



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

1

# Walders

Manual de cátedra





Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

EDITORIAL  
**CARA  
PARENS**  
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

# Manual de Cátedra 1: Madera

**indis**

Instituto de investigación y estudios superiores  
en arquitectura y diseño



**VRIP**

VICERRECTORÍA DE  
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN

674  
E746

Escobar Guillén, Gloria Carolina  
Manual de cátedra 1 : Madera. / Gloria Carolina Escobar Guillén, Gian Carlo Pereira  
Santa Cruz, Eduardo Iboy Ramírez -- Guatemala : Universidad Rafael Landívar, Editorial  
Cara Parens, 2021.

XIII, 266 páginas ; ilustraciones (Serie: Manual de Cátedra)  
ISBN de la edición digital - PDF: 978-9929-54-360-7  
ISBN de la edición digital - EPUB: 978-9929-54-361-4

1. Madera
2. Madera - Identificación
3. Conservación de la madera
4. Trabajos en madera
5. Industria de la madera
  - i. Pereira Santa Cruz, Gian Carlo
  - ii. Iboy Ramírez, Rudy Eduardo
  - iii. Universidad Rafael Landívar, Instituto de Investigación y Estudios Superiores  
en Arquitectura y Diseño (Indis)
  - iv. t.

SCDD 22

## Manual de Cátedra 1: Madera

### Serie: Manual de Cátedra



Edición, 2021

Universidad Rafael Landívar, Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis).

Universidad Rafael Landívar, Editorial Cara Parens.

Se permite la reproducción total o parcial de esta obra, siempre que se cite la fuente.

D. R. ©

Editorial Cara Parens de la Universidad Rafael Landívar  
Vista Hermosa III, Campus Central, zona 16, Edificio G, oficina 103  
Apartado postal 39-C, ciudad de Guatemala, Guatemala 01016  
PBX: (502) 2426-2626, extensiones 3158 y 3124  
Correo electrónico: caraparens@url.edu.gt  
Sitio electrónico: www.url.edu.gt

Revisión y edición por la Editorial Cara Parens.

Las opiniones expresadas en cada artículo, ensayo o documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente compartidas por la Universidad Rafael Landívar.

**Autores:**

Mgtr. Gloria Carolina Escobar Guillén  
Gian Carlo Pereira Santa Cruz  
Lcdo. Eduardo Iboy Ramírez

**Auxiliar de Investigación:**

Lcda. Melissa Chávez Santa

**Revisión de contenido:**

Mgtr. Rocío Mendoza  
Lcdo. Luis Medrano  
Lcdo. José Ramírez  
Mgtr. Douglas Ramírez  
Mgtr. Juan Pablo Szarata

**Agradecimientos a:**

Sherwin Williams de Centroamérica  
Cerrajes S. A.  
Instituto Nacional de Bosques (INAB)  
Carpintería Hernández  
Ing. Rigoberto Montalvo  
Lcdo. Oscar Muñoz  
Mgtr. Douglas Ramírez  
Mgtr. Juan Pablo Szarata  
Lcdo. Carlos Lorenzi  
Ing. Paulo Ortiz  
Marvin Rivera  
Lcdo. Harald Jenatz  
Lcdo. Juan Pablo Balcárcel

\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Alex Jones en Pexels <https://unsplash.com/photos/bBKVrH0vzB4>



# Índice

<b>PRÓLOGO</b>	<b>IX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XI</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>LA MADERA COMO MATERIA PRIMA</b>	<b>2</b>
1.1 Bosques maderables en Guatemala y su crecimiento	4
1.2 Características, aplicaciones y propiedades de la madera	7
1.3 Clasificación de maderas en Guatemala	13
1.4 Corte y troceado de la madera	22
1.5 Medición de la madera para su compra	26
Referencias	28
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>PRESERVACIÓN DE LA MADERA</b>	<b>30</b>
2.1 Humedad y secado de la madera	32
2.2 Alteraciones en el secado de la madera y su prevención	35
2.3 Tratamiento preventivo	37
2.4 Defectos más comunes en la madera	40
2.5 Patógenos que afectan la madera como materia prima	43
Referencias	53
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>DERIVADOS DE LA MADERA</b>	<b>54</b>
3.1 Tableros	56

3.2 Clasificación de tableros	58
3.2.1 Contrachapados	59
3.2.2 Enchapados	60
3.2.3 De partículas	61
3.2.4 De partícula laminado	62
3.2.5 De fibra	63
3.2.6 Alistonado	64
3.3 Selección de tableros	65
Referencias	67

## **CAPÍTULO 4**

### **TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA**

**68**

4.1 Instrumentos de trazo y medición	70
4.1.1 Lápiz de carpintero	71
4.1.2 Punzón	71
4.1.3 Cinta métrica/flexómetro	72
4.1.4 Ángulos y escuadras	72
4.1.5 Falsa escuadra	73
4.1.6 Gramil	73
4.1.7 Compás	74
4.2 Herramientas para el corte	75
4.2.1 Sierra de bastidor	76
4.2.2 Serrucho de carpintero	76
4.3 Herramientas para el cepillado	77
4.3.1 Cepillo	78
4.3.2 Bastrén	78
4.4 Herramientas para escoplear	79
4.4.1 Formón	80
4.4.2 Escoplo	80
4.4.3 Gubia	81
4.5 Instrumentos para clavar y atornillar	82
4.5.1 Clavos	83
4.5.2 Tornillos	84
4.5.3 Martillo de carpintero	85
4.5.4 Alicates y tenazas	85
4.5.5 Destornillador	86
4.6 Herramientas para barrenar y perfilar	87
4.6.1 Broca helicoidal	88
4.6.2 Avellanador	89
4.6.3 Broca plana	89
4.6.4 Broca forstner	90
4.6.5 Broca de sierra	90



4.6.6 Brocas o fresas para <i>router</i>	91
4.7 Herramientas de sujeción	93
4.7.1 Prensas	94
4.7.2 Prensa de banco	95
4.7.3 Prensas de resorte o pinzas	96
4.8 Máquinas para el corte y seccionado	97
4.8.1 Sierra de cinta	98
4.8.2 Sierra de brazo radial o tronzoadora	99
4.8.3 Sierra circular	100
4.9 Máquinas cepilladoras y regruesadoras	102
4.9.1 Cepilladora	104
4.9.2 Canteadora o regruesadora	105
4.10 Máquinas fresadoras	106
4.11 Máquinas para el taladrado o perforado	108
4.11.1 Taladro de banco	109
4.12 Máquinas lijadoras	110
4.13 Máquinas para el moldurado	113
4.13.1 Torno	114
4.14 Máquinas eléctricas portátiles	115
4.14.1 Sierra circular	116
4.14.2 Sierra caladora	116
4.14.3 Taladro o barreno	117
4.14.4 <i>Router</i> o fresadora	117
4.14.5 Lijadora de banda u orbital	118
4.15 Máquina-herramienta con control numérico computarizado (CNC)	119
4.15.1 Láser CNC	121
4.15.2 <i>Router</i> CNC	121
4.16 Seguridad dentro del taller	122
Referencias	124

## **CAPÍTULO 5**

### **UNIONES DE LA MADERA**

**126**

5.1 Conceptos técnicos de una pieza de madera	128
5.1.1 Superficie	129
5.1.2 Dimensiones	130
5.1.3 Trazado	131
5.1.4 Denominación según su escuadrilla	132
5.2 Uniones	135
5.2.1 Ensamblados oblicuos	138
5.2.2 Acoplamientos reforzados	145
5.2.3 Acoplamientos simples	149
5.2.4 Empalmes superficiales	150
Referencias	154

<b>CAPÍTULO 6</b>	
<b>HERRAJES Y ACABADOS</b>	<b>156</b>
6.1 Herrajes	158
6.1.1 Principio constructivo del Sistema 32 mm	159
6.1.2 Clasificación de herrajes	160
6.2 Acabados	168
6.2.1 Preparación de la superficie	170
6.2.2 Entintado de la madera	177
6.2.3 Sellado	178
6.2.4 Acabado final	180
6.2.5 Herramientas de aplicación	187
6.2.6 Acabados responsables con el medio ambiente	193
Referencias	196
<b>CAPÍTULO 7</b>	
<b>FABRICACIÓN DE MUEBLE AUXILIAR</b>	<b>198</b>
7.1 Diseño	200
7.2 Fabricación de mueble en melamina	204
7.2.1 Medición y trazado	205
7.2.2 Corte	207
7.2.3 Unión	210
7.2.4 Acabado	212
7.3 Fabricación de mueble en aglomerado	214
7.3.1 Modelado	215
7.3.2 Distribución de las piezas en el tablero	217
7.3.3 Corte	219
7.3.4 Preparación del aglomerado	221
7.3.5 Unión	222
7.3.6 Acabado	223
7.4 Fabricación de mueble en madera	227
7.4.1 Disposición de las piezas en el material	228
7.4.2 Corte	229
7.4.3 Preparación de la madera	231
7.4.4 Unión	232
7.4.5 Acabado	234
Referencias	237
<b>ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS</b>	<b>238</b>

# Prólogo

La apuesta institucional por la investigación formal y la proyección social en las disciplinas de la arquitectura del diseño en la Universidad Rafael Landívar (URL) se remonta al año 2000. Es en el Acta 10-2000 con fecha trece de octubre de ese año, donde el Consejo Directivo aprueba la creación del Instituto de Investigación y Proyección Social (Indis), iniciando sus labores en enero del 2001. El Instituto opera originalmente en la Facultad de Arquitectura y Diseño como una iniciativa dentro del proceso de renovación curricular para responder a la necesidad de contar con una unidad encargada del manejo de proyectos e investigación de la facultad.

Es con la creación de la Dirección de Investigación (9/11/2015) –ahora Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP)–, según resolución 38-15 de Rectoría, que se aprueba el cambio de nombre a «Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño».

Desde su génesis, el trabajo del Indis con la Vicerrectoría Académica (VRAC), específicamente con la Facultad de Ar-

quitectura y Diseño, ha consolidado un modelo para conocer mejor la forma de insertar los problemas de la sociedad a la universidad. En otras palabras, llevar la realidad a la academia, donde ha logrado la generación de conocimiento, el desarrollo de respuestas integrales y, además, la participación y acompañamiento del instituto en «investigación-acción».

El Indis desde su subprograma de Diseño Industrial (DI), apuesta por la continua interrelación de la contextualización, experiencia, reflexión, acción y evaluación -componentes del Paradigma Pedagógico Ignaciano- donde se sugiere una multitud de caminos para que la docencia y la investigación se acompañen para enfrentarse con la verdad y al sentido de la vida como una forma de educar y alcanzar la excelencia.

La innovación educativa en la academia no es solamente propiciar una mejora en los pensamientos, en la organización, en la planificación y en las prácticas pedagógicas; conlleva también un cambio en el compromiso del investigador y del catedrático.

El presente material, generado desde el Indis, pretende ser apoyo en la formación y una guía para el docente que va más allá de la cátedra, un profesional del proceso enseñanza-aprendizaje que afronta los cambios del siglo XXI hacia un papel de investigador en el aula, facilitador, tutor, asesor de los procesos de auto-aprendizaje de sus estudiantes, y no únicamente un mero transmisor y comunicador de contenidos.

Es importante, y además valorado, el esfuerzo de los académicos involucrados en el desarrollo de este documento, por lo que a todos, el más sincero agradecimiento.

Dr. Ovidio Morales<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Doctor en Diseño, Programa de Doctorado en Diseño, Universidad de Palermo, Argentina.  
Maestría en Docencia de la Educación Superior, Universidad Rafael Landívar, Guatemala.  
Maestría en Diseño Industrial, Escuela de Arquitectura y Diseño Isthmus, Panamá.  
Licenciatura en Diseño Industrial de la Universidad Rafael Landívar, Guatemala.  
Actual Director del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) de la Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

# Introducción

Mgtr. Gloria Escobar Guillén

De la gran variedad de materiales que existieron milenios atrás, la madera fue, y aún es, la más empleada debido a sus propiedades y su capacidad para ser utilizada en diferentes áreas, como: diseño, producción industrial y artesanal.

Guatemala o *Quauhtlemallan* (en náhuatl) significa tierra de árboles, pues cuenta con más del 30 % de su territorio cubierto por bosques de todo tipo; lo que ha permitido que las inversiones en actividades forestales hayan aumentado en los últimos años.

La madera es un material natural que tiene cientos de propiedades. Dado que proviene de los árboles posee distintas características que van desde el color, textura, dureza, calidad e incluso precio. La importancia de dar a conocer las cualidades del material es porque cada tipo de madera es diferente y eso hace que tenga variedad de usos y aplicaciones en todo el mundo.

La investigación sobre la madera y su transformación es de suma importancia para el campo del diseño industrial, para conocer los tipos de madera, derivados, conservación y procesos de transformación en productos terminados.

Esta publicación tiene como fin ser un referente de enseñanza, consulta y apoyo para la aplicación de los conocimientos expuestos, para estudiantes y docentes así como ser un documento de consulta para profesionales involucrados en este tema.

La industria del mobiliario en Guatemala representa uno de los mayores ingresos económicos del país. Al tomar en cuenta las exportaciones y el mercado local, como diseñadores industriales tenemos que reforzar los sectores de mayor impacto económico, para ello debemos de conocer la materia prima antes de ser utilizada en los procesos de producción. Dicha producción se ve afectada a cambios e innovaciones en aspectos como calidad, funcionalidad, precio y aplicación al mercado, todo enlazado a la madera como materia prima.

El contenido y propósito de este manual, es brindar toda la información revisada y actualizada de la madera para dar a conocer detalladamente los conceptos teóricos, procesos, herramientas, maquinaria y aplicaciones de dicho material. El contenido se divide en siete capítulos.

En el primer capítulo se encuentran las características principales de la materia prima, así como su clasificación para Guatemala y los principios básicos para corte, troceado y medición.

El segundo capítulo da a conocer los cuidados y prevenciones para el cuidado y la preservación de la madera, así como los tratamientos y los distintos agentes naturales que pueden ocasionar daños en el material.

El tercer capítulo contiene la clasificación de los tableros derivados de la madera. Muestra información básica y necesaria sobre dimensiones y características.

En el cuarto capítulo se detallan específicamente cada una de los instrumentos, herramientas y máquinas que se utilizan para transformar la madera. Contiene información completa e imágenes de referencia. También se aborda el tema de la seguridad industrial dentro de un taller.

El quinto capítulo trata los conceptos básicos de una pieza de madera (como superficie y dimensiones), así como los principios técnicos para sus uniones: ensambles, acoplamientos y empalmes.

En el sexto capítulo se abarcan los diferentes tipos de herrajes que se pueden utilizar, su clasificación y aplicación; además se muestra la variedad de acabados que una pieza de madera puede llegar a tener.

En el séptimo capítulo se lleva a la práctica los conocimientos adquiridos en los capítulos anteriores, donde se expone la fabricación del diseño de un mueble auxiliar con tres materiales diferentes: melamina, aglomerado y pino; a modo de explicación de los diferentes procesos y transformación de los materiales.

*Manual de Cátedra 1: Madera*, es el primer libro de consulta de una serie de publicaciones que tiene como objetivo ser apoyo actualizado en tema de materiales, enfocado en el campo del diseño industrial y la industria manufacturera en el país.



# CAPÍTULO 1

# LA MADERA COMO

# MATERIA PRIMA

## Al finalizar el capítulo 1:


- El estudiante identifica los conceptos de los bosques maderables, las características de la madera y sus aplicaciones.
- El estudiante reconoce la clasificación de la madera, los diversos cortes, y troceado, así como la medición comercial para su compra.



# C1



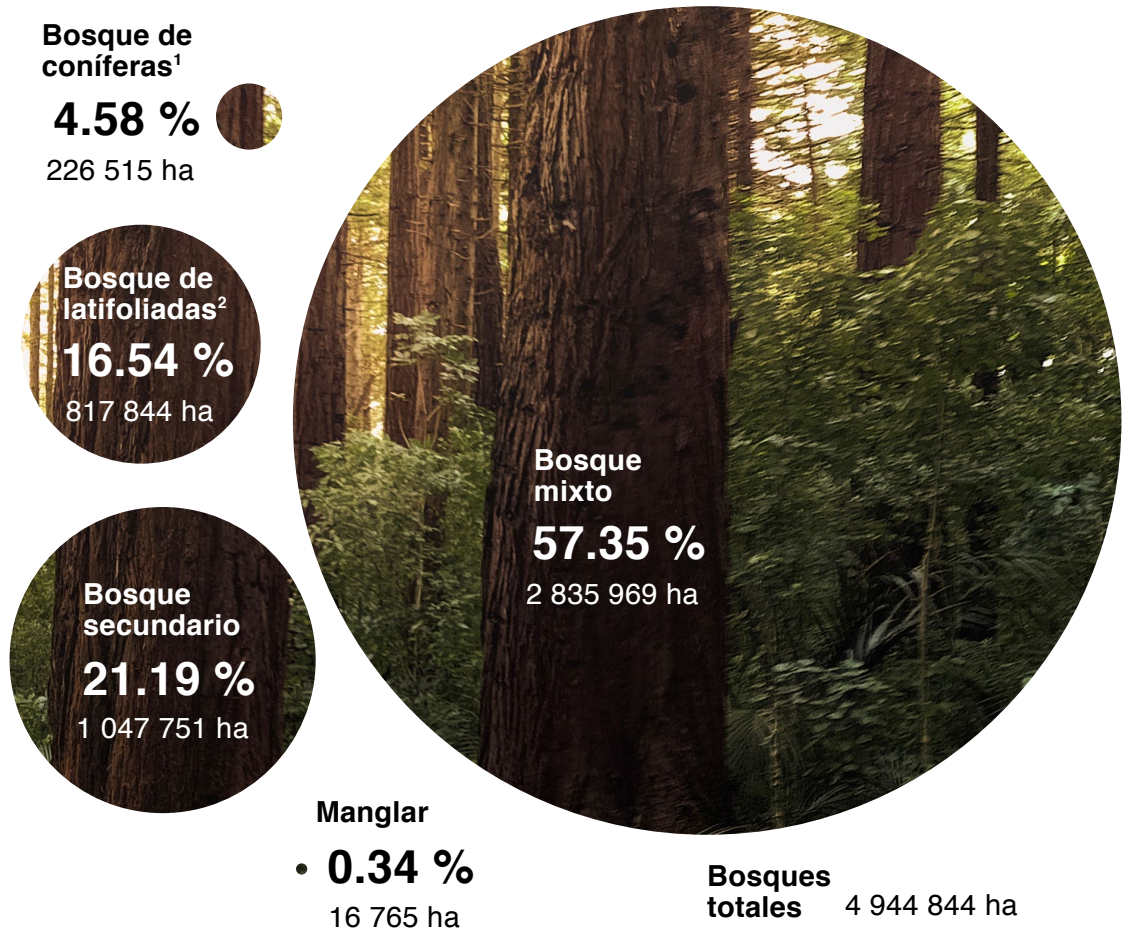
\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Chaabani Mohamed Dhia en Pexels <https://images.pexels.com/photos/281513/pexels-photo-281513.jpeg>



# BOSQUES MADERABLES EN GUATEMALA Y SU CRECIMIENTO

Guatemala es un país altamente diverso. Su posición geográfica (puente entre América del Norte y América del Sur), su variedad de alturas (0 a 4.211 msnm) y de precipitación (500 a 4000 mm anuales) y períodos geológicos, han hecho que cuente con una gran variedad de ecosistemas y por ende de especies. El país cuenta con manglares en la costa sur, con bosques secos y monte espinoso en el oriente, bosque de coníferas de altas montañas y de las planicies peteneras, la selva tropical del norte, los bosques nubosos de occidente y las Verapaces, los páramos de los volcanes y de los Cuchumatanes, los bosques mixtos (coníferas y latifoliadas) en los altiplanos del país y las sabanas peteneras, entre otros. (Melgar, 2003, p.10)

Figura 1. Cobertura por tipo de bosque en el territorio guatemalteco.



<sup>1</sup> Según el *Diccionario de la lengua española* (DLE), conífero, ra es: «dicho de un árbol o de un arbusto: Del grupo de las gimnospermas de hojas persistentes, aciculares o en forma de escamas, fruto en cono, y ramas que presentan un contorno cónico; p. ej., el ciprés, el pino o la sabina».

<sup>2</sup> Al mencionar especies de latifoliadas, quiere decir que predominantemente son especies de hoja ancha.

Guatemala cuenta con diversidad de bosques en los cuales se encuentran importantes especies de árboles y cuya madera es utilizada en diferentes áreas productivas y artesanales para mobiliario y de construcción; por mencionar algunas.

El desarrollo de la madera se da a través de los anillos de crecimiento ubicados en el interior del tronco. Las células que componen el árbol sirven de canales y son las vías por las cuales circulan los nutrientes de cada árbol. Además, estas le dan rigidez y estructura al árbol.

El tiempo promedio mundial de crecimiento de un árbol es de 80 años; mientras que en Guatemala el tiempo promedio es de tan solo 15 años. Esto le permite a las empresas obtener un retorno de su inversión más acelerado por sus actividades forestales. (Invest in Guatemala, 2014)

El crecimiento se da en los períodos vegetativos. Cada año se forman células de crecimiento que originan los anillos, y estos cada año se van ubicando alrededor del anterior. La cantidad de anillos también indica la cantidad de años que tiene un árbol.

Las capas o anillos no siempre son homogéneos, ya que dependen mucho de las condiciones climáticas. El orden y tamaño de las células que componen los árboles contribuyen a su distinción como especies, al otorgar diferentes tonalidades a cada árbol.

Así mismo las células del árbol influyen en su calidad al hacer que algunos árboles se vuelvan más visibles que otros, tanto que pueden llegar a clasificarse como decoración.

# 12

## CARACTERÍSTICAS, APLICACIONES Y PROPIEDADES DE LA MADERA

La madera es un material natural que se obtiene principalmente de los troncos de los árboles. Ha sido usada por el hombre desde la prehistoria en diversas aplicaciones dirigidas a necesidades inmediatas. La madera posee características muy particulares y especiales que varían incluso en una misma especie, según las circunstancias de crecimiento, espacio, clima y temperatura.

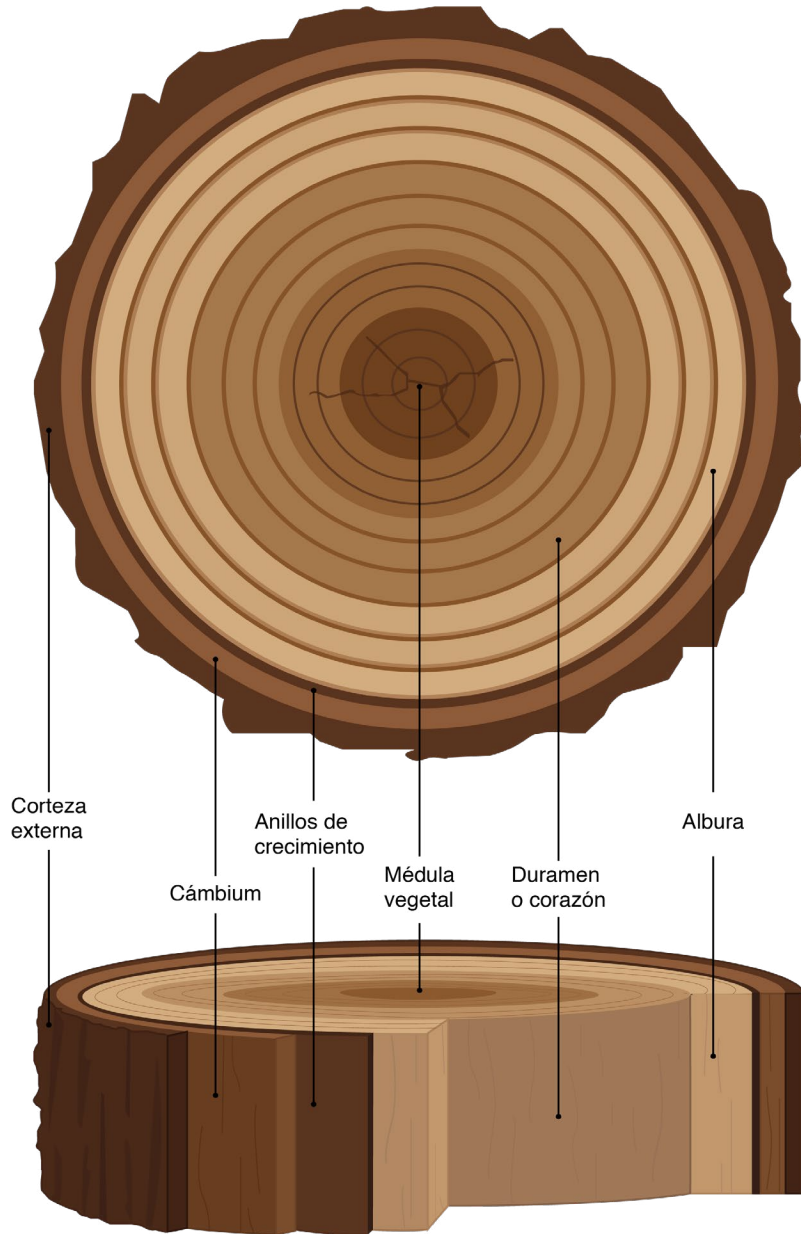
La madera está formada por tejidos celulares que conducen los líquidos que vienen desde la raíz hasta las hojas. Desde una mirada microscópica puede apreciarse la forma alargada de estas células y cómo, gracias a ellas, permiten el paso de estas sustancias. Además existen otros tipos de células en el interior del tronco, específicamente en el centro, que se dirigen hacia afuera y se encargan de distribuir los nutrientes instalados en las hojas.

La madera se caracteriza por su diversidad de propiedades. Según su especie, pueden darse en variedad de colores y texturas, flexibilidad y rigidez, entre otras propiedades.

La madera está compuesta por un tronco que, a su vez, consta de cinco estructuras internas y externas con propiedades específicas:

- **Corteza externa**  
Es la capa que envuelve el tronco de la madera. Está compuesta por células muertas que tienen la capacidad de protegerlo de agentes nocivos.
- **Cámbium**  
Esta es la capa que sigue a la corteza externa.
- **Albura**  
Es la parte de la madera más reciente (la capa más blanca) por la cual se transporta la savia.
- **Duramen o corazón**  
Es la parte de madera más consistente, se encuentra en el centro del tronco. Se caracteriza por tener células inactivas.
- **Médula vegetal**  
Es la parte central del tronco, tiene el color más oscuro y casi no tiene resistencia; por lo tanto no se usa.

Figura 2. Estructura del tronco.



En general las aplicaciones de la madera son infinitas. Además, es un material de alta demanda en todo el mundo, especialmente en la fabricación de productos y para el área de construcción, por su resistencia y propiedades. Es por lo anterior que, en este manual, se da a conocer la madera como materia prima junto a sus procesos de transformación. También se busca que se constituya en una guía para el diseño en la elaboración de productos, donde se muestren las herramientas adecuadas para la producción de los mismos con apoyo gráfico y textual.

### **a. Aplicaciones**

Entre las principales aplicaciones que la historia, el hombre y su evolución tecnológica le han otorgado a la madera, destacan:

- Fabricación de papel
- Combustible
- Mobiliario y productos para el hogar
- Construcción





La transformación de la pulpa o pasta, que se convierte en materia prima para la fabricación de papel.



El uso de la leña como combustible para alimentar el fuego.



Productos para el hogar, entre ellos para cocina, baños, habitaciones y todo tipo de mobiliario.



Aplicaciones en áreas como ingeniería, construcción y carpintería.

\* Las imágenes utilizadas en esta pantalla del capítulo, fueron obtenidas de forma gratuita para fines académicos. Fuente: (De arriba a abajo) fotografía de Digital Buggu en Pexels <https://images.pexels.com/photos/167538/pexels-photo-167538.jpeg>, fotografía de Pixabay en Pexels <https://images.pexels.com/photos/62320/fire-flame-wood-fire-brand-62320.jpeg>, fotografía de Charlotte May en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/acogedor-interior-de-salon-con-mesa-y-sillas-de-madera-5824890/>, fotografía de Pixabay en Pexels <https://images.pexels.com/photos/37827/shutters-caribbean-architecture-door-37827.jpeg>

## b. Propiedades

La madera es un material que posee una gran variedad de especies, y aunque cada una tiene sus propias características, todos los árboles se comportan de manera similar, y en general pueden hacerse las siguientes afirmaciones con base en sus propiedades:

- **Fibras**  
La madera es un material anisótropo. Roncal (2012) afirma: «Respecto a la transmisión de calor, la madera es anisótropa, ya que es mejor conductor del calor en el sentido de sus fibras, que perpendicularmente» (p.18-19).  
Los expertos en madera recomiendan cepillar la madera longitudinalmente en dirección a sus fibras, y no transversalmente; ya que es más fácil y de igual manera debe hacerse a la inversa con el aserrado.
- **Resistencia**  
Para hablar de resistencia es necesario mencionar el término fuerza. La madera está sometida a fuerzas internas y externas. Las fuerzas internas son el esfuerzo al que se ve sometida la madera y que se oponen a la fuerza exterior que se le aplica. Las fuerzas externas tienden a cambiar el tamaño o incluso la forma de un trozo de madera. En conclusión, la resistencia es igual a la fuerza deformable.
- **Flexibilidad**  
Todo esfuerzo conlleva a una deformación de una pieza de madera. La madera también es flexible, tiene la capacidad de curvarse si es sometida a la presión, al calor o la humedad. Debe tenerse en cuenta que las maderas viejas son menos flexibles que las jóvenes.
- **Dureza**  
La madera tiene dureza, un término relacionado con la densidad, pues cuanto más densidad hay, más dureza tiene la madera. Es importante hablar de la humedad en la madera, y es que cuando esta aparece el material se torna menos duro.

