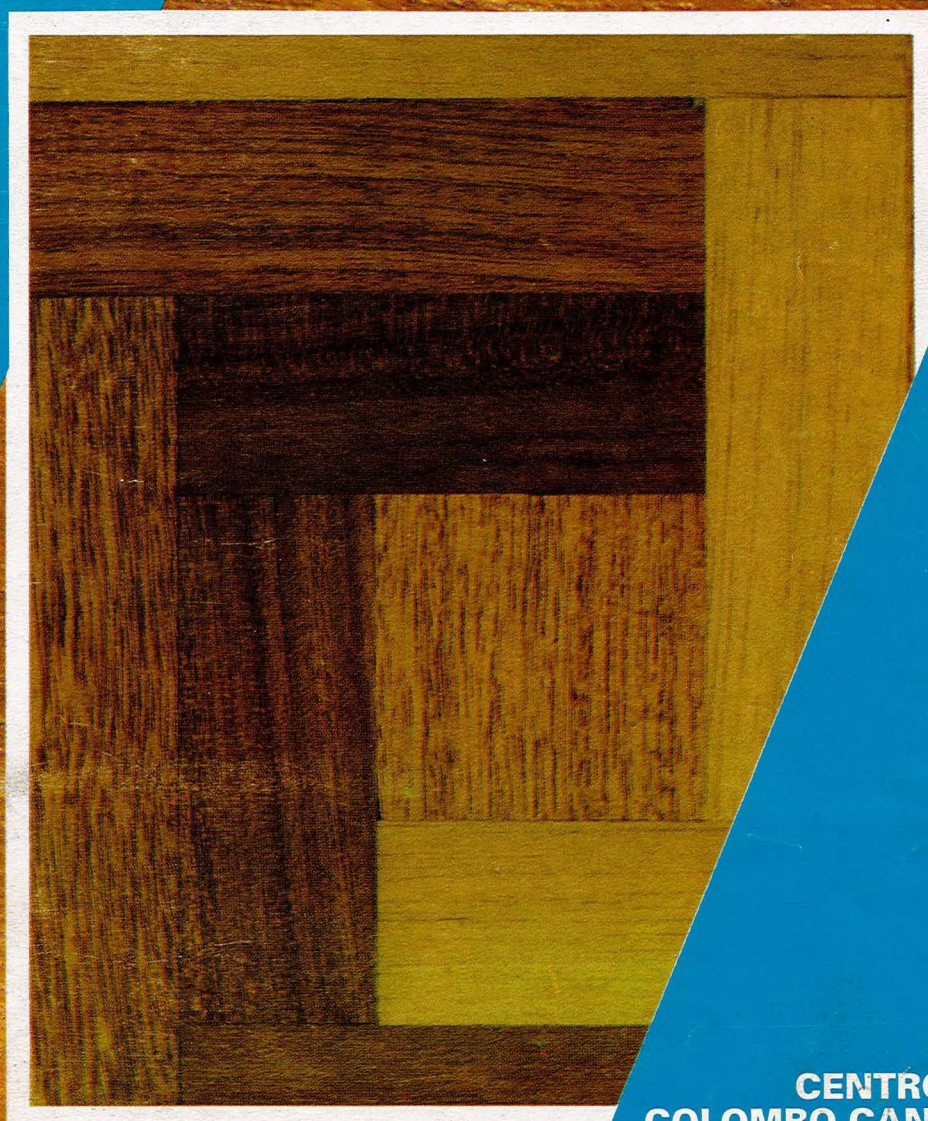




Regional
Antioquia Chocó

LAS MADERAS EN COLOMBIA

FASCICULO 00



**CENTRO
COLOMBO CANADIENSE
DE LA MADERA**



[Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Escobar Cardona, Oscar
Las Maderas en Colombia / Oscar Escobar Cardona, Jorge Ricardo Rodríguez
Guzmán - Medellín: Sena. Regional Antioquia-Chocó, 1993.

100 fascículos; 27 cm.

ANATOMIA DE LA MADERA / DURABILIDAD DE LA MADERA /
MADERAS COLOMBIANAS / PRESERVACION DE LA MADERA /
PROGRAMAS PARA SECADO DE LA MADERA / PROPIEDADES
FISICO-QUIMICAS DE LA MADERA / PROPIEDADES
MECANICAS DE LA MADERA.

ISBN-0005-7 (Obra completa)



REGIONAL
ANTIOQUIA CHOCO

CENTRO COLOMBO CANADIENSE
DE LA MADERA

LAS MADERAS EN COLOMBIA

Fascículo 00

Autores:

OSCAR ESCOBAR C.
Ingeniero Forestal. Profesor Asociado
Universidad Nacional
Seccional Medellín

JORGE RICARDO RODRÍGUEZ
Tecnólogo Forestal
Instructor SENA

Coordinación:

JAVIER ANGEL CORREA
Jefe Centro Colombo Canadiense
de la Madera

Edición y Diseño:

Grupo de Comunicaciones y Divulgación
SENA, Regional Antioquia Chocó

Impresión:

A Publicar Ltda.

Derechos Reservados

Medellín - Colombia
1993

PRESENTACION

El SENA por intermedio del Centro Colombo Canadiense de la Madera y la Universidad Nacional de Colombia –Seccional Medellín–, se dieron a la tarea de estructurar un material denominado “Las Maderas en Colombia”, el cual tiene como objetivo brindar información de carácter técnico a las personas interesadas en el conocimiento de las maderas comerciales en nuestro país. E igualmente tratar aspectos relacionados con sus propiedades y usos, entre otros.

