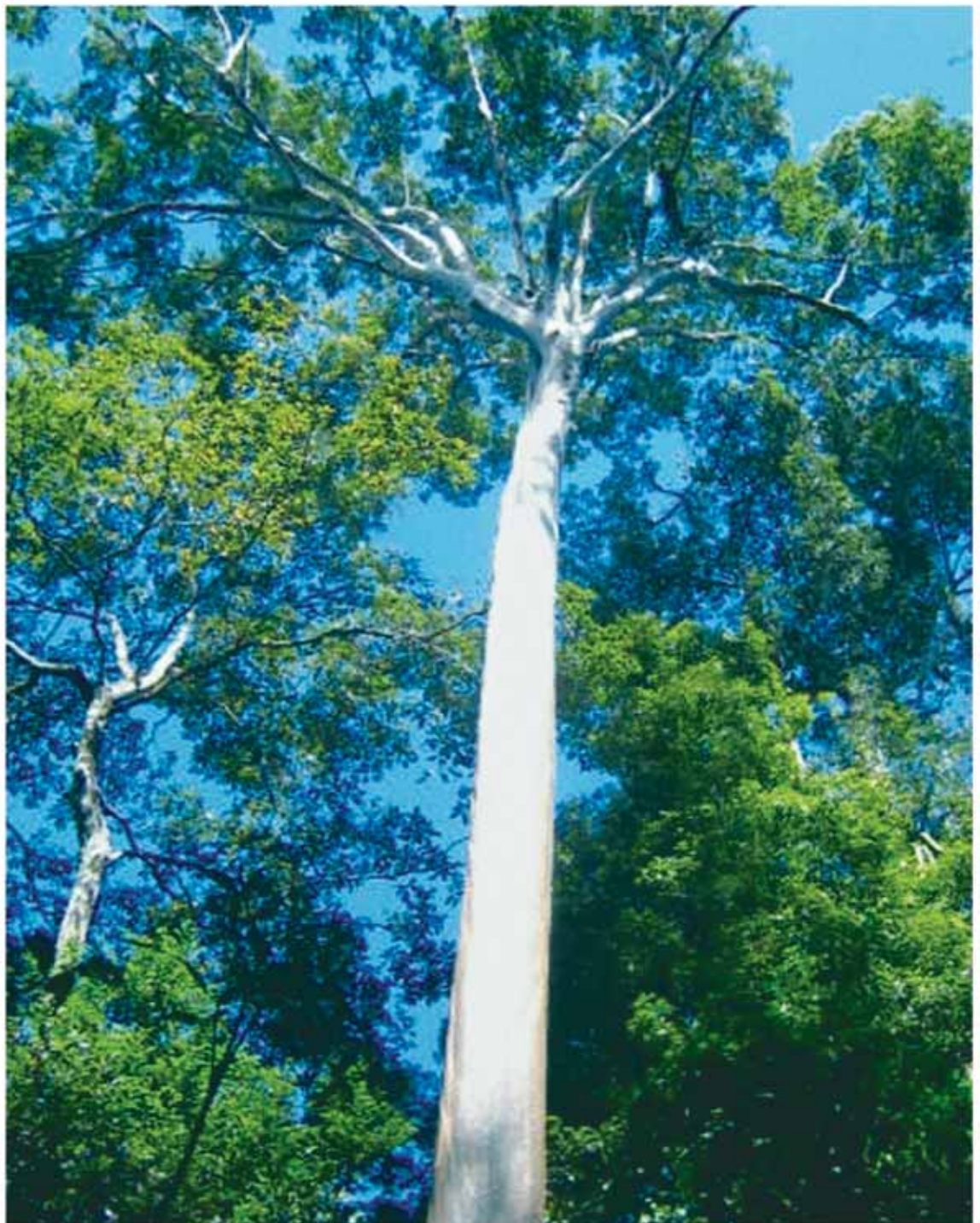




Guía de Procesamiento Industrial

Fabricación de Muebles con Maderas Poco Conocidas - LKS



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

Guía de Procesamiento Industrial Fabricación de Muebles con Maderas Poco Conocidas - LKS

Autora:	Ana María Sibille Martina
Revisión y corrección técnica:	Carlos Samanéz Cáceres Celso Rivera Rodríguez César Ribeiro Ríos Eduardo Gonzáles Maguiña Edwin Ramos Gallozo Elvar Villavicencio Gutiérrez Julio Rojas Chau Leonardo Salgado Nuñez Miguel Pacheco Ganoza Pedro Delgado Orlic Pedro Salvatierra Hilario Raúl Dancé Sifuentes Raúl Parraga Solís Roberto Kometter Segundo Valencia Jave
Fotografía:	Ana María Sibille Aniseto Daza Yomona Carlos Reynel Rodríguez CITEMadera Exportimo S.A.C. - PaTS MADEPIVES MAGENSA Miguel Pacheco Ganoza Raúl Dancé Sifuentes WWF - Perú
Corrección de estilo:	Gino Lértora
Coordinación general y revisión gráfica:	Gisella Valdivia Gozalo Sebastian Suito López
Diseño y diagramación:	Grupo Visión Publicidad S.A.C.
Impresión:	Editora Argentina S.R.L.

Esta publicación es parte del trabajo que desarrolla WWF Perú a través del Proyecto CEDEFOR, gracias al apoyo financiero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), para promover el desarrollo y la certificación forestal.

Esta publicación presenta la opinión del autor y no necesariamente la visión de WWF Perú, USAID ni PROMPEX.

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°: 2006 - 5771

Copyright 2006 - WWF PERÚ

Primera edición: Julio 2006

Todos los derechos reservados. Se prohíbe toda reproducción parcial o total de esta obra, a través de medios mecánicos o electrónicos, sin autorización escrita de los autores.

Cualquier acto ilícito contra los derechos de propiedad intelectual que corresponden a esta publicación será atendido de acuerdo al D.L. 822 (Ley sobre Derechos de Autor) y con las leyes que protegen internacionalmente la propiedad intelectual.

Esta publicación es posible gracias al financiamiento de:
Distribución gratuita. Prohibida su venta.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMERICA





Raúl Dance Sifuentes
Carlos Rincón La Torre
Ana María Sibille Martina

Exportimo S.A.C. / South Cone



Gerald Cooklin Blondet
Amy Smith
José Garrido Lecca Arimana
Elvar Villavicencio Gutiérrez
Carlos Samanez Cáceres



Magensa Materiales Generales S.A.C.
CasaGrande / Sanicerámica
Pedro Delgado Orlic
Aurelio de la Flor Alcántara
Julio Rojas Chau
Pável Bermudez Q.



Rolando Falcón Bornás
Segundo Valencia Jave
Pablo Salvatierra Hilario
Pedro Durán Tarazona



Christian Arbaiza Mendoza
Edwin Ramos Gallozo

PRESENTACIÓN	09
INTRODUCCIÓN	11
INSTRUCCIONES PREVIAS	13
CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES POCO CONOCIDAS	13
IDENTIFICACIÓN	13
- Nombre comercial	
- Especie	
- Familia	
- Sinonimia	
- Nombres comunes	
- Nombre internacional	
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	13
DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL	14
- Troza	
- Hojas	
- Flores	
- Frutos y semillas	
- Silvicultura	
CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA	14
ESTRUCTURA ANATÓMICA DE LA MADERA	14
- Anillos de crecimiento	
- Poros / vasos	
- Parénquima longitudinal	
- Radios parénquima radial	
- Fibras	
- Inclusiones	
TÉRMINOS RELATIVOS A LAS PIEZAS DE MADERA	15
- Términos relativos al plano de corte	
- Términos relativos a las dimensiones	
- Términos relativos a las secciones	
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	17
- Color	
- Olor	
- Brillo o Lustre	
- Veteado o Figura	
- Grano	
- Textura	
- Criterios cualitativos de los caracteres organolépticos	
- Criterios cuantitativos de los elementos anatómicos	

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS	20
PROPIEDADES FÍSICAS	20
- Densidad básica	
- Consideraciones	
- Criterios cuantitativos de las propiedades físicas	
- Contracción y expansión de la madera	
PROPIEDADES MECÁNICAS	22
- Resistencia a la flexión	
- Resistencia a la compresión	
- Resistencia al corte paralelo	
- Dureza de lados	
- Tenacidad	
- Criterios cuantitativos de las propiedades mecánicas	
DURABILIDAD NATURAL	24
- Ataque de hongos	
- Ataque de insectos	
- Clasificación de la durabilidad natural de la madera	
- Reconocimiento práctico de insectos en la madera	
PRESERVACIÓN DE LA MADERA	25
- Preservantes observados	
- Opciones del uso de preservantes	
- Calificación de la impregnabilidad de preservantes	
TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA MADERA	26
ASERRADO	26
- Consideraciones en el campo	
- Consideraciones en el aserradero	
PROTOCOLO DE RECEPCIÓN DE LA MADERA ASERRADA	28
- Consideraciones	
REASERRADO - TABLEADO	30
- Consideraciones	
- Factores relativos a la madera	
- Factores relativos a la hoja de sierra	
- Defectos originados durante el procesamiento industrial de la madera	
VAPORIZADO DE LA MADERA	32
- Consideraciones	
SECADO DE LA MADERA	32
- Consideraciones	
- Ventajas del secado de la madera	
- Fases de la eliminación del agua en la madera	
- Pautas del secado	
- Programa de secado suave	
- Programa de secado moderado	
- Programa de secado severo o fuerte	
- Secado sin vaporizado	
- Análisis y calificación de defectos originados en el secado de la madera	
- Deformaciones más frecuentes en el estibado y secado de la madera	
TRANSFORMACIÓN SECUNDARIA	40
DESARROLLO DEL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DEL MUEBLE	40
- Consideraciones	

HABILITADO	40
CONOCIMIENTOS BÁSICOS	40
- Factores relativos a la madera	
- Orientaciones del corte ortogonal	
CORTE EN SIERRA RADIAL	41
- Indicadores para la calificación del trozado o despuntado	
CORTE EN SIERRA CIRCULAR	42
- Indicadores para la calificación del listoneado o canteado	
CORTE EN GARLOPA	42
- Indicadores para la calificación del garlopeado o enderezado	
CORTE EN SIERRA ESCUADRADORA	42
- Indicadores para la calificación del escuadrado	
CORTE EN REGRUESADORA O CEPILLADORA	43
- Indicadores para la calificación del cepillado	
- Formación de virutas	
CORTE EN SIERRA DE CINTA	44
- Indicadores para la calificación de los cortes con sierra de cinta	
MAQUINADO	44
- Consideraciones	
MOLDURADO	44
- Consideraciones	
- Indicadores para la calificación del moldurado	
TALADRADO	45
- Consideraciones	
- Indicadores para la calificación del taladrado	
TORNEADO	46
- Consideraciones	
- Indicadores para la calificación del torneado	
ESCOPLEADO	47
- Consideraciones	
- Indicadores para la calificación del escopleado	
ESPIGADO	47
- Consideraciones	
- Indicadores para la calificación del espigado	
LIJADO	48
- Consideraciones	
- Indicadores para la calificación del lijado	
ENSAMBLE O ARMADO	49
- Consideraciones	
- Indicadores para la calificación del ensamble o armado	
PEGADO O ENCOLADO	50
- Consideraciones	
A CAJA Y ESPIGA	50
- Consideraciones	

CLAVADO O EMPERNADO	51
- Consideraciones	
ENTARUGADO	51
- Consideraciones	
ACABADO	51
FASES DEL PREACABADO	51
- Preparación y limpieza	
- Masillado o estucado	
- Retoque de fondo o tapaporo	
- Lijado grueso a lijado fino	
FASES DEL ACABADO	52
- Natural	
- Tintado o teñido	
- Pintado	
- Consideraciones	
RETOQUES CON ACCESORIOS	52
EMBALAJE	53
EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO A LA TRABAJABILIDAD	53
CALIFICACIÓN	53
- Calificación cualitativa del proceso industrial	
CONSIDERACIONES DE FABRICACIÓN Y CALIDAD DE MUEBLES	53
- Calificación cuantitativa del proceso industrial	
PROMOCIÓN COMERCIAL DE MUEBLES PROTOTIPOS DE ESPECIES POCO CONOCIDAS	54
FLUJOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES EN LA INDUSTRIA DEL MUEBLE	55
EL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DEL MUEBLE	56
CUADROS	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
FICHAS TÉCNICAS DE ESPECIES FORESTALES	
1. CACHIMBO BLANCO	<i>Cariniana decandra</i> Ducke
2. CACHIMBO ROSADO	<i>Cariniana domesticata</i> Mart
3. CAPIRONA	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann
4. HIGUERILLA NEGRA	<i>Micrandra spruceana</i> (Baillon) R. Schultes
5. HUAMANZAMANA	<i>Jacaranda copaia</i> (Martius ex A.D.C) A. Gentry
6. HUIMBA	<i>Ceiba samauma</i> (C. Martius & Zuccarini) K. Schuman
7. MARUPA	<i>Simarouba amara</i> Aublet
8. YANCHAMA	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl

PRESENTACIÓN

Es conocida por todos la enorme potencialidad forestal de la Amazonía peruana, considerada como uno de los ecosistemas más biodiversos de nuestro planeta. En ella es posible encontrar miles de especies de árboles que son el hábitat de un sinnúmero de especies de fauna, además de ser el sustento de muchas familias y la fuente de abastecimiento de materia prima de las industrias dedicadas a la actividad de aprovechamiento forestal.

Sin embargo, la actividad maderera tradicional se ha enfocado solamente en la extracción de un grupo selecto de maderas consideradas comerciales, dejando de lado una gran cantidad de especies forestales que, por desconocimiento de sus características y beneficios, no son sujetas de aprovechamiento ni de comercialización. Dichas especies cuentan con propiedades físico-mecánicas óptimas para ser incluidas definitivamente en las diferentes industrias de transformación de la madera.

Esta forma marginal de aprovechamiento de las especies forestales ha limitado en gran medida la posibilidad de mejorar las condiciones de vida de la población local y, asimismo, está afectando el equilibrio del ecosistema, la diversidad del hábitat y la regeneración natural de los bosques.

El proyecto de **Promoción de Especies Forestales Poco Conocidas en Apoyo a los Planes de Manejo Forestal en la Amazonía Peruana - Proyecto LKS** (por sus siglas en inglés) nace bajo este escenario y ante la necesidad latente de los empresarios concesionarios forestales por aprovechar el bosque de manera integral e incrementar el número de metros cúbicos extraídos por hectárea, garantizando, de esta forma, una mayor rentabilidad de su actividad. A todo esto se suma el interés de las empresas fabricantes de productos con valor agregado por introducir en sus procesos productivos especies forestales con características y propiedades similares a las maderas comerciales, pero con mayor volumen en el bosque y de menor costo, que favorecen el margen de rentabilidad del negocio maderero.

Este entusiasmo empresarial por obtener una mayor rentabilidad económica de su actividad productiva ha permitido promover el manejo, la transformación y el comercio de especies poco conocidas LKS, contribuyendo de esta manera con una agenda de conservación proactiva que enfatiza en la estabilidad ecológica, económica y social de los ecosistemas forestales de importancia global.

El Proyecto LKS, como todo proyecto de investigación, ha requerido para conseguir sus objetivos de un fuerte compromiso institucional y empresarial que se logró concretar gracias al apoyo financiero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y a iniciativa de WWF-Perú con el Global Development Alliance. Estas instituciones, junto con las empresas concesionarias de bosques (que son proveedoras de la materia prima) y las empresas transformadoras (quienes pusieron a disposición su infraestructura y su experiencia en los procesos de fabricación de muebles) han permitido la investigación técnica de ocho especies forestales poco conocidas.

Dicha investigación ha dado como resultado el documento denominado **“Guía del Procesamiento Industrial para la Fabricación de Muebles con Maderas Poco Conocidas - LKS”** que estamos poniendo a disposición de todas las empresas nacionales e internacionales que quieran incursionar en el uso de estas ocho especies forestales poco conocidas. Estamos seguros que esta guía elaborada por la Ing. Ana María Sibille será una herramienta práctica que facilitará el desarrollo de todos los procesos de fabricación de muebles.

Queremos hacer una mención especial a las empresas e instituciones que han participado en esta investigación: Exportimo S.A.C./PaTS (Partnerships and Technology for Sustainability), Amazon Wood Products, Materiales Generales S.A.C. Casa Grande - Sanicerámica (Magensa), el Consorcio de Madereros del Parque Industrial de Villa El Salvador (MADEPIVES) y el Centro de Innovación Tecnológica de la Madera del Ministerio de la Producción (CITEmadera).

Asimismo, agradecemos a Prompyme, Prompex y el Ministerio de la Producción, por el apoyo brindado en la promoción comercial de las maderas LKS. Por último, expresamos un agradecimiento especial a USAID y Prompex por el apoyo financiero brindado para hacer posible esta publicación.

Fred Prins
Representante
WWF-Perú

INTRODUCCIÓN

El gobierno peruano a partir del año 2002 emprendió la misión de modernizar el sector forestal. De esta manera, más de siete millones de hectáreas de concesiones forestales fueron adjudicadas en los departamentos de Madre de Dios, San Martín, Huánuco, Ucayali y Loreto a pequeños y medianos productores forestales que se comprometieron formalmente a implementar planes de manejo sostenible de bosques en sus respectivas concesiones. Adicionalmente, existen más de ocho millones de hectáreas de bosques en las comunidades nativas de la Amazonía que, potencialmente, podrían ser utilizadas bajo el sistema del aprovechamiento forestal sostenible.

Con el fin de promover una economía sostenible en estas nuevas concesiones y en las empresas forestales, WWF-Perú viene colaborando con el gobierno peruano a través de la implementación de planes de manejo sostenible en las concesiones forestales y el incremento de volúmenes de aprovechamiento por unidad de superficie con un reducido impacto ecológico, así como en la promoción del uso de un mayor número de especies en el mercado local y nacional, mediante el Programa de Promoción de Especies Forestales Poco Conocidas de la Amazonía Peruana (Proyecto LKS)¹.

Dicho programa, que contó con el financiamiento de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), se ejecutó a través de convenios interinstitucionales de cooperación entre WWF-Perú y las empresas exportadoras Exportimo S.A.C./PaTS (Partnerships and Technology for Sustainability), Amazon Wood Products, Materiales Generales S.A.C. Casagrande - Sanicerámica (Magensa), Consorcio de Madereros del Parque Industrial de Villa El Salvador (Madedives) y el Centro de Innovación Tecnológica de la Madera del Ministerio de la Producción (CITEMadera).

La incorporación a la industria de las especies forestales poco conocidas implicó que estas fueran seleccionadas en base a su abundancia en el bosque, a la existencia de estudios científicos y tecnológicos, a su presencia en el mercado y al interés de las empresas coejecutoras para analizar su comportamiento en el proceso industrial, mediante actividades desarrolladas como:

- Transferencia tecnológica a las empresas madereras mediante cursos de capacitación industrial.
- Mejoramiento del nivel de conocimiento tecnológico de las empresas madereras, para lograr una mejor calidad y productividad en la utilización industrial.
- Investigación aplicada sobre los procesos de industrialización de la madera, para obtener productos con valor agregado en la industria forestal.
- Promoción e introducción a mercados de los productos con valor agregado, mediante su comercialización en el mercado local, nacional e internacional.

Durante la sistematización de los resultados del proyecto se percibió el vacío de información existente en torno al proceso industrial de las especies forestales, por ello como resultado sistematizado del Proyecto LKS se ha concebido este manual técnico denominado "**Guía del Procesamiento Industrial para la Fabricación de Muebles con Maderas Poco Conocidas - LKS**", que viene acompañado de fascículos técnicos cuyos contenidos muestran una rigurosidad científica práctica de los procesos mecanizados de ocho especies maderables forestales poco conocidas cuyos nombres son: *Cachimbo rosado*, *Cachimbo blanco*, *Capirona*, *Higuerilla Negra*, *Huamanzamana*, *Huimba*, *Marupa* y *Yanchama*, provenientes de los bosques de producción permanente del Perú.

La presentación de este manual define y combina la terminología científica y tecnológica con la experiencia práctica obtenida durante el procesamiento industrial, que sirve como base del formato de tratamiento de cada fascículo, en donde se citan las características de los equipos, las maquinarias y las herramientas utilizadas durante el procesamiento industrial de las ocho especies antes mencionadas. El número de estos fascículos, según las necesidades y expectativas, podrá incrementarse con las sugerencias y aportes de los usuarios interesados en experimentar trabajos con nuevas especies maderables.

La importancia del Proyecto LKS radica primero en el trabajo conjunto del sector público y privado durante dos años de investigación, experimentación, producción de prototipos, promoción y comercialización de las especies poco conocidas en la industria del mueble a nivel local, nacional e internacional, y segundo, en la adopción de los resultados obtenidos por cada empresa que estudió la viabilidad del uso de estas especies maderables poco conocidas para el desarrollo de productos forestales de valor agregado, para de esta manera elevar el valor económico de los bosques amazónicos, incrementar los ingresos de las empresas concesionarias e industriales y generar mayores capacidades de empleo e inversión en el Perú.

Se recomienda al lector al iniciar el uso de esta guía que se tome un tiempo para leer la metodología y procedimientos del proceso industrial seguido en el Proyecto LKS, de esta manera le será más fácil interpretar las descripciones de las fichas técnicas de las especies forestales poco conocidas.

El vocabulario técnico utilizado en el procesamiento industrial forestal es extraordinariamente rico y, por lo tanto, complejo. A pesar de ello en este manual se ha tratado de evitar el uso de palabras muy técnicas y más bien se ha considerado la terminología usual de campo para un mejor entendimiento.

La descripción de las características de cada especie sigue el orden empleado en la guía. Se ha diseñado cada página de texto correspondiente con su ilustración respectiva, donde se exponen los principales conceptos de las características de las especies, de las máquinas, los indicadores para la calificación de la operación y los resultados.

Para el caso del procesamiento industrial se describen los factores que afectan la trabajabilidad de las maderas, así como las consideraciones que se deben tener en cuenta durante las operaciones de corte con sierra radial, sierra circular, maquinado como cepillado, moldurado, taladrado, torneado, lijado, armado y acabado, con la respectiva calificación de aceptabilidad para la fabricación de muebles.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES POCO CONOCIDAS

IDENTIFICACIÓN

- **Nombre comercial:** Se identifica a cada madera por su nombre común u originario en el mercado.
- **Especie:** Se refiere al nombre botánico científicamente válido. Está compuesto de tres partes: el género, la especie y el autor o científico que clasificó originalmente a la planta. Por ejemplo: *Cariniana domesticata* Martius, es el nombre científico del *Cachimbo* y está compuesto de los términos *Cariniana* (nombre genérico), *domesticata* (nombre específico) y Martius (es del botánico quién describió y clasificó al *Cachimbo*).
- **Familia:** Corresponde a la familia botánica a la cual pertenece la especie. Por ejemplo, la familia del *Cachimbo* es Lecythidaceae.
- **Sinonimia:** Referido a los nombres científicos de la especie que fueron sucesivamente identificados por los botánicos. Para el caso del *Cachimbo* el nombre anteriormente usado era el *Couratari domesticata* Martius.
- **Nombres comunes:** Son los nombres vernaculares aplicados a las especies y que son empleados en el mercado local o nacional de los diferentes países de Latinoamérica.
- **Nombre internacional:** Nombre de la madera usado en el comercio internacional.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Indica la distribución de la especie respaldada por el análisis del levantamiento de inventarios forestales investigados en el Perú. Considera las características ambientales de la zona de vida en base al mapa ecológico de Holdridge, las características del suelo y la asociación vegetal a la cual pertenece la especie.

DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL: Indica las características generales del árbol en pie, las cuales permitirán su identificación y selección en el bosque, tales como las dimensiones del fuste o tronco referidos a la altura total, altura comercial, diámetro a la altura del pecho (D.A.P.), color, tipo de corteza, presencia de olor y/o sabor, tipo de raíces, forma de copa, así como las características de:



- **Troza:** Características de su forma, dimensiones de la corteza, albura y duramen.

Reconocimiento de los defectos comunes como médula o corazón deteriorado, madera tensionada, grietas, rajaduras, ataques de insectos y hongos, etc.

Conservación y preservación durante el almacenamiento o apilado en el patio de trozas.

- **Hojas:** Tipo, forma, color, características y dimensiones.

- **Flores:** Tipo, forma, color, características y dimensiones.

- **Frutos y semillas:** Tipo, forma, color, características y dimensiones.

- **Silvicultura:** Tipo de propagación, particularidades de frutos y semillas, manejo de plantación, crecimiento y cuidados.