# 1.3

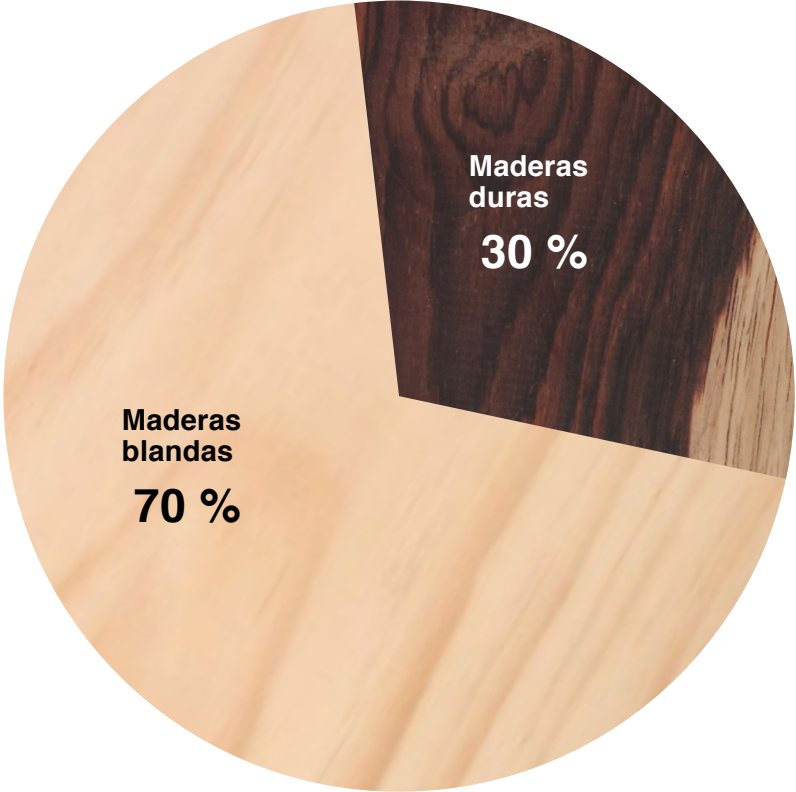
## CLASIFICACIÓN DE MADERAS EN GUATEMALA

Existe una clasificación específica de la madera según su especie, con características y propiedades determinantes en cada una.

Según Data Export (2015):

Se estima que solo el 30% de madera que se procesa en la industria forestal de Guatemala corresponde a especie latifoliada y el 70% proviene de los bosques de coníferas. De la especie latifoliada se desprenden las maderas duras y de la especie conífera las maderas blandas (p.16).

Figura 3. Madera procesada en la industria forestal de Guatemala.



Las maderas naturales se clasifican en duras y blandas:

#### **a. Maderas duras**

Las maderas duras descienden de los árboles cuyo crecimiento ha sido lento, y que por lo tanto tienden a ser más densos (especies latifoliadas), además de tener la capacidad de soportar mucho más las diversas situaciones climáticas que se puedan presentar en comparación con las maderas blandas.

Este tipo de maderas conllevan un largo tiempo de crecimiento y madurez para poder cortarse y lograr ser parte en la fabricación de productos o para emplearse en la construcción de viviendas. Otra consecuencia de su lento crecimiento es su escasez y, como resultado, su alto costo. Por su gran atractivo y calidad es usada para la talla. Algunos ejemplos de maderas duras son: caoba, chichipate, Cortez, conacaste, palo blanco, santa María, rosul y teca.

Figura 4. Ejemplo de algunas maderas duras.



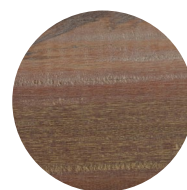
**CHICHIPATE**



**CAOBA**



**CONACASTE**



**CORTEZ**



**PALO BLANCO**



**ROSUL**



**SANTA MARÍA**



**TECA**

## b. Maderas blandas

Las maderas blandas (especies coníferas) son de bajo costo y su período de vida no es muy largo. Esta última es la gran diferencia con las maderas duras. Sus propiedades hacen que sean utilizadas para trabajos específicos, por ejemplo, mobiliario para exteriores. En este caso vale la pena mencionar el cedro rojo, ya que tiene una característica especial: cuenta con repelentes naturales que ahuyentan toda clase de insectos, plagas y hongos.

La manipulación de las maderas blandas es mucho más sencilla que la de las maderas duras, pero tiene la desventaja de producir astillas. En cuanto a acabados, algunas de estas maderas son poco atractivas y no muy veteadas, por lo que al ser utilizadas en la industria o en cualquier tipo de trabajo o producto, es recomendable barnizarlas, pintarlas o teñirlas. Para mencionar algunos ejemplos de maderas blandas están: pino, cedro y ciprés.

Figura 5. Ejemplo de algunas maderas blandas.



A continuación se presenta una clasificación de algunas de las maderas más utilizadas en Guatemala, sus propiedades, características físicas, usos comunes y una imagen de referencia para cada una de ellas.

Figura 6. Caoba, madera dura.

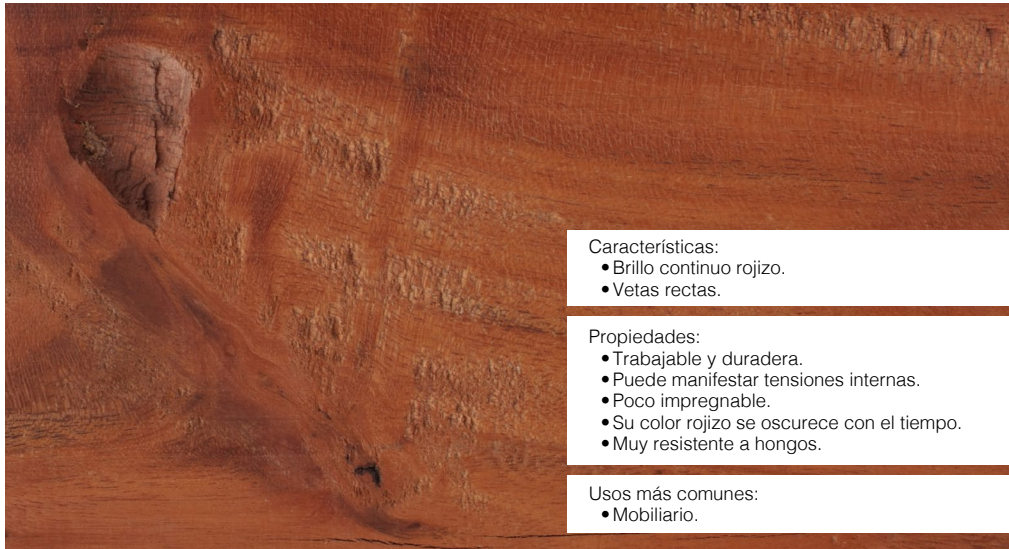


Figura 7. Chichipate, madera dura.



Figura 8. Conacaste, madera dura.

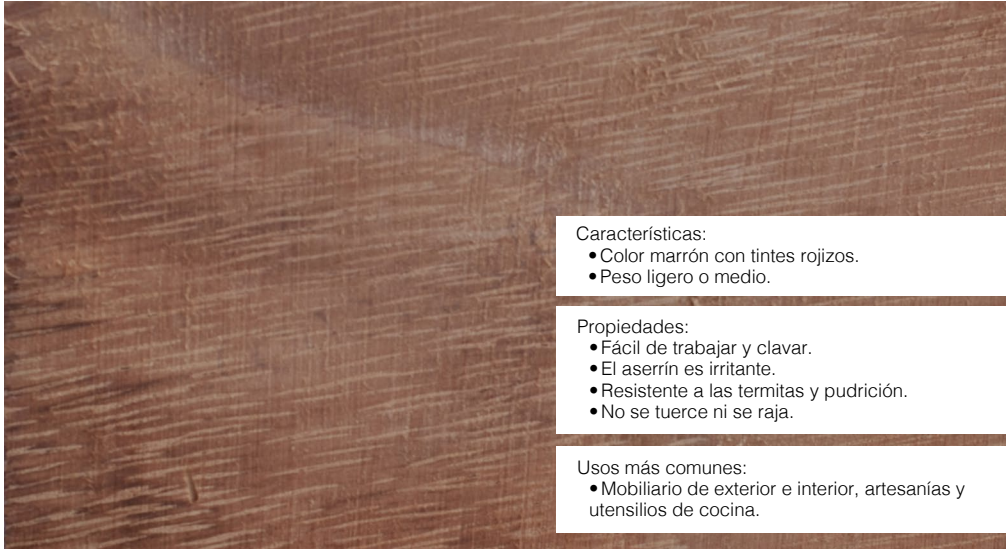


Figura 9. Cortez, madera dura.

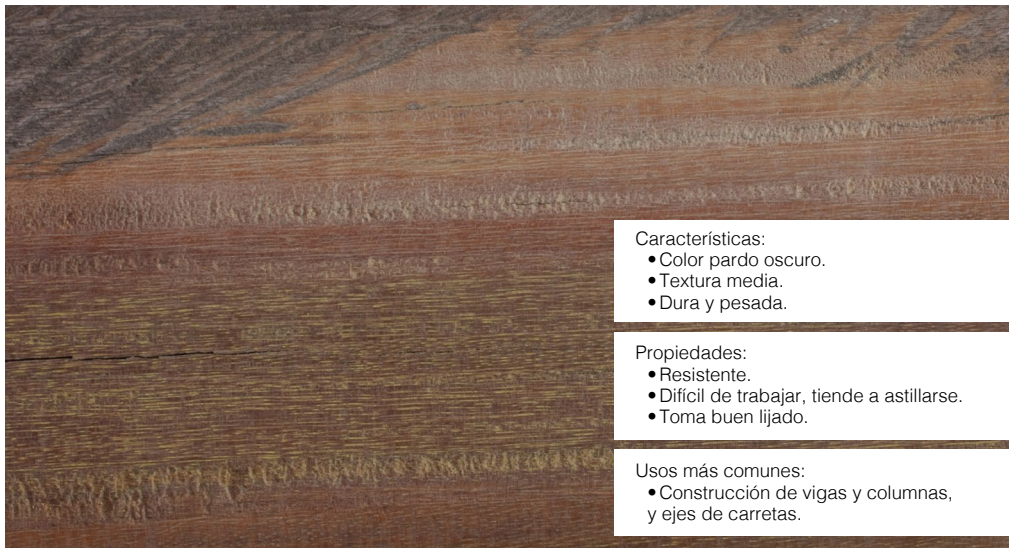




Figura 10. Palo Blanco, madera dura.



Figura 11. Rosul, madera dura.



Figura 12. Santa María, madera dura.



Figura 13. Teca, madera dura.



Figura 14. Cedro, madera blanda.



Figura 15. Pino, madera blanda.



# 1.4

## CORTE Y TROCEADO DE LA MADERA

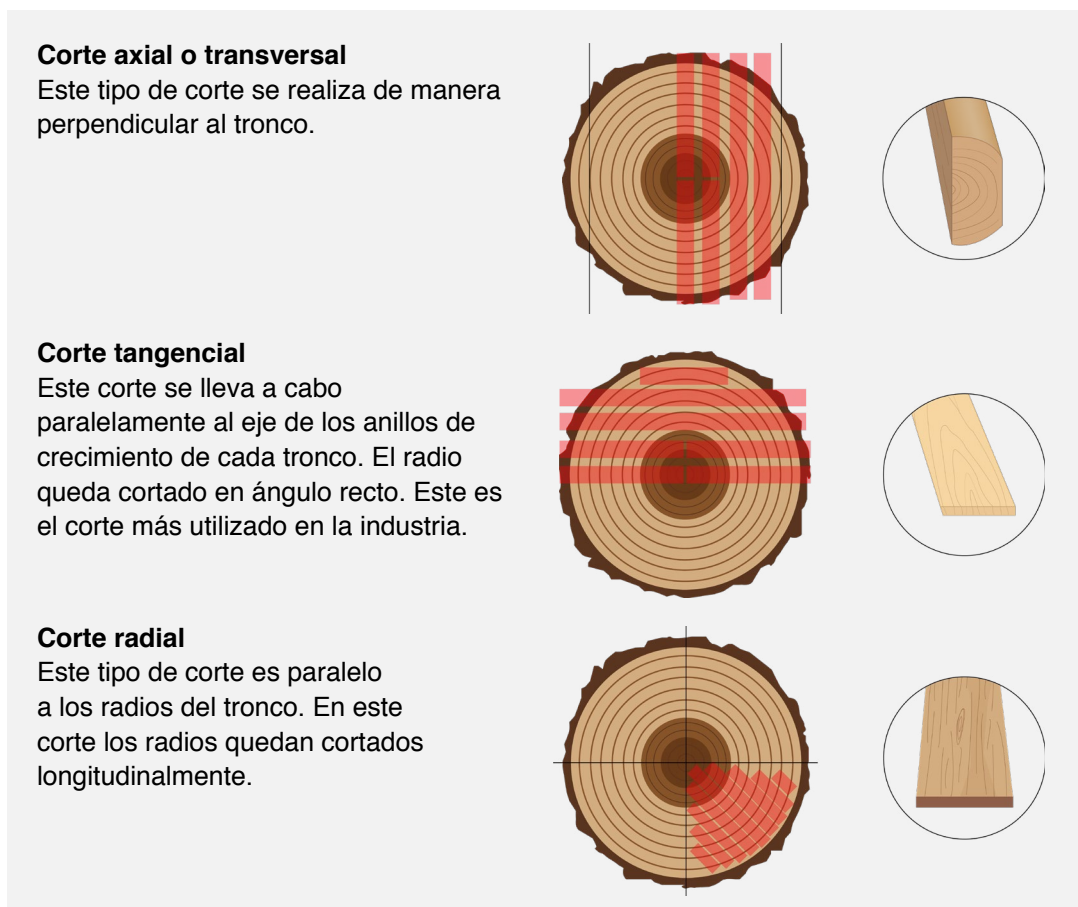
El corte es el primer paso para obtener la madera y, generalmente en los lugares donde hay presencia de estaciones, esta se corta en la época de otoño, ya que la savia no circula por el tronco del árbol y los insectos no se acercan a ella.

Una vez marcada la madera, teniendo en cuenta sus dimensiones y la madurez del tronco apropiados, se corta ya sea con motosierra o derribándolo, esto último depende mucho del tamaño del árbol. Cuando ya se han talado se les quitan las ramas y se organizan según el tamaño requerido y se llevan al aserradero.

Adicionalmente, la madera tiene una gran ventaja: es un material no perecedero, entonces es posible guardarlo aunque no sea vendido o utilizado, sin que se deteriore.

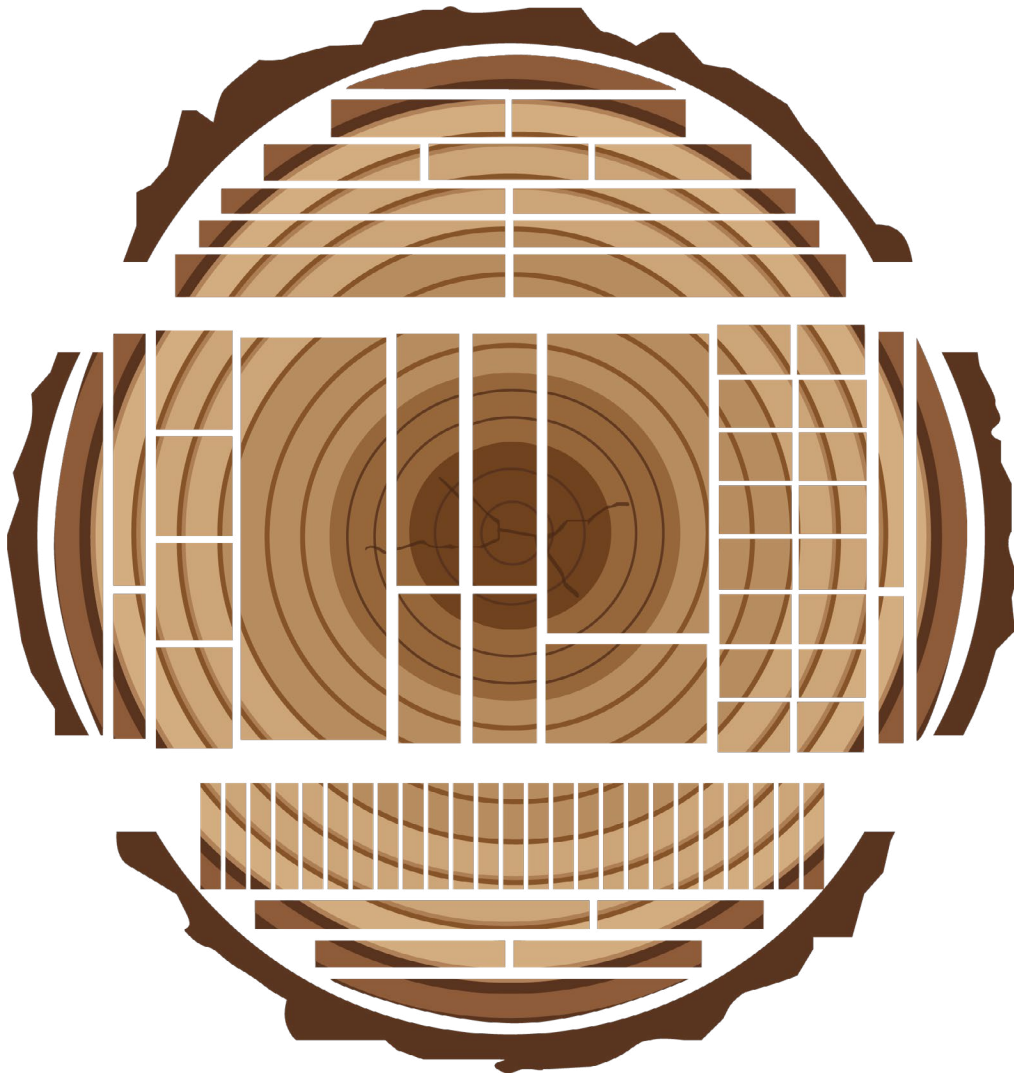
Existen tres tipos principales de corte de la madera:

Figura 16. Cortes principales de la madera.



El troceado (o despiece) es el proceso o el paso en donde se descortezaza el tronco de la madera y se divide para transformarlo en diferentes tipos de piezas: cubos, tablas o tablones, para el futuro desarrollo de un producto.

Figura 17. Despiece de cortes del tronco.



A continuación los principales tipos de corte del tronco (troceado) para la obtención de las maderas que se muestran a continuación:

Figura 18. Corte paralelo o longitudinal.

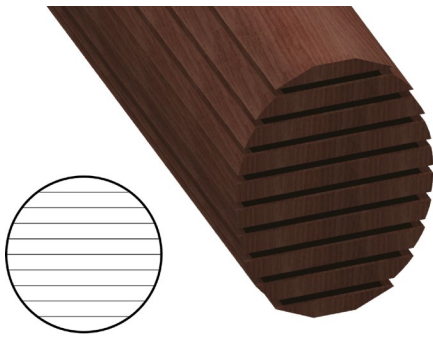


Figura 19. Corte por hilos paralelos o por escuadrón.

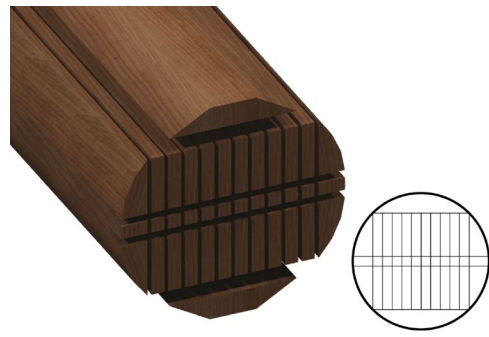


Figura 20. Corte en malla.

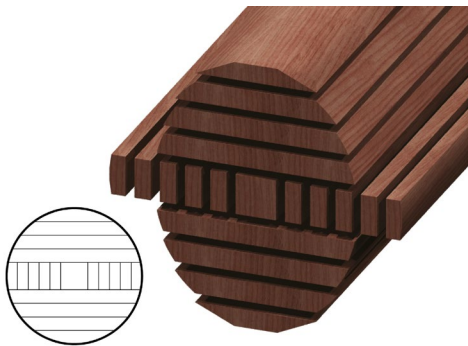
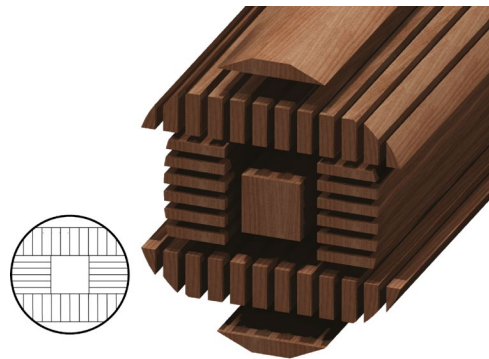


Figura 21. Corte por hilos encontrados o mixto.



The background of the entire page is a close-up photograph of a large stack of lumber. The wood is arranged in horizontal layers, showing various species and textures. Some pieces are light-colored and smooth, while others are darker, weathered, or charred. The lighting is bright, highlighting the natural grain and knots of the wood.

# 1.5

## MEDICIÓN DE LA MADERA PARA SU COMPRA

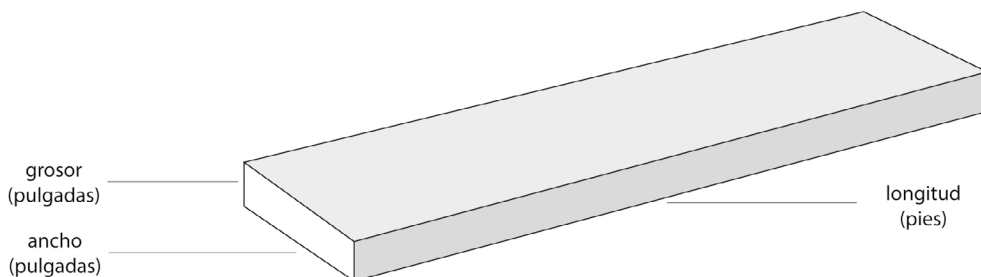
La madera maciza se mide por pie y en volumen, o sea: un pie tabla<sup>3</sup> o un pie tablar<sup>4</sup>, que equivale a 144 pulgadas cúbicas. Esto se calcula antes de ser cepillado (medida nominal o inicial), lo que es igual a 1 pie de largo por 1 pie de ancho por 1 pulgada de grosor.

<sup>3</sup> Conocido como pie tabla en Estados Unidos y Canadá.

<sup>4</sup> Conocido como pie tablar en Guatemala, en otros países de Centroamérica y en algunas regiones de México.



Figura 22. Medición del pie tablar.



Para calcular el volumen aserrado de una pieza de madera o de varias piezas, se aplica la siguiente fórmula para establecer un pie tablar:

a. Cuando el largo de la tabla está medido en pies:

$$\frac{(\text{Ancho en pulgadas} \times \text{largo en pies} \times \text{grosor en pulgadas})}{12}$$

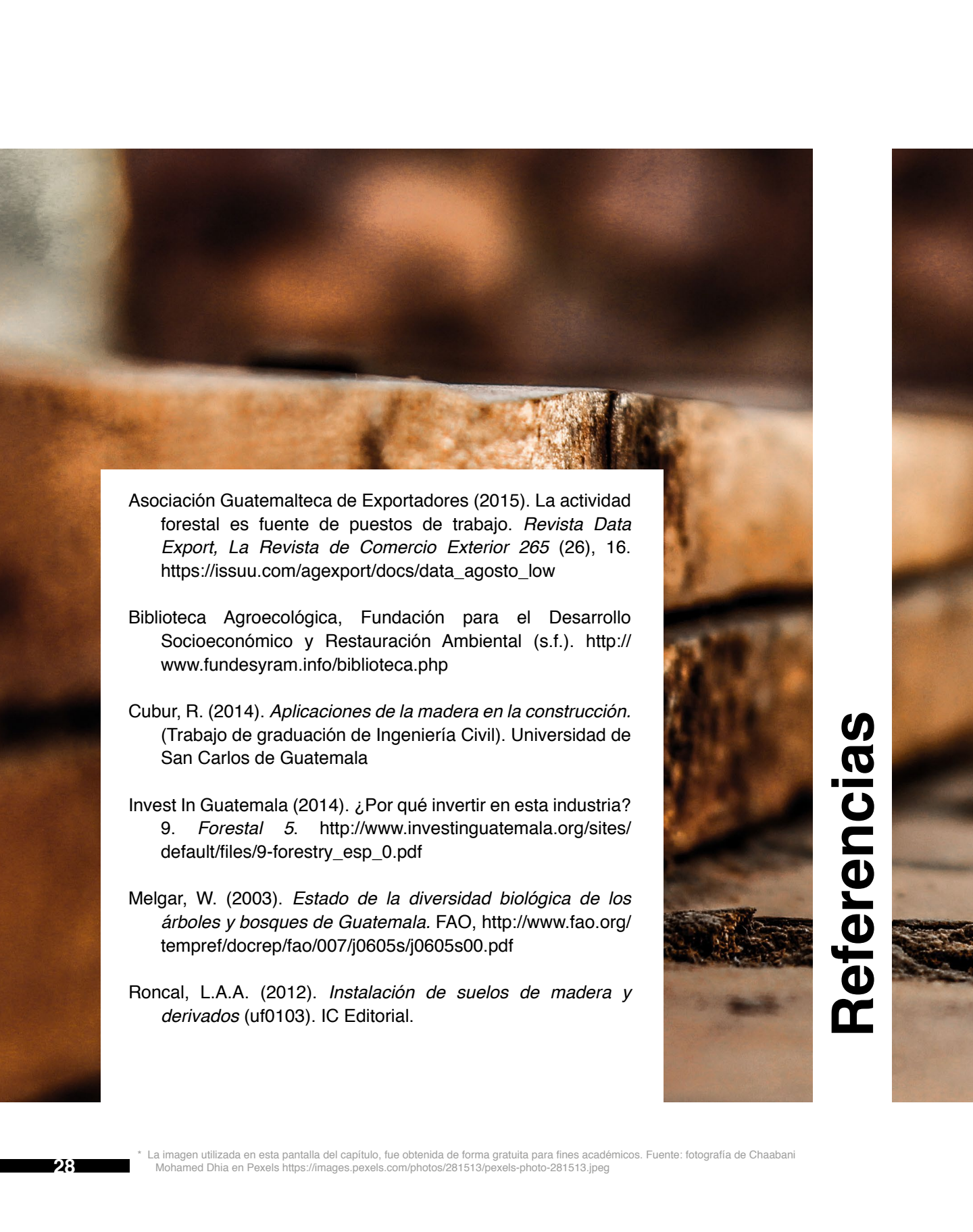
Ejemplo:

$$\frac{6'' \times 15' \times 2''}{12} = 15 \text{ pt}$$

b. Cuando el largo de la tabla está medido en pulgadas:

$$\frac{(\text{Ancho en pulgadas} \times \text{largo en pulgadas} \times \text{grosor en pulgadas})}{144}$$

Para la compra de tablones de madera se recomienda considerar el cepillado, ya que las medidas finales variarán. «Por ejemplo, una pieza de madera dura, de 2" de ancho será de 1 ¾" después de cepillarse. El pie cuadrado debe calcularse al grosor de 2» (Cubur, 2004, p.41).



Asociación Guatemalteca de Exportadores (2015). La actividad forestal es fuente de puestos de trabajo. *Revista Data Export, La Revista de Comercio Exterior* 265 (26), 16. [https://issuu.com/agexport/docs/data\\_agosto\\_low](https://issuu.com/agexport/docs/data_agosto_low)

Biblioteca Agroecológica, Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental (s.f.). <http://www.fundesyam.info/biblioteca.php>

Cubur, R. (2014). *Aplicaciones de la madera en la construcción*. (Trabajo de graduación de Ingeniería Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala

Invest In Guatemala (2014). ¿Por qué invertir en esta industria? 9. *Forestal* 5. [http://www.investinguatemala.org/sites/default/files/9-forestry\\_esp\\_0.pdf](http://www.investinguatemala.org/sites/default/files/9-forestry_esp_0.pdf)

Melgar, W. (2003). *Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques de Guatemala*. FAO, <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/007/j0605s/j0605s00.pdf>

Roncal, L.A.A. (2012). *Instalación de suelos de madera y derivados* (uf0103). IC Editorial.

## Referencias



# CAPÍTULO 2

## PRESERVACIÓN DE LA MADERA

### Al finalizar el capítulo 2:

- El estudiante comprende los procesos de secado de la madera, así como las alteraciones durante el mismo y su prevención.
- El estudiante reconoce los defectos más comunes en la madera, como también los agentes que la atacan.

La madera es un material orgánico susceptible a sufrir degradaciones biológicas, por ello es necesario asociar el comportamiento de los agentes bióticos<sup>1</sup> en la madera para tomar precauciones especiales en su uso. Es importante conocer las características de durabilidad y vida útil.

Antes de utilizar tablas o tablones de madera es importante retirar la humedad de los mismos, para que su proceso de transformación sea más exacto y eficiente. Secar la madera, además, proporcionará durabilidad y mejores acabados en el producto final.

<sup>1</sup> Según el *Diccionario de la lengua española* (DLE) «característico de los seres vivos o que se refiere a ellos».