En total, esta primera entrega comprende 25 fascículos, pero posteriormente se ampliará este número, para que todas las personas interesadas puedan consultar una guía lo más completa posible.

Es importante, así mismo, resaltar que este tipo de trabajo realizado de manera conjunta entre dos entidades como la Universidad Nacional y el SENA, no se había producido en Colombia hasta el momento y de este modo creemos que se viene a llenar un vacío que esperamos satisfaga al lector.

Cabe también mencionar el hecho de que este contenido tuvo una rigurosidad científica, que implicó consultar los estudios realizados en los laboratorios especializados en maderas que existen en Colombia, como también las publicaciones sobre estudios tecnológicos de maderas, comunes en otros países vecinos.

Es conveniente indicar que se optó por el sistema de fascículos con el propósito de que quien consulte el manual pueda hacerlo de una manera ágil y cómoda, para que otras personas a la vez puedan hacer uso del resto de material.

Por último, solamente nos resta invitar a todas las personas usuarias de este trabajo para que nos aporten sus sugerencias con el propósito de que las próximas entregas de los nuevos fascículos correspondan a las necesidades y expectativas de todos.

Las Maderas en Colombia

| Nº | Fascículo | Densidad |
|----|----------------------|----------|
| 01 | ABARCO | 0.55 |
| 02 | ACEITE MARIA | 0.46 |
| 03 | ACHAPO | 0.37 |
| 04 | ALGARROBO | 0.77 |
| 05 | ALISO CEREZO | 0.35 |
| 06 | BALSAMO | 0.81 |
| 07 | BONGA - CEIBA | 0.21 |
| 08 | CARACOLI - ASPAVE | 0.34 |
| 09 | CATIVO | 0.39 |
| 10 | CEIBA TOLUA | 0.39 |
| 11 | CIPRES | 0.40 |
| 12 | CHAQUIRO - SAINO | 0.69 |
| 13 | CHINGALE - ESCOBILLO | 0.35 |
| 14 | GÜINO - TANGARE | 0.49 |
| 15 | HOBO COLORADO - JOBO | 0.31 |
| 16 | MACHARE | 0.58 |
| 17 | MORA - AJI | 0.46 |
| 18 | NATO - ALCORNOQUE | 0.63 |
| 19 | NOGAL - CANALETE | 0.39 |
| 20 | PINO PATULA | 0.43 |
| 21 | ROBLE FLOR MORADO | 0.54 |
| 22 | SANDE | 0.42 |
| 23 | SAJO | 0.37 |
| 24 | SOTO - VIROLA | 0.40 |
| 25 | TECA | 0.53 |

contenido

| | Página |
|--|--------|
| Presentación | |
| Conceptos Básicos sobre la Resistencia de las Maderas | 3 |
| Tipo de Resistencia de las Maderas | 3 |
| Tipos de Esfuerzos | 4 |
| Propiedades Físicas de las Maderas | 5 |
| Clave para Identificación de Resultados de Propiedades Físicas | 7 |
| Clave para Identificación de Resultados de Propiedades Mecánicas | 8 |
| Clave para Identificación de Resultados de Trabajabilidad, Secado y Preservación | 9 |
| Horarios de Secado para Maderas..... | 10 |
| Horarios de Secado en el Reino Unido | 13 |
| Nomenclatura de Países | 16 |

CONCEPTOS BASICOS SOBRE LA RESISTENCIA DE LAS MADERAS

Toda madera sometida a una fuerza exterior, genera una fuerza interna que se opone a ella. Esto se denomina esfuerzo.

Se puede definir ESFUERZO como aquella fuerza interna que es capaz de resistir las diferentes fuerzas externas, las cuales tienden a cambiar la forma o tamaño de una pieza de madera. La fuerza resistente es igual a la fuerza deformante.

Se entiende por esfuerzo, la fuerza o carga aplicada por unidad de área. Esto se expresa en kgf/cm^2 .

Existe otra unidad de medida de esfuerzo. Es el PASCAL, el cual es igual a 1 Newton/ m^2 . Asimismo, se usa el kilo Pascal el cual es igual a: $1 \text{ Kp} = 10^3 \text{ Pascales}$.

Todo esfuerzo trae consigo una deformación. La deformación se refiere a la alteración en forma o tamaño de una pieza de madera cuando se aplican las fuerzas o cargas. Estas producen variación en longitud (aumento o disminución) o deformación de las secciones transversales.

Cada tipo de esfuerzo trae consigo un tipo diferente de deformación. La deformación no tiene unidad de medida. Se puede expresar como un número que viene de dividir la cantidad de cambio en longitud, por la longitud original.

Si se grafica la cantidad de carga contra la deformación, se produce una curva, en la cual se pueden explicar algunos conceptos que son de uso corriente en las propiedades de una madera.

