

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA



"TECNICAS DE TRATAMIENTO, PREPARACION Y TRABAJO
DE LA MADERA DE PINO Y CARACTERISTICAS DESEABLES DE
LACAS Y SELLADORES UTILIZADOS PARA EL ACABADO DE MUEBLES"

POR

FRANCISCO IVAN ILLESCAS MORALES

AL CONFERIRLE EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO

GUATEMALA, JULIO DE 1,996

REGISTRO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
Bibliotecas Central

08
T(3461)
C. 4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración, mi trabajo de tesis titulado:

"TECNICAS DE TRATAMIENTO, PREPARACION Y TRABAJO DE LA MADERA DE PINO Y CARACTERISTICAS DESEABLES DE LACAS Y SELLADORES UTILIZADOS PARA EL ACABADO DE MUEBLES"

Tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química.


FRANCISCO IVAN ILLESCAS MORALES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA



MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Julio Ismael González Podszueck
VOCAL PRIMERO:	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL TERCERO:	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL CUARTO:	Br. Fernando Waldemar de León
VOCAL QUINTO:	Br. Pedro Ignacio Escalante
SECRETARIO:	Ing. Francisco Javier González López

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Jorge Mario Morales González
EXAMINADOR:	Ing. César García Guerra
EXAMINADOR:	Ing. Orlando Posadas Valdéz
EXAMINADOR:	Ing. Rosa María Girón
SECRETARIO:	Ing. Edgar Aurelio Bravatti Castro



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 13 de junio de 1,996

Doctor
Adolfo Gramajo,
Director
Escuela Ingeniería Química,
Facultad de Ingeniería,
Presente.

Doctor Gramajo.

Hago de su conocimiento que he revisado el Informe Final de Tesis del estudiante Francisco Ivan Illescas Morales, carnet No. 88-11922, titulada: TECNICAS DE TRATAMIENTOS, PREPARACION Y TRABAJO DE LA MADERA FINA DE PINO Y CARACTERISTICAS DESEABLES DE LACA Y SELLADORES UTILIZADOS PARA EL ACABADO DE MUEBLES, de los cual dejo constancia de mi aprobación al mismo, para proceder a la autorización del respectivo trabajo.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. César A. García Guerra
REVISOR

Guatemala, 20 de mayo de 1,996

Universidad de San Carlos de Guatemala,
Facultad de Ingeniería,
Director de la Escuela de Ingeniería Química,
Dr. Adolfo Gramajo Narciso.


Dr. Gramajo:

Habiendo revisado el informe final de tesis titulado: "Técnicas de tratamiento, preparación y trabajo de madera de pino y características deseables de lacas y selladores utilizados para el acabado de muebles" del estudiante: FRANCISCO IVAN ILLESCAS MORALES, carnet 88-11922, manifiesto haber revisado el mismo y en mi calidad de asesor le doy por aprobado.

Adjunto a la presente envío una copia del informe final tesis mencionado, para ser sometido a su consideración.

Sin otro particular quedo de usted, atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Dr. Victor Quiroa
Asesor
Col. 507

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Revisor al trabajo de Tesis titulado: **TECNICAS DE TRATAMIENTO, PREPARACION Y TRABAJO DE LA MADERA DE PINO Y CARACTERISTICAS DESEABLES DE LACAS Y SELLADORES UTILIZADOS PARA EL ACABADO DE MUEBLES;** del estudiante **Francisco Ivan Illescas Morales**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Dr. Adolfo Gramajo
DIRECTOR
ESCUELA INGENIERIA QUIMICA



Guatemala, 9 de julio de 1,996.



FACULTAD DE INGENIERIA

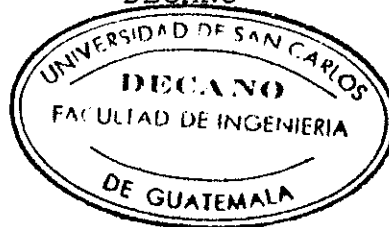
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, Dr. Adolfo Gramajo, al trabajo de Tesis titulado: **TECNICAS DE TRATAMIENTO, PREPARACION Y TRABAJO DE LA MADERA DE PINO Y CARACTERISTICAS DESEABLES DE LACAS Y SELLADORES UTILIZADOS PARA EL ACABADO DE MUEBLES:** presentado por el estudiante **Francisco Ivan Illescas Morales**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO



Guatemala, 9 de julio de 1,996

DEDICATORIA

A Dios por permitirme alcanzar una meta más.

A mis padres por todos los sacrificios realizados a lo largo de toda una vida de lucha continua.

A mi esposa por el apoyo y confianza depositada en mí.

A mis hermanas por su apoyo.

A mi suegro por sus sabios consejos.

A mis amigos y compañeros.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a Maderas de Centroamérica S.A. (MADECASA) por haberme permitido la realización del presente trabajo en sus instalaciones.

En especial al Ingeniero Victor Quiroa por su asesoría para el desarrollo del de este trabajo.

INDICE

I.- INTRODUCCION	1
1.- Características físicas de la madera	2
1.1.- Tamaño	2
1.2.- Color	3
1.3.- Defectos	3
1.3.1.- Nudos.....	3
1.3.2.- Grano en espiral	7
1.3.3.- Grano en diagonal	7
1.3.4.- Grano cruzado	7
1.3.5.- Grano entrecruzado	7
1.3.6.- Grietas	7
1.3.7.- Alteraciones de color causadas por agentes destructores y pudrición..	7
1.4.- Humedad	10
2.- Almacenamiento de la madera dentro de una fábrica de muebles	11
2.1.- Almacenamiento de la madera	12
2.2.- Tratamiento químico de la madera	15
2.3.- Secado	17
2.3.1.- Punto de saturación de la fibra	19
2.3.2.- Métodos de secado	20
2.3.3.- Defectos de secado	22
2.3.3.1.- Endurecimiento superficial	22
2.3.3.2.- Grietas	22
2.3.3.3.- Apanalamiento	24
2.3.3.4.- Pandeo	24
2.3.3.5.- Defectos asociados con el ataque de hongos	27
2.3.3.6.- Defectos por sustancias químicas en la madera	27
2.3.3.7.- Colapso en madera	27

3.- Procesos de transformación de la madera	30
3.1.- Cepillado	30
3.1.1.- Defectos de cepillado	31
3.1.2.- Factores que afectan la calidad superficial	33
3.2.- Ensamblado de muebles	36
3.2.1.- Defectos producidos en el proceso de ensamblado	40
3.3.- Proceso de lijado	43
3.3.1.- Respaldo de la base	45
3.3.2.- Tamaño del grano	45
3.3.3.- Adhesivo	45
3.3.4.- Tipo de abrasivo	46
3.4.- Proceso de acabado	46
3.4.1.- Sellado	47
3.4.2.- Secado	47
3.4.3.- Lijado	47
3.4.4.- Acabado final	48
3.4.5.- Secado	48
3.4.6.- Inspección final	48
3.4.7.- Método de aplicación de los productos químicos con pistola	48
4.- Productos químicos utilizados para acabado natural	54
5.- Conclusiones	58
6.- Recomendaciones	59
GLOSARIO	60
BIBLIOGRAFIA	63

I. INTRODUCCION

Guatemala es un país que posee extensas áreas de bosques generadores de muchas especies de madera. Las más utilizadas para la elaboración de muebles son: caoba, ébano, cedro, nogal y pino.

La madera es uno de los recursos naturales renovables más utilizados, pero, la inapropiada explotación de este recurso ha llevado a muchas organizaciones nacionales e internacionales a crear leyes para rezlizar una tala moderada de árboles. Actualmente, ciertas clases de maderas son consideradas como recursos no renovables debido a que el período de crecimiento de sus árboles productores es muy largo.

El pino es una especie muy abundante en Guatemala. Su crecimiento es relativamente rápido, siendo éste de 15 a 20 años para que posea el diámetro y altura adecuada, misma que dependerá del tipo de especie y del cuidado que se haya proporcionado. El cuidado de un bosque de pino es un factor decisivo para las dimensiones que el árbol pueda tener.

El uso de la madera de pino para la elaboración de muebles, requiere de cuidado y de gran conocimiento de la forma en que debe trabajarse, pues, es muy difícil obtener un producto de buena calidad.

Este documento pretende dar una orientación para: a) la selección de madera de pino y b) la forma de trabajar con acabado natural. El acabado es el último proceso de la elaboración de muebles que consiste en la aplicación de un producto químico que tiene la misión específica de proteger, por una parte, no sólo a la madera sino a todo el mueble de los factores externos que pueden dañarlo como: la humedad, la luz solar, golpes ocasionados por el uso, etc. En el caso de un producto para acabado natural es aquel que deja mostrar todas las características de la madera sin cambiarle su color. Para lograr el acabado natural de un mueble es necesario utilizar selladores y lacas que sean capaces de dar, a cada uno de los muebles, las propiedades necesarias para una buena presentación; que sean agradables al gusto del usuario y que se acoplen a las facilidades de aplicación y de producción a gran escala y como factor muy importante que no sean productos que ocasionen daño a la salud de las personas o perjudiciales al medio-ambiente.

1.- CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MADERA

Entre las principales características que es necesario observar en la madera que proviene del aserradero se tiene:

- tamaño,
- color,
- defectos,
- humedad.

Estas características son de gran importancia debido a que el proceso de transformación de la madera en muebles puede facilitarse o,bién, crear dificultades.

Es necesario analizar todas las características físicas de la madera para comprender y determinar su uso inmediato.

1.1- TAMANO

El tamaño en el que puede comprarse la madera de acuerdo con la escala comercial o escuadría comercial es la siguiente:

TABLONES: los tablones son piezas de sección rectangular con aristas vivas, espesor de 5 a 10 cm, anchos que pueden variar e 10 a 30 cm y con una longitud de 2 a 10 metros, según sea el uso para el que se destine.

LISTONES: son piezas de sección rectangular y aristas vivas con escuadría de 2 x 4 cm y de 2 x 8 cm y la longitud de 2 a 10 metros.

LISTONCILLOS: parecidos a los listones, pero, con una escuadría de 1 x 2 cm y de 2 x 4 cm.

DUELA DE CARPINTERIA O TABLAS: son piezas rectangulares que pueden tener un grosor que oscila entre 1.5 cm a 5 cm; en ancho puede encontrarse de 10 a 14 cm y el largo de 30 cm a 1 metro.

VIGA O POLIN: piezas de sección rectangular y aristas vivas, de 4 a 10 centímetros de grosor, el ancho puede estar también de 4 a 10 centímetros; el largo de 1 a 5 metros.

TROZA O TROZO: pieza de sección rectangular que a diferencia de la viga tiene un grosor mayor de 10 cm, el ancho y el largo dependerá del uso al que se destine.

La medida de la madera que pueda utilizar una fábrica de muebles va a depender del tipo de mueble que fabrique y de la optimización que su proceso pueda tener. Las medidas de las piezas de la madera para muebles no es la misma para cuando se quiere hacer estructuras o tarimas.

1.2.- COLOR

La madera de pino es la madera resinosa por excelencia con albura y duramen muy bien diferenciado; cuando la madera se encuentra libre de agentes externos y en condiciones de salud favorables, la albura es de color blanco rosáceo y el duramen de color rojizo pardo que tiende a tornarse amarillo con el tiempo.

Cuando la madera no se cuida de forma correcta va a presentar diferentes colores, los cuales dependerán de la condición de salud en que se encuentre y del agente externo que esté influyendo para el cambio, tal como se verá más adelante.

1.3.- DEFECTOS

Los defectos son alteraciones dañinas desde el punto de vista estructural que se presenta en la madera, debido a diversas causas, algunas puramente naturales y otras como consecuencia de ciertos estados particulares. Los defectos clasificados como principales son: los nudos, grietas, fibras inclinadas o torcidas, etc. Estas alteraciones se deben en gran parte a que se trata de un ser vivo. El árbol tanto en pie como ya apeado es una materia orgánica que está expuesta al ataque de una serie de agentes naturales y biológicos, que al actuar sobre la madera, pueden alterar, transformar, afear, estropear y destruirla.

1.3.1.- NUDOS: son defectos que se originan en el tronco como consecuencia del apareamiento de las ramas, en una pieza de madera, le reducen su resistencia a la flexión, principalmente, afectando en menor escala la resistencia al corte y a la compresión. Su efecto perjudicial se debe a que reduce el área efectiva que resiste la carga y además en sus alrededores, se presentan distorsiones en la fibra, que también reducen su resistencia.

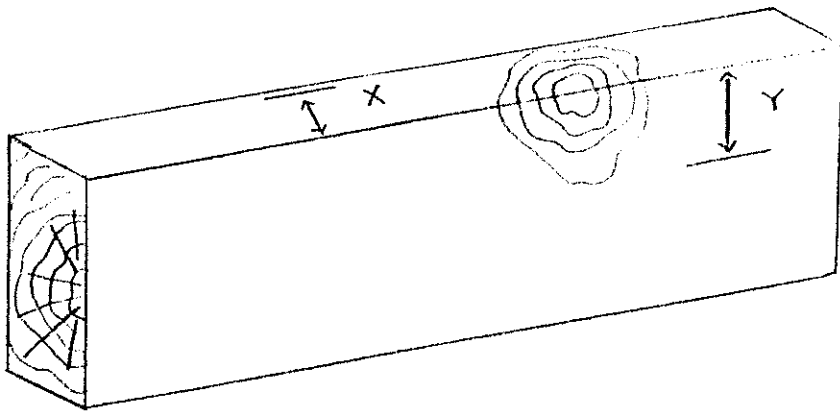
Los nudos por su consistencia se pueden clasificar en nudos vivos y en nudos muertos. Los primeros son aquellos que forman parte integral de ramas vivas y que no se aflojan durante el secado. Los muertos son aquellos que se forman cuando una rama muere, la capa de cambium muere, deteniéndose el crecimiento en diámetro a lo largo de toda su longitud.

La presencia de nudos en la madera tiene una relación directa con su comportamiento mecánico. El nudo en sí mismo es de mayor dureza, más alto peso específico, es más resinoso y contrae de una manera diferente que el tejido leñoso a su alrededor. Debido a estas características, la presencia de nudos vivos y sanos incrementan la resistencia a la compresión, la dureza y las características de esfuerzo cortante de la madera; sin embargo, estos nudos causan desigualdad de la superficie sobre la que aparecen. En la manufactura de muebles dan problemas de agrietamiento por cambios de humedad, lo cual hace difícil el sellado y con ello la operación de pintado debido a la alta concentración de resinas o a la excesiva absorción de componentes e incrementan la fuerza o potencia requerida por herramientas de corte.

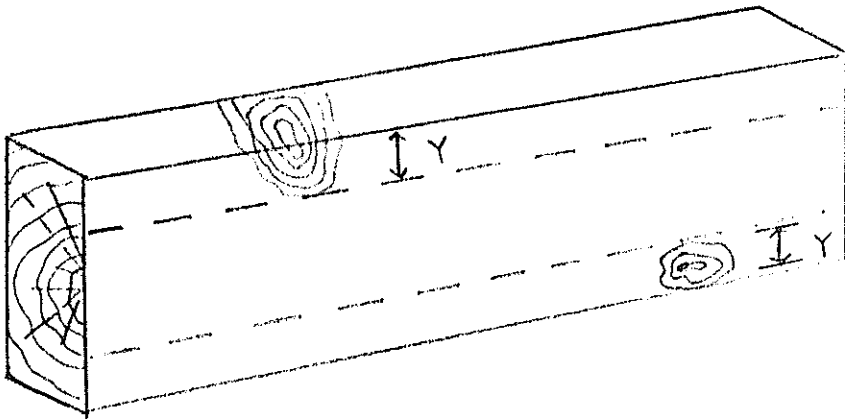
En una pieza de madera los nudos se pueden hallar en las siguientes posiciones: en la arista, en el borde, en el canto y en combinadas posiciones de las tres anteriores.