\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Lukas en Pexels <https://images.pexels.com/photos/915984/pexels-photo-915984.jpeg>

# C2



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Lukas en Pexels <https://images.pexels.com/photos/915984/pexels-photo-915984.jpeg>

# 2.1

## HUMEDAD Y SECADO DE LA MADERA

El nivel de humedad presente en la madera es un factor de mucha importancia en la selección y transformación de este material. La aplicación de un secado correcto puede incidir directamente en la calidad y el acabado de los productos.

La madera recién derribada y recién cortada contiene según sea su clase, lugar y edad del árbol un porcentaje de agua, de más del 50%. Por lo general es mayor en la madera de árboles frondosos que en la de coníferos... El agua que se encuentra en la madera se designa humedad de la madera y se expresa como porcentaje de la masa de la madera completamente seca, del denominado peso de secado al horno. (Nutsch, 1996, p. 72)

El secado es un factor que influye en la calidad de la madera, ya que cierto porcentaje de humedad es necesario para tener un ajuste equilibrado de su contenido. Con esto también se aumenta su resistencia, se disminuye el peso y la protege de ataques de hongos. Por esta razón, se deben tener en cuenta los siguientes procesos de secado:

### **2.1.1. SECADO NATURAL**

También llamado secado al aire libre. Es un tipo de secado que no requiere de tecnología, ya que la madera se seca a temperatura ambiente en un espacio abierto y ventilado.

Para realizar este tipo de secado se ubican pilas de madera sin tocar el suelo, dejando espacio suficiente entre ellas para permitir que el aire circule. Deben tener una protección adecuada tanto del sol como de la lluvia. El tiempo de secado varía según el tipo de madera (meses hasta años). Este es un proceso lento y no muy rentable para los aserraderos, quienes buscan óptimos tiempos de producción para agilizar el trabajo.

La humedad final obtenida en este tipo de secado es de aproximadamente 13 %. Se debe poner especial atención al exponer la madera a la intemperie por el posible ataque de insectos u hongos.



### **2.1.2. SECADO ARTIFICIAL**

Se le llama secado artificial al procedimiento de eliminar el agua existente en la madera por medio de máquinas, artefactos o instalaciones especiales con altas temperaturas, humedad o ventilación. Con el secado artificial se elimina la humedad de la madera, se minimizan los defectos y se reduce el tiempo de secado.

Existen varios tipos de secado artificial, entre ellos se encuentran:

- **Secado al vacío**  
Es el proceso más eficaz, pues toma menos tiempo y tiene ciertos beneficios sobre la madera, tales como la disminución de grietas y la reducción de posibles cambios de color. El secado al vacío a bajas temperaturas puede ser un factor influyente en la mejora de la calidad de la madera.
- **Secado por vaporización en autoclave**  
La madera se ubica a centímetros del suelo en un contenedor para recibir una nube de humo de entre 80 °C y 100 °C de temperatura. En este proceso la madera pierde el 25 % de su humedad. Este proceso de secado, aunque es muy eficaz, es de alto costo.

### **2.1.3. SECADO MIXTO**

En este proceso se utilizan los dos tipos de secado antes mencionados, primero se realiza el secado natural y después se pasa al secado artificial para retirar o disminuir la humedad según sea necesario. Generalmente se utiliza este tipo de secado para reducir costos, debido a que el secado artificial implica altos costos energéticos, que pueden ser compensados con una primera fase de secado natural.



# 2.2

## ALTERACIONES EN EL SECADO DE LA MADERA Y SU PREVENCIÓN

Se denomina «defecto de secado» a todo factor que genere un cambio o deterioro en el aspecto físico de la madera y sus propiedades. Existen varios defectos atribuidos al secado que pueden variar según las circunstancias en las que se encuentre. Por ello hay un declive en los precios de la misma.



- Defectos por contracciones del material  
La madera posee diferencias en el nivel de humedad respecto a sus capas exteriores e interiores, pues en el momento del secado ocurre que las fibras de la superficie llevan a una tensión de la madera y el interior se ve sometido a un esfuerzo de compresión, además genera un esfuerzo al disminuir su volumen, llamado tracción.

Por esta razón, cuando se refiere a los defectos por contracciones, se está hablando de deformaciones y separaciones en la madera.

- Endurecimiento superficial  
Son distorsiones dadas durante el proceso de secado por la tensión que sufre la madera cuando las capas exteriores quedan sometidas a compresión, y por la tracción que sobrellevan las capas interiores.
- Grietas capilares  
Estas fracturas se dan cuando los esfuerzos a los que es sometida la madera, en el proceso de secado, superan la resistencia de la misma. Además, el hecho de no llevar a cabo un proceso de vaporización que aplaque las tensiones, es también un factor determinante en la aparición de este defecto.

Figura 23. Vista del canto del arqueamiento en madera de cedro.



# 2.3

## TRATAMIENTO PREVENTIVO

La madera es un material biológico expuesto al ataque de organismos o agentes que afectan directamente su calidad y su estado natural. Es en la etapa después del secado, en la que se recomienda inmunizar o proteger la madera para evitar estos ataques, y sobre todo para que el producto a fabricar tenga un mayor tiempo de vida.



La aplicación de los productos protectores de la madera, puede ser a través de:

- Pintado
- Rociado (aspersión)
- Inmersión
- Impregnación
- Pulverización

Para la protección de la madera, es recomendado el uso de:

- Insecticidas  
Estos productos protegen la madera de los insectos que se alimentan de ella, además de esto, algunos comprueban la efectividad hasta eliminar larvas y huevos.
- Fungicidas  
Son protectores contra hongos que impiden su crecimiento a través de propiedades tóxicas. Deben ser usados con precaución para evitar efectos perjudiciales en la salud de quien lo aplica, en el ambiente y en la madera misma. Estos pueden ser aplicados por revestimiento, rociado o pulverizado.
- Ignífugos (retardadores de fuego)  
Reducen el nivel de combustión de la madera al impedir el paso del oxígeno. Los ignífugos pueden clasificarse en cuatro tipos:
  1. Productos aplicados por el método de autoclave.
  2. Productos que se mezclan con los adhesivos utilizados para la fabricación de tableros derivados de la madera.
  3. Pinturas y barnices.
  4. Otros productos.
- Protectores de la luz  
Protegen la madera a través de pinturas especiales con propiedades pigmentadas que preservan las vetas del material.

Algunas recomendaciones a tomar en cuenta al aplicar tratamientos de protección a la madera son:

1. La madera debe encontrarse a una distancia prudente del suelo.
2. Debe haber ventilación para su aplicación.
3. Debe proveerse de capas de contención impermeables para evitar que la madera absorba humedad.
4. En la elección del tipo de tratamiento a aplicar debe tenerse en cuenta: el porcentaje de humedad en la madera, su durabilidad natural, la reacción al tratamiento y evaluar si este realmente es el adecuado para el tipo de madera que se utiliza.
5. El operario que aplique el tratamiento debe estar lo suficientemente informado del proceso que va a emplear.

# 2.4

## DEFECTOS MÁS COMUNES EN LA MADERA

Existen algunos defectos principales que influyen en la calidad de la madera y que pueden presentarse en el inicio de la vida del árbol en el bosque, hasta incluso posterior a su transformación en producto.



Entre los defectos más comunes se encuentran:

- Los nudos.
- Las grietas y rajaduras.
- Otros defectos en la estructura.

### 2.4.1 NUDOS

#### Características:

- Reducen la resistencia de la madera.
- Dificultan el proceso de transformación de la madera.
- Modifican el aspecto externo del producto.
- En ocasiones, los nudos desarrollan una configuración formal muy interesante sobre la madera, donde algunos diseñadores la utilizan a favor.

Figura 24. Distintas muestras de nudos en la madera.

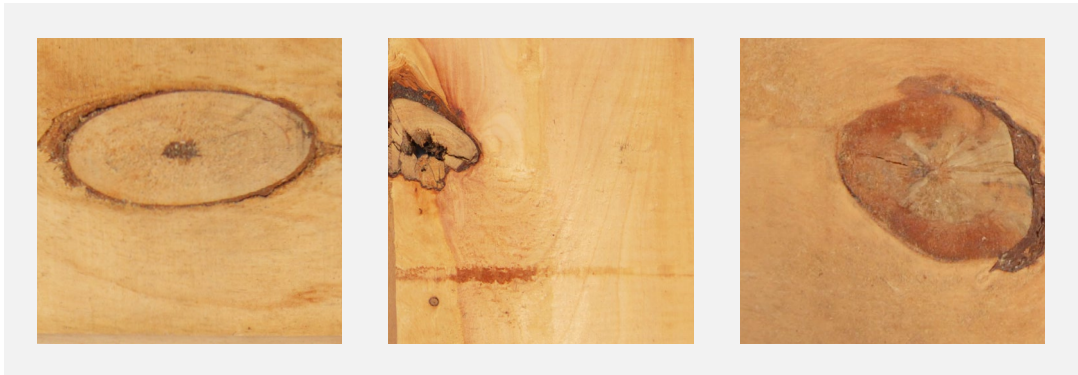


Figura 25. Agujero dejado por nudo muerto en la madera.





## 2.4.2 LAS GRIETAS Y RAJADURAS

- Una rajadura es la separación de las fibras de los anillos de crecimiento. A veces puede estar solo en la cara de la madera o también en la parte inferior de la madera.
- Son causadas por las tensiones en la madera.
- Reducen la resistencia de la madera.
- Se manifiestan en la madera en diversas orientaciones y tamaños.
- Pueden presentarse en el árbol aún en el bosque, durante la tala, en el transporte, en el aserrado o en el secado.
- Una grieta puede ir paralelamente a los anillos de crecimiento sin que atraviese toda la madera; a diferencia de una hendidura que es una grieta que atraviesa la madera de extremo a extremo.

Figura 26. Rajadura en la madera.



## 2.4.3. OTROS DEFECTOS EN LA ESTRUCTURA

- Arqueamientos
- Inclinación de las fibras
- Remolinos
- Retorcimientos
- Madera presionada
- Lesión externa del árbol



# 2.5

## PATÓGENOS QUE AFECTAN LA MADERA COMO MATERIA PRIMA<sup>2</sup>

En el bosque y plantaciones existen diversas plagas forestales, principalmente ocasionadas por insectos y hongos que pueden afectar a los árboles en un mayor o menor grado. Estos patógenos pueden ser trasladados del bosque (dentro de las trozas) hacia la industria forestal para su transformación. Cuando existe un daño visible en la troza se reduce el valor comercial<sup>3</sup> en el mercado, pero esto queda a criterio del diseñador o carpintero porque existen diferentes percepciones sobre la madera «sana» con presencia de perforaciones producidas por larvas o insectos adultos de algunos coleópteros; ya que algunos consideran que los daños pueden brindar una apariencia rústica o antigua. Es posible disimular algunas de ellas durante la fase de acabado con la aplicación de sellantes, barnices, laca y pintura.

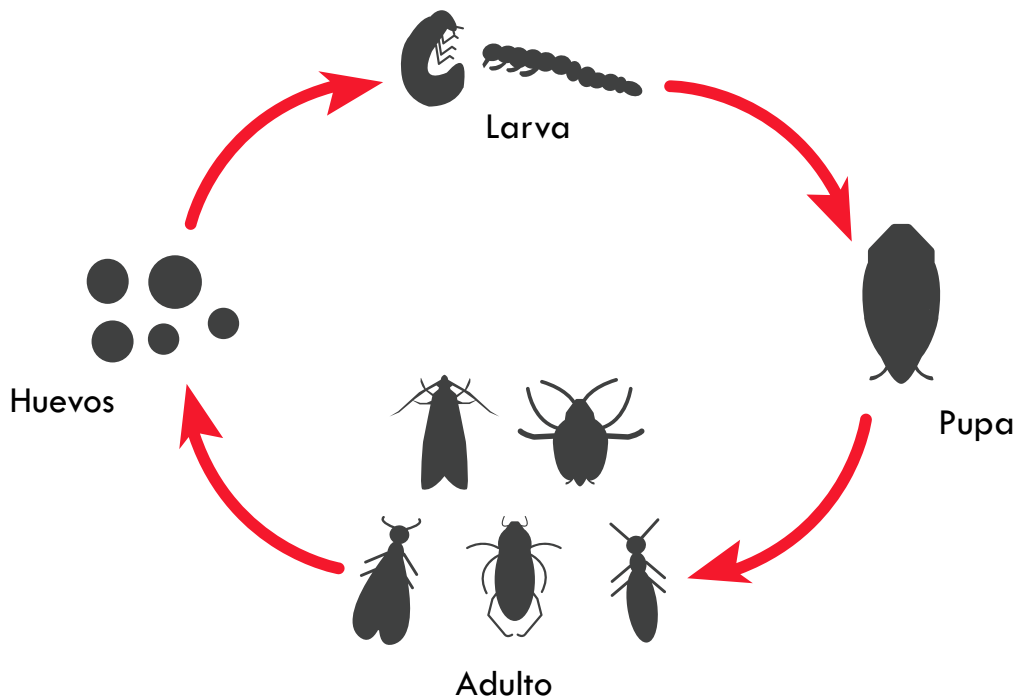
<sup>2</sup> En este apartado se contó con la información, redacción y fotografías del ingeniero Paulo Ortiz, jefe del Departamento de Protección Forestal del Instituto Nacional de Bosques (INAB).

<sup>3</sup> Como por ejemplo el producto forestal proveniente de licencias de saneamiento o planes sanitarios autorizados por INAB o el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap) por el ataque del gorgojo del pino.

## 2.5.1 INSECTOS

Es importante conocer el ciclo de vida de los insectos que atacan la madera debido a que en algunos casos, como por ejemplo la carcoma fina, su fase de alimentación de la madera es cuando es una larva, pero por otro lado, las termitas realizan el mayor daño cuando son insectos adultos. En el caso de descortezadores y otros escolítidos afectan en estado larvario y adulto.

Figura 27. Diagrama del ciclo de vida de los insectos que atacan la madera: coleópteros, isópteros, anópidos y líctidos.



A continuación se describen algunos insectos que atacan la madera aserrada en la industria forestal de Guatemala:

Cuadro 1. Insectos que atacan la madera en Guatemala.

Orden	Familia	Género	Nombre común
Coleóptera	<i>Scolitydae</i>	Ips spp	Insectos labradores
Coleóptera	<i>Curculionidae</i>	Xileborus	Insectos perforadores «brocas»
Coleóptera	<i>Curculionidae</i>	Pityophthorus	Insectos perforadores «brocas»
Isóptera	<i>Rhinotermitidae</i>	Varias especies	Termitas, comején

### Insectos labradores

- Orden: Coléoptera
- Familia: *Scolitydae*
- Género: Ips spp

Figura 28. Adulto de Ips spp



### Características:

Estas especies se consideran plagas secundarias en bosque natural, pero primarias en la industria. Se asocian y son competidores con especies de descortezadores del género *Dendroctonus* spp. Estos barrenan el floema, se conocen como «esculpidores», pues al construir sus galerías afectan gran parte de la superficie del xilema<sup>4</sup>, reduciendo la calidad de la madera.

- Los insectos adultos miden entre 2.1 mm y 5.9 mm. Su cuerpo puede ser de color amarillento, café oscuro o casi negro.
- La principal característica de este género es el declive elitral<sup>5</sup> cóncavo, con 3 a 6 espinas en cada uno de sus lados.
- Las larvas son blanquecinas.

<sup>4</sup> De acuerdo al *Diccionario de la lengua española* (DLE), Xilema es: «Tejido leñoso de las plantas vasculares, que transporta principalmente agua y minerales de una parte a otra de estos organismos».

<sup>5</sup> Alas anteriores modificadas por endurecimiento.

### Insectos perforadores «brocas»

- Orden: Coléoptera
- Familia: *Curculionidae*
- Género: *Xyleborus*

Figura 29. Adulto de *Xyleborus* spp.



#### Características:

Las especies de esta familia pertenecen al grupo de los denominados escarabajos de ambrosia, caracterizados porque los adultos y las larvas se alimentan de hongos presentes en las galerías. También son portadores y transmisores del hongo que provoca el azulado de la madera (*Ceratocystis* spp).

- Los insectos hembra adultos miden de 2 a 3.3 mm de longitud y son de color café rojizo. Los machos miden 1.8 mm.
- Infestan trozas en campo y aserraderos

### Insectos perforadores «brocas»

- Orden: Coléoptera
- Familia: *Curculionidae*
- Género: *Pityophthorus*

Figura 30. Adulto de *Pityophthorus* spp.



#### Características:

Los insectos adultos casi siempre presentan mechones de pelo en la frente, el pronoto alargado cubre la cabeza, hacen galerías rectas y perpendiculares al fuste del árbol. Se les asocia por contribuir en la muerte de árboles infestados por otros descortezadores más agresivos como los *Dendroctonus* spp e *Ips* spp.

- Los insectos adultos miden de 0.8 a 3.2 mm de longitud y son color café oscuro.
- Causan la muerte de árboles jóvenes.

### Termitas, comején

- Orden: Isóptera
- Familia: *Rhinotermitidae*
- Género: varias especies

#### Características:

Provocan degradación de la madera, afectan el duramen de árboles vivos, madera en contacto con el suelo, madera de construcción, madera no tratada. Los termiteros están hechos por una mezcla de tierra y excremento, algunas especies viven dentro de los árboles y otras especies forman termiteros externos, viven en colonias y están organizadas por castas: obreras, soldados y reproductores.

- Los insectos adultos en promedio miden de 4 a 5 mm de longitud, y su color varía de acuerdo a las castas, pero de forma general tienen el cuerpo blanquecino, amarillento y blando.
- Existen tres tipos: las que atacan la madera seca, la madera húmeda y las subterráneas (las más comunes).
- Las termitas obreras se alimentan de celulosa y son las que realizan los daños en la madera, son de color blanco, se esconden en la tierra, y no salen a la luz.
- Atacan muebles de coníferas e incluso libros. El aserrín no es visible en el exterior.
- Tapan los orificios con una mezcla de saliva y excremento.

Figura 31. Adulto de termita.



Figura 32. Daño producido por termita.





Otros insectos que se alimentan de la madera y generan daños en la misma:

### **Carcoma fina**

- Familia: *Anóbidos*

#### **Características:**

- Las larvas subsisten en madera suficientemente húmeda.
- Se alimentan de la celulosa.
- Atacan todo tipo de madera.
- Los adultos son de color marrón, pardo o negro.
- Miden de 2 a 4 mm.
- Sus larvas son blanquecinas.
- Los orificios dejados en la madera miden de 1 a 5 mm.
- El aserrín que producen es menos fino que el que genera la polilla.

Figura 33. Daño causado por carcoma.



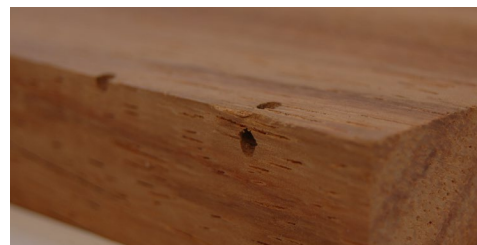
### **Polillas**

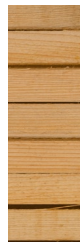
- Familia: *Líctidos*

#### **Características:**

- Se alimentan de almidón, principalmente de la albura de la madera con humedad del 6 %.
- Ataca las maderas duras: roble, nogal, fresno, olmo, y en ocasiones el bambú.
- Los adultos son de color marrón y de tamaño pequeño, de 2 a 7 mm.
- Los orificios dejados en la madera miden 2 mm.
- El aserrín que producen es fino y de color claro.

Figura 34. Daño causado en la madera por una polilla.





## 2.5.2 HONGOS

La madera se compone principalmente de lignina, celulosa y hemicelulosa, sustancias que atraen a los hongos y que manchan la parte externa de la madera. En el apartado anterior se indicó que los insectos descortezadores son portadores de hongos que provocan el manchado interno y otros provocan la pudrición. Al desarrollarse estos hongos, pueden ocasionar alteraciones importantes en las características físicas y químicas de la madera cuando esta permanece sin tratamientos químicos para su almacenaje.

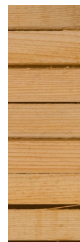
Los hongos pueden ser identificados según el color de su pudrición, así como por la forma en la cual pudren la madera. Una clasificación de hongos muy peligrosos para la madera son los hongos xilófagos<sup>6</sup>, que se dividen en dos grupos: hongos cromógenos y hongos de pudrición.

<sup>6</sup> También conocidos como hongos de pudrición.

Cuadro 2. Hongos Xilófagos.

HONGOS XILÓFAGOS		
Atacan madera a temperatura entre 3 °C a 40 °C, óptima de 25 °C.		Atacan madera con humedad entre 20 % a 100 %. La humedad óptima para atacar es de 40 %.
Hongos de pudrición		Hongos cromógenos
Se alimentan de la pared celular de la madera. Son hongos vivos que se encuentran en los árboles en pie, en los bosques y plantaciones. Afectan la resistencia de la madera, son destructivos.		Se alimentan de células vivas. En la madera afectada ocurre un cambio de coloración: azulado. No afecta la resistencia de la madera.
Pudrición blanca	Pudrición marrón	Ophiostoma sp
La madera se rompe en fibras. También llamada «pudrición fibrosa». El hongo causante de la pudrición blanca remueve la lignina y la celulosa de la madera, la cual es afectada perdiendo su color característico, volviéndose fibrosa y partiéndose con facilidad.	Se alimentan de celulosa que posee un color oscuro. La madera se rompe en cubos o paralelepípedos. También llamada «pudrición cúbica». Este tipo de pudrición causa pérdidas en las propiedades y en la estructura de la madera, lo cual genera roturas drásticas. Los hongos remueven selectivamente la celulosa y hemicelulosa, lo que produce un tono rojizo en la madera.	Mancha azul de la madera, hongos manchadores de albura.

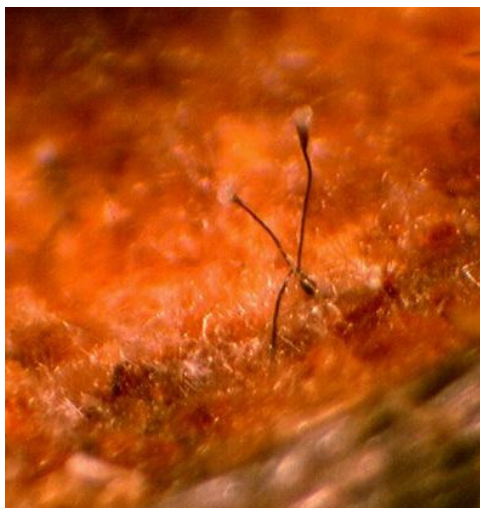




**Hongos cromógenos (*Ophiostoma* sp [mancha azul de la madera, hongos manchadores de albura]):**

Los hongos manchadores de albura pertenecen a grupos distintos y son numerosos, se consideran como los más importantes los géneros: *ophiostoma* (*ophiostomatales*, *ophiostomataceae*) junto con todos sus amorfos, *ceratocystis* (*microascales*, *ceratocystidaceae*). Las alteraciones más importantes de la madera recién cortada son aquellas producidas por hongos, dentro de estas se encuentran los manchados.

Figura 35. Hongo cromógeno en el árbol.



Los cromógenos son los hongos causantes de la mancha azul, que se propagan con facilidad en la albura de maderas blandas. Es frecuente su desarrollo en la madera preservada de pino, siendo la más empleada en Guatemala. La mancha azul produce una decoloración provocando pérdidas en precio y rechazo de embarques en madera aserrada. Para poder desarrollarse, los hongos necesitan un sustrato (la madera) con condiciones de temperatura y humedad apropiadas, siendo las óptimas para su crecimiento entre 24 °C y 35 °C, con humedades de la madera entre 18 % y 140 %. Una manera de prevenir el azulado es mantener la madera por debajo de los valores de humedad que requieren los hongos para su desarrollo, esto se logra por aplicación de técnicas de secado controlados.

La mancha azul de la albura suele presentarse en la madera frescamente cortada, en la madera incorrectamente almacenada (por lo que es importante manejar el secado y estibación de los productos), durante el transporte, y en la madera trabajada. Esta mancha puede afectar también la madera de árboles en pie, como resultado de la infección llevada bajo la corteza por coleópteros.



En la mayor parte de los casos, los manchados fungosos de la madera afectan solo a la albura, produciendo daños mínimos, los que pueden ser eliminados al momento de su empleo o pueden mantenerse en aquellos casos donde el aspecto no es de importancia debido a que se aplicará un acabado a la pieza. Los manchados constituyen alteraciones realmente graves cuando se producen en especies que no presentan diferenciación marcada y perfecta entre la albura y el duramen. El color azulado o negro azulado característico de la mancha no es el color que toma la madera misma, sino es el resultado de la difracción de la luz sobre los filamentos del hongo responsable.

Figura 36. Coloración azul producida por el hongo cromógeno en la madera aserrada.



Anticimex (s.f.). *Las plagas de la madera son un problema común*.  
<https://www.anticimex.com/es-ES/plagas-de-la-madera/>

Botanical online (s.f.). *Insectos que comen madera. Los insectos xilófagos*. <https://www.botanical-online.com/animales/insectos-xilofagos.htm>

Cibrian, D. (1995). *Insectos Forestales de México*. Universidad Autónoma de Chapingo, Conafort-Semarnat.

Cibrian, D., Alvarado, D. y García, S. (2007). *Enfermedades Forestales de México*. Universidad Autónoma de Chapingo, Conafort-Semarnat.

Integral de Plagas S. L. (s.f.). *Líctidos*. <http://integraldeplagas.es/index.php/servicios/tratamientos-de-la-madera/lictidos>

Jackson, A. y Day, D. (1993). *Manual completo: De la madera, la carpintería y la ebanistería*. Ediciones el Prado.

Nutsch, W. (1996). *Tecnología de la madera y del mueble*. Editorial Reverté.

Peraza, S. (2015). *Protección preventiva frente a los agentes xilófagos*. [https://www.cscae.com/area\\_tecnica/aitim/enlaces/documentos/AITIM\\_Proteccion\\_preventiva\\_madera\\_ARQ\\_17.02.2015.pdf](https://www.cscae.com/area_tecnica/aitim/enlaces/documentos/AITIM_Proteccion_preventiva_madera_ARQ_17.02.2015.pdf)

Roa, Y. (s.f.). *Dos grupos principales de insectos que atacan la madera*. <http://agronomaster.com/insectos-que-atacan-la-madera/>

Símbolo calidad (2014). *Patologías de la madera y su tratamiento*. <http://blog.simbolocalidad.com/patologias-madera-tratamiento>

Tratamiento de maderas (2014). *Biología de Xilófagos. Anóbidos-carcoma común*. <http://www.tratamientodemaderas.es/blog/anobidos-carcoma-comun/>

# Referencias

# CAPÍTULO 3

## DERIVADOS DE LA MADERA

### Al finalizar el capítulo 3:

- El estudiante identifica las características de los tableros derivados de la madera y sus aplicaciones.
- El estudiante reconoce la clasificación de los derivados y sus propiedades, así como la presentación comercial para su compra.

Los derivados de la madera no se obtienen propiamente de sus cortes, pero sí de los residuos o las técnicamente llamadas virutas, fibras y láminas de diversas especies de madera.

De la madera manufacturada o derivados de la madera se pueden mencionar tres categorías o tipos: aglomerados, tableros de fibras y contrachapados.

\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Toño en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/madera-3016397/>

# C3



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Toño en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/madera-3016397/>

# 3.1

## TABLEROS

Los tableros se desarrollaron para contrarrestar la inestabilidad y la falta de consistencia inherentes a la madera maciza, así como para permitir la cobertura de superficies mucho mayores con componentes estables y uniformes[...] El tamaño estándar de una plancha es de 1.220 x 2.440 mm, pero se pueden encargar tamaños más grandes o más pequeños (Lawson, 2013, p.196).



Pascual (2013) define los tableros como:

Se entiende por tablero todo panel elaborado con materiales derivados de la madera, donde predomina la longitud y la anchura sobre el espesor. Es un producto relativamente nuevo, tiene gran aceptación, sobre todo en la industria del mueble y decoración, y ha resuelto muy eficazmente los problemas de recubrimiento de grandes superficies, que con madera maciza es difícil y caro de conseguir. Se utiliza tanto en mobiliario y carpintería como en aplicaciones estructurales. (p.18)

Los tableros se pueden fabricar con partículas, fibras, cortezas u otra materia prima en forma de tallos, obteniendo tableros:

- Contrachapados
- Enchapados
- De aglomerado o partículas
- Laminados
- De fibra
- Alistonados (de madera maciza)

Los tableros se comercializan comúnmente en planchas o paneles de 4 x 8 o 6 x 8 pies.

# 3.2

## CLASIFICACIÓN DE TABLEROS



### 3.2.1 CONTRACHAPADOS

Producto: **Plywood**

Características:

- Tableros estables que no se deforman o quiebran con facilidad.
- Empleado en fabricación de muebles.
- En mobiliario el gasto de material y mano de obra son bajos frente a la madera maciza.
- Es comúnmente fabricado con madera de abedul, pero también se usan maderas duras tropicales y de climas templados.
- El interior del tablero está construido mediante chapas impares de grosores variados, por lo general colocadas perpendicularmente en dirección a la fibra.
- El encolámiento de las chapas es con pagamento fenólico, resistente al agua.
- Las chapas se clasifican por la calidad del acabado en la chapa exterior. La AA es la clasificación más alta, y la DD es la de mayores defectos y nudos. En un mismo tablero se pueden combinar dos calidades, como por ejemplo A-B o B-BB.