TIPO DE RESISTENCIA DE LAS MADERAS

Estas se dividen, de acuerdo con la resistencia a los diferentes tipos de fuerzas externas en:

a) **Resistencia a la tensión:** Es la capacidad de la madera para resistir fuerzas que tratan de estirar la fibra, por lo general en dirección longitudinal.

b) **Resistencia a la compresión:** Es la capacidad de la madera para resistir fuerzas externas que tienden a acortar las fibras. Esta resistencia se puede dar en dos direcciones: en forma paralela a las fibras o perpendicular a ellas.

c) **Resistencia a la cizalladura o corte:** Capacidad de la madera para resistir la acción de fuerzas paralelas y opuestas que tienden a producir deslizamiento de unas fibras con relación a otras.

d) **Resistencia a la flexión:** Es la capacidad de la madera para resistir cargas que tienden a flectarla, cuando se aplican en dirección perpendicular a las fibras. Si una viga es cargada, en ella se presentan esfuerzos de tensión, compresión y cizalladura. La medida de estos esfuerzos cuando la viga falla, se llama módulo de ruptura (MOR).

El módulo de ruptura se deriva de ensayos de laboratorio, aplicando cargas crecientes en el centro de un espécimen de madera, soportado en los extremos hasta que ésta falla (se rompe). Una viga de madera que presenta un $\text{MOR} = 100 \text{ Kg/cm}^2$

será dos veces más fuerte en flexión que otra viga del mismo tamaño que tenga un $MOR = 50 \text{ Kg/cm}^2$.

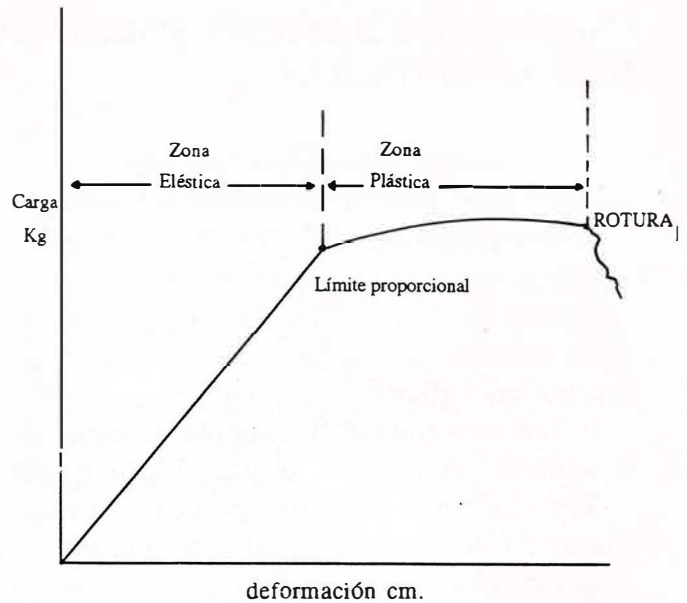
Módulo es un número o cantidad que mide una fuerza.

Para cualquier material y en esos se incluye la madera, la relación de esfuerzo a la deformación es constante y esto se manifiesta como una línea recta. Este comportamiento se mantiene hasta que ya no es constante y la recta pasa a ser curva. El punto de cambio se denomina *límite proporcional*. El material presenta éste comportamiento en lo que se llama *zona elástica*. Por ejemplo si se dobla la carga, la deformación también se dobla. Pero si la fuerza se aplica más allá del límite proporcional, la deformación aumentará mucho más y la madera entrará en lo que se ha denominado *zona plástica*. En este caso el material permanece deformado y si el aumento de la carga es demasiado, se llegará a la rotura del material.

Un material que se mantenga en la zona elástica, volverá a su estado original una vez cese la fuerza que lo deformó.

Se puede entonces definir *ELASTICIDAD* como la propiedad de un material, de retornar a su forma original después de haber sido deformado por una fuerza, dentro de la zona elástica. El límite proporcional o límite elástico, es el punto hasta el cual el material puede ser deformado y aún retoma su forma original.

La deformación difiere en los distintos materiales, de acuerdo con la estructura del material, así el esfuerzo hubiera sido el mismo. Si se compara por ejemplo un caucho y un alambre de iguales dimensiones cargados con igual fuerza en el extremo. La fuerza interna resistente o sea el esfuerzo es el mismo para ambos casos, pero la deformación será diferente.



TIPOS DE ESFUERZOS

Los esfuerzos pueden ocurrir solos o combinados.

A) **Esfuerzo de tensión:** Se presenta cuando la fuerza aplicada tiende a estirar o alargar el material. Se dice por lo tanto que el material está en tensión.

B) **Esfuerzo de compresión:** Es lo opuesto al esfuerzo de tensión y ocurre cuando la carga aplicada tiende a acortar el material y por lo tanto a disminuir la longitud. Se dice entonces que el material está en compresión.

C) Esfuerzo de cizalladura: Ocurre cuando las cargas o fuerzas, en este caso opuestas y paralelas, tienden a separar una parte del material con respecto a la parte adyacente, causando un deslizamiento. También se le llama esfuerzo de corte.

Rigidez: Este término se refiere a la capacidad de la madera para resistir deflexión o doblado.

La medida de la rigidez de una madera se denomina como *Módulo de Elasticidad (MOE)*. A mayor MOE más rígida será una madera.

El módulo de elasticidad es la relación del esfuerzo a la deformación. Así por ejemplo: Si una viga de madera presenta un $MOE = 80.000 \text{ Kg/cm}^2$ y se deflecha 10 mm. otra viga similar de madera diferente, pero de las mismas dimensiones que tenga un $MOE = 40.000 \text{ Kg/cm}^2$ se deflechará 20 mm.

