

VIABILIDAD DE LOS RECURSOS DE LOS MONTES DE LA SIERRA RIOJANA PARA SU APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO SOSTENIBLE EN VINIEGRA DE ABAJO

Luis M. López-Ochoa

Jesús Las-Heras-Casas

César García-Lozano

*Universidad de La Rioja. ETSII de Logroño. Grupo de Investigación GI-TENECO.
Departamento de Ingeniería Mecánica. C/ Luis de Ulloa, 20. 26004 Logroño (La Rioja)*

José Francisco Muñoz Villalba

IDOM. Polígono Industrial Argualas. C/ Argualas, nº 3. 50012 Zaragoza

Abstract

The exploitation of forest resources boasts many benefits. For example, these resources are collected during the months of greatest energy demand and the least amount of solar energy (October to February), effectively decreasing the need for storage considerably.

Once the resources have been cut, dried and crushed, they are relatively easy to handle and store, which allows for industrial use as well. These resources also represent a good source of fuel, with an average caloric value of 4,600 kcal/kg and 15% humidity.

The particular climate of this region fosters a relatively uniform and elevated tree growth over time, generating a forest regeneration coefficient of approximately 2 tons per hectare and year in the middle and high mountain areas, with 35% humidity, and 1.5 tons per hectare and year for heather and brush, with 35% humidity.

Oak trees are abundant (70.5%), as well as pine, holm, beech, heather and broom, for an annual average of 2,600 t/year, over three times the amount of biomass necessary for this town's energy needs.

Therefore, the forest resources constitute a sustainable resource and promote economic activity in this mountainous region.

Keywords: *Sustainability; forest biomass; autochthonous resources; activity*

Resumen

El aprovechamiento de los recursos forestales tiene muchas ventajas, produciéndose los mismos en los meses de mayor demanda térmica y menor disponibilidad de apoyo solar (de octubre a febrero), lo que disminuye de forma considerable la necesidad de almacenamiento.

Las características climáticas de la zona hacen que el crecimiento de los árboles, principalmente robles, sea bastante elevado y uniforme a lo largo de los años, obteniéndose biomasa con un 35 % de humedad, con unos coeficientes de regeneración de bosques de aproximadamente 2 t/ha-año para monte alto y medio y 1,5 t/ha-año para brezos y matorrales.

Una vez realizado el inventario de la biomasa disponible y estudiada su composición media se comprueba que se dispone de más de 2.600 t/año, con un poder calorífico inferior de algo más de 5.368 kWh/t, considerando una humedad del 15 %, que es la máxima recomendada para su introducción en la caldera, una vez haya sido pretratada.

Esto hace posible la existencia de un recurso sostenible y el mantenimiento de una actividad en la zona de la sierra, disponiendo más de tres veces la biomasa necesaria para el aprovechamiento térmico directo en la localidad, calculado en su día.

Palabras clave: *Sostenibilidad; biomasa forestal; recursos autóctonos; actividad*

1. Introducción

La biomasa es una fuente renovable de energía y como tal posibilita la independencia energética del usuario, región o país, respecto a los productores extranjeros de combustibles fósiles, y su uso no contribuye al calentamiento global. De hecho, produce una reducción los niveles atmosféricos del dióxido de carbono, como actúa como recipiente y el carbón del suelo puede aumentar.

Al contrario de la energía extraída de los combustibles fósiles la energía derivada de la biomasa es renovable indefinidamente (López-González, 2009 y 2010).

Además, a diferencia de las energías eólica y solar, la de biomasa es fácil de almacenar (por lo menos a escala humana). En cambio se requieren grandes volúmenes de combustibles, lo que hace su transporte oneroso y constituye un argumento a favor de una utilización local y sobre todo rural.

Los combustibles de biomasa tienen un contenido insignificante de azufre y por lo tanto no contribuyen a las emisiones de dióxido de azufre que causan la lluvia ácida. La combustión de la biomasa produce generalmente menos ceniza que la combustión del carbón, y la ceniza producida se puede utilizar como complemento del suelo en granjas para reciclar compuestos tales como fósforo y potasio.

