

Rev. Cienc. Tecnol.
Año 7 / Nº 7b / 2005 / 63-67

PROTOTIPO DE SECADERO DE MADERAS COMPLEMENTADO CON QUEMADOR DE RESIDUOS DEL ASERRADO

Samela, Adolfo M.

Investigador Tecnológico Independiente. Aserradero Maderas Mesopotámicas S. A., Azara,
Misiones, Rca. Argentina, (amsamela@hotmail.com).

SOLAR TIMBER DRYER PROTOTYPE COMPLEMENTED WITH A SERRATED WASTE BURNER

ABSTRACT

Introduce a dryer system with a thermal mix supply (solar-biomass) for drying timber. It consists in a furnace with a dryer, combustion and mix chambers thermally isolated from the outside. Photo-thermal Sun Collectors and Serrated Waste Burner are the thermal supplies of the system. Their objectives are to reduce the dryer price and achieve a final product with a high quality using trusty, renewable and available energetic supplies. For the test process was used Eucalyptus timber and the final moisture was approximately 7%. It uses wet air as heat carrier. The dryer time for this species varies between 10 and 20 days, depending of the initial humidity contained in the timber and the plank thickness.

KEYWORDS: solar; collector; timber; waste; burner; serrated.

RESUMEN

Se presenta un sistema de secado de maderas con una fuente térmica mixta (solar-biomasa). Consiste en un horno con cámara de secado, combustión y mezcla aisladas térmicamente del exterior. Las fuentes térmicas del sistema son colectores solares fototérmicos y un quemador de residuos del aserrado. Los objetivos son reducir costos de secado y obtener un producto final con una mayor calidad empleando fuentes energéticas confiables, renovables y disponibles. Para los ensayos se utilizó madera de eucalipto y el contenido de humedad final fue de aproximadamente 7%. Se utiliza aire húmedo como fluido caloportador. El tiempo de secado para estas especies varía entre 10 a 20 días dependiendo del contenido de humedad inicial de la madera y del espesor de las tablas.

PALABRAS CLAVES: Solar; colector; secadero; residuo; quemador; aserrado.

INTRODUCCIÓN

Se describe la implementación de un prototipo de horno de secado que emplea una fuente térmica de bajo impacto ambiental, renovable, económica, disponible y confiable.

El horno de secado consiste en una cámara donde reside la madera convenientemente apilada con separadores para que el aire circule por ellas. La estiba se monta sobre carros portamaderas. La cámara está aislada térmicamente y tiene incorporada ventiladores axiales secadores.

La fuente térmica es un sistema mixto (solar-biomasa) constituida por colectores solares fototérmicos y un quemador de residuos del aserrado (recortes, despuntes, virutas, etc.).

El prototipo fue construido en la localidad de Azara, departamento de Apóstoles, Misiones, Rca. Argentina, en un aserradero propiedad de la firma comercial Maderas Mesopotámicas S.A., como culminación de trabajos de investigación tecnológica previos del autor [1] y otros, por ejemplo Rosen y Chen [2]. En este caso se persiguió mejorar la calidad y cantidad de recepción de la energía solar incorporando colectores solares concentradores en espiral. También se buscó simplificar la quema de residuos incorporando un simple quemador de residuos de aserrado para facilitar su incineración y posterior conversión en energía útil.

Utilizando sensores de humedad, temperatura y velocidad del aire de cámara se realizaron estudios de la performance con distintas cédulas de secado para especies comerciales de eucaliptos, cuyo destino final es la producción de pisos de "parquets". Antes de este emprendimiento, la empresa mencionada secaba la estiba de eucalipto en forma natural, bajo cubierta, en 180 días, llegando a un contenido de humedad aproximado al 20%.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Colectores Solares

Son del tipo fototérmicos y se emplearon colectores solares planos paralelos en las paredes y del tipo concentradores en espiral sobre el techo.

La superficie total de colección es de 36 m². El fluido caloportador es el aire húmedo. Los colectores solares planos tienen una cubierta transparente de vidrio de 4 mm y placa absorbente de hierro pintada con convertidor de óxido negro mate.