La rigidez de una madera se debe considerar, no sólo en vigas, sino también en columnas delgadas largas. Los miembros de madera de tipo horizontal (entrepauos, pasos de escalera, etc) debe tener por ejemplo, tanto resistencia como rigidez.

Tenacidad: Este término se refiere a la capacidad de la madera para resistir cargas repentinas (golpe o choque). Generalmente las fibras de madera de alta tenacidad, están entrecruzadas lo cual hace que la madera sea difícil de hendir o rajar o la separación de las fibras. Estas maderas se doblan o torsionan mucho más, sin romperse o fracturarse.

Hablar de una madera *frágil* es un término opuesto a madera tenaz. La fragilidad se puede atribuir a la fragilidad misma de las fibras o a defectos tales como, nudos o grano desviado.

Dureza: Este término se refiere a la resistencia que presenta una madera a la indentación, a las abolladuras y al desgaste. La madera dura es generalmente aquella que presenta buenas características o resistencia al desgaste, lo cual es importante para la madera de pisos. Por lo general las maderas duras son densas y debido a esto, presentan cierta dificultad para ser trabajadas.

PROPIEDADES FISICAS DE LAS MADERAS

De las propiedades físicas la que reviste más importancia para el usuario de las maderas es la *DENSIDAD*. La densidad es un indicativo de cuanto material leñoso en gramos (llámese paredes celulares o materia sólida) presenta un madera, por unidad de volumen. Es la relación entre el peso y el volumen de una madera y viene expresada en g/cm^3 .

Las maderas de densidades altas, generalmente presentan células con cavidades estrechas y paredes celulares gruesas. Lo contrario se presenta para las maderas livianas, en donde lo general es la presencia de muchos espacios porosos o vacíos.

Además de la variación en densidad por la cantidad de materia sólida leñosa, la densidad también varía según el *contenido de humedad (CH%)* de la madera y con el contenido de sustancias en las células. Asimismo, la densidad varía con la posición de la pieza de madera en el tronco.

Existe una relación directa de la densidad con las propiedades mecánicas (a mayor densidad, mayor resistencia). Por lo general las maderas densas son más durables que las maderas livianas. Generalmente las maderas densas, son difíciles para trabajarlas, secarlas y para su inmunizado.

Con respecto a la densidad, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El término “Verde”, se refiere a la madera con un contenido de humedad mayor del 30%. La densidad verde, es la relación entre el peso y el volumen verdes.
- El término “seca al aire”, se refiere a la madera que ha alcanzado un contenido de humedad en condiciones de secado natural (al aire). Su valor sería el contenido de humedad que alcanzaría en equilibrio con las condiciones atmosféricas del lugar. En algunas ocasiones se usa el 12% de contenido de humedad como el valor para esta condición, el cual es utilizado internacionalmente para fines de comparación. La densidad seca al aire, es la relación entre el peso y el volumen secos al aire.
- El término “seca al horno”, se refiere a la madera que se ha secado hasta un contenido de humedad del 0% o sea madera en estado *anhidro*. La densidad anhidra, es la relación entre el peso y volumen anhidros.
- El término “densidad básica”, es una relación especial entre el peso anhidro y el volumen verde. Esta densidad es la menor de todas y es utilizada para fines de comparación.

Por otro lado, las maderas livianas debido a la cantidad de espacios porosos (llenos de aire), presentan buenas características acústicas y aislantes.

Con respecto al contenido de humedad (CH%), este término se refiere al peso del agua de una pieza de madera; ésta generalmente se expresa en porcentaje (%) del peso anhidro (CH = 0%) de la madera.

El contenido de humedad (CH%) tiene gran influencia sobre el peso de la madera y en sus propiedades mecánicas. La relación del CH% con las propiedades mecánicas es inversa (a menor CH%, mayor resistencia).

Con un CH% superior al 30% (en este estado la madera se considera verde), la madera presenta poca variación en sus propiedades mecánicas. Pero a medida que la madera se seca por debajo del 30%, las paredes celulares se vuelven más duras y rígidas, lo cual trae consigo un aumento de las propiedades mecánicas con excepción de la tenacidad. De lo anterior se concluye que, es necesario dar a conocer el contenido de humedad de la madera con que se está trabajando, para saber qué se puede esperar en cuanto las propiedades físicas y mecánicas se refiere.

La contracción: Es otra propiedad física de importancia desde el punto de vista de utilización de las maderas. Toda madera que se seca es madera que se contrae, ocasionando una disminución en sus dimensiones, lo cual trae consigo la formación de esfuerzos en la madera, causando grietas y torceduras. La contracción se expresa generalmente como un % de las dimensiones en estado verde.

El término “trabajo de la madera” se refiere a la pérdida o ganancia de CH%, lo cual se debe a la higroscopicidad de la madera; esta pérdida o ganancia de humedad tomada de la atmósfera, viene acompañada por contracciones o hinchazones y por consiguiente con todos los problemas asociados.