Además, y teniendo en cuenta la actual situación económica es de destacar que sea la única energía renovable que genera puestos de trabajo en toda su cadena de valor: producción de residuos, recogida, transporte, transformación, revalorización, instalación, ahorro final al cliente, etc.

Por otra parte, es la energía renovable menos desarrollada en España, aun presentando una posibilidad exponencial de explotación. Sin embargo, en la Naturaleza, la biomasa tiene relativamente baja densidad de energía y su transporte aumenta los costes y reduce la producción energética neta. La biomasa tiene una densidad a granel baja (son necesarios grandes volúmenes en comparación con los combustibles fósiles) lo que hace su transporte y administración difíciles y costosos.

Los avances más representativos en este aspecto han sido el desarrollo de biocombustibles modernos como los pellets (hechos con serrín, astillas molturadas u otros residuos, comprimidos y normalizados como combustible), la mayor calidad de las astillas de madera (pequeños trozos de madera que pueden ser muy diferentes según origen, tamaño de partícula, humedad etc.) o la utilización de residuos agroindustriales con alto poder calorífico. Comparados con las astillas de madera, los pellets tienen una densidad energética mayor y necesitan menos volumen de almacenamiento pero, no obstante, su precio es más alto.

Otros recursos, con alto poder calorífico y relativamente baratos, son los residuos forestales, agrícolas y agroalimentarios que están ampliamente extendidos en nuestro país.

Cada año, una hectárea de bosque o de cultivo puede producir entre 8.000 y 40.000 kWh de energía térmica útil, suficiente para una vivienda unifamiliar o similar.

En Europa la biomasa es un recurso abundante. La fuente de suministro será distinta dependiendo de la comunidad: Leñas o restos de claras en montes locales, de limpieza de cunetas en carreteras o de parques, residuos de serrerías, de empresas de la construcción o de carpinterías y también residuos de cultivos agrícolas o de producción de alimentos como la cáscara de almendra o nuez, el hueso de aceituna o los orujillos (Sala-Lizarraga, 2002).

El tratamiento de los residuos, en general, es una actividad con elevado coste. Las Administraciones, las empresas, los particulares, etc. no han llevado a cabo esta labor con eficacia, bien por falta de una legislación adecuada, por carencia de medios económicos e incluso por malas prácticas anteriores.

Un posible aprovechamiento de los residuos con fines energéticos en los lugares en que se producen presenta bastantes ventajas, algunas de las cuales se enumeran a continuación:

- a) Los residuos forman parte de un tipo de biomasa que ya existe, lo que significa que no hay que producirla. Se trata, además, de evitar los problemas de la eliminación que suelen ser graves y costosos.
- b) En muchos casos, la biomasa residual está concentrada en lugares determinados por lo que, si se utiliza cerca del sitio de acumulación, genera unos costes de transporte muy reducidos.
- c) La utilización de los residuos para producir energía presenta como sistema de eliminación unas ventajas de carácter ambiental, como son una considerable reducción de su volumen, eliminación de plagas, incendios forestales y olores, mejora del paisaje y reducción de la contaminación del aire, agua y suelo.
- d) Algunos métodos de aprovechamiento de la biomasa residual presentan la ventaja adicional de generar productos ricos en nutrientes y, por tanto, susceptibles de ser utilizables como fertilizantes para fines agrícolas, lo que supone un ahorro en el consumo de energía, materias primas y divisas.

En general, se pueden definir los residuos como aquellos materiales generados en las actividades de producción, transformación y consumo que no han alcanzado, en el contexto en que son producidos, ningún valor económico.

Se siguen varios criterios para clasificar los distintos tipos de residuos, entre los que cabe destacar la naturaleza de su origen (agrícolas, forestales, industriales, urbanos), o los tipos de materiales que los constituyen (orgánicos, plásticos, metálicos, etc.).

2. Planteamiento del trabajo

El objetivo del estudio de la biomasa es inventariar los recursos naturales disponibles en el municipio y/o municipios cercanos, para así poder tener información para seleccionar la fuente de energía más apropiada con el propósito de obtener la energía térmica necesaria para cubrir la demanda existente.

