

170

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

DIVISION DE INVESTIGACIONES



DISEÑO DE UNA SECADORA DE MADERAS
CAPACIDAD 16 m³



LEONEL TORRES SANCHEZ
Ingeniero Forestal
Departamento de Ingeniería

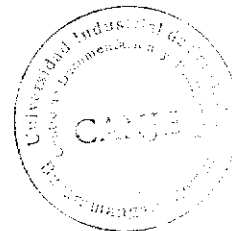
Bucaramanga, 1973

465

425
Universidad Industrial de Santander
División de Investigaciones.-

DISEÑO DE UNA SECADORA DE
MADERAS. CAPACIDAD: 16 m³

Caratula



Por

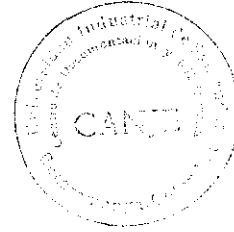
LEONEL TORRES SANCHEZ
INGENIERO FORESTAL
Departamento de Ingeniería.

Bucaramanga, 1973.-

CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. CONSIDERACIONES GENERALES	3
3. ESPECIFICACIONES	5
4. COSTOS	11
BIBLIOGRAFIA	13
APENDICES	15





1. INTRODUCCION

El secado se puede considerar como uno de los procesos más delicados en la industrialización de la madera, ya que al reducir su contenido de humedad desde el estado verde hasta el punto en el cual se puede usar satisfactoriamente, se deben tener en cuenta una serie de factores para evitar la producción de defectos que le resten calidad.

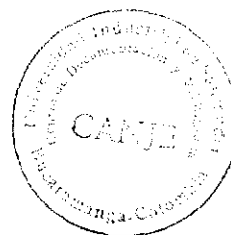
La madera recién cortada contiene un considerable volumen de agua, que la hace generalmente inapropiada para usos inmediatos. Es por esto, que la mayoría de las dificultades encontradas en la manufactura de productos de madera son directamente atribuidas a su utilización en condición verde o a un secado inadecuado.

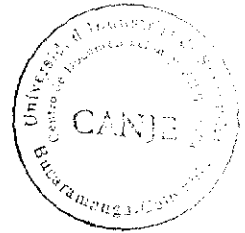
Al secar la madera en estufa bajo condiciones de temperatura y humedad relativa específicas y apropiadas para cada especie y tipo (madera plana, cuarteada, listones etc,) se puede llegar en un tiempo relativamente corto a los contenidos de humedad óptimos. Si el secado se opera adecuadamente no se altera la resistencia natural de madera y antes por el contrario se elimina, los insectos y hongos, que con el tiempo disminuyen sus propiedades físicas y mecánicas.

Existen diversos tipos de estufa de secado comunmente usadas para madera aserrada. Por lo general son cámaras equipadas de tal forma que permiten ejercer un control sobre la temperatura, humedad relativa y velocidad del aire. El secado a estufa se diferencia, por lo tanto, del secado al aire en que se le proporciona a la madera calor, humedad, y ventilación de acuerdo a una norma determinada, definida de antemano.

Con el objeto de contribuir directamente con el aprovechamiento integral de las maderas a continuación se describe una secadora con capacidad de 16 m³.

Se seleccionó la de tipo estacionaria con circulación forzada reversible, ventiladores interiores, con motores individuales, de una sola vía, apilado de la madera en sentido longitudinal, calefacción por radiadores y humedecimiento por rociadores.





2. CONSIDERACIONES GENERALES

2.1. Requisitos

- A) Debe ser lo suficientemente fuerte como para soportar el efecto destructivo de las variaciones de temperatura sin que haya fallas mecánicas.
- b) Debe soportar el deterioro a causa de las altas humedades relativas y la acción corrosiva del vapor de agua y otros extractos químicos de la madera, al igual que la acción de los microorganismos.
- c) La estufa debe ser completamente aislante para evitar las pérdidas de calor y fallas en el secado.

2.2. Capacidad.

La estufa de secado ha sido diseñada para una capacidad aproximada de 16 m^3 en tablas de 2.5 cm. de grosor. La cámara de secado podrá recibir una pila de 2 m x 1.6 m x 10 m.