**1. CLAVE PARA IDENTIFICACION DE RESULTADOS
PROPIEDADES FISICAS**

| | | | |
|---|--------------|-------------------------|-------------------|
| DENSIDAD ANHIDRA | CLASE | g/cm³ | CONVENCION |
| | MUY BAJA | 0.30 | M.B |
| | BAJA | 0.31 - 0.45 | B |
| | MEDIANA | 0.46 - 0.75 | M |
| | ALTA | 0.76 - 1.00 | A |
| | MUY ALTA | 1.00 y más | M.A |
| CONTRACCIONES (Total volumétrica de verde a seco al horno) | CLASE | % | CONVENCION |
| | BAJA | 10 | B |
| | MODERADA | 10 - 15 | M |
| | ALTA | 15 - 20 | A |
| | MUY ALTA | 20 | M.A |
| RELACION ENTRE CONTRACCIONES (TAN/RAD. de verde a seco al horno) | CLASE | %/% | CONVENCION |
| | FAVORABLE | 1.5 | F |
| | NORMAL | 1.5 - 1.8 | N |
| | DESFAVORABLE | 1.8 | D |

**2. CLAVE PARA IDENTIFICACION DE RESULTADOS DE PROPIEDADES MECANICAS
SEGUN ASTM y DIN (*)
(Todos los datos ajustados al 12%)**

| CON- VEN- CION | CLASE | FLEXION | | DUREZA | | CIZALLA- DURA Kg/cm ² | COMPRESION | | TENA- CIDAD Kg-m/cm ² | ARRANQUE DECLAVOS Kg |
|----------------------|---------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|--|----------------------------|
| | | RES. MAX Kg/cm ² | MOEx 1000 Kg/cm ² | EXTREMOS Kg/cm ² | LATERAL Kg/cm ² | | PARALE. Kg/cm ² | PERPEND. Kg/cm ² | | |
| MA | MUY | 2040 | 242.3 | Mayor de | Mayor de | 167 | Mayor de | Mayor de | Mayor de | --- |
| | ALTA | 1780 | 213.8 | 1515 | 1500 | 151 | 1050 | 180 | 1.45 | |
| A | ALTA | 1779 | 213.7 | 1514 | 1499 | 150 | 1049 | 179 | 1.44 | Mayor de 150 |
| | | 1520 | 185.3 | 1195 | 1105 | 133 | 750 | 110 | 0.85 | |
| AA | ALGO | 1519 | 185.2 | 1194 | 1104 | 132 | --- | --- | --- | --- |
| | ALTA | 1260 | 156.8 | 915 | 800 | 115 | --- | --- | --- | --- |
| M | MEDIANA | 1259 | 156.7 | 914 | 799 | 114 | 749 | 109 | 0.84 | 149 |
| | | 1010 | 128.3 | 660 | 540 | 95 | 545 | 70 | 0.50 | 125 |
| AM | ALGO | 1009 | 128.2 | 659 | 539 | 94 | --- | --- | --- | --- |
| | MEDIANA | 755 | 99.8 | 455 | 335 | 74 | --- | --- | --- | --- |
| B | BAJA | 754 | 99.7 | 454 | 334 | 73 | 544 | 69 | 0.49 | 124 |
| | | 510 | 71.3 | 275 | 175 | 56 | 475 | 45 | 0.35 | 50 |
| MB | MUY | 509 | 71.2 | 274 | 174 | 55 | 474 | 44 | 0.34 | 49 |
| | BAJA | 265 | 43.8 | 110 | 40 | 31 | o Menor | o Menor | o Menor | o Menor |

*Tomado de MADERAS COLOMBIANAS. Págs. 93 y 99.

3. CLAVE PARA IDENTIFICACION DE RESULTADOS DE TRABAJABILIDAD, SECADO Y PRESERVACION

| | CLASE | CONVENCION |
|-----------------------|--|------------|
| TRABAJABILIDAD | Muy Buena | M.B |
| | Buena | B |
| | Regular | R |
| | Mala | M |
| | Muy Mala | M.M |
| | CLASE | CONVENCION |
| SECADO AL AIRE | Secado rápido y sin deformaciones | A |
| | Secado rápido y con deformaciones medianas a grandes | B |
| | CLASE | CONVENCION |
| PRESERVACION | Madera Fácil de Tratar | F.T |
| | Madera Moderadamente tratable | M.T |
| | Madera Difícil de Tratar | D.T |
| | Madera Imposible de Tratar | I.T |

HORARIOS DE SECADO PARA MADERAS DESARROLLADOS EN LOS ESTADOS UNIDOS*

T10 - D5S

| PASO | CONTENIDO DE HUMEDAD % | TEMPERATURA | | EQUILIBRIO DE CH % % | HUMEDAD RELATIVA % |
|------|------------------------------|------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | Bulbo Seco °C | Bulbo Húmedo °C | | |
| 1 | Más de 50 | 60 | 54.5 | 12.0 | 75 |
| 2 | 50 - 40 | 60 | 52.0 | 10.0 | 66 |
| 3 | 40 - 35 | 60 | 49.0 | 8.0 | 55 |
| 4 | 35 - 30 | 60 | 46.0 | 6.8 | 46 |
| 5 | 30 - 25 | 65.5 | 49.0 | 5.8 | 41 |
| 6 | 25 - 20 | 71.0 | 51.5 | 5.1 | 37 |
| 7 | 20 - 15 | 76.5 | 57.0 | 5.1 | 39 |
| 8 | 15 hasta finalizar | 82.0 | 54.5 | 3.5 | 26 |

Igualar y acondicionar cuanto sea necesario.