Para ello, se ha llevado a cabo un estudio detallado de las fuentes de biomasa presentes y se ha determinado posteriormente cuál de todas ellas cumple en mayor medida con los requisitos de diseño planteados para nuestra instalación.

3. Estudio de la biomasa aprovechable en el municipio de Viniegra de Abajo

3.1 Análisis de los recursos forestales

Teniendo en cuenta que en la zona no hay explotaciones agrícolas, salvo aquellas destinadas a consumo propio como pequeñas huertas y terrenos levemente cultivados, y tampoco hay una actividad ganadera suficiente como para que los residuos generados por ésta sean capaces de abastecer las necesidades requeridas, es obvio que la demanda de energía térmica habrá de ser satisfecha mediante el aprovechamiento de los recursos forestales que nos ofrece la zona y que son viables, abundantes y adecuados para nuestros fines (Martínez-Martínez, 2012).

El propósito de este apartado es analizar los recursos biomásicos procedentes del aprovechamiento forestal. Guiándonos por el mapa forestal de La Rioja vemos que en el término municipal de Viniegra de Abajo podemos encontrar, como recursos naturales aprovechables para la generación de energía térmica, bosques de hayas, pinos, robles y encinas, leñas todas ellas que cumplen además con la condición de tener unos poderes caloríficos elevados y muy uniformes entre sí. Además, encontramos amplias extensiones de matorral y en el municipio se dispone de amplios espacios ribereños para la plantación de chopos.

De acuerdo a lo descrito se deduce que en la zona objeto del estudio las biomásas predominantes son los residuos forestales y la biomasa de matorral, que, debido al potencial peligro de incendio de las masas arbóreas existentes así como a la explotación ganadera de años atrás que está actualmente muy debilitada, está en una fase de expansión frente al retroceso de aquellas. Según el Gobierno de La Rioja el riesgo de incendios oscila entre moderado y alto debido a la presencia de grandes zonas de matorral y bosque no gestionadas.

Una gestión controlada de la utilización de los recursos de biomasa existentes permitiría el descenso de las cifras actuales de riesgo de incendios y podría, así, constituir una alternativa para la conservación y mejora del medioambiente a la vez que una posibilidad importante de generación de empleo y de recursos energéticos propios en el municipio.

De este modo tenemos la siguiente tabla 1 con los Poderes Caloríficos Inferiores (PCI) de cada uno de estos recursos forestales.

Tabla 1: Poder Calorífico Inferior (PCI) de los recursos forestales presentes en Viniegra de Abajo.

Recurso	Poder calorífico con el 15 % de humedad (kcal/kg)	Poder calorífico con el 15 % de humedad (kWh/t)
Haya	4.605	5.355,87
Roble	4.619	5.372,15
Encina	4.548	5.289,58
Pino	4.557	5.300,04
Brezo y Escobonal	4.675	5.437,28

Observamos la distribución de los bosques del municipio según un extracto del mapa de bosques de La Rioja que presentamos en la figura 1.

Figura 1: Reparto de superficies boscosas en el municipio de Viniegra de Abajo.



En este caso, más del 80 % de las zonas aptas para la recogida de residuos biomásicos se encuentran en pendientes con más de un 20 % de inclinación, por lo que será necesario habilitar zonas de astillado y empacado a pie de monte para reducir los costes del transporte que supondría llevar la materia prima sin pre-tratar hasta la propia planta.

3.2 Ventajas de la biomasa forestal

El aprovechamiento de los recursos forestales de la zona, aparte de la abundancia y cercanía en la zona que vamos a tratar, tiene las siguientes ventajas potenciales para su explotación (Tolosa-Esteban, 2009).

- Estos residuos biomásicos se obtienen preferentemente en los meses de mayor demanda térmica y menor disponibilidad de apoyo solar: octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero; lo que disminuye de forma considerable la necesidad de almacenamiento.
- Una vez troceados, secados y triturados, son relativamente fáciles de manipular y almacenar, lo que posibilita su utilización industrial.
- El sistema necesario para su secado es bastante sencillo, lo que evita costes adicionales en su preparación.
- Su poder calorífico es bastante elevado, con una media de unas 4.600 kcal/kg para una humedad del 15 %, que es la máxima recomendada para su combustión.
- Las características climáticas de la zona hacen que el crecimiento de los árboles en la zona sea bastante elevado y uniforme a lo largo de los años, obteniéndose unos coeficientes de regeneración de los bosques de aproximadamente 2 toneladas por hectárea y año para monte alto con humedad media del 35 % y 1,5 toneladas por hectárea y año para brezos y matorrales con la misma humedad.