En cambio, en los colectores de espiral, la superficie reflectante de los concentradores es de acero inoxidable. El foco del sistema es una cañería de cobre de 5 cm de

diámetro con aletas de transferencia en su interior. La concentración se produce mediante la forma de espiral de Arquímedes de la superficie reflectante, ver Figs.1 y 2. Esto asegura una menor dependencia del ángulo de incidencia solar (especial inconveniente de los colectores concentradores cilindro-parabólicos). En su estudio y diseño constructivo se tuvieron en cuenta las normas IRAM [3].

Los ventiladores centrífugos forzadores que hacen operables a los colectores solares concentradores se encienden automáticamente cuando hay energía solar directa disponible. Estos no operan cuando hay nublado cerrado o lluvia.

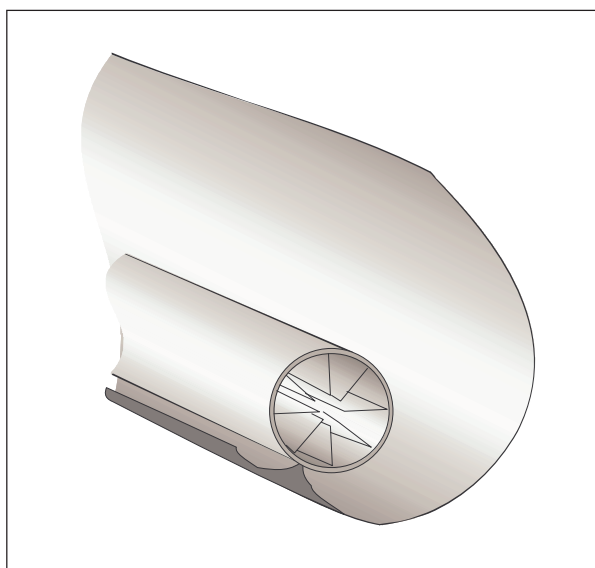


FIGURA 1. Detalle de la superficie reflectora en Espiral.

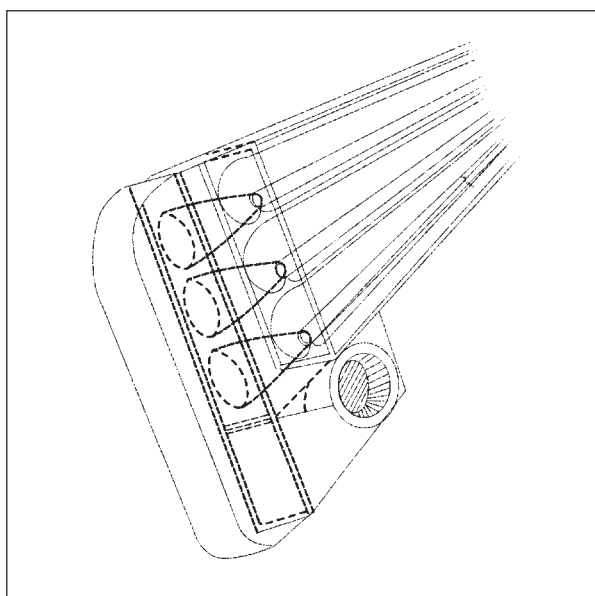


FIGURA 2. Esquema Interno del Concentrador Solar.

2.2. Cámara de Secado

Es la cámara donde se coloca la madera. Sus dimensiones internas son 7,40 m x 3,60 m x alto 4,00 m. Su capacidad máxima de carga son 27 m³ de maderas convenientemente estibadas.

La madera es cargada sobre carretones montados sobre doble vías y se introduce en la cámara.

Los ventiladores secadores son del tipo axial de 0,37 Kw cada uno. El consumo máximo de energía eléctrica del secadero es de 3,73 Kw. Su diseño se observa en la Fig. 3.

2.3. Cámara de Mezcla

Es donde confluyen todos los tubos que transportan el aire caliente de los colectores solares y también donde reside el quemador de residuos. El aire que ingresa de los colectores concentradores tiene una temperatura de 80°C aproximadamente y se mezcla con aire que ingresa de la cámara de secado (aproximadamente 35°C) y se logra una temperatura intermedia que no supera los 50°C.