**Dimensiones: 4 x 8 pies (1.22 x 2.44 m)**

**Espesores: De 3/16" a 1"**

Figura 37. Cantos del plywood.



Figura 38. Plywood de pino.



Figura 39. Plywood sangre



### 3.2.2 ENCHAPADOS

Producto: **Tablero enchapado**

Características:

- Tablero aglomerado con chapas de madera natural adheridas en ambas caras.
- Estas chapas de madera natural están encoladas en ambas caras del tablero con adhesivo urea-formaldehído, posteriormente se pasa a presión por una prensa caliente (55 a 100 °C).
- Se puede aplicar acabado de tinte o barniz en las chapas.
- Los cantos se pueden cubrir con tapacanto o moldura.
- Esta opción de tablero permite tener acabados de madera maciza a bajo costo.
- El espesor de las chapas de madera usualmente es de 1mm o menos.

**Dimensiones: 4 x 8 pies (1.22 x 2.44 m)**

**Espesores: De 3/16" a 1"**

Figura 40. Tablero enchapado.



### 3.2.3 DE PARTÍCULAS

- Producto:
- **Aglomerado ureico**
  - **Aglomerado de melamina urea formaldehído (MUF)**
  - **De fibras orientadas (OSB siglas en inglés de oriented strand board)**

Características de los tableros de partícula:

- Estos tableros se obtienen de la compresión con adhesivos de virutas de madera de distintos tamaños.
- En la compresión se pueden usar maderas blandas, maderas duras y residuos de desechos de madera.
- Es un tablero más económico que el contrachapado, pero más débil.

Características de los tableros de aglomerado ureico:

- El tablero de aglomerado ureico (adherido con resina urea-formaldehído) está compuesto por capas; dos de partículas finas en su superficie y una de partículas gruesas en la parte central.
- La presentación del tablero es en acabado natural, cortado y pulido.
- Se recomienda su uso para espacios interiores no expuestos a la humedad, ya que una vez absorbida la humedad es imposible que recupere su estado original.
- Es aconsejable utilizar pintura o acabados sin diluir.

Características de los tableros de aglomerado de melamina urea formaldehído (MUF):

- Es un tablero de virutas de madera pegado con resina melamínica.
- Resistente a la humedad y al exterior.
- Ligeramente de color verde para diferenciarlo.

Características de los tableros OSB:

- Se usan para dejar vistas las fibras del tablero debido a su atractivo. Pensados para usar en diseño interiores y en arquitectura, menos recomendado para mobiliario.

**Dimensiones: 4 x 8 pies (1.22 x 2.44 m)**

**Espesores: De 1/8" a 1"**

Figura 41. Aglomerado ureico.

Figura 43. Aglomerado MUF.

Figura 45. Tablero OSB.

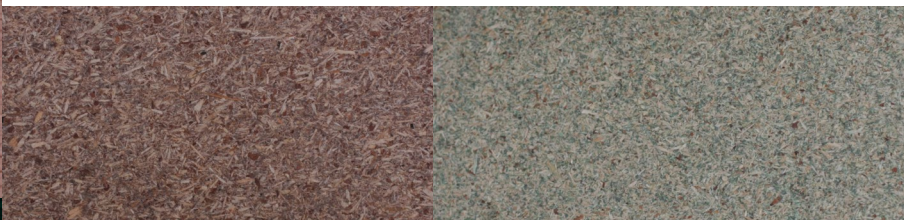


Figura 42. Canto de aglomerado ureico.

Figura 44. Canto de aglomerado MUF.



### 3.2.4 DE PARTÍCULA LAMINADO

- Producto:
- Tablero melamínico
  - Tablero laminado con fórmica

#### Características tablero melamínico:

- Tablero aglomerado (ureico o MUF) recubierto en ambas caras con papel melamínico.
- Tablero con superficie lisa, resistente y decorativa.
- Los cantos se recubren con tapacanto de pvc, moldura o laminado melamínico.
- Se pueden encontrar distintos acabados melamínicos, como de apariencia de madera, colores lisos, y texturizados.
- Los espesores de melamina son de 0.2 milímetros, se aconseja especial cuidado para su manipulación.
- El recubrimiento de melamina brinda resistencia a la corrosión y al desgaste del uso.
- Las aplicaciones más comunes son en mobiliario de oficina, gabinetes de cocina, muebles para baño y puertas.

#### Características tablero laminado con fórmica:

- El tablero laminado de alta presión high pressure laminates (HPL), se conoce como fórmica y posee más grosor que la melamina. Es usado para superficies de trabajo por ser más robusto y resistente.
- Estos tableros son más resistentes al calor, la humedad, los golpes y el desgaste.
- Gracias a su proceso de fabricación se convierte en un material unificado, debido a la aplicación de calor y presión, que hace que las capas se transformen y se vuelva más rígido.
- Se pueden obtener distintos acabados decorativos y texturizados.

**Dimensiones: 4 x 8 pies (1.22 x 2.44 m),  
6 x 8 pies (1.83 x 2.44 m).**

**Espesores: De 3/16" a 1"**

Figura 46. Tableros con melaminas de colores.



Figura 47. Tablero con melamina cherry.



### 3.2.5 DE FIBRA

- Producto:
- **Medium density fiberboards (MDF)**
  - **High density fireboards (HDF)**

#### Características:

- Tablero formado por fibras de madera, aglutinadas en seco con adhesivos urea-formaldehído.
- Los tableros MDF (densidad media) o HDF (densidad alta) son prensados con inyección de calor y convertido en paneles o planchas.
- El MDF se recomienda para utilizar en ambientes secos.
- El HDF se puede utilizar en ambientes húmedos.
- Su superficie es lisa y homogénea. Esto lo hace excelente para aplicar pintura.
- Los cantos pueden absorber más pintura por lo que se debe preparar con el lijado adecuado.
- El tablero se permite moldurar, curvar, fresar, entre otros.
- Es recomendable el uso de tornillos rectos y tarugos, también tener especial cuidado en el encaje para no ejercer demasiada presión y ocasionar daño en la pieza.

**Dimensiones: 4 x 8 pies (1.22 x 2.44 m)**

**Espesores: 5/8", 3/4", 1/2", 1"**

Figura 48. Superficie de MDF.



Figura 49. Canto de MDF.



### 3.2.6 ALISTONADO

Producto:      • **Finger Joint**  
                     • **Butt Joint**

Características:

- Tableros de madera natural que unen la versatilidad de un tablero con las cualidades de la madera maciza.
- La unión de las piezas puede ser encolada con láminas empalmadas, uniones dentadas o piezas enterizas.
- Se pueden encontrar usualmente tableros alistonados de pino y de madera maple tropical.
- Su uso es muy común en mobiliario, debido a sus características físicas y estéticas.

**Dimensiones: 4 x 8 pies (1.22 x 2.44 m)**

**Espesores: 5/8", 3/4", 1/2", 1"**

Figura 50. Cantos de Butt Joint.

Figura 51. Superficie de Finger Joint.



# 3.3

## SELECCIÓN DE TABLEROS

A continuación se presenta una tabla-guía con las características más relevantes de cada tablero, que orienta en la toma de decisiones para la compra de un derivado de madera.



Cuadro 3. Tableros derivados de madera en Guatemala.

	resistencia		uso		superficie		otros
	aporte estructural	a la humedad	interiores	exteriores	lisa	irregular y rugosa	
<b>Contrachapados</b>	alto	baja	*		*		bajo
	medio	baja	*		*		bajo
<b>Enchapados</b>	medio	baja	*		*		medio
<b>De partículas</b>	medio	baja	*		*		medio
	medio	alta		*		*	medio
	alto	media	*			*	medio
<b>De partícula laminado</b>	bajo	baja	*		*	*	alto
	alto	media	*		*	*	alto
<b>De fibra</b>	alto	baja	*		*		alto
	medio	baja		*	*		alto
<b>Alistonado</b>	alto	media	*		*		medio
	alto	media	*		*		medio





Lawson, S. (2013). *Diseño de muebles*. Blume.

Pascual, J. (2013). *Mecanizado de madera y derivados (MF0162\_1)*. IC Editorial.

# Referencias

# CAPÍTULO 4

## TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA

### Al finalizar el capítulo 4:

- El estudiante identifica los instrumentos, herramientas y máquinas para la transformación de la madera y sus derivados.
- El estudiante comprende el funcionamiento de las herramientas y máquinas en el taller de madera.
- El estudiante aplica las reglas de seguridad dentro del taller.

Antes de la Revolución industrial, las herramientas eran totalmente manuales. Las primeras máquinas que se crearon fueron a vapor, después vino la electricidad y, a partir de ese momento, se puede hablar de distintas generaciones en las máquinas. (Pascual, 2013)

En el proceso de transformación de la madera es necesario tener en cuenta un determinado conjunto de herramientas e insumos claves para la fabricación de productos.

Requisito fundamental es seguir las normas de seguridad pertinentes en cada taller que trabaje con madera.

\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Thijs van der Weide en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/fotografia-de-black-power-tool-1094770/>

# C4



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Thijs van der Weide en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/fotografia-de-black-power-tool-1094770/>

# 4.1

## INSTRUMENTOS DE TRAZO Y MEDICIÓN



Los instrumentos de trazo y medición nos permiten crear marcas en las piezas de madera, además de poder trazar guías y obtener precisión en la toma de medidas para lograr un trabajo de alta calidad.

#### 4.1.1 LÁPIZ DE CARPINTERO

Utensilio para escribir o dibujar sobre una superficie de madera, posee una mina cilíndrica de grafito en el interior que sobresale por uno de los extremos.

Este tipo de lápiz tiene dos características principales: su forma ovalada le impide rodar y su mina es fuerte.

Figura 52. Lápiz de carpintero.



Figura 53. Punzón.



#### 4.1.2 PUNZÓN

Herramienta de acero utilizada para el trazado.

De forma cilíndrica con un extremo de punta afilada que al presionar sobre una superficie de madera realiza pequeños agujeros.





Figura 54. Flexómetro.



### 4.1.3 CINTA MÉTRICA / FLEXÓMETRO

Existen muchos tipos de metros, pero en el área del trabajo, en madera específicamente, se ha incrementado el uso del flexómetro. Se trata de una cinta que puede enrollarse, es graduable y se adapta al objeto o superficie que se quiere medir, es ligero y muy práctico.

### 4.1.4 ÁNGULOS Y ESCUADRAS

Las escuadras o ángulos constan de un tope y un brazo que entre sí forman un ángulo de 90°. Son instrumentos que se utilizan para comprobar los ángulos de las piezas de madera, para ello se coloca la reglilla sobre la superficie de madera para trazar la guía, y el tope de la escuadra sobre el canto de madera.

Figura 55. Escuadra de carpintería.

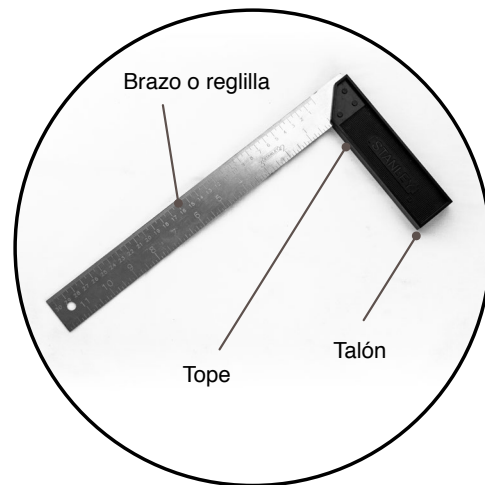
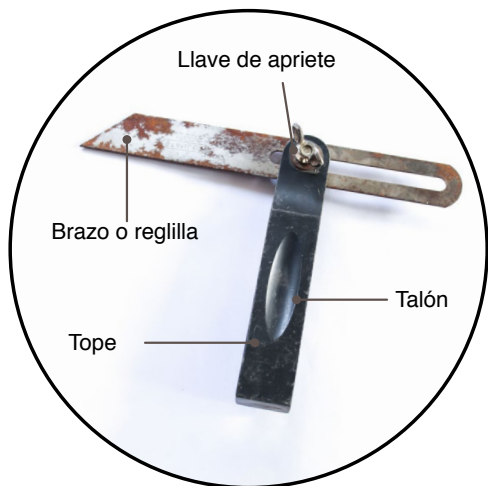


Figura 56. Falsa escuadra.



#### 4.1.5 FALSA ESCUADRA

Este instrumento es similar a la escuadra, con la diferencia que este posee el brazo móvil para verificar y trazar ángulos en las piezas de madera.

Es útil para trazar y comprobar biseles e ingletes. El tope se coloca sobre el canto<sup>1</sup> y la reglilla es la que se utiliza para trazar o comprobar ángulos.



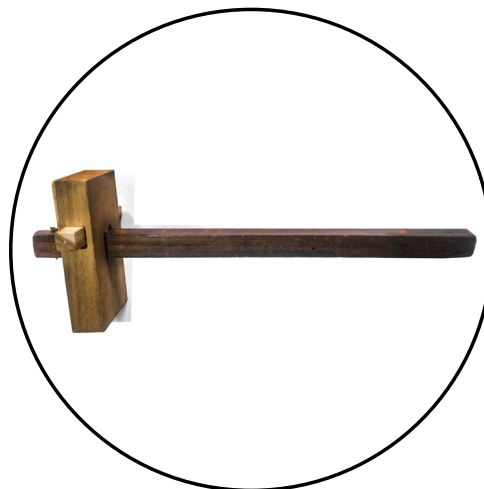
#### 4.1.6 GRAMIL

Instrumento que se utiliza para el trazado de líneas paralelas de alta precisión en los bordes de las piezas de madera.

Existen tres tipos de gramiles:

- De trazado: con un punzón o portalápiz.
- De corte: con una cuchilla.
- De mortaja o doble punta: con doble punzón, uno fijo y uno corredizo para el ajuste en el marcado.

Figura 57. Gramil doble punta.



<sup>1</sup> Cortes oblicuos en el borde de una superficie.



#### 4.1.7 COMPÁS

Instrumento utilizado para hacer trazos en círculo, en arcos o elipses. «Para esto se utiliza el compás de puntas, el compás de madera, el compás de varas y el compás de elipses» (Nutsch, 2001, p. 237).

Figura 58. Compás de puntas.





# 4.2

## HERRAMIENTAS PARA EL CORTE



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Ksenia Chernaya en Pexels en Pexels <https://www.pexels.com/photo/crop-man-sawing-wooden-plank-at-home-5691605/>



#### 4.2.1 SIERRA DE BASTIDOR

Es una herramienta de corte manual de alta precisión; entre ellas están las de ballesta, de latín, de contornear, de tronzar y de arco. La ventaja de estas sierras es que se puede cambiar la hoja de corte.

Figura 60. Sierra de arco ajustable.



Figura 59. Sierra de arco para tronzar.



#### 4.2.2 SERRUCHO DE CARPINTERO

Es una herramienta de corte que consta de un mango de plástico o de madera, y una superficie metálica dentada con la cual se realiza el corte.

El serrucho de carpintero se utiliza principalmente para cortar piezas grandes. Sus dientes de corte son grandes y por el tipo de ángulo de corte que poseen, trabajan a empuje.

Figura 61. Serrucho de carpintero.



# 4.3

## HERRAMIENTAS PARA EL CEPILLADO





### 4.3.1 CEPILLO

«Los cepillos más importantes en carpintería son el garlopín, el cepillo doble, el de desbastar, el de afinar, el de desbastar (DIN 7310), el de diente y el de guillame sencillo o doble» (Nutsch, 2011, p. 245).

Es una herramienta compuesta por tres partes principales: la caja, la cuchilla y el sujetador. La longitud total de la herramienta es de 20 a 25 cm.

Figura 62. Cepillo para desbastar.



Figura 63. Bastrén.



### 4.3.2 BASTRÉN


Esta herramienta cumple casi la misma función que el cepillo de desbastar, pero más compleja en su manipulación debido a la forma de su base.

También llamado cepillo rascador, este posee una cuchilla recta que se puede desmontar para cambiar en caso de desgaste. Los bastrenes son herramientas especializadas para trabajar bordes contorneados.

Este instrumento sirve para arrancar viruta, especialmente para eliminar irregularidades en el segmento a trabajar. Posterior a la aplicación de esta herramienta, se aconseja lavar y lijar la pieza de madera.

# 4.4

## HERRAMIENTAS PARA ESCOPLEAR:



«Se entiende por escoplear el entallar o separar y dado el caso, expulsión de gruesas virutas sueltas de madera o de maderas compuestas» (Nutsch, 2011, p. 251).

\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Anna Shvets en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/madera-hombre-creativo-modelo-5711877/>



#### 4.4.1 FORMÓN

Esta herramienta está casi siempre acompañada por un mazo<sup>2</sup>, con el cual se aplica fuerza manual humana.

Es utilizada para realizar cortes, rebajes de la madera y todo tipo de trabajo artesanal sobre la cabeza del formón.

La herramienta de formón posee una hoja de acero de bordes biselados, útil para escoplear empalmes. El ancho de hoja puede ir desde 6 hasta 26 mm.

Figura 64. Formón.



#### 4.4.2 ESCOPLA

Herramienta que se utiliza para escoplear agujeros profundos y de ancho reducido. Ejerce mayor esfuerzo que los formones.

Figura 65. Escoplo.



<sup>2</sup> Según el *Diccionario de la lengua española* (DLE): «Martillo grande, generalmente de madera».

#### 4.4.3 GUBIA

Herramienta un poco menos ancha que el formón, utilizada por carpinteros y personas dedicadas a la talla de madera.

Destaca su uso principalmente para el torneado (rebaje en madera) y para labrado.

Existen tres tipos de gubias:

- Gubia plana: posee una ligera curvatura.
- Gubia curva: posee una curvatura en forma de U.
- Gubia en vértice: posee una forma de V.

Figura 66. Gubia curva.



Figura 67. Tipos de gubia.



Gubia plana



Gubia curva



Gubia en vértice



# 4.5

## INSTRUMENTOS PARA CLAVAR Y ATORNILLAR:





## 4.5.1 CLAVOS

Son elementos de sujeción cuya terminación puede ser de acero brillante o galvanizado. Existen diferentes tipos de clavos en función de la forma, la cabeza, el material o el acabado. Los tamaños más comunes son de 25 a 150 mm.

Figura 68. Partes que componen el clavo.

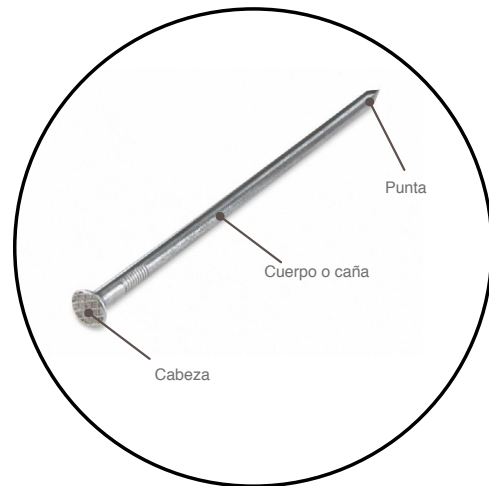


Figura 69. Clavo de cabeza plana.



### Clavo redondo de cabeza plana

Es de uso general en carpintería, fija fuertemente la madera.

Figura 70. Clavo de cuerpo ovalado.



Figura 71. Clavo de cabeza perdida.



### Clavo ovalado y clavo punta pequeña de cabeza perdida

Tienen una caña de sección ovalada que reduce el riesgo de rajar la madera.



## 4.5.2 TORNILLOS

Los tornillos son un método de fijación temporal de elementos entre sí. Para uniones en madera podemos encontrar cinco tipos de tornillos milimétricamente diseñados para cumplir con características de resistencia para sus diferentes aplicaciones, además cuentan con recubrimientos que prolongan su durabilidad.

### Todo tipo de madera

#### Turbo screw

Tiene nervios cortantes al fondo de la rosca que eliminan posibles rajaduras en la madera. Recubrimiento cincado amarillo.

Figura 72. Tornillo turbo screw cincado amarillo.



### Maderas macizas

Figura 73. Perno coche.



#### Perno coche o de carrocería

Posee un cuadrado bajo su cabeza, el cual se incrusta en la madera evitando que el perno gire durante la instalación.

Figura 74. Tornillo tirafondo hexagonal.



#### Tornillos tirafondo de cabeza hexagonal

Se utiliza para trabajos que no requieran mucha resistencia. Recubrimiento cincado o pavonado.

### Derivados de madera

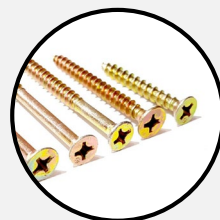
Figura 75. Tornillo soberbio.



#### Tornillo soberbio

Posee una rosca asimétrica que permite un mejor agarre en tableros aglomerados.

Figura 76. Tornillo auto perforante



#### Tornillo auto perforante

Tiene punta auto perforante y recubrimiento cincado amarillo.



Figura 77. Martillo



### 4.5.3 MARTILLO DE CARPINTERO

Herramienta básica en un taller de transformación de madera; se utiliza para golpear, clavar o extraer clavos.

El martillo está compuesto por dos partes

- Mango: es la parte más larga, donde se toma la herramienta para usarla. Puede ser de madera, plástico o metal.
- Cabeza: fabricada en acero, compuesta por dos lados: un lado posee una parte lisa y sólida, utilizada para golpear o clavar. El otro lado es una pieza con curva y un corte en V similar a una garra que sirve para extraer clavos.

### 4.5.4 ALICATES Y TENAZAS

Herramientas de acero, recubiertas en sus brazos con plástico, utilizadas para sujetar piezas fuertemente, presionar, extraer clavos o cortar alambre.

La tenaza consta de:

- Mangos: dos brazos articulados donde se ejerce la presión manual.
- Eje: permite abrir y cerrar la cabeza.
- Cabeza: donde la punta ejerce las funciones de sujeción, presión o corte.

Figura 78. Tenaza de carpintero.





### 4.5.5 DESTORNILLADOR

«Instrumento de hierro u otro material, que sirve para destornillar y atornillar».<sup>3</sup>

También llamado desarmador o atornillador.

Esta herramienta se utiliza para apretar y aflojar tornillos de diámetros reducidos y que no necesiten mayor fuerza para su uso. Se compone de tres partes:

- Mango: por donde se sujeta y se ejerce la fuerza, puede ser de plástico, madera o alguna resina, siempre y cuando sea un material aislante.
- Cuerpo: barra de metal que puede variar su diámetro y longitud, también llamado vástago o cuña. Une el mango con la cabeza. En su mayoría son de acero.
- Cabeza: es la parte que es introducida en la cabeza del tornillo, y la que va a permitir girar para apretar o aflojar. La

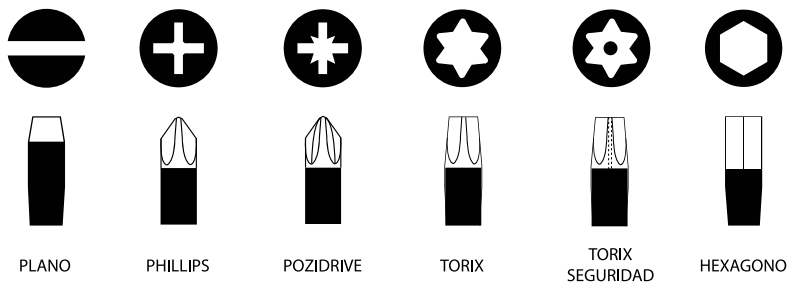
elección de un destornillador dependerá de la forma de la cabeza del tornillo.

Existen destornilladores con mango giratorio para reducir el esfuerzo, y con cabezas/puntas intercambiables, lo que permite versatilidad de función.

Figura 79. Destornillador mango giratorio, con puntas intercambiables.



Figura 80. Tipos de destornilladores.



<sup>3</sup> Véase en <http://dle.rae.es/?id=DUVd5lp>

# 4.6

## HERRAMIENTAS PARA BARRENAR Y PERFILAR:

Entre las herramientas para barrenar y perfilar se encuentran las brocas, que se adaptan a barrenos manuales o eléctricos, como también a *routers* (ruteadoras). Las brocas pueden ser de distintos materiales, dimensiones y formas, según el uso para el que se crearon. Se comercializan en medidas de sistema inglés<sup>4</sup> o en métrico decimal<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Sistema inglés: las medidas de diámetro se emplean en pulgadas; ejemplo: 1 ½".

<sup>5</sup> Sistema métrico decimal: se expresan en milímetros; ejemplo: 32 mm.



#### 4.6.1 BROCA HELICOIDAL

Este tipo de broca es la más utilizada en un taller dedicado a la madera. Consta de tres partes principales:

1. Vástago. La parte donde se sujeta al portabrocas en el barreno.
2. Cuerpo o sección helicoidal. Lo componen dos partes:
  - a. Corte helicoidal: es donde reside el filo de perforación.
  - b. Ranura, flauta o espiral: permite encaminar el barreno hasta el punto final de perforación, además ayuda a expulsar las virutas arrancadas durante el barrenado.
3. Punta. Puede ser en forma de vértice o de tres puntas.

Los diámetros más comunes de perforación en las brocas helicoidales, van desde 6 hasta 30 milímetros.

Figura 81. Broca y sus partes.

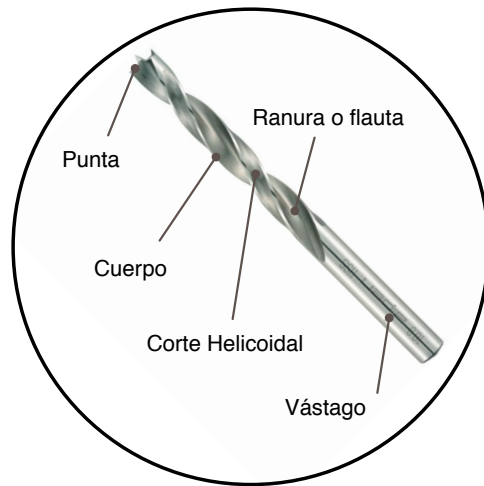


Figura 82. Broca helicoidal punta de vértice.

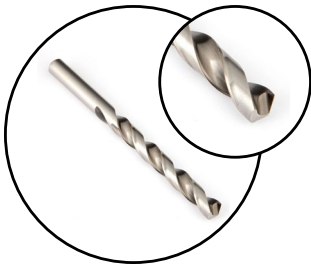


Figura 83. Broca helicoidal de tres puntas.



Figura 84. Broca helicoidal.





#### 4.6.2 AVELLANADOR

Brocas utilizadas para dejar al ras los tornillos de cabeza avellanada. Este tipo de broca se utiliza posterior a haber realizado la perforación con una broca helicoidal para el tornillo.

Existen dos tipos de brocas avellanadoras:

1. Las que tienen una broca guía que se introduce en la perforación (realizada previamente).
2. Las que no tienen broca guía.

Figura 85. Set de cuatro avellanadoras con guía.



Figura 86. Avellanador sin guía.



#### 4.6.3 BROCA PLANA

También llamada de paleta o de espada. Broca compuesta por una punta afilada que está en el centro y sirve de guía, unida a la «paleta» que es la que se encarga de perforar un agujero acorde a su diámetro.

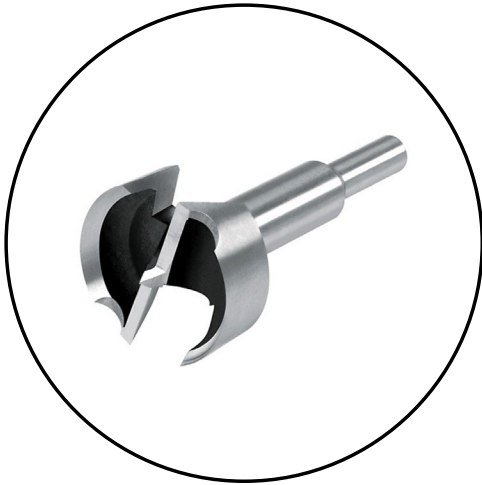
Este tipo de broca es utilizada principalmente en madera, la cual permite perforar agujeros en diámetros mayores (siendo estos desde 3/8" hasta 1 1/4") a los realizados con una broca helicoidal.



Figura 87. Juego de seis brocas de paleta.



Figura 88. Broca Forstner.



#### 4.6.4 BROCA FORSTNER

Broca diseñada para perforar agujeros de diferentes diámetros. Este tipo de broca desplazó a las brocas planas, debido a que su diseño permite realizar orificios limpios sin dejar residuos de madera.

#### 4.6.5 BROCA DE SIERRA

También conocida como de campana, sierra corona o sierra copa. Esta broca consiste en una hoja de sierra en forma cilíndrica sostenida en una pieza de plástico que se fija a una broca central, la cual sirve de guía.

Hay variedad de diámetros para funciones diferentes, pero principalmente sirven para realizar agujeros de grandes diámetros que varían entre 5/8 y 6 pulgadas.

Figura 89. Broca de campana.







#### 4.6.6 BROCAS O FRESAS PARA ROUTER (RUTEADORA)<sup>6</sup>

Este tipo de broca, también llamada fresa, se encuentra en diferentes formas y se utiliza para realizar variedad de perfiles o cortes.

Generalmente poseen dos caras de corte, aunque en el mercado se encuentran de cuatro caras, pero su costo se eleva.

Las fresas se adaptan al *router* por medio de la medida del zanco, dichas brocas se clasifican en dos dimensiones: de 1/4" y de 1/2".

Existen muchos tipos de fresas para *router*, todo dependerá del trabajo que se quiera realizar.

Cuadro 4. Clasificación de las fresas.