NUDOS EN LA MADERA

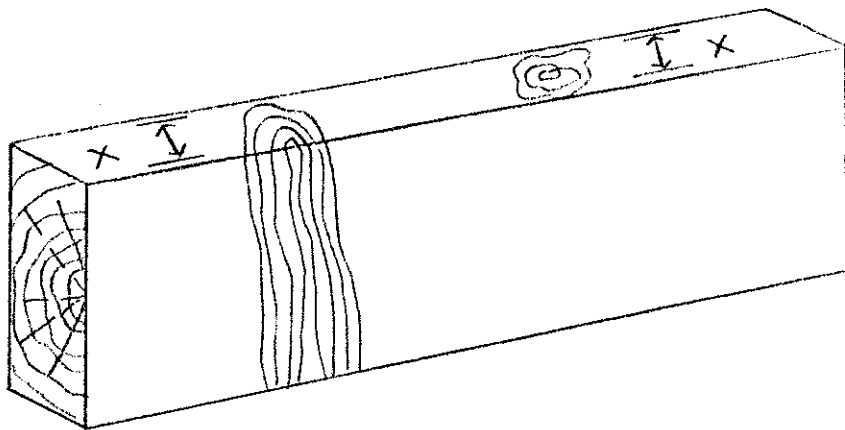
(Ver la siguiente página)



NUDO DE ARISTA

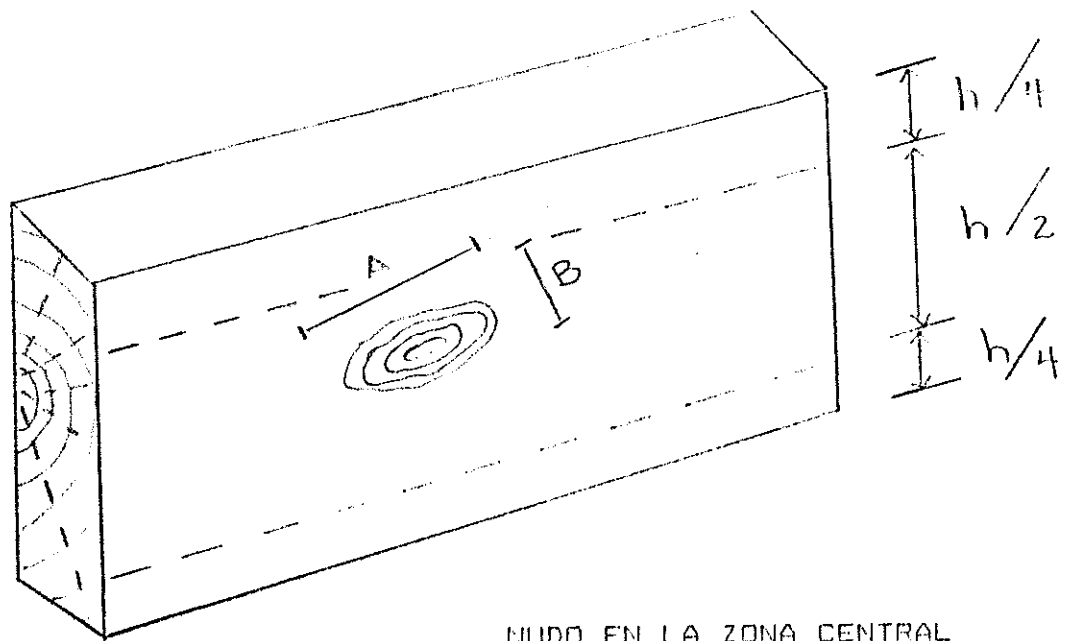


NUDO EN EL BORDE

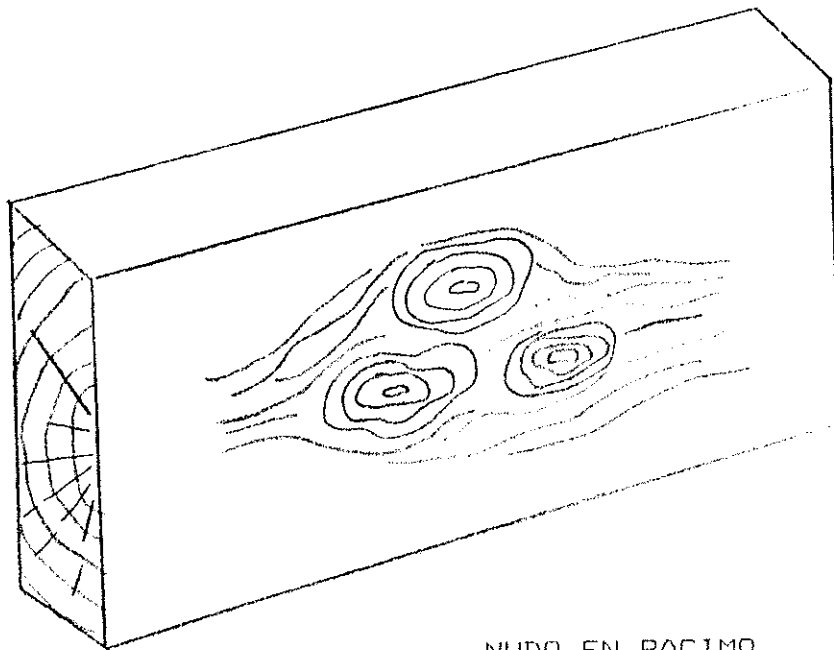


NUDO EN EL CANTO

FIGURA No. 1



NUDO EN LA ZONA CENTRAL



NUDO EN RACIMO

FIGURA No. 2

1.3.2.- GRANO EN ESPIRAL: es el grano que se encuentra en la orientación helicoidal de las fibras en el tronco (tallo) de un árbol, el cual da una apariencia de trenzado (enroscado) al tronco, después de que el corte ha sido removido. La dirección en espiral puede ser hacia la derecha o hacia la izquierda, la pendiente podría ser constante o podría variar con la edad del árbol.

1.3.3.- GRANO DIAGONAL: este defecto se produce cuando una troza es aserrada de tal forma que el grano de la madera cruza la superficie a cierto ángulo. La pieza tendrá grano diagonal o inclinado. La principal causa del grano inclinado o diagonal es la práctica de aserrar la madera siguiendo una dirección paralela a la médula o eje del árbol.

1.3.4.- GRANO CRUZADO: son las desviaciones del grano en las superficies de la madera de corte tangencial, que podrían ser el resultado de grano espiral en el árbol o debido a curvaturas y torceduras en las trozas o, bien, interrupciones del grano alrededor de grandes nudos.

1.3.5.- GRANO ENTRECruzADO: es una inversión regular del grano en espiral de izquierda a derecha o viceversa.

En la manufactura de muebles ocasiona la principal dificultad en el proceso de lijado, debido a que es difícil que la superficie quede totalmente lisa. El producto químico de sellado que se utilice debe llenar bastante el poro para evitar ser percibido al tacto después de acabado el mueble.

1.3.6.- GRIETAS

Las grietas ya sean radiales, tangenciales o longitudinales reducen la resistencia de la madera, debido a que afectan el área efectiva de resistencia al corte horizontal de las piezas que se trabajan a flexión; como los esfuerzos de corte son mayores en los apoyos de los miembros, las restricciones para las grietas se aplican a una longitud a partir de los extremos, igual a tres veces el peralte del miembro.

1.3.7.- ALTERACIONES DE COLOR CAUSADAS POR AGENTES DESTRUCTORES Y PUDRICION

El defecto producido en la madera que conlleva la alteración de su color natural está producido, especialmente, por los hongos cromógenos que únicamente se comen el líquido del interior de las células, a diferencia de los hongos xylófagos que se comen la celulosa y la lignina de las paredes de las células, acabando por destruir la madera.

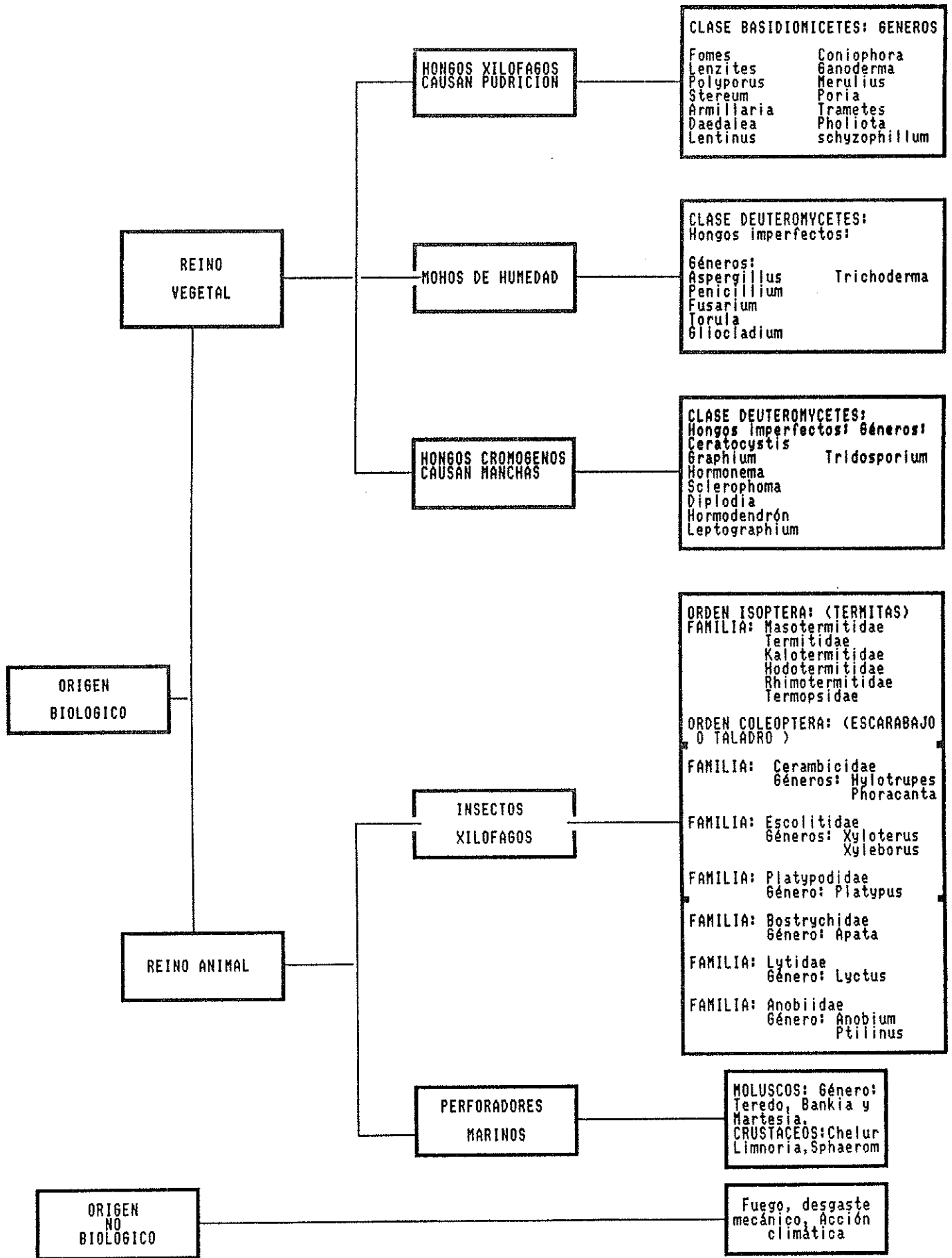
El cambio de color más conocido es el azulado producido por la descomposición de los cuerpos albuminoides de la savia, bajo la acción de hongos cromógenos. El corazón rojo es otra coloración que se produce especialmente en las hayas viejas cuando el corazón se altera, haciéndose esponjoso, ya que el agua asciende por capilaridad, oxidando el tanino que enrojece y tiñe el centro del tronco. Otra coloración que puede producirse es la rojiza en el pasmo, la cual es producida por hongos que después de enrojecer la madera acaban por reducirla a un polvo pardorrojizo o atabacado y ataca tanto a los árboles como a la madera puesta en planta.

La pudrición es la destrucción paulatina y lenta de la fibra de celulosa la cual está acompañada de la alteración de color en la madera, misma que tiende a ser marrón parda.

Entre las características de la pudrición café (marrón) se tiene:

PUDRICION CAFE	
CARACTERISTICA	PUDRICION MARRON/PARDA
Color	Marrón rojiza o negra
Compuestos removidos	Celulosa
Contracción	Normalmente alta, sobre todo, longitudinalmente
Resistencia estática	Se reduce enormemente
Tenacidad	Se reduce, rápidamente, aún en etapas iniciales
Grado de polimerización	Disminución rápida
Rendimiento de pulpa	Bajo
Calidad de fibra	Pobre
Solubilidad en NaOH al 1%	Alta
Sustrato	Coníferas

AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA



1.4.- HUMEDAD

La humedad en la madera se manifiesta en dos formas: como agua libre localizada en las cavidades celulares de ésta y como agua capilar o absorbida, localizada en las paredes capilares de las mismas células. Cuando el árbol es cortado, la madera del tronco empieza a perder humedad, debido a la diferencia que existe entre la que contiene la madera y la que hay en el medio ambiente. Mientras que esto sucede, las paredes capilares continúan todavía saturadas, hasta que toda el agua en estado libre se ha evaporado.

Hay un estado de humedad crítico, que es aquel en el que toda el agua libre se ha evaporado y el agua capilar, empieza a evaporarse. A este punto, se le llama "Punto de Saturación de la Fibra", que se presenta cuando la madera tiene un porcentaje de humedad que oscila entre el 25% al 30% y que es constante para la madera de todas las especies.

La humedad de la madera tiene un marcado efecto en la tendencia a que la madera sea atacada por hongos (el material de la madera es orgánico) ya que éstos necesitan para vivir condiciones especiales de luz y humedad. Respecto de la humedad de los hongos, se desarrollan cuando el porcentaje es superior al punto de saturación de la fibra, es decir que es necesaria la presencia de agua libre. Por otro lado, cuando la madera se encuentra sumergida enteramente en agua o ha estado al aire libre, mantienen su porcentaje de humedad menor del 20%, no sufre ataque de hongos.

La madera como ser vivo orgánico debe cuidarse desde el momento de ser cortada, para evitar su deterioro por las condiciones externas que puedan presentarse. Al momento de ser cortada la madera debería ser resguardada y no dejarla a la intemperie, pero, actualmente, en los bosques las guatemaltecos, las dificultades para extraerla son grandes.

2.- ALMACENAMIENTO DE LA MADERA DENTRO DE UNA FABRICA DE MUEBLES

Cuando la madera llega a los patios de una fábrica de muebles es muy importante revisarla para que cumpla con los requisitos necesarios para utilizarla. La apariencia de la madera es de gran importancia debido a que muchas de las imperfecciones que pueda tener difícilmente podrán ser eliminadas por el producto químico utilizado para preservarla. Lo único que podrá hacer es evitar que las imperfecciones o enfermedades se propaguen. El químico que dará el acabado final al mueble tiene la misión fundamental de protegerlo de las condiciones externas a las que esté destinado.

El término grano es utilizado en referencia a los anillos de crecimiento, como grano fino y grano grueso; pero, también, se emplea para indicar la dirección de las fibras, como grano recto, entrecruzado, etc. En el área de acabados para madera se utiliza la designación de grano abierto y grano cerrado, como términos que reflejan el tamaño relativo de los poros, lo que determina sin la superficie de la madera mecesita o no de la aplicación de rellenos para obtener un buen acabado.

La textura se ha utilizado por muchos fabricantes de muebles como un sinónimo de grano, aunque a veces se refiere al tamaño de los elementos anatómicos de la madera.

Las trozas de madera que pueden llegar a una fábrica pueden haber sido aserradas de dos formas, tangente a los anillos de crecimiento, produciendo un corte tangencial o corte plano y perpendicular a los anillos o paralela a los radios produciéndose madera de corte radial o madera cuarteada.

El valor decorativo de la madera depende de su color, figura, lustre y de la forma en que acepta selladores, tapaporos, tintes y recubrimientos transparentes. En la madera de corte tangencial los anillos de crecimiento generalmente forman elipses o parábolas que dan como resultado figuras llamativas. Sobre superficies de corte radial, estos anillos forman bandas, las cuales no son especialmente ornamentales a menos que sean irregulares en ancho y dirección. Los radios grandes forman figuras llamativas sobre superficies radiales.

En maderas de poro abierto, la apariencia de las superficies tangencial y radial pueden ser variadas por medio de la aplicación de rellenos o productos que le cambien el color natural.

Cuando la madera se revisa, debe cumplir las características estipuladas en la compra con los aserraderos. Para comercializar la madera de pino, se puede clasificar por categorías basándose en las cualidades y defectos que presenta en su estructura.

MADERA DE PINO DE 1a. CLASE: esta madera corresponderá a la madera sana, sin pudriciones, sin gemas, sin ningún tipo de coloración que no sea el natural y sin nudos vivos visibles. Esta es la madera ideal para la utilización en muebles que lleven un acabado natural. Aquí se puede apreciar la belleza de la madera en sí.

MADERA DE PINO DE 2a CLASE: esta madera deberá tener las mismas condiciones que la anterior, pero, se pueden incluir piezas que tengan nudos sanos y adherentes en las dos caras, siempre y cuando no se encuentren agrupados. Dependiendo que tan estricto sea el control de calidad, el diámetro de los nudos puede ser menor de 50 mm.

MADERA DE PINO DE 3a. CLASE: tendrá que ser madera sana y sin pudrición, aunque puede estar ligeramente azulada y tener nudos sanos de diámetro menor o igual a 50mm.