T8 - D4S

| PASO | CONTENIDO DE HUMEDAD % | TEMPERATURA | | EQUILIBRIO DE CH % % | HUMEDAD RELATIVA % |
|------|------------------------------|------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | Bulbo Seco °C | Bulbo Húmedo °C | | |
| 1 | Más de 50 | 54.5 | 50.5 | 14.3 | 81 |
| 2 | 50 - 40 | 54.5 | 49.0 | 12.2 | 74 |
| 3 | 40 - 35 | 54.5 | 46.0 | 9.6 | 62 |
| 4 | 35 - 30 | 54.5 | 43.5 | 7.9 | 52 |
| 5 | 30 - 25 | 60.0 | 46.0 | 6.8 | 46 |
| 6 | 25 - 20 | 65.5 | 49.0 | 5.8 | 41 |
| 7 | 20 - 15 | 71.0 | 51.5 | 5.1 | 37 |
| 8 | 15 hasta finalizar | 82.0 | 54.5 | 3.5 | 26 |

Igualar y acondicionar cuanto sea necesario.

T3 - C2

| PASO | CONTENIDO DE HUMEDAD % | TEMPERATURA | | EQUILIBRIO DE CH % | HUMEDAD RELATIVA % |
|------|------------------------------|------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Bulbo Seco °C | Bulbo Húmedo °C | | |
| 1 | Más de 40 | 43.5 | 41.0 | 17.6 | 87 |
| 2 | 40 - 35 | 43.5 | 40.5 | 16.3 | 84 |
| 3 | 35 - 30 | 43.5 | 39.0 | 13.6 | 76 |
| 4 | 30 - 25 | 49.0 | 41.0 | 9.9 | 62 |
| 5 | 25 - 20 | 54.5 | 37.5 | 5.7 | 35 |
| 6 | 20 - 15 | 60.0 | 32.0 | 2.9 | 15 |
| 7 | 15 hasta finalizar | 71.0 | 43.5 | 3.4 | 21 |

Igualar y acondicionar cuanto sea necesario.

* Tomado de Dry Kiln Schedules for Commercial Woods. USDA Forest Products Laboratory FPL. G.T.R. 57. 198

T3 - C1

| PASO | CONTENIDO DE HUMEDAD % | TEMPERATURA | | EQUILIBRIO DE CH % | HUMEDAD RELATIVA % |
|------|---------------------------|------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | Bulbo Seco °C | Bulbo Húmedo °C | | |
| 1 | Más de 40 | 43.5 | 41.5 | 19.1 | 90 |
| 2 | 40 - 35 | 43.5 | 41.0 | 17.6 | 87 |
| 3 | 35 - 30 | 43.5 | 40.0 | 15.2 | 81 |
| 4 | 30 - 25 | 49.0 | 43.5 | 12.1 | 72 |
| 5 | 25 - 20 | 54.5 | 40.5 | 6.7 | 43 |
| 6 | 20 - 15 | 60.0 | 32.0 | 2.9 | 15 |
| 7 | 15 hasta finalizar | 71.0 | 43.5 | 3.4 | 21 |

Igualar y acondicionar cuanto sea necesario.

T10 - D4S

| PASO | CONTENIDO DE HUMEDAD % | TEMPERATURA | | EQUILIBRIO DE CH % | HUMEDAD RELATIVA % |
|------|---------------------------|------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | Bulbo Seco °C | Bulbo Húmedo °C | | |
| 1 | Más de 50 | 60.0 | 56.0 | 14.2 | 82 |
| 2 | 50 - 40 | 60.0 | 54.5 | 12.0 | 75 |
| 3 | 40 - 35 | 60.0 | 51.5 | 9.6 | 64 |
| 4 | 35 - 30 | 60.0 | 49.0 | 8.0 | 55 |
| 5 | 30 - 25 | 65.5 | 51.5 | 6.8 | 49 |
| 6 | 25 - 20 | 71.0 | 54.5 | 5.8 | 43 |
| 7 | 20 - 15 | 76.5 | 57.0 | 5.1 | 39 |
| 8 | 15 hasta finalizar | 82.0 | 54.5 | 3.5 | 26 |

Igualar y acondicionar cuanto sea necesario

T8 - D3S

| PASO | CONTENIDO DE HUMEDAD % | TEMPERATURA | | EQUILIBRIO DE CH % | HUMEDAD RELATIVA % |
|------|---------------------------|------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | Bulbo Seco °C | Bulbo Húmedo °C | | |
| 1 | Más de 50 | 54.5 | 51.5 | 16.2 | 86 |
| 2 | 50 - 40 | 54.5 | 50.5 | 14.3 | 81 |
| 3 | 40 - 35 | 54.5 | 48.5 | 11.5 | 71 |
| 4 | 35 - 30 | 54.5 | 46.0 | 9.6 | 62 |
| 5 | 30 - 25 | 60.0 | 49.0 | 8.0 | 55 |
| 6 | 25 - 20 | 65.5 | 51.5 | 6.8 | 49 |
| 7 | 20 - 15 | 71.0 | 54.5 | 5.8 | 43 |
| 8 | 15 hasta finalizar | 82.0 | 54.5 | 3.5 | 26 |

Igualar y acondicionar cuanto sea necesario.