1. Según su forma	1.1 Simples: una sola pieza 1.2 Compuestas: soporte (cabezal) y filo 1.3 Juegos de fillos: juegos de fresas, cabezal multifresas
2. Según el avance de la pieza	2.1 Manual 2.2 Semimecánico: semiautomático 2.3 Mecánico: automático
3. Según el trabajo que realizan	3.1 Galces 3.2 Ranuras 3.3 Espigas 3.4 Microensambles 3.5 Biselar 3.6 Molduras multiperfiles 3.7 Plafones 3.8 Juego moldura-contramoldura
4. Según el material del filo de corte	4.1 Acero super rápido (HSS) 4.2 Metal duro (MD, WIDIA) 4.3 Diamante

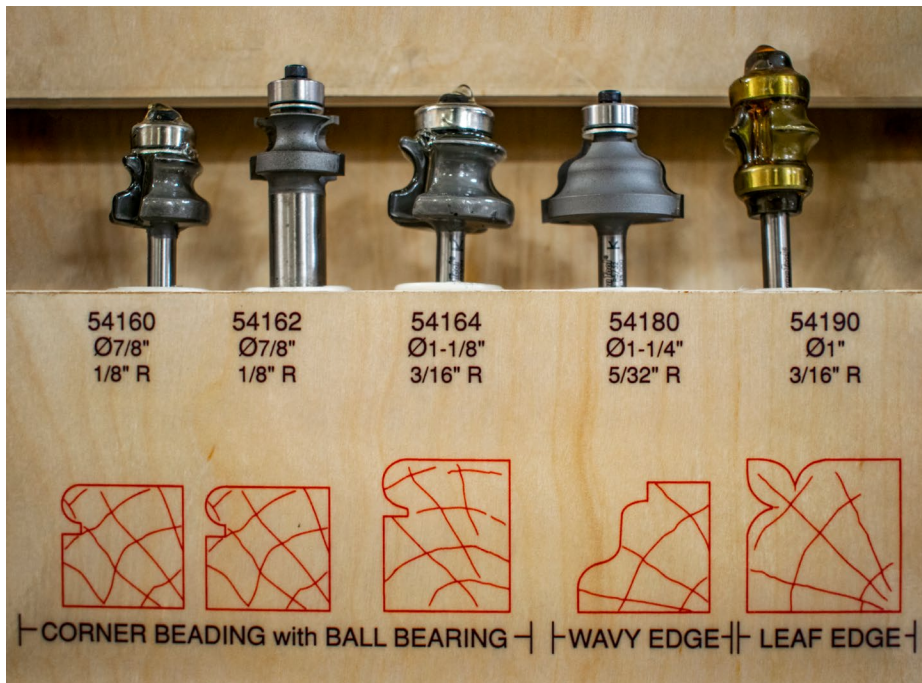
<sup>6</sup> Ruteadora también llamada fresadora.



Figura 90. Distintas fresas para router.

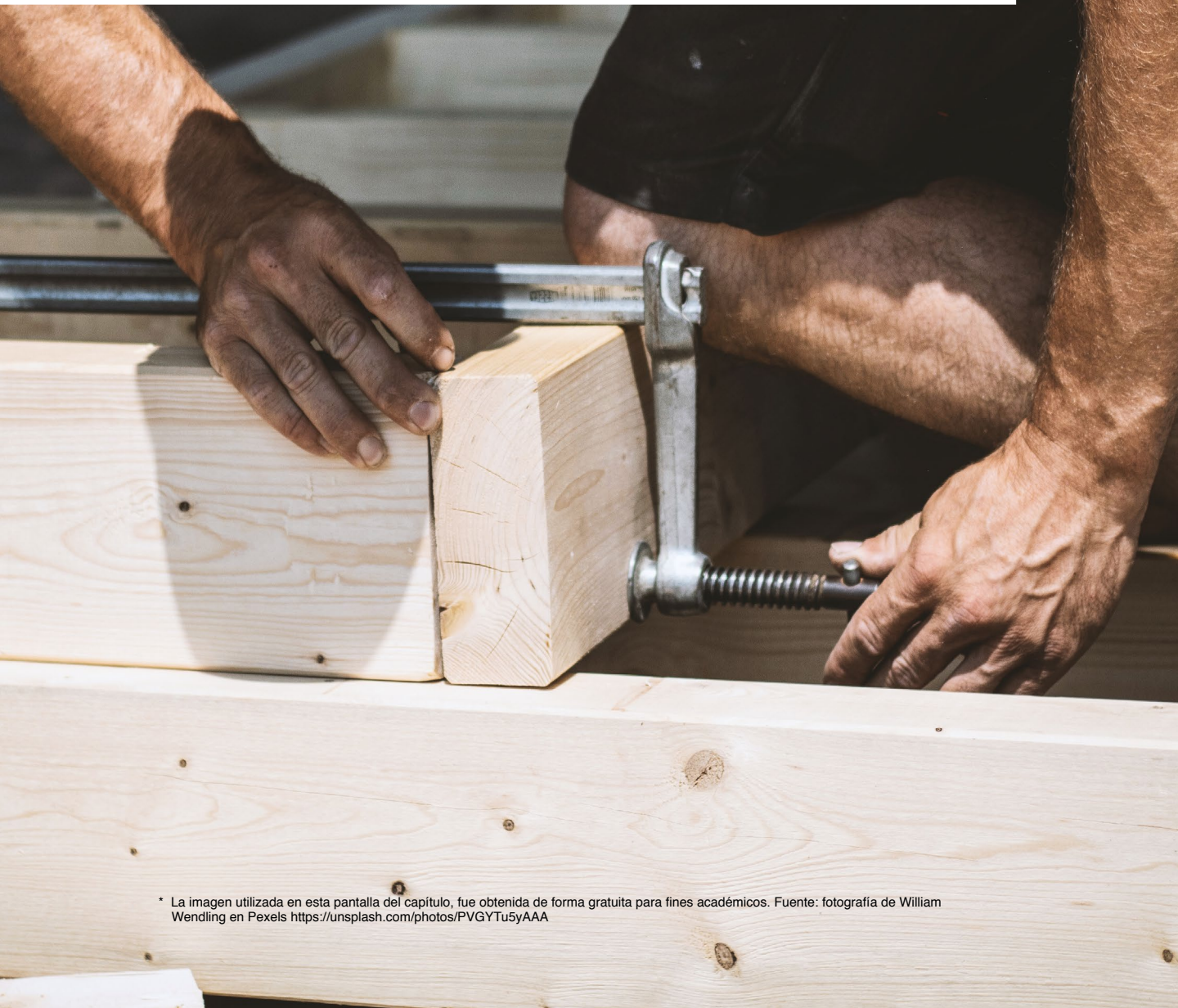


Figura 91. Formas de fresas.



# 4.7

## HERRAMIENTAS DE SUJECCIÓN



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de William Wendling en Pexels <https://unsplash.com/photos/PVGYTu5yAAA>



#### 4.7.1 PRENSAS

El sargento, prensa, abrazadera o gato, está compuesto por dos mordazas regulables que permiten sujetar una pieza para también ser mecanizada. Además apoya en la sujeción si se ha aplicado algún tipo de pegamento para que pueda pegarse por la presión de la herramienta.

El sargento de ángulo recto se utiliza para mantener unidas dos o más piezas mientras se realiza otra operación (lijado, encolado, cortado o cepillado). Permite mantener a escuadra dos piezas mientras se atornilla.

Existen distintos tipos de prensas: prensa en C, prensa de sujeción simple, prensa de barra, tornillo de apriete o tipo F, prensa rápida, prensa de ángulo recto o esquinera, prensa de ángulo doble.

Figura 92. Prensa en C.



Figura 93. Prensa de ángulo doble o esquinera.



#### 4.7.2 PRENSA DE BANCO

Permite realizar trabajos de sujeción en el banco de trabajo, es robusta y generalmente pesada para lograr cumplir su función.

Dicha herramienta se utiliza para sujetar, realizar tareas de encolado, atornillado o cepillado. Se conoce también como morsa o tornillo de banco.

Figura 94. Prensa de banco de carpintería.



Figura 95. Tornillo de banco de carpintero.





### 4.7.3 PRENSAS DE RESORTE O PINZAS

Herramienta de sujeción utilizada para uniones temporales o ligeras.

Las partes de que consta esta pinza son:

- Brazos: donde se ejerce la presión de la mano, generalmente son de plástico o de metal recubierto.
- Resorte: ubicado en el medio de la herramienta, permite abrir y cerrar.
- Mordazas: dos mandíbulas de plástico o metal donde se sujetan las piezas de madera que se desean unir.

Figura 96. Pinza.



# 4.8

## MÁQUINAS PARA EL CORTE Y SECCIONADO



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de cottonbro en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/madera-hombre-manos-industria-5089117/>



#### 4.8.1 SIERRA DE CINTA

La sierra de cinta o sin fin, es muy utilizada en los talleres que trabajan madera.

Esta herramienta de corte consta de un fleje<sup>7</sup> de acero, dispuesta en dirección hacia el operario con los dientes de la sierra hacia abajo.

Esta máquina puede realizar cortes rectos y curvos.

La máquina está compuesta de un bastidor en forma de cuello de cisne que posee dos volantes que portan la sierra de cinta.

Tipos de corte:

- Curvo: para este corte se debe marcar previamente el diseño sobre la tabla de madera, luego escoger el ancho de sierra según el radio a cortar.
- A hilo: se recomienda una sierra afilada para no distorsionar la línea de corte.
- A través: es posible realizarlo, pero la precisión es menor que al hacerlo con una sierra circular.
- Ensamble: espigado.

Ventajas:

- Es segura para el operario, por la disposición de la sierra y el movimiento que ejerce directamente sobre la mesa de corte.
- Genera poco desperdicio de madera debido a que la sierra es de reducido grosor.
- Ocupa poco espacio dentro de un taller de madera.

Según Pascual (2013) «las maderas de devastar, aglomerado y tableros de contrachapados necesitan mayor número de dientes por pulgada que las maderas blandas reinosas. Y, a la contra, los dentados muy pequeños patinan en las maderas blandas» (p. 127).

Figura 97. Sierra de cinta.



<sup>7</sup> Cinta continua alargada y curvada de acero con puntas dentadas.



#### 4.8.2 SIERRA DE BRAZO RADIAL O TRONZADORA

Esta máquina consta de una sierra circular, acompañada de un brazo deslizante horizontal.

Se utiliza para cortes a medida, ranuras, juntas de rebaje y a media madera.

Tipos de corte:

- A escuadra: corta la madera de largo perpendicularmente a 90°.
- En ángulo: corte de 45° o inglete, se gira el brazo para cortar al ángulo deseado. Para realizar cortes en otros ángulos se recomienda atornillar topes a la mesa, ayudándose de plantillas o falsas escuadras para lograr el ángulo deseado.
- Bisel: la herramienta de corte se puede girar hasta el ángulo deseado.

Otros cortes:

- Ranuras por el canto o rebajos con fresa especial.

Pascual, (2013) afirma que: «Para el corte a través de piezas anchas, lo mejor es comenzarlo desde atrás hacia delante, de manera lenta y progresiva. Si la madera fuese muy gruesa, realizar un par de pasadas o tres hasta completar el corte» (p. 142).

Figura 98. Sierra de brazo radial.





### 4.8.3 SIERRA CIRCULAR

Es una máquina para cortes de madera, plástico y metal, de tipo transversal y longitudinal.

Se caracteriza principalmente por su hoja circular de corte y por un motor impulsado por medio de energía eléctrica.

Puede ser de dos tipos:

- a. Sierra circular horizontal (de banco o de mesa).
- b. Sierra circular vertical (o de pared).

#### a. Sierra circular horizontal (de banco o de mesa)

Esta máquina está conformada por una mesa con una sierra circular que sobresale del centro del banco.

Las sierras circulares oscilan de los 140 a los 300 mm de diámetro (Pascual, 2013, p. 144). Pascual afirma que aproximadamente 1/3 de la sierra es lo que sobresale para el corte.

Existen dos tipos de discos, de metal acerado y de tungsteno o widia; el primero es apto para madera y el segundo para derivados.

En este tipo de máquina también se pueden realizar cortes entre 45° y 90°, gracias a un volante que regula este tipo de inclinación.

Tipos de corte:

- Al hilo: longitudinales, a un bisel.
- A través: utilizar las guías de ingletes o la guía transversal.
- Múltiple.
- Ensamblados y espigas.

Pascual (2013):

La sierra circular es una de las máquinas que se podrían considerar imprescindibles en un taller, sobre todo si no se posee de una sierra de cinta[...] ya que acciones como escuadrarlas, ranurarlas, darles forma, ingletearlas, etc., se pueden llevar a cabo con esta máquina con gran eficacia. (p. 144)

Figura 99. Sierra de banco.





### b. Sierra circular vertical o de pared

Es una máquina especialmente diseñada para cortar tableros de derivados de madera.

Su principal ventaja es que ocupa poco espacio dentro del taller de carpintería, además de seccionar los tableros con alta calidad y reducido tiempo.

En comparación con la sierra de banco, esta máquina reduce el esfuerzo del operario debido a que es la misma máquina que mueve la sierra.

Tipos de corte:

- Escuadrado de tableros: no es posible realizar cortes de piezas pequeñas porque está diseñada para corte de piezas grandes.
- El motor se desliza de arriba hacia abajo, y gira sobre sí a 90°. El disco de corte es de widia, especial para derivados de madera.
- Según el modelo y marca de la máquina, las longitudes de corte están entre 3000 a 5300 mm y las alturas de corte entre 1900 a 2200 mm. La profundidad de corte puede variar entre 60 a 80 mm.

Pascual (2013):

Antes de colocar el tablero en la máquina, debe realizarse el despiece previo del mismo y analizar la mejor forma de colocarlo en la máquina para realizar su seccionado de la manera más rápida posible y aprovechando el material al máximo. (p. 170)

Figura 100. Sierra circular vertical.



# 4.9

## MÁQUINAS CEPILLADORAS Y REGRUESADORAS



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Toño en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/madera-carpintero-maquina-3016424/>

Posterior al corte de la madera, es necesario realizar el proceso de cepillado y regruesado para brindar una superficie escuadrada y nivelada, con el objetivo de finalizar las piezas de madera. Estos procesos se realizan con maquinaria o herramientas destinadas a brindar un acabado suave y pulido en la madera.

Figura 101. Madera sin cepillar.



Figura 102. Madera cepillada.





#### 4.9.1 CEPILLADORA

Esta máquina alisa la madera con el objetivo de dejarla con una textura fina y nivelando cara y canto. Funciona a través de un eje con cuchillas, donde la pieza se desliza hacia adelante para que la máquina realice el cepillado de la madera.

El alisado ocurre por el giro de las cuchillas, que puede ser de dos a cuatro cuchillas. Entre más cuchillas tenga, entonces se realizarán más cortes.

La regulación de la altura de corte se ajusta a través de una manivela. El proceso de cepillado inicia trabajando la cara de la pieza de madera, seguido por el canto. Ambos se colocan en la parte cóncava sobre la mesa.

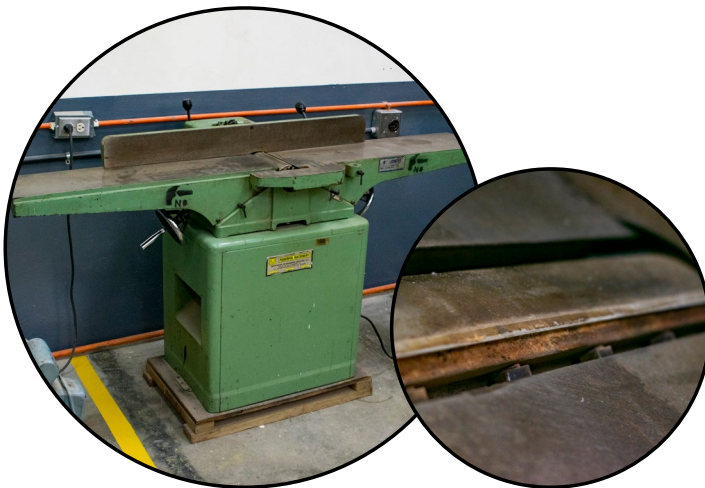
Dimensiones de la cepilladora:

- Longitud de mesa: entre 1550 a 3000 mm.
- Ancho de cuchillas: entre 320 a 510 mm.
- Profundidad de corte: entre 5 a 8 mm.

Pascual, (2013):

Hay dos tipos de cepilladoras: las que traen cuchillas de acero de gran velocidad no sirven para cepillar ni aglomerado ni maderas arenosas como la teca, para estos materiales hay que usar cuchillas con puntas de tungsteno, el afilado de esta cuchilla dura más tiempo. (p. 178)

Figura 103. Cepilladora.





#### 4.9.2 CANTEADORA O REGRUESADORA

Máquina que se utiliza posterior al cepillado para rebajar los cantos de la madera y para darle forma a las caras de la madera, con el objetivo que todas las caras sean paralelas entre sí.

La máquina posee unos rodillos de arrastre que hacen que la pieza se desplace por las cuchillas. El corte se hace por la parte no cepillada, debido a que la parte cepillada se coloca sobre la mesa.

Primero se trabaja la cara, y posterior se trabaja el canto, siempre manteniendo la parte cepillada pegada a la mesa.

Se pueden regruesar varias piezas al mismo tiempo, siempre y cuando todas tengan el mismo grosor para evitar accidentes en caso una de las piezas se atasque.

Este proceso brinda un acabado final y deja la pieza a escuadra.

Dimensiones de la regruesadora:

- Longitud: promedio de 950 mm.
- Ancho: entre 530 a 700 mm.
- Profundidad de corte: entre 4 a 8 mm.

Pascual, (2013):

Se puede regruesar dependiendo del modelo de la máquina, hasta el grosor máximo de 5 a 8 mm, no siendo aconsejable arrancar más de 3 a 4 mm de madera de una sola pasada, ya que la calidad del afinado sería muy baja (p. 187).

Existen en el mercado máquinas combinadas que tienen dos funciones en una misma máquina: son cepilladoras y regruesadoras; esto permite poder ejecutar dos procesos en una sola maquinaria.

Figura 104. Regruesadora.



# 4.10

## MÁQUINAS FRESADORAS



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Anna Shvets en Pexels en Pexels <https://www.pexels.com/photo/crop-carpenter-shaping-wooden-board-at-router-table-5711767/>



La fresadora es una máquina que se utiliza para «hacer ensambles de madera, fresar perfiles o molduras» (Nutsh, 2000, p. 301). Permite crear distintas formas y relieves a través de una herramienta giratoria llamada fresa, donde por medio del arranque o desprendimiento de viruta se logra obtener la forma deseada.

Este tipo de máquina posee tres movimientos: de corte, de avance y de profundidad.

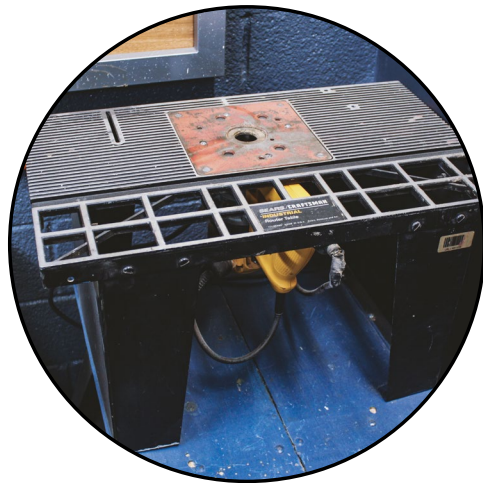
Se pueden clasificar las fresadoras por la orientación de la fresa, siendo estas:

- Fresadoras horizontales.
- Fresadoras verticales.
- Fresadora vertical de banco fijo.
- Fresadora universal.

Según Pascual (2013) «las fresadoras verticales de mesa o tupís hacen muchas operaciones y disponen de cantidad de accesorios, tales como sierras, fresas, etc., que se pueden intercambiar entre sí» (p. 224).

En esta máquina se pueden realizar las siguientes operaciones: aserrar, ranurar, rebajar, moldurar, ensamblar y espigar, entre otras.

Figura 105. Fresadora.



# 4.1

## MÁQUINAS PARA EL TALADRADO O PERFORADO



Estas máquinas y herramientas se utilizan para taladrar o perforar, que significa realizar un agujero o varios en la pieza de madera.



#### 4.11.1 TALADRO DE BANCO

Máquina también conocida como taladro de columna o escopleadora vertical con broca.

Esta máquina se utiliza para la elaboración de agujeros. Tiene dos movimientos:

1. Rotación: donde la broca dispuesta en la máquina gira sobre su propio eje para generar un orificio en la pieza de madera.
2. De avance: donde la broca se puede mover de forma manual o automática. Este movimiento sirve para acercar la broca a la pieza, buscando el avance hacia abajo o hacia arriba para realizar la perforación.

El taladro se compone de cuatro partes:

- Cabezal. Alberga el motor eléctrico, en donde se acciona la velocidad de taladrado, ya sea manual o mecánicamente. También se encuentra el eje o porta brocas, donde se coloca la broca deseada para generar la perforación.
- Mesa. Área de trabajo donde se coloca la pieza a perforar, esta parte está unida a la columna. La mesa está provista de una manecilla para ajustar la altura.
- Columna. Parte central de la máquina.
- Base. Parte que sostiene la máquina, está unida a la columna. Es sólida, robusta y pesada.

Figura 106. Taladro de columna.



# 4.12

## MÁQUINAS LIJADORAS



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Toño en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/madera-carpintero-detalles-de-madera-3016427/>

La madera, por ser un material natural, cuenta con imperfecciones en su superficie, por lo que el proceso de lijado permite obtener un acabado liso previo a la aplicación de los acabados decorativos de la pieza de madera que se esté trabajando. Si el proceso de lijado no fue adecuadamente aplicado, posterior a aplicar el acabado resaltarán las imperfecciones de la madera.

Las máquinas lijadoras fijas fueron diseñadas para realizar una alta cantidad de trabajo diario en los talleres de carpintería y fabricación de muebles, el único inconveniente de estas máquinas es el rápido deterioro del material abrasivo utilizado o lijas.

Estas máquinas se pueden clasificar en:

- Lijadora de cilindros: máquina similar a la regruesadora, pero con cilindros lijadores. El lijado puede ir dispuesto en la parte de arriba o en la parte de abajo. Con esta máquina se pueden lijar tableros o chapeados, en su espesor y planitud.
- Lijadora de cantos: posee un lijadora de banda más corta que las normales. Los rodillos que portan la banda están colocados verticalmente. Con esta máquina es posible lijar dos tipos de cantos: rectos

e inclinados, esto se logra al colocar la mesa en el ángulo deseado.

- Lijadora de disco: tiene un disco en posición vertical sobre un eje horizontal, donde se coloca la lija. Principalmente se utiliza para lijar la testa de las maderas macisas y piezas pequeñas de madera. Existen también las máquinas combinadas, que cuentan con una lijadora de disco y una lijadora de banda.
- Lijadora de banda horizontal: herramienta que posee una banda de lija sin fin, que se mantiene en movimiento a través de rodillos de arrastre. Este tipo de lijadora se utiliza especialmente para tableros chapeados.





Figura 107. Lijadora de bordes.



Figura 108. Lijadora combinada: de disco y de banda.



# 4.13

## MÁQUINAS PARA EL MOLDURADO



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Tima Miroshnichenko en Pexels <https://www.pexels.com/photo/wood-man-person-people-6790082/>



#### 4.13.1 TORNO

Esta máquina se usa para redondear y obtener piezas cilíndricas de madera, funciona por medio de revolución, extrayendo partes del material por medio de virutas. La pieza de madera gira sobre su propio eje utilizando las herramientas adecuadas por medio del corte, que elimina el material no deseado para obtener la forma esperada.

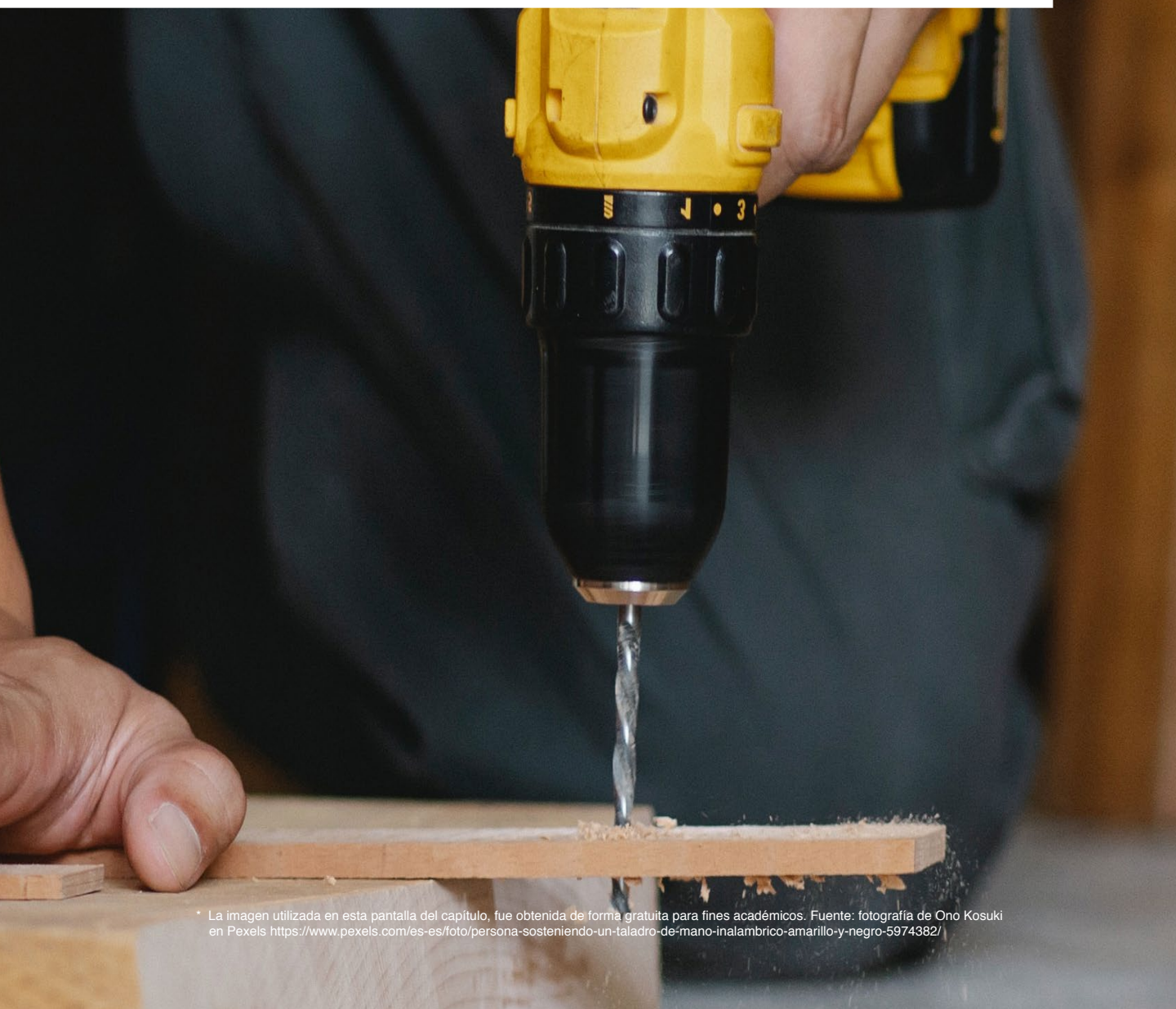
Figura 109. Torno.





# 4.14

## MÁQUINAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Ono Kosuki en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/persona-sosteniendo-un-taladro-de-mano-inalambrico-amarillo-y-negro-5974382/>



Figura 110. Sierra circular.



#### 4.14.1 SIERRA CIRCULAR

Se utiliza para realizar cortes en piezas de madera de gran tamaño.

#### 4.14.2 SIERRA CALADORA

Artefacto empleado para realizar cortes circulares en distintas direcciones. El tipo de corte de la caladora se determina por el tipo de sierra que se elija para el mismo.

Las sierras de dientes grandes sirven para cortes en madera y derivados.

Figura 111. Caladora.



#### 4.14.3 TALADRO O BARRENO

Utilizado para realizar agujeros en las piezas de madera. A este aparato se acopla la broca para que por medio de la rotación de la misma se realice el taladrado.

En el mercado es posible encontrar dos tipos de taladro comunes: los taladros eléctricos con cable y los taladros sin cable o inalámbricos, que funcionan por medio de baterías recargables. Los últimos permiten mayor movilidad y practicidad para utilizarlo en lugares donde no hay corriente eléctrica cercana.

Figura 112. Barreno.



Figura 113. Router.



#### 4.14.4 ROUTER O FRESADORA

Máquina portátil que se utiliza para realizar molduras decorativas, a través de fresas. Dependiendo de la elección se pueden obtener distintas formas.





#### 4.14.5 LIJADORA DE BANDA U ORBITAL

Aparato portátil y versátil que se adapta a cualquier pieza de madera. Se utiliza para el alisado de superficies y brinda una textura lista para los acabados finales.

