

UTILIZACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS FORESTALES EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

GARCÍA BENEDICTO, L.; FERNÁNDEZ LÓPEZ, C.; LÓPEZ FREIRE, P.; MARCOS MARTÍN, P.

E.T.S.I. DE MONTES Y E.U.I.T. FORESTAL. CDAD. UNIVERSITARIA S.N. 28040 MADRID.

RESUMEN

En esta comunicación se discuten los usos de los diferentes biocombustibles sólidos forestales como fuente de energía eléctrica. Las tecnologías contempladas en el estudio son: Combustión en parrilla + turbina de vapor, combustión en lecho fluido + turbina de vapor, combustión en cogeneración, gasificación clásica + motor de gas, gasificación más moderna (lecho fluido) + motor de gas, ciclo combinado (IGCC). En cada tecnología se considera: consumo de biomasa (kg. de astilla/kWh), rendimiento, costes de inversión (millones de pta/kW), tiempo de vida útil de la planta (años), precio final de la energía eléctrica producida (pta/kWh).

P.C.: Biomasa, Generación eléctrica, Energías renovables, Combustión.

SUMMARY

Comparison between the different uses of forestry biomass to produce power. The technologies described in this study are: Combustion chamber with rotating grate + steam turbine, fluidised bed boilers + steam turbine, combined heat and power, gasifier + diesel engine, fluidised bed gasifier + diesel engine, integrated gasification combined cycle (IGCC). For each technology we study: Biomass consumption (kg. of chips/kWh), efficiency, capital cost (millions of pta/kW), operation life (months), total cost of the kwh produced (pta/kWh).

K.W.: Biomass, Power generation, Renewable energies, Combustion.

INTRODUCCIÓN.

Al hablar de la energía no sólo conviene indicar la cantidad de energía si no también la forma en la que ésta se presenta. Se consideran energías de calidad los combustibles y la energía eléctrica. Dentro de los combustibles la energía de más calidad son los combustibles líquidos.

La energía eléctrica presenta tres grandes ventajas (Marcos, 1996):

- No contamina en el lugar de su uso.
- Se transporta rápidamente.
- Se dispone de una tecnología rápida, muy amplia y fiable para su conversión y aprovechamiento en otras formas de energía.

Esto hace que sea interesante obtener a partir de la biomasa, que es un combustible renovable, energía eléctrica. Para realizar esta conversión energética se pueden utilizar, entre otros, los siguientes métodos:

- combustión de biocombustible sólido en parrilla fija, en parrilla móvil o en lecho fluidizado.
- combustión de biocombustible líquido.
- combustión de un biocombustible gaseoso.
- gasificación de un combustible sólido usando estos gases para producir energía eléctrica.

Para estudiar su rentabilidad como combustible debe compararse el precio en pta/kcal entre la biomasa y otros combustibles. En general podemos afirmar que si se consigue comprar un kg de astillas al 25% de humedad en base seca a 4 pta (puesto en el parque de la central térmica), en la actualidad (febrero de 1997) es rentable producir energía eléctrica con astillas de madera.

La biomasa en general, como energía renovable supone el uso de una nueva tecnología, estando sus recursos distribuidos no uniformemente. Esto hace que sea poco atractiva para el sector eléctrico, aún más si tenemos en cuenta la necesidad de un contacto directo con una multitud de propietarios distintos donde se distribuye este recurso. Dentro de la biomasa, se encuentran los residuos sólidos urbanos, RSU, (Muchos expertos los clasifican como un tipo de energía renovable distinta de la biomasa) los cuales no adolecen de los problemas que acabamos de citar si consideramos su generación en grandes ciudades. Esto supone un punto muy importante frente a la biomasa pues manteniendo muchos de sus beneficios para la producción de energía eléctrica, los RSU no tienen los problemas más importantes de la biomasa frente a las empresas del sector eléctrico.

Este tipo de energía es cada día más necesario si se considera como un recurso autóctono que supone a su vez una mejora evitando incendios, plagas y depurando residuos urbanos. Otro hecho particular de la biomasa es, que su aprovechamiento en centrales térmicas la hace más parecida al actual sistema de generación de electricidad disminuyendo problemas de calidad y seguridad del suministro, que pueden darse en otras energías renovables. En las grandes ciudades existen sistemas de gestión de los RSU muy desarrollados que disminuyen el precio del kWh producido. Para mejorar los precios de este tratamiento existe la posibilidad de cogeneración así como la venta de subproductos debidos al reciclaje y recuperación (vidrio, aluminio, papel, compost, etc...). Todo esto da lugar a unos beneficios sociales y medioambientales (Tabla 1) que la colocan como una opción a desear en el nuevo marco energético de nuestro país, y de la Unión Europea.

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON BIOMASA PROCEDENTE DE PLANTACIONES.