3.3 Cálculo de la energía total disponible proveniente de la biomasa forestal

Consideraremos sólo aquellos bosques y matorrales presentes dentro del término municipal de la localidad en cuestión. No abarcaremos municipios aledaños puesto que ello podría suponer un alza de los costes finales de materia prima que disminuirían la viabilidad económica del proyecto. Las necesidades así lo permiten. Además, dado que la instalación tendrá carácter municipal y uno de los objetivos del presente proyecto es lograr un desarrollo sostenible de la economía local, la fuente de energía deberá proceder de forma preferencial del propio municipio (Sala-Lizarraga, 2002).

Basándonos en los coeficientes de regeneración de los bosques mencionados, del Mapa de Bosques de la Rioja, en el SIGPAC (Visor SIGPAC, 2012) y en la observación "in situ" de los bosques de la zona, se han determinado las extensiones de bosque o matorral aprovechables y accesibles para maquinaria de recogida de biomasa, como se presentan en la tabla 2 (DGCONA 1998 y 2007).

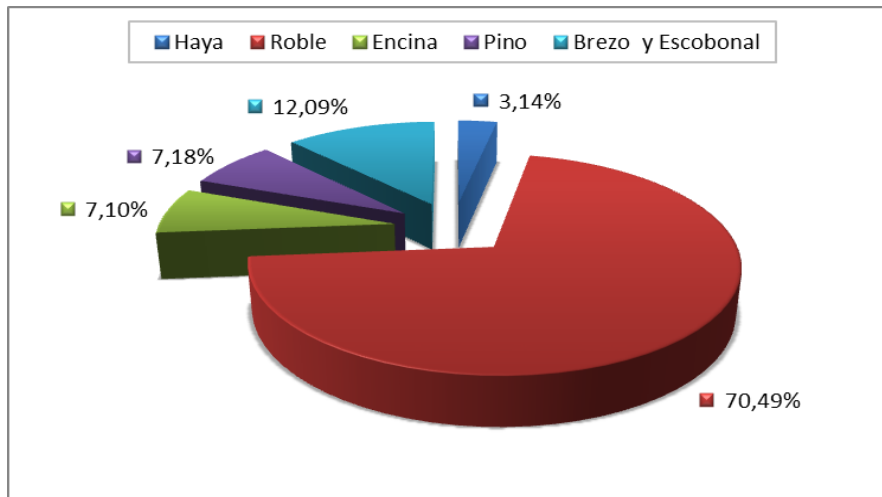
Tabla 2: Biomasa anual disponible de forma viable y permanente.

Recurso	t/ha-año	ha	t/año
Haya	2	42	84
Roble	2	939	1.878
Encina	2	96	192
Pino	2	97	194
Brezo y Escobonal	1,5	212	318
TOTAL		1.386	2.666

De la misma forma se ha obtenido la composición media de los bosques y matorrales, en las proporciones que se presentan en la figura 2, comprobándose que los robles son los más

abundantes, con un 70,49 %, seguido de brezos y escobonales (12,09 %), pinos (7,18 %), encinas (7,10 %), quedando un 3,14 % para el resto.

Figura 2: Distribución media, en %, de los recursos forestales de Viniegra de Abajo.



Considerando ambos factores, así como los poderes caloríficos inferiores de cada tipo de biomasa, se han realizado los cálculos correspondientes dando los resultados mostrados en la tabla 3, que está basada en las tablas 1 y 2 y en la figura 2, anteriores.

Tabla 3: Energía anual disponible de forma viable y permanente, con la biomasa pretratada (15 % de humedad, como máximo).

