puede darse el caso de que en masas sobremaduras la respiración sea mayor que la capacidad de fijación de carbono. (Valero, E., 2004).

Del mismo modo, una correcta ordenación, que articule la silvicultura en el tiempo y en el espacio, de modo que se alcancen los principios de **persistencia, multifuncionalidad y máximo de utilidades**, debe ser factores clave para desarrollar el potencial de una determinada masa forestal y concretamente de su capacidad de absorción del CO<sub>2</sub>.

Finalmente tenemos que las labores de prevención de incendios suponen una mejora sustantiva en el “efecto sumidero” a la vez que impiden que parte del carbono fijado en los bosques sea devuelto a la atmósfera por combustión.

### **3) Explotación forestal. Extracciones (talas) y productos derivados.**

Los aprovechamientos y la transformación de la madera son indicativos del importante papel de los sumideros forestales.

Es de destacar la notable cantidad de carbono que permanece secuestrado en productos procedentes de la extracción maderera de los bosques (talas). En Alemania, se estimó que el carbono fijado en los productos de madera en uso: muebles, estructuras, marcos, etc. era de 335 Mt, cantidad que equivale en torno a un tercio de la biomasa aérea actual de los bosques del país, (Fruehwald, A. et al., 1994).

Estos valores aumentan si al final del ciclo de vida de aquellos productos se procede a su *reutilización y reciclaje*.

### **4) Sustitución de combustibles fósiles.**

La sustitución de los combustibles fósiles por la biomasa comporta una reducción importante de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera por la razón ya indicada en el punto de este apartado. (Paredes, J.P. y Xiberta, J., 2007). Es de especial interés, por tanto, la valorización energética de la biomasa o madera no reciclable ni apta para la fabricación de productos de consumo.

## **5. BIBLIOGRAFÍA.**

**Altener. 2002.** Joint Opportunities for European Biomass. Asturias Region. European Commission. Xiberta, J.. Departamento de Energía. Universidad de Oviedo. España. Contract nº. 4. 1030/Z/01-079/2001.

**COGERSA. 2008.** *Consortio para la Gestión de los Residuos Sólidos en Asturias.* Informes anuales desde 2004. Asturias. España.

**Consejería de Medio Ambiente. 2001.** *Plan Básico de Gestión de Residuos en Asturias (PBGRA).* Informe. Asturias. España.

**FAO. 1985.** Food and Agriculture Organization of the United Nations Madera para producir energía. ed. Informe sobre cuestiones forestales. FAO. Roma. Italia.

**Foro Bosques y Cambio Climático. 2008.** Los bosques como sumideros de carbono. Ministerio de Medio Ambiente. Informe. Madrid. España.

**Fruehwald, A., et al.. 1994.** Holz - ein Rohstoff der Zukunft, nachhaltig verfuegbar und umweltgerecht, Informationsdienst Holz, Deutsche Gesellschaft fuer Holzforschung e. V. – Muenchen. (Germany). (Abstract en inglés)

**Marcos, F. y Camps, M.. 2002.** Biocombustibles Sólidos Densificados. Ed. Mundi-prensa. Madrid. España.

**Marcos, F. y Núñez, M.. 2006.** Biomasa forestal: fuente energética. *Energética XXI IV(52): 80-85.*

**Pacheco, A.. 1999.** Estudio Técnico-Económico de la fabricación de pellets de aserrín. Tesis Ing. Forestal. Universidad de Talca. Escuela de Ciencias Forestales. Talca. Chile.

**Paredes, J. P. y Xiberta, J.. 2007.** Aprovechamiento Potencial de Residuos Forestales y de la Industria de la Madera en Asturias con la Tecnología Actualmente Disponible. Proyecto de Investigación. Universidad de Oviedo. España.

**Valero, E.. 2004.** El Ciclo del Carbono en el Sector Forestal. Los bosques como sumideros de carbono: una necesidad para cumplir con el Protocolo de Kioto. Informe. Grupo de Investigación AF-4. Universidad de Vigo. España.

**Velázquez Martí, B.. 2006.** Aprovechamiento de los residuos forestales para uso energético. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. España. España.