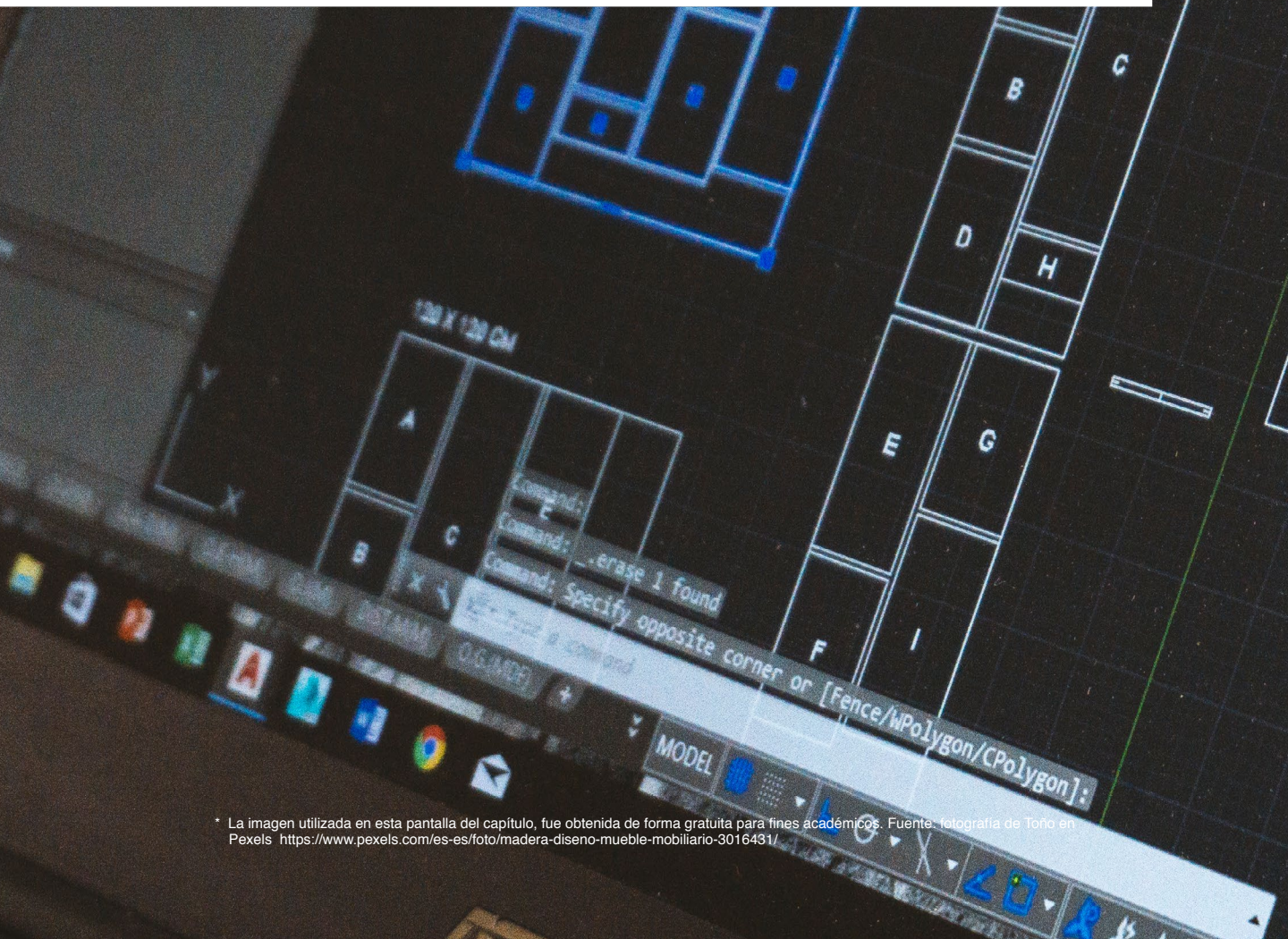
La lijadora de banda se diferencia de la orbital en que trabaja con mayor facilidad en el desbaste de la madera. Ideal para grandes superficies.

Figura 114. Lijadora orbital.



# 415

## MÁQUINA- HERRAMIENTA CON CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO (CNC)





Existen otros métodos para la transformación de la madera, con maquinaria más precisa y sofisticada. Estas nuevas tecnologías nos permiten desarrollar diferentes productos, reducir riesgos de accidentes industriales y costos operativos. Además de optimizar el material, mejoran la calidad y la capacidad de producción.

La maquinaria con control numérico computarizado (CNC) es un tipo de tecnología que permite controlar la velocidad de los motores que accionan los ejes de la misma y la posición de un elemento físico respecto al origen (0, 0, 0), mediante un conjunto de órdenes generadas por un *software*. Gracias a esto se pueden realizar cortes precisos que no son posibles de lograr manualmente como: círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales.

El CNC, no es más que una serie de códigos generados para ser interpretados por el equipo. A este código se le llama «G Code», un lenguaje de programación alfanumérico que permite la comunicación entre el diseñador y el equipo de corte<sup>8</sup>.

A continuación se detallan dos de las tecnologías más comunes en el corte de madera y derivados por medio de CNC, donde el dibujo 2D o 3D (realizado en adobe illustrator, autocad, entre otros) se convierte a coordenadas en la máquina CNC.

<sup>8</sup> Véase sobre máquinas CNC en <https://sideco.com.mx/maquinas-cnc/>



#### 4.15.1 LÁSER CNC

Es una tecnología de corte exacto, ofrece cortes limpios y precisos. La pieza se corta por medio de un haz de luz concentrado donde se pueden cortar patrones específicos, perforar agujeros y cortar formas complejas.

Hay que tomar en cuenta que los cantos se tornan de color café o negro, debido al haz de luz que corta la pieza. Esta puede ser lijada para eliminar la coloración dejada en los cantos o superficies. El espesor máximo de corte oscila entre 9 y 12 mm.

Figura 115. Láser CNC.



#### 4.15.2 ROUTER CNC

Funciona por medio de brocas que pueden limitar el tamaño del corte por el tipo de broca seleccionada. Es posible realizar desbaste en el material, ya que ello se programa para que la profundidad de corte (eje Z) sea menor al corte principal.

Los cantos mantienen su color natural, pero deben ser lijados para eliminar puentes<sup>9</sup>. El espesor máximo de corte puede ser hasta de 3 cm, todo dependerá de la broca utilizada para dicho proceso.

Figura 116. Router CNC.



<sup>9</sup> Los puentes se generan para fijar la pieza durante el proceso de corte para que la misma no se mueva y ocasione bloqueos o accidentes durante el corte.

# 4.16

## SEGURIDAD DENTRO DEL TALLER



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Toño en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/madera-carpintero-artesania-manualidades-3016438/>



Para realizar un trabajo seguro y evitar accidentes e imprevistos, los accesos y lugares de circulación en el área de trabajo deben estar libres de obstáculos y limpios. El equipo de protección personal (anteojos, protectores auditivos, calzado adecuado, etc.) no elimina totalmente los riesgos, por lo que su correcto uso reduce de sobremanera las consecuencias.

Reglas de seguridad para evitar posibles accidentes:

- Proteger la vista de la proyección de partículas de madera durante el trabajo (usar anteojos de seguridad o protectores faciales).
- Protegerse del polvo y de gases químicos provenientes de los solventes y pinturas (usar mascarillas).
- Proteger las manos en la aplicación de sustancias químicas (utilizar guantes).
- Proteger los pies de la caída de elementos pesados (utilizar siempre calzado cerrado de seguridad).
- Para evitar la pérdida auditiva por los ruidos de maquinaria utilizada en el área de trabajo, emplear tapones u orejeras.
- Para evitar que se pueda enganchar alguna parte de la ropa de trabajo, esta no debe ser holgada. Se recomienda utilizar una bata de manga corta.
- Para evitar cualquier accidente no se debe trabajar con anillos, colgantes, pulseras o cabello largo suelto.



Asoteca Asociación Ecuatoriana de Productores y Comercializadores de Teca y Madera Tropicales (2013). *Características de la teca*. <http://www.asoteca.org.ec/caracteristicas-de-la-teca/>

Bricomanía (s.f.). *Tipos de sierra de corona y su uso*. <https://www.hogarmania.com/bricolaje/tareas/201007/sierras-corona-4577.html>

Consejo de educación técnico profesional (2013). *Guía de apoyo curricular para tecnología de la madera y taller de carpintería. Serie: Máquinas para trabajar la madera. Evolución de las máquinas de carpintería*. <https://docplayer.es/30819659-Consejo-de-educacion-tecnico-profesional-guia-de-apoyo-curricular-para-tecnologia-de-la-madera-taller-de-carpinteria.html>

De Máquinas y Herramientas (2011). *Herramientas manuales- destornillador*. <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/destornillador>

Iguana 4 Estudio (s.f.). *¿Qué diferencia existe entre corte router CNC y corte láser CNC?* <https://www.iguana4studio.com/post/qu%C3%A9-diferencia-existe-entre-corte-router-cnc-y-corte-l%C3%A1ser-cnc>

Madefor I. (1998). *Estudio de la evolución del sistema productivo sobre las necesidades formativas y sobre el sector de la madera y el mueble en cantabria*. <http://www.acemm.es/asociacion/informes/>

Nutsch, W. (2011). *Tecnología de la madera y del mueble*. Editorial Reverté.

Pascual, J. (2013). *Mecanizado de madera y derivados (MF0162\_1)*. IC Editorial.

Sideco (2015). *Cómo funciona una máquina de corte láser*. <https://sideco.com.mx/como-funciona-una-maquina-de-corte-laser2/>

# Referencias



# CAPÍTULO 5

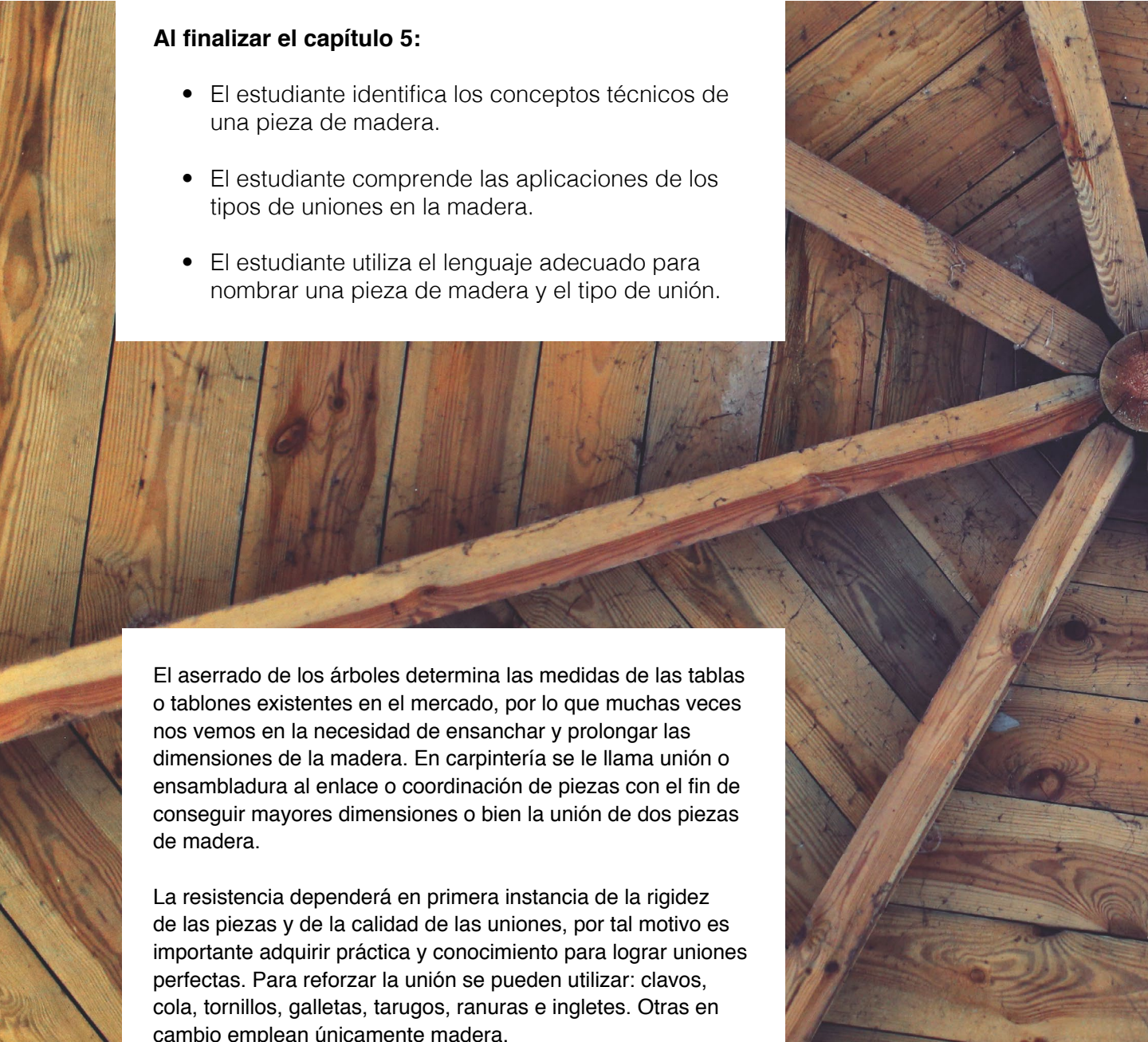
## UNIONES DE LA MADERA

### Al finalizar el capítulo 5:

- El estudiante identifica los conceptos técnicos de una pieza de madera.
- El estudiante comprende las aplicaciones de los tipos de uniones en la madera.
- El estudiante utiliza el lenguaje adecuado para nombrar una pieza de madera y el tipo de unión.

El aserrado de los árboles determina las medidas de las tablas o tablonos existentes en el mercado, por lo que muchas veces nos vemos en la necesidad de ensanchar y prolongar las dimensiones de la madera. En carpintería se le llama unión o ensambladura al enlace o coordinación de piezas con el fin de conseguir mayores dimensiones o bien la unión de dos piezas de madera.

La resistencia dependerá en primera instancia de la rigidez de las piezas y de la calidad de las uniones, por tal motivo es importante adquirir práctica y conocimiento para lograr uniones perfectas. Para reforzar la unión se pueden utilizar: clavos, cola, tornillos, galletas, tarugos, ranuras e ingletes. Otras en cambio emplean únicamente madera.



# C5



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Kaboompics.com en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/madera-edificio-construccion-textura-5753/>

# 5.1

## CONCEPTOS TÉCNICOS DE UNA PIEZA DE MADERA

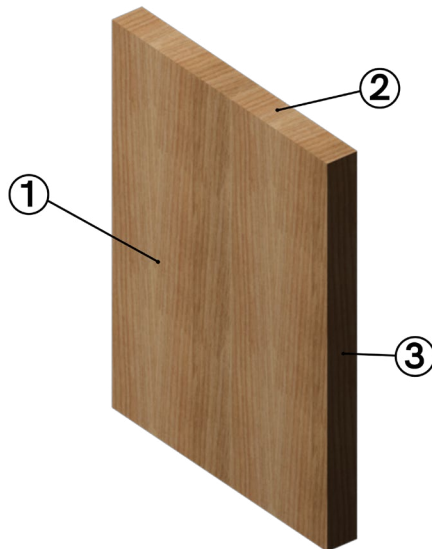


### 5.1.1 SUPERFICIE

El lenguaje que se utiliza en la carpintería suele ser muy diverso y confuso por el parecido entre términos. A continuación se presentará una serie de conceptos que nos permitirán facilitar la comprensión del capítulo y estandarizar un lenguaje técnico.

1. Cara<sup>1</sup>: se le llama así a cualquiera de las superficies longitudinales opuestas (de mayor anchura y longitud) en dirección de la fibra.
2. Testa<sup>2</sup>: superficie de corte en el extremo o puntas de la pieza.
3. Canto<sup>3</sup>: superficie longitudinal correspondiente a las dimensiones más estrechas en dirección a la fibra.

Figura 117. Superficies de la madera.



<sup>1</sup> También llamada vetas de la madera, superficie o venas.

<sup>2</sup> Además conocida como extremo, sección o fibra.

<sup>3</sup> También llamado batiente, arista o borde.



## 5.1.2 DIMENSIONES

Es de considerar que, en un lenguaje universal, las medidas en una pieza de madera se deben nombrar en el siguiente orden: primero se expresa el grosor, luego el ancho y por último el largo. Las dimensiones para madera se emplean en pulgadas, a excepción de la longitud que es expresada en pies.

Figura 118. Dimensiones para madera.

Grosor (pulgadas) X Ancho (pulgadas) X Largo (pies)







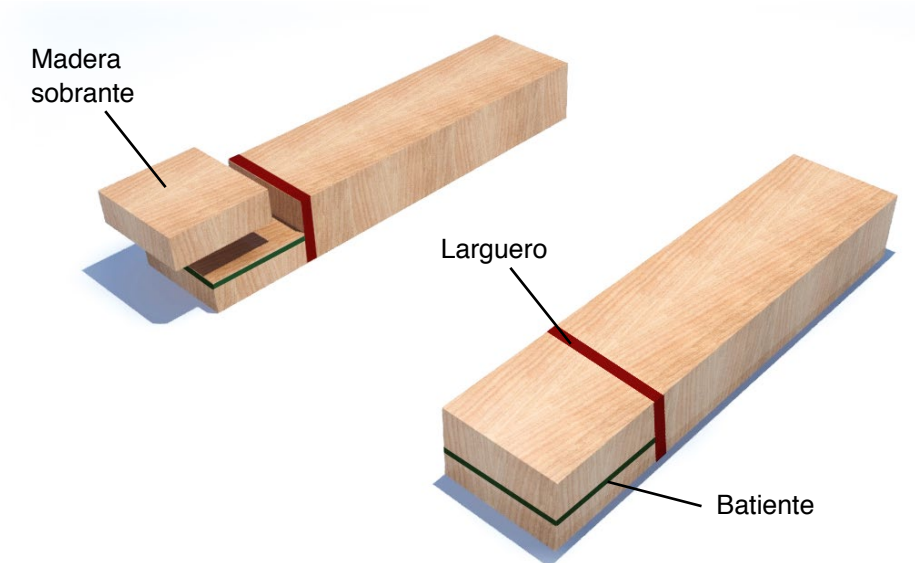
### 5.1.3 TRAZADO

La unión que se desea conseguir se debe dibujar sobre las superficies de la pieza de madera a trabajar. Es indispensable medir, marcar y trazar de manera precisa para obtener uniones firmes, y se deben tomar en consideración las herramientas principales que se utilizan en el proceso de trazado<sup>4</sup>: lápiz, flexómetro (metro), escuadra de carpintero y falsa escuadra.

Para el trazado general de las piezas de madera debemos de tener conocimiento de dos conceptos:

- Larguero: cualquiera de los elementos verticales que actúen como línea referencial de tope.
- Batiente: determina la línea de corte a lo largo de la pieza de madera.

Figura 119. Trazado general en uniones de madera.



<sup>4</sup> Para ampliar información ver página 24 y 25 del capítulo 1.



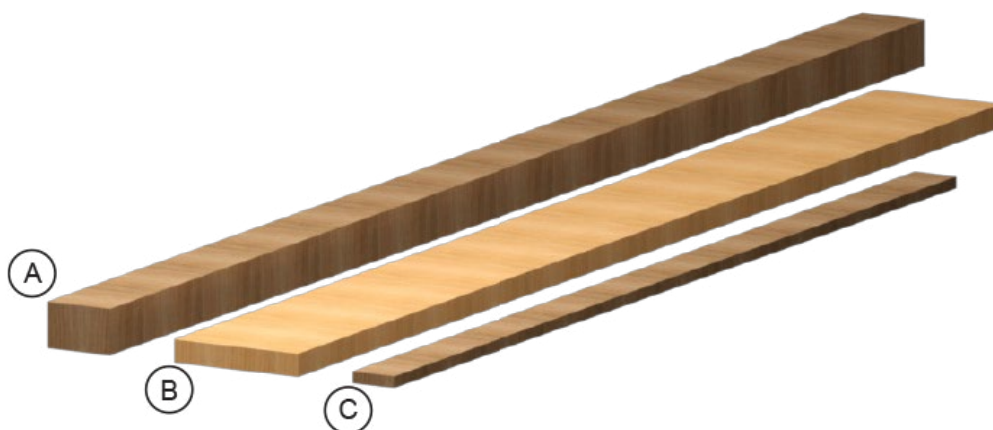
### 5.1.4 DENOMINACIÓN SEGÚN SU ESCUADRILLA

Las medidas comerciales de la madera están normalizadas en muchos países, pero la aplicación de estas dimensiones depende del uso otorgado en la región y de las medidas resultantes del procesamiento de la troza. La escuadrilla se define tomando en cuenta las dimensiones de la sección<sup>5</sup>: grueso y ancho.

Las escuadrillas más comunes se pueden clasificar de la siguiente forma:

- A. Vigas: predomina la longitud sobre el ancho y grosor. Son piezas con una sección igual o mayor a 4 x 8 pulgadas.
- B. Tablones: son piezas de sección rectangular con una anchura mayor a 12 pulgadas y un grosor mayor a 1 ½ pulgadas.
- C. Tablas: tienen un ancho de 5 a 12 pulgadas y un grosor inferior a 1 ½ pulgadas.

Figura 120. Vigas, tablones y tablas según su escuadrilla.



<sup>5</sup> Se denomina sección al área del corte o separación que se hace en un cuerpo sólido mediante un instrumento cortante, parte con forma generalmente geométrica.

La madera se vende según el contenido en volumen de las dimensiones nominales, expresado en términos de pie tablón<sup>6</sup>. Un pie tabla o pie tablón es una medida inglesa que mide el contenido en volumen equivalente a una tabla de 12" x 12" x 1", lo que es igual a 144 pulgadas cúbicas.

Por lo general las dimensiones reales en una pieza de madera varían de la medida final, por su reducción en volumen durante el secado y el cepillado. A continuación se presenta una tabla con el objetivo de facilitar el manejo de las medidas nominales y finales de la madera.



<sup>6</sup> Para ampliar información ver página 34 y 35 del capítulo 1.



Cuadro 5. Medida nominal y final en piezas de madera.

Medida nominal	Medida final	Medida nominal	Medida final
1 x 2	3/4 x 1 1/2	1 1/2 x 1 1/2	1 1/4 x 1 1/4
1 x 3	3/4 x 2 1/2	1 1/2 x 2	1 1/4 x 1 1/2
1 x 4	3/4 x 3 1/2	1 1/2 x 3	1 1/4 x 2 1/2
1 x 6	3/4 x 5 1/2	1 1/2 x 4	1 1/4 x 3 1/2
1 x 8	3/4 x 7 1/2	1 1/2 x 6	1 1/4 x 5 1/2
1 x 10	3/4 x 9 1/4	1 1/2 x 10	1 1/4 x 9 1/4
1 x 12	3/4 x 11 1/4	1 1/2 x 12	1 1/4 x 11 1/4

Medida nominal	Medida final	Medida nominal	Medida final
2 x 2	1 1/2 x 1 1/2	3 x 3	2 1/2 x 2 1/2
2 x 3	1 1/2 x 2 1/2	3 x 4	2 1/2 x 3 1/2
2 x 4	1 1/2 x 3 1/2	3 x 6	2 1/2 x 5 1/2
2 x 6	1 1/2 x 5 1/2	3 x 8	2 1/2 x 7 1/4
2 x 8	1 1/2 x 7 1/4	3 x 10	2 1/2 x 9 1/4
2 x 10	1 1/2 x 9 1/4	3 x 12	2 1/2 x 11 1/4
2 x 12	1 1/2 x 11 1/4		

Medida nominal	Medida final	Medida nominal	Medida final
4 x 4	3 1/2 x 3 1/2	6 x 6	5 1/2 x 5 1/2
4 x 6	3 1/2 x 5 1/2	6 x 8	5 1/2 x 7 1/4
4 x 8	3 1/2 x 7 1/4	6 x 10	5 1/2 x 9 1/4
4 x 10	3 1/2 x 9 1/4	6 x 12	5 1/2 x 11 1/4
4 x 12	3 1/2 x 11 1/4		

# 5.2

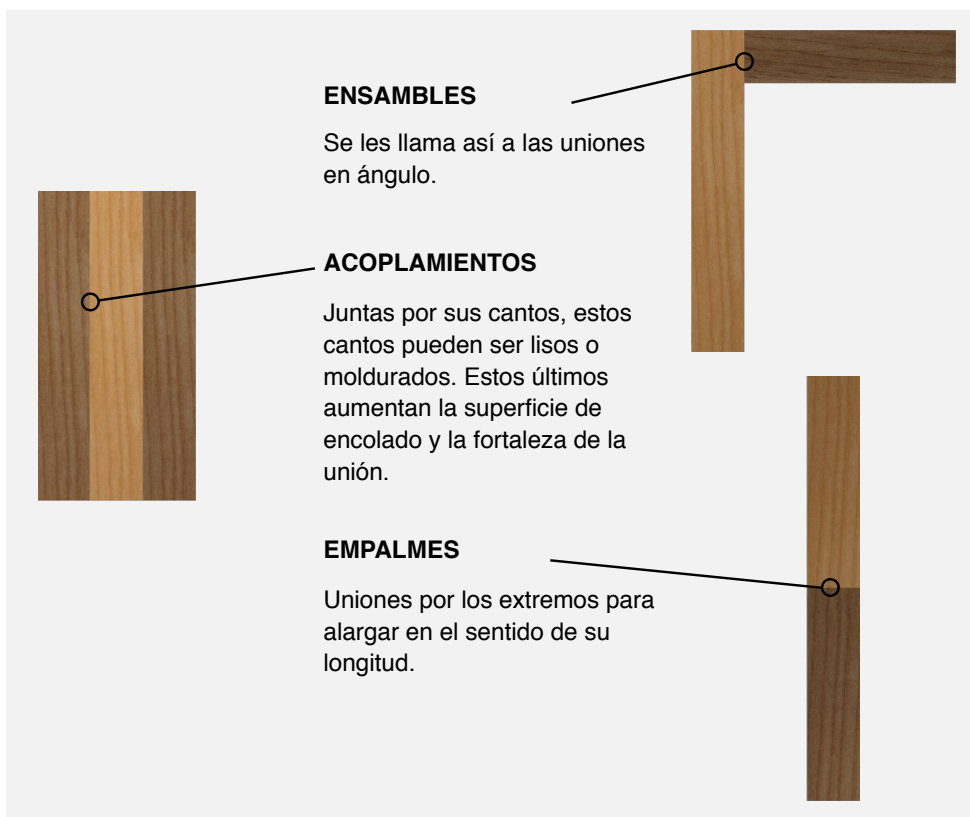
## UNIONES

Las uniones son muy importantes en la fabricación de productos y mobiliario de madera debido a que otorgan resistencia y durabilidad en su estructura, además de brindar una apariencia estética. Reciben el nombre de uniones o juntas los sistemas utilizados para unir entre sí dos o más piezas de madera, de forma que ambas piezas coincidan y conformen una sola pieza.



Existen tres tipos de uniones definidos según el punto de encuentro entre maderas.

Figura 121. Tipos de uniones.



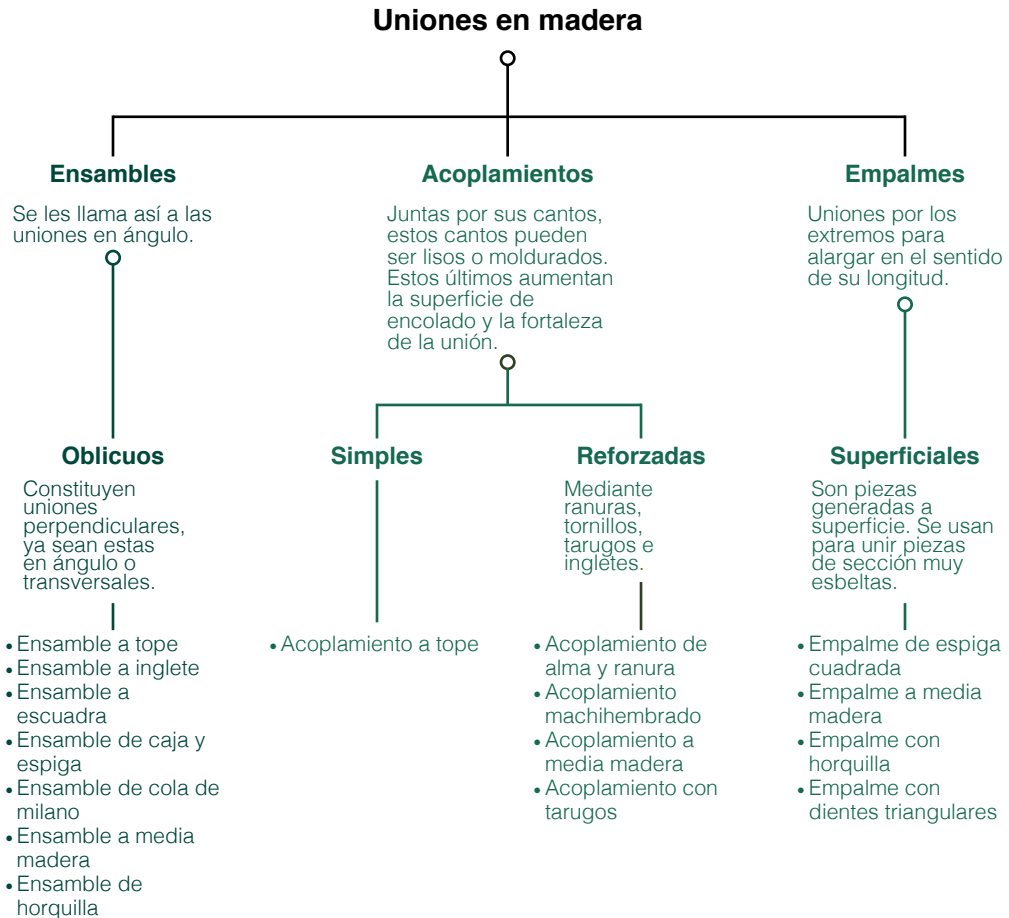
Para elegir el sistema de unión adecuado hay que considerar la forma en la que se trabajarán las uniones: de cara, de testa o de canto, vertical u horizontalmente, ya que su comportamiento será diferente según los esfuerzos<sup>7</sup> que tengan que soportar (sean esfuerzos de tracción<sup>8</sup> o de compresión<sup>9</sup>).