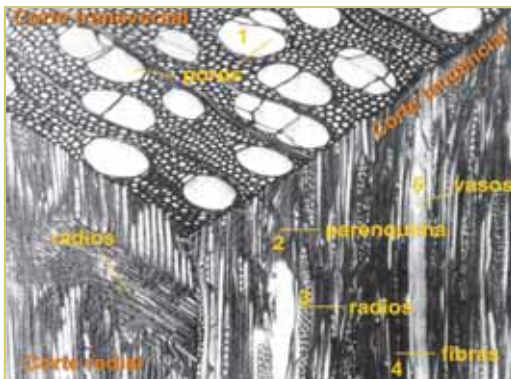
CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

La madera es un material orgánico de elementos lignificados de los árboles y se observa como sustancia compacta formada por células que cumplen tres funciones: resistencia mecánica (tejido fibroso), conducción del agua (tejido vascular), así como almacenamiento y distribución de sustancias de reserva (tejido parenquimatoso). Para trabajarla es importante conocer sus características, propiedades y la siguiente terminología forestal:

ESTRUCTURA ANATÓMICA DE LA MADERA:

Conocer la anatomía de cada madera tiene el objeto de comprender su influencia en las propiedades tecnológicas y su comportamiento durante los procesos industriales.

Los elementos anatómicos pueden observarse a simple vista o con ayuda de una lupa de 10 aumentos sobre la superficie de la madera previamente humedecida y con la ayuda de un microscopio para observar mejor los caracteres de distribución, forma, tamaño y cantidad de elementos como los poros (1), vasos (5), parénquima (2), radios (3) y fibras (4) que conforman la madera.

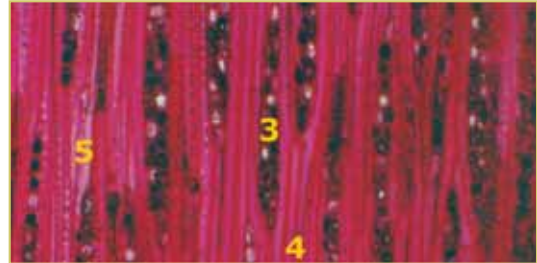


- **Anillos de crecimiento:** Son capas concéntricas de crecimiento producidas por el *cambium* durante el desarrollo diametral del árbol. Pueden ser poco o bien diferenciados en la sección transversal.



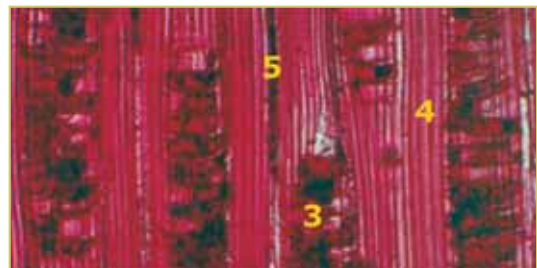
Sección transversal

- **Poros (1) / vasos (5):** Los poros son orificios o agujeros de células tubiformes observables en la sección transversal, originados por el corte transversal de un vaso o traqueida vascular. El tejido vascular tiene la función de conducción del agua libre y las sustancias alimenticias en el árbol.



Sección tangencial

- **Parénquima longitudinal (2):** Tejido celular generalmente de paredes delgadas, tiene como función el almacenamiento de sustancias de reserva, distribución y segregación de los carbohidratos, así como de la producción de ciertas sustancias orgánicas. Se observa a simple vista o con la ayuda de una lupa de 10 aumentos en el corte transversal de color más claro que el tejido fibroso. Puede estar junto a los poros (P. paratraqueal) y lejos de los poros (P. apotraqueal).

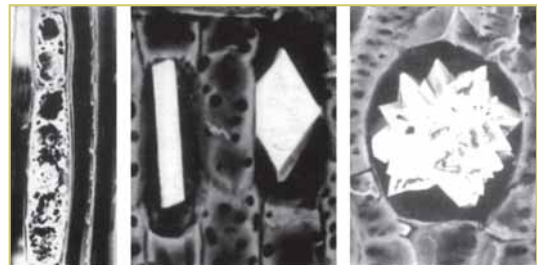


Sección radial

- **Radios (3) - parénquima radial:** Tejido parenquimatoso que sirve para la conducción y almacenamiento de sustancias de reserva desde la corteza hasta el centro del árbol, se observa a simple vista o con ayuda de una lupa de 10 aumentos como cintas horizontales en el corte radial y como líneas en corte transversal.

- **Fibras (4):** Son células largas y delgadas que cumplen la función de sostén del leño o resistencia mecánica. Se observan con una lupa de 10 aumentos o al microscopio.

- **Inclusiones:** Sustancias que se encuentran taponando parcial o totalmente las células como los poros, pueden ser gomas, resinas, tilosis, látex, sílice, floema incluido, entre otras. Alteran o afectan la preservación, secado y el procesamiento industrial de la madera.



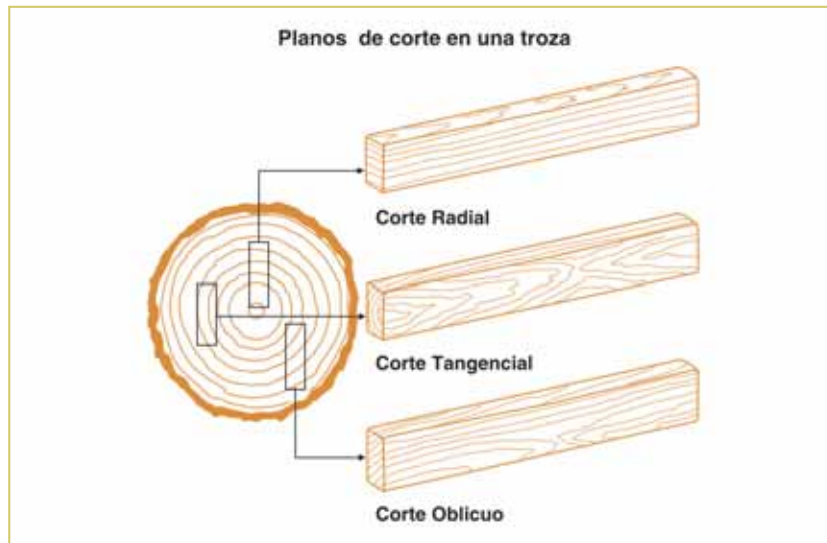
Inclusiones (resinas, minerales)

TÉRMINOS RELATIVOS A LAS PIEZAS DE MADERA

• Términos relativos al plano de corte:

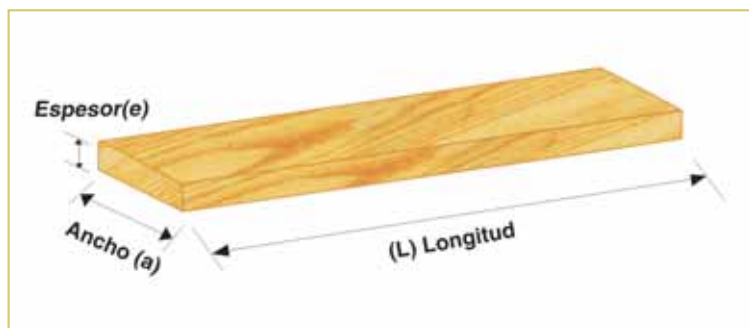
Es la superficie que resulta al cortar una pieza de madera por un plano. Este puede ser transversal (Tr.), longitudinal radial (Rd.) y longitudinal tangencial (Tg.):

- **Corte transversal:** (Corte Tr.) Es la sección que resulta de cortar una pieza de madera en dirección perpendicular al eje longitudinal del tronco. Superficie en los extremos de una troza y cabeceras o testas de una tabla.
- **Corte longitudinal:** Es la sección que resulta de cortar una madera en dirección paralela al eje del tronco, que a su vez puede estar orientada en la dirección radial o tangencial:
 - **Sección radial** (Corte Rd.): Es el corte longitudinal paralelo a los radios y perpendicular a los anillos de crecimiento.
 - **Sección tangencial** (Corte Tg.): Es el corte longitudinal tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular a los radios.



• **Términos relativos a las dimensiones:**

- **Escuadría:** Las dos dimensiones de la sección transversal de una pieza de madera que ha de ser trabajada a escuadra.
- **Ancho:** Es la dimensión mayor de la escuadría, se mide en pulgadas, centímetros o milímetros.
- **Espesor:** Es la dimensión menor de la escuadría, se mide en pulgadas, centímetros o milímetros.
- **Longitud:** Es la distancia entre las cabezas de una pieza, generalmente es de dimensión mayor, se mide en pies, metros o centímetros.



• **Términos relativos a las secciones:**

- **Cabeza o testa:** Cualquiera de los extremos de la pieza, cuya madera presenta el corte transversal a la dirección del grano.
- **Cantos:** Son las superficies planas menores, paralelas entre sí y al eje longitudinal de la pieza.
- **Caras:** Son las superficies planas mayores, paralelas entre sí y al eje longitudinal de la pieza.

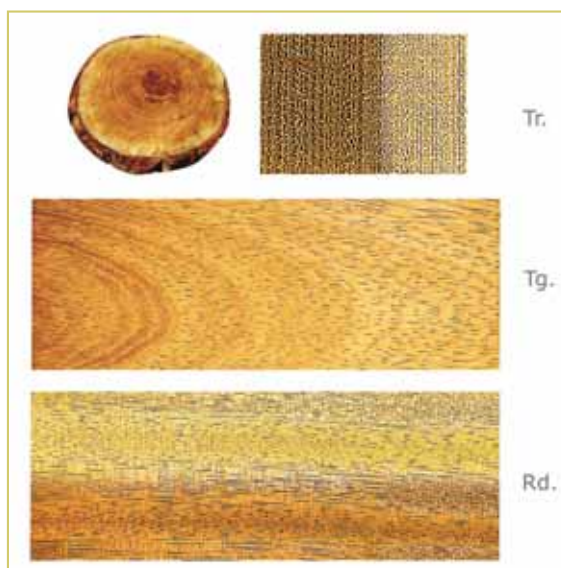


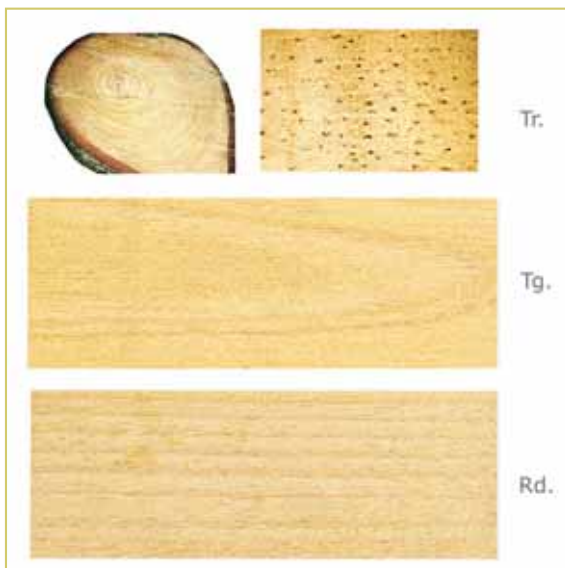
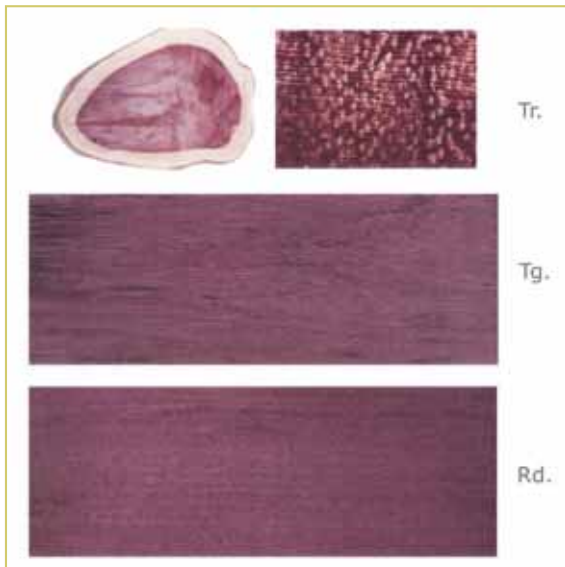
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS: Aquellas identificables con los órganos de los sentidos, entre estas se incluye:

- **Color:** Se considera el color del tronco recién cortado y cuando la madera está seca. Con la ayuda de la Tabla Munsell de Colores para Suelos se describe el color diferenciado de la zona de albura (parte periférica del tronco, la cual a menudo se diferencia por su coloración más clara) y la zona de duramen (parte central del tronco, por lo general de color más oscuro).
- **Olor:** Característica dada por los efluvios de ciertas sustancias químicas aromáticas infiltradas en el leño como resinas, aceites y gomas, las cuales al volatilizarse emanan olores característicos. Se califica según la graduación de no distintivo o distintivo, olores a veces fragantes y otros desagradables.
- **Brillo o lustre:** Característica típica de algunas especies que es producida por el reflejo que causan los elementos minerales de la estructura anatómica, observable especialmente en el corte radial cuando son expuestos a la luz. Su presencia se califica de bajo, mediano o moderado y elevado o intenso.
- **Veteado o figura:** Característica producida por el diseño o figura de la veta que se origina en la superficie longitudinal pulida, debido a la disposición de los elementos constitutivos del leño, especialmente los vasos, radios leñosos, parénquima y los anillos de crecimiento, así como también por el tamaño y la abundancia de ellos. Puede ser suave o acentuado.

Generalmente se distinguen como:

- **Arcos superpuestos:** Se percibe en la sección tangencial, está definido por los límites de "camadas" de crecimiento. Se observa como una figura de arcos dispuestos uno sobre el otro.
- **Bandas paralelas:** Se percibe en la sección radial y es el efecto producido por la alternancia de grupos de poros y fibras orientados en dirección contraria levemente diferente.
- **Jaspeado - satinado:** Se percibe en la sección radial como figuras con reflejos plateados o dorados, satinados, veteado crespo o rizado y corresponde al efecto visual de contraste en brillo o color de los radios seccionados y alternadas con zonas fibrosas.
- **Característico:** Se percibe en la sección tangencial y radial, de acuerdo a los tonos y figuras acentuadas o llamativas.





- **Grano:** Característica observable en la sección radial o tangencial, producida por la disposición que tienen los elementos xilemáticos longitudinales (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.) con respecto al eje longitudinal del tronco. Tiene importancia en el trabajo de la madera, así como en el comportamiento físico y mecánico de ella. Por naturaleza puede ser: recto, entrecruzado y ondulado. Por inclinación de corte será oblicuo:

- **Grano recto:** Cuando la dirección de los elementos es sensiblemente paralela al eje del árbol. Se observa en corte radial y tangencial.

- **Grano entrecruzado:** Cuando los elementos leñosos se encuentran en dirección alterna u opuesta. Se observa como bandas encontradas en la sección radial haciendo que la trabajabilidad de la madera sea difícil.

- **Grano ondulado:** Cuando los elementos leñosos presentan sinuosidad como cabellera crespa, lo que brinda una mejor apariencia en el corte tangencial y en el corte radial.

- **Grano oblicuo:** Cuando la dirección de los elementos leñosos forma ángulos agudos con respecto al eje de la tabla. Se detecta en las aristas de las piezas, formando ángulos de cara y canto, aceptable una inclinación de 1/8.

- **Textura:** Característica dada por la distribución, proporción y tamaño relativo de los elementos leñosos (poros, parénquima y fibras), puede observarse con la ayuda de una lupa de 10 aumentos en la sección transversal de la madera, es generalmente palpable en las secciones longitudinales. Puede ser de tres tipos: Gruesa, media y fina. Tiene importancia en el acabado de la madera.

- **Textura gruesa:** Presenta elementos constitutivos grandes. Poros con diámetro tangencial de más de 181 micras, parénquima abundante, radios leñosos anchos y tejido fibroso escaso.

- **Textura media:** Presenta elementos constitutivos medianos. Poros entre 141 y 180 micras de diámetro tangencial, parénquima regular, radios leñosos medianos y regular cantidad de tejido fibroso.

- **Textura fina:** Presenta elementos constitutivos pequeños. Poros menores de 140 micras de diámetro tangencial, parénquima escaso, radios leñosos finos y abundante tejido fibroso.

• **Criterios cualitativos de los caracteres organolépticos:**

CARACTER	CRITERIO	CALIFICACIÓN
COLOR Origen genético de la especie. Células con sustancias colorantes. Colores claros presentan mayor cantidad de almidón: baja durabilidad.	Albura de color semejante al duramen. Albura de color diferente al duramen. Tabla Munsell Soil Color Charter.	Maderas claras, blancas o amarillas. Maderas oscuras, rojas o marrones. Maderas de color característico.
OLOR Origen genético de la especie. Transformación del almidón de reserva en sustancias fenólicas.	Células secretoras de resinas, aceites esenciales o sustancias volátiles.	No distintivo. Distintivo y característico. Olores agradables. Olores desagradables.
LUSTRE O BRILLO Origen genético de la especie.	Células parenquimatosas con alto contenido de cristales oxalato de calcio u otras sustancias.	Ausente. Brillo moderado u opaco. Brillante.
VETEADO O FIGURA Dado por la veta o figura en la superficie longitudinal pulida, debido a la disposición, tamaño y abundancia de los elementos leñosos.	Arcos superpuestos en sección Tg. Jaspeado satinado en sección Rd. Bandas anchas en sección Rd. Bandas angostas en sección Rd. Característico en secciones Rd. y Tg.	Poco acentuado, suave. Acentuado. Muy acentuado. Importancia en la decoración.
INCLUSIONES Sustancias orgánicas e inorgánicas que afectan el secado, preservación y el filo de las herramientas.	Bolsas de resina y gomas. Sílice, cristales, floema o corteza, incluida tilosis o tílido.	Poco. Abundante. Taponan parcial o totalmente los vasos.
GRANO Es la dirección o disposición de los elementos xilemáticos con respecto al eje longitudinal del tronco de cada especie.	Origen genético según la especie. Origen por dificultad en el crecimiento.	Responsable de la facilidad o dificultad en la trabajabilidad de la madera.
Grano recto Se orienta en forma recta en dirección del eje del árbol.	Presenta superficies lisas. Buena resistencia a la flexión.	Aceptable. Facilidad para la trabajabilidad.
Grano entrecruzado Cada anillo de crecimiento es sinuoso y las fibras cambian de inclinación de sentido alterno u opuesto respecto al eje del árbol.	En el corte radial se presentan como superficies de fibras encontradas en: - Bandas anchas. - Bandas angostas.	Aceptable la trabajabilidad, el efecto de repelo aparece en las operaciones de cepillado, fresado y torneado, que se corrige con el lijado.
Grano ondulado Las fibras siguen una trayectoria sinuosa en ondas con dirección paralela al eje del árbol.	Produce el repelo, aparecen en las operaciones de cepillado, fresado y torneado y se corrige con el lijado.	Obliga a un cuidadoso acabado para sacar provecho de su aspecto ondulado apreciado para la decoración como superficie ondulada y vistosa.
INCLINACIÓN DEL GRANO Origen en la conicidad o curvatura del tronco o plano de corte en aserrado. Se mide el ángulo del grano con la arista de la tabla. Pérdida de rendimiento en el aserrío.	Poco inclinadas: Rd. menor de 1/16. Tg. menor de 1/10. Inclinadas: Rd. de 1/16 a 1/8. Tg. de 1/10 a 1/8. Muy inclinadas: Rd. mayor de 1/8. Tg. mayor de 1/8.	Se aceptan poco inclinadas e inclinadas en zonas no centrales de las piezas sometidas a flexión. No se aceptan. Mucho riesgo, las piezas son quebradizas y de difícil trabajabilidad.
TEXTURA Dado por el tamaño y las proporciones de los poros y elementos leñosos.	Diámetro de poros. Número por mm ² . Cantidad de parénquima. Ancho de radios.	
Textura gruesa: Presenta elementos constitutivos grandes.	Poros con diámetro tangencial de más de 181 u, parénquima abundante, radios leñosos anchos y tejido fibroso escaso.	Gruesa.
Textura media: Presenta elementos constitutivos medianos. Término medio entre las dos texturas.	Poros entre 141 y 180 u de diámetro tangencial, parénquima regular, radios leñosos medios y regular tejido fibroso.	Mediana.
Textura fina: Presenta elementos constitutivos pequeños.	Poros menores de 140 u de diámetro tangencial, parénquima escaso, radios leñosos finos y abundante tejido fibroso.	Fina: Da buen acabado. No necesita emporar.

• **Criterios cuantitativos de los elementos anatómicos:**

ELEMENTO	CARÁCTER	RANGO	CALIFICACIÓN
PORO/VASO: Elemento conductor de la savia. Se observa como pequeños agujeros en el corte transversal y como pequeñas rayas lineales orientadas en el eje longitudinal. Según la especie constituye entre el 5 y el 60% del volumen de la madera.	Número por mm ² .	Menor de 5 poros. De 5 a 20 poros. De 21 a 40 poros. De 41 a 100 poros. Mayor de 100 poros.	Muy pocos. Pocos. Moderadamente numeroso. Numerosos. Muy numerosos.
	Diámetro tangencial.	Menor de 50 micras. De 50 a 100 micras. De 101 a 150 micras. De 151 a 200 micras. Mayor de 200 micras.	Muy pequeño. Pequeño. Mediano. Grande. Muy grande.
	Longitud.	Menor de 300 micras. De 351 a 800 micras. Mayor de 800 micras.	Corto. Mediano. Largo.
PARÉNQUIMA AXIAL Células de color claro con contenido protoplasmático. Sirve para almacenar y distribuir sustancias al xilema.	Cantidad de filamentos.	2 hileras filamentosas. 3 a 4 hileras filamentosas. 5 a 8 hileras filamentosas. Mayor de 8 hileras.	Delgada. Moderadamente delgada. Ancha. Muy ancha.
RADIOS Paquetes de células que almacenan y distribuyen sustancias en dirección transversal - radial. Constituye entre el 6 y el 50% del volumen.	Número / mm lineal (corte transversal)	Menor de 4 radios. De 4 a 12 radios. Mayor de 12 radios.	Poco numerosos. Moderadamente numeroso. Muy numerosos.
	Altura del radio (corte radial).	Menor de 1 mm. Mayor de 1 mm.	Bajo o corto. Alto o grande.
	Ancho del radio (corte tangencial).	Exclusivamente uniseriados De 1 a 3 series. De 4 a 10 series. Mayor de 10 series.	Muy delgado. Delgado. Grueso. Muy grueso.
FIBRAS Células alargadas que se orientan según el eje axial o se inclinan alternadamente a izquierda o derecha conformando el grano. Constituyen entre el 20 y el 70% del volumen.	Espesor de paredes.	Ocupa 1/3 del volumen. Ocupa 2/3 del volumen. Ocupa todo el volumen.	Delgada. Mediana. Gruesa.
	Longitud.	Menor de 900 micras. De 900 a 1600 micras Mayor de 1600 micras.	Corta. Mediana. Larga.

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

PROPIEDADES FÍSICAS: Son importantes debido a que inciden directamente en el proceso de aserrío y secado de la madera, siendo estos los “procesos llave” antes de definir cualquier línea de producción. A partir de los resultados de ambos procesos se derivan las maderas para las diferentes líneas. Es por eso que se le otorga a las propiedades físicas una alta importancia para efectos de la trabajabilidad:

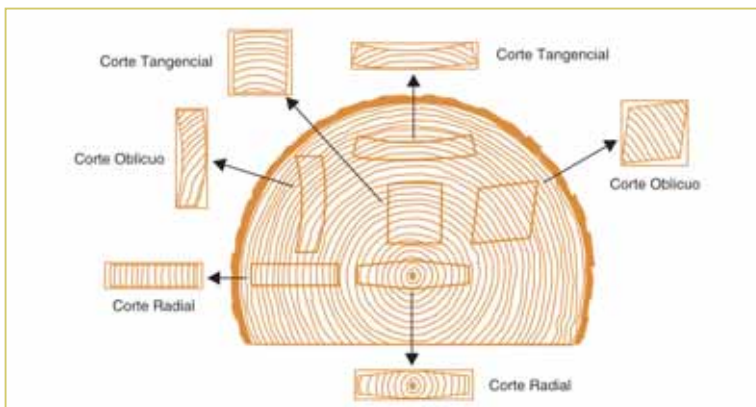
- **Densidad básica:** Es la relación entre la masa de la madera seca al 12% de humedad y su volumen en estado verde, se expresa en gr/cm³ (Norma NTP 251.011:2004). La densidad básica es utilizada para la clasificación de las maderas según su peso. Densidad básica = Peso al 12% C.H. / Vol. verde.
- **Consideraciones:**
 - Existe una relación directa de la densidad con las propiedades mecánicas (a mayor densidad mayor resistencia). Las maderas de densidades altas, presentan generalmente células con cavidades estrechas y paredes celulares gruesas. Lo contrario se presenta para las maderas livianas, en donde lo general es la presencia de muchos espacios porosos o vacíos.
 - Las maderas livianas presentan buenas características acústicas y aislantes debido a la cantidad de espacios porosos (llenos de aire).
 - Por lo general las maderas densas son más durables que las maderas livianas. Generalmente las maderas densas son difíciles para ser trabajadas, secadas y para su inmunizado.
 - En el comercio internacional se utiliza el dato de densidad al 12% de contenido de humedad.