2.3. Condiciones de servicio.

2.3.1. Suministro de vapor: El vapor será suministrado por una caldera con presión máxima de trabajo de 150 lb/pul^2 y una potencia de 30 H.P.

2.3.2. Sistema eléctrico: Tendrá un sistema eléctrico trifásico, con neutro, adaptado para trabajar a 220 voltios, 60 ciclos y una intensidad de 50 amperios.

2.3.3. Suministro de aire: El aire será suministrado por un compresor de 150 lb/pul² de presión máxima y 1 H.P. de potencia.



3. ESPECIFICACIONES

3.1.1. Estructura: La estructura será construída de concreto de dimensiones de 20 cm X 20 cm y con varillas de 1/2 pulgada.

3.1.2. Paredes: Las paredes al igual que la estructura debe ser fuerte para soportar el techo y tener propiedades aislantes con el objeto de aprovechar optimamente el calor. Debido a que el concreto vaciado es muy costoso, las paredes serán de ladrillo recocido de 25cm de espesor y dispuestos de acuerdo a la figura 1. Las paredes se revestirán con un frisado de cemento y arena.

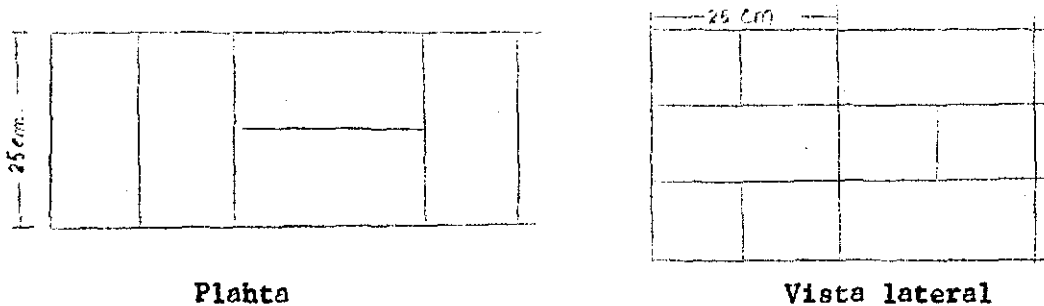


figura 1.
Disposición de los ladrillos en las paredes de la secadora.

3.1.3. Puerta: Será construída en madera, de doble hoja con alma doble de machihembrado dispuesto oblicuamente y en sentido contrario entre las caras internas y externas. Dispondrá de bisagras ubicadas en la parte exterior con cerraduras que permita abrir desde dentro y fuera de la secadora, esto con el objeto de evitar accidentes.

3.1.4. Ventilas: La estufa llevará seis ventilas metálicas dispuestas en la forma como se indica en el plano conjunto y serán acciona-

das por un motor Foxboro o similar impulsador de palanca modelo 20 F, movido por aire comprimido y accionado por un indicador - Registrador Foxboro o similar. El conducto de aire (chimeneas) se construirá de madera. El número de ventilas es suficiente y se encuentran espaciadas uniformemente a lo largo y ancho de la secadora para facilitar la salida de aire húmedo y la entrada equivalente de aire seco.

3.1.5. Paso de Tubería: Los orificios para el paso de tubería al interior de la secadora deben estar provistos de protectores aislantes metálicos para evitar el escape de calor.

3.1.6. Techo: Se construirá completamente de madera en la forma y dimensiones dispuestas en el plano. La madera utilizada se preparará previamente contra daños por pudrición o ataque de insectos y se impermeabilizará con tela asfáltica. El cielo raso también será de madera y su parte superior se cubrirá con una capa de material aislante (aserrín - por ejemplo) y sobre su superficie se distribuirá toda la tubería tanto eléctrica como de vapor.

3.1.7. Cuarto de control: Los controles se ubicarán sobre una de las paredes laterales, debidamente protegidos de la interperie.

3.1.8. Acabado: Para asegurar su protección y evitar el rápido deterioro se debe dar un acabado a la secadora tanto interior como exteriormente con pintura preferiblemente a prueba de ácido y resistente al calor.