La calidad de madera que se pueda utilizar para la fabricación de los muebles, dependerá tanto del tipo de mueble como del acabado a aplicarse, debido a que se puede utilizar madera de tercera clase cuando se aplican tintes, no así al natural. En muchos casos, el uso de un acabado natural hace que la madera presente varias tonalidades en su color y los muebles no se puedan apreciar del mismo color.

Cuando la madera ya está totalmente revisada es necesario almacenarla o, bien, que sea preparada para ser utilizada en el proceso de secado y, posteriormente, el cepillado.

2.1.- ALMACENAMIENTO DE MADERA

El almacenamiento es de gran importancia para preservar la madera del ataque de plagas que la puedan destruir, así como evitar que se acumule demasiada humedad y, con ello, el ataque de hongos que alteren su color.

La madera por ser materia prima que ocupa gran espacio debe estar almacenada o guardada en patios donde se pueda ventilar correctamente y, al mismo tiempo, protegerla de los agentes externos como el clima, la luz solar, etc.

El apilamiento de la madera debe tener las siguientes características:

CARACTERISTICAS DEL APILAMIENTO DE LA MADERA

CARACTERISTICA DEL APILADO	CAUSAS
1. Todas las piezas deben tener las mismas medidas. (grosor, ancho y largo)	Evita deformaciones, favorece los inventarios, equilibra la pila. Prepara la madera para el proceso de secado.
2. Tipo de apilado horizontal.	Disminuye espacio.
3. Las pilas deben estar colocadas sobre bases o cimientos.	Mejor circulación de de aire, evita humedad.
4. Las pilas deben estar cubiertas con plásticos de color negro.	Protege de los rayos del Sol y de la lluvia.
5. Cada capa o fila de piezas de madera debe estar alternada con separadores transversales. (ver figura 3)	Permite la circulación de aire.
6. Rotación de las pilas de madera.	Evita la acumulación de madera y su deterioro.
7. Aplicar tratamiento químico. (Fumigación)	Evita el ataque de plagas y agentes que deterioren la madera.
8.- Correcta distribución de las pilas de madera dentro del patio. (ver figura No 3)	

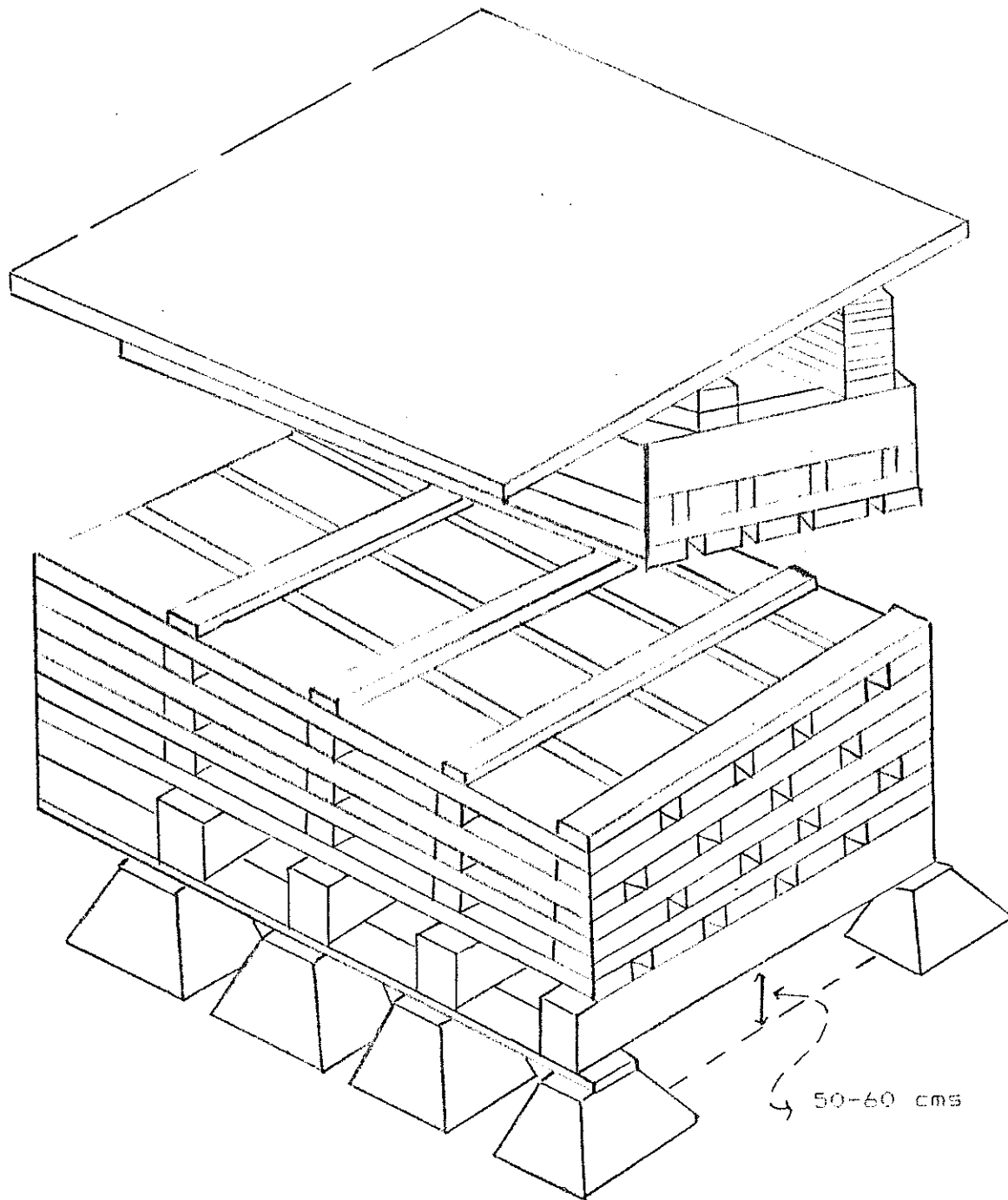


FIGURA No.3

2.2.- TRATAMIENTO QUIMICO DE LA MADERA

La aplicación de tratamiento químico que evite el ataque de plagas es de vital importancia, debido a que, la madera por ser un material vivo, tiende a sufrir del ataque de otros (parásitos) que la deterioren.

Para que un producto químico pueda ser reconocido como un preservador de la madera, debe reunir las siguientes características:

- 1.- toxicidad,
- 2.- penetrabilidad,
- 3.- permanencia o efecto residual,
- 4.- inocuidad,
- 5.- no corrosivo,
- 6.- no combustible,
- 7.- fácil de aplicar,
- 8.- no debe manchar,
- 9.- debe ser compatible con los productos químicos utilizados para acabado de muebles,
- 10.- no fitotóxico,
- 11.- económico,
- 12.- accesible.

Existen diversas formas de clasificar a los preservantes y, de acuerdo con su origen o naturaleza, se pueden dividir en:

A.- CREOSOTA ORDINARIA

- Creosota ordinaria
- Creosota líquida
- Mezcla de creosotas

B.- PRODUCTOS ORGANICOS
(OLEOSOLUBLES)

- Naftenos
- Pentaclorofenol
- Pentaclorofenol de Sodio.
(soluble en agua)
- Oxido Tributil Estannoso
- Quinolinolato 8 de cobre

C.- PRODUCTOS INORGANICOS
(HIDROSOLUBLES)

- Sales múltiples
 - * Arsénico, cobre, Amoniacales
 - * Cupro, Cromo, Arsenicales
 - * Cupro, Cromo, Boricas
- Compuestos de Boro
- Otros compuestos Hidrosolubles.

En el mercado existe gran diversidad de productos que pueden llenar las características anteriores y tienen otras características específicas que son las que en un momento dado se requirieran según el uso que se le destine a la madera. En el caso de la elaboración de muebles las anteriores mencionadas son los productos generalmente más utilizados.

2.3.- SECADO

Entre los procesos de tratamiento necesarios para preservar la madera está el Secado. La madera es una de las materias primas más versátiles. El comportamiento de la madera en servicio está casi enteramente determinado por las relaciones de humedad. Para la mayoría de los usos finales de la madera, es de vital importancia el reducir, su contenido de humedad a un nivel apropiado de acuerdo al lugar donde se utilizará, con el fin de obtener un producto estable que se desempeñe satisfactoriamente en servicio.

Si la madera no está sometida a un adecuado proceso de secado antes de su transformación en productos finales, sino a un secado informal, ocurrirá en servicio efectos indeseables que a la larga vienen a elevar el costo de producción.

Las industrias de la madera en Guatemala, en general, se abastecen de madera aserrada, la mayoría de la cual no está seca cuando llega del aserradero. Si la industria no cuenta con adecuadas facilidades para secar la madera, ya sea por método natural o artificial, la humedad ocasionará problemas durante su manufactura, acabado y servicio.

Entre las ventajas que tiene el secar la madera antes de usarla están:

- 1.- Reducción de peso: al realizar el secado de la madera, se elimina gran parte de su humedad y, por lo tanto, se reduce su peso. Esta reducción, en términos generales, varía desde un 25% hasta un 50% respecto de su peso total. Esto permite una considerable economía por concepto de transporte de madera y mayor facilidad en el manipuleo.
- 2.- Estabilidad dimensional: cuando la madera se seca a un contenido de humedad igual o muy próximo al que obtendría en servicio (contenido de humedad en equilibrio) ésta no sufrirá cambios apreciables en su forma y dimensiones (contracción o hinchamiento mínimo).
- 3.- Resistencia Mecánica: a medida que la cantidad de humedad de la madera disminuye, sus propiedades mecánicas permanecen prácticamente constantes hasta el punto que el agua libre haya sido eliminada, bajo este punto (punto de saturación de la fibra) la resistencia mecánica de la madera aumenta en forma progresiva y significativa. La madera con un contenido de humedad del 10% o menos, se volverá, aproximadamente, un 33% más resistente que la madera verde.
- 4.- Pudrición y mancha: cuando la madera se somete a un proceso de secado eficiente y es mantenida a un contenido

de humedad en servicio menor del 20%, no sufrirá degradación por hongos.

Además, algunos insectos que atacan la madera verde no deterioran la madera correctamente seca.

- 5.- Tratamiento de preservación: la madera seca es mucho mejor para que los productos químicos (preservantes) no hidrosolubles o métodos de tratamiento a alta presión puedan penetrar fácilmente.
- 6.- Adhesivos: la madera que ha sido secada correctamente obtendrá una mejora considerable en sus propiedades adherentes y se desarrollarán líneas de cola más estables y de mayor resistencia.
- 7.- Acabados: la madera seca obtiene una mayor capacidad de aceptar y retener en buen estado pinturas, barnices o cualquier tipo de recubrimiento.
- 8.- Trabajabilidad: las características de trabajabilidad de la madera se ven favorecidas cuando el contenido de humedad de la misma es bajo, no así, el de la madera verde. Por lo tanto, puede ser procesada (aserrada, cepillada, moldurada, lijada, etc.) de manera más fácil y eficiente y así obtener productos mejor terminados.
- 9.- Aislamiento térmico: los espacios celulares e intercelulares (volumen hueco) en la madera seca están ocupados por aire, lo cual hace que la transmisión del calor a través de ella sea baja. Esto permite utilizar la madera como material aislante de temperatura.
- 10.- Aislamiento eléctrico: conforme la madera posea un menor contenido de humedad, su resistencia al paso de la corriente eléctrica aumentará considerablemente, permitiendo utilizar la madera como aislante eléctrico.
- 11.- Combustión: en el caso de utilizar la madera como combustible, entre más seca se encuentre ésta mayor será su poder calórico, es decir, entregará mayor contenido de energía por peso.

Por lo anterior, se puede afirmar que la humedad influye significativamente en el comportamiento de la madera, tanto en su etapa de transformación como durante su vida de servicio en forma de producto terminado. Es, por lo tanto, de gran importancia, tener un control sobre el contenido de humedad de la madera, saber cómo determinarlo, sus efectos y aprender cómo prevenir dificultades generadas por la humedad.

La madera es un material orgánico proveniente de un vegetal vivo (árbol) el cual depende de la savia para

vivir. Esta savia en el árbol está compuesta en su mayor parte por agua con un pequeño porcentaje de nutrientes y minerales en solución.

2.3.1.- PUNTO DE SATURACION DE LA FIBRA

El agua (humedad) en la madera puede clasificarse en dos tipos, agua libre y agua atada. El agua libre se encuentra localizada en las cavidades celulares (lumen) y en los espacios intercelulares, incluyendo vasos y canales resiníferos y se presenta en forma líquida o de vapor de agua. Este tipo de agua puede ser eliminada de una forma relativamente fácil.

El agua ligada está asociada a las paredes celulares por medio de la atracción molecular; estrictamente hablando se encuentra unida a las microfibrillas de la zona amorfa en la pared celular por medio de puentes de hidrógeno con los grupos OH (hidróxilos) de las moléculas de celulosa. El agua ligada requiere de cierta inversión de energía para ser removida.

Al secarse la madera, las cavidades celulares se vacían de agua antes que las paredes celulares, es decir, se elimina primero, el agua libre y posteriormente el agua ligada. Al humedecerse la madera, las paredes celulares se saturarán de agua antes de que las cavidades se llenen de la misma. El punto donde se ha eliminado el agua libre y sólo existe agua ligada se denomina " Punto de saturación de la fibra". Dependiendo de la especie de la madera, este punto de saturación de la fibra varía de acuerdo con el lugar de uso de la madera, del tipo de especie y del uso a que se destine.

La medición del contenido de humedad se puede hacer de varias formas como: utilizando el método gravimétrico o diferencia de peso:

$$C H = (Pv - Po)/Po \times 100$$

donde:

C H = contenido de humedad (en porcentaje)
P v = peso verde o peso inicial (gramos)
P o = peso seco al horno (gramos)

Está también el método de destilación, el cual en términos generales consiste en extraer el agua presente en la madera por medio de una destilación con un solvente no miscible con el agua, por ejemplo: el tolueno o xilol y por medio de un recipiente calibrado se recoge y mide el agua. El método más práctico que existe es utilizar sus propiedades dieléctricas valiéndose para ello medidores eléctricos.

Entre los conceptos de importancia que es necesario manejar, está el "Contenido de humedad en equilibrio".

La madera es un material higroscópico que siempre contendrá cierta cantidad de agua, excepto bajo condiciones especiales. Higroscópico significa que la madera tiene la capacidad de absorber o ceder humedad al ambiente que la rodea hasta que la cantidad de agua en la madera esté en equilibrio con las condiciones ambientales: Temperatura y humedad relativa.

Si la madera pudiera mantenerse bajo condiciones de temperatura y humedad relativa constantes, ésta llegaría a obtener un contenido de humedad en equilibrio constante, por ejemplo: la madera expuesta a un ambiente cuya temperatura sea de 22 grados centígrados y una humedad relativa del 66% , obtendría un contenido de humedad en equilibrio igual o muy próximo al 12%.

El objetivo práctico de cualquier proceso de secado es el de secar la madera a un contenido de humedad en el que se encuentre en equilibrio con las condiciones ambientales promedio del lugar en que será expuesta, con el fin de eliminar o reducir el movimiento de la madera (contracción o hinchamiento).

En Guatemala, las condiciones promedio de humedad relativa y de temperatura ambiente son tales que la madera normalmente, obtiene entre 12% a 22% de contenido de humedad al aire libre y entre un 8% a 14% en el interior.

2.3.2.- METODOS DE SECADO

Los métodos para el secado de la madera se pueden clasificar en dos categorías:

- secado natural,
- secado artificial.

El tipo de proceso de secado a utilizar debe ser escogido de acuerdo con las necesidades y capacidad económica que se tenga disponible.

El secado natural o secado al aire es el menos sofisticado de los procesos de secado. Consiste en exponer la madera a las condiciones ambientales prevalecientes en relación a temperatura, humedad relativa y velocidad de circulación del aire disponible. El tiempo de secado puede variar desde 2 o 3 meses hasta 1 o 2 años, dependiendo del tipo de especie que se esté trabajando y el contenido de humedad final será igual o muy próximo al contenido de humedad de equilibrio promedio del sitio donde se realice el secado.

El secado artificial se realiza bajo condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y velocidad de circulación del aire. Permite obtener madera con bajos contenidos de humedad entre (6 y 15 %) en un tiempo relativamente corto. Además, la madera, generalmente, es de mejor calidad que la obtenida en secado al aire.

DIFERENCIAS ENTRE EL SECADO NATURAL Y EL SECADO ARTIFICIAL

SECADO NATURAL

Bajo costo de combustibles

Area de secado grande para volúmenes altos.

Elevado tiempo de secado.