• **Criterios cuantitativos de las propiedades físicas**

PROPIEDAD FÍSICA	RANGO	CALIFICACIÓN	GRADO
DENSIDAD BÁSICA Relación del peso de la madera al 12% de contenido de humedad y su volumen verde. Clasifica la madera según su peso.	Menor de 0,30 g/cm ³ . De 0,31 a 0,40 g/cm ³ . De 0,41 a 0,60 g/cm ³ . De 0,61 a 0,75 g/cm ³ . Mayor de 0,75 g/cm ³ .	Muy baja (MB). Baja (B). Media (M). Alta (A). Muy alta (MA).	I II III IV V
CONTRACCIÓN T/R (%) Clasifica la estabilidad de la madera ante los cambios dimensionales por la pérdida del agua higroscópica o decremento del contenido de humedad.	Menor de 1,50%. De 1,51 a 2,50%. De 2,51 a 3,00%. Mayor de 3,00%.	Muy estable (ME). Estable (E). Inestable (I). Muy inestable (MI).	I II III IV
CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA (%) Clasifica los cambios dimensionales tanto en sentido radial, tangencial y longitudinal, debido al cambio del contenido de humedad debajo del punto de saturación de las fibras.	Menor de 7%. De 7,1 a 10%. De 10,1 a 13%. De 13,1 a 15%. Mayor de 15%.	Muy baja (MB). Baja (B). Media (M). Alta (A). Muy alta (MA).	I II III IV V

- **Contracción y expansión de la madera:** Son los cambios dimensionales ya sea en sentido radial, tangencial y longitudinal, como consecuencia del cambio de su contenido de humedad por debajo del punto de saturación de las fibras.

La causa es la salida o el ingreso del agua higroscópica de la pared celular; el agua libre no tiene influencia. Toda madera que se seca se contrae, ocasionando una disminución en sus dimensiones, lo cual trae consigo tensiones que causan grietas y torceduras. El término “trabajo de la madera: contracción o hinchazón” se expresa generalmente como un porcentaje (%) de las dimensiones en estado verde. (Norma NTP 251.012:2004).

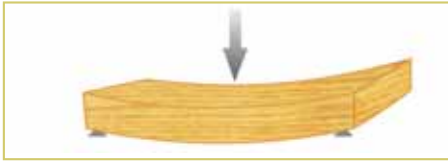


Influencia de la curva de los anillos de crecimiento en los cambios dimensionales o deformaciones en los cortes tangencial, radial y oblicuo, durante el secado de la madera.

La contracción en la dirección tangencial es 1,5 a 2,5 veces más importante que dentro la dirección radial. La retracción axial (longitudinal) es aproximadamente 50 veces menor que la retracción tangencial.

- **Contracción volumétrica:** Variación de la dimensión de una pieza de madera en volumen entre el estado verde y el estado anhidro, debido a las contracciones radiales, tangenciales y longitudinales. Dichas contracciones están referidas a las dimensiones en estado verde. Expresada en porcentaje (%).
- **Contracción tangencial:** Variación de la dimensión de una pieza de madera, en el sentido perpendicular a los radios de la madera, entre el estado verde y el estado anhidro. Referida a dimensiones en estado verde. Expresada en porcentaje (%).
- **Contracción radial:** Variación de la dimensión de una pieza de madera en el sentido de sus radios, del estado verde y al estado anhidro o seco. Se refiere a las dimensiones en estado verde. Expresada en porcentaje (%).
- **Relación T/R:** Es la relación de la contracción tangencial entre la contracción radial, sufridas por la pérdida del agua higroscópica, por lo que las fibras se contraen, es decir se reducen las dimensiones de la madera. Es un índice de la estabilidad de la madera. Cuando la relación T/R se acerca a 1 la madera es más estable y tiene buen comportamiento al secado.
Relación T/R = Contracción tangencial/Contracción radial.

PROPIEDADES MECÁNICAS: Se refieren a la resistencia que ofrece la madera a los diferentes esfuerzos a que es sometida cuando está en uso. Los valores promedios de resistencia se expresan en kilos por centímetro cuadrado, corresponden a un contenido del 12% de humedad. Se usan para calcular los valores de diseño estructural de elementos sometidos a carga en el mueble. Los datos incluidos en las fichas son los siguientes:



- **Resistencia a la flexión:** Capacidad de la madera para resistir cargas de deflexión o doblado, cuando se aplican en dirección perpendicular a las fibras (vigas, entrepaños, pasos de escalera, etc.). La **elasticidad** es la propiedad de un material para retornar a su forma original después de haber sido deformado por una fuerza, dentro de la zona elástica. (Norma ITINTEC 251.017).

- **Módulo de elasticidad en flexión (MOE):** Es la relación lineal entre un esfuerzo y la tensión producidos en el rango de elasticidad de la pieza de madera (esfuerzos sin producir deformación), como indicador de su rigidez. Este criterio permite clasificar a la madera por su resistencia a la aplicación de esfuerzos sin causar deformaciones. Al igual que en el caso anterior, los valores corresponden a pruebas al 12% de contenido de humedad, calculado para la fase elástica de flexión, el cual es expresado en kg/cm² y que caracteriza la proporción entre la carga y la deformación. A mayor MOE más rígida será una madera.
- **Módulo de ruptura en flexión (MOR):** Es el mayor esfuerzo aplicado a las fibras externas de la madera cuando la probeta de ensayo se rompe bajo la influencia de una carga. Este criterio sirve para clasificar la madera según su resistencia a esfuerzos de rotura y está expresada en kg/cm². El ensayo consiste en aplicar una carga unitaria en el centro de una pieza seca al 12% a peso constante y de 25 cm² de sección, descansando sobre dos apoyos distantes de 70 cm hasta llegar a la rotura.



- **Resistencia a la compresión:** Capacidad de la madera para resistir fuerzas externas que tienden a acortar o disminuir la longitud de la madera. Es lo opuesto al esfuerzo de tensión, por ello se dice que la madera está comprimida o en compresión. Esta resistencia se puede dar en dos direcciones:
En forma paralela a las fibras o perpendicular a ellas. (Norma ITINTEC 251.014).

- **Compresión paralela:** Indica la resistencia que soporta la madera a los esfuerzos de compresión paralela a las fibras. Se expresa en kg/cm². (NTP 251.014:2004).
- **Compresión perpendicular:** Indica la resistencia de las maderas a cargas perpendiculares a su eje, comprimiendo las pequeñas cavidades contenidas en ella. Se expresa en kg/cm². (NTP 251.016:2004).



- **Resistencia al corte paralelo:** Es la capacidad de la madera para resistir la unión de las fibras que le otorga la lignina ante los esfuerzos de cortes paralelos y opuestos, causando deslizamiento de las fibras con relación a otras. También se le llama esfuerzo de corte paralelo a las fibras. Se expresa en kg/cm². (Norma ITINTEC 251.013).








- **Dureza de lados:** Es la resistencia que presenta una madera a la penetración o indentación, así como a las abolladuras y al desgaste. Es la prueba JANKA cuyos resultados sirven para clasificar a la madera según su dureza lateral. La madera dura o densa tiene buena resistencia al desgaste, debido a esto presenta cierta dificultad para ser trabajada. Se expresa en kg/cm². (Norma ITINTEC 251.015).



- **Tenacidad:** Viene a ser la capacidad de la madera para resistir cargas repentinas (golpe o choque de impacto). Generalmente las fibras de madera de alta tenacidad, están entrecruzadas, lo cual hace que la madera sea difícil de hendir sus fibras. Se expresa en kg-m. (Norma NTP 251.018:2004).

• Criterios cuantitativos de las propiedades mecánicas

PROPIEDAD MECÁNICA	RANGO	CALIDAD	GRADO	GRÁFICOS
FLEXIÓN				
Módulo de elasticidad (MOE) Clasifica la madera por su resistencia o esfuerzo a la aplicación de una carga central sin causar deformaciones.	Menor de 100 t/cm ² . De 101 a 120 t/cm ² . De 121 a 150 t/cm ² . De 151 a 200 t/cm ² . Mayor de 200 t/cm ² .	Muy flexible. Flexible. Poco rígida. Rígida. Muy rígida.	I II III IV V	
Módulo de ruptura (MOR) Clasifica la madera según su resistencia a esfuerzos en el cual se produce la falla o rotura. Se rompe por influencia de una carga.	Menor de 300 kg/cm ² . De 300 a 500 kg/cm ² . De 501 a 800 kg/cm ² . De 801 a 1000 kg/cm ² . Mayor de 1000 kg/cm ² .	Muy baja (MB). Baja (B). Mediana (M). Alta (A). Muy alta (MA).	I II III IV V	
COMPRESIÓN				
Compresión perpendicular (ELP) Resistencia de la madera a la fuerza que actúa en dirección perpendicular a las fibras. Esfuerzo de las fibras en el límite proporcional de la madera a la fuerza que actúa en dirección perpendicular a las fibras.	Menor de 10 kg/cm ² . De 10 a 40 kg/cm ² . De 41 a 70 kg/cm ² . De 71 a 100 kg/cm ² . Mayor de 100 kg/cm ² .	Muy baja (MB). Baja (B). Mediana (M). Alta (A). Muy alta (MA).	I II III IV V	
Compresión paralela (ER) Resistencia de la madera a la fuerza que actúa en dirección paralela a las fibras. La carga que produce la falla se considera resistencia máxima a la compresión paralela al grano.	Menor de 120 kg/cm ² . De 120 a 240 kg/cm ² . De 241 a 360 kg/cm ² . De 361 a 480 kg/cm ² . Mayor de 480 kg/cm ² .	Muy baja (MB). Baja (B). Mediana (M). Alta (A). Muy alta (MA).	I II III IV V	
CIZALLAMIENTO				
Corte paralelo a las fibras. Resistencia que ofrece la madera a la acción de dos fuerzas paralelas en dirección opuesta.	Menor de 30 kg/cm ² . De 30 a 60 kg/cm ² . De 61 a 90 kg/cm ² . De 91 a 120 kg/cm ² . Mayor de 120 kg/cm ² .	Muy baja (MB). Baja (B). Mediana (M). Alta (A). Muy alta (MA).	I II III IV V	
DUREZA EN LOS LADOS				
Resistencia de un cuerpo a la penetración de otro. Se clasifican el promedio de las cargas máximas de las cuatro caras de la pieza de madera. Sirve para clasificar a la madera según su dureza lateral.	Menor de 100 kg/cm ² . De 100 a 300 kg/cm ² . De 301 a 600 kg/cm ² . De 601 a 900 kg/cm ² . Mayor de 900 kg/cm ² .	Muy baja (MB). Baja (B). Mediana (M). Alta (A). Muy alta (MA).	I II III IV V	
TENACIDAD				
Resistencia de la madera al impacto o al choque, depende de la capacidad de absorber la energía para su deformación.	Menor de 1 kg/cm ² . De 1,1 a 2 kg/cm ² . De 2,1 a 3 kg/cm ² . De 3,1 a 4 kg/cm ² . Mayor de 4 kg/cm ² .	Muy baja (MB). Baja (B). Mediana (M). Alta (A). Muy alta (MA).	I II III IV V	

DURABILIDAD NATURAL: Es la aptitud de una especie para resistir al ataque de los agentes biológicos (hongos, insectos e intemperismo) que causan alteración en su aspecto, así como en sus propiedades físicas y mecánicas. Depende de la composición química de la madera, la edad, las condiciones de crecimiento y la ubicación dentro del árbol.

- **Ataques de hongos:** Son formas inferiores de plantas que invaden la madera para vivir o alimentarse de ella. Pueden distinguirse tres grupos según la naturaleza de su desarrollo y del tipo de deterioro que ocasionan: mohos, hongos cromógenos y hongos xilófagos:

- **Mohos:** Aceptable en bajo porcentaje. Son hongos que limitan su desarrollo a la superficie de la madera. Aparecen cuando hay abundancia de humedad. No ocasionan ningún tipo de deterioro y se eliminan fácilmente limpiando la superficie húmeda de la pieza de madera. En su crecimiento dan origen a un manto algodonoso de variadas coloraciones amarillas o blancas.



Moho



Hongo cromógeno "Mancha azul"

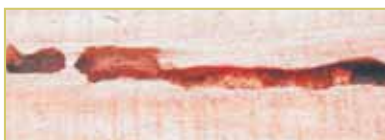


Hongo xilófago: pudrición

- **Hongos cromógenos:** Aceptable en bajo porcentaje. Producen el cambio de color de la madera o manchas, penetran en ésta ubicándose en los espacios intercelulares para alimentarse de las sustancias de reserva. Este defecto solo tiene importancia sobre las características estéticas de la madera, no afecta su resistencia. Los más comunes son los del género *Ceratocystis*, que producen la "mancha azul" y de los géneros *Diplodia*, *Lasodiplodia* y *Mintosporium* los cuales manchan de color gris las maderas amarillas y en maderas blancas se tornan de color negro.

- **Hongos xilófagos:** No se aceptan. Producen deterioro en la madera y alteran su aspecto como la "pudrición castaña" que viene a ser una consecuencia de la descomposición de la celulosa. La parte atacada se contrae formando hendiduras perpendiculares u oblicuas presentando la madera podrida un aspecto de pequeños cubos o bloques formados casi exclusivamente por lignina.

- **Ataque de insectos:** Daño que causan los insectos al alimentarse de la madera ya sea de árboles en pie, recién talados, a punto de secarse o en madera seca en servicio con 10 a 12% de humedad; donde pueden observarse galerías o perforaciones chicas o grandes (de 1 a 18 mm de diámetro), ocasionadas por insectos de la familia coleoptera de los géneros *Scolytidae*, *Cerambycidae*, *Annobiidae* y *Lyctidae*, así mismo por isópteros como las termitas del género *Kriptoterme*. Se considera plaga cuando la magnitud del daño del insecto provoca un daño económico.



Ataque de insectos cerambícidos



Ataque de insectos cerambícidos



Ataque de insectos líctidos



Ataque de insectos anóbidos



Ataque de escolítidos, perforaciones con Ambrosia



Ataque de termitas

- **Clasificación de la durabilidad natural de la madera:**

- Durable.
- Moderadamente durable.
- Poco durable.

• **Reconocimiento práctico de ataque de insectos en la madera**

Escolítidos <i>Scolytiidae</i> Coleóptera	Cerambícidos <i>Cerambycidae</i> Coleóptera	Anóbidos <i>Annobiidae</i> Coleóptera	Líctidos <i>Lyctidae</i> Coleóptera	Termitas <i>Kriptoterme</i> Isóptera
Ocasionalmente dañan árboles en pie a punto de secarse o recién talados, pero no se desarrollan en la madera seca.	Atacan árboles en pie, sanos y afectados por pudrición, árboles caídos, madera apeada.	Ocasionalmente dañan en maderas viejas y muy secas, donde prosiguen su desarrollo. Se encuentran en árboles muertos en pie.	Ocasionalmente dañan a las maderas parcialmente secas y prosiguen su daño en maderas secas. No afectan a los árboles en pie y recién talados	Atacan a los árboles, ramas, tocones y raíces muertas y a la madera seca en servicio con 10 a 12% de humedad.
Las latifoliadas frecuentemente son las más atacadas, tanto la albura como el durámen, pero las coníferas no son inmunes.	Tanto a las coníferas como latifoliadas. El daño se limita a la albura, a veces el durámen.	Atacan a la mayor parte de maderas latifoliadas y coníferas, tanto a la albura como el durámen.	Atacan a las latifoliadas, especialmente las que presentan vasos grandes. Limitado a la albura. No afectan a las coníferas	Atacan tanto a coníferas y latifoliadas, con mayor preferencia a la albura.
Los insectos adultos penetran a través de la corteza de la madera descubierta, abriendo galerías tortuosas.	Los adultos no perforan la madera, las larvas si al salir de los huecos puestos en las grietas y se alimentan del parénquima de la madera.	Las galerías son abiertas únicamente por las larvas procedentes de huevos puestos en las grietas o en juntas de los muebles y antiguas galerías de insectos.	Las larvas que salen de los huecos puestos en los vasos de la madera, abren las galerías.	La casta obrera se encarga de abrir galerías y penetran a través de grietas o aberturas naturales. Generalmente tienden a seguir la dirección de la fibra de la madera.
Las larvas no perforan la madera porque se alimentan de los hongos de Ambrosía que vegetan en las galerías internas.	Los daños no continúan en productos manufacturados, a veces atacan la base de los postes de tierra.	Presentan galerías llenas de aserrín algo granuloso y rugoso al tacto, excretas por las larvas.	Presentan galerías llenas de aserrín fino, comparable a la harina de madera.	Sus galerías son grandes e irregulares de forma circular, pequeños a medianos.
Presentan galerías sin aserrín y si lo tienen se encuentran en forma de masa.	Presentan galerías taponadas con aserrín grueso y compacto.	Las galerías y agujeros de salida nunca son ennegrecidas.	Las galerías y agujeros de salida nunca son ennegrecidas.	Los daños en madera puesta en obra como: postes, estacas, pilotes, puentes y edificios.
Las galerías y agujeros de entrada y salida, generalmente son negruzcos en las maderas secas debido a los hongos de Ambrosía ya secos.	Las galerías y agujeros jamás ennegrecidas, de forma circular 1,3 a 1,5 cm. según la especie.	Orificios circulares de 1 a 1,2 mm de diámetro en promedio.	Orificios circulares de 1,6 mm de diámetro en promedio.	Las galerías y agujeros nunca son ennegrecidas.

PRESERVACIÓN DE LA MADERA: El fin es prevenir daños causados por insectos u hongos. El uso de preservantes es importante cuando la madera está expuesta al intemperismo, en construcciones civiles y al contacto con el agua en construcciones hidráulicas.

• **Preservantes observados.** Son aquellos susceptibles a futuras prohibiciones, destacan los siguientes:

- Preservantes hidratados en base a mezclas de sales de metales pesados, tales como: Cromo-Cobre (CC), Sales Cupro-Cromo-Arseniacales (CCA) Tipo A, B, C. Cromato Ácido de Cobre (ACC), Sales Arsénico-Cobre-Amoniacales (ACA), Sales Cupro-Cromo-Bóricas (CCB), Fluoruro de Cobre (CF).
- La mayor parte de los preservantes en base a metales pesados o hidrocarburos poliaromáticos, están incluidos en las legislaciones ambientales, se trata de sustancias poco biodegradables, y su uso deja un impacto ambiental negativo, son considerados peligrosos y están bajo una "lista negra", lo que quiere decir que se busca anular el uso de estos productos.
- Preservantes en base a solventes orgánicos, compuestos orgánicos clorados, tales como: Cloro Naftaleno, Cloruro de Zinc Cromado (CZC) o compuestos órgano-metálicos, tales como: Fenol-Arseniato de Flúor Cromado.



• Opciones de uso de preservantes:

- Los objetivos de la preservación son: la protección temporal de la madera aserrada durante el proceso de almacenamiento y transporte, para prevenir el ataque biológico, y la protección permanente de la madera aserrada a ser incorporada en la fabricación de muebles.
- Las alternativas más convencionales de preservantes temporales son el bórax y el ácido bórico, los cuales son ampliamente utilizados.
- Otras opciones de compuestos menos dañinos al medio ambiente son Azaconazole, Pyrethrum y Pyretroides. Estos productos alternativos se caracterizan por ser de larga vida útil dentro de la madera, pero razonablemente biodegradables al aire, especialmente expuestos a la radiación UV.



• Calificación de la impregnabilidad de preservantes:

- Impermeables.
- Moderadamente permeables.
- Permeables.

TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE LA MADERA

Es el primer procesamiento industrial al que se somete a las trozas de madera, para el aprovechamiento óptimo, mediante máquinas y técnicas que tienden a obtener el mayor volumen de madera aserrada con la más alta calidad posible.



ASERRADO: Es la primera transformación de los troncos para obtener piezas de madera con diversas formas y dimensiones, mediante el uso de sierras de corte como: la sierra de cinta, la sierra circular o las sierras portátiles.

Para obtener piezas de ancho determinado se utiliza la sierra circular de disco o "canteadora". Para obtener piezas de largo determinado se utiliza la sierra radial o "despuntadora". El buen uso de estas máquinas permite obtener piezas de madera apropiadas para los diferentes usos industriales (cuarterones de 2", 3" y 4" de espesor).



• Consideraciones en el campo:

- El patio o centro de acopio de trozas debe estar seco. En este lugar se detecta la forma, las dimensiones y el estado sanitario de la albura y duramen de las trozas.
- Se recomienda preservarlo allí para evitar posteriores ataques biológicos, así mismo descortezarlo para evitar problemas de desafilado de las sierras durante el procesamiento.

- Algunas especies necesitan el desflamado (lavado de las trozas para disolver los contenidos celulares, facilitar el secado y reducir riesgo de grietas o rajaduras), ejemplo la *Capirona*.
- Apilar los cuartones con separadores de forma sólida y compacta, evitándose los desniveles y salientes, ubicarlos bajo techo (no expuestos a las inclemencias del clima), con las cabeceras pintadas con látex denso para evitar agrietamientos o rajaduras.



• Consideraciones en el aserradero:

- Utilizar equipos de protección (guantes, máscaras e instalación de sistemas de aspiración eficaces) al aserrar maderas que contienen sustancias químicas que pueden ser tóxicas, en diversos grados (alergia, irritación de la piel o de las mucosas o afecciones respiratorias).
- Ante el efecto de desafilado de la sierra durante el aserrado, debido a la presencia de sílice o por la dureza de la madera, se debe recurrir a herramientas especiales (herramientas de carburo de tungsteno, widia, entre otras), así como una constante supervisión.
- En el caso que la madera presente grano entrecruzado o contra hilo se presentará alguna dificultad en el procesamiento. Si el aserrado es difícil se debe recurrir a volantes de diámetro como mínimo igual a 210 centímetros que necesitan más potencia.
- Obtener tablas con cortes bien diseccionados, sean radiales o tangenciales. Evitar las piezas tensionadas y las fallas de compresión en la madera originadas por una tala deficiente o por el mal empleo de herramientas de corte.

- Para apilar las tablas de madera deben elaborarse listones separadores con maderas de especies que presenten grano recto y dimensionalmente estable, con alta resistencia mecánica, secos y libres de torceduras y rajaduras, preferiblemente de madera del duramen para garantizar una mayor resistencia al ataque de los hongos e insectos y de sección transversal uniforme en toda su longitud.
- Emparrillar las tablas sin pérdida de tiempo para su posterior proceso de secado. Los paquetes armados deberán colocarse bajo techo y alineados. Aplicar una mano de pintura en las testas a manera de codificarlas por especie y para que no se rajen los extremos.



- En el caso de un aserradero cuyo nivel de producción puede ser calificado de industrial de trabajo continuo, el aserrado se valora por una duración de vida de lámina de cuatro horas sobre una sierra a una velocidad de 25 a 30 metros por minuto.
- El aserrado se evalúa como fácil, moderado (si la madera no presenta problemas de elaboración) y difícil o muy difícil; en consideración a la abrasividad, presencia de resinas, la dureza de la madera, la presencia de contrahilo o grano entrecruzado, la madera tensionada, etc.



PROTOCOLO DE RECEPCIÓN DE LA MADERA ASERRADA: Es el conjunto de disposiciones establecidas para obtener la madera proveniente de las concesiones forestales para ser procesada.



• Consideraciones

- **Adquisición de madera**, tener en cuenta el protocolo siguiente:

- a) Que provengan especialmente de concesiones forestales o de bosques certificados de comunidades nativas.
- b) Que se garantice los diámetros mínimos de corta de árboles maduros.
- c) Que las tablas presenten los requisitos de las dimensiones requeridas.
- e) Que no presenten defectos críticos que alteren la seguridad de uso.
- f) Que tengan una guía de remisión o transporte forestal visada por el Instituto Nacional de Recursos Naturales - Inrena, en donde se comprueben:
 - Nombre del proveedor y de las especies maderables.
 - Lugar de procedencia y fecha de embarque.
 - Número de cuarterones y tablas aserradas.
 - Volumen de la carga, dimensiones de las piezas de madera y total de pies tablares o peso de la carga.

- **Identificación de las especies maderables**, en base a los caracteres de identificación (botánicos, organolépticos o anatómicos), codificar las maderas.

- **Selección y clasificación visual de las piezas de madera**, se debe considerar la durabilidad natural o estado fitosanitario de la especie y los defectos adquiridos durante la extracción, el transporte, el aserrío, reaserrío y secado de la madera.

- **Cubicación de las piezas de madera**, en base a las dimensiones de espesor, ancho y largo, utilizar una wincha de carpintero o una regla de cubicación:

- **Sistema inglés.** Para calcular el volumen se miden el ancho y espesor en pulgadas, el largo en pies tablares, tomando como base la medida o dimensión nominal, utilizando la siguiente igualdad:

$$\frac{\text{Espesor (pulg.)} \times \text{Ancho (pulg.)} \times \text{Largo (pies)}}{12} = \text{Volumen (pies tablares)}$$

- **Sistema métrico.** Para calcular el volumen se miden el ancho en centímetros, espesor en milímetros y el largo en metros, tomando como base la medida o dimensión nominal, utilizando la siguiente igualdad:

$$\frac{\text{Espesor (mm)} \times \text{Ancho (cm)} \times \text{Largo (m)}}{100,000} = \text{Volumen (m}^3\text{)}$$

- **Tolerancias por defectos de aserrío**, para dimensionar las piezas se consideran dos tipos de dimensiones:

- **Dimensión nominal:** Aquella dimensión de espesor, ancho y largo que las piezas de madera deben tener antes de ser cepilladas y labradas, a un contenido de humedad de 20%. Sinónimo de dimensión bruta.
- **Dimensión real:** Es aquella dimensión de espesor, ancho y largo que tiene la pieza de madera luego de ser cepillada y labrada a un contenido de humedad especificado. Se denomina también dimensión final o neta.
- **Tolerancia del espesor**, se mide el espesor en el punto más estrecho de la tabla, pero no a menos de 6" de los extremos. El espesor nominal puede ser: $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{2}$ ", 2, 2 $\frac{1}{2}$ ", 3", 3 $\frac{1}{2}$ ", 4".