3.2. Sistema de Circulación de Aire.

Este sistema está compuesto por cinco ventiladores interiores con mo-

tores individuales, dispuestos adecuadamente en la parte superior de la cámara de secado y tendrán las funciones de:

- a) Distribuir uniformemente el calor en toda la secadora;
- b) Aumentar la velocidad de transmisión del calor y
- c) Remover la humedad evaporada de la superficie de la madera.

Estos ventiladores proporcionarán una circulación forzada del aire y serán del tipo reversible que permitirán cambiar la dirección del movimiento cada seis horas facilitando la reducción, al mínimo de las diferencias en el secado de la carga.

Cada uno de los ventiladores es movido por un motor trifásico de 1.5 H.P., 220 voltios, 60 ciclos y 1200 rpm con interruptores de arranque y paro ubicados en el cuarto de control y provistos de protectores térmicos individuales. Las hélices de los ventiladores tienen un diámetro de 80 cm con dos paletas y una capacidad máxima aproximada de $3.5 \text{ m}^3/\text{min}$. Se recomienda una velocidad mínima de circulación de aire dentro de la pila de 2 m/seg.

3.3. Sistema de calefacción y Humedecimiento.

El calor y la humedad que se proporcionará a la estufa de secado será por medio del vapor producido por la caldera, suministrado a lo largo de un sistema de tubería y controlado por un regulador - registrador Foxboro o similar a través de dos válvulas termométricas. El Foxboro llevará el registro y control de la temperatura y humedad mediante los termómetros de bulbo seco y húmedo. La depresión (diferencia de temperatura entre los dos termómetros) y la temperatura de bul

bo seco permitirán medir la humedad relativa.

Los bulbos deben ubicarse en un sitio en forma tal que la temperatura que se mida sea indicadora de las condiciones que existen dentro de la cámara de secado. No es conveniente instalarlos cerca de los ventiladores, puerta, serpentinas de calor, rociadores o en lugares donde la ventilación se encuentre obstruída.

Para poder captar mejor las variaciones de temperatura de una parte a otra de la estufa se colocarán dos termómetros de bulbo seco en sitios opuestos. Es deseable colocar materiales aislantes entre los bulbos y la pared de la secadora para protegerlos de las radiaciones.

Si la humedad relativa dentro de la secadora es demasiado baja el Foxboro hará accionar la válvula de control de la aspersion para que pase vapor vivo al interior de la estufa. Cuando el aire sea demasiado humedo se pone en movimiento el motor de las ventilas para permitir la remoción del aire saturado y su reposición con aire seco. La temperatura será regulada por el Foxboro a través de la válvula termométrica de control de calor que permitirá o no el paso de vapor.

3.4. Características del Equipo de Control de Temperatura y Humedad.

La tubería para la conducción del vapor será de los diámetros anotados en el plano. Las llaves de paso permitirán regular la presión de 150 lb/pul² a 5 lb/pul² en un solo paso. Esta presión será controlada mediante un manómetro y dispuesto como lo indica el esquema.

Para lograr una distribución de calor lo más uniforme posible, se ha rá a través de radiadores, los cuales se colocarán a lado y lado de los ventiladores (ver plano) dispuestos en tres series, cada una con tres radiadores, entrada directa de vapor y drenaje a dos trampas ter mostáticas ubicadas sobre la línea de retorno.

El agua necesaria para mantener la humedad relativa será distribuída por medio de un vaporizador de nueve metros de longitud localizado en la parte superior y cerca a los radiadores. La figura dos muestra un esquema del vaporizador donde se indican las dimensiones, entrada de vapor y salida de condensado.

3.5. Vías y carro de carga.

La estufa será de una sola vía con distancia entre rieles de 1.2 m. El carro tendrá una estructura metálica, piso de listones de madera de $2 \times 10 \text{ m}^2$ de superficie, distante del suelo 30 cm y sobre el cual se apilará el material a secar. Instalada la carga dentro de la seca dora, quedará un pasillo suficiente para el paso de una persona.