La humedad final dependerá del contenido de humedad del ambiente(promedio)

No se necesita equipo ni maquinaria de alta tecnología.

Proceso lento y dependiente de las condiciones del medio ambiente.

La madera es susceptible al ataque de agentes externos como: insectos, clima, etc.

Baja calidad

Baja uniformidad en el secado.

SECADO ARTIFICIAL

Alto costo de combustible

Areas de secado relativamente pequeñas para volúmenes altos.

Tiempo de secado corto.

La humedad final no depende del medio-ambiente.

Se necesita de equipo y maquinaria como motores, ventiladores, caldera, etc. (según el proceso a utilizar)

Proceso rápido y no dependiente del medio ambiente.

La madera está libre del ataque de insectos y cualquier agente externo.

Alta calidad

Uniformidad en el secado

2.3.3.- DEFECTOS DEL SECADO

Los defectos de secado se atribuyen, en su mayoría, a tres causas: contracciones, hongos y sustancias químicas.

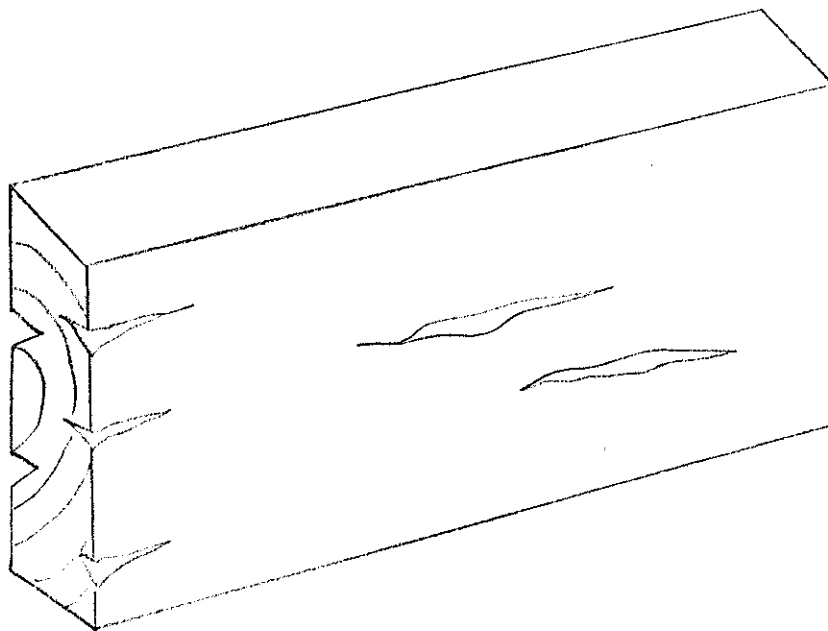
Los defectos asociados con la contracción de la madera se ven incrementados cuando se utilizan temperaturas elevadas y/o bajas humedades relativas, durante las etapas críticas del proceso de secado. También por causa de altas velocidades de circulación de aire.

Las manchas químicas se deben, principalmente, a la acción del calor (temperatura) sobre los extractivos de la madera.

Entre los defectos se pueden encontrar:

2.3.3.1 ENDURECIMIENTO SUPERFICIAL: en las primeras etapas del proceso de secado, las capas superficiales de la madera se secan rápidamente bajo el punto de saturación de las fibras y alcanzan el equilibrio con el aire que les rodea. Como consecuencia de esto, estas capas tienden a contraerse, pero, esta contracción es restringida por las capas internas que se encuentran sobre el punto de saturación de las fibras y, por lo tanto, no se contraen. Debido a esto las capas superficiales son sometidas a un esfuerzo de tracción (tensión) mientras que las capas internas están bajo esfuerzo de compresión. Madera con este patrón de esfuerzos es referida como madera tensionada o endurecida.

2.3.3.2.- GRIETAS: las grietas son rupturas en la madera a lo largo del grano por separación de las fibras y se presentan generalmente a lo largo de los radios. Se clasifican en dos tipos: grietas superficiales y grietas por cabeza (sección transversal). Las grietas se producen en las primeras etapas del secado y se deben a una alta velocidad de secado (tensión externa y compresión interna). Esto se debe a que el esfuerzo de tensión es mayor que la resistencia mecánica de la madera en tensión perpendicular a la fibra. Las grietas superficiales ocurren generalmente en las caras de la madera aserrada en corte tangencial y en madera con espesores mayores a 38 mm (1 1/2"). Podrán aparecer tanto en corte tangencial como en el radial. Las grietas por cabeza se presentan en la superficie transversal de la madera y entre mayor sea su espesor, mayor será la tendencia a aparecer. Cuando la grieta profundiza dentro de la madera y se extiende a lo largo de la pieza se le denomina rajadura. (ver figura No. 4)



GRIETAS
FIGURA No 4

2.3.3.3.- APANALAMIENTO: este defecto consiste en grietas o rajaduras internas en la madera las cuales se producen, generalmente, en dirección de los radios y no son visibles superficialmente. (figura No 5) Las principales causas del apanalamiento son los esfuerzos internos de tensión desarrollados durante la fase de inversión de tensiones (endurecimiento superficial) y por colapso de la madera.

2.3.3.4.- PANDEO: en un sentido amplio, el término pandeo es utilizado para describir cualquier distorsión que sufra una pieza de madera en su forma durante el proceso de secado. El pandeo puede ocurrir debido a la diferencia en contracciones (radial, tangencial y longitudinal) por la presencia de grano irregular, (inclinado, cruzado o entrecruzado), madera de reacción, madera juvenil o médula. Los principales tipos de pandeo son: acanaladura, arqueadura, encorvadura, alabeo y deformación de tipo romboidal.

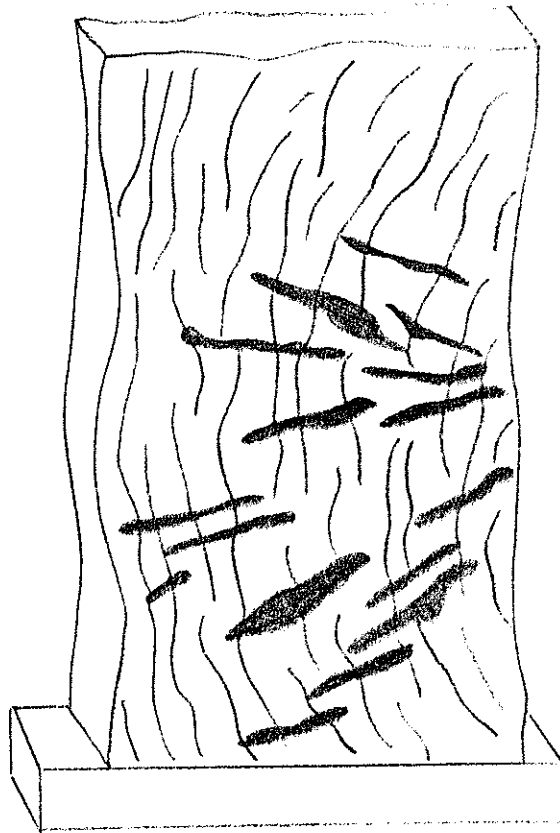
a.- Acanaladura: es la deformación respecto del ancho de la pieza, por lo que adquiere una forma de canoa, permaneciendo los cantos, aproximadamente, paralelos. Se debe a un secado más rápido de una cara respecto de la otra o a la diferencia entre la contracción radial y tangencial. (ver figura No. 6)

b.- Arqueadura: es la deformación de las caras de la madera respecto del largo. El defecto está asociado con la contracción longitudinal en la madera adyacente a la médula del árbol, madera de reacción, inclinación del grano o madera juvenil. (ver figura No. 7)

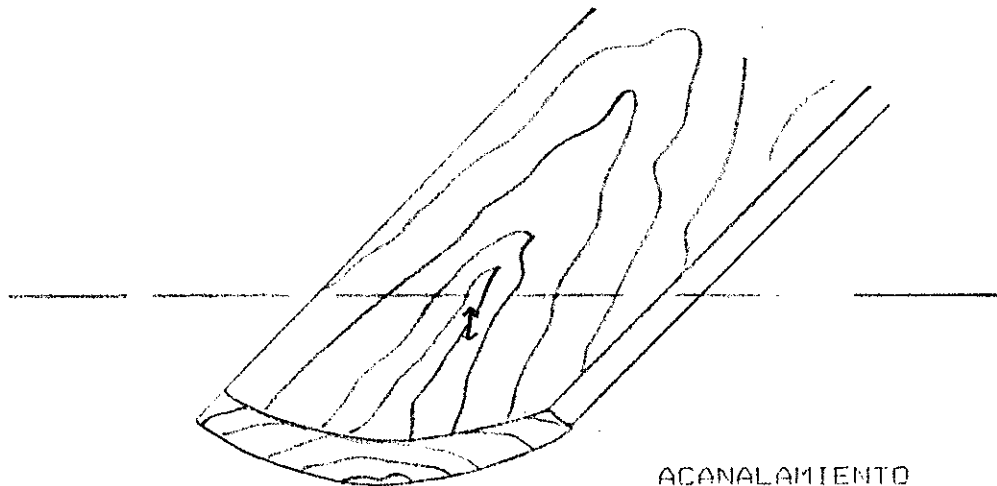
c.- Encorvadura: es la deformación de los cantos de la pieza de madera respecto del largo. Las causas de este defecto son las mismas que las de la arqueadura. (ver figura No.8)

d.- Alabeo: es la deformación de los cantos, de tal forma, que una de las cuatro esquinas de la pieza de madera no se encuentra sobre el mismo plano que las otras tres. Si la deformación es muy severa se conoce como deformación helicoidal. Las causas son las mismas que para la encorvadura y la arqueadura. (ver figura No. 9)

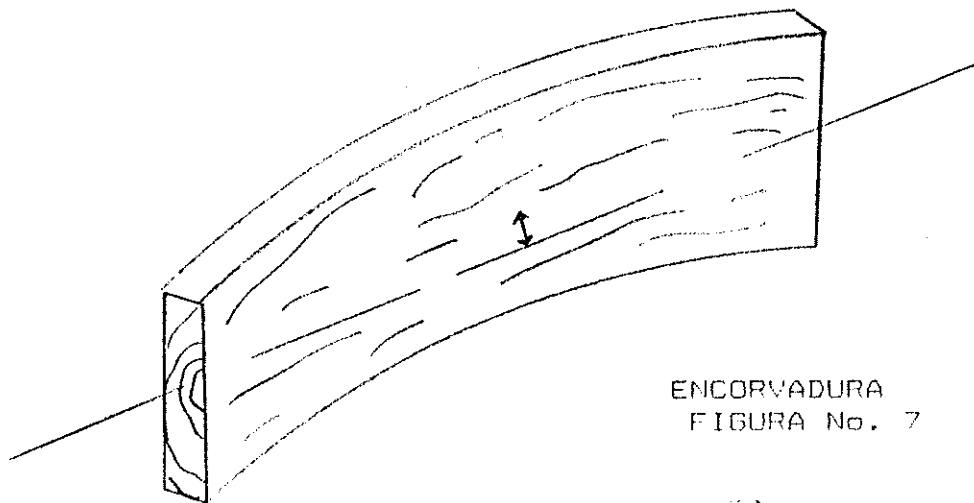
f.- Romboidal: es una forma de pandeo que se presenta generalmente, en madera de cuadro.



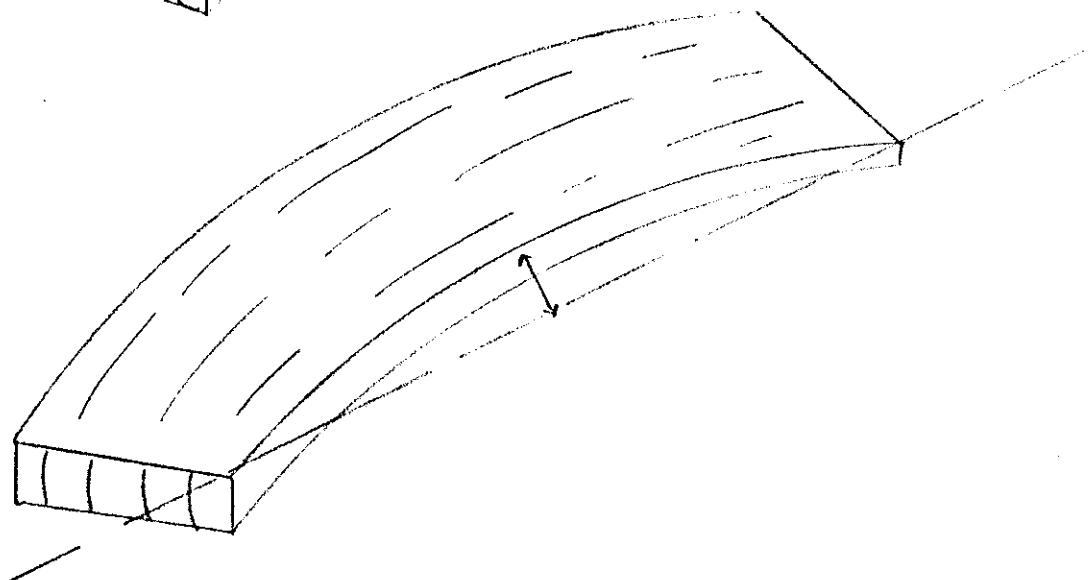
APANALAMIENTO CON RAJADURAS
FIGURA No. 5



ACANALAMIENTO
FIGURA No. 6



ENCORVADURA
FIGURA No. 7



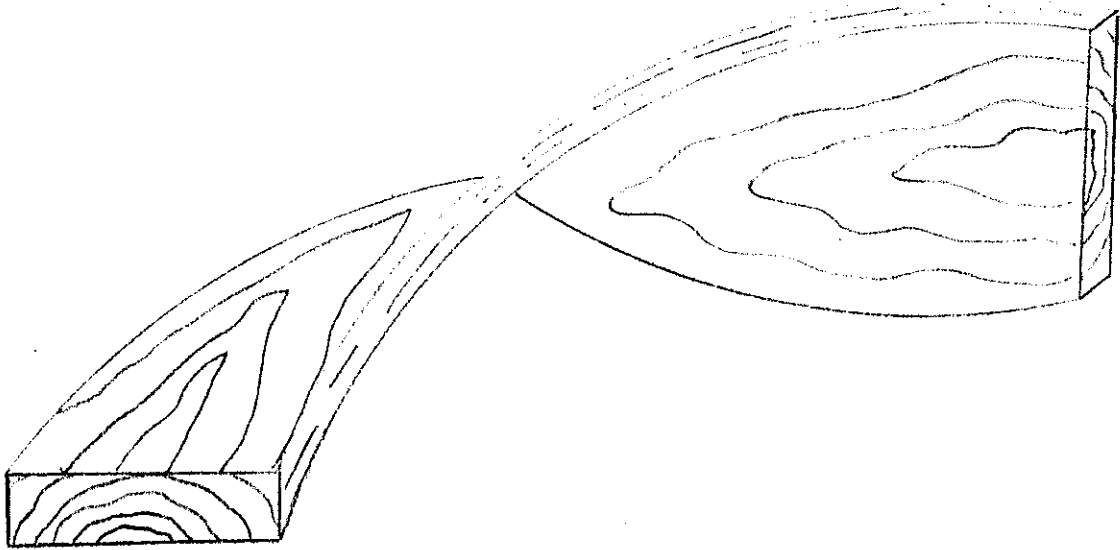
ARQUEADURA
FIGURA No. 8

(sección transversal cuadrada). La sección transversal al secarse toma una forma romboidal o de diamante. (ver figura No. 10)

- 2.3.3.5.- DEFECTOS ASOCIADOS CON EL ATAQUE DE HONGOS: tres son los defectos que están asociados al ataque de hongos en la madera, estos son: el moho, la mancha y la pudrición. Estos pueden ocurrir si se dan condiciones favorables de temperatura y humedad relativa: bajas temperaturas y altas humedades relativas o si la circulación de aire es nula. Los más comunes son el moho y la mancha, por lo general se producen en madera de albura o en especies de baja resistencia al ataque de hongos y, principalmente, en procesos de secado al aire o en las primeras etapas de un secado artificial.
- 2.3.3.6.- DEFECTOS POR SUSTANCIAS QUIMICAS EN LA MADERA: estos defectos son causados por la acción química de los extractivos de la madera en presencia de calor o agua y se clasifican de la siguiente forma:
- a.- mancha café: debido a una exposición muy prolongada de la madera a altas temperaturas,
 - b.- marcas por separadores: por el empleo de separadores húmedos o uso de la misma madera que está secando como separador,
 - c.- mancha de agua: se produce por la acción del agua sobre la madera que se está secando, ya sea agua de lluvia en un secado al aire o por goteo de agua dentro de una cámara de secado artificial.
- 2.3.3.7.- COLAPSO EN MADERA: el colapso es una distorsión severa o decaimiento de las células de la madera y puede ser causada por: esfuerzos de compresión por secado en el interior de la madera que exceden la resistencia mecánica a la compresión perpendicular a la fibra, o, por tensión de agua libre (fuerzas capilares) en las cavidades celulares que estén completamente llenas de agua libre.