T6 - D2

| PASO | CONTENIDO DE HUMEDAD % | TEMPERATURA | | EQUILIBRIO DE CH % | HUMEDAD RELATIVA % |
|------|---------------------------|------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | Bulbo Seco °C | Bulbo Húmedo °C | | |
| 1 | Más de 50 | 49.0 | 46.5 | 17.6 | 88 |
| 2 | 50 - 40 | 49.0 | 46.0 | 16.3 | 85 |
| 3 | 40 - 35 | 49.0 | 44.5 | 13.5 | 77 |
| 4 | 35 - 30 | 49.0 | 41.0 | 9.9 | 62 |
| 5 | 30 - 25 | 54.5 | 37.5 | 5.7 | 35 |
| 6 | 25 - 20 | 60.0 | 32.0 | 2.9 | 15 |
| 7 | 20 - 15 | 65.5 | 37.5 | 3.2 | 18 |
| 8 | 15 hasta finalizar | 82.0 | 54.5 | 3.5 | 26 |

Igualar y acondicionar cuanto sea necesario.

T3 - D1

| PASO | CONTENIDO DE HUMEDAD % | TEMPERATURA | | EQUILIBRIO DE CH % | HUMEDAD RELATIVA % |
|------|---------------------------|------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | Bulbo Seco °C | Bulbo Húmedo °C | | |
| 1 | Más de 50 | 43.5 | 41.5 | 19.1 | 90 |
| 2 | 50 - 40 | 43.5 | 41.0 | 17.6 | 87 |
| 3 | 40 - 35 | 43.5 | 40.0 | 15.2 | 81 |
| 4 | 35 - 30 | 43.5 | 37.5 | 12.0 | 70 |
| 5 | 30 - 25 | 49.0 | 35.0 | 6.5 | 40 |
| 6 | 25 - 20 | 54.5 | 32.0 | 4.0 | 22 |
| 7 | 20 - 15 | 60.0 | 32.0 | 2.9 | 15 |
| 8 | 15 hasta finalizar | 71.0 | 43.5 | 3.4 | 21 |

Igualar y acondicionar cuanto sea necesario.

T6 - D4

| PASO | CONTENIDO DE HUMEDAD % | TEMPERATURA | | EQUILIBRIO DE CH % | HUMEDAD RELATIVA % |
|------|---------------------------|------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | Bulbo Seco °C | Bulbo Húmedo °C | | |
| 1 | Más de 50 | 49.0 | 45.0 | 14.4 | 80 |
| 2 | 50 - 40 | 49.0 | 43.5 | 12.1 | 72 |
| 3 | 40 - 35 | 49.0 | 40.5 | 9.6 | 60 |
| 4 | 35 - 30 | 49.0 | 35.0 | 6.5 | 40 |
| 5 | 30 - 25 | 54.5 | 32.0 | 4.0 | 22 |
| 6 | 25 - 20 | 60.0 | 32.0 | 2.9 | 15 |
| 7 | 20 - 15 | 65.5 | 37.5 | 3.2 | 18 |
| 8 | 15 hasta finalizar | 82.0 | 54.5 | 3.5 | 26 |

Igualar y acondicionar cuanto sea necesario.

NOTA: En la próxima entrega se anexarán otros horarios de secado.

HORARIOS DE SECADO DESARROLLADOS POR EL LABORATORIO DE PRODUCTOS FORESTALES DE PRINCES RISBOROUGH REINO UNIDO

| | Contenido de humedad de la muestra de control más húmeda al comienzo de cada cambio | Temperatura del bulbo seco | | Temperatura del bulbo húmedo | | H.R.% Aprox. |
|------------------|--|-------------------------------|------|---------------------------------|------|-----------------|
| | % | °F | °C | °F | °C | % |
| HORARIO A | VERDE | 95 | 35 | 87 | 30.5 | 70 |
| | 60 | 95 | 35 | 83 | 28.5 | 60 |
| | 40 | 100 | 38 | 84 | 29 | 50 |
| | 30 | 110 | 43.5 | 88 | 31.5 | 40 |
| | 20 | 120 | 48.5 | 92 | 34 | 35 |
| | 15 | 140 | 60 | 105 | 40.5 | 30 |
| HORARIO B | VERDE | 105 | 40.5 | 101 | 38 | 85 |
| | 40 | 105 | 40.5 | 99 | 37 | 80 |
| | 30 | 110 | 43.5 | 102 | 39 | 75 |
| | 25 | 115 | 46 | 105 | 40.5 | 70 |
| | 20 | 130 | 54.5 | 115 | 46 | 60 |
| | 15 | 140 | 60 | 118 | 47.5 | 50 |
| HORARIO C | VERDE | 105 | 40.5 | 101 | 38 | 85 |
| | 60 | 105 | 40.5 | 99 | 37 | 80 |
| | 40 | 110 | 43.5 | 102 | 39 | 75 |
| | 35 | 110 | 43.5 | 100 | 38 | 70 |
| | 30 | 115 | 46 | 103 | 39.5 | 65 |
| | 25 | 125 | 51.5 | 109 | 43 | 60 |
| | 20 | 140 | 60 | 118 | 47.5 | 50 |
| | 15 | 150 | 65.5 | 121 | 49 | 40 |