2.4. La Madera

La estiba está compuesta de tablas de eucalipto de 3,81 cm. de espesor y 15,24 cm. de ancho, cuando su destino final es para piso "parquets" y otros espesores mayores cuando su destino es distinto.

El aprovechamiento de la madera de eucalipto por la industria del aserrado está condicionado por la necesidad de realizar un secado lento y delicado, debido a la tendencia de la madera a sufrir grietas tempranas, colapso y

deformaciones, que en el caso de eucalipto colorado se incrementa por la presencia de gomas en sus tejidos.

La tradición para secar es habitualmente la realización de un oreo o secado natural, desde que la madera está recién aserrada hasta que alcanza un contenido de humedad del 20-25 %. Normalmente, el proceso de oreo tiene una duración de 180 días, no alcanzando a menudo el contenido humedad necesaria, lo que repercute en la calidad final.

2.5. Quemador de Residuos Madereros

Es un complemento para los días de baja heliofanía relativa. Se usa cuando las condiciones atmosféricas son de nublado cerrado. Pero también se puede usar toda vez que se lo requiera, como un suplemento para aquellos casos de una cédula más exigente o durante los fríos invernales. Está construido de chapa de hierro y revestido en su interior por material refractario. Su forma es cilíndrico-cónica y su posición es vertical. Puede aportar una energía térmica equivalente a 419.000 Kjulios/h. Tiene una boca de carga en su parte superior y en la inferior se encuentra el cenicero. Ambos son operados desde el exterior de la cámara.

2.6. Funcionamiento

Ciclo diario

Los colectores solares fototérmicos captan durante el día la energía solar primaria y la reemiten como energía infrarroja de mayor longitud de onda que incide directamente sobre la madera agitando las moléculas de agua de su fibra, y por otro lado, calienta el aire por convección.

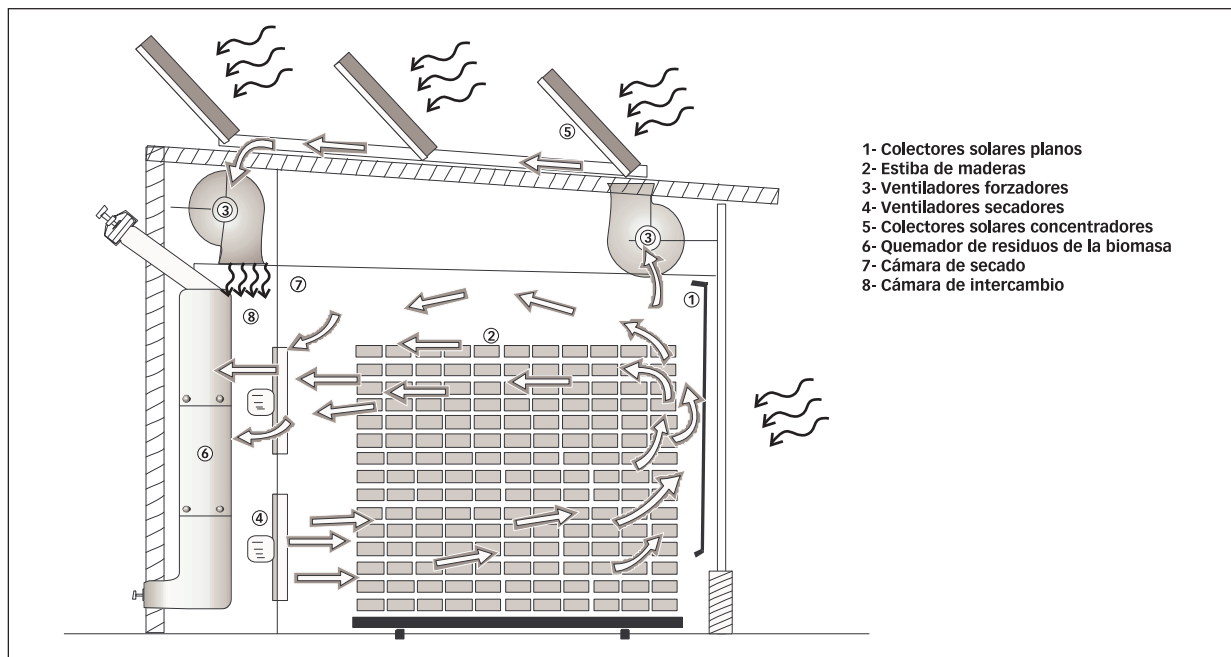


FIGURA 3. Esquema Interior del Secadero Solar.