Ambas condiciones ocurren durante las primeras etapas de secado; contenido de humedad sobre el punto de saturación de la fibra. El colapso se asocia con especies de madera impermeables o con condiciones de secado muy severas, principalmente, altas temperaturas al inicio del proceso. Es importante no confundir el secado con los efectos de las contracciones sobre la madera. El colapso,

dependiendo de la severidad, puede significar hasta un 50% de pérdida en el volumen de la madera, pero, tienen la ventaja que con un tratamiento de vaporización adecuadamente realizado se puede recuperar hasta un 95% del volumen distorsionado.



ALABEO
FIGURA No. 9

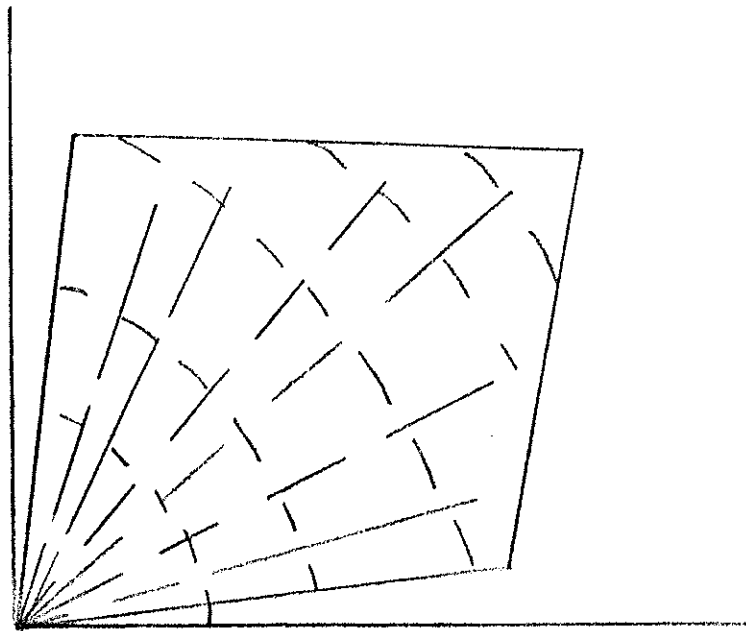


FIGURA ROMBOIDAL
FIGURA No. 10

3.- PROCESOS DE TRANSFORMACION DE LA MADERA

Después de que la madera está clasificada y tratada para ser utilizada en la elaboración de muebles, es sometida a una serie de procesos que darán como resultado un mueble destinado a satisfacer algún tipo de necesidad.

3.1.- CEPILLADO

La acción de cepillado es una operación en la cual se genera una superficie plana y se elimina un exceso de madera aserrada, por medio de la producción de viruta. Esta viruta se forma por la acción intermitente de las cuchillas que están colocadas en un cabezal en sociedad con el movimiento de la pieza de trabajo.

El cepillado es una de las operaciones más importantes en la mayoría de las fábricas de productos de madera. Las maderas que al ser cepilladas presentan superficies de mala calidad, tendrán poca aceptación en productos que tengan caras visibles, por lo tanto, las características de cepillado son de gran utilidad para definir su uso, especialmente, en la industria de muebles y de artesanías.

La máquina de corte (cepillo) realiza el corte de la madera en las cuatro superficies a lo largo y ancho de la pieza. El objeto principal de este proceso es eliminar todas las imperfecciones de corte que tenga del proceso de cortado y troceado de la madera. La superficie de la madera después de ser cepillada es más lisa en comparación con la que tenía procedente de un aserradero.

Este proceso es de gran importancia, pues, es el primer corte que se le hace a la madera después de que ha sido recibida. La importancia del cepillado radica en que ayuda a los procesos de armado, cepillado y acabado mejorando la superficie de la madera. Es de vital importancia que la maquinaria a utilizar en este proceso pueda trabajar con una gran exactitud, debido a que por ser un proceso mecánico puede generar problemas que ocasionen el deterioro de la madera en sí. Muchos de los problemas que se pueden generar en el cepillado dependen en gran parte del tipo de maquinaria, de la calidad de filo que poseen las cuchillas, así como de la operación de la máquina. Los defectos que pueda presentar la madera en el momento del cepillado pueden ser causa directa e indirecta de la calidad de la madera.

Cuando la madera es cepillada se pueden observar muchas características de la misma no observables a simple vista como los son: el grano, forma del poro, manchas, (no siempre las manchas internas son visibles en el exterior de la

madera) nudos escondidos, así como la presencia de ocote o resinas naturales.

3.1.1.- DEFECTOS DE CEPILLADO

Entre los defectos del cepillado se pueden encontrar:

- a.- grano arrancado,
- b.- grano vellosos,
- c.- grano levantado o rugoso,
- d.- astillado,
- e.- variaciones de medidas,
- f.- perforaciones por nudos,
- g.- marcas ocasionadas por las cuchillas,
- h.- grietas.

a.- GRANO ARRANCADO

Este defecto resulta cuando la viruta se quiebra bajo el nivel de la superficie de la pieza dejando pequeños huequecillos en ella. Es el defecto más grave ya que es muy difícil eliminarlo en una operación posterior de lijado. Por otro lado, es el de mayor frecuencia en maderas tropicales.

Las principales causas que originan el arrancado de grano son:

- elevada inclinación del grano (grano entrecruzado, ondulado, etc.),
- elevada velocidad de avance de la madera en la máquina cepilladora,
- elevado ángulo de las cuchillas con respecto al corte (30 grados o más.),
- madera de alta dureza y muy seca (por debajo del 12% del contenido de humedad),
- profundidad de corte elevada (más de 3 mm por pasada).

b.- GRANO VELLOSO

Este defecto consiste en fibras o grupos de fibras levantadas por sobre la superficie de la pieza. Estas fibras no han sido cortadas totalmente durante el paso de la herramienta de corte. Se puede corregir durante el proceso de lijado, pero, requiere de un mayor tiempo. Las principales causas que generan este defecto son:

- madera de tensión debido al crecimiento anormal del árbol,
- filos redondeados de la cuchilla,
- ángulo de ataque de las cuchillas con respecto al corte pequeño. (menor o igual a 15 grados)
- madera húmeda,
- madera de baja dureza.

c.- GRANO LEVANTADO O RUGOSO

Al entrar en contacto las cuchillas con la madera, éstas ejercen presión sobre las fibras, las cuales comprimen, a su vez, los vasos. Al estar dichos vasos rodeados de un tejido suave, hace que al pasar la cuchilla sobre la madera, estos elementos se hundan antes de ser seccionados y luego emergen a la superficie, dándoles a esta una apariencia y sensación áspera. Puede también suceder por una separación de láminas definidas por los anillos de crecimiento. Entre otras posibles causas se pueden encontrar:

- porosidad elevada,
- mucha presión de los rodillos alimentadores,
- madera relativamente húmeda,
- cuchillas con filos redondeados.

d.- ASTILLADO

Es la ruptura de una pieza de madera generada a lo largo de la fibra de la madera. Entre las posibles causas del astillado están:

- humedad de la madera bastante baja,
- cuchillas con bajo filo,
- vibración de la pieza de madera dentro de la máquina cepilladora,
- ángulo de conte menor de lo requerido (menor de 30 grados).

e.- VARIACIONES DE MEDIDA

Las variaciones en las medidas de las piezas de madera después de cepillado, pueden ser ocasionadas por las siguientes razones:

- la posición de las cuchillas dentro del mazo que las sostiene para cortar no es uniforme,
- variación de las medidas iniciales de la pieza de madera,
- mal ajuste de las cuchillas para cortar lo que se requiere.

f.- PERFORACIONES POR NUDOS

La perforación de una pieza de madera por presencia de un nudo es debido a que en el momento en que la cuchilla toca el nudo, éste no es cortado en igual forma y tiende a ser expulsado.

g.- MARCAS OCASIONADAS POR LAS CUCHILLAS

Las cuchillas que utiliza un cepillo están montadas en un cabezal que rota, esta rotación ayuda al sistema de transporte que posee la máquina a mover la madera hacia adelante en línea recta, la superficie terminada no es plana sino con pequeños trazos en forma de ondas. Las ondas en todo proceso de cepillado de la madera son normales, pero, lo pronunciado de estas ondas definirán si es o no un desperfecto que daña la madera. Cada onda es hecha por una cuchilla, pero, al instante, la próxima cuchilla marca la pieza; el sistema de avance hace que la pieza se mueva hacia adelante y la segunda cuchilla hace una onda similar a la primera.

h.- GRIETAS EN LA MADERA

Las grietas que aparecen en la madera, momento después de haberla cepillado, son grietas ocasionadas durante el proceso de secado en el interior de la pieza de madera sin haber llegado a ser suficientemente grandes como para llegar a la superficie. Estas grietas han estado ocultas a simple vista y se hacen visibles después de haber cepillado la superficie de la madera.

Además de estos defectos, a veces aparecen marcas o abolladuras sobre la superficie de la madera, causadas por la viruta que pasa entre los rodillos de salida o que se adhieren a la cuchilla, la cual al volver a cortar deja una impresión en la pieza. Esto es característico en el pino que es una de las maderas que poseen un alto contenido de resinas.

3.1.2.- FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD SUPERFICIAL

Entre los factores que afectan la calidad superficial de la madera al momento de cepillar están:

- inclinación del grano o fibras de madera: una inclinación del grano elevado, como sucede con el grano entrecruzado, grano ondulado y en la vecindad de los nudos es tremendamente perjudicial, por lo que la madera debe entrar a la máquina cepilladora en favor a la dirección de la fibra. En el caso del grano ondulado y nudos, no es posible orientar la entrada a favor del grano, por lo que debe solucionarse con una disminución de la velocidad de avance o cambio de ángulo de corte,
- ángulo de corte: un ángulo de corte elevado en combinación con una fuerte inclinación del grano es crítico en la producción de una superficie con grano arrancado. En la

figura No.14 se muestra la nomenclatura de los ángulos más importantes en el cepillado. Como se puede observar, el ángulo de corte depende del grado de inclinación de la cuchilla en el cabezal, y ésta es fija. Las únicas formas de variar este ángulo es adquiriendo un nuevo cabezal con una inclinación menor, lo cual es una solución un tanto honerosa, por lo que la mejor solución práctica es un contravisel como se muestra en la figura No.11 y 12 que además permite variaciones dentro de un rango, a decisión del usuario.

Normalmente, los cabezales traen una inclinación de 30 grados, siendo entonces conveniente disminuirlos mediante un contravisel en 10 a 15 grados, para obtener ángulos de corte de 20 y 15 grados respectivamente. Cabe destacar que una disminución del ángulo de corte por medio de un contravisel fortalece el ángulo de hierro o, sea, que la punta de la cuchilla se hace más robusta, lo cual es favorable, pues el grano arrancado es característico de las maderas más duras.

Es importante que el ángulo de hierro nunca sea inferior a 40 grados para mantener una cuchilla bastante resistente. Además, para evitar un rápido desafilado se debe procurar que el ancho del contravisel nunca sea inferior a 2 mm.

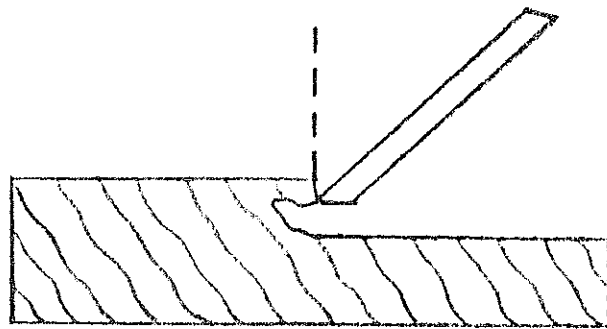


Figura No.11 Alimentación a favor del grano

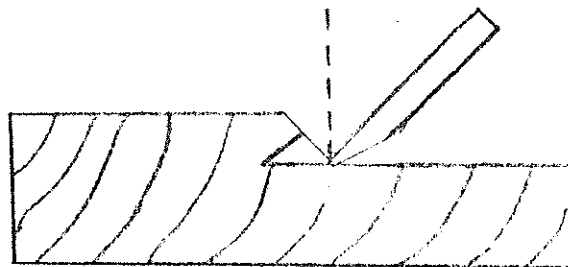


Figura No.12 Alimentación en contra del grano

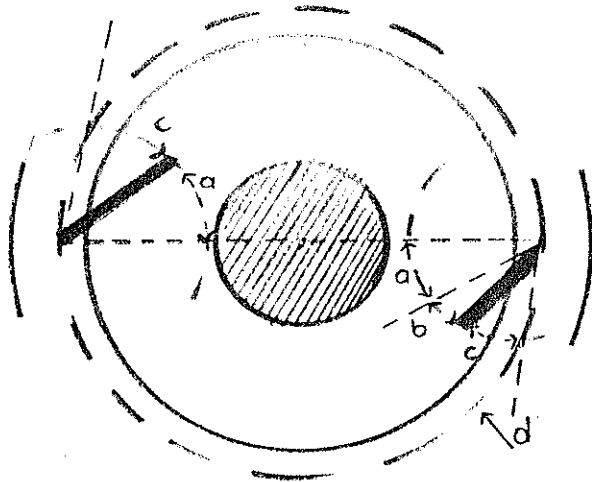


Figura No. Nomenclatura usada en cuchillas de cepilladora

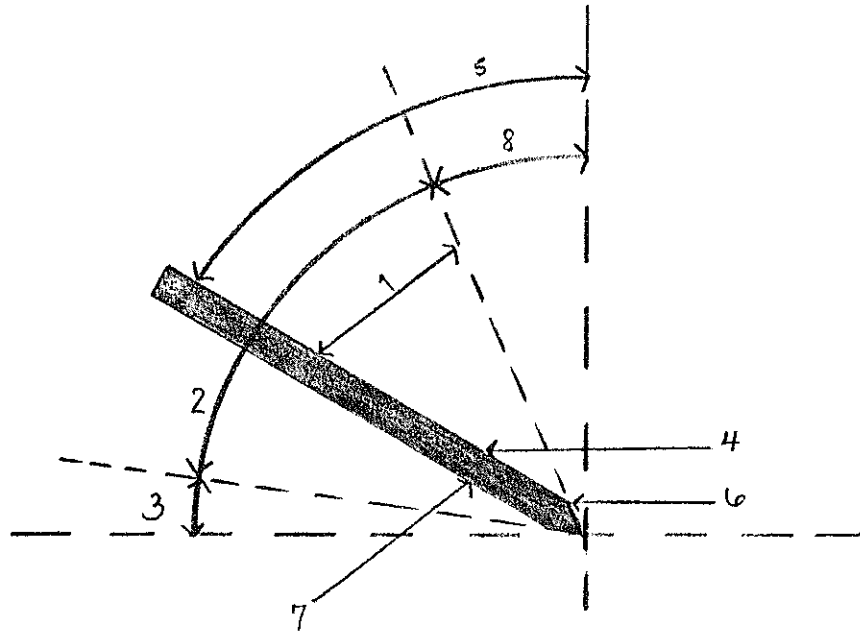


Figura No. Esquema de modificación del ángulo de corte por medio del bisel.

3.2.- ENSAMBLADO DE MUEBLES

El proceso de ensamble es en sí una operación que reúne rígidamente, todas las piezas de madera que componen la estructura fundamental de un mueble por medio de la combinación de secciones y penetraciones, adheridas unas a otras para darle la forma que requiera el mueble.

El ensamble crea el mueble en su conjunto, dándole la solidez necesaria para resistir los esfuerzos que tendrá que soportar durante el uso al que esté destinado; un ejemplo de su función puede verse claramente en la robustez de los ensambles que se han de hacer para la construcción de sillas ya que es un enser muy ligero que, sin embargo, ha de soportar posteriormente toda una serie de esfuerzos sin alterarse o romperse. Diciéndolo en dos palabras "ensamblar significa construir".

Los ensambles de madera para formar un mueble pueden realizarse de dos formas, con madera maciza o con herrajes o artículos que pueden ayudar a realizar uniones fuertes entre dos piezas de madera.

La ebanistería responde al conjunto de trabajos realizados por un carpintero especializado en la construcción de muebles y en los denominados trabajos finos. El nombre de ebanista viene dado por la realización de trabajos con madera de ébano, material muy apreciado en todo tipo de obra ya que les confiere de por sí gran calidad.