<sup>7</sup> Es la resistencia que ofrece un área unitaria del material del que está hecho un miembro para una carga aplicada externa.

<sup>8</sup> Se le denomina tracción al esfuerzo en el sentido del eje, al que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tiende a estirar las fibras.

<sup>9</sup> Proceso físico que consiste en someter a un cuerpo dos fuerzas con la misma dirección y sentidos contrarios, lo que provoca un abombamiento en su parte central, reduciendo su longitud inicial.

Figura 122. Clasificación de uniones en madera.





### 5.2.1 ENSAMBLES OBLICUOS

#### Descripción:

- Es la unión más sencilla. Se produce por el contacto entre piezas sin encajarse la una con la otra. Se puede realizar para la unión entre dos tablas en ángulo o a escuadra.
- No es una unión muy resistente, por lo que generalmente se le agrega otro tipo de refuerzo como tarugos, lengüetas, tornillos o tacos.
- Utilizado en la confección de marcos ligeros, cajones, repisas y cajas pequeñas.

#### Instrucciones de aplicación:

- El marcado y trazado de las piezas debe ser exacto. Se recomienda utilizar lápiz para poder borrarlo fácilmente.
- Cortar las piezas en sierra de banco.
- Verificar que la sierra de corte esté a escuadra (escuadra: 90°, inglete: 45°).
- Verificar el ángulo de guía en sierra de banco.
- Utilizar prensa esquinera para asegurar la coordinación entre piezas.
- Para una mayor fijación se recomienda utilizar cola blanca.
- Realizar guías de perforación antes de encolar<sup>10</sup> para evitar el desfase de las piezas.

#### Derivados:

- A inglete.
- A escuadra.

<sup>10</sup> Procedimiento de unión que emplea cola como pegamento.





## ENSAMBLE A INGLETE



### Descripción:

- El inglete se divide en dos ángulos que forman sus piezas, el corte más frecuente es a  $45^\circ$ , de forma que al ensamblar las piezas formen un ángulo de  $90^\circ$ .
- Es menos estable que las ensambladuras en ángulo recto, pero el aumento de la superficie del ensamble a inglete compensa dicha resistencia. Es posible reforzar la unión con clavos, lengüetas o espigas, pero se debe encolar antes de añadir el refuerzo.
- Comúnmente es utilizado en marcos y cajas pequeñas.

### Instrucciones de aplicación:

- La precisión del corte es esencial para que no queden aberturas en la parte interior o exterior del ensamble.
- Marcar el corte en el canto y cara de la tabla.
- Para facilitar el corte y asegurar su precisión, utilizar caja de ingletes.
- Cepillar el corte para proporcionar mayor adherencia.
- Encolar y esperar a que fragüe antes de añadir cualquier tipo de refuerzo.

### Derivados:

- Inglete reforzado con lengüeta postiza.
- Inglete reforzado con tarugos.
- Inglete reforzado con espiga independiente.
- Ensamble de lazos perdidos a inglete.
- Ensamble de inglete con horquilla.
- Ensamble de inglete a media madera.



## ENSAMBLE A ESCUADRA



### Descripción:

- Es la manera más práctica de unir dos piezas de madera. El ángulo de unión entre piezas tendrá exactamente  $90^\circ$ .
- Posee mayor resistencia que el ensamble a inglete. Conviene reforzar la unión con escuadras de unión, clavos, tornillos o tarugos.
- Utilizado en la construcción de elementos que no requieran de mucha resistencia como: cajones, mesas, sillas, marcos y repisas.

### Instrucciones de aplicación:

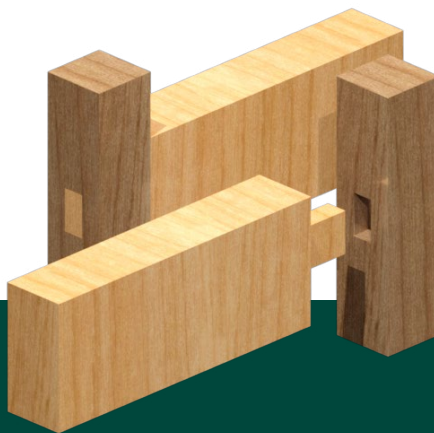
- Encolar el canto a la cara interna de la pieza.
- Cepillar la sección cortada para facilitar el encolado.
- Encolar.
- Inmovilizar uniones con prensa esquinera a modo que las piezas queden perfectamente sujetas.

### Derivados:

- Ensamble a tope reforzada con escuadra de madera o metal.
- Escuadra reforzada con tacos contra paredes de ángulo.
- Escuadra reforzada con tarugos de madera.



## ENSAMBLE DE CAJA Y ESPIGA



### Descripción:

- También llamado escopladura, es uno de los ensambles más utilizados en la carpintería gracias a su sencillez y alta resistencia. Consta de dos componentes: el agujero de la caja y la lengua de la espiga.
- La proporción entre la caja y la espiga incide de manera importante en la fortaleza de la junta. Se puede reforzar con clavos, tornillos o llaves de madera para mantener las piezas unidas con mayor seguridad y firmeza.
- Utilizado en la fabricación de muebles, marcos para puertas y ventanas, mesas y sillas.
- Es un ensamble muy resistente y seguro, pero exige gran precisión en su realización.

### Instrucciones de aplicación:

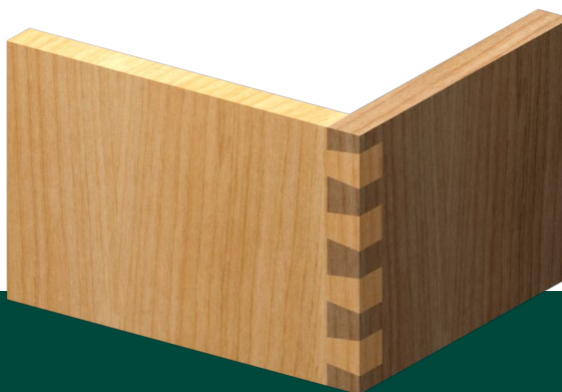
- Después de cepillar la madera a escuadra se deben marcar los cortes de manera exacta.
- Para confeccionar la espiga se debe dividir el espesor de la pieza de madera en tres partes iguales, en su sentido longitudinal. Repetir el procedimiento en la testa de la pieza. Trazar la línea de tope sobre la veta y bordes de la madera. Por último, rebajar los dos laterales con sierra de arco sujetando las piezas con una prensa de carpintero.
- La caja debe tener el mismo grosor y ancho de la espiga para tener suficiente fricción. La profundidad de la caja debe tener una longitud mínima de  $\frac{3}{4}$  de pulgada.
- Con un taladro de banco taladrar los extremos de la caja y luego perforar hasta unir los extremos (utilizar broca que iguale o se acerque al grosor de la caja y marcar en broca la profundidad deseada).
- Con un escoplo limpiar los restos de madera y escuadrar los extremos.

### Derivados:

- Ensamble de escopladura calada.
- Ensamble de caja y espiga con cuñas de refuerzo.
- Ensamble de caja y espiga doble.
- Ensamble de caja y espiga múltiple.
- Ensamble de caja y espiga pasada con clavijas.
- Ensamble de doble caja y espiga.



## ENSAMBLE DE COLA DE MILANO



### Descripción:

- Esta unión se trata de un ensamble tradicional que comúnmente explota sus efectos decorativos de la repetición de formas. Consiste en un dentado múltiple con cortes sesgados en forma de trapecio (más ancha por la cabeza que por el arranque). Empleado para unir las testas de tablas en madera maciza.
- La forma trapezoidal del dentado impide que se deslice la unión y su separación es casi imposible, es una de las uniones más resistentes y firmes. No es necesario ningún tipo de encolado para que las dos piezas de madera se mantengan unidas.
- Se utiliza con frecuencia en la construcción de gavetas, cajas y muebles.
- 

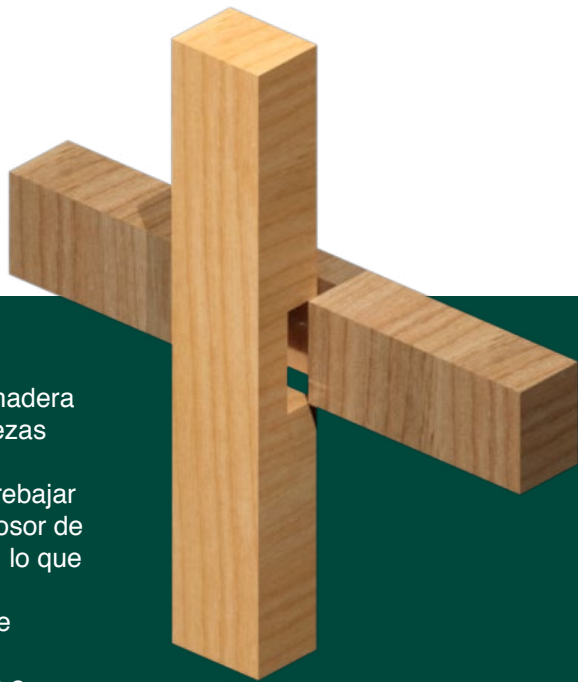
### Instrucciones de aplicación:

- El trazado puede ser a mano o con una plantilla especial de marcacolas<sup>11</sup>.
- El largo de los dientes es igual al grueso de la pieza. Marcar con un gramil o con un lápiz de punta fina el larguero por los cuatro lados de la tabla.
- Marcar la inclinación de las colas en la cara de la pieza utilizando una falsa escuadra. Trazar una inclinación en relación de 1 a 8 en maderas duras y de 1 a 6 en maderas blandas.
- Con una escuadra trazar las líneas de altura en la sección de la pieza coincidiéndolas con la parte alta de la cola de milano.
- Fijar la tabla en una prensa de carpintero y con una sierra de arco cortar por los lados de las colas hasta llegar al larguero.
- Retirar y limpiar la madera sobrante con una gubia y un formón.

### Derivados:

- Ensamble inclinado en cola de milano.
- Ensamble decorativo en cola de milano calada.
- Ensamble en cola de milano calada y a inglete.
- Ensamble de lazos vistos.
- Ensamble de cola de milano calada con rebajo.
- Ensamble de lazos a media madera.

<sup>11</sup> Instrumento con el cual se pueden marcar las colas de milano, según el espesor de las maderas.



### Descripción:

- Para el ensamble a media madera es necesario que las dos piezas tengan el mismo grosor.
- Este ensamble consiste en rebajar exactamente la mitad del grosor de la madera en ambas piezas, lo que permite sobreponerlos.
- La junta es igualmente fuerte por ambos lados y se utiliza en estructuras que no vayan a soportar mucha carga, dicha unión se refuerza con clavos, tornillos o clavijas de madera.
- Utilizado para la fabricación de armazones, estructuras de muebles o construcción.

### Instrucciones de aplicación:

- Con una escuadra y lápiz de carpintero trazar el ancho de la unión en una de las caras de la pieza de madera continuándola hasta la mitad de cada canto.
- Utilizar el mismo procedimiento para la otra tabla.
- Rebajar con una sierra de arco, escoplo o formón hasta llegar a la marca en el canto. La tabla debe estar asegurada en una prensa de carpintero para evitar rebajos no deseados.
- Hacer uno o dos cortes de sierra espaciados uniformemente para facilitar el manejo del escoplo y eliminar la madera sobrante.
- Unir las piezas teniendo en cuenta que queden totalmente en un plano perpendicular.

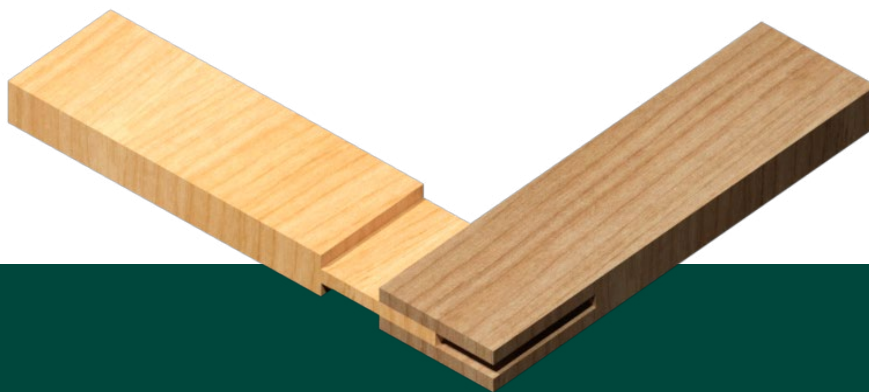
### Derivados:

- Ensamble oblicuo a media madera.
- Ensamble en T a media madera.
- Ensamble en L a media madera.
- Ensamble a media madera en cruz.
- Ensamble a media madera en cola de milano.
- Ensamble a media madera en esquina.
- Ensamble pico de flauta.





## ENSAMBLE DE HORQUILLA



### Descripción:

- Gracias a su forma de horquilla<sup>12</sup> permite que una pieza encaje con la otra por sus dos cantos. Al igual que los ensambles de caja y espiga<sup>13</sup>, la junta de horquilla es por lo general un tercio del grosor de la madera, sin embargo, los métodos de corte se parecen a los utilizados en el ensamble a media madera.
- Es considerado más resistente que el ensamble realizado a media madera, así mismo requiere mayor trabajo y precisión. Se debe tomar en cuenta que si el ensamble será sometido a mayores esfuerzos deberá incluir refuerzos.
- Se utiliza en uniones que vayan a soportar esfuerzos estructurales especiales, montajes, espejos y cuadros.

### Instrucciones de aplicación:

- Para confeccionar la junta, dividir horizontalmente el grosor de la primera pieza de madera en 1/3" y unir las líneas en la testa. Trazar sobre cara y cantos el larguero y rebajar los dos laterales con sierra de arco, sujetando las piezas en una prensa de carpintero.
- Para la segunda pieza, realizar el mismo procedimiento rebajando únicamente el área central de las divisiones en el grosor de la madera. Utilizar una broca que se aproxime a la anchura de la caja y taladrar con un barreno de banco. Luego fijar la tabla en una prensa de carpintero para rebajar el centro con una sierra de arco.
- Con un escople limpiar los restos de madera y escuadrar los extremos.

### Derivados:

- Ensamble de horquilla en T.
- Ensamble de horquilla en ángulo.
- Ensamble de horquilla a media madera.
- Ensamble de horquilla combinada.
- Ensamble de horquilla en cola de milano.
- Ensamble de horquilla con testa simple.
- Ensamble de horquilla inglete.
- Ensamble de horquilla por arista.

<sup>12</sup> Una pieza con forma de horquilla está compuesta por una parte larga que se bifurca formando dos brazos.

<sup>13</sup> El ensamble de horquilla, el de caja, y el de espiga, se realizan con el mismo sistema de trazado.

## 5.2.2 ACOPLAMIENTOS REFORZADOS



### Descripción:

- La junta se realiza mediante la unión de un canto macho (con lengüeta) y un canto hembra (con ranura), encajándose las lengüetas en las ranuras de las tablas.
- Este tipo de acoplamiento garantiza la resistencia ante esfuerzos sin que se debiliten las zonas de unión del tablero.
- El machihembrado simple es uno de los acoplamientos más empleados en tableros de uso general, muebles, cielos rasos, revestimientos de pared y suelos.
- Tanto el ancho de la ranura como el de la lengüeta equivalen a un tercio del grueso total de la pieza.

### Instrucciones de aplicación:

- Trazar con el gramil las ranuras y lengüetas a lo largo de las piezas.
- Trazar la profundidad de las ranuras y lengüetas en los extremos de las tablas, esta medida es  $1 \frac{1}{2}$ " el espesor de la lengüeta, la hembra se hace 2 mm más profunda que el macho.
- Para que el tablero quede bien acabado, las dos tablas exteriores solo tendrán el ensamble en un solo canto.

### Derivados:

- Machihembrado doble.
- Machihembrado doble alternado.
- Machihembrado con doble lengüeta.
- Machihembrado con moldura.





## ACOPLAMIENTO DE ALMA Y RANURA



### Descripción:

- Es una junta de dos o más piezas de madera que tienen, en sus cantos, canales en los que se incrusta una lengüeta.
- La medida de la lengüeta se obtiene de  $1/3$  del espesor de la tabla, y su ancho la mitad. La ranura se hace unos milímetros más profunda que la mitad de la lengüeta para alojar la cola y permitir el ajuste perfecto en las uniones de las tablas. Para que las lengüetas entren con facilidad en las ranuras, se biselan.
- Posee mayor resistencia que el acoplamiento a tope, gracias a la lengüeta de madera maciza.
- La veta<sup>14</sup> de la lengüeta debe estar en sentido transversal para contrarrestar roturas.
- Este acoplamiento es comúnmente utilizado para la construcción de cielos, puertas, pisos y *tops* de mesa.

### Instrucciones de aplicación:

- Escuadrar con un cepillo los cantos a unir.
- Trazar con un gramil las ranuras a lo largo de los cantos de cada pieza.
- Utilizar canteadora con poca profundidad de la cuchilla para el encalado<sup>15</sup> y posteriormente graduar la profundidad.
- Para la lengüeta se saca primero el ancho y luego el grueso para no quebrar la lengüeta. También se pueden utilizar lengüetas postizas<sup>16</sup>.
- Encolar de manera uniforme y utilizar prensa o tornillos de apriete para inmovilizar la junta.
- Nivelar las tablas con un martillo.

### Derivados:

- Acoplamiento con ranurado múltiple.
- Acoplamiento con doble lengüeta.
- Acoplamiento con lengüeta en forma de cola de milano.
- Acoplamiento con lengüeta y llaves.

<sup>14</sup> La definición de vetas se puede interpretar de dos maneras: 1) Se puede referir a las franjas de distinto color que se aprecian en la superficie de la madera, consecuencia de los anillos de crecimiento de los árboles. 2) Dirección de la estructura celular de la madera llamada fibra. La madera puede tener fibra recta, sesgada o revirada. Cuando se trabaja en dirección a la fibra se le llama en dirección al hilo.

<sup>15</sup> El encalado consiste en mecanizar un canal a lo largo de una pieza de madera con anchura y profundidad variable, normalmente para ensamblarla con otras piezas.

<sup>16</sup> Se le llama lengüeta postiza a una espiga longitudinal de plástico, estrecha y seguida, que se labra en el canto de una tabla y encaja en el canal o ranura de una tabla contigua.





## ACOPLAMIENTO A MEDIA MADERA

### Descripción:

- También llamado acoplamiento galceado. Consiste en rebajar exactamente la mitad del grosor de la madera en ambas piezas en sentido longitudinal. La profundidad de la ranura debe ser igual a la mitad del espesor de la tabla.
- Con este tipo de ensamble se obtiene una mayor superficie de encolado que en el ensamble a tope, y la superposición de las tablas posibilita el refuerzo mediante el uso de tornillos, llaves o tarugos en la junta.
- Utilizado en la construcción de tarimas y tableros que requieran alta resistencia.

### Instrucciones de aplicación:

- Con el gramil, trazar una línea a la mitad del grosor del canto.
- En la cara de la tabla delimitar la línea de tope.
- Sujetar la pieza en un tornillo de banco y rebajar con un guillame<sup>17</sup>.
- De ser necesario cepillar las testas.
- Cortar a lo largo de las piezas si la unión queda desfasada, a modo que el producto final este totalmente escuadrado.

### Derivados:

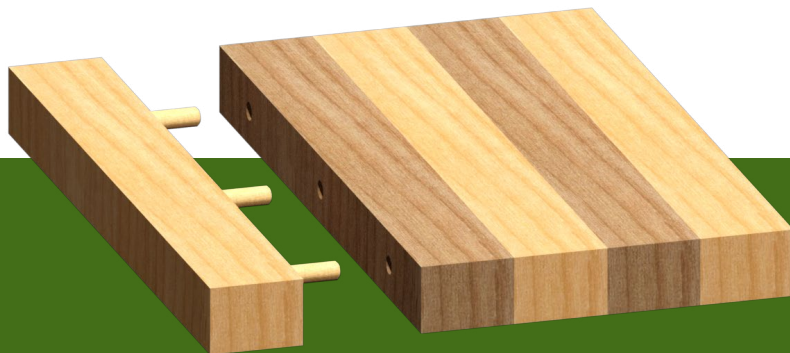
- Acoplamiento a media madera reforzada con tarugos.
- Acoplamiento a media madera con llaves de cola de milano.
- Acoplamiento a media madera con refuerzo de espiga.

<sup>17</sup> También llamado cepillo de carpintero, ampliar información en capítulo 4.





## ACOPLAMIENTO CON TARUGOS



### Descripción:

- Esta unión es en realidad una junta a tope reforzada con clavijas de madera que se meten encoladas entre las dos piezas del acoplamiento. Se pueden utilizar tarugos lisos o estriados, los estriados permiten desalojar el sobrante de cola.
- Reforzar el acoplamiento a tope con tarugos le proporciona mayor cohesión y fortaleza a la junta, pero requiere una preparación muy exacta. Es esencial que las clavijas se ajusten bien a los agujeros, pues de ello depende la solidez de la unión.
- Comúnmente utilizado en muebles, bastidores y entramados.

### Instrucciones de aplicación:

- Se preparan las piezas y posteriormente se procede a marcar la ubicación de los tarugos, estos se centran en el espesor para obtener la mayor resistencia del ensamble.
- Los extremos se colocan de 4 a 5 cm del borde y los centrales deben equidistar entre sí, no más de 30 cm.
- El largo del tarugo debe ser el doble del espesor de las tablas, introduciéndose una mitad en cada una, y la perforación que lo recibe se hace de 2 a 3 mm más profunda para alojar la cola sobrante.
- El diámetro del tarugo puede ser de  $\frac{2}{5}$  hasta  $\frac{3}{5}$  del espesor de la tabla, un tarugo muy fino sería frágil, y un tarugo muy grueso podría hinchar la zona produciendo desprendimientos de las fibras de la madera.
- El agujero tiene que ser recto y de la longitud adecuada.

### Derivados:

- Acoplamiento con tarugos lisos.
- Acoplamiento con tarugos estriados.

### 5.2.3 ACOPLAMIENTOS SIMPLES



#### Descripción:

- Es la unión de dos o más maderas por sus caras o cantos. Tiene por finalidad ensanchar la madera para conseguir dimensiones imposibles de obtener en una pieza única. Los cantos pueden ser lisos o moldurados.
- La junta a tope es considerada una unión poco resistente, dependiendo en buena parte del grosor de las piezas unidas. Es fácilmente alterable frente a agentes atmosféricos y térmicos. La cola le proporciona mayor solidez.
- Utilizado para la confección de *tops* de mesa.

#### Instrucciones de aplicación:

- Las maderas deben tener el mismo grosor, de no ser así se debe cepillar hasta igualar su grosor.
- Numerar cada tabla con claridad, al trabajar las piezas no se debe cambiar la orientación de sus números.
- Escuadrar con un cepillo los cantos a unir.
- Encolar de manera uniforme y utilizar tornillos de apriete para inmovilizar la junta.
- Nivelar las tablas dando pequeños golpes en la superficie de la tabla con un martillo.

#### Derivados:

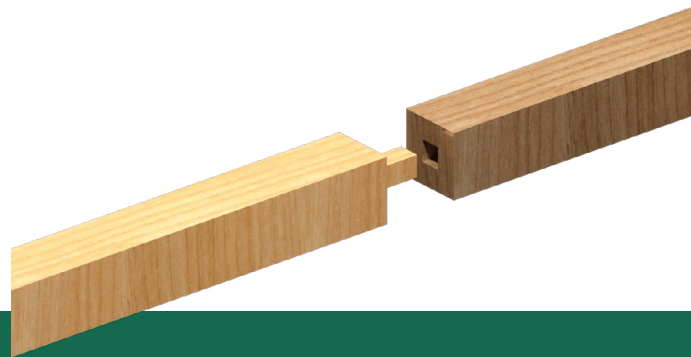
- Acoplamiento a tope con refuerzo de espiga.
- Junta plana unida mediante doble cola de milano.
- Acoplamiento a tope con lengüeta.
- Acoplamiento en zigzag.
- Junta plana rayada.
- Acoplamiento a tope reforzado con clavijas.

ACOPLAMIENTO A TOPE





## 5.2.4 EMPALMES SUPERFICIALES



### EMPALME DE ESPIGA CUADRADA

#### Descripción:

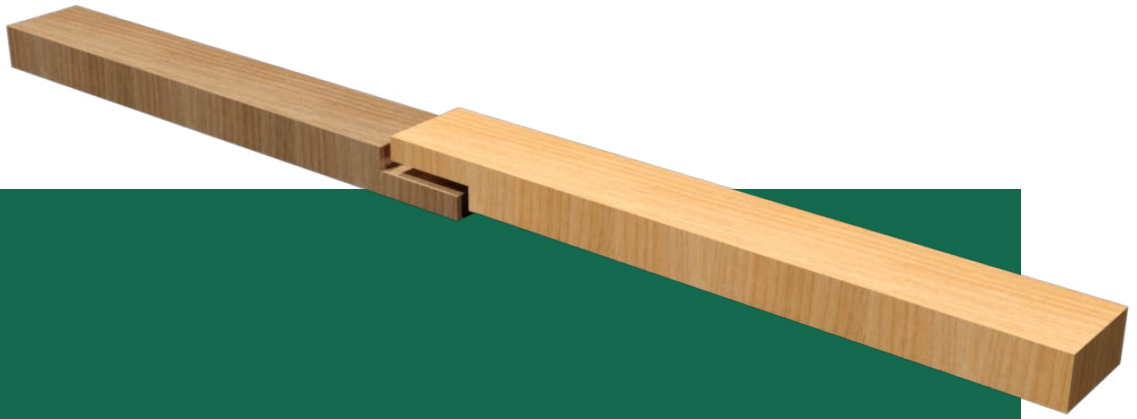
- El empalme es realizado a través de una espiga cuadrada en la testa de una de las piezas, esta pieza encajará en la entalladura de la otra pieza denominada caja o mortaja. También se puede utilizar una espiga postiza, introduciéndose en una caja cuadrada rebajada.
- El rendimiento de la unión depende en buena parte del comportamiento de la espiga. Tomar en cuenta que la madera tiende a sufrir de pandeo con este tipo de empalme.
- Empalme utilizado en piezas sometidas a esfuerzos de compresión y torsión. Comúnmente usado para unir pequeñas piezas de mobiliario.

#### Instrucciones de aplicación:

- Se realiza el trazado dividiendo en  $1/3$  la testa de las maderas por su ancho y largo. La profundidad de la espiga se marca en la cara y cantos de las piezas.
- Al igual que el ensamble de caja y espiga, para la elaboración de la caja primero se perfora con un taladro de banco los extremos de la caja y luego se perfora hasta unirlos (utilizar una broca que iguale o se acerque al grosor de la caja y marcar en la broca la profundidad deseada).
- Con un escoplo limpiar los restos de madera y escuadrar los extremos.
- La espiga se concibe rebajando los laterales con una sierra de arco, cuidando de no sobrepasar la línea de tope.

#### Derivados:

- Empalme de caja y espiga cilíndrica.
- Empalme de caja y espiga con brida.
- Empalme de caja y espiga con llave.
- Empalme zunchado.
- Empalme de doble caja.



### Descripción:

- Consiste en sobreponer dos piezas de madera rebajadas por la mitad, de forma que coincidan entre sí por los extremos.
- El largo del empalme debe ser 6 veces más que el grueso de la madera; si es más corta será poco efectiva ante los esfuerzos de flexión<sup>18</sup>. Es posible reforzar el empalme por medio de tornillos o pernos.
- Se aplica en piezas sometidas a esfuerzos de tracción.

### Instrucciones de aplicación:

- Con el uso del gramil, marcar el batiente en ambas piezas.
- En la cara de las tablas delimitar el larguero, esta debe ser como mínimo 6 veces mayor al grueso de la madera.
- Hacer uno o dos cortes con sierra de mano, espaciados uniformemente para facilitar el manejo del escoplo.
- Rebajar con un escoplo o formón hasta llegar a la línea de tope trazada en las vetas de la madera.
- Eliminar la madera sobrante.

### Derivados:

- Empalme a media madera con testa en sesgo.
- Empalme de cuña a media madera.
- Empalme a media madera con espiga roscada.
- Empalme de media madera recto.
- Empalme de media madera oblicuo.
- Empalme a media madera con dientes alternos.

<sup>18</sup> Flexión se le llama al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.