Los ventiladores secadores actúan cinéticamente sobre estas moléculas de agua en la superficie de la estiba, ayudando a su abandono y se incorporan al aire de la cámara, el cual será expulsado al exterior una vez saturado. Este ciclo dura 12 horas.

Ciclo Nocturno

Por la noche, los ventiladores axiales secadores se detienen y la madera entra en un período donde se aflojan las tensiones que le produjo la extracción de humedad durante el día.

Este proceso permite que el agua contenida en la parte más interna de la madera migre hacia la más externa restableciéndose el equilibrio higrométrico, logrando la obtención de una mayor calidad de la madera, evitando grietas tempranas y el riesgo de colapso. También evita el uso de rociadores para humedecer el aire de cámara.



FIGURA 4. Vista general del prototipo de secadero solar terminado.

2.7. Tablero de Control y Comando

Esta situado en una casilla contigua a la cámara de mezcla. Se compone de un tablero eléctrico donde están las llaves de comando de los ventiladores-secadores y centrífugos, los relevadores térmicos, los interruptores y las luces vigías y alarmas.

También se encuentra un tablero electrónico donde están las consolas y visores de los instrumentos de medición de temperatura y humedad relativa del aire de la cámara.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primeros ensayos, abarcaron un periodo de seis meses, comprendido entre primavera y verano, los cuales se exhiben en este trabajo.

Las variables consideradas fueron: temperatura y humedad relativa ambiente, temperatura y humedad relativa de cámara, temperatura del aire a la entrada de los colectores concentradores y contenido de humedad de la madera en la estiba. Los resultados fueron muy semejantes

para iguales espesores en la madera, a pesar de la diferencia climática entre una y otra "corrida" de secado. Para la elección de las variables a medir se recomienda ver ref. [4]. Otra variable importante es el contenido de la humedad inicial de la madera, y en su seguimiento se tuvo en cuenta normas DIN [5] y [6].

En todos los casos se utilizo el aporte del quemador de residuos que se enciende a las 05:00 hs. PM y hasta 09:00 PM como energía de apoyo. En los días nublados y lluviosos operan en forma ininterrumpida.

Se siguió el comportamiento del contenido de humedad de la madera en la estibas mediante el método de la diferencia de peso en probetas ubicadas en nueve lugares distintos de la misma. En los Gráficos 1 y 2 se observan

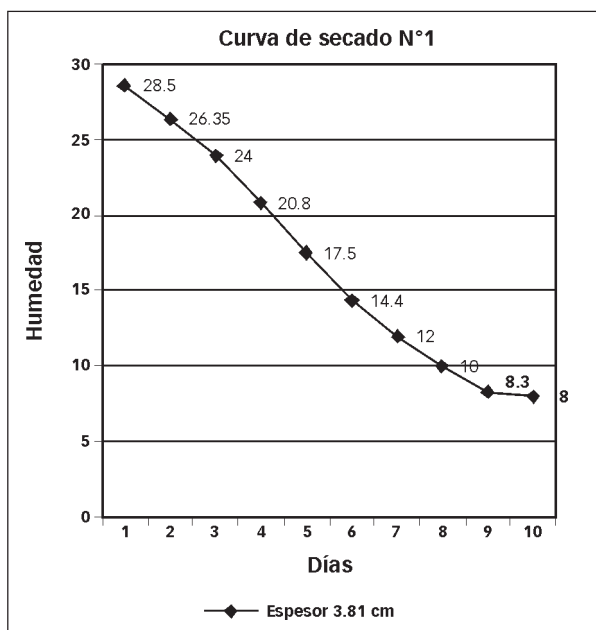


GRÁFICO 1. Especie: Eucalypto Colorado. Carga: 12 paq.= 40 m³ madera bruta = 20 m³ madera neta. Fecha Inicio: 15/11/2004 - Fecha Final = 24/11/2004.