Los procesos y los materiales para la construcción de muebles han variado mucho a lo largo del tiempo, de todas formas, siempre se ha considerado como base que el fabricante de muebles debe tener conocimientos esenciales de corte, de la disposición, la construcción y de la adaptación de los muebles, así como sobre el uso al que van a ser destinados. Actualmente, muchos centros de fabricación en serie y en gran escala, van más en busca de un buen diseño que de una construcción de calidad manual y singular, pues se sigue con la mecanización, un proceso cada vez más simple. La creación y producción de los muebles en la actualidad se divide en dos grandes apartados: el mueble clásico y el mueble moderno; siendo el segundo grupo el que acoge las líneas y diseños de vanguardia.

En el mercado mundial existe gran variedad de estilos y/o tipos de muebles, de acuerdo con los materiales a utilizar los muebles pueden ser:

- muebles macizos o de madera sólida,
- muebles de armazón a base de emparrillado,
- muebles con laminados plásticos,
- muebles de aglomerados rechapados,
- muebles de tableros de densidad media.

En este caso se tratará únicamente los muebles de madera sólida. Un mueble, ya sea rústico, funcional o clásico, ha de responder y asegurar el cumplimiento de dos condiciones básicas: la solidez que consolidará su resistencia al paso del tiempo; y , las cualidades decorativas y de diseño que definirán su aspecto exterior.

Este proceso es de gran delicadeza en la manufactura o fabricación de muebles, pues, muchos de los errores o defectos que puedan producirse pueden no ser reparados ocasionando pérdidas económicas. Durante la construcción en madera maciza el primer problema con el que se puede encontrar es la contracción de la madera, por lo que se tendrá que vencer esta dificultad que resulta mucho más difícil, sobre todo, cuando se trata de piezas de mucho ancho como los paneles.

En la construcción con madera maciza se han de tener en cuenta estas contracciones, realizando una serie de combinaciones de ensambles que dejen que el juego o vicio, de la madera se desarrolle en plena libertad en el interior de la estructura concebida.

En los otros tipos de construcción de muebles, este problema ya no existe, pues, se han empleado otros materiales como tableros contrachapados, tableros conglomerados o tableros de fibras, con lo cual la contracción es nula.

Cuando se diseña un mueble macizo es muy importante su grado de ligereza, para el transporte, uso y colocación adecuada; pero, también, hay que tener presentes las necesidades de resistencia de las piezas y del mueble en conjunto. Sobre todo es esencial que los ensambles estén bien proyectados y realizados, ya que son los que van a soportar un mayor esfuerzo ante la contracción de la madera. Incluso será imprescindible tener en cuenta la dirección de las vetas tendrá que ser paralela a la longitud de la pieza si ésta es recta y sin apartarse demasiado de los contornos en el caso de que la pieza sea curva.

El esfuerzo que los ensambles pueden llegar a tener que resistir, varía según la posición de las piezas ensambladas. Estas posiciones dependen de la forma general del mueble, que a su vez, están sujetas al uso al que va a destinarse; de las exigencias de la construcción y de la resistencia de la clase de madera empleada. Por estas razones los ensambles no tienen que cumplir las mismas funciones si son para una silla o si son para una cama o para un armario. Cada ensamble tiene diferentes escuadrías y distintas exigencias según su uso. Se pueden clasificar en cinco divisiones principales las posiciones de dos piezas de madera que se utilicen en la construcción de un mueble. Así, cada una de estas divisiones da lugar a una combinación de ensambles que no varían en su aplicación más que en los detalles que dependen de las dimensiones de las piezas, de su función en el conjunto y de su intervención en la decoración. Estas divisiones son:

- 1.- ensamble de dos piezas de madera prolongándose, es decir, ensambladas en punta. Aplicación de las combinaciones llamadas de injerto o empalmes,
- 2.- ensamble de dos piezas formando un ángulo recto o bastante abierto, apoyándose el extremo de una pieza en un punto de la longitud de la otra. Aplicación de ensamble de caja y espiga con sus derivados,
- 3.- ensamble de dos piezas que se cruzan ya sea en ángulo recto y oblicuo sin cortarse ninguna de ellas haciendo muescas una igual a la otra, se llaman ensamblados a media madera,
- 4.- ensamble de dos piezas, para trabajar a tracción, de poco espesor reunidas en sus extremos formando ángulo, normalmente recto. Aplicación del ensamble denominado de cola de milano,
- 5.- ensamble de dos piezas paralelamente a la fibra en el sentido de su ancho o, vetas opuestas, en el sentido del ancho de una y la longitud de otra. Aplicación de lenguetas y ranuras.

En estos cinco sistemas, con sus propias variaciones, está basada toda la construcción del mueble, sea cual sea el estilo o la calidad. Llegado a este punto, la validez de los ensamblados dependen de la realización de dos condiciones esenciales.

- El grado de resistencia depende de las secciones o, sea, de las proporciones en las que se haya realizado el ensamble o si, por ejemplo, se hace lo que se denomina degollado, la pieza se romperá por el ensamble ya que es su punto más débil.
- La adherencia de la cola es esencial, ya que si no es de calidad, se pueden tener serios problemas de desencolado; aunque no hay que basar todo el esfuerzo a soportar por el ensamble en la sola acción de la cola, sino la realización del tipo de ensamble idóneo con un ajuste perfecto.

Otra forma de hacer uniones entre dos piezas de madera y que es muy utilizada en la industria es mediante el uso de cola y tornillos, este tipo de unión tiene el inconveniente de que los tornillos son los que soportan la tensión del mueble.

Muchos fabricantes de muebles hacen una combinación de ensamblados de madera con tornillos o clavos. El tornillo es mucho más resistente a los esfuerzos que los clavos.

En el proceso de ensamblado de muebles dependiendo del tipo de muebles que se esté produciendo se puede encontrar otro tipo de operaciones, entre las que, comunmente, se realizan están:

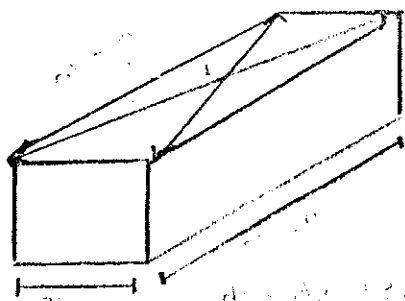
- a. - encolado,
- b. - escuadrado,
- c. - cortado,
- d. - taladrado o Agujereado,
- e. - torneado,
- f. - procesos diversos.

a.- Encolado: este proceso se utiliza para formar piezas de madera con medidas fuera de las medidas comerciales. Por ejemplo: la madera se puede encontrar en piezas de 8 pulgadas de ancho, pero, si se quiere tener tableros de 32 pulgadas de ancho, es necesario unir 4 piezas de 8 pulgadas para formar el tablero.

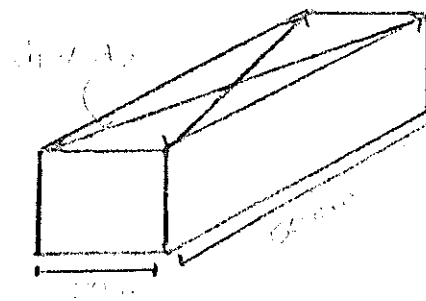
b.- Escuadrado: después de que un tablero ha sido formado, es necesario dejarlo a la medida deseada en forma exacta realizando cortes para ello en los laterales.

Un tablero esta totalmente escuadrado cuando las medidas de las diagonales es la misma. (ver la siguiente figura)

CORTE ESCUADRADO



CORTE NO ESCUADRADO



Este proceso es seguido después del proceso de encolado. Normalmente, después de encolar varias piezas para formar tableros, es necesario dejar el tablero a la medida deseada, pues, normalmente, para pegar piezas y formar tableros las piezas iniciales deben tener una holgura en las medidas.

c.- Cortado: el proceso de cortado consiste en darles a las piezas de madera que provienen del proceso de cepillado la medida necesaria para producir, tableros o para poderlas

utilizarlas en forma inmediata en manufactura o fabricación de muebles.

d.- Taladrado: esta es una de las operaciones necesarias en la fabricación de muchas partes de muebles. En general existen dos requisitos para llevar a cabo la operación de taladrado. El primero exige un alto grado de precisión, como es el caso del taladrado de agujeros para tarugos. El segundo tipo no necesita gran precisión como es el caso de agujeros para tornillos. El tipo de broca a utilizar debe cumplir con alguno de los anteriores requisitos, por un lado la calidad y por otro la eficiencia (rapidez de penetración). Actualmente, existen máquinas sofisticadas donde la operación de taladrado se hace en forma rápida y eficiente. El taladrado es una operación de gran importancia, pues, es necesaria para poder hacer ensambles o uniones de piezas de madera con tornillos, especialmente en la fabricación de muebles desarmables.

e.- Torneado: es una operación importante en la industria de muebles que se dedica a la fabricación de camas. En talleres de artesanías una de las operaciones más utilizadas para la fabricación de diversos artículos como por ejemplo: lámparas, platos, etc.

f.- Procesos diversos: existen gran cantidad de procesos en el ensamble o armado de muebles que van a depender del tipo de proceso productivo, así como del tipo de mueble que se esté fabricando. Según sea el grado de complejidad del mueble, se pueden ir creando procesos que simplifiquen la construcción del mismo.

3.2.1.- DEFECTOS PRODUCIDOS EN EL PROCESO DE ARMADO O ENSAMBLADO

Los defectos que pueden producirse durante el proceso de armado, no son ocasionados por la mayoría de ellos, por la madera o por la mano del operario o ensamblador. De todos los defectos que se puedan crear durante este proceso, muchos de ellos pueden ser disimulados durante la etapa del lijado, pero, un descuido puede echar a perder el mueble.

Entre los defectos se pueden encontrar:

- a.- mal encolado,
- b.- mal ensamble,
- c.- diferencias en el grosor de piezas,
- d.- atornillado incorrecto.

- e.- golpes ocasionados en la madera.
- f.- mueble fuera de especificaciones.

a.- MAL ENCOLADO: un mal encolado ocasiona serios problemas después de ensamblado un mueble, el despegue de las uniones puede ocasionar la destrucción del mueble y la del acabado si es que posee. En muchas ocasiones, el mal encolado se debe al bajo contenido de sólidos del adhesivo, por lo que es necesario utilizar un adhesivo con bajo contenido de solventes. A nivel comercial, los adhesivos pueden tener entre un 40 a 60 por ciento de sólidos. Otra causa de una mala adherencia en la madera es el corto tiempo de secado que se le da al adhesivo, es de vital importancia que las piezas que se encuentran unidas con adhesivo sean sometidas a una presión lo suficientemente grande durante el tiempo que le lleva al adhesivo evaporar todo el solvente y poder secar.

Generalmente, los problemas de un mal encolado se presentan tiempo después de acabado el mueble y muchas veces después de que el mueble está en poder del cliente, por lo que es importante hacer un encolado en forma correcta desde el inicio de la fabricación del mueble.

b.- MAL ENSAMBLE: el mal ensamble puede ser ocasionado por error del fabricante, debido a que el tipo de ensamble a utilizar va a depender del uso y tipo de mueble o estructura a fabricar. Es de vital importancia recordar que el ensamble es la parte estructural del mueble donde se va a ejercer algún tipo de esfuerzo.

c.- DIFERENCIAS EN EL GROSOR DE PIEZAS: las diferencias en el grosor de piezas es ocasionado por un mal proceso de cepillado, el cual debe de revisarse, continuamente, para evitar este tipo de problemas. La diferencia entre los grosores de las, piezas ocasiona que las uniones no sean uniformes formandose gradas entre la unión de pieza y pieza. Muchos fabricantes de muebles durante su proceso de manufactura o de fabricación incorporan al proceso de ensamble una parte del proceso de lijado. El proceso que incluyen es el de lijado a máquina que puede ser: lijar las piezas antes de proceder al ensamblado o bien lijar piezas más complejas que han sido ensamblados (piezas de muebles). Lo anterior se hace para realizar uniformidad de las piezas en las uniones evitando las gradas.

La incorporación del proceso de lijado a máquina durante el proceso de ensamblado es de gran ayuda para el proceso de lijado, pues se corrigen errores de una manera más rápida y menos costosa, tanto económica como en tiempo.

d.- ATORNILLADO INCORRECTO: el introducir de forma incorrecta un tornillo es un error generado por el desempeño incorrecto del operador encargado de la operación de ensamble por medio de tornillos. Entre los factores que contribuyen a que el operador cometa este tipo de error y de los cuales se pueden encontrar:

- cansancio,
- falta de experiencia,
- excesiva fuerza al momento de utilizar el atornillador,
- falta de fuerza para guiar el atornillador,
- posición inadecuada,
- mala colocación del tornillo al momento de empezar el proceso de atornillado,
- descuido por falta de atención.

El introducir un tornillo en una posición incorrecta puede ocasionar dificultad al momento de utilizar fresas para realizar molduras, a la vez que ocasiona una mala unión entre las dos piezas.

Es común que todo agujero por donde entra un tornillo sea tapado por un tarugo de madera, el cual al momento de utilizar un tipo de acabado transparente, se verá como una pequeña rueda de madera, por lo que al momento de colocar un tarugo donde ha sido colocado en forma inadecuada un tornillo se deforma el área del tarugo, teniendo que utilizar algún tipo de masilla para cerrar correctamente el agujero, lo cual esto, en muchas ocasiones, para un tipo de acabado natural no es agradable a la vista.

Es de vital importancia el hacer conciencia entre los operarios que la calidad de un producto está desde el origen y no desde el punto donde se ocultan los errores a la vista de quienes desconocen o no se dan cuenta.

e.- GOLPES OCASIONADO A LA MADERA: durante el proceso de ensamblado, normalmente, se utilizan prensas mecánicas con el objeto de obtener mayor presión entre las superficies que se unen. Cuando la madera de pino o cualquier tipo de madera es suave, generalmente, la madera tiende a lastimarse en el punto donde las prensas ejercen la presión, esto debe evitarse al máximo. Para poderlo evitar es necesario utilizar una pieza de madera adicional entre el diente de la prensa y las piezas que se trata de unir.

La madera de pino como material celular, material vivo y por ser una madera blanda es muy susceptible a que cualquier contacto fuerte al que sea sometida generará una abolladura.

Muchos de estos desperfectos pueden ser corregidos posteriormente, pero, es muy importante prevenirlos, pues algunos de ellos se corrigen con la aplicación de masilla, que este caso en especial de muebles de color natural, toma un tiempo de secado bastante largo.

3.3.- PROCESO DE LIJADO

Entre los propósitos de este proceso están: que el primero consiste en obtener una superficie relativamente plana o lisa, a partir de una superficie brusca como consecuencia del maquinado previo, generalmente, en el proceso de cepillado, donde se generan desperfectos como grano arrancado, velloso, rugoso y las marcas de las cuchillas o bien por golpes generados durante el manejo de las piezas de madera. El segundo trabajo consiste en preparar una superficie de alta calidad para aplicar los materiales de acabado, como los barnices, lacas, pinturas, tintes, etc. El objetivo de esta preparación es reducir la profundidad de las rayas del lijado anterior. Los defectos que no han sido eliminados en el proceso de lijado, sobresalen cuando se aplica un acabado, por lo tanto, las maderas que se seleccionan para fabricar productos de alta calidad deben poseer buenas características que le permitan realizar un proceso de lijado adecuado.

En una fábrica de producción de muebles el proceso de lijado puede dividirse de la siguiente forma:

- lijado previo al proceso de armado o ensamblado,
- lijado a máquina después del proceso de armado o ensamblado,
- sellado o masillado,
- lijado a máquina combinado con un lijado manual,
- proceso de inspección antes de proceder al proceso de acabado.

a.- LIJADO PREVIO AL PROCESO DE ARMADO O ENSAMBLADO

Antes de proceder a utilizar las piezas en la fabricación o manufactura de muebles es recomendable lijar las piezas de madera. Lo anterior es debido a que muchas veces el proceso de cepillado no deja todas las piezas de madera a la misma medida, encontrándose algunas con problemas de grano arrancado, velloso o muchos otros defectos que sería difícil eliminar cuando el mueble ya está armado. Normalmente, este proceso se hace utilizando maquinaria capaz de lijar piezas con una rapidez elevada; generalmente, se utilizan lijadoras de banda donde se pueda ajustar la máquina para que todas las piezas sean lijadas y puedan tener, al final del proceso, la misma medida. Este tipo de máquinas deben tener una precisión sumamente elevada, capaz de lijar o devastar de 1 mm en adelante.

b.- LIJADO A MAQUINA DESPUES DEL PROCESO DE ENSAMBLADO O ARMADO

Después de que se procede a armar varias pieza o estructuras que conforman un mueble, es necesario realizar otro lijado. Lo anterior servirá para eliminar cualquier tipo de grada o desfase entre las piezas unidas. El tipo de maquinaria recomendada para este propósito debe ser la misma que se utiliza en el proceso de lijado anterior.