| | Contenido de humedad de la muestra de control más húmeda al comienzo de cada cambio | Temperatura del bulbo seco | | Temperatura del bulbo húmedo | | H.R.% Aprox. |
|------------------|---|----------------------------|------|------------------------------|------|--------------|
| | % | °F | °C | °F | °C | % |
| HORARIO D | VERDE | 105 | 40.5 | 101 | 38 | 85 |
| | 60 | 105 | 40.5 | 99 | 37 | 80 |
| | 40 | 105 | 40.5 | 96 | 35.5 | 70 |
| | 35 | 110 | 43.5 | 97 | 36 | 60 |
| | 30 | 115 | 46 | 97 | 36 | 50 |
| | 25 | 125 | 51.5 | 38 | 40 | |
| | 20 | 140 | 60 | 105 | 40.5 | 30 |
| | 15 | 150 | 65.5 | 112 | 44.5 | 30 |
| HORARIO E | VERDE | 120 | 48.5 | 115 | 46 | 85 |
| | 60 | 120 | 48.5 | 113 | 45 | 80 |
| | 40 | 125 | 51.5 | 116 | 46.5 | 75 |
| | 30 | 130 | 54.5 | 117 | 47 | 65 |
| | 25 | 140 | 60 | 120 | 49 | 55 |
| | 20 | 155 | 68 | 127 | 53 | 45 |
| | 15 | 170 | 76.5 | 136 | 58 | 40 |
| | HORARIO F | VERDE | 120 | 48.5 | 111 | 44 |
| 60 | | 120 | 48.5 | 109 | 43 | 70 |
| 40 | | 125 | 51.5 | 109 | 43 | 60 |
| 30 | | 130 | 54.5 | 109 | 43 | 50 |
| 25 | | 140 | 60 | 115 | 46 | 45 |
| 20 | | 155 | 68 | 124 | 51 | 40 |
| 15 | | 170 | 76.5 | 136 | 58 | 40 |
| HORARIO G | | VERDE | 120 | 48.5 | 115 | 46 |
| | 60 | 120 | 48.5 | 113 | 45 | 80 |
| | 40 | 130 | 54.5 | 123 | 50.5 | 80 |
| | 30 | 140 | 60 | 131 | 55 | 75 |
| | 25 | 160 | 71 | 146 | 63.5 | 70 |
| | 20 | 170 | 76.5 | 147 | 64 | 55 |
| | 15 | 180 | 82 | 144 | 62.5 | 40 |

| | Contenido de humedad de la muestra de control más húmeda al comienzo de cada cambio | Temperatura del bulbo seco | | Temperatura del bulbo húmedo | | H.R.% Aprox. |
|------------------|---|----------------------------|------|------------------------------|------|--------------|
| | % | °F | °C | °F | °C | % |
| HORARIO H | VERDE | 135 | 57 | 127 | 53 | 80 |
| | 50 | 135 | 57 | 126 | 52 | 75 |
| | 40 | 140 | 60 | 126 | 52 | 65 |
| | 30 | 150 | 65.5 | 129 | 54 | 55 |
| | 20 | 170 | 76.5 | 136 | 58 | 40 |
| HORARIO J | VERDE | 135 | 57 | 123 | 50.5 | 70 |
| | 54 | 135 | 57 | 119 | 48 | 60 |
| | 40 | 140 | 60 | 118 | 47.5 | 50 |
| | 30 | 150 | 65.5 | 121 | 49 | 40 |
| | 20 | 170 | 76.5 | 127 | 53 | 30 |
| HORARIO K | VERDE | 160 | 71 | 151 | 66 | 80 |
| | 50 | 170 | 76.5 | 156 | 68.5 | 70 |
| | 30 | 180 | 82 | 159 | 70.5 | 60 |
| | 20 | 190 | 88 | 153 | 67.5 | 40 |

H.R.: Humedad relativa en porcentaje

TEMPERATURA DEL BULBO SECO: Temperatura del termómetro seco en °C y °F

TEMPERATURA DEL BULBO HUMEDO: Temperatura del termómetro húmedo en °C y °F

Tomado de: BROWN, W.H. 1965. An introduction to the seasoning of timber.

NOMENCLATURA DE PAISES

| CONVENCION | PAIS |
|----------------|----------------------|
| AL..... | ALEMANIA |
| ARG. | ARGENTINA |
| BOL..... | BOLIVIA |
| BRA..... | BRASIL |
| CAM..... | CENTRO AMERICA |
| COL..... | COLOMBIA |
| C.R. | COSTA RICA |
| CU. | CUBA |
| ECU..... | ECUADOR |
| ESP. | ESPAÑA |
| E.U. | ESTADOS UNIDOS |
| FRA. | FRANCIA |
| GUADAL. | GUADALUPE |
| GUAT..... | GUATEMALA |
| GUY. BRIT..... | GUYANA BRITANICA |
| GUY. FRA. | GUYANA FRANCESA |
| HA. | HAITI |
| HAW. | HAWAII |
| HOL..... | HOLANDA |
| HOND. | HONDURAS |
| ING. | INGLATERRA |
| ITA. | ITALIA |
| JAM..... | JAMAICA |
| MARTI..... | MARTINICA |
| MEX. | MEXICO |
| NIC. | NICARAGUA |
| PAN..... | PANAMA |
| PARAG..... | PARAGUAY |
| P.R. | PUERTO RICO |
| REP. DOM..... | REPUBLICA DOMINICANA |
| SALV. | SALVADOR |
| SURIN..... | SURINAM |
| TRIN. | TRINIDAD |
| VEN..... | VENEZUELA |