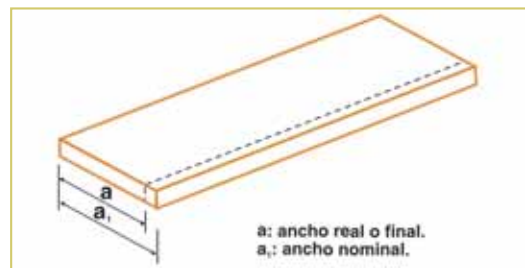
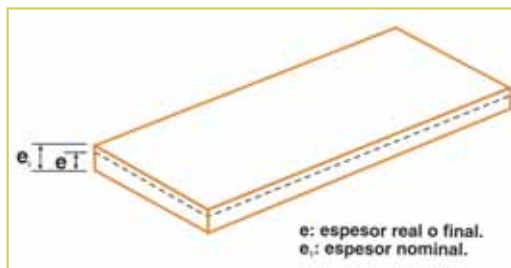
Las tolerancias del espesor nominal son:

De $\frac{1}{2}$ " hasta 1" (12,5 mm hasta 25 mm) se tolera una sobremedida de $\frac{1}{8}$ " (3 mm).

De 1 $\frac{1}{2}$ " hasta 2 $\frac{1}{4}$ " (32 mm hasta 57 mm) se tolera una sobremedida de $\frac{3}{16}$ " (4 mm).

De 2 $\frac{1}{2}$ " hasta 4" (63 mm hasta 100 mm) se tolera una sobremedida de $\frac{1}{4}$ " (6 mm).

- **Tolerancia del ancho**, se mide el ancho en el punto más estrecho de la tabla, pero no a menos de 6" de los extremos. El ancho nominal puede ser: 2", 3", 4", 5", 6", 7", 8", 9", 10", 11", 12", 13", 14", 15", 16". La tolerancia máxima del ancho nominal será hasta de $\frac{1}{4}$ " (6 mm).
- **Tolerancia del largo**, se mide el largo en la menor distancia entre los dos extremos o cabezas de la tabla. El largo nominal puede ser múltiplo de un pie (1') y medirse a partir de 6' a más pies. La tolerancia máxima del largo nominal será hasta de 6" (15 cm).



- **Manipulación y almacenaje:** La madera a través de todo el proceso (desde el aserrío hasta el acabado) experimenta una serie de manipuleos y traslados que si son mal llevados traerán como resultado un deterioro en la calidad del producto final.

- Trasladar las tablas al depósito bajo techo y apilar los lotes de madera con separadores (1" x 1,5" x 3'), con el fin de evitar los alabeos y los ataques de hongos o mohos.
- Apilar paquetes de madera de iguales dimensiones, para evitar el aumento de tensiones en la madera y efectos de alabeos como las torceduras.
- Para evitar las rajaduras y facilitar su manipuleo durante el procesamiento, pintar las cabezas o los extremos y/o enzuncharlas.



REASERRADO – TABLEADO: Es habilitar la madera en función a las dimensiones reales o finales de las piezas (espesores menores de 1" y 2") para un uso industrial predeterminado.



• Consideraciones:

- Personal calificado para clasificar visualmente los volúmenes aserrados en la sierra de cinta.
- Controlar los rendimientos y mermas, optimizar el rease-rro con poco desperdicio. Ejemplo: En una pieza de 4" tablear 4 piezas de ¾" y una de 1".
- Determinar el tipo de afilado adecuado.
- Grado de dificultad de la madera, frente al uso de las máquinas. Al reaserrar una pieza grande el corte será más despacio y para una pieza menos ancha el corte será más rápido.
- Para reducir tensiones y obtener rendimientos cuantitativos y cualitativos satisfactorios, las partes externas con tensiones deben ser removidas aserrando en piezas más delgadas. Se soluciona uniendo piezas o "pegas".
- Mientras más gruesas y más largas sean las piezas aserradas en zonas con tensiones, mayores serán sus flechas o deflexiones.
- Se recomienda obtener tablas de 7 a 14 pulgadas de ancho y de 10 y 12 pies de largo, considerando bandas de cama de 1,90 metros para el Perú y 2,18 metros para exportación.

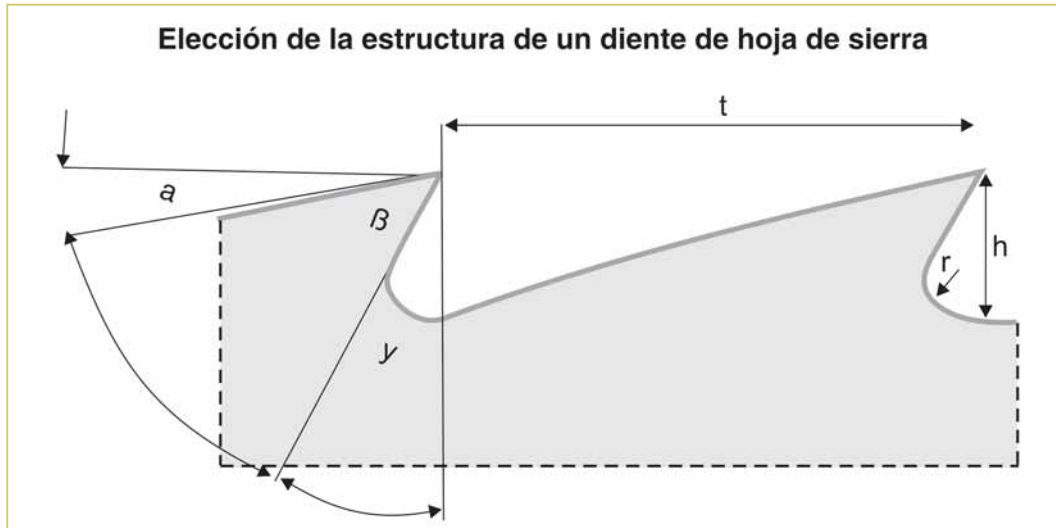
• Factores relativos a la madera

- Las características anatómicas de la especie como el grano, parénquima radial y tangencial, abrasividad dada por contenidos silicosos y otros minerales. Solución: Procesamiento en estado verde, uso de herramientas con filos reforzados con aceros rápidos, widia, stellite y otros, reducir el número de pasadas de los filos.
- Su anisotropía (los planos de corte radial y tangencial tienen influencia en la calidad y eficiencia, debido a la orientación de los elementos anatómicos).
- Propiedades físicas (densidad y contenido de humedad).
- Contenido de humedad (reduce resistencias mecánicas determinantes, absorbe el calor generado por el corte, actúa como lubricante de los filos). En algunos aserraderos se utiliza kerosene como lubricante.
- Propiedades mecánicas (dureza, resistencia a la flexión, al cizallamiento longitudinal, tenacidad).
- Sobre las dimensiones de un lote se debe considerar:
 - Espesores de ½" un 10% (puertas laminadas).
 - Espesores de ¾" un 15% (cajonería).
 - Espesores de 1" un 10% (secciones estructurales).
 - Espesores de 1¼" un 35% (estructuras, cubiertas o tableros superiores).
 - Espesores de 1 ½" un 30% (estructuras).
 - Según diseño, considerar para montantes de sillas espesores de 2".

• Factores relativos a la hoja de sierra

- Para lograr un trabajo eficiente en el aserrío, es importante medir la estructura de los dientes de las hojas de sierra, según la madera a aserrar. Por ejemplo: Considerar una tableadora con una velocidad de corte de 40 m/seg que dispone de hojas triscadas de 4", 5" y 6" de ancho y el espesor es de 2,5 mm.

Elección de la estructura de un diente de hoja de sierra



Donde:

a = ángulo de incidencia.

β = ángulo de la punta del diente.

γ = ángulo de salida de la viruta.

h = altura del diente.

t = paso o distancia entre las puntas.

r = radio de la garganta del diente.

- **Importancia del ángulo de incidencia (a):** Deberá tener la amplitud necesaria a fin de disminuir el roce que se produce entre el dorso del diente y la madera. Un mínimo de fricción significa, por añadidura, un menor recalentamiento.
- **Importancia del ángulo de la punta de los dientes (β):** No debe ser menor a 45° , para evitar la vibración de los dientes y permitir que actúen firmemente sobre el avance de la madera. Cuando se trabaja con especies duras es conveniente que el ángulo sea ligeramente mayor que cuando se trabaja con maderas blandas.
- **Importancia de la altura del diente (h):** La teoría dice que la altura del diente deberá medir un tercio de la distancia entre las puntas. Sin embargo, para efectos prácticos, la altura puede tener el equivalente a 10 veces el espesor de la hoja.
- **Importancia del ángulo de salida de la viruta (γ):** Para determinar el diseño más apropiado de los dientes de las hojas de sierra. Al aumentar el ángulo, la sierra corta con mayor facilidad, atrae la madera hacia ella y requiere menos fuerza. A mayor densidad, menor deberá ser el ángulo de salida de la viruta:

Tipo de madera	Ángulo de salida de la viruta
Madera dura	15 - 20°
Madera semidura	20 - 25°
Madera blanda	25 - 30°

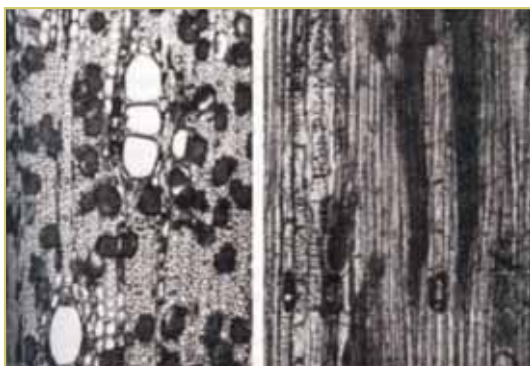
- **Importancia del paso o distancia entre las puntas (t):** Al trabajar una madera blanda se requiere mayor espacio entre las puntas para alojar el aserrín. Debe armonizar con el ancho, el espesor de la hoja y la densidad de la madera:

Ancho de la hoja (mm.)	Distancia entre las puntas (mm.)	
	Madera blanda	Madera dura
Aprox. 100	35	25
Aprox. 150	40	30
Aprox. 200	45	35

- **Importancia del radio de la garganta del diente (r):** El radio no debe ser muy pequeño [un décimo de la distancia entre las puntas (t)] y deberá conservarse siempre de la misma forma: liso.

- **Defectos originados durante el procesamiento industrial de la madera:** Dada la variedad de las características de la madera y a las propiedades físicas como la merma producida durante el secado en la madera aserrada, considerar la dimensión nominal que presenta unos milímetros por encima de la dimensión real o dimensión final solicitada.
- **Defectos de espesor y ancho:** Referidos a la falta de planitud o falta de paralelismo entre las caras y los cantos de la madera, como consecuencia del pandeo de la cinta de la sierra durante el aserrado causado por:
 - Defecto de tensión de la cinta.
 - Mala disposición de las guías.
 - Defecto de afilado de las sierras.
 - La velocidad inadecuada del carro o dispositivo de empuje.
 - Movimiento de la troza durante el corte.

VAPORIZADO DE LA MADERA: Es una operación industrial que tiene el objeto de fluidificar y eliminar las gomas contenidas en la madera, bajar su tensión, uniformizar el tono de color y su contenido de humedad y para evitar problemas en el secado que afectan la calidad del producto maderable final.



• **Consideraciones:**

- Este proceso se deberá realizar en una cámara de vaporizado. No todas las especies requieren una previa vaporización antes de secarla.
- Preparar paquetes de tablas enzunchadas con dimensiones similares.
- Colocarlas en la cámara de vaporización, en forma ordenada un lote sobre otro con separadores (2" x 3" x 3') entre paquetes, con una distancia de 40 centímetros entre separadores.
- El tiempo de vaporizado varía de acuerdo a la especie y el espesor según el programa.
- La cámara deberá saturarse completamente de vapor por espacio de 50 horas aproximado, a una temperatura de 95° centígrados, donde la madera adquiere "durabilidad por procesamiento" al reducir sustancias apetecibles a insectos y hongos.
- La madera, luego del proceso de vaporizado, deberá ser emparrillada y secada en el más corto tiempo para que no pierda las virtudes que ganó en el vaporizado.

SECADO DE LA MADERA: Es la operación industrial que tiene por objeto eliminar el exceso de agua de la madera o disminuir el contenido de humedad de la "madera húmeda o verde", en condiciones rápidas, económicas y sin ocasionar defectos que no alteren sus propiedades mecánicas (Norma NTP 251.130:2004, terminología y definiciones).



• **Consideraciones**

- Para el secado artificial de maderas tropicales es temerario proporcionar fórmulas o recetas. Lo importante es que cada operador construya o elabore su propio programa de secado en función a su experiencia y al tipo de horno, teniendo como base los programas de secado fuerte, moderado y suave.
- Tener en cuenta las fases del secado: Elevación de temperatura, recalentamiento, secado, equilibrio y enfriado.
- Antes de secar, es conveniente sellar con pintura látex o parafina las testas (extremos) de la madera para evitar los agrietamientos o rajaduras. De igual manera para favorecer el proceso de producción se debe pintar las testas o cabeceras de las tablas con diferentes colores para diferenciarlas por especies o característica de tratamiento.
- Los listones separadores deben tener una sección mínima de 1,5 x 1,5 centímetros y pueden ser también de 2,0 x 3,0 centímetros, de modo que se pueda utilizar, dependiendo del espesor de la madera a secar, como peralte la de menor o de mayor espesor, el cual debe ser uniforme a lo largo de todo el listón.
- Asimismo, el distanciamiento máximo horizontal entre separadores en un mismo nivel debe ser de 60 centímetros. El espaciamiento entre separadores para tablas delgadas tiene generalmente las siguientes distancias: 40 centímetros para tablas delgadas, 60 centímetros para tablas entre 20 y 30 milímetros y de 80 a 100 centímetros para maderas más gruesas.
- El número y posición de los separadores tienen influencia decisiva en el desarrollo de defectos en el secado. El número de separadores varía según las especies, el grueso, el tipo y la clasificación de la madera aserrada.
- Las tablas en corte radial deberán mantenerse identificadas y separadas hasta después del secado. Estas piezas son las más estables y deberán utilizarse en las partes más sensibles de los muebles a fabricar.
- Con un adecuado manejo de las condiciones del secado es posible efectuar ajustes de las variables para disminuir el tiempo efectivo de secado, logrando que la madera alcance el contenido de humedad deseado, sin que se presente ningún tipo de defectos, en el menor tiempo posible.
- Si bien es posible encontrar un tiempo óptimo teórico de secado, la mejor forma de encontrar la combinación adecuada de variables en el tiempo es mediante pruebas constantes, elevando la temperatura e incrementando en la segunda fase la vaporización.
- Se puede conocer los resultados del secado cuando se trabaja con tiempos, temperaturas y humedades superiores o inferiores a las del programa “óptimo”. Por otra parte, esta práctica otorga un nivel elevado de especialización a los operarios de los secaderos artificiales.
- Necesariamente se deben realizar tablas o diagramas para visualizar el avance del secado.
- El Perú presenta una variedad de climas y estaciones, que van desde los húmedos tropicales (Selva), a los secos temperados (Sierra), a los secos húmedos (Costa).



Estación	SELVA			SIERRA			COSTA		
	Temp. °C	HR %	HE%	Temp. °C	HR %	HE%	Temp. °C	HR %	HE%
Seca	30	75	14	20	60	10.3	25	70	12
Lluviosa	25	80	16	18	70	13	18	80	16

Temp.: Temperatura del ambiente de estacionamiento de la madera. Referida a medida del nivel de calor contenida en el aire.
 HR.: Humedad relativa del ambiente de estacionamiento de la madera. Referida a la cantidad de vapor de agua contenida en el aire.
 HE.: Humedad de equilibrio de la madera.

- **Ventajas del secado de la madera:**

- Permite estabilizar la forma y las dimensiones de la madera en uso, minimizando los cambios que pueda sufrir en su contenido de humedad.
- Optimiza la resistencia mecánica y mejora sus propiedades como aislante térmico, acústico y eléctrico.
- Reduce su peso, favoreciendo su transporte, disminuyendo el costo de fletes y su manipulación.
- Aumenta la resistencia biológica, especialmente contra la pudrición y manchas de hongos xilófagos, cromógenos o mohos.
- Permite un buen lijado.
- Los acabados resultan de mejor durabilidad y calidad.
- Responde a la condición para la exportación de productos elaborados.



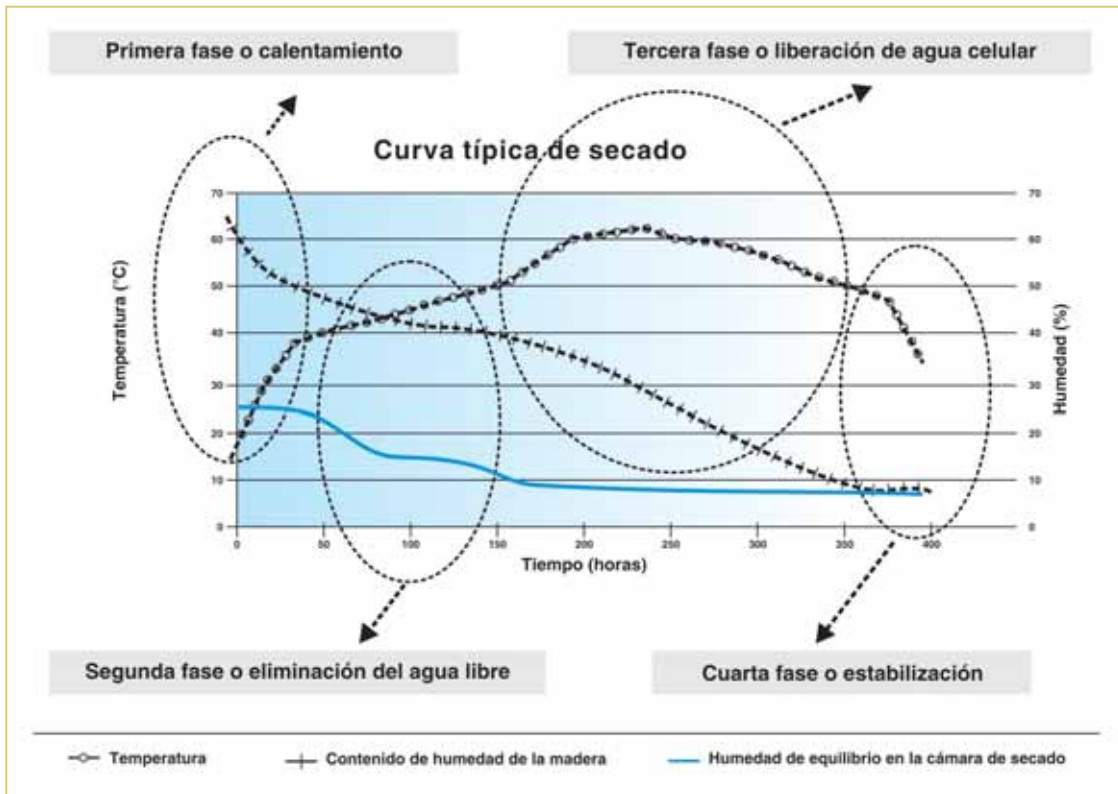
- **Fases de la eliminación del agua en la madera:**

Se realiza según la especie. El árbol en pie contiene agua y sustancias líquidas hasta en un 80% CH°, cuando se tala el árbol, inicialmente la troza pierde las sustancias líquidas especialmente por la zona de albura y va eliminando el agua en las siguientes fases:

- **El agua libre** de las cavidades celulares de la madera (poros/vasos y lumen de las fibras) se pierde fácilmente hasta por encima del punto de saturación de las fibras, referido al contenido de humedad que posee la madera cuando ha perdido toda el agua libre, llegando de 21 a 30% de CH°, sin producir cambios volumétricos durante el proceso de secado porque no está ligado a la materia leñosa por enlaces químicos.
- **El agua fija o de inhibición** se encuentra dentro de las paredes celulares, cuya eliminación produce el fenómeno de contracción al llegar a la humedad de equilibrio higroscópico de 10 a 18% de CH°, se elimina con el secado artificial en hornos, sin riesgos de defectos (+ ó - una semana). El secado al aire libre de la madera tableada es lento (+ ó - un mes), con riesgo a defectos y ataques.

Contrariamente al agua libre, el agua fija determina la variación geométrica de la estructura íntima de la madera y por consiguiente una retracción o hinchamiento de su masa volumétrica.

- **El agua de constitución** está íntimamente ligada al nudo celulósico de la madera por absorción química o molecular y que no se puede eliminar por los procesos de secado. Alcanza entre el 6 y 7% del peso seco. Solo la carbonización o la combustión permite la liberación del agua de constitución.



• **Pautas del secado:** Referidas al secado de maderas de densidades medias de 1" de espesor. Las fases son las siguientes:

- **Calentamiento:** Deberá llevarse a cabo empezando con una temperatura de 30° centígrados por espacio de 12 horas y luego 24 horas con 35° centígrados, según la especie. Finalizadas las 36 horas se deberá subir la temperatura a 40° centígrados. En toda esta parte del proceso la humedad relativa de la cámara deberá ser alta. Si el secado es automático se tendrán que manejar los controles manualmente para aplicar humidificaciones de modo que se garantice humedades relativas altas dentro de la cámara.
- **Eliminación de agua libre:** En esta fase se deberá incrementar la temperatura hasta un máximo de 45° centígrados. Esta condición deberá mantenerse hasta que los testigos arrojen una humedad menor o igual a 26%. En este punto la gradiente deberá estar entre 2,5 y 3,0. Antes de pasar a la siguiente fase es importante que la mayor cantidad posible de testigos estén en el nivel de 26% de humedad. Si no ocurriera se deberá subir ligeramente la temperatura o bajar la humedad de la cámara para forzar a los testigos altos a soltar su humedad.
- **Eliminación de agua celular:** Para empezar esta fase se deberá subir la temperatura hasta 50° centígrados. La gradiente de secado deberá descender. Si no ocurriera el descenso, se tendrá que disminuir la humedad de la cámara inyectando aire seco, ávido de humedad y eliminando aire saturado. De este punto para adelante el manejo de temperatura y humedad va a depender de cuál va a ser la humedad final de la madera. Así, si se quiere llegar a un 10% de humedad la temperatura no deberá sobrepasar los 55° centígrados.
- **El ciclo de secado:** Existen programas de secado para maderas comerciales en climas templados y tropicales como el "British Timber Drying Manual" y el "Manual del Grupo Andino para el secado de maderas" de la Junta del Acuerdo de Cartagena, donde se consideran como base los siguientes programas:
 - Programa de secado suave.
 - Programa de secado moderado.
 - Programa de secado fuerte.

• Programa de secado suave

- Requiere temperaturas bajas, humedad relativa (HR) alta y mayores tiempos en cada paso del programa. Se utilizan para maderas latifoliadas, duras y difíciles de secar.
- Son recomendados para maderas de construcción muy propensas al agrietamiento.
- En el cuadro siguiente se presenta el programa básico tradicional de secado suave, recomendado para especies de mayor densidad básica, maderas que secan bien con una temperatura inicial de 40° centígrados y final de 55° centígrados, llegando a 15 + - 2% de humedad.

Contenido de humedad de la madera - %	Temperatura Bulbo seco - ° C	Temperatura Bulbo húmedo - ° C	Humedad Relativa - %
Verde	40	37	80
40	40	35	70
30	45	37	60
25	50	40	50
20	55	42	40
15	55	37	30

Igualar o acondicionar según la necesidad.

• Programa de secado moderado

- Es un programa intermedio para maderas latifoliadas de secado lento y/o propensas a sufrir ciertas deformaciones o agrietamientos con una relación T/R entre 1,50 a 2,50.
- En el cuadro siguiente se presenta el programa básico tradicional moderado de secado artificial, recomendado para especies de densidad básica media, maderas que secan bien con una temperatura inicial de 50° centígrados y final de 70° centígrados, llegando a 15 + - 2% de humedad.

Contenido de humedad de la madera - %	Temperatura Bulbo seco - ° C	Temperatura Bulbo húmedo - ° C	Humedad Relativa - %
Verde	50	47	80
60	55	49	70
40	60	51	60
30	65	52	50
25	70	54	40
20	70	50	35

Igualar o acondicionar según la necesidad.