Los procesos de lijado anteriormente mencionados contribuyen a que el proceso de lijado a máquina en forma manual sea más eficiente y más rápido, pues, se lijan partes donde muy difícilmente puede penetrar o pasar alguna máquina después que se ha armado en su totalidad el mueble.

En la fabricación de muebles desarmables los dos proceso anteriores realizan el proceso global de lijado en un 80%, siendo el 20 % del proceso, el lijado de áreas como los cantos de las piezas donde no es posible que estas máquinas puedan usarse.

c.- SELLADO O MASILLADO

El sellado o masillado no es más que la utilización de productos químicos para sellar uniones de piezas que no ha encajado correctamente, para nivelar superficies, para tapar poros de madera, eliminar golpes y para cerrar la porosidad de los nudos de la madera.

Existen muchos tipos de selladores para este propósito, siendo necesario utilizar aquellos que son fáciles de lijar y de pintar. Estos productos reciben el nombre de masillas, encontrándose en el mercado como masillas plásticas, las cuales pueden contener o no silicones. Normalmente, se encuentran en colores, no siendo muy útiles cuando se requiere de un acabado natural.

La masilla para el color natural de la madera se puede hacer utilizando polvillo fino de lijado, mezclandolo con sellador nitrocelulósico para formar la masilla del color de la madera que se desee y, así, realizar un acabado natural libre de manchas de masillas plásticas.

El proceso de masillado puede efectuarse durante el proceso de armado o, bien, después de que el mueble ya ha sido armado en su totalidad para ser lijado.

d.- LIJADO A MAQUINA COMBINADO CON UN LIJADO MANUAL

Este proceso se inicia cuando el mueble está totalmente armado. Se inicia con una reducción de todas las áreas donde no existe uniformidad entre uniones de cada una de las piezas.

En este proceso, el mueble debe tener todas las superficies

que van a ser expuestas a la aplicación de productos químicos para acabado.

Con un perfecto lijado siempre se consigue un perfecto acabado, y, por otro lado, puede decirse que un buen lijado elimina el tener que dar un mayor número de manos de barniz o laca. En el mejor de los casos, constituye una dudosa economía aligerar y disminuir el lijado, pretendiendo, al mismo tiempo, conseguir un buen acabado. No debe olvidarse, también, que el lijado de la madera debe realizarse lo más pronto posible antes del inicio del acabado, ya que la madera, al tratarse de un material higroscópico, absorbe la humedad según el medio-ambiente en el que se encuentra y que, a pesar de haber realizado un perfecto lijado si el barnizado no se realiza inmediatamente, puede suceder que la madera vuelva a tener de nuevo el grano o fibra levantada.

e.- PROCESO DE INSPECCION ANTES DE PROCEDER AL PROCESO DE ACABADO

Antes de proceder a la primera fase del acabado de la madera ya como mueble, debe realizarse una perfecta inspección ocular (en una zona con luz abundante) que tiene que delatar si el mueble o la madera decorativa tiene algún defecto de construcción, de encolado, de lijado, etc.

3.3.1.- ABRASIVOS

Los abrasivos o comunmente llamados "lijas" están formados por: respaldo, tamaño del grano, tipo de abrasivo, adhesivo y se puede encontrar en diferentes formas según el uso al que se le destine.

3.3.1.1.- Respaldo es la base donde se juntan todos los elementos de grano y cola. La base puede ser papel liviano, papel pesado, tela, polyester, algún tipo de fibra, papel impermeable o alguna combinación de todos los anteriores.

3.3.1.2.- Tamaño del grano: puede variar según sea el proceso. En el mercado se puede encontrar los siguientes granos: 6,14,16, 24,36, 40, 50, 60,80, 100, 120, 150, 180, 400, 500, 600, 1000, 1500. Mientras más crece el número de granos éste es más fino.

La utilización de la lija siempre se empieza con granos bajos y el proceso termina con la utilización de un grano mayor, el cual va a depender del uso que se le dé.

3.3.1.3.- El adhesivo a utilizar para que el grano se adhiera a la base, normalmente, posee un color que en

muchos casos va a ser una forma de poder identificar a cada pieza de lija por el color que presenta. Es característico que la lija con grano número 80 tenga color marrón. Entre los colores que pueden tener están: rojo, naranja, marrón, azul, negro, blanco y amarillo.

- 3.3.1.4.- El tipo de abrasivo a utilizar depende del sustrato en que se utilice; normalmente, son productos químicos como el óxido de aluminio y el carburo de silicio.

3.4.- PROCESO DE ACABADO

Un acabado es un producto formador de película que tiene la misión específica de proteger, por una parte, no sólo a la madera sino a todo el conjunto de piezas que forman el mueble. Por otra parte, un acabado tiene la importante misión de conseguir un efecto final, lo más bello posible, tanto visual como superficialmente, cuando se ve y se toca la madera o mueble con la mano. El efecto satinado, mate o brillante y paralelamente, el tacto suave al pasar los dedos de las manos, son características físicas muy importantes que debe tener cualquier tipo de acabado. Independientemente, la resistencia de la película del acabado a golpes y rayadas y a los productos químicos empleados en el hogar, es también una peculiaridad básica antes de dar la mano final del acabado. En realidad, la necesidad de que un acabado cumpla con una o varias de todas estas condiciones, dependerá, exclusivamente, de la función y destino del mueble en cuestión. Lógicamente, el acabado de un armario de ropero, por ejemplo, no tiene por qué ser igual al acabado de un mueble de madera para cocina. En el aspecto decorativo, el acabado le dá al mueble una apariencia atractiva y, simultáneamente, actúa como una capa protectora. Para lograr el objetivo de un buen acabado debe cumplirse con las condiciones siguientes:

- buena preparación de la superficie: secado, inmunización, resane, lijado y limpieza,
- elección del sistema adecuado para acabado según la necesidad,
- productos garantizados de buena calidad, que cumplan con las exigencias del cliente,
- correcta aplicación de dichos productos.

El proceso de acabado natural de muebles en su totalidad se divide en:

- sellado,
- secado,
- lijado del sellado,
- acabado final,
- secado final,
- inspección final.

3.4.1.- SELLADO: ésta es la fase del acabado de gran importancia donde se tiene como objetivo el cerrar el poro de la madera para aplicar el acabado. Cuando se aplica el acabado de un mueble sin haber cerrado el poro de la madera, pueden, aparecer varios problemas como:

- falta de adherencia entre el acabado y la madera,
- falta de brillo,
- furbujas de aire en el acabado,
- falta de uniformidad en la superficie de la madera,
- hundimiento del acabado con forme transcurre el tiempo, ocasionando un aspecto feo de acabado rechupado.

Los productos químicos utilizados para un sellado correcto como su nombre lo indica (Selladores), son productos que sellan perfectamente toda la madera y la deja uniforme para que el acabado no presente ninguna irregularidad por defecto de absorción de la madera, cosa totalmente lógica en algunos tipos de maderas. Los selladores son productos de un contenido de materia sólida superior al acabado, poseen una viscosidad de aplicación similar a estos últimos, pero, pueden ser diluidos si se suministran con viscosidad mucho más alta. Los selladores deben tener un secado rápido así como en máquinas orbitales o de banda.

3.4.2.- SECADO: el secado de los selladores de base nitrocelulosa es un secado por reacción química. En este tipo de secado pueden haber varios grupos de productos que en todos los casos establecen alguna reacción química que actúa como mecanismo principal del secado, sin la cual sería imposible obtener una película. Por supuesto que en la mayoría de las ocasiones, la parte volátil tiene que desaparecer por completo, para que la reacción química pueda llegar a ser completa. La característica más importante de este grupo de productos se encuentra, en parte, en la rapidez de secado y alto contenido de materia sólida, y por la resistencia química de la película seca. Durante esta etapa se requiere que el área donde se encuentran los muebles esté lo más libre posible de polvo, tierra o cualquier agente externo que pueda contaminar la superficie de los muebles.

3.4.3.- LIJADO: el lijado después de aplicar la primera mano de acabado es de gran importancia y sirve para dejar toda la superficie de la madera en forma uniforme. Es importante dejar todas las superficies del mueble totalmente lisas y libres de aglomeración de partículas de sellador para aplicar el acabado final, el cual le dará al mueble ciertas características finales como: superficie totalmente lisa al tacto, brillo u opacidad y la capacidad de protegerlo de ciertas condiciones externas que lo puedan dañar.

3.4.4.- ACABADO FINAL: el acabado final en este caso particular puede ser un sellador o una laca. Existen muchos tipos de acabados, pero, en este caso sólo se analizarán, el acabado natural para muebles de pino. (Las características de estos productos se analizarán más adelante en el tema siguiente). Antes de proceder a cualquier fase del acabado y en especial en la última, debe eliminarse por completo, todo tipo de polvo y de partículas extrañas que puedan haber en la superficie. Si el acabado final a realizarse es de alto brillo, entonces, estas precauciones deben extremarse al máximo. Es inútil, especialmente, si se trata de dar la última capa, pretender que la superficie quede perfectamente lisa, uniforme y sin ningún tipo de defecto, si no se ha eliminado previamente todo rastro de polvo. Se debe tener en cuenta que muchas veces es una equivocación pasar trapos por encima de la superficie a barnizar, si éstos no son adecuados, ya que, puede suceder que efectivamente se elimine un tipo de polvo, pero, se deje otro formado por la pelusilla y otras partículas contenidas por el mismo trapo. En esta parte del proceso se procede a aplicar el último componente químico que se encargará de proteger al mueble de todas las condiciones externas a la cual va a ser sometido.

3.4.5.- SECADO FINAL: este proceso debe, al igual que el primer secado, tratar de eliminar cualquier partícula de polvo que se pueda adherir al mueble para evitar retocarlo o volver a darle una aplicación de acabado para corregir los errores. El secado debe ser de forma relativamente rápida.

3.4.6.- INSPECCION FINAL: cuando el mueble ya está en su totalidad seco, es necesaria revisar todas sus partes para detectar si existe algún tipo de defecto que pueda ocasionar reclamos por parte del cliente. De llegarse a encontrar alguna área del mueble, rústica, estos productos son fáciles de remover y de retocar con wype

3.4.7.- METODO DE APLICACION DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS CON PISTOLA.

Existen varios métodos de aplicación en Guatemala y el conocido, universalmente, el uso de pistola de aire, ya que sus ventajas predominantes radican en su rapidez y adaptabilidad a todas las condiciones de los acabados lisos, uniformes y limpios que su uso proporciona. De hecho, uno de los cambios más espectaculares en el barnizado de la madera fue cuando se pasó del barnizado a muñeca al barnizado con pistola aerográfica. La pistola aerográfica es una herramienta que se vale del aire comprimido para atomizar la laca o barniz en forma de un chorro de fácil aplicación a la superficie a cubrir. El aire y el barniz entran en la pistola por conductos separados y se mezclan perfectamente, saliendo por la boquilla en una forma o patrón determinado en cuanto se apriete el gatillo de la pistola. El aire comprimido atomiza el barniz convirtiéndolo en una niebla formada por gotitas muy pequeñas que son transportadas mediante la corriente de aire hasta la superficie a barnizar. De hecho, el aire se desvía birdeando los objetos, pero, la inercia de las gotitas hace que se depositen sobre la superficie y que sea económicamente posible este método, ya que si no fuera así, las gotas de barniz se arrastrarían a causa de la corriente de aire. En el mercado se encuentran diferentes tipos de pistolas aerográficas: en primer lugar, se puede encontrar las pistolas de alimentación por gravedad (las primeras que aparecieron en el mercado) pistola a succión con recipiente fijo o separado; a presión donde el material es inyectado a la pistola por la presión neumática proveniente de un depósito y las automáticas, con casquillos de aire y boquillas iguales a las manuales.

El uso adecuado de la pistolas da como resultado un acabado de gran calidad, evitando los retoques posteriores que ocasionan pérdida de tiempo. El aire a utilizar en una pistola aerográfica, al igual que las otras, debe estar limpio de aceites, humedad y otros contaminantes. Normalmente, se requiere una presión de aire entre 3 y 6 atm. Entre los posibles problemas que se pueden tener al utilizar este método de aplicación de lacas y selladores están:

PROBLEMA	CAUSA POSIBLE	SOLUCION
Pulverización seca	La pistola pulveriza lejos de la madera	Aplicar a una distancia de 20 a 30 cms.
	Película del barniz demasiado fina.	Aumentar la presión del material, para que llegue más barniz a la pistola y/o mover más lentamente la pistola para aumentar la cantidad depositada
	La presión del aire en la pistola es demasiado alta.	Disminuir la presión de aire en la pistola. La presión normal de aire en la pistola es de 3-6 atm.
	El abanico es demasiado ancho	Disminuir la anchura del mismo.
	La viscosidad del producto está fuera de los valores recomendados.	Asegurarse de que todos los recipientes que contienen el barniz están bien cerrados. Inspeccionar posibles pérdidas de disolvente o adicionar diluyentes. Comprobar la viscosidad.
Superficie Irregular	Los disolventes utilizados en la formulación del barniz o al rebajarlo, son demasiado rápidos.	Cambiar los disolventes para bajarlo.
	La película del barniz es demasiado gruesa.	Disminuir la presión del barniz para que llegue menos material al soporte.
	Barniz está poco atomizado.	Disminuir la presión del material y/o aumentar la presión del aire.

	<p>La pulverización se hace demasiado cerca de la madera.</p> <p>La viscosidad del Barniz está fuera de especificación.</p> <p>Velocidad de evaporación de los solventes o diluyentes es muy lenta.</p> <p>NOTA: no asumir esta posibilidad sin haber comprobado las anteriores.</p> <p>El abanico es demasiado estrecho.</p>	<p>Pulverizar a una distancia aproximada de 20 a 30 cm</p> <p>Revisar que no exista fuga de solvente o diluyente.</p> <p>Revisar la viscosidad de la laca cambiará los disolventes para bajarlo.</p>
<p>Aparición de cráteres (al azar)</p>	<p>Aceite proveniente del circuito de aire, está llegando al material durante su aplicación.</p> <p>Partículas contaminantes del aire están cayendo en la madera.</p>	<p>Aumentar la anchura del mismo</p> <p>Purgar filtros y si el circuito de aire no posee un secador, colocarle uno.</p> <p>Buscar si han surgido condiciones inusuales en la planta. Muchas veces la contaminación es por Silicones.</p>
<p>Aparición de cráteres (en zonas específicas).</p>	<p>Polvillo, hollín o partículas que queden de un tratamiento anterior.</p> <p>Las maderas se han manipulado incorrectamente tras el pretratamiento.</p>	<p>Separar los procesos involucrados.</p> <p>No manipular las maderas después del pretratamiento. Si esto no puede evitarse, utilizar guantes de algodón no tratados.</p>

<p>Burbujas de disolvente (piojillo)</p>	<p>Aceites y/u otros contaminantes pueden caer sobre las piezas aplicadas aparato transportador donde se coloquen. Los cráteres aparecerán en la superficie de la película.</p> <p>La película de barniz es demasiado gruesa.</p> <p>La velocidad de la línea ha aumentado, haciendo demasiado corto el tiempo de aireación.</p> <p>La viscosidad del barniz o laca es demasiado alta</p> <p>Hay una corriente de aire elevada que hace que la superficie de la película seque demasiado de prisa.</p>	<p>Debe limpiarse el transportador. Reducir la cantidad de aceite al mínimo.</p> <p>Disminuir la presión del material para que llegue menos producto al soporte.</p> <p>Disminuir la velocidad de la línea a la recomendada.</p> <p>Rebajar el barniz a la viscosidad recomendada.</p> <p>Reducir la corriente de aire o ajustar la fórmula para que no seque rápidamente.</p>
<p>Piel de naranja</p>	<p>La atomización del barniz no ha sido buena.</p> <p>La viscosidad del producto está fuera de especificaciones.</p> <p>El barniz no se ha aplicado a la temperatura adecuada.</p>	<p>Disminuir la presión del material y/o aumentar la presión del aire.</p> <p>Verificar la viscosidad del los productos y revisar que todos estén correctamente sellados.</p> <p>Ajustar la temperatura a la indicada.</p>

<p>El material no Sale uniformemente de la pistola (la pistola escupe)</p> <p>Cubrición desigual</p>	<p>El barniz no está correctamente formulado.</p>	<p>Reformular el barniz hasta eliminar el defecto.</p>
	<p>La pistola está sucia.</p>	<p>Limpiar la pistola.</p>
	<p>La viscosidad del producto es elevada.</p>	<p>Ajustar la viscosidad a la indicada.</p>
	<p>La presión del material es demasiado alta, provocando una mala atomización.</p>	<p>Disminuir la presión del fluido para mejorar la atomización.</p>
<p>El barnizador está utilizando una técnica incorrecta de pulverización.</p>	<p>El soplamiento entre cada pasada con la pistola debe ser de un 50 %. Un aplicador experimentador no debe tener este problema.</p>	

4.- PRODUCTOS QUIMICOS UTILIZADOS PARA ACABADO NATURAL

El acabado natural es aquel donde el color del mueble está determinado por el color que posee la madera. Existen muchos productos químicos que son utilizados para sellar el poro de la madera y para recubrir en definitiva el mismo (abrillantado o mate). De acuerdo con el tipo de resina que posea el acabado o producto químico se tiene:

- resinas naturales
- resinas no naturales

Las primeras pueden ser solubles en aceite o en alcohol, mientras que las segundas pueden ser artificiales o sintéticas. En este caso, el estudio se concentra en una resina de origen no natural artificial como lo es la nitrocelulosa.