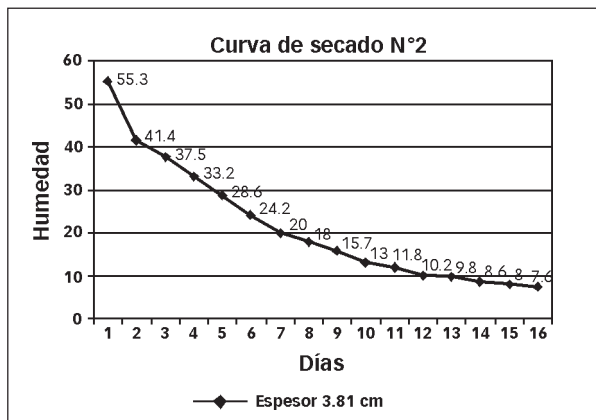


GRÁFICO 2. Especie: Eucalyptus globulus. Carga: 10 paq.= 32 m³ madera bruta = 17 m³ madera neta. F.Inicio: 25/11/2004 - F.Final = 10/12/2004.

las curvas de secado correspondiente al contenido de humedad promedio diario de las probetas.

4. CONCLUSIONES

En el espíritu de este proyecto se contemplaba el uso de la biomasa residual seca solo como energía complementaria. Sin embargo, en la realidad se utilizó casi permanentemente, más aún en el periodo otoño-invierno.

Si bien la energía solar es apta para el secado de madera (especialmente las consideradas difíciles de secar), que requieren baja ventilación y temperaturas moderadas, las urgencias en los compromisos industriales hacen necesarios disminuir al máximo el tiempo de secado, haciendo uso de la energía complementaria aún en los momentos de buena heliofanía relativa, "apurando" el proceso de secado, aún a riesgo muchas veces de una óptima calidad.

Esto es un factor a tener en cuenta en el diseño energético de un secadero industrial, ya que la transferencia de tecnología a ese sector es el objetivo y destino final de la experiencia de este prototipo.

La inercia térmica obtenida en la cámara de secado mediante el aporte de energía complementaria proveniente del quemador de residuos atenúa las pérdidas térmicas globales producidas durante el ciclo nocturno. Así se obtiene una mayor estabilidad en los valores de temperatura y humedad relativa de cámara. Ambas variables son las que más influyen en la velocidad de secado.

En cuanto a la calidad de la madera después del proceso, se observó que:

a) Algunas tablas que entraron al secadero con grietas en los extremos recompusieron sus rajaduras después del secado, lo que indica que este prototipo de secadero combinado (solar-biomasa) tiene un proceso que resulta ser menos agresivo que el secado al aire libre.

b) No se detectaron defectos de colapso ni deformaciones de comba o arqueado.

c) Tampoco se detectaron presencia de hongos cromógenos y xilófagos después del proceso.

5. AGRADECIMIENTOS

El autor agradece especialmente al personal directivo de la empresa Maderas Mesopotámicas S.A. por financiar este prototipo y a las autoridades del Comité Ejecutivo de Desarrollo e Innovación Tecnológica (CEDIT) - Misiones - Rca. Argentina, por la colaboración y el apoyo brindado en la materialización del proyecto. ●

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aeberhard, A. F.; Benitez, F.; Samela, A. and others. Demonstrative units of Energetical Technologies Suitable for Profitness of Biomass in Rural.

Environments - Workshop on Materials Science and Physics of Non-Conventional Energy Sources.- III. 9. p.354-364 (1992).

2. Rosen, H. N.; Chen, P. Y. S.

Drying Lumber in Kiln with External Solar Collectors - American Institute of Chemical Engineers - V.76. N° 200 : p.82-89 (1980).

3. IRAM 210.001-3

Métodos de ensayo para determinar el rendimiento térmico de los colectores solares - (1983).

4. Teischinger, A.

Effect of Different Drying Temperatures on Selected Physical Wood Properties - 3rd IUFRO Drying Conference, Vienna - 20:p.211-216 - (1992).

5. DIN 52 183

Prüfung von Holz; Bestimmung des Feuchtegehaltes (testing of wood, determination of moisture content).

6. DIN 52 184

Prüfung von Holz; Bestimmung des Feuchtegehaltes (testing of wood, bending test).

Recibido: 03/06/05.

Aprobado: 08/08/05.