Recurso	Porcentaje del recurso	Poder calorífico con el 15% de humedad (kWh/t)	t/ha-año	ha	t/año	MWh/año
Haya	3,14 %	5.355,87	2	42	84	449,89
Roble	70,49 %	5.372,15	2	939	1.878	10.088,90
Encina	7,10 %	5.289,58	2	96	192	1.015,60
Pino	7,18 %	5.300,04	2	97	194	1.028,21
Brezo y Escobonal	12,09 %	5.437,28	1,5	212	318	1.729,06
MEDIA	100,00 %	5.368,47	TOTAL	1.386	2.666	14.311,66

Por tanto, la energía anual disponible de forma viable, permanente y sostenible es de unos 14,31 GWh/año, con algo menos de 2,67 kt/año.

4. Biomasa necesaria para una solución térmica de distrito

En su día se calcularon las necesidades térmicas de la localidad de Viniegra de Abajo (La Rioja), dando como resultado 2.688,76 MWh de energía térmica al año (Martínez-Martínez, 2012).

Como hemos calculado anteriormente, el poder calorífico inferior medio garantizado es de 5.368,47 kWh/t. Por tanto, para satisfacer las necesidades térmicas necesarias (2.688,76 MWh/año) se necesitan 500,84 toneladas al año de biomasa pretratada, con una humedad máxima del 15 %.

En el caso de que la biomasa pretratada esté más seca de lo considerado (humedad menor del 15 %), los resultados serían mejores. No obstante, considerar un 15 % de humedad está en el lado de la seguridad de los cálculos y del suministro efectivo a la caldera.

Si tenemos en cuenta la pérdida de agua en el proceso de secado, las pérdidas de biomasa en astillado, carga y transporte y la biomasa que se desecha por su mala calidad o difícil pre-tratamiento, obtendremos unas necesidades de biomasa forestal en bruto de unas 850 toneladas anuales, que es la tercera parte de las disponibles.

Todo ello significa que podemos exportar fuera de la localidad los recursos, si bien su aprovechamiento puede ser térmico directo, generación energética y/o fabricación de pellets, por ejemplo, entre otros (Sala-Lizarraga, 2002).

De la misma forma, el aprovechamiento térmico concreto de la biomasa en el municipio mediante la calefacción de distrito se sale del alcance de la presente ponencia (López-Ochoa, 2011).

5. Conclusiones

Las instalaciones de biomasa conllevan unos ahorros importantes en su explotación para el usuario, con márgenes habituales medios entre el 30 % y el 60 %. En el caso de las inversiones iniciales los márgenes en su contra pueden estar entre el 30 % y el 45 %.

Los márgenes anteriores varían, en más y/o en menos, según las circunstancias, localizaciones, sistemas, precios, políticas energética y fiscal, etc.

La biomasa es la única energía que garantiza el nivel máximo energético de clasificación (A), al contar con emisiones cero de CO₂, como combustible.

Hay unos problemas de formación de los profesionales, en general, y de los propios usuarios que deben resolverse y que son la condición primera para el desarrollo de la biomasa.

La biomasa, en un contexto de la planificación integral del territorio, es una solución perfectamente válida y con una rentabilidad muy elevada, consiguiendo en muchos casos un re-equilibrio regional y una forma de conservar el patrimonio de bosques y su cultura de conservación milenaria.

Desde el punto de vista de los sistemas térmicos está claro que las instalaciones deben ser colectivas, mejor que individuales, si bien dada la idiosincrasia española será necesaria una labor de formación muy intensa y continua para poder conseguir que la eficiencia y las ventajas de las instalaciones colectivas se imponga progresivamente en los edificios de viviendas y en los núcleos con recursos autóctonos más que suficientes.

En relación a los costes de los combustibles, es preciso que haya un mercado claro, libre y competitivo, de forma que haya una progresión adecuada de los mismos y una transparencia. Por otra parte, hay muchas posibilidades de aprovechamientos locales, con residuos que siendo el problema existente se conviertan en la solución: materia prima para las calderas de la biomasa.

Desde el punto de vista operativo se necesitan calderas de alto rendimiento, estéticamente logradas, con sistemas de alimentación y auxiliares perfectamente organizados y

clasificados, con sistemas de almacenamiento apropiados y sistemas de alimentación a las calderas modernos y de alta gama.