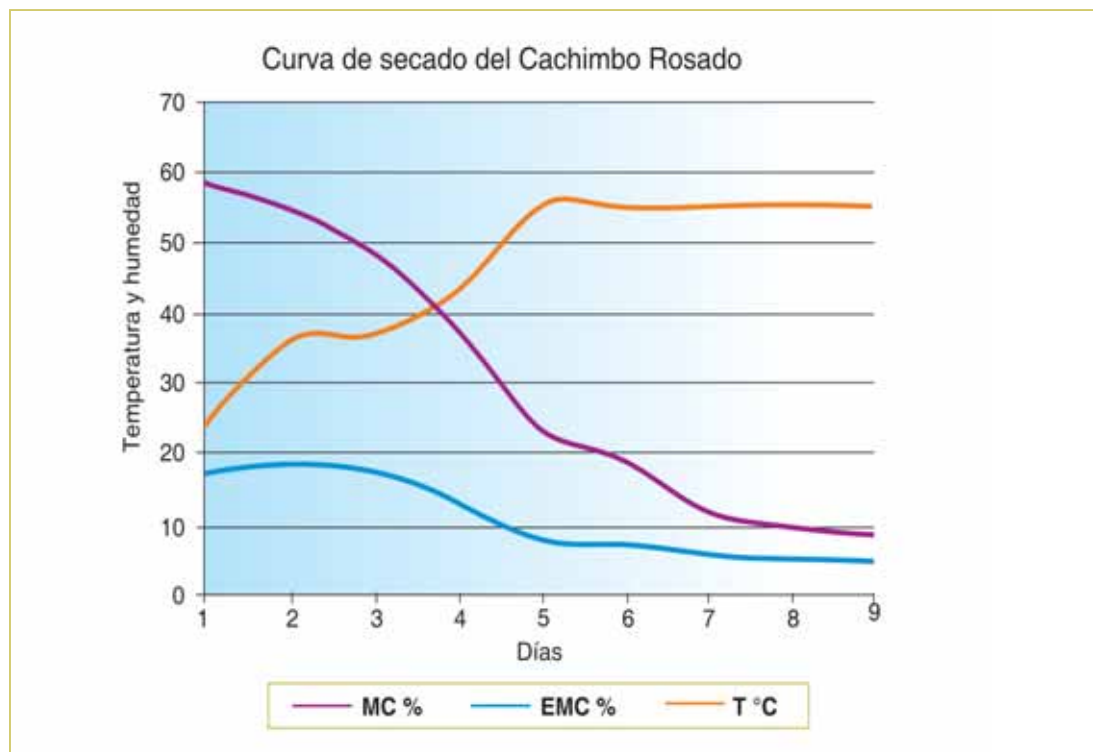
• Programa de secado severo o fuerte

- Permite temperaturas elevadas y HR baja, con cambios fuertes y frecuentes.
- Se utiliza para maderas latifoliadas de secado fácil con un comportamiento estable y una relación T/R menor a 1,50.
- En el cuadro siguiente se presenta el programa básico tradicional severo o fuerte recomendado para especies de menor densidad básica, maderas que secan bien con una temperatura inicial de 60° centígrados y final de 80° centígrados, llegando a 15 + - 2% de humedad.

Contenido de humedad de la madera - %	Temperatura Bulbo seco - ° C	Temperatura Bulbo húmedo - ° C	Humedad Relativa - %
Verde	60	56	80
60	65	58	70
50	70	60	60
40	75	61	50
30	80	62	40
20	80	60	35

Igualar o acondicionar según la necesidad.

- **Secado sin vaporizado:** Para suplir la falta de un vaporizado previo se deberá hacer lo siguiente:
 - **Calentamiento:** Cuando la temperatura de la cámara marca 40° centígrados se le deberá humidificar con intermitencias de una hora durante 12 horas, cuidando que no descienda la temperatura. Igual procedimiento deberá efectuarse cuando se llega a temperaturas de 45° centígrados y 50° centígrados. El proceso total de calentamiento (incluyendo humidificaciones) tomará un tiempo aproximado de 72 horas.
 - **Eliminación de agua libre:** En esta parte del proceso la cámara deberá estar con 50° centígrados de temperatura y la humedad de la cámara deberá descender lentamente hasta que los testigos lleguen a un nivel de 26% de humedad.
 - **Eliminación del agua celular:** Empezando la fase se deberá subir la temperatura a 55° centígrados luego de esto se tendrá que humidificar la cámara por espacio de seis horas con intervalos de una hora.



Tiempo o ciclo de secado: 14 días + 22 horas de acondicionamiento y enfriamiento.
Siendo:

- MC % = Humedad promedio de los testigos.
- EMC % = Humedad de equilibrio dentro de la cámara de secado.
- T (°C) = Temperatura

- **Análisis y calificación de defectos originados en el secado de la madera:**

La extracción de agua de la madera inevitablemente trae consigo la aparición de algunos defectos. Un buen programa de secado busca precisamente la máxima disminución de tales defectos en las piezas de madera, las mismas que después del secado se clasifican de este modo:

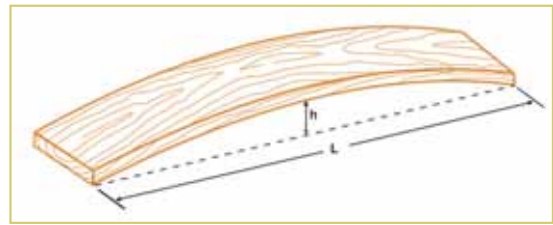
- Maderas del "Grupo A" sin defectos,** se clasifica así a las maderas de secado óptimo que en el proceso de presecado o el programa adecuado de secado artificial no presentan más variaciones que la reducción de sus dimensiones. Esta contracción se considera normal cuando se produce debido a la extracción del agua de saturación de las fibras de la madera. Puede admitirse pequeñas grietas en los extremos, siempre que no sobrepasen en longitud el 1% del largo total de la tabla.

b) **Maderas del "Grupo B" con defectos leves o moderados**, son aquellas de secado aceptable cuyas deformaciones inciden en las propiedades y las dimensiones de las maderas. Las piezas son recuperables puesto que el defecto normalmente desaparece mediante el recorte o cepillado, utilizándose las como piezas cortas. Estos defectos se toleran en las siguientes dimensiones:

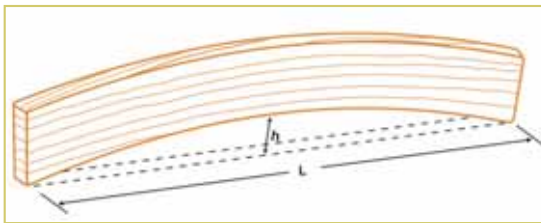
- Torceduras no muy pronunciadas que no excedan el 1% de desviación o un centímetro de flecha máxima a lo largo de la arista mayor.
- Arqueaduras no muy pronunciadas que no excedan el 1% de desviación o no más de un centímetro de flecha máxima entre la cara y la superficie plana de apoyo.
- Rajaduras de menos del 5% del largo de la pieza, ubicadas en los extremos.
- Agrietamientos máximos de dos milímetros de profundidad y esporádicos.



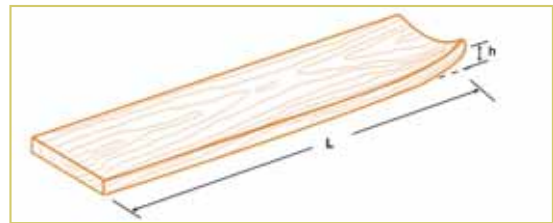
ABARQUILLADO



ARQUEADURA



ENCORVADURA



TORCEDURA

c) **Maderas del "Grupo C" con defectos severos o graves**, son aquellas no aceptables porque modifican en gran medida las propiedades y las dimensiones de las tablas, ocasionando que en algunos casos las piezas queden inservibles. Es de esperar que estén por debajo del 5% del lote de madera seca, cifra perfectamente manejable. Se toleran en las siguientes dimensiones:

- Torceduras de más de un milímetro de longitud respecto a la dimensión mayor.
- Rajaduras en los extremos de más de 10% del largo de la pieza.
- Abarquillado no más de un milímetro de flecha máxima entre la arista cóncava y el plano transversal.
- Colapsos que son disminuciones bruscas e irregulares del espesor de algunas fibras.
- Acebolladura o formación de una escama o costra en la superficie.



ACEBOLLADURA



RAJADURA



GRIETA SUPERFICIAL



GRIETA INTERNA



FALLA DE COMPRESIÓN

• Deformaciones más frecuentes en el estibado y secado de la madera

DEFECTO	CAUSA	SOLUCIONES
<p>Relativo al apilado de piezas de madera Deformaciones: Alabeos o desviaciones volumétricas de la madera que tiene tendencia a ceder y a romperse, comúnmente denominado pandeo como: abarquillado (cupping), arqueado (bow), encorvado (spring) y torcedura (twist).</p>	<p>Desviación de alguna de las superficies por mala ubicación de tablas. Disposición incorrecta de separadores. Apilado con tablas de espesores desiguales. Tabla de corte tangencial cercano a la médula cuyo ancho es grande. Aire muy seco y equilibrio higroscópico de la madera muy reducida.</p>	<p>Apilado correcto con distribución uniforme de separadores a partir de los extremos de la pila. Espesores uniformes de las tablas con respectivos separadores. Unificar las longitudes. Recorte del ancho de la pieza de madera. Aumentar la humedad relativa del aire. Aumentar el equilibrio higroscópico de la madera.</p>
<p>Instalación en el secado Defectos de estructura: Agrietamiento interno y externo (crevice), rajadura (split) y acebolladura (scale).</p>	<p>Especies con radios leñosos muy anchos y grandes. Ventilación insuficiente. Circulación escasa de aire con irregularidades o turbulencias. Falta de cerrado completo del horno. Aire muy seco y equilibrio higroscópico de la madera muy reducida.</p>	<p>Los separadores deben guardar relación con el espesor de las tablas a secar. Evitar embolsamientos de aire caliente. Apilado uniforme dentro del horno. Aumentar la humedad relativa del aire. Aumentar el equilibrio higroscópico de la madera.</p>
<p>Contracción desigual de la madera en el secado Colapso o merma por contracción volumétrica demuestra la superficie de la tabla arrugada irregular. Tensiones internas en el secado.</p>	<p>Retractividad o disminución de volumen como efecto de cambio de contenido de humedad en diferentes tipos de corte. Secado de madera sobre el punto de saturación de sus fibras. Por el aplastamiento de las cavidades celulares de la madera de ciertas especies.</p>	<p>Utilizar un programa de secado adecuado, inspeccionando diariamente las muestras testigo. En el corte Tg. es de 1,5 a 2 veces mayor al corte Rd. al pasar del estado de saturación de las fibras al estado anhidro.</p>
<p>Cambio de tonalidades Decoloración.</p>	<p>Baja durabilidad natural de la especie. Temperaturas de secado y humedades del ambiente muy bajas.</p>	<p>Vaporizar la madera. Aumentar la temperatura de la cámara lo más rápidamente posible, para situarse por encima de 35 °C.</p>
<p>Mancha azul.</p>	<p>Temperaturas muy elevadas al inicio del proceso de secado.</p>	<p>Bajar la temperatura y el equilibrio higroscópico de la madera.</p>

TRANSFORMACIÓN SECUNDARIA

Se trata del comportamiento de la madera cuando es procesada con el ingenio humano en forma manual y/o mecanizada, con la finalidad de obtener un producto con valor agregado de madera cuantitativa y cualitativamente apta para ser utilizada.

DESARROLLO DEL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DEL MUEBLE: Son los métodos y procedimientos para obtener los elementos y componentes del mueble o de un producto final. Se describe, de forma sintetizada, como el comportamiento de la madera ante las distintas operaciones a la que es sometida durante el procesamiento industrial para la fabricación de muebles y afines. (Normas de la American Society for Testing and Materials ASTM-D-1666-64).

• Consideraciones:



- Contar con personal calificado para evaluar y optimizar las actividades de reaserrado, habilitado, maquinado, armado y acabado del mueble.
- Evitar factores que afecten la calidad, la eficiencia, el desgaste y el consumo de energía.
- Conocer las características anatómicas, físicas - mecánicas y de durabilidad de la madera.
- Reconocer los tipos de defectos para poder eliminarlos durante el habilitado, el maquinado, el armado y el acabado.
- Dar importancia al diseño ergonómico del mueble.
- Dominar la interpretación y el uso de planos de fabricación en sus diversas presentaciones, sistemas de acotamiento, detalles de materiales, tipo de producto, volumen de producción, secuencia de fabricación, servicios auxiliares y los plazos de entrega.

HABILITADO

Proceso mecanizado para obtener piezas de madera labradas a escuadra con medidas terminadas de espesor (canto), ancho (cara) y un largo cuya longitud sea aproximada o su múltiplo, según el plano o el diseño del mueble. Durante esta etapa se obtiene la mayor cantidad de mermas o desperdicios.



CONOCIMIENTOS BÁSICOS: Personal calificado para evaluar los tipos de grano con sus respectivos defectos y optimizar de esta manera las actividades de listoneado o canteado y despuntado de las piezas a obtener.

Con el conocimiento de las características anatómicas y físicas de la madera se puede reconocer los tipos de defectos con el fin de eliminarlos durante el habilitado y el maquinado con: Sierra radial (trozado y cabeceado), sierra circular (listoneado y multilaminado), garlopa, cepilladora o regresadora.

• Factores relativos a la madera:

Cuando la madera es trabajada con el filo de la herramienta en posición paralela al grano provienen los siguientes defectos:

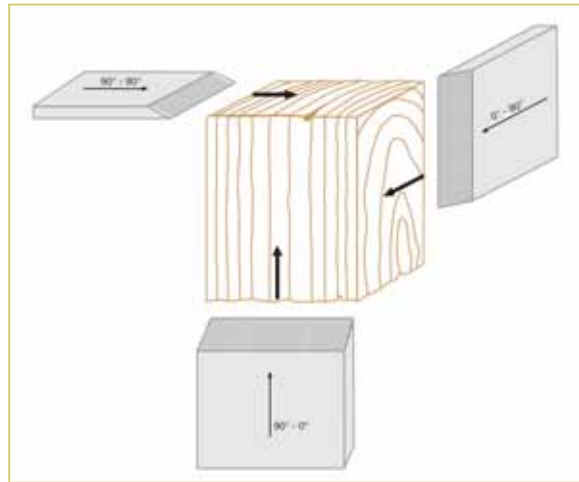
- **Grano arrancado**, debido a la existencia de elementos de falla como radios y parénquima.
- **Grano levantado**, debido a deficiencias en el seccionamiento de las fibras.

Cuando la madera es trabajada con el filo de la herramienta en posición oblicua al eje de rotación y al grano, se produce un tipo de figura muy apreciable en tornería, pero a la vez presenta dificultades limitantes que provienen de defectos como:

- **Astilladura**, por falta de cohesión transversal entre las fibras.
- **Vellosidad**, relacionado con la falta de corte neto o falta de capacidad de corte de las herramientas en el cuadrado intermedio resultante.
- **Rugosidad**, causado por la acción del filo con cierto ángulo con respecto a la orientación del grano. La fibras y los poros después del paso del filo vuelven a su forma original, pero sobresaliendo las puntas cortadas en forma biselada debido a la diferencia de posición.

- **Orientaciones del corte ortogonal:** Referida a la orientación y a las características geométricas del corte con respecto a los elementos constitutivos de la madera. Cuando la madera es trabajada con el filo de la herramienta se obtendrán las orientaciones de corte ortogonal que se indican en las posiciones siguientes:

- Al corte transversal al grano será de $90^\circ - 90^\circ$ (Ej. trozado, cabeceado).
- Al corte paralelo al grano sección tangencial será de $0^\circ - 90^\circ$ (Ej. tomeado, laminado).
- Al corte paralelo al grano sección radial será de $90^\circ - 0^\circ$ (Ej. cepillado manual, micrótomo).



CORTE EN SIERRA RADIAL: Mediante esta operación mecanizada de “trozado o despuntado” la madera se asierra para obtener piezas más pequeñas, se da el corte transversal a la tabla según la longitud requerida o su múltiplo.

Es importante eliminar en esta etapa las partes de la madera que presenten rajaduras y alabeos o deformaciones. Es muy probable que el defecto disminuya cuando las piezas son más cortas. Los discos pueden ser de acero rápido.

- **Indicadores para la calificación del trozado o despuntado:**

- Operario calificado.
- El número de dientes debe estar en función al diámetro del disco, las dimensiones y tipo de pieza a cortar; la velocidad y al tipo de corte (el corte fino con 52 a 60 dientes para conseguir un corte limpio, que facilitará posteriormente el lijado, o menos dientes para piezas menos pulidas que se ubican en zonas no visibles en el mueble).
- Ángulo del cuerpo del diente, con traba o triscado.
- Forma, paso y altura del diente.
- Ángulo de corte: A mayor ángulo se necesita menos fuerza de corte.
- Dinámica del corte como velocidad de avance, mordida y potencia de máquina.
- Esfuerzo de corte.



CORTE EN SIERRA CIRCULAR: Mediante esta operación mecanizada de “listoneado o canteado” se obtiene el ancho requerido de la tabla. En esta etapa se deberá tener cuidado de eliminar las piezas que todavía conservan rastros de corteza, albura, aristas faltantes y nudos. Los discos deberán ser de widia - carburo de tungsteno.

- **Indicadores para la calificación del listoneado o canteado:**



- Operario calificado.
- Dinámica del corte como velocidad de avance, mordida y potencia de máquina.
- Ángulo de corte: A mayor ángulo se necesita menos esfuerzo de corte.
- Ángulo del cuerpo del diente, traba o triscado.
- Forma, paso y altura del diente.
- Número de dientes en función:
 - Al diámetro del disco.
 - A las dimensiones de la pieza a cortar.
 - Al tipo de corte. Para un corte rápido deberá oscilar entre 30 y 45 dientes, considerando que al producir muebles finos, cada pieza debe ser garlopeada o regresada, lijada y acabada.

CORTE EN GARLOPA O PLANEADORA: Mediante esta operación mecanizada de “garlopeado” se trata de enderezar la tabla, eligiéndose la mejor sección de cara y canto para escuadrarla con un ángulo de 90°.



- **Indicadores para la calificación del garlopeado o enderezado:**

- Operario calificado con experiencia en visualizar los defectos y seleccionar las piezas para enderezarlas a escuadra.
- Profundidad de corte (qué tanto se desbasta, 1 ó 2 líneas).
- Ángulo de corte.
- Dinámica del corte como velocidad de avance: A madera más dura el avance es más lento.
- Mordida y potencia de máquina.
- Esfuerzo de corte.

CORTE EN SIERRA ESCUADRADORA: Operación mecanizada mediante la cual los listones son cortados en su medida terminada en cuanto a su longitud se refiere. También se le conoce como “cabeceado final”, “escuadrado” o “corte exacto”.

- **Indicadores para la calificación del escuadrado:**



- Operario calificado
- El número de dientes debe estar en función al diámetro del disco, las dimensiones y tipo de pieza a cortar; la velocidad y al tipo de corte (corte fino con 52 a 60 dientes para conseguir un corte limpio, que facilitará posteriormente el lijado o un número menor de dientes para piezas menos pulidas que se ubican en zonas no visibles en el mueble).
- Ángulo del cuerpo del diente, con traba o triscado.
- Forma, paso y altura del diente.
- Ángulo de corte: A mayor ángulo se necesita menos fuerza de corte.
- Dinámica del corte, como velocidad de avance, mordida y potencia de máquina.
- Esfuerzo de corte.

CORTE EN REGRUESADORA O CEPILLADORA: Mediante esta operación mecanizada de cortes periféricos denominado “regruesado o cepillado” se termina de calibrar la tabla para obtener superficies alisadas con las medidas finales en espesor y ancho.

• **Indicadores para la calificación del cepillado:**

- a) Operario calificado con experiencias en cepillar diferentes tipos de piezas (evitar ingresar la madera alzada, ya que malogra la punta y desperdicia madera, deja rastros en la superficie de las piezas como quemado, marcas por mala alimentación, zonas comprimidas, hebras levantadas o arrancadas.
- b) Profundidad de corte (qué tanto se desbasta hasta que la madera esté perfectamente recta).
- c) Ángulo de corte: A mayor ángulo se necesita menos fuerza de corte.
- d) Dinámica del corte como velocidad de avance: A madera más dura el avance es más lento.
- e) Mordida y potencia de máquina (evitar riesgos de accidentes, no se debe cepillar piezas de madera con rajaduras, es mejor recortarla, si presenta arqueadura ver qué cara cepillar, eliminar piezas con hebra inclinada con tendencia a romperse).
- f) Esfuerzo de corte (cepillar siguiendo la dirección de la hebra, nunca en contra hilo).
- g) Cepillado manual por tipo de acabado específico, hay que tener en cuenta el ángulo de corte de la cuchilla (para maderas de grano encontrado se voltea la cuchilla al revés para cepillarla, si el grano es muy inclinado [1/8] debe ser desechado).



• **Formación de virutas**

- Durante el cepillado con el corte ortogonal $90^\circ - 0^\circ$ se da la formación de virutas. La viruta está asociada con el defecto del grano arrancado en las superficies que se produce y es de tres tipos:

- **Viruta tipo I:** Cuando la madera cliva por delante del filo hasta que la viruta falla en flexión como una viga empotrada, las condiciones que favorece este tipo de virutas son:

- Baja resistencia al clivaje en combinación con la elevada rigidez y dureza.
- Espesores de viruta elevados.
- Ángulos de corte excesivos.
- Bajos contenidos de humedad.
- Bajo coeficiente de fricción entre la viruta y la cara de corte de las cuchillas.



- **Viruta tipo II:** Se produce cuando el movimiento de la cuchilla comprime la madera paralelamente al grano, generando esfuerzos de cizallamiento diagonales. Este proceso continuo tiende a generar superficies libres de defectos.

- Las condiciones que promueven son:
- Virutas delgadas - Contenidos de humedad intermedios.
- Ángulos de corte intermedios.



- **Viruta tipo III:** Es el resultado de un proceso cíclico de compactación de la madera por delante del filo y de escape sobre la cara del corte de cuchilla. Está asociado con el grano velloso. Los factores que promueven son:

- Ángulos de corte relativamente pequeños o negativos.
- Filos desgastados - contenidos de humedad muy bajos o muy elevados. Alto coeficiente de fricción entre la viruta y la cara de corte de la herramienta.



CORTE EN SIERRA DE CINTA: Operación mecanizada que permite efectuar cortes rectos y en curva aprovechando la flexibilidad que le otorga la hoja sinfín debidamente estelitada, de lo contrario se tendrán recortes toscos y con “gradas” acentuadas. El ancho de la cinta está en función al espesor de la tabla a cortar y a la configuración del corte. Cuanto más curvado sea la dirección del corte, más angosta deberá ser la hoja.

- **Indicadores para la calificación de los cortes con sierra de cinta:**



- Operario con experiencias en diferentes tipos de piezas rectas o curvas, tipo de trabajo que se realiza, problemas de la cinta o con el filo y cómo deja la superficie de las piezas.
- Ángulo de herramienta formado por el cuerpo del diente, traba o triscado.
- Forma, paso y altura del diente.
- Ángulo de corte: A mayor ángulo se necesita menos fuerza de corte.
- Dinámica del corte como velocidad de avance, mordida, potencia de máquina.
- Esfuerzo de corte.

MAQUINADO

Conjunto de operaciones mecanizadas mediante las cuales se transforma la madera habilitada en medidas y cantidades específicas de piezas aptas para el armado del mueble estable y estructurado. En esta fase se produce muy poca merma o desperdicios.

- **Consideraciones:**

- Durante el maquinado de la madera se debe seguir un orden de operación (línea de procesamiento bien distribuida en la fábrica) teniendo en cuenta los factores que afecten la calidad, la eficiencia, el desgaste y el consumo de energía.
- Se efectúa para dar forma y calidad a la madera hasta convertirla a formas semielaboradas o elaboradas como producto final óptimo.



- Se evalúa teniendo en cuenta la dureza, abrasividad y grano de la madera, al procesarse por las diferentes máquinas: Sierra circular, escuadradora, tupí, escopleadora, espigadora, talladora, ingleteadora, torno, copiadora, fresadora, acortadora, taladros, réuterres, perforadoras, escuadradora de tableros, enchapadoras, moldurera, ruteadora, endentadora, etc.
- Se protege la madera habilitada con un protector sellador para mantenerla seca con el mismo contenido de humedad con que salió del horno, para luego maquinarla.

MOLDURADO: Proceso para ejecutar el perfil de una moldura (parte saliente que sirve de adorno en el mueble), mediante la máquina fija tupí, ruteadora (manual).

- **Consideraciones:**

- Moldurados en la tupí para un trabajo de calidad, es indispensable que se utilice cuchillas o fresas con pastillas de widia para especies que contienen sílice.
- Las molduras más complejas quedarán limpias y con una buena apariencia de acuerdo al tipo de cuchillas y al afilado.
- Evaluado como bueno, regular o malo, en consideración al comportamiento según la dureza de la madera, el ángulo de corte y tipo de moldurado contra hilo.
- Elaborar molduras y contramolduras en piezas de puertas para poder trabajar mejor las uniones o los ensamblados.