En el grupo de resinas no naturales artificiales la nitrocelulosa es la más utilizada, cuyos barnices o lacas ocuparon el lugar que tenían los barnices de muñeca. (Los barnices de muñeca pertenecen a resinas de origen natural solubles en alcohol.)

La nitrocelulosa se obtiene a partir de la celulosa pura con ácido sulfúrico. Esta nitración puede llegar de un 10 a un 12% para la nitrocelulosa destinada a recubrimientos. Esta se puede obtener en diferentes formas, ya sea en escamas, algodón o chips, pero, siempre debe estar humectada con algún tipo de alcohol o de plastificante. De todos modos una laca de nitrocelulosa para madera no tan sólo lleva esta resina sino que, también, puede llevar otros tipos de resinas, ya sean sintéticas o, incluso, naturales. Con estas adiciones se consigue una mayor adherencia a la madera, mayor flexibilidad e, incluso, mayor brillo y muchas otras características de resistencia.

Existen distintos tipos de nitrocelulosas en cuanto a su viscosidad y el emplear la baja, media o alta viscosidad se hará en función del tipo de laca que se desee fabricar y del contenido en materia sólida del producto final. Las lacas de nitrocelulosa son productos para aplicar especialmente a pistola, pero, también, pueden prepararse barnices de muñeca o bien para pincel. El secado de estos productos es tan rápido como los barnices de goma laca y ésta es una de las razones más importantes de su gran consumo. Sin embargo, uno de los mayores inconvenientes de las lacas de nitrocelulosa es su bajo poder de relleno por mano aplicada, especialmente, cuando se comparan con otro tipo de resinas sintéticas.

Según sus características físicas o químicas, la nitrocelulosa es superior a los barnices de muñeca utilizados en talleres pequeños, y, de acuerdo a su formulación y las resinas que intervienen, pueden conseguirse productos de gran calidad. Otra gran ventaja de las lacas nitrocelulósicas es su gran facilidad de aplicación, tanto para artesanos como en grandes industrias. Entre las diferentes resinas que se le

pueden aplicar a una laca o sellador se tienen las aminoresinas, que reciben su nombre de barnices endurecibles al ácido, barnices reactivos. Se emplean normalmente resinas de urea formol, que tienen que endurecer mediante la adición de un componente ácido produciéndose en realidad una catálisis ácida con formación de una película dura e insoluble al ataque de muchos productos químicos o agentes externos del ambiente. Estos barnices se emplearon como solución para obtener productos con poder de relleno mayor que la goma laca y que la nitrocelulosa. Este tipo de barnices reciben el nombre de barnices catalizados.

Los productos químicos utilizados para acabado natural que poseen aminoresinas tienen los siguientes inconvenientes: necesitan dos envases, uno el que posee el barniz y otro el catalizador. Justo, unos minutos antes de su empleo debe realizarse la mezcla, pero, esta mezcla tiene un tiempo de vida límite que oscila en un número de horas determinado, según la cantidad de catalizador utilizada y su calidad. A medida que transcurre el tiempo, el producto va polimerizando y la viscosidad va aumentando pero en este caso la adición de diluyente no permite volver de nuevo a recuperar el producto. Otro inconveniente de estos barnices es su penetrante olor a formol, ya que el formaldehído es una parte esencial en la fabricación de estas resinas de urea. Este olor no sólo se encuentra mientras se aplica y seca el barniz, sino que también, queda en la película ya seca, durante determinado tiempo después de acabado el mueble.

Estos barnices presentan una extraordinaria dureza, que al principio es una buena característica y que después se convierte en gran problema ya que en algunos casos y según los cambios volumétricos de la madera, el barniz puede romperse. Los barnices que contienen aminoresinas sólo se emplean con equipos aerográficos y no es conveniente aplicar películas muy gruesas con el fin de evitar su posible posterior cuarteado.

Los productos nitrocelulósicos varían según estas características:

- tiempo de secado: al ambiente o forzado,
- tiempo de aplicación: trapo, pistola, máquina de cortina, rodillo, etc,
- material no volátil (residuo seco),
- lijabilidad,
- grado de mate,
- transparencia,
- cantidad de disolvente necesaria para una aplicación correcta.

El uso de este tipo de barnices es muy sencillo, pero, hay que tomar en cuenta ciertas precauciones para obtener un buen acabado:

- usar disolventes de buena calidad,
- dejar que la película seque antes de aplicar una nueva mano,
- lijar entre capas o manos,
- no barnizar con humedades superiores a 75-80%; en caso de precisar hacerlo, utilizar un disolvente antiveleo,
- no aplicar capas muy gruesas 120-140 gr/m², es preferible dar varias manos,
- controlar la viscosidad periódicamente en caso de aplicación a máquina cortina,
- no sobrebarnizar los fondos nitros con poliuretanos ni reactivas,
- una ventilación adecuada y ausencia de polvo mejoran el secado y acabado de la película,
- para fondos se deben utilizar boquillas de paso de 2.5 mm y en acabados de 1.5 a 1.8 mm, siendo la presión adecuada de unas 2.5 a 3 atm.

Estos barnices laca y selladores son muy utilizados por las siguientes razones:

- bajo costo,
- facilidad de aplicación,
- facilidad de retoque,
- secado rápido,
- alto brillo o bajo según lo requiera el fabricante de muebles,
- alto contenido de sólidos,
- uso exclusivo para muebles de interiores.

Entre los defectos que pueden tener estos productos están:

- baja resistencia a la abrasión,
- no tienen resistencia ultra violeta,
- no resisten a la humedad.

Los barnices catalizados transparentes reúnen todas las características siguientes:

- resistencia Ultra violeta si se requiere,
- una resistencia media a la humedad,
- alto contenido de sólidos,
- costo mayor que las lacas y selladores,
- se requiere mezclar dos componentes,
- difícil el retoque a muñeca,
- el secado depende del catalizador y requiere gran tiempo,
- se requiere mayor experiencia en la aplicación de productos químicos para utilizarlo.

- se aplica únicamente mediante pistolas aerográficas,
- el diluyente y solventes utilizados son mas contaminantes al medio ambiente,
- la calidad del acabado es mucho mayor que la laca.

Es importante tener en cuenta todas las características anteriores y el tipo de mueble que se va a acabar para determinar el uso de un sellador, una laca o un barniz catalizado. Para fines de producción en grandes cantidades en el menor tiempo, estos productos contribuyen, grandemente al proceso requiriendo mucho cuidado al manejar el mueble antes de ser entregado al cliente.

5.- CONCLUSIONES

- 1.- Si es posible realizar una guía técnica que permita trabajar la madera de pino en la elaboración de muebles con acabado fino y semi-fino.
- 2.- El producto químico a utilizar para dar el acabado final a un mueble debe adecuarse a las condiciones externas a las que el mueble sea sometido.
- 3.- Las características físico-mecánicas permiten determinar el uso que se puede dar a la madera y están determinadas por factores inherentes a su organización estructural.
- 4.- La madera de pino pertenece al grupo de las Gymnospermas o coníferas denominada madera blanca.
- 5.- El buen rendimiento de los productos químicos de acabado depende en mucho del proceso que se utilice.

6.- RECOMENDACIONES

- 1.- Es necesario reforestar y cuidar nuestros bosques con el objeto de tener un sistema ecológico balanceado.
- 2.- ~~Es importante~~ tener un lugar amplio para poder almacenar madera y fumigarla constantemente con el objeto de evitar el ataque de agentes destructores.
- 3.- La humedad de la madera a utilizar en la fabricación de muebles debe estar de acuerdo a las condiciones ambientales de humedad relativa y temperatura del lugar donde se trabaje.
- 4.- Cuando se requiera de un acabado natural de rápido secado se puede utilizar un sellador y una laca de base nitrocelulosa.
- 5.- La madera por ser un material vivo no debe dejarse expuesta a las condiciones del ambiente como: lluvia, rayos solares, etc, debido a que puede deflektarse.
- 6.- El cuidado de la madera a utilizar en la fabricación de muebles debe empezar desde que la madera se encuentra como árbol en los bosques.

GLOSARIO

ACANALAMIENTO: alabeo en la dirección transversal

ACEBOLLADURA O RAJADURA ANULAR: es la separación total o parcial de dos anillos de crecimiento contiguos.

ALABEO: curvatura de una pieza de madera por la deformación de uno de sus planos longitudinal o transversal o de ambos.

ANCHO: dimensión mayor de la escuadría.

ARISTA: línea formada por la intersección de la cara y el canto de una pieza.

ARQUEAMIENTO: alabeo de las caras en dirección longitudinal.

BORDE DE UNA CARA: zona de la superficie de una cara, que cubre todo el largo de una pieza y queda limitada en su ancho, por una arista y por una línea imaginaria paralela a la arista y a una distancia de ésta, igual a la cuarta parte del ancho de la pieza.

CLASIFICACION: consiste en determinar y juzgar la magnitud y el efecto que tienen las características o defectos de la madera sobre su resistencia y apariencia.

CABEZA: sección transversal de cada extremo de una pieza de madera.

CANTOS: superficies planas menores, perpendiculares a las caras, paralelas entre sí y al eje longitudinal de la pieza.

CARAS: superficies planas mayores paralelas entre sí y al eje longitudinal de la pieza.

CONTENIDO DE HUMEDAD: es la cantidad de agua que contiene una pieza de madera, expresada como porcentaje de su peso anhidro.

DEFECTOS: son las alteraciones de la madera que influyen en las propiedades físicas, mecánicas y/o químicas, determinando una limitación en su uso.

DENSIDAD: peso anhidro de una muestra de madera, dividido entre su volumen saturado.

DURAMEN QUEBRADIZO: zona del duramen que presenta grietas o separacione en la madera, debidas a la liberación de esfuerzos internos de la madera del árbol al ser éste aserrado.

ENCORVADURA: alabeo de los cantos en sentido longitudinal.
ESCUADRIA: dimensiones de la sección transversal de una pieza de madera aserrada.

ESPESOR: dimensión menor de la escuadría.

FALLAS DE COMPRESION O FRACTURA: deformación o roturas de las fibras de la madera, como resultado de esfuerzos de compresión o flexión excesivos en los árboles.

GRIETA: es la separación de los elementos constitutivos de la madera, cuya profundidad no atraviesa una pieza aserrada.

INCLINACION DE LA FIBRA: desviación angular de la disposición de los elementos constitutivos, respecto del eje longitudinal del árbol o respecto del canto de la pieza.

LATIFOLIADAS: arboles de hoja ancha que producen sus semillas dentro de frutos. Su madera está constituida por células denominadas vasos, fibras y parénquima. Comúnmente son conocidas como maderas duras.

LONGITUD: distancia entre las cabezas de una pieza.

MADERA: compuesto natural de fibras de celulosa en una matriz poliméricas (principalmente lignina).

MADERA CEPILLADA: pieza nivelada y alisada en sus caras y cantos, por medio de un cepillo o canteadora.

MADERA SECA: pieza con un contenido de humedad menor o igual al 15%.

MANCHA: cambios en el color de la madera que no afectan la estructura leñosa.

MEDULA INCLINADA: está conformada por los anillos de crecimiento iniciales del tronco. Se considera un defecto por representar una zona débil fácilmente degradable, susceptible al ataque de hongos e insectos.

NUDOS: porciones de madera dura y compacta, pertenecientes a ramas que quedaron incluidas en el tronco.

NUDO HUECO: espacio vacío o hueco, dejado por un nudo, al desprenderse de la madera.

NUDO SANO O NUDO VIVO: porción de rama entrecruzada con el resto de la madera que se soltará o aflojará durante el proceso de secado o uso.

NUDOS EN RACIMOS: dos o más nudops agrupados por las fibras desviadas que los rodean y alteran en gran porción el hilo de toda la pieza. A todo el racimo se le considera como una unidad de nudo.

ORTOTROPIA: anisotropía o propiedades direccionales de la madera.

PARENQUIMA: células radiales de la madera.

PERFORACION: presencia de galerías en la madera, producidas por diferentes insectos.

PUDRICION: descomposición de la sustancia leñosa por la acción de hongos destructores de la madera.

RAJADURA: separación entre las fibras de la madera, afectando totalmente el espesor de la pieza aserrada.

TORCEDURA: alabeo simultáneo en las direcciones longitudinal y transversal.

TRAQUEIDAS: células longitudinales de la madera que se encuentran en las maderas blandas.

VASOS: células longitudinales en las maderas duras.

ZONA CENTRAL DE LA CARA: zona de la superficie de una cara que ubre todo el largo de una pieza y queda comprendida entre los bordes de la cara; es igual a la mitad del ancho de la pieza.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- **GALVEZ AQUECHE, Iván, PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA MADERA DE TRES ESPECIES FORESTALES DEL NORTE DE GUATEMALA.**
Tesis de Ingeniero Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala
1,988 Guatemala.
- 2.- **HOLDRIGE, L.R, F. BRUCE, Lamb LOS BOSQUES**
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas e Instituto de Fomento de la Producción de Guatemala.
Turrialba, Costa Rica 1,950.
- 3.- **MENDEZ, Fernando ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS MADERAS TIPICAS DE GUATEMALA (PINO Y CHICHIQUE)**
Tesis de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería
1,958 Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 4.- **GALLARDO FLORES, Roberto CONSIDERACIONES SOBRE EL TRATAMIENTO DE LA MADERA**
Tesis de Ingeniero Químico, Facultad de Ingeniería
1,950 Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 5.- **FOREST PRODUCTS LABORATORY, FOREST SERVICE AND U.S. DEPARMENT OF AGRICULTURE DRY KILN**
1,988 United States
- 6.- **KULACHKA, B.F. PROPIEDADES SELECCIONADAS DE 52 ESPECIES DE MADERAS DEL DEPARTAMENTO DE EL PETEN.**
Boletín No. 2 FAO y FYDEP
1,968 Guatemala.
- 7.- **OLIVA CATALAN, Luis Fernando DURABILIDAD Y EFECTO DE LA CONCENTRACION EN 7 ESPECIES DE PENTACLOROFENOL EN MADERA DE PINO.** Tesis de Ingeniero Químico, Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
- 8.- **UNITED NATION INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION FURNITURE INDUSTRY AND TRADE**
New York, United Nation 1,977

- 9.- **CORPORACION CHILENA DE LA MADERA MADERA, PROPIEDADES, CLASIFICACION, MEDICION Y APLICACIONES**
Tesis de Ingeniero Civil, Universidad Autonoma de Chile, 1978.
- 10.- **SAMAYOA FLORES, Mario Domingo ESTUDIO PRELIMINAR DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE 7 ESPECIES DE PINO DE GUATEMALA.**
Tesis de Ingeniero Civil, Facultad de Ingenieria Guatemala, Octubre de 1,972.
- 11.- **LEXANA MINERA, Manuel Enrique COMPORTAMIENTO AL SECADO DE CINCO MADERAS NACIONALES (PETEN), CON FLUJO DE AIRE CALIENTE.**
Tesis de Ingeniero Químico, Facultad de Ingenieria Guatemala, Septiembre de 1,969.
- 12.- **GALLARDO FLORES, Roberto CONSIDERACIONES SOBRE EL TRATAMIENTO DE LA MADERA**
Facultad de Ingneria Guatemala, 1,958.
- 13.- **XAVIER-ANDREU, Julio M. SAMPER, COLISA CAMES BIBLIOTECA ATRIUM DE LA MADERA**
Tomo I Barcelona España 1,988.
- 14.- **SECRETARIA DE INDUSTRIA, COMERCIO, CIENCIA Y TECNOLOGIA DEL ESTADO DE SAO PAULO. MANUAL DE PRESERVACION DE MADERAS.**
Volumen I, SaoPaulo Brazil ,1,986