## EMPALME CON HORQUILLA



### Descripción:

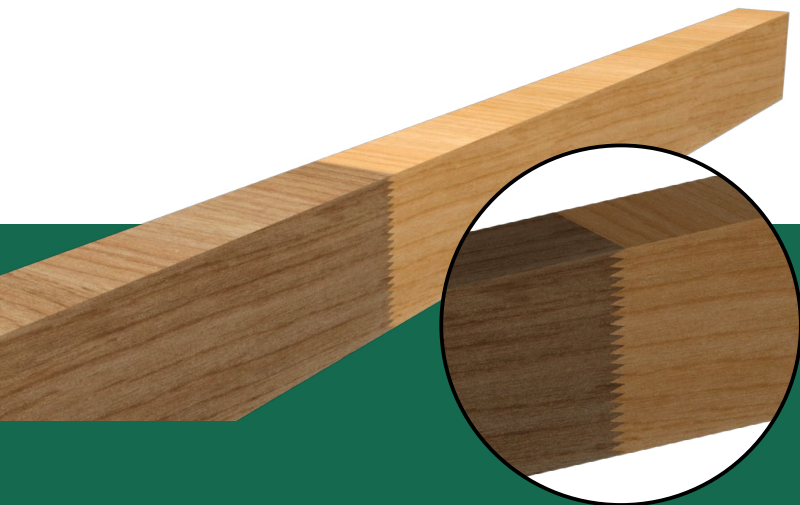
- Es un empalme sólido si se realiza con precisión.
- La proporción de la espiga es de media o un tercio para conseguir la máxima solidez.
- El aumento de la superficie lo hace más resistente en comparación al empalme realizado a media madera. Puede ser reforzado con clavijas, tornillos y puntas.
- Este sistema es muy utilizado para la prolongación de piezas pequeñas y en la construcción de tarimas de madera. Si la sección a unir es de gran tamaño se debe aumentar el número de espigas.

### Instrucciones de aplicación:

- Para preparar la madera y marcar líneas de corte, primero trazar la línea de tope en la cara y lateral de las tablas; esta determinará la profundidad de la unión. Luego, en el sentido longitudinal, dividir en 3 partes iguales la testa continuándolas en los cantos hasta la línea de tope.
- Sujetar una de las piezas en una prensa de banco (colocarla en ángulo) y con un serrucho cortar hasta llegar al trazo del larguero. La madera se voltea en la prensa para que quede en la dirección opuesta y se hace el segundo corte de la misma manera. Por último, enderezar la pieza en la prensa de banco y realizar el corte hasta llegar a la superficie de la espiga.
- Utilizar el mismo procedimiento para ambas piezas y eliminar la madera sobrante. Una de las piezas será rebajada por los costados mientras que la otra pieza por el centro.

### Derivados:

- Empalmes de doble espiga.
- Empalme de horquilla combinada.
- Empalme de horquilla con corte falso.
- Empalme a media madera con testa en sesgo.
- Empalme de espiga y armella a 45 grados.
- Empalme a horquilla en cola de milano.



### Descripción:

- Este empalme se utiliza para el aprovechamiento de listones de poca longitud. Mediante su unión se consiguen mayores dimensiones. Es también conocido como *finger joint*.
- La norma UNE-EN 15497<sup>19</sup> define a la unión dentada como empalme realizado mediante la mecanización de un número determinado de entalladuras iguales y simétricas en las testas de las piezas de madera que son encoladas posteriormente.
- Es reconocida como una de las uniones más estables.
- El sistema mejora al aumentar la superficie de contacto por medio de entalladuras múltiples.
- Este tipo de empalme es muy utilizado en la construcción de madera laminada.

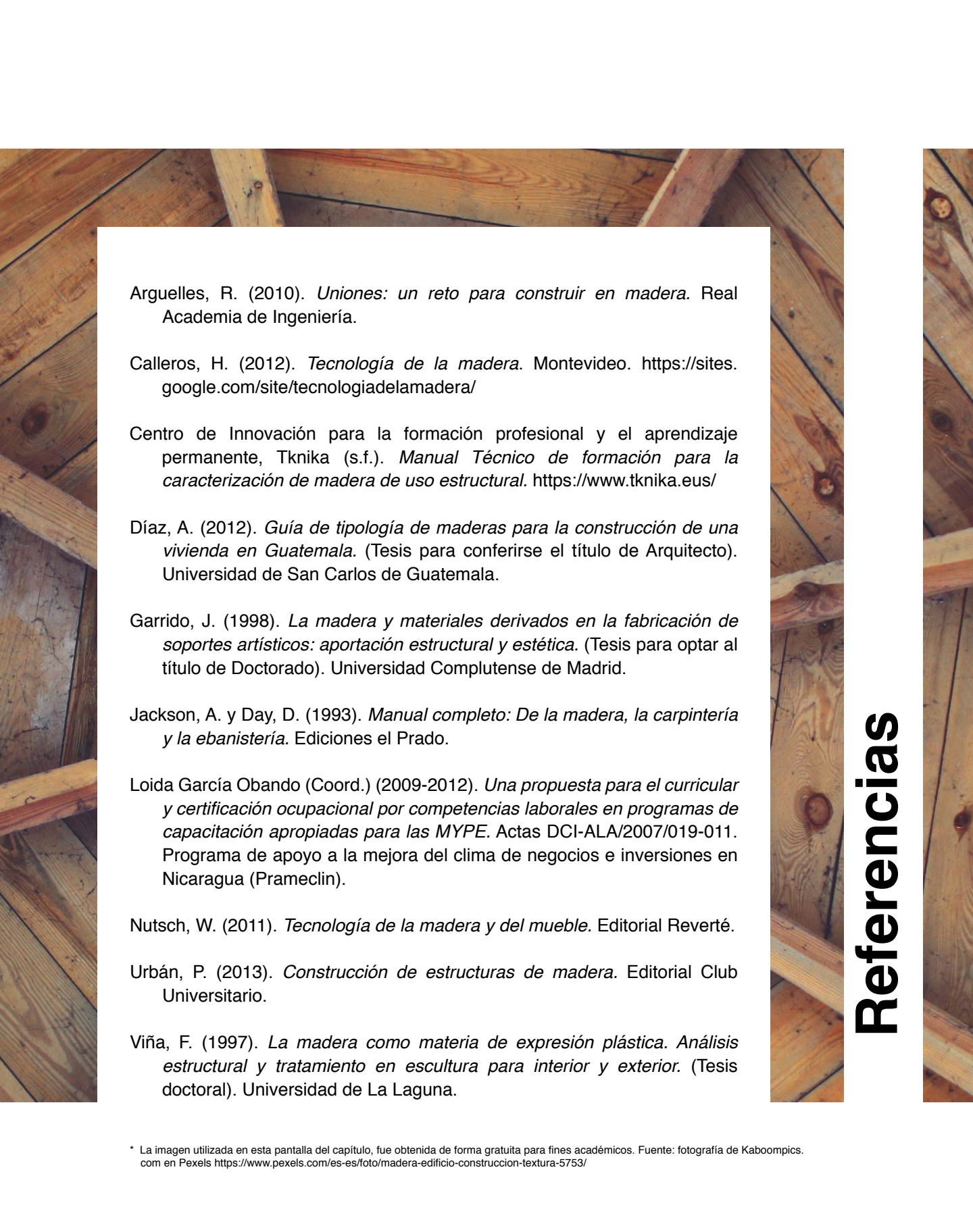
### Instrucciones de aplicación:

- La forma más sencilla de realizar esta unión es a través de una fresa *finger joint* para *router*, la cual se encarga de realizar las microensambladuras dentadas en la testa de la pieza de madera.
- Se recomienda encolar las piezas inmediatamente después del corte para evitar que se produzcan deformaciones por el estrés de la madera.

### Derivados:

- *Finger joint* horizontal.
- *Finger joint* vertical.
- *Finger joint* con dientes alternados.

<sup>19</sup> UNE-EN significa Norma Española-European Norma, son estándares europeos que pertenecen a las Normas de la Asociación Española de Normalización y Certificación (Aenor).

The background of the page is a photograph of a wooden structure, likely a roof or ceiling, showing various wooden beams and planks. The wood has a natural, light brown color with visible grain patterns and knots. The structure is composed of several parallel and intersecting beams, creating a complex geometric pattern.

Arguelles, R. (2010). *Uniones: un reto para construir en madera*. Real Academia de Ingeniería.

Calleros, H. (2012). *Tecnología de la madera*. Montevideo. <https://sites.google.com/site/tecnologiadelamadera/>

Centro de Innovación para la formación profesional y el aprendizaje permanente, Tknika (s.f.). *Manual Técnico de formación para la caracterización de madera de uso estructural*. <https://www.tknika.eus/>

Díaz, A. (2012). *Guía de tipología de maderas para la construcción de una vivienda en Guatemala*. (Tesis para conferirse el título de Arquitecto). Universidad de San Carlos de Guatemala.

Garrido, J. (1998). *La madera y materiales derivados en la fabricación de soportes artísticos: aportación estructural y estética*. (Tesis para optar al título de Doctorado). Universidad Complutense de Madrid.

Jackson, A. y Day, D. (1993). *Manual completo: De la madera, la carpintería y la ebanistería*. Ediciones el Prado.

Loida García Obando (Coord.) (2009-2012). *Una propuesta para el curricular y certificación ocupacional por competencias laborales en programas de capacitación apropiadas para las MYPE*. Actas DCI-ALA/2007/019-011. Programa de apoyo a la mejora del clima de negocios e inversiones en Nicaragua (Prameclin).

Nutsch, W. (2011). *Tecnología de la madera y del mueble*. Editorial Reverté.

Urbán, P. (2013). *Construcción de estructuras de madera*. Editorial Club Universitario.

Viña, F. (1997). *La madera como materia de expresión plástica. Análisis estructural y tratamiento en escultura para interior y exterior*. (Tesis doctoral). Universidad de La Laguna.

# Referencias



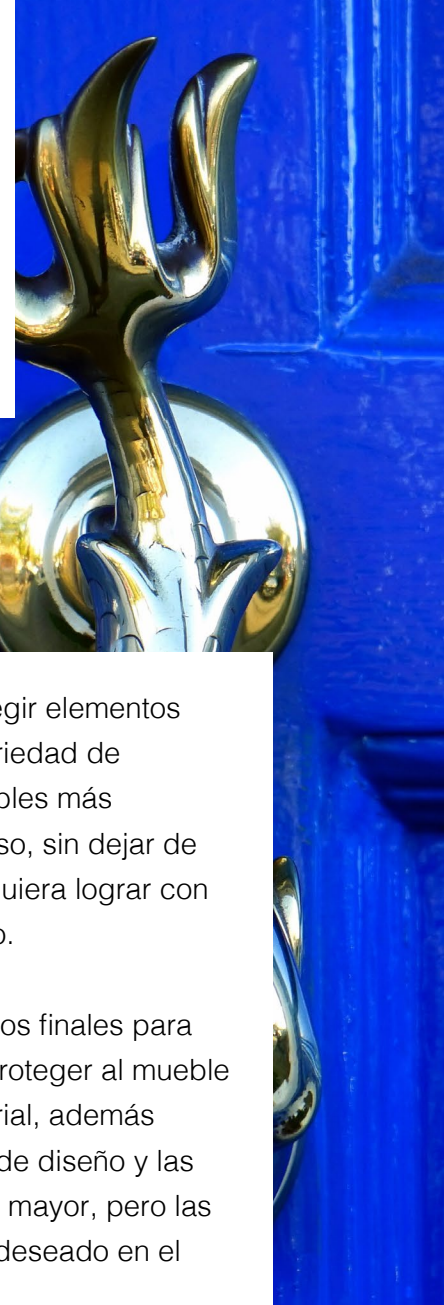


# CAPÍTULO 6

## HERRAJES Y ACABADOS

### Al finalizar el capítulo 6:

- El estudiante identifica los diferentes tipos de herrajes disponibles en el mercado, así como los acabados aplicables a un producto u objeto en madera.
- El estudiante comprende los procesos y tipos de acabados para una pieza de madera o sus derivados.



Al diseñar mobiliario u objetos en madera es importante elegir elementos que mantengan aseguradas las piezas. Existe una gran variedad de accesorios en tema de herrajes que permiten obtener muebles más amigables al consumidor, por la facilidad de montaje, de uso, sin dejar de lado la estética del mueble; todo dependerá de lo que se quiera lograr con el producto en relación a calidad, apariencia y presupuesto.

Cabe destacar la importancia en la elección de los acabados finales para los productos fabricados en madera, los cuales permiten proteger al mueble de los agentes externos y resaltan las cualidades del material, además de brindar una adecuada apariencia según los conceptos de diseño y las exigencias del usuario. La oferta de acabados cada vez es mayor, pero las decisiones pesarán por las tendencias de color, resultado deseado en el producto final y fin de uso del mueble.


# C6



\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Mike en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/tirador-de-puerta-de-laton-189533/>

# 6.1

## HERRAJES



Se denominan como herrajes a todos aquellos sistemas que permiten unir, ensamblar y asegurar dos o más elementos que componen un mueble. Así mismo tienen como finalidad facilitar el manejo de los elementos de cierre y de acción.

Los herrajes se clasifican en:

- Permanente-fijo.
- Semipermanente.
- Desmontable.
- Que permiten o no el movimiento relativo de un elemento respecto a otro.

Existen diferentes tipos y modelos de herrajes en diversidad de materiales que aportarán a la función y a la estética de lo que estemos fabricando. La elección de herrajes dependerá del uso que se le desee dar.

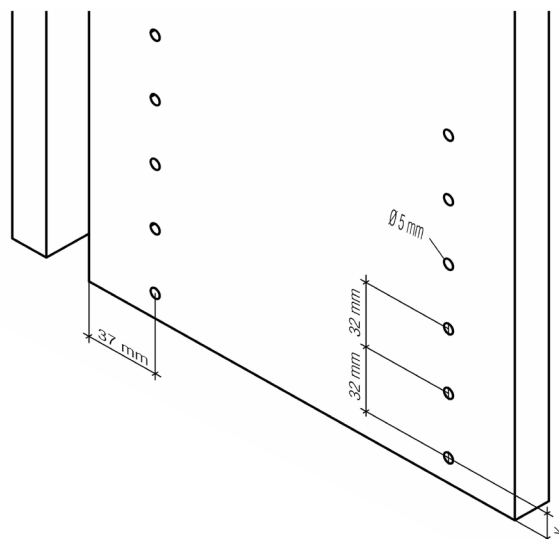
### 6.1.1 PRINCIPIO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA 32 MM

Es un método estandarizado a nivel internacional para la construcción e instalación de accesorios y tiradores en muebles aglomerados. El propósito del sistema es tener un método para interrelacionar o referenciar los componentes de un elemento a fabricar sin importar los herrajes a utilizar. Esto se logra gracias a la existencia de un

patrón de perforaciones que considera los componentes y herrajes, y los convierte en una unidad constructiva. Dicho patrón consiste en una serie o hilera de perforaciones de 5 mm de diámetro ubicados a 37 mm del borde de la tabla con una distancia entre ejes de 32 mm.

Para la fabricación de muebles y cocinas de aglomerado se utiliza el Sistema 32 mm, debido a que en su mayoría los herrajes y accesorios disponibles en el mercado manejan los agujeros de montaje en múltiplos de 32 mm de separación, además proporciona facilidad de traslado, así como de instalación.

Figura 123. Dimensiones generales Sistema 32 mm.





## 6.1.2 CLASIFICACIÓN DE HERRAJES

A continuación se amplía la información de los herrajes más utilizados por el tipo de aplicación en mobiliario.

### Tiradores o manijas

Mecanismo que sirve para abrir puertas y cajones.

Figura 124. Tirador estándar.



### Tiradores y pomos estándar

Son los más comunes, constan de una pieza que sobresale de la superficie para poder halar de ella.

Figura 125. Tirador embutido.



### Tiradores embutidos

Herraje empotrado en la superficie de la puerta, es necesaria la perforación en el tablero del tamaño y dimensión adecuados para poder integrar este tipo de tiradores.

Figura 126. Diagrama instalación jaladera de embutir rectangular. Vista lateral.

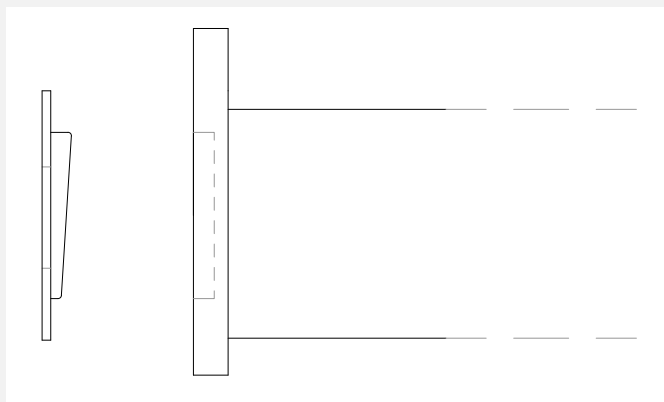
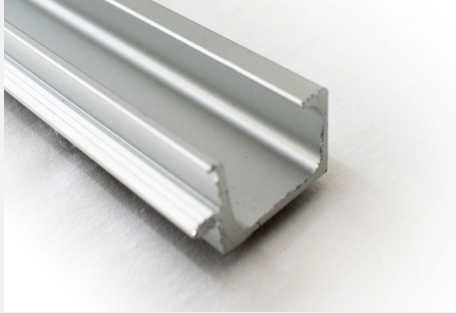


Figura 127. Tirador de perfil.



**Jaladera de embutir de canto en C**  
Tienen forma de U o de L. Perfil instalado en el canto de la puerta, que deja espacio suficiente para poder tirar de ella.

Figura 128. Diagrama jaladera de embutir de canto en C.

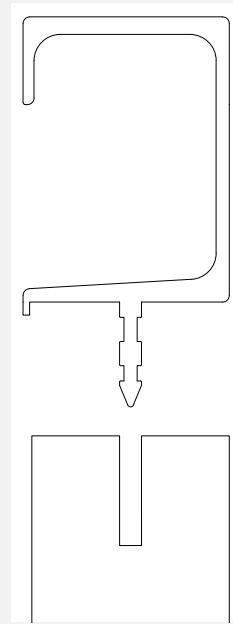
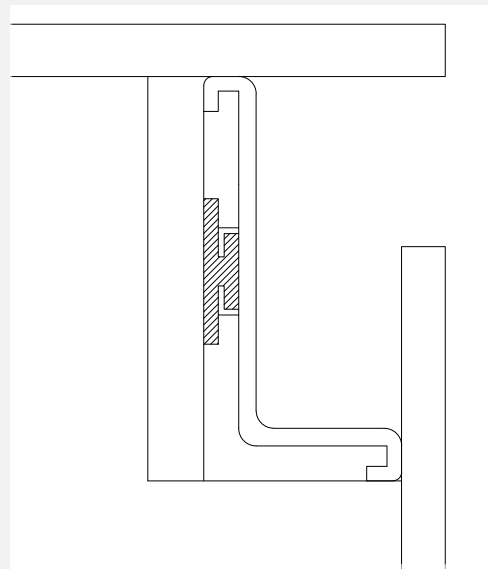


Figura 129. Perfil oculto sencillo de Gola.



**Perfil oculto sencillo Gola**  
Es un sistema que permite abrir las puertas sin necesidad de tiradores o jaladeras. Se instala en el gabinete. Hace que la separación que queda fuera del mueble permita tirar de la puerta.

Figura 130. Instalación del perfil oculto de Gola.





## Carrileras o rieles

Guías laterales para cajón que facilitan la extracción del mismo.

Figura 131. Guías laterales.



- Guías de extracción parcial
- Rieles extensibles

Se clasifican según su capacidad de extracción, la calidad del material y el peso que soportan.

Figura 132. Corredera extensión instalado en gabinete. Vista frontal.





## Herrajes de apertura

Existe una amplia gama de brazos hidráulicos según sea su uso.

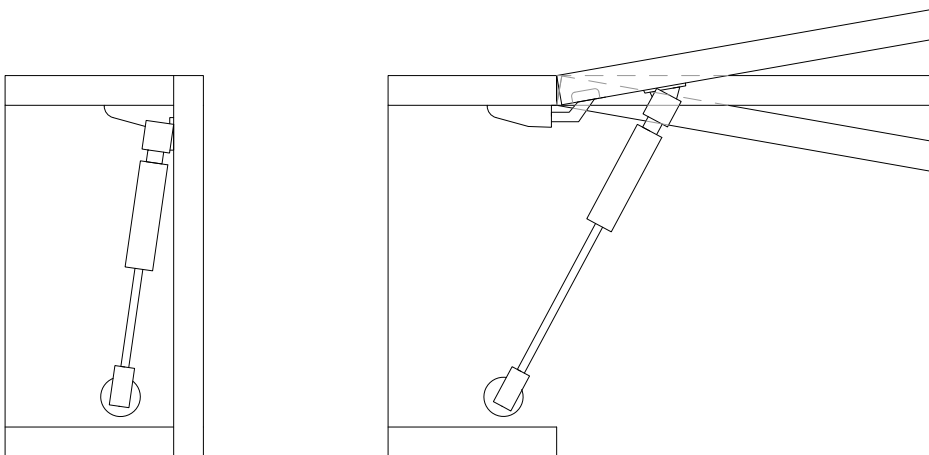
Figura 133. Brazo hidráulico para puertas y gabinetes.



### Brazo hidráulico

Sus principales características son que previenen que las puertas se cierren de golpe, y permiten mantener la puerta abierta o la cierran automáticamente.

Figura 134. Ángulo de apertura del pistón.

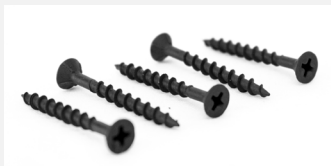




## Los herrajes de unión

Los herrajes de unión pueden ir a la vista u ocultos. La elección dependerá de las condiciones de armado. Si es un mueble fijo o un sistema RTA.

Figura 135. Tornillos.



### Tornillos<sup>1</sup>

Este elemento es utilizado para la fijación temporal o permanente de piezas entre sí.

Figura 136. Tarugos.



### Tarugos

Cilindro de madera pequeño que se utiliza para unir dos piezas de manera precisa. Además, permite hacer uniones limpias y resistentes. Se recomienda aplicarlos según el grosor del tablero:

- Tableros de 12 mm, utilizar tarugos de 6 mm de diámetro.
- Tableros de 15 mm, utilizar tarugos de 8 mm de diámetro.
- Tableros de 18 mm, utilizar tarugos de 10 mm de diámetro.

Figura 137. Escuadra de unión.



### Escuadras de unión

Se utilizan para la unión de cuerpos, fijaciones traseras, elementos de muebles aéreos, y en superficies lisas.

<sup>1</sup> Para ampliar la información consultar capítulo 4.

Figura 138. Sistema minifix.

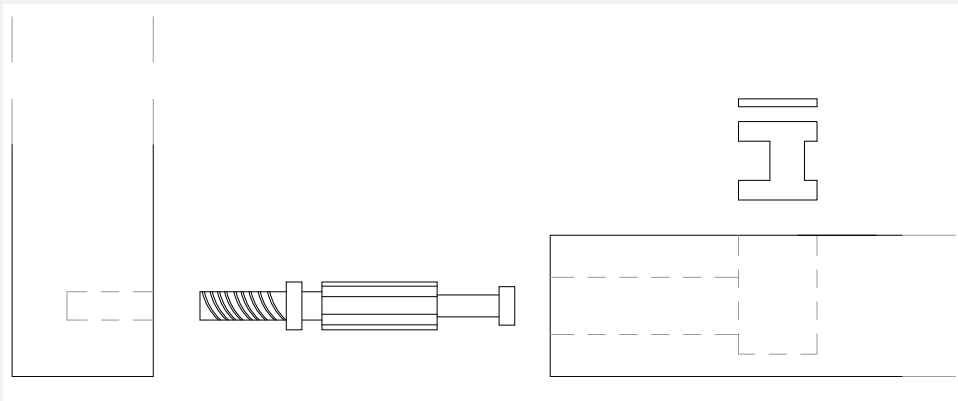


### **Minifix, maxifix y rafix**

Herrajes para mobiliario RTA (Ready To Assemble) que significa: listo para armar.

Consta principalmente de dos piezas: una caja excéntrica y un perno o clavija. Para la instalación de estos herrajes se debe considerar el principio constructivo del Sistema 32 mm.

Figura 139. Diagrama de instalación, vista lateral.





## Bisagras

La clase y medida de una bisagra deben ir acorde a las dimensiones de la abertura y al tipo de marco de la pieza de madera.

Figura 140. Bisagra.



### Bisagra de izquierda o derecha

Mecanismo que permite articular dos superficies a través de un eje en común.

Figura 141. Bisagra de cazoleta.



### Bisagra de cazoleta

Tipo de herraje articulado que brinda el giro de puertas. Son invisibles desde el exterior, cierran solas a partir de cierto ángulo y suelen tener amortiguación regulable.

Figura 142. Diagrama de instalación de bisagra bidimensional, vista superior.

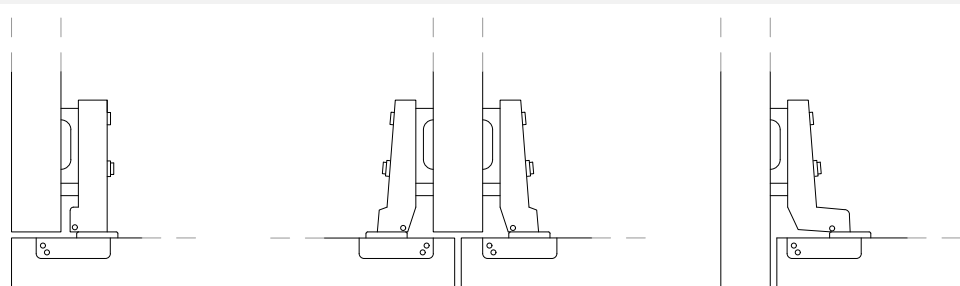




Figura 143. Bisagra tipo americana.



### **Bisagra tipo americana**

Bisagras de cierre independiente. Funcionan de la misma manera que las bisagras de cazoleta, sin embargo este tipo de bisagras no utiliza cazoleta para su funcionamiento.

## **Accesorios**

Figura 144.  
Resbalón con clavo.



### **Resbalón con clavo**

Se colocan debajo de los muebles para que al momento de ser arrastrados no rayen la superficie y sea más fácil deslizarlos.

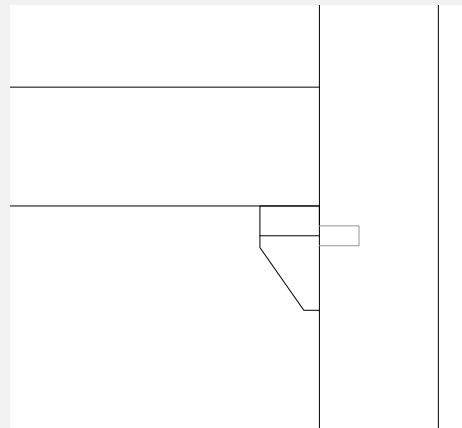
Figura 145.  
Ménsula.



### **Ménsulas**

Son utilizadas para sostener repisas dentro de los muebles. Generalmente se utilizan con el Sistema 32 mm.

Figura 146. Diagrama de Instalación, vista lateral.



# 6.2

## ACABADOS<sup>2</sup>

La aplicación de acabados en la madera se realiza para mejorar, proteger o preservar su apariencia, además de brindar una superficie fácil de limpiar. La elección de los acabados para madera, con base en su calidad, se puede calificar según durabilidad, estética y estabilidad del acabado.

<sup>2</sup> En es te apartado se contó con la información, redacción y fotografías de Sherwin Williams de Centro América.

\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Toño en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/madera-carpintero-artesania-3016453/>

Los diseños con madera inspiran ante todo calidez, confort y calidad. Para lograr que mantenga sus características con el paso del tiempo es importante el uso de los recubrimientos con calidad y tecnología adecuados para cada tipo de proyecto, sin que lleguen a alterar su belleza natural y estructural. De aquí que al decidir un acabado prevalecen tres razones:

- Sanidad: la madera es un material natural con poros abiertos y es muy susceptible a la acumulación de suciedad, crecimiento de hongos y otros contaminantes, el acabado permite que se limpie con facilidad.
- Estabilidad: estructuralmente la madera responde a las condiciones ambientales contrayéndose o

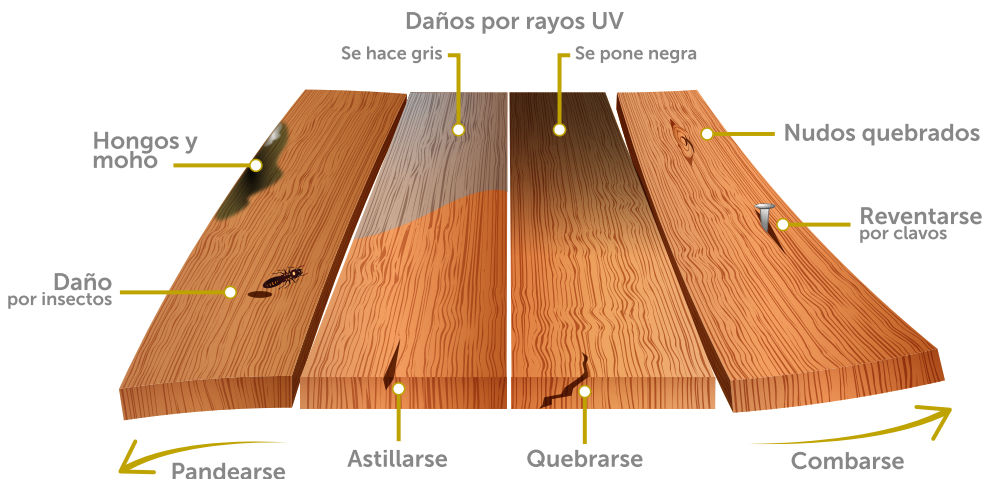
expandiéndose, el acabado permite impermeabilizar y dar estabilidad.

- Decoración: por sus características de belleza natural los acabados permiten a la madera combinarse en casi todas las tendencias del diseño actuales y gustos personales.

La protección se puede lograr mediante la aplicación de un recubrimiento con propiedades físicas para soportar las tensiones ambientales, que sean