- La velocidad de giro para la tupí: Se recomienda una velocidad intermedia de más o menos de 3 000 a 4 000 RPM.
- La velocidad de giro para la ruteadora: Se recomienda una velocidad intermedia de más o menos de 1 000 a 1 200 RPM.

• **Indicadores para la calificación del moldurado:**

- Operario calificado.
- Moldurado en los costados y en las testas para casos de tableros sin problemas.
- Moldurado para zócalos y cornisas del mueble.
- Diseño de moldura: Variados, evitar medias cañas que terminen en secciones muy delgadas.

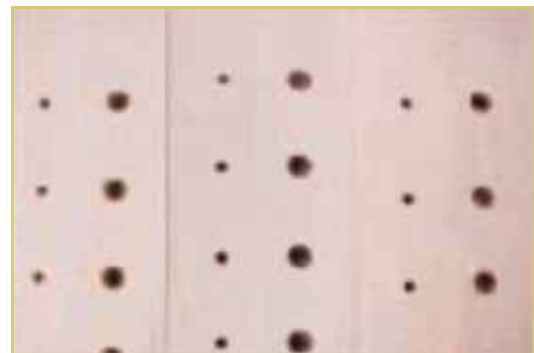


TALADRADO: Proceso de perforar la madera mediante un taladro, puede ser manual o de banco.

• **Consideraciones:**

- **Tener en cuenta los factores relativos a las máquinas y a las brocas:**

- El tipo de taladro (adecuación de equipos, brocas y condiciones de corte).
- El peso (implica esfuerzos y costos).
- La potencia (potencia suficiente para maderas duras, densas y difíciles).
- La velocidad de giro (la velocidad elevada no es recomendable, debido a la falta de tiempo de enfriamiento entre las acciones de los filos en maderas abrasivas. Se recomienda una velocidad intermedia de más o menos 1 000 a 2 000 RPM).
- Característica de la broca (los diseños deben optimizarse para reducir cargas y/o esfuerzos manuales).
- Se recomienda el afilado con el sistema “gavilán” que permite centrar la broca para un mejor perforado, ayuda a calibrar la perforación, pues es más fácil de medir y da un corte más preciso y los lados adyacentes al eje adquieren filo de corte, lo cual ayuda a un perforado más limpio.



- **Las condiciones de corte:**

- Limitar el número de pasadas para producir superficies lisas.
- Considerar tolerancias en el corte para encajar bien las piezas, no muy ajustado ni muy holgado.

• **Indicadores para la calificación del taladrado:**

- Operario calificado en realizar perforaciones con diferentes máquinas.
- Avance de penetración sin dificultad.
- Superficies pulidas sin defectos de fibra arrancada o vellosidades.

TORNEADO: Proceso para labrar la madera con el torno. Existen dos formas de torneado: Por corte ortogonal $0^\circ - 90^\circ$ y por corte periférico.

• **Consideraciones:**

- **Los factores relativos a los equipos de torneado y a las cuchillas:**

- Características del torno, su adecuación al tipo de trabajo y su nivel de mecanización con el fin de asegurar su eficiencia y calidad. Se debe realizar en tres etapas:
 - a) Desbaste por medio de gubias.
 - b) Formación con gubias.
 - c) Acabado con cuchilla ancha, compleja con una sola pasada.



- Características de las cuchillas (geométricas y de posición con respecto a la madera). Las gubias deben tener características compatibles con los principios racionales al corte de la madera.
- Por corte ortogonal $0^\circ - 90^\circ$, donde la madera gire a velocidades variadas según el diámetro de la pieza y la cuchilla tenga un movimiento principal rectilíneo, prácticamente perpendicular a las fibras. Se obtienen piezas torneadas de sección variada, pero circular.
- Por corte periférico, donde la pieza de madera rota a velocidades relativamente bajas y los cortes en la superficie son generados por portacuchillas que actúan por corte periférico. Se obtienen piezas de diferentes secciones variables.
- Se indica como bueno, regular o malo en consideración a la dureza y grano de la madera.

- **Las condiciones de corte:**

- En las maderas muy blandas y hasta de dureza moderada una mayor velocidad de giro puede mejorar las superficies, suele presentarse un incremento de vello-sidad, este leve defecto debe ser eliminado con lija.
- El torneado es una de las operaciones que presenta mayor desgaste de filos, debido a que el corte se efectúa frecuentemente con espesores de virutas moderadas.
- A mayor diámetro menor velocidad, sino el torno vibra. El recorrido de corte para piñas es de 200 a 300 RPM por centímetro.

- **Velocidad de penetración:**

- Con ángulos de corte elevados, los espesores de viruta relativamente elevados pueden producir clivajes por la rigidez de las virutas o por los esfuerzos de corte elevados con respecto a la cohesión transversal de las fibras.
- Cuando los ángulos de corte son bajos y cercanos a 0° , los clivajes son reemplazados por cizallamiento.

• **Indicadores para la calificación del torneado:**

- a) Operario calificado.
- b) Velocidad de giro del torno: Depende del tamaño de la pieza a torner, a mayor tamaño menor velocidad (el torno debe tener un motor con polea escalonada de hasta cinco velocidades).
- c) Madera seca: 10% de contenido de humedad.
- d) Grano: Evitar grano entrecruzado acentuado. En los otros sentidos, buen comportamiento.

ESCOPLEADO: Operación que se realiza en una escopleadora mecánica, neumática, de cadena, etc., con el fin de labrar un agujero o caja (ciego o pasante “caja abierta”) en forma alargada que sirve como elemento de unión entre dos o más piezas de madera denominada “ensamble a caja y espiga”.

• **Consideraciones:**

- Las brocas deben ser de HSS y oscilantes.
- Al utilizar la escopleadora de fresa oscilante la forma de la caja será redondeada en el frontal y recta en profundidad.
- Mediante la espigadora de movimiento circular se consigue complementar exactamente la escopleadura.
- Las piezas a trabajar deben de ser calibradas en las medidas finales.
- Las piezas a trabajar deben estar escuadradas.



• **Indicadores para la calificación del escopleado:**

- a) Operario calificado en lectura de planos y manejo de la maquinaria.
- b) Avance de penetración sin dificultad.
- c) Superficies del escoplo pulidas sin defectos de fibra arrancada o vellosidades.



ESPIGADO: Operación que se realiza en una espigadora mecánica, neumática, sierra circular, etc., para labrar espigas de ensamblaje en el extremo de cada pieza de madera que servirá como elemento de unión entre dos o más piezas de madera denominada “ensamble a caja y espiga”.

• **Consideraciones:**

- Las cuchillas deben ser de HSS.
- Para facilitar la entrada de la espiga en la caja y para alojar el exceso de pegamento aplicado e impedir que este rebose de la caja manchando la pieza, la espiga debe disponer de dos rebajes realizados mediante dos gavilanes alojados en la máquina.
- La resistencia que presenta el ensamble caja y espiga es buena.

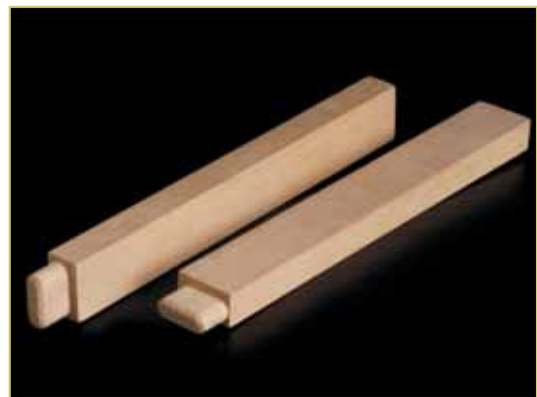
Ejemplo: Una espiga de 12 x 39 milímetros y longitud de 19,5 milímetros presenta una resistencia a la flexión de 179 Nm y una resistencia a la torsión de 102 Nm.

- Las piezas a trabajar deben de ser calibradas en las medidas finales.
- Las piezas a trabajar deben estar escuadradas.



• **Indicadores para la calificación del espigado:**

- a) Operario calificado en lectura de planos y manejo de la maquinaria.
- b) Avance de corte sin dificultad.
- c) Superficies de la espiga sin defectos de fibra arrancada o vellosidades.



LIJADO: Conjunto de operaciones manuales y mecanizadas de corte ortogonal paralelo al grano con un ángulo de corte negativo, cuyo propósito es eliminar las rugosidades o imperfecciones de las superficies para facilitar la operación de abrir el poro y dejarla lista para recibir materiales de recubrimiento en el acabado.

• **Consideraciones:**

- **Los factores del lijado relativos a la madera** son la remoción del material y la calidad de la superficie.
 - El tipo de grano y textura define el acabado que se da a la pieza de madera con el lijado.
 - Para empezar el lijado o “desbronzado” de la madera se deberá utilizar la lija de grano grueso (lija N° 80). Enseguida se deberá volver a lijar, pero esta vez con lija de grano fino (lija N° 150). Finalmente se terminará el lijado con la lija N° 220.



- Para madera de densidad media se recomienda usar lijas N° 60, 120 y 180 que dejan bien pulida la superficie.
- Para madera de alta densidad se recomienda usar hasta lija N° 220.
- Tener en cuenta la capacitación del operario para evitar lijados en contra sentido de la hebra y tener cuidado en el mantenimiento de las máquinas contra el descalibrado.
- Conviene lijar en dirección de la fibra, pero con un pequeño movimiento oscilante transversal para así facilitar la evacuación del polvo de la lija.

- **Los factores del lijado relativos al tipo de máquina:**

- Máquinas para lijar superficies planas (lijadoras de banda y lijadoras verticales).
- Para lijar superficies de curvatura amplia (lijadoras de globo y orbitales).
- Para lijar bordes moldurados (lijadoras calibradoras).
- Para lijar elementos torneados (lijadoras calibradoras).
- Máquina para arenar por rotación.



- **Los factores relativos a la lija:**

- Tipo de lija y los elementos que la caracterizan.
- Dimensiones de la banda de lija.
- Tensión de montaje.
- Presión de la lija sobre la madera.
- Sentido de avance de la madera.
- Velocidad de alimentación.
- Espesor de remoción.
- Sustancias presentes en algunas especies de maderas (aceites, gomas, resinas, látex o cristales de sílice, cenizas, etc.), presentan dificultades como ensuciamiento fuertemente adherido a la lija.



- **Indicadores para la calificación del lijado:**

- Operario calificado.
- Superficie limpia pulida.
- Facilidad de remoción del sucio.
- Desgaste del material abrasivo.
- Defectos del lijado severos o leves como:
 - Marcas de máquina.
 - Rayados o arañado.
 - Velloosidades o lanosidad.

ENSAMBLE O ARMADO

Es el conjunto de operaciones, en su mayor parte manuales, que tienen por finalidad acoplar las piezas previamente maquinadas para transformarlas en un mueble estructurado.

• Consideraciones:

- El proceso de ensamblado deberá ejecutarse con personal calificado, cuando se verifique que todas las piezas estén clasificadas, completas, correctamente maquinadas y no existan piezas con defectos atribuibles a la madera.
- Contar con las herramientas en buen estado, con prensas de diferentes tipos y con insumos de unión de calidad.
- Los equipos y herramientas pueden ser: Prensas hidráulicas, neumáticas, así como prensas manuales o clavadoras.
- Los elementos de unión pueden ser: Caja y espiga, tarugos, grapas, clavos, cola sintética, entre otros.
- Para garantizar un buen ensamblado es preciso que las operaciones mecanizadas de acoplamientos estén correctamente maquinadas y de acuerdo a los planos de diseño.
- El resultado de un buen ensamblado es la obtención de un mueble estable y bien estructurado. Esto quiere decir que el mueble no tenderá a caerse hacia ningún lado, aún cuando se le coloque algún peso y que al empujarlo o jalarlo, el mueble no perderá su forma y siempre conservará sus ángulos rectos en los encuentros.
- Para garantizar un buen ensamblado del mueble es preciso considerar los planos y diseños, las partes y piezas que se ensamblan o se unen mediante prensas hidráulicas y manuales con los elementos de unión como:
 - a) Clavos.
 - b) Pernos.
 - c) Tornillos.
 - d) Tarugos.
 - e) Colas o pegamentos.

• Los indicadores para la calificación de la operación de ensamblado o armado son:

- a) Operario calificado.
- b) Piezas de madera clasificadas, completas sin defectos.
- c) Madera seca al 10% de contenido de humedad.
- d) Madera correctamente maquinada.
- e) Ángulos rectos en los encuentros.
- f) Estabilidad y estructuración según el diseño.
- g) Mínima flexión de tableros y asientos de los muebles.



PEGADO O ENCOLADO: Es una operación que consiste en juntar o pegar las superficies de las piezas de madera seca al 10% CH°, mediante un adhesivo que puede ser cola, con el objetivo de obtener una pieza más gruesa o más ancha.



• **Consideraciones:**

- Respetar escrupulosamente las indicaciones del fabricante de la cola. El proveedor del insumo deberá suministrar las normas del pegado tales como: El modo de aplicación, la cantidad de cola, la temperatura, el tiempo de secado y las humedades de las maderas a pegar o encolar.
- Se pueden encolar prácticamente todas las maderas. La elección de la cola depende de la utilización que se requiera (interior, exterior, etc.).
- Asegurar previamente las condiciones normales de preparación de la madera antes del encolado: Tasa de humedad correcta, estado del corte, superficie limpia y encolado uniforme.
- En el caso de los empalmes *finger joint*, contar con ángulos precisos de unión.
- Las maderas densas y de elevada contracción pueden presentar problemas, especialmente cuando se utilizan en laminado encolado.
- Las uniones se pueden calificar como bueno o delicado, según los casos.

- La teoría de cómo se encola la madera se basa en dos tipos de uniones:

- **Unión mecánica:** La cola más o menos fluida se introduce en los poros de las dos superficies al unir la madera y después por fraguado, la cola se convierte en un sólido de gran cohesión, anclado fuertemente en ambas piezas que quedan perfectamente unidas.
La calidad del encolado depende de la rugosidad de la superficie de la madera, del número de poros que tenga y que estén abiertos (limpios) para que profundice la cola (permeabilidad de la madera).
- **Unión específica:** Resulta de la atracción química entre los grupos activos polares de la cola. En este caso está demostrado que la rugosidad de la superficie perjudica la calidad del encolado. Influye la edad de la pieza con el tiempo transcurrido desde que se realizó la superficie a encolar, dado que con el tiempo el número de grupos polares activos disminuyen.
Observar si se presentan diferencias de resistencia al cizallamiento de la línea de cola (kg/cm²), según las orientaciones Tg/Tg, Rd/Rd y Ob/Ob.

A CAJA Y ESPIGA: Proceso de unir una pieza de madera cuyo extremo es en espiga a otra pieza que presenta una caja o escoplo en el lugar donde debe alojarse con el pegamento apropiado.



• **Consideraciones:**

- Se requiere que las espigas calcen perfectamente en la caja y su inserción sea recta o inclinada, con el ángulo que el plano manda.
- Para todas las maderas considerar en la caja una tolerancia razonable para la cola.
- La madera de baja densidad no debe encajarse de forma muy ajustada, porque se rompe el escopleado, hay que tener en cuenta la ubicación del escoplo en el mueble, ya sea en el centro o en el canto de las piezas.

CLAVADO O EMPERNADO: Proceso de introducir en la madera los clavos o pernos ya sea como medio de unión o armado de muebles.

• **Consideraciones:**

- Es importante saber si se puede hundir fácilmente una punta sin riesgo de rajar la madera.
- La resistencia depende de la superficie de unión y esta depende de la longitud, el diámetro y el número de pernos o clavos que se coloquen.
- Se verificará la aptitud de la madera para retener una punta si agarra o no agarra bien. En caso contrario, se indica que es necesario efectuar perforaciones previas.
- En algunos casos los clavos solo sirven hasta que la cola haya fraguado, por lo que un buen prensado y encolado garantiza un buen acople. En todos los casos el clavo con el tiempo se “afloja”.



ENTARUGADO: Proceso de unir piezas de madera mediante tarugos.

• **Consideraciones:**

- Los tarugos con superficie de ranuras espiraladas son más exactos y dan mayor adherencia.
- Para que calcen los tarugos en las perforaciones se debe dar una décima de tolerancia para el ajuste.



ACABADO

Conjunto de operaciones mayormente manuales para resaltar las cualidades estéticas de la madera. De acuerdo al gusto del cliente se puede incorporar un tono o un brillo adecuado y de forma permanente. Estas son cualidades que no deben perderse con el tiempo, ya sea por efecto de la luz, las variaciones de la humedad, por la temperatura y por desgaste como consecuencia del uso del mueble.

FASES DEL PREACABADO: Según la elección del estilo y en base al diseño del mueble se aplican los siguientes tipos de preacabado:

- **Preparación y limpieza**, de la superficie para eliminar las sustancias que se interpongan entre la madera y la primera mano de acabado.
- **Masillado o estucado**, si fuera necesario tapar imperfecciones.
- **Retoque de fondo o tapaporo**, para fijar los productos aplicados anteriormente, para tapar los poros y pequeños defectos superficiales y para preparar la superficie previa a la aplicación final del barniz o laca.
- **Lijado**, para darle mayor resalte al veteado o figura de la madera, puede ser lijado grueso o lijado fino.



FASES DEL ACABADO: De acuerdo al requerimiento del estilo y diseño se aplica los acabados (a poro sellado y poro abierto) con las siguientes operaciones:

- **Natural**, para resaltar el vetado de la madera, puede ser laqueado o barnizado.
- **Tintado o teñido**, para incorporar un tono o color a la superficie respetando su vetado o figura (uso de tintes minerales), puede ser laqueado o barnizado.
- **Pintado**, de acuerdo al estilo con técnicas del marmoleado, envejecido, al duco, craquelado, grabado y sombreado.



- **Consideraciones:**

- Los métodos de aplicación de productos para el acabado pueden ser manuales con mota y/o con sopletes en cabinas con extractores de aire, cortinas de agua o con diversas técnicas y por etapas.
- Existe una gama muy grande de productos de recubrimiento como lacas, barnices y pinturas.
- Emplear materiales especiales, ya que se trata del perfeccionamiento o último retoque que se da al producto elaborado.
- La poca porosidad que presenta la superficie de la madera permite un ahorro sustancial en la cantidad de material de recubrimiento.
- Se evalúan las reacciones de todos los productos usados para la culminación del mueble y se determina qué productos son adecuados para cada tipo de madera.
- Se da el lijado final, si fuera necesario para eliminar los rastros dejados por el patinado con lijas de grano números 220 y 320.

RETOQUES CON ACCESORIOS: Según el diseño de los muebles se termina su fabricación con la aplicación de accesorios como bisagras, jaladores, espejos, adornos, entre otros.



EMBALAJE: Es la acción de envolver o empaquetar el mueble terminado que se ha de transportar, utilizando elementos de protección tales como plástico, cartón corrugado, tecknopor, cajones de madera o plástico, entre otros.



EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO A LA TRABAJABILIDAD

La trabajabilidad se refiere al comportamiento de la madera al ser procesada con máquinas de carpintería.

CALIFICACIÓN:

En base al peso de cada dificultad y analizada en los diferentes procesamientos de maquinado, se realiza un equivalente del efecto con el proceso con una madera patrón con la que se tiene experiencia, sea Caoba, Cedro, Moena Rosada, entre otras.

- **Calificación cualitativa del proceso industrial**

PROCESOS	MUY DIFÍCULTOSO	DIFÍCULTOSO	REGULAR	FÁCIL O BUENO	MUY FACIL EXCELENTE
Trozado					
Listoneado					
Cabeceado					
Recorte en cinta					
Cepillado					
Taladrado					
Torneado					
Moldurado					
Lijado					
Uniones					
Acabado					

CONSIDERACIONES DE FABRICACIÓN Y CALIDAD DEL MUEBLE:

Verificar que el mueble esté en óptimas condiciones, para esto se realiza la inspección correspondiente que contemple los aspectos de las especificaciones técnicas tales como:

- Identificación del modelo y del fabricante.
- Tamaño correspondiente según el diseño.
- Dimensiones, tanto totales como parciales y tolerancias.
- Horizontalidad de la mesa y ángulos de respaldo.
- Nivel de acabado de las superficies.
- Boleado de las aristas y recorte de las esquinas.
- Terminación de las uniones o empalmes.

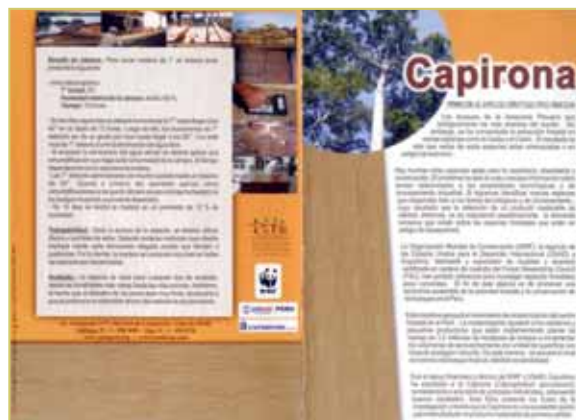
Con los datos obtenidos, el valor promedio clasifica la calidad de la especie según los siguientes rangos para el procesamiento industrial de muebles:

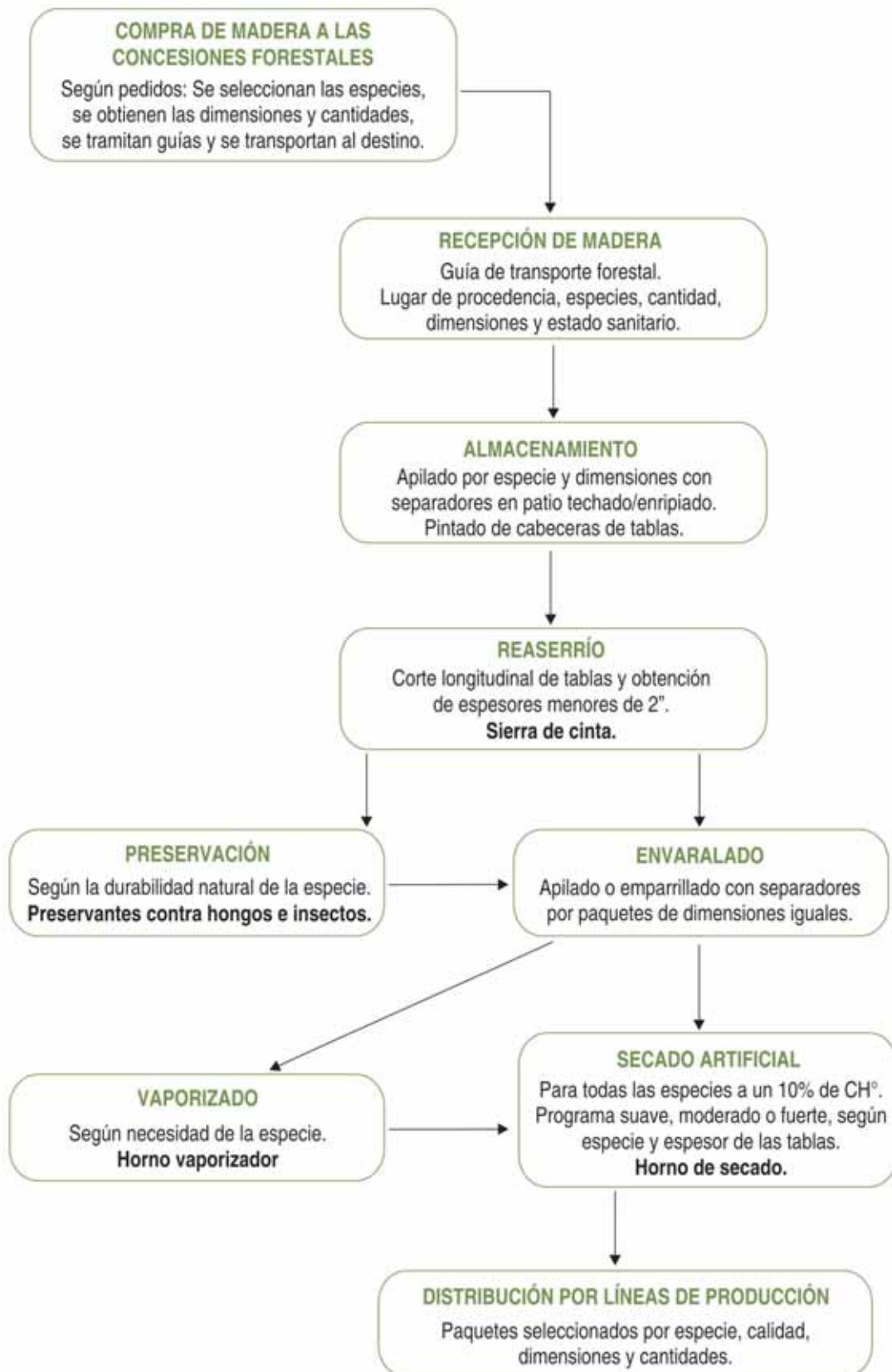
RANGO	CALIDAD	CALIDAD
1,0 a 1,5	Muy mala	V
1,6 a 2,5	Mala	IV
2,6 a 3,5	Regular	III
3,6 a 4,5	Buena	II
4,6 a 5,0	Excelente	I