El uso térmico, individual o colectivo, puede completarse con la generación eléctrica a través de la biomasa, existiendo también muchas posibilidades, si bien presenta una problemática específica no siempre salvable.

Ha disponibles soluciones perfectamente válidas, técnicas y económicas, que pueden fomentar el uso de la biomasa, dependiendo del lugar y del entorno. Independientemente de todo, es preciso innovar y planificar integralmente el territorio.

En la actualidad, en La Rioja hay una serie de iniciativas públicas y privadas muy interesantes, que son viables y mejoran la calidad de vida de los usuarios y del entorno natural, con biomasa forestal y agrícola.

Por otra parte, se pretende una mejora global desarrollando soluciones generales, tipo calefacción de distrito, aunque estas iniciativas van más lentas de lo esperado.

En el caso de Viniegra de Abajo los recursos biomásicos disponibles son viables, sostenibles y abundantes

Se precisan anualmente unas 850 t/año para su aprovechamiento inmediato térmico, si bien se disponen de 2.666 t/año, lo que significa que se tienen recursos en proporción mayor de 3 a 1, lo que nos da un margen amplio para poder exportar a terceras localidades, por un lado, o añadir otro tipo de aprovechamiento energético, si así se considera en el momento en que su viabilidad sea adecuada, como puede ser la generación eléctrica.

6. Agradecimientos

Tanto el Grupo de Investigación GI-TENECO como los autores agradecen a todas las autoridades y vecinos, en general, de Viniegra de Abajo (La Rioja) el apoyo constante en todo lo relacionado con las posibles mejoras de la localidad y el estudio de los recursos naturales de la zona, en la búsqueda de la sostenibilidad.

En este agradecimiento colectivo destaca nuestro buen amigo el Ingeniero David Martínez Martínez, dándose la circunstancia de que él y su familia proceden de la localidad.

7. Referencias

DGCONA. "IFN-2 Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1996." Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 1998.

DGCONA. "IFN-3 Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2006: La Rioja." Ministerio de Medio Ambiente. España, 2007.

López-González, Luis M. y López-Ochoa, Luis M. "El Sector de la Construcción en La Rioja: La estrategia de la innovación", Grupo de Termodinámica Aplicada, Energía y Construcción (GI-TENECO), Logroño, 2009 (acceso restringido).

López-González, Luis M. y López-Ochoa, Luis M. "El Sector de la Construcción en España: La estrategia de la innovación", Grupo de Termodinámica Aplicada, Energía y Construcción (GI-TENECO), Logroño, 2010 (acceso restringido).

López-Ochoa, Luis M., García-Lozano, C., Juárez-Castelló, Manuel C., y Doménech-Subirán, J. "Soluciones generales en situaciones especiales para edificios de viviendas mediante el empleo de calderas de biomasa de forma competitiva", XV

Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, páginas 1446-1462, Huesca, 2011.

Martínez-Martínez, D., López-González, Luis M. y López-Ochoa, Luis M. "Instalación central de calefacción y agua caliente sanitaria en Viniegra de Abajo (La Rioja) empleando energías renovables", Universidad de La Rioja, Logroño, 2012.

Sala-Lizarraga, José M. y López-González, Luis M. "Plantas de valorización energética de la biomasa", Editorial Ochoa, Logroño, 2002.

Tolosada-Esteban, E. "Manual Técnico para el aprovechamiento y elaboración de biomasa forestal", Editorial Mundi-Prensa Libros, Madrid, 2009.

Visor SIGPAC, <http://sigpac.larioja.org/visor>. Disponible 25/03/2012.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Luis María López Ochoa
Universidad de La Rioja
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Departamento de Ingeniería Mecánica
Grupo de Termodinámica Aplicada, Energía y Construcción (GI-TENECO)
C/ Luis de Ulloa, 20. 26004 Logroño (La Rioja)
Phone: +34 941 299 526, + 34 618 516609
Fax: + 34 941 299 794
E-mail: luis-maria.lopezo@unirioja.es
URL: <http://www.unirioja.es>