Las plantaciones energéticas para generación eléctrica en España pueden ser de dos tipos:

- Agrícolas. Son los llamados "complejos o plantaciones agroeléctricas". La especie más estudiada ha sido el cardo (*Cynara cardunculus*).

- Forestales. Las plantaciones forestales energéticas, o de turnos muy cortos ya que las especies empleadas suelen ser de la familia de las Salicaceas, es decir, chopos y sauces. Los chopos, especialmente clones seleccionados hibridados, producen grandes cantidades de biomasa. Dentro de las coníferas utilizadas en la repoblación, las mayores posibilidades corresponden al pino insigne (*Pinus radiata* D. Don) con 8-10 m³/Ha-año, con turnos de 30-40 años; y al pino rodeno (*Pinus pinaster* Sol.) con 8 m³/Ha-año (turnos de 80-100 años).

La extracción de la biomasa en estas plantaciones es más económica que la de residuos de monte, pues la corta se realiza a hecho aprovechando toda la biomasa existente. La maquinaria existente en el mercado para este tipo de aprovechamientos, consigue altos rendimientos.

En la tabla 2 se muestra la superficie necesaria para generar energía eléctrica con este tipo de plantaciones según la potencia instalada. Así mismo se puede comprobar el radio de la superficie circular equivalente. Este es un punto muy importante dado que la biomasa tiene unos costes de transporte elevados y por tanto es un punto que siempre debe considerarse.

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON BIOMASA RESIDUAL.

La biomasa residual puede producirse en el monte o en las industrias agrícolas, forestales y ganaderas. La biomasa de las industrias forestales se han utilizado y utilizan en todo el mundo para generar calor y electricidad debido a su escaso coste (para el dueño de la industria son un "residuo") y sus buenas características en la combustión.

Para estudiar la viabilidad de una central térmica a partir de biomasa residual deben estudiarse los parámetros económicos clásicos de toda inversión:

- Valor actualizado Neto (VAN).
- Tasa interna de retorno (TIR).
- Tiempo de retorno de la inversión o pay-back.

Pero estos estudios económicos no deben ser los únicos que deben emplearse ya que ha de considerarse los costes de eliminación de residuos, que si no se realiza la central pueden resultar costosos y peligrosos para las empresas. Este es el caso de las empresas del sector de la madera, donde los residuos (serrines, astillas, ...) no pueden ser almacenados cerca de las fábricas pues presentan graves problemas de autoignición. La generación de energía eléctrica convierte al residuo en un recurso y aunque no sea tan rentable como adquirir energía a la red eléctrica puede resultar más conveniente por los costes evitados.

El aprovechamiento energético se puede traducir en uno o varios de los siguientes vectores: agua caliente, vapor y energía eléctrica. Para posibilitar una aplicación térmica es necesario que en las proximidades existan usuarios para la misma (empresa o núcleos urbanos).

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN.

Las vías principales mediante las cuales puede obtenerse electricidad de la biomasa son (García y Marcos, 1997):

- a) Digestión anaerobia de productos residuales líquidos o sólidos donde el biogás obtenido se quema en un motogenerador con un rendimiento energético entre el 20 y el 35 %.
- b) Procesos termoquímicos de biomasa secas, acoplados a sistemas tales como turbinas o motogeneradores. En estos, los rendimientos obtenidos varían entre el 65 - 95 % de la combustión, el 30 al 90 % de la pirólisis y el 65 al 75 % de la gasificación (Antolín, 1995).

Las barreras existentes hoy en los diferentes procesos y etapas de la transformación termoquímica de la biomasa se detallan en la tabla 3.

En la presente comunicación nos referiremos únicamente a proceso de combustión y gasificación, centrándonos en los siguientes casos:

- Combustión en parrilla + turbina de vapor
- Combustión en lecho fluido + turbina de vapor.
- Combustión en cogeneración.
- Gasificación clásica + motor de gas.
- Gasificación más moderna (lecho fluido) + motor de gas
- Ciclo combinado (IGCC).

En la tabla 4, se analizan y comparan las diferentes tecnologías de obtención de energía eléctrica a partir de astillas forestales. En cada tecnología se considera: Consumo de biomasa

(kg. de astilla/kWh eléctrico producido), Rendimiento, Costes de inversión (millones de pta/kW eléctrico instalado), tiempo de vida útil de la planta (años), precio final de la energía eléctrica producida (pta/kWh eléctrico producido). Fijándonos en la tabla se puede comprobar la importancia de la cogeneración en el uso de estas tecnologías. Así mismo se demuestra que la evolución a nuevas formas de aprovechamiento de los residuos da lugar a tecnologías que una vez disminuidos sus costes de inversión (actualmente altos debido a su carácter innovador) pueden dar lugar a un nuevo concepto de generación de energía eléctrica más acorde con el medioambiente y con una componente social (en empleo) muy importante en especial en zonas rurales. La implantación y desarrollo de estos métodos debe ser impulsado por los gestores de estas zonas rurales, los cuales están en contacto con los agentes locales facilitando la coordinación de los estudios y trabajos necesarios para su fomento.