• **Calificación cualitativa del proceso industrial**

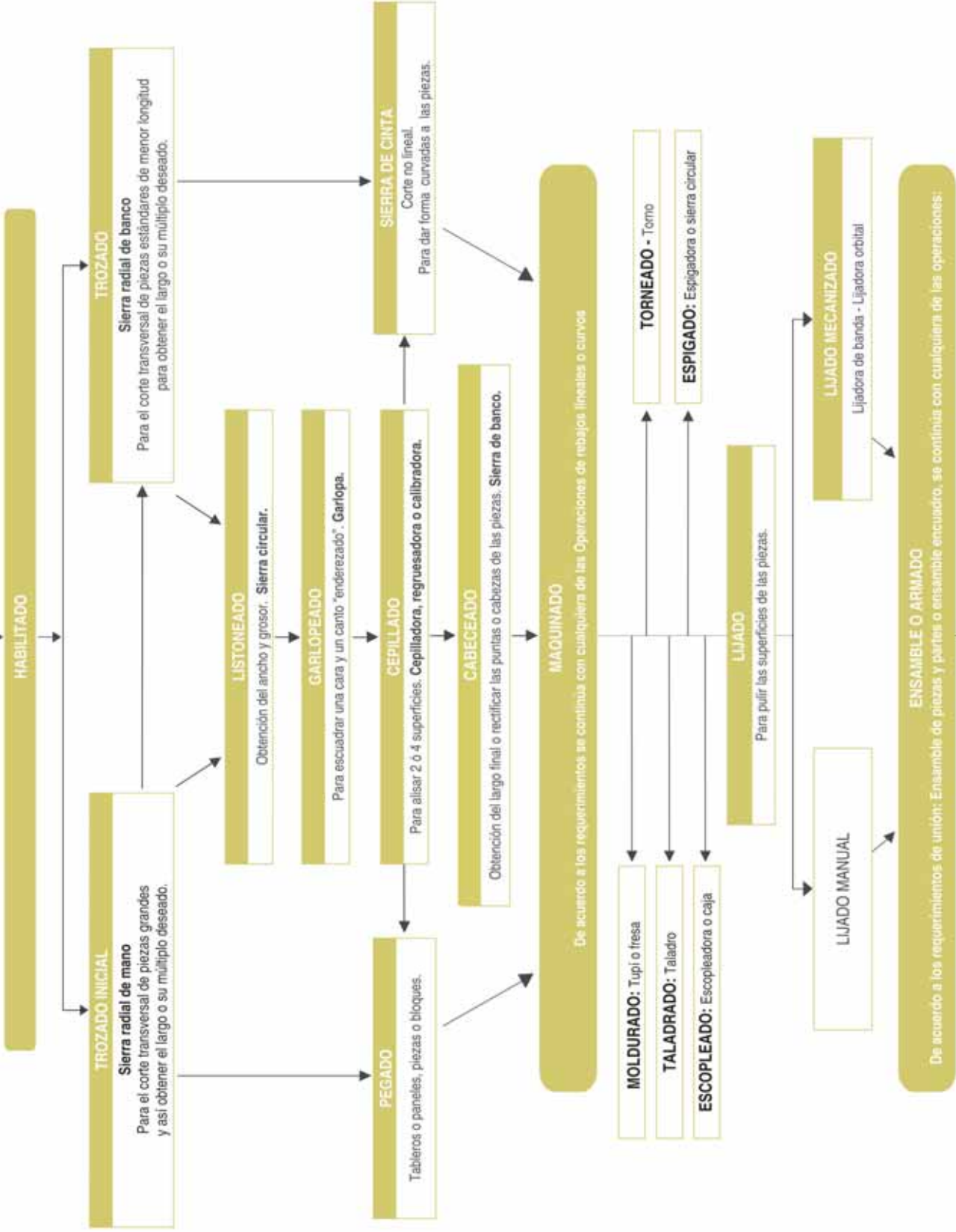
PROCESOS	PESO	PUNTAJE 1-2-3-4-5	CALIFICACION
Secado	0,25		
Pegado	0,15		
Trabajabilidad	0,20		
Rugosidad lisura	0,10		
Acabado	0,15		
Estabilidad	0,15		
TOTAL	1,00		

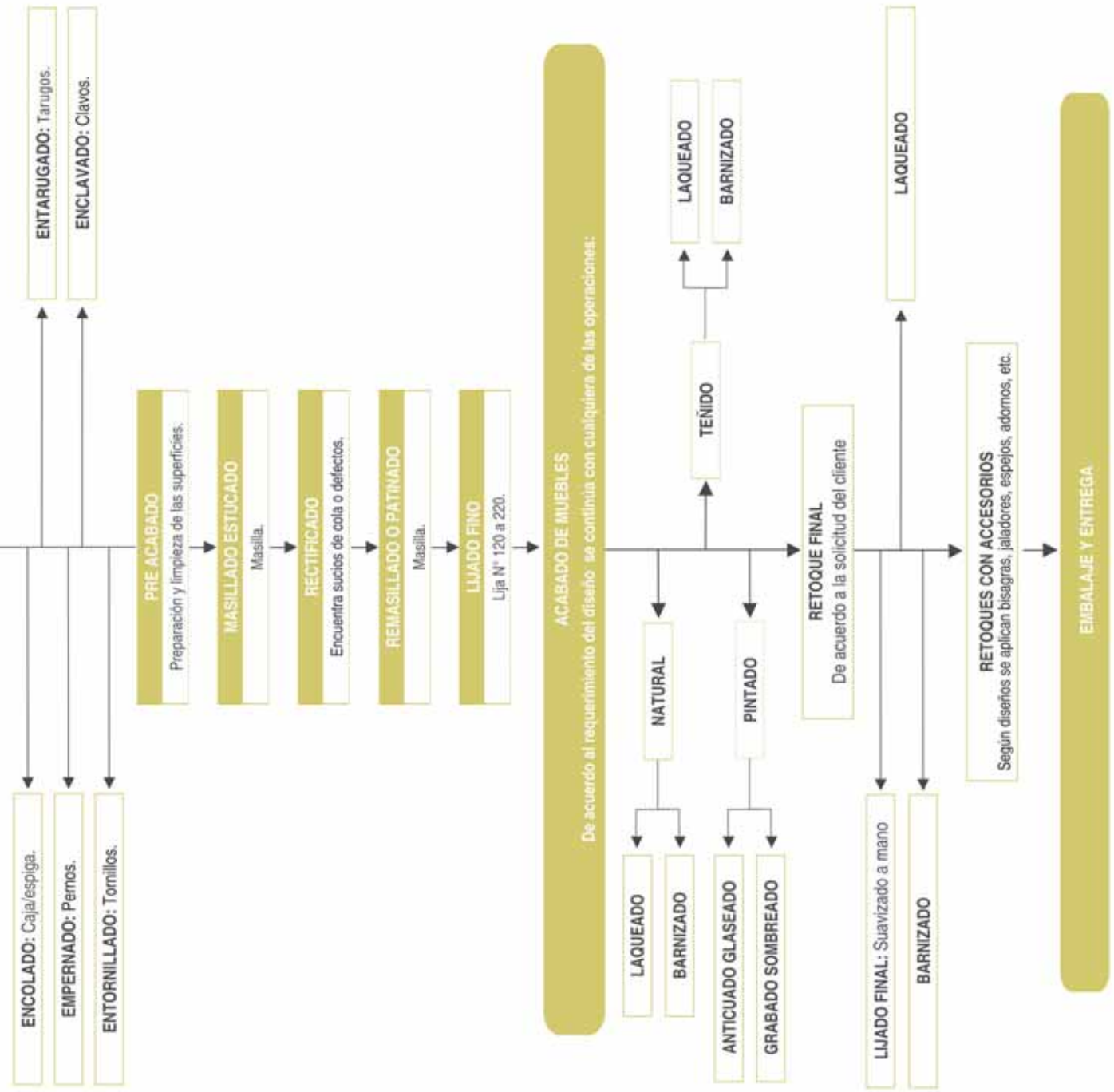
PROMOCIÓN COMERCIAL DE MUEBLES PROTOTIPOS DE ESPECIES POCO CONOCIDAS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL





PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DEL MUEBLE





COSTOS POR SERVICIOS EN LA PLANTA PILOTO DEL CITEmadera

Villa el Salvador, 17. 10. 2003

Precios de secado (US\$ / por pt)

El precio depende del contenido de humedad inicial/final y del espesor de la madera.

Secado muy rápido :	US\$ 0,08 - 0,12
Secado rápido :	US\$ 0,12 - 0,15
Secado moderado :	US\$ 0,15 - 0,18
Secado lento :	US\$ 0,18 - 0,25

Los precios del secado no incluyen el I.G.V.

Precios de servicio de Espigadora (S/. x unidad)

Madera de densidad < 0,50	S/. 0,061
Madera de densidad > 0,50	S/. 0,081

Precios de servicio de Cajeadora

Madera de densidad < 0,50	S/.0,051
Madera de densidad > 0,50	S/.0,071

Precio de habilitar (S/. x metro lineal y S/. por corte)

Corte paralelo por metro lineal	Densidad < 0,50 = S/. 0,101	Densidad > 0,50 = S/. 0,121
Corte cabezal	Densidad < 0,50 = S/. 0,051	Densidad > 0,50 = S/. 0,061
Cepillar por metro lineal	Densidad < 0,50 = S/. 0,101	Densidad > 0,50 = S/. 0,121

Precio de servicio de Sierra Cinta (S/. x ml de corte)

Por metro lineal S/. 0,121 a S/. 1,010

Torno copiador (maximo 3" de sección)	
80 cm – S/. 1,515 _____	S/. 3,030
60 cm – S/. 1,212 _____	S/. 2,525
40 cm – S/. 0,909 _____	S/. 1,818
20 cm – S/. 0,606 _____	S/. 1,212

Se podrá fijar un precio por unidad de producto dependiendo del diseño.

Precio de servicio de Tupí (S/. x metro lineal S/. x caja y/o espiga)

Moldura por metro lineal	Densidad < 0,50 = S/. 0,101	Densidad > 0,50 = S/. 0,121
Moldura curvada por metro lineal	Densidad < 0,50 = S/. 0,152	Densidad > 0,50 = S/. 0,172

Precio de línea de lijado (S/. x hora) (No incluye operario de CITEmadera)

Máquinas lijadoras neumáticas orbitales	S/. 3,535
Hoja de lija plegable	S/. 1,515
Precio de servicio de Lijadora banda	
Por m ² de área	S/. 0,505

Cabina de acabado (S/. x hora)

Por hora con 3 operarios de CITEmadera S/. 36,36
(No incluye materiales)
Se adicionará el valor del consumo de gas si el cliente desea el secado con calor

Línea de encolado (S/. x hora) (No incluye operario de CITEmadera)

10 prensas hidráulicas
Por ensamblado S/. 10,00
Por encolado de tableros (sin material) S/. 5,05
Se podrá fijar un precio de encolado y ensamblado por unidad de producto

NOTA:

Los precios incluyen I.G.V. (19%). Los precios para desarrollar y fabricar prototipos y muestras serán fijados en función al producto y serán presupuestados caso por caso. Posteriormente, se podrá descontar hasta el 100% del costo pagado por el prototipo o muestra, dependiendo de la cantidad de producción en serie contratada al CITEmadera.

- I. IDENTIFICACIÓN DE LAS MADERAS LKS
- II. ESTUDIOS TECNOLÓGICOS DE LAS MADERAS LKS
- III. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LAS MADERAS LKS
- IV. CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE LOS ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LAS MADERAS LKS
- V. PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS MADERAS LKS
- VI. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS MADERAS LKS
- VII. CALIFICACIÓN CUALITATIVA DEL COMPORTAMIENTO AL MAQUINADO DE LAS MADERAS LKS
- VIII. EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE LAS MADERAS LKS
- IX. USOS DE LAS MADERAS LKS

IDENTIFICACIÓN DE LAS MADERAS LKS

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	AUTORES	FAMILIA	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMERCIAL INTERNACIONAL
Cachimbo Blanco	<i>Cariniana decandra</i>	Ducke	LECYTHIDACEAE	Cachimbo Cachimbo Blanco	Cachimbo
Cachimbo Rosado	<i>Cariniana domesticata</i>	Mart.	LECYTHIDACEAE	Cachimbo Cachimbo Rosado	Cachimbo Rojo
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	(Benth.) Hooker f. ex Schumann	RUBIACEAE	Capirona Capirona Negra	Pau Mulato
Higuerilla Negra	<i>Micrandra spruceana</i>	(Baillon) R. Schultes	EUPHORBIACEAE	Higuerilla Higuerilla Negra Carapacho	Higuerilla Negra
Huamanzamana	<i>Jacaranda copaia</i>	(Aubl.) D. Don	BIGNONIACEAE	Huamanzamana	Jacarandá
Huimba Negra	<i>Ceiba samauma</i>	(C. Martius & Zuccarini) K. Schuman	BOMBACACEAE	Huimba Huimba Negra	Samauma
Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Aublet	SIMAROUBACEAE	Marupa Cedro Blanco	Simaruba
Yanchama	<i>Poulsenia armata</i>	(Miq.) Standl.	MORACEAE	Yanchama Lanchán	Mastate

III.- CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LAS MADERAS LKS

NOMBRE COMÚN NOMBRE CIENTÍFICO	D.B. g/cm ³	COLOR	GRANO	TEXTURA	BRILLO	VETEADO
Cachimbo Blanco <i>Cariniana decandra</i>	0,55 g/cm ³	Pardo rojizo muy claro	Entrecruzado	Media heterogénea	Alto	Arcos superpuestos Bandas
Cachimbo Rosado <i>Cariniana domesticata</i>	0,59 g/cm ³	Pardo rojizo claro	Entrecruzado	Media heterogénea	Alto	Arcos superpuestos Bandas
Capirona <i>Calycophyllum spruceanum</i>	0,76 g/cm ³	Amarillo claro	Recto ligeramente entrecruzado	Fina	Medio	Bandas paralelas
Higuerilla Negra <i>Micrandra spruceana</i>	0,40 g/cm ³	Rosado pardo Marrón oscuro	Recto ligeramente entrecruzado	Media heterogénea	Medio	Arcos superpuestos Contrastes de tonos
Huamanzamana <i>Jacaranda copaia</i>	0,31 g/cm ³	Crema oscuro Pardo rojizo	Recto ligeramente entrecruzado	Gruesa homogénea	Medio	Arcos superpuestos Jaspeado
Huimba Negra <i>Ceiba samauma</i>	0,56 g/cm ³	Crema	Recto	Media heterogénea	Alto	Reflejos plateados
Marupa <i>Simarouba amara</i>	0,36 g/cm ³	Blanco amarillento Amarillo	Recto	Media heterogénea	Alto	Jaspeado
Yanchama <i>Poulsenia armata</i>	0,44 g/cm ³	Amarillo claro Amarillo	Recto ligeramente entrecruzado	Media heterogénea	Medio	Bandas paralelas Reflejos dorados

IV.- CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE LOS ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LAS MADERAS LKS

NOMBRE COMÚN NOMBRE CIENTÍFICO	D.B. g/cm ³	POROS			PARENQUIMA		RADIOS		FIBRAS	
		Porosidad	Frecuencia N° /mm ²	Diámetro micras	Tipo	Inclusiones	Tipo Distribución	N° /mm lon. micras	Tipo	Longitud micras
Cachimbo Blanco <i>Cariniana decandra</i>	0,55	Visible Difusa	4 Muy pocos	121 Medianos	Apotha reticulado No estratificado	Gomas Cristales	Homocelulares No estratificado	11 371	Libriforme No estratificado	1233 a 1321
Cachimbo Rosado <i>Cariniana domestica</i>	0,59	Visible Difusa	2 a 8 Pocos	105 a 238 Medianos	Apotha reticulado No estratificado	Gomas Cristales	Heterogéneo II No estratificado	8 a 12 270 a 424	Libriforme No estratificado	1228 a 1804
Capirona <i>Calycophyllum spruceanum</i>	0,76	No visible Difusa	13 a 25 Moderadamente numerosos	39 a 145 Finos	Apotha difuso	Gomas Sílice	Heterogéneo II No estratificado	18 a 20 144 a 477	Libriforme No estratificado	1306 a 2150
Higuerilla Negra <i>Micrandra spruceana</i>	0,40	Visible Difusa	1 a 5 Muy pocos	158 a 368 Gruesos	Apotha bandas No estratificados	Resinas Cristales	Heterogéneo III No estratificado	5 a 12 670	Libriforme No estratificado	1843 a 2611
Huamanzamana <i>Jacrandra copaia</i>	0,31	Visible Difusa	1 a 6 Muy pocos	262 a 277 Muy gruesos	Apotha terminal Estratificados	Gomas Cristales	Heterogéneo III No estratificado	1 a 8 640 a 787	Libriforme No estratificado	2700 a 2777
Huimba Negra <i>Ceiba samauma</i>	0,56	Visible Difusa	1 a 5 Muy pocos	118 a 273 Gruesos	Paratra aliforme confluente	Cristales Gomas	Biseriados No estratificado	3 610	Libriforme No estratificado	912 a 1497
Marupa <i>Simarouba amara</i>	0,36	Visible Difusa	2 a 3 Muy pocos	184 a 246 Gruesos	Paratra vasicéntrico aliforme confluyente No estratificados	Cristales	Heterogéneo II Estratificado	3 a 6 441 a 649	Libriforme Estratificado	1022 a 1293
Yanchama <i>Poulsenia armata</i>	0,44	Visible Difusa	3 a 9 Pocos	175 a 209 Gruesos	Paratra vasicéntrico aliforme unilateral	Resinas	Heterogéneo II No estratificado	3 a 6 474 a 710	Libriforme No estratificado	1431 a 1847

V.- PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS MADERAS LKS

NOMBRE COMÚN NOMBRE CIENTÍFICO	RELACIÓN BÁSICA g/cm ³	CONTRACCIÓN TANGENCIAL - (%)	CONTRACCIÓN RADIAL - (%)	CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA - (%)	RELACIÓN T/R
<p>Relación del peso de la madera al 12% de CH^o y su volumen verde. Clasifica la madera según su peso</p>					
Cachimbo Blanco <i>Cariniana decandra</i>	0,55 g/cm ³ Mediana	5,9 %	3,7 %	10,00 % Baja	1,5 Estable
Cachimbo Rosado <i>Cariniana domesticata</i>	0,59 g/cm ³ Mediana	7,5 %	4,9 %	12,00 % Mediana	1,5 Estable
Capirona <i>Calycophyllum spruceanum</i>	0,76 g/cm ³ Alta	9,0 %	5,0 %	15,00 % Alta	1,8 Estable
Higuerilla Negra <i>Micrandra spruceana</i>	0,40 g/cm ³ Baja límite con mediana	6,7 %	3,4 %	8,92 % Muy baja	2,2 Regularmente estable
Huamanzamana <i>Jacaranda copaia</i>	0,31 g/cm ³ Baja	8,2 %	5,4 %	13,90 % Alta	1,5 Estable
Huimba Negra <i>Ceiba samauma</i>	0,56 g/cm ³ Mediana	7,5 %	4,2 %	11,30 % Mediana	1,9 Regularmente estable
Marupa <i>Simarouba amara</i>	0,36 g/cm ³ Baja	6,7 %	2,9 %	9,40 % Baja	2,4 Regularmente estable
Yanchama <i>Poulsenia armata</i>	0,44 g/cm ³ Mediana	7,0 %	4,4 %	11,00 % Baja límite con mediana	1,8 Estable

VI.- PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS MADERAS LKS

NOMBRE COMÚN NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD BÁSICA g/cm ³	FLEXIÓN		COMPRESIÓN		CORTE PARALELO CIZALLAMIENTO kg/cm ²	DUREZA LADOS kg	TENACIDAD kg-M
		MOE kg/cm ²	MOR kg/cm ²	PARALELA kg/cm ²	PERPENDICULAR kg/cm ²			
Cachimbo Blanco * <i>Cariniana decandra</i>	0,55 g/cm ³ Mediana	104 000 Flexible limite con poco rígida	634 Mediana	327 Mediana	47 Mediana	87 Mediana	398 Mediana	3,0 Mediana
Cachimbo Rosado ** <i>Cariniana domesticata</i>	0,59 g/cm ³ Mediana	131 000 Poco rígida	735 Mediana	342 Mediana	66 Mediana	84 Mediana	468 Mediana	3,9 Alta
Capirona *** <i>Calycophyllum spruceanum</i>	0,76 g/cm ³ Pesada	150 000 Poco rígida limite con rígida	723 Mediana	283 Mediana	67 Mediana	87 Mediana	425 Mediana	2,1 Mediana
Higuerilla Negra *** <i>Micrandra spruceana</i>	0,40 g/cm ³ Baja	94 000 Muy flexible	403 Baja	209 Baja	31 Baja	47 Baja	136 Baja	5,5 Muy alta
Huamanzamana *** <i>Jacaranda copaia</i>	0,31 g/cm ³ Baja	89 000 Muy flexible	362 Baja	313 Mediana	31 Baja	61 Mediana	192 Baja	2,9 Mediana
Huimba Negra *** <i>Ceiba samauma</i>	0,56 g/cm ³ Mediana	105 000 Flexible	582 Mediana	287 Mediana	40 Baja limite con mediana	74 Mediana	360 Mediana	2,3 Mediana
Marupa *** <i>Simarouba amara</i>	0,36 g/cm ³ Baja	77 000 Muy flexible	427 Baja	201 Baja	33 Baja	64 Mediana	204 Baja	1,6 Baja
Yanchama *** <i>Poulsenia armata</i>	0,44 g/cm ³ Baja	79 000 Muy flexible	500 Baja limite con mediana	288 Mediana	36 Baja	69 Mediana	283 Baja	1,9 Baja

(*) Referencia bibliográfica N° 6

(**) Referencia bibliográfica N° 28

(***) Referencia bibliográfica N° 15

**VII.- CALIFICACIÓN CUALITATIVA DEL COMPORTAMIENTO AL MAQUINADO DE LAS MADERAS LKS:
Muy dificultoso (MD), Dificultoso (D), Regular (R), Fácil (F), Muy fácil (MF)**

NOMBRE COMÚN NOMBRE CIENTÍFICO	TROZADO	LISTONEADO	RECORTE EN CINTA	CEPILLADO	TALABRADO	TORNEADO	MOLDURADO	LIJADO	ENSAMBLAJE	PUNTAJE CALIFICACIÓN
Cachimbo Blanco <i>Cariniana decandra</i>	Fácil	Regular a fácil	Regular	Fácil a muy fácil	Fácil	Regular	Regular	Fácil	Fácil	BUENA
Cachimbo Rosado <i>Cariniana domesticata</i>	Fácil	Fácil	Regular	Fácil a muy fácil	Fácil	Regular	Regular	Fácil	Fácil	BUENA
Capirona <i>Calycophyllum spruceanum</i>	Regular a fácil	Fácil	Regular a fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Regular a fácil	Fácil	BUENA
Higuerilla Negra <i>Micrandra spruceana</i>	Regular a fácil	Fácil	Fácil	Fácil a muy fácil	Fácil	Fácil	Regular a fácil	Fácil	Fácil	BUENA
Huamanzamana <i>Jacaranda copaia</i>	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil		Fácil	Fácil	Fácil	BUENA
Huimba Negra <i>Ceiba samauma</i>	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil a muy fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	BUENA
Marupa <i>Simarouba amara</i>	Fácil	Fácil a muy fácil	Fácil a muy fácil	Fácil a muy fácil	Fácil a muy fácil	Fácil	Muy fácil	Fácil a muy fácil	Fácil a muy fácil	BUENA
Yanchama <i>Poulsenia armata</i>	Regular	Difícil a regular	Regular a fácil	Regular a fácil	Fácil	Regular a fácil	Regular	Regular a fácil	Fácil	REGULAR

VIII.- EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE LAS MADERAS LKS:
Muy mala (1) - Mala (2) - Regular (3) - Buena (4) - Excelente (5)