Se deja la posibilidad para la utilización de dos carros los cuales se movilizarán por el sistema de transferencia y en esta forma lograr el 100% de aprovechamiento .



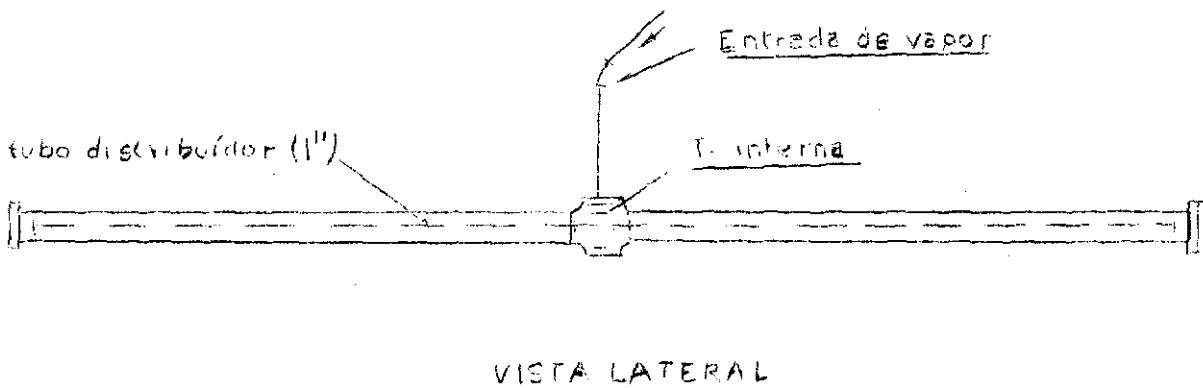
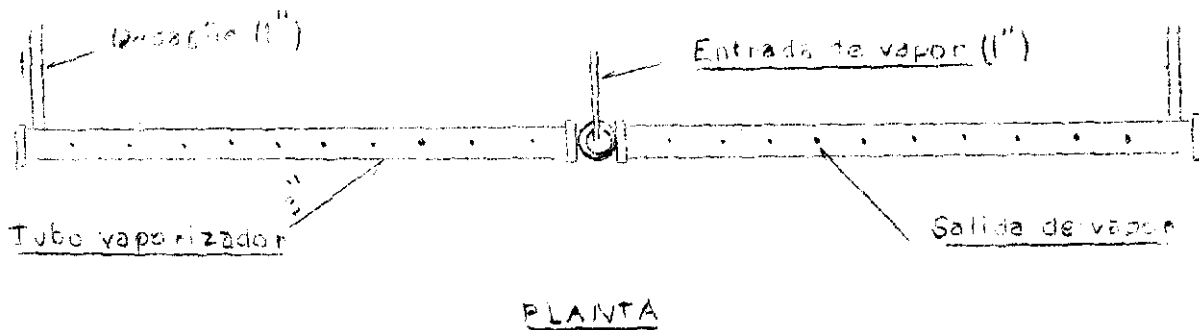
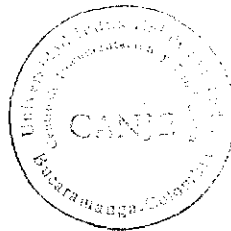


Fig. 2.- Tubo rociador de vapor



4. COSTOS.

En los capítulos anteriores se trató sobre cada uno de los elementos constitutivos de la secadora. En este punto se hará referencia a los costos aproximados de los equipos, la construcción y demás aspectos relacionados con su instalación y montaje. No se menciona el costo del terreno.



Aparatos de Control

(Regulador - registrador, válvulas termométricas (2), Motor de las ventilas).....\$ 30.000.00

Radiadores

(18 unidades de 10 pies c/u)..... 7.000.00

Ventiladores

(cinco unidades)..... 20.000.00

Tuberías e instalaciones

(dos trampas, etc.)..... 8.000.00

Equipo eléctrico.