BIBLIOGRAFÍA.

ANTOLÍN G. (1995). "Combustión de biomasa" en el curso "Biomasa fuente de energía y productos para la agricultura e industria". CIEMAT. Soria - Madrid.

GARCÍA BENEDICTO Y MARCOS MARTÍN (1997). Incineración de biomasa. Ed. Fernando Martín Asín. Madrid. 1997

MARCOS MARTÍN F. (1996) El maravilloso mundo de las energías renovables. Ed. Fernando Martín Asín. Madrid.

MARTÍNEZ J.M. (1996). Apuntes del curso "Producción de Electricidad con Energías Renovables". C.I.E.M.A.T. Madrid.

SENSIBILIDAD	RESPUESTA
Emisiones de gases	Biomasa agrícola o forestal: Balance de emisiones de CO ₂ igual a 0. Baja emisión de otros contaminantes. RSU: Baja emisión de CO ₂ . Emisiones controladas de otros gases (mayor control que en vertederos).
Residuos sólidos generados en la incineración	Baja generación de cenizas
Limitación de recursos	B. agrícola y forestal: Generación de recursos por explotación agroforestal y necesidades de limpieza para prevención de incendios. RSU: Generación de recursos por la actividad humana.
Alto desempleo	B. agrícola y forestal: Empleo rural. Eliminación de la migración rural a las ciudades. RSU: Empleo en las grandes ciudades de grupos marginales
Alta concentración de residuos en grandes ciudades	Disminución del volumen y toxicidad de estos residuos
Incendios	B. agrícola y forestal: Disminución del riesgo de incendios y plagas en tierras agrícolas o forestales. RSU: Eliminación de incendios en vertederos y de problemas de infecciones o plagas en ciudades.
Dependencia energética	Recursos autóctonos.

Tabla 1: Factores sociales y medioambientales en los que incide la biomasa.

POTENCIA DE LA CENTRAL Mw	SUPERFICIE NECESARIA ha			RADIO DE SUPERFICIE CIRCULAR EQUIVALENTE km (Rto=21,6%)
	Rto=21,6%	Rto=25%	Rto=30%	
1	400	346	288	1.13
5	2000	1728	1440	2.52
10	4000	3456	2880	3.57
20	8000	6912	5760	5,05
25	10000	8640	7200	5.64
35	14000	12096	10080	6,67
100	40000	34560	28800	11.28

Tabla 2: Superficie de terreno necesaria para poner en marcha una central térmica que funciona 8000 horas/año con un rendimiento de 30, 25 y 21,6% y plantada con una biomasa de PCI= 4000 kcal/kg, y una producción de 20 Tn/Ha. Radio equivalente circular.

Proceso técnico	Barreras
Combustión	- Estado tecnológico muy desarrollado, difícil de mejorar.
Gasificación	- Separación y eliminación de partículas. - Separación y eliminación de álcalis. - Transformación de alquitranes. - Sistemas de alimentación adecuados.
Gasificación + Turbinas de Gas	- Desarrollo de cámaras de combustión. - Control de óxidos de nitrógeno (NO ^x)
Gasificación + Motores Diesel	- Optimización para su uso con derivados de biomasa.

Tabla 3: Barreras existentes hoy en los diferentes procesos y etapas en la transformación termoquímica de la biomasa.

Método	Consumo de biomasa (kg. de astilla/kWh eléctrico producido)	Rendimiento %	Costes de inversión (pta/kW eléctrico instalado)	Tiempo de vida útil de la planta (años)	Precio final de la energía eléctrica producida (pta/kWh eléctrico producido)
Combustión en parrilla + turbina de vapor	1,24	20	250.000	25	14,84
Combustión en lecho fluido + turbina de vapor	0,83	30	180.000	25	10,17
Combustión en cogeneración	0,63	38	116.000	20	6,17
Gasificación clásica + motor de gas	0,99	25	200.000	16 (gasificador) 8 (motogenerador)	12,77
Gasificación más moderna (lecho fluido) + motor de gas	0,78	32	275.000	20	12,22
Ciclo combinado tipo IGCC	0,59	42	350.000	20	12,86

Fuente: José María Martínez (CIEMAT). 1996. Y elaboración propia.

Tabla 4: Comparación de las diferentes tecnologías de obtención de energía eléctrica a partir de astillas forestales.

En esta tabla se ha considerado un precio para la biomasa de 7 pta/kg. Así mismo el PCI de la biomasa es de 14,6 MJ/kg. Para los cálculos de la amortización se suponen 10 años con un interés del capital del 10 % anual. El funcionamiento supuesto para la planta son 7500 horas.

* Esta cifra supone que no existen los kW térmicos. Si contamos los kW térmicos debidos a la cogeneración, nos da un coste de 86.000 pta/kW