NOMBRE COMÚN NOMBRE CIENTÍFICO	D.B. g/cm ³	SECADO	PEGADO	RUGOSIDD LISURA	TRABAJABILIDAD	ACABADO	ESTABILIDAD ESTRUCTURADO	TOTAL CALIFICACIÓN
Cachimbo Blanco <i>Cariniana decandra</i>	0,55	3 x 0,25 0,75 P. Moderado	4 x 0,15 0,60	4 x 0,10 0,40	4 x 0,20 0,80	4 x 0,15 0,60	3 x 0,15 0,45	3,60 BUENA
Cachimbo Rosado <i>Cariniana domestica</i>	0,59	3 x 0,25 0,75 P. Moderado	4 x 0,15 0,60	4 x 0,10 0,40	4 x 0,20 0,80	4 x 0,15 0,60	4 x 0,15 0,60	3,75 BUENA
Capirona <i>Calycophyllum spruceanum</i>	0,76	3 x 0,25 0,75 P. Moderado	4 x 0,15 0,60	4 x 0,10 0,40	4 x 0,20 0,80	4 x 0,15 0,60	4 x 0,15 0,60	3,75 BUENA
Higuerilla Negra <i>Micrandra spruceana</i>	0,40	3 x 0,25 0,75 P. Fuerte	4 x 0,15 0,60	4 x 0,10 0,40	4 x 0,20 0,80	3 x 0,15 0,45	4 x 0,15 0,60	3,60 BUENA
Huamanzamana <i>Jacaranda copaia</i>	0,31	4 x 0,25 1,00 P. Fuerte	4 x 0,15 0,60	4 x 0,10 0,40	4 x 0,20 0,80	3 x 0,15 0,45	4 x 0,15 0,60	4,05 BUENA
Huimba Negra <i>Ceiba samauma</i>	0,56	3 x 0,25 0,75 P. Moderado	4 x 0,15 0,60	4 x 0,10 0,40	4 x 0,20 0,80	4 x 0,15 0,60	4 x 0,15 0,60	3,75 BUENA
Marupa <i>Simarouba amara</i>	0,36	4 x 0,25 1,00 P. Fuerte	4 x 0,15 0,60	4 x 0,10 0,40	5 x 0,20 1,00	4 x 0,15 0,60	4 x 0,15 0,60	4,20 BUENA
Yanchama <i>Poulsenia armata</i>	0,44	4 x 0,25 1,00 P. Fuerte	4 x 0,15 0,60	4 x 0,10 0,40	3 x 0,20 0,60	3 x 0,15 0,45	4 x 0,15 0,60	3,65 BUENA

IX.- USOS DE LAS MADERAS LKS

NOMBRE COMÚN NOMBRE CIENTÍFICO	D.B. g/cm ³	Mueblería	Ebanistería	Cajonería liviana	Cajonería pesada	Artesanía	Laminado	Chapas decorativas	Puertas y ventanas	Triplay	Carpintería de interiores	Parquet	Estructuras	Mango de herramientas	Molduras y Machihembrado
Cachimbo Blanco <i>Cariniana decandra</i>	0,55	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Cachimbo Rosado <i>Cariniana domestica</i>	0,59	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Capirona <i>Calycophyllum spruceanum</i>	0,76	X			X			X			X	X	X	X	X
Higuerilla Negra <i>Micrandra spruceana</i>	0,40	X	X			X	X	X							
Huamanzamana <i>Jacaranda copaia</i>	0,31	X							X	X				X	X
Huimba Negra <i>Ceiba samauma</i>	0,56	X		X			X		X	X	X				
Marupa <i>Simarouba amara</i>	0,36	X		X		X	X	X	X	X	X			X	X
Yanchama <i>Poulsenia armata</i>	0,44			X					X		X				

Comportamiento en una industria forestal competitiva

ACTITUD LABORAL	DIARIAMENTE	SEMANALMENTE	MENSUALMENTE
CLASIFICAR			
Distribuir por clases o por categorías: <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas - Materiales - Productos 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que no haya nada fuera de lugar. - Seleccionar, separar según sus características, materiales y herramientas. - Colocar tarjetas rojas grandes en los materiales y/o máquinas no necesarios para identificarlos y retirarlos. 	Verificar que lo organizado funcione y nos brinde fluidez en los procesos	
ORDENAR			
Poner en orden las cosas, para encaminar o dirigir a un fin determinado: <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas - Materiales - Productos 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que cada material, herramienta o producto, se encuentre debidamente codificado y colocado en su lugar. - Pensar (inventar) nuevas formas y lugares donde ubicarlos con facilidad. - Verificar si el orden establecido ayuda a la eficiencia. 	Verificar la codificación, ubicación y espacio correcto de almacenamiento de materiales y herramientas.	
LIMPIAR			
Quitar la suciedad.	<ul style="list-style-type: none"> - Limpiar el puesto de trabajo. - Identificar y desechar lo no necesario. - Trasladar a otras áreas (almacén, etc.) todo lo que no pertenece a las Ordenes de Trabajo en proceso (OT). - Los planos y formatos en uso, deben estar siempre en bolsas plásticas, para evitar su deterioro, además de permitir su fácil limpieza. - Verificar que <u>TODO EL PERSONAL</u> participe. 	Verificar si se cuentan con los coches/caja, además de escobas necesarios para mantener limpia la Planta	
ESTANDARIZAR			
Trabajar conforme a un modelo, o un tipo, o una norma de fabricación	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplir con las 3 anteriores en perfecto orden. - Establecer normas por escrito en cada puesto de trabajo y en cada área. - Ante cada problema o error, como conclusión establecer una norma para no repetirlos. - <u>NORMA FUNDAMENTAL:</u> Encontrar herramientas y/o materiales en solo 30 segundos. 		Colocar letreros para logro de objetivos. Retirar y cambiar los letreros porque ya no son percibidos.
AUTODISCIPLINA			
Disciplina voluntaria que acepta el individuo o grupo, sin control del exterior	<ul style="list-style-type: none"> - Proponerse el cumplimiento de los 4 anteriores. - Encontrar la fuerza interior que nos haga mejores cada día. - Cada día tratar de aprender algo nuevo por pequeño que sea. - <u>NORMA FUNDAMENTAL:</u> Pequeños cambios cada día sumarán grandes cambios. 		Buscar la mejora continua, pues nunca se dirá la última palabra

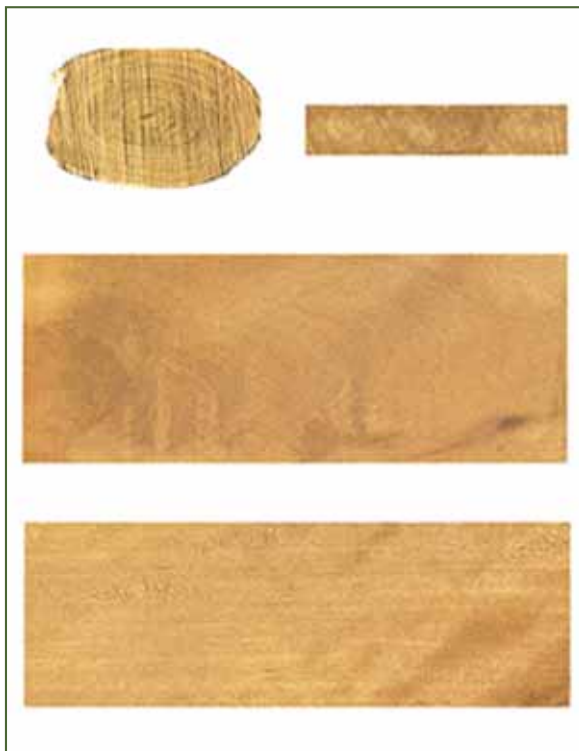
“Las empresas que han aplicado este sistema, afirman que sin adquirir maquinaria adicional, ni contratar más personal incrementaron su eficiencia en un 50% (eficiencia al más bajo costo)”.



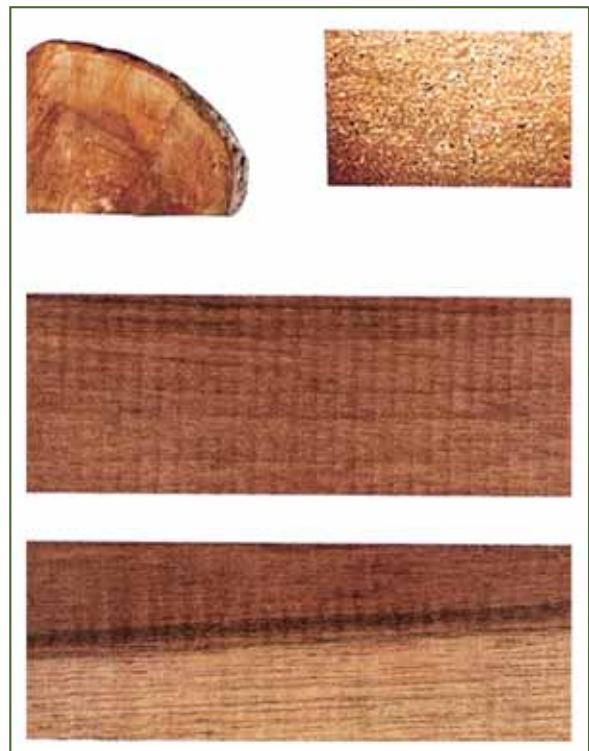
1. Cachimbo Blanco



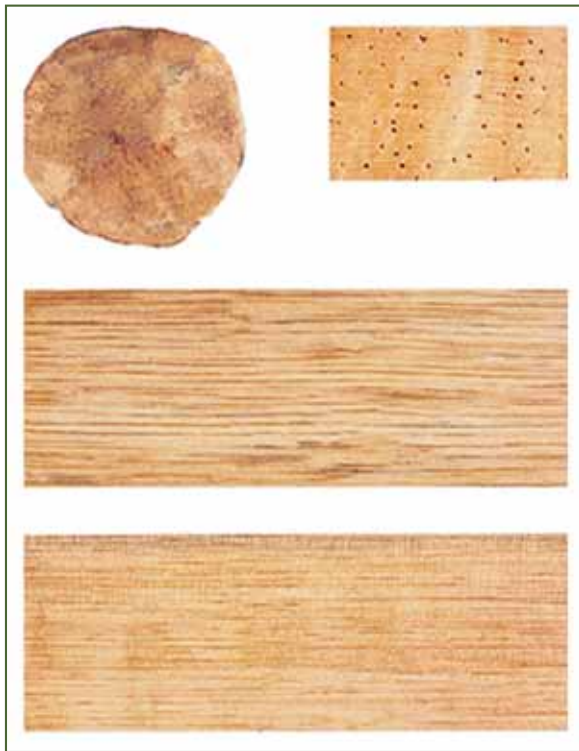
2. Cachimbo Rosado



3. Capirona



4. Higerilla Negra



5. Huamanzamana



6. Huimba Negra



7. Marupa



8. Yanchama

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ÁRBOLES ÚTILES DE LA AMAZONÍA PERUANA Y SUS USOS. Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú, Carlos Reynel, C. Flores, A. Daza. Royal Botanical Garden Edinburgh Scotland R. T. Penington - Royal Botanic Gardens KEW - United Kingdom, T.D. Penington. 2003. 532 pp.
2. ATLAS DE MADERAS DEL PERÚ. Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú - Moisés Acevedo Mallque - Universidad de Nagoya - Japón Yoji Kikata. Diciembre 1994. 202 pp.
3. ATLAS DE MADERAS TROPICALES DE AMÉRICA LATINA. Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), B.C.Y. Freezailah. Centre Technique Foriester Tropical, Francis Cailliez. Marzo 1990. 218 pp.
4. DESCRIPCIÓN GENERAL Y ANATÓMICA DE 105 MADERAS DEL GRUPO ANDINO. Junta del Acuerdo de Cartagena, PADT-REFORT, Ana María Sibille Martina. Mayo 1981. 442 pp.
5. DOCUMENTO TÉCNICO CIENTÍFICO - MANUAL DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES FORESTALES DE LA SUBREGIÓN ANDINA. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), Mario Rodríguez Rojas, Ana María Sibille Martina. Abril 1996. 291 pp.
6. ESTUDIO DE MERCADO Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS FORESTALES DEL PERÚ. Ministerio de Agricultura - Dirección General Forestal de Caza y Tierras - Universidad Nacional Agraria La Molina - Departamento de Industrias Forestales. Emilio David Barrios. Noviembre 1971. 378 pp.
7. ESTUDIO INTEGRAL DE LA MADERA PARA CONSTRUCCIÓN. Ministerio de Agricultura y Alimentación - Dirección General Forestal y de Fauna. Dirección de Investigación Forestal - Universidad Nacional Agraria La Molina - Departamento Industrias Forestales. Antonio Aróstegui V., Alberto Sato, Raúl Romero M., Raúl Párraga S. 1979. 110 pp.
8. FACTORES QUE AFECTAN LA TRABAJABILIDAD DE 105 MADERAS DE LOS BOSQUES TROPICALES DEL GRUPO ANDINO. Junta del Acuerdo de Cartagena, PADT-REFORT. Luc Ninín. 1980. 113 pp.
9. GUÍA DE FRONDOSAS ESTADOUNIDENSES. ESPECIES. American Hardwood Export Council. Washington D.C. EE.UU. 32 pp.
10. IAWA LIST OF MICROSCOPIC FEATURES FOR HARDWOOD IDENTIFICATION. International Association of Wood Anatomists at the Rijksherbarium, Bulletin n. s. 10 (3) E.A. Wheeler, Peter Baas and P.E. Gasson. Leiden - The Netherlands. 333 pp.
11. INCENTIVO AO USO DE NOVAS MADEIRAS PARA FABRICAÇÃO DE MOVES. Ministerio de Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Laboratorio de Productos Florestais, Maria Helena de Souza. Brasilia, 1988. 70 pp.
12. INFORME TÉCNICO PARA EL PROYECTO LKS. Utilización de Industrial de Nuevas Especies Forestales. Rincón Carlos. 2003. Lima.
13. INFORMACIÓN TÉCNICA PARA EL PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE 134 ESPECIES MADERABLES DE BOLIVIA. Proyecto de Apoyo a la Coordinación e Implementación del Plan de Acción Forestal para Bolivia FAO-PAFBOL (GCP/BOL/028/NET). Víctor Hugo Gutiérrez Rojas, Julio Silva Sandoval, José Arias Martínez, Luis Castello, Marcus Vinicius da Silva Alves.
14. LAS MADERAS EN COLOMBIA. Centro Colombo Canadiense de la Madera, SENA Regional Antioquia Chocó. Oscar Escobar Cardona, Jorge Ricardo Rodríguez Guzmán - Medellín, Colombia 1993.
15. MADERAS DEL PERÚ. Comisión para la Promoción de Exportaciones (Prompex), WWF, USAID, Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), Ana María Sibille Martina. Abril 2004. 80 pp.
16. MANUAL DE CLASIFICACIÓN VISUAL PARA MADERA ESTRUCTURAL. Junta del Acuerdo de Cartagena, PADT-REFORT, Ana María Sibille Martina. Mayo 1984. 80 pp.
17. MANUAL DE DISEÑO PARA MADERAS DEL GRUPO ANDINO. Junta del Acuerdo de Cartagena, PADT-REFORT. 1984. 280 pp.
18. MANUAL DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES FORESTALES DE LA SUBREGIÓN ANDINA. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), Ana María Sibille Martina. Abril 1996. 489 pp.
19. MANUAL FOR THE COMPUTER PROGRAM CONCERNING LESSER KNOWN SPECIES AND END-USE REQUERIMENTS. Department of Forestry Wageningen Agricultural University. 1991. 65 pp.
20. MÉTODOS Y ESPECIFICACIONES EMPLEADOS EN LOS ESTUDIOS TECNOLÓGICOS DE MADERAS. Ministerio de Agricultura Dirección General de Investigación. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Industrias Forestales, Antonio Aróstegui V., Víctor Gonzáles F., Rafael Lao M., Wilder Valenzuela, Alberto Sato A., Ana María Sibille M., Marzo 1975. 104 pp.
21. NORMAS TÉCNICAS
 - Normas NHLA para clasificación de madera aserrada.
 - Normas TRADAC para la clasificación de madera por grado de tensión.
 - North American Furniture Standards ACCD Furniture Standards.
 - Normas ASTM - D - 1666-64 - Ensayos de trabajabilidad.
 - Normas ISO 7984, Norma EN 847.
 - NTP 251.012:2004 MADERA. Método de determinación de contracción. 2ª edición.
 - NTP 251.018:2004 MADERA. Método de determinación de tenacidad. 2ª edición.
 - NTP 251.036:2004 MADERA. Método de extracción de clavos. 2ª edición.
 - NTP 251.085:1986 MADERAS. Determinación de la tensión paralela a las fibras.
 - NTP 251.086:2004 MADERA. Determinación de la tensión perpendicular a las fibras.
 - NTP 251.130:2004 SECADO DE LA MADERA. Terminología y definiciones 1ª edición.
 - NTP 260.004:2004 MADERA. Mobiliario escolar para centros educativos. Nivel inicial. Mesa. Requisitos.
 - NTP 260.005:2004 MADERA. Mobiliario escolar para centros educativos. Educación primaria. Mesa. Requisitos.

- NTP 260.006:2004 MADERA. Mobiliario escolar para centros educativos. Educación Secundaria. Mesa. Requisitos. 2a. edición.
 - NTP 260.007:2004 MADERA. Mobiliario escolar para centros educativos. Educación inicial. Silla. Requisitos.
 - NTP 260.008:2004 MADERA. Mobiliario escolar para centros educativos. Educación secundaria. Silla. Requisitos.
 - NTP 260.009:2004 MADERA. Mobiliario escolar para centros educativos. Educación primaria. Silla. Requisitos.
 - NTP 260.010:2003 MADERA. Mobiliario escolar para centros educativos. Clasificación.
 - NTP 260.011:2003 MADERA. Mobiliario escolar para centros educativos. Definiciones.
 - NTP 260.013:2003 MADERA. Mobiliario escolar para centros educativos. Rotulado.
 - NTP 260.014:2003 MADERA. Mobiliario escolar para centros educativos. Muestreo.
 - NTP 260.015:2003 MADERA. Mobiliario escolar para centros educativos. Requisitos.
 - NTP 260.017:2005 MADERA. Muebles. Mesas. Métodos de ensayo para determinar la estabilidad.
 - NTP 260.018:2004 MUEBLES. Sillas. Métodos de ensayo para determinar la estabilidad.
 - NTP 251.118:1991 MADERA ASERRADA. Clasificación por defectos, por rendimiento y requisitos.
 - NTP 251.114:1990 MADERA ASERRADA. Clasificación por defectos. Procedimiento.
 - NTP 251.115:1990 MADERA ASERRADA. Clasificación por rendimiento. Procedimiento.
 - NTP 251.102:1988 MADERA ASERRADA. Defectos, método de medición.
22. NUEVAS ESPECIES COMERCIALES DE AMÉRICA DEL SUR. Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), B.C.Y. Freezailah. Centre Technique Foriester Tropical, Francis Cailliez. Marzo 1990. 218 pp.
 23. PROMOCIÓN DE ESPECIES FORESTALES POCO CONOCIDAS EN APOYO A LOS PLANES DE MANEJO FORESTAL EN LA AMAZONÍA PERUANA. Informe técnico 01. WWF, Carlos Rincón La Torre, Agosto 2003. 30 pp.
 24. PROMOCIÓN DE ESPECIES FORESTALES POCO CONOCIDAS EN APOYO A LOS PLANES DE MANEJO FORESTAL EN LA AMAZONÍA PERUANA. Informe de Avance 01 Proyecto # 527-A-00-02-0013-00. Amendment. Materiales Generales S.A.C. MAGENSA. M. Aurelio de la Flor Alcántara. Dpto. Producción - Área Forestal.
 25. PROMOCIÓN DE ESPECIES FORESTALES POCO CONOCIDAS EN APOYO A LOS PLANES DE MANEJO FORESTAL EN LA AMAZONÍA PERUANA. Informe de Avance 02 Proyecto # 527-A-00-02-0013-00. Amendment. Materiales Generales S.A.C. MAGENSA. M. Aurelio de la Flor Alcántara. Dpto. Producción - Área Forestal.
 26. PROMOCIÓN DE ESPECIES FORESTALES POCO CONOCIDAS EN APOYO A LOS PLANES DE MANEJO FORESTAL EN LA AMAZONÍA PERUANA. Informe de Avance 03 Proyecto # 527-A-00-02-0013-00. Amendment. Materiales Generales S.A.C. MAGENSA. M. Aurelio de la Flor Alcántara. Dpto. Producción - Área Forestal.
 27. PROMOCIÓN DE ESPECIES FORESTALES POCO CONOCIDAS EN APOYO A LOS PLANES DE MANEJO FORESTAL EN LA AMAZONÍA PERUANA. Informe de Avance 04 Proyecto # 527-A-00-02-0013-00. Amendment. Materiales Generales S.A.C. MAGENSA.
 28. PROMOCIÓN DE ESPECIES FORESTALES POCO CONOCIDAS EN APOYO A LOS PLANES DE MANEJO FORESTAL EN LA AMAZONÍA PERUANA. Informe de Avance 05 Proyecto # 527-A-00-02-0013-00. Amendment. Materiales Generales S.A.C. MAGENSA.
 29. PROMOCIÓN DE ESPECIES FORESTALES POCO CONOCIDAS. Informe Técnico y Financiero. Primer trimestre. Partnership and Technology for Sustainability (PATs). Amy Smith. Junio 2003.
 30. PROMOCIÓN DE ESPECIES FORESTALES POCO CONOCIDAS. Informe Técnico y Financiero del Proyecto LKS. Segundo Trimestre. Partnership and Technology for Sustainability (PATs). Carlos Samanez C. Septiembre 2003.
 31. PROMOCIÓN DE ESPECIES FORESTALES POCO CONOCIDAS. Informe Técnico y Financiero del Proyecto LKS. Tercer trimestre. Partnership and Technology for Sustainability (PATs). Elvar Villavicencio. Diciembre 2003.
 32. PROMOCIÓN DE ESPECIES FORESTALES POCO CONOCIDAS. Informe Técnico y Financiero del Proyecto LKS. Cuarto trimestre. Partnership and Technology for Sustainability (PATs). Elvar Villavicencio. 04, Marzo 2004.
 33. PROMOCIÓN DE ESPECIES FORESTALES POCO CONOCIDAS. Informe Técnico y Financiero del Proyecto LKS. Quinto trimestre. Partnership and Technology for Sustainability (PATs). Elvar Villavicencio. Junio 2004.
 34. PROMOCIÓN DE ESPECIES FORESTALES POCO CONOCIDAS. Informe Técnico y Financiero del Proyecto LKS. Sexto Trimestre. Partnership and Technology for Sustainability (PATs). Elvar Villavicencio. Enero 2005.
 35. PROMOCIÓN DE ESPECIES FORESTALES POCO CONOCIDAS. Informe Técnico de las Maderas Alternativas. Ministerio de la Producción (PRODUCE) /Centro de Innovación Tecnológica de la Madera (CITEmadera). Christian Arbaiza Mendoza. Agosto 2004.
 36. RECOMENDACIONES PARA EL ASERRADO DE MADERAS TROPICALES. Laboratorio Nacional de Productos Forestales Mérida Venezuela. Luc Ninín. 1980. 20 pp.
 37. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS DE MADERAS PERUANAS. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional Forestal y de Fauna. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002, Antonio Aróstegui V. Abril 1982. 57 pp.
 38. REGLA PERUANA DE CLASIFICACIÓN DE MADERA TROPICAL ASERRADA. Instituto de Comercio Exterior del Perú J. Durand M.- Proyecto PNUD-FAO RLA/77/019. Ana María Sibille M. Junio 1987. 72 pp.
 39. SECADO Y PRESERVACION DE 105 MADERAS DEL GRUPO ANDINO. Junta del Acuerdo de Cartagena, PADT-REFORT. 1983. 151 pp.
 40. SELECTION AND INTRODUCTION OF LESSER KNOWN AND LESSER USED SPECIES FOR SPECIFIC END-USES. Final Report ITTO. Project PD 18/87. Wageningen Agricultural University. J.E. Polman & M.A. Zijp. 1990.
 41. TABLAS DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE 20 ESPECIES DEL PERÚ. Junta del Acuerdo de Cartagena, PADT - REFORT. 1984. 53 pp.
 42. UTILIZACIÓN INDUSTRIAL DE NUEVAS ESPECIES FORESTALES EN EL PERÚ. Informe para la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), Ministerio de Agricultura, Dirección General Forestal y de Fauna y Cámara Nacional Forestal (CNF). Harry Van Der Slooten, 1991. 40 pp.
 43. UTILIZACIÓN INDUSTRIAL DE NUEVAS ESPECIES FORESTALES EN EL PERÚ. Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), Instituto Nacional de Recursos Naturales (Inrena), Cámara Nacional Forestal (CNF). Enrique Toledo, Carlos Rincón. Diciembre 1996. 240 pp.

Impreso en:

Editora Argentina S.R.L

Av. Venezuela 2360 Lima 01



WWF, es una de las organizaciones independientes de conservación más grandes y con mayor experiencia en el mundo. WWF nació en 1961 y es conocida por el símbolo del Panda. Actualmente cuenta con cerca de 5 millones de miembros y una red mundial que trabaja en más de 100 países.

WWF trabaja por un planeta vivo, y su misión es detener la degradación ambiental de la Tierra y construir un futuro donde el ser humano viva en armonía con la naturaleza:

- Conservando la diversidad biológica mundial.
- Asegurando que el uso de los recursos naturales renovables sea sostenible.
- Promoviendo la reducción de la contaminación y el consumo desmedido.

WWF-Perú

Teléfono: (51-1) 440-5550

Fax: (51-1) 440-2133

Correo electrónico:

webmaster@wwfperu.org.pe

Apartado postal: 11-0205

Dirección: Trinidad Moran 853 - Lince
Lima 14 - Perú

www.wwfperu.org