(Inversor de rotación, protectores térmicos (5) reloj inversor, interruptor general)..... 8.000.00

Vías y carro de carga. 5.000.00

Construcción. 30.000.00

Montaje. 10.000.00

Caldera de 30 H.P. 70.000.00

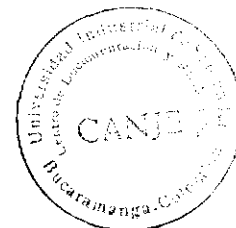
Sub-Total: 188.000.00

Imprevistos 5%:..... 9.400.00

TOTAL:\$ 197.400.00

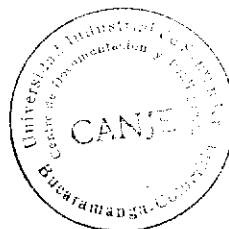
SE PAGA EN CUENTA DE CREDITO EN LA EMPRESA DE LA UNIDAD INDUSTRIAL Y COMERCIAL.

NOTA: La relación de los costos está expresada en moneda colombiana.



BIBLIOGRAFIA

1. BATESON, R.G. Timber Drying. 3a. Ed. London. Crosby Locwood.
1952. 143 p.
2. BROWN, N.C. and BETHEL, J.S. La Industria Maderera. 1a. Ed. Me
xico, Limusa - Wiley. 1965. 397 p.
3. _____ W.H. An Intróduction to the seasoning of timber. 1a. Ed.
New York, MacMillan. 1965. 178 p.
4. CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA . Secado de Madera; Un manuel
de operaciones para el Programa de Cooperación. Traducción de
la edición Inglesa (Julio 1961) por el Centro Regional de Ayu
da técnica. México. 1962. 157 p.
5. KIMBALL. K.E. Testing Commercial Kilns for Uniformity of Drying
Conditions. Madisson, Forest Products Laboratory Rept. No. 1643
1958. 9 p.
6. _____ Steam Traps Madison. For. Prod. Lab. Rept No. 1664
1955. 5 p.



7. LABORATORIO NACIONAL DE PRODUCTOS FORESTALES. Información general y especificaciones para la construcción de una estufa experimental de 60 pies tablares de capacidad. Trad. del inglés de las especificaciones para una estufa experimental procedente del Instituto de Investigaciones de Productos Forestales de Filipinas. Mérida, Venezuela. 1966. 4 ap. multigraf.

8. MILLETT, R.S. Wood seasoning Forest Products Laboratories of - Canadá. Note No. 20. 1961. 23 p.

9. PARRA, A. et Al. El Secado de Madera en estufa. Mexico. Asociación Mexicana de Profesionistas Forestales. 1953. 104pp.

10. SAHLMAN, E. and HAN, M. Secamiento artificial de la Madera. Chile. Instituto Forestal. Manual No. 1 1963. 63 p.

11. TORGESON, O.E. Circulation of Air in a Lumber Dry Kiln Madison. For. Prod. Lab. No. 1678. 1959 6 p.

A P E N D I C E

HORARIO DE SECADO APLICADOS A ALGUNAS MADERAS

COMERCIALES

(Tiempo estimado de secado: 140 horas)

1. HOMBACOPSIS QUINATA

Paso	T.S.	Dep.	T.H.	H.R. (%)	C.H.E. (%)
1	75	- 10	65	63	8.5
2	85	20	65	41	5
3	90	25	65	32	4
4	85	5	80	88	11.5
5	85	3	82	88	14.

2. GUAREA TRICHLIODES

Paso	T.S.	Dep.	T.H.	H.R. (%)	C.H.E. (%)
1	60	10	50	58	8.5
2	65	15	50	64	6.5
3	65	3	62	86	15.

3. ANACARDIUM EXCELSUM.

Paso	T.S.	Dep.	T.H.	H.R. (%)	C.H.E. (%)
1	65	10	55	60	8.5
2	70	15	55	47	6.5
3	75	20	55	38	5.0
4	82	27	55	22	3.0
5	82	3	79	87	14.5

4. PITHECELLOBIUM SAMAN.

Pase	T.S.	Dep.	T.H.	H.R. (%)	C.H.E. (%)
1	60	10	50	58	8.5
2	65	15	50	44.5	6.5
3	70	20	50	35	5.
4	75	25	50	28	3.5
5	75	3	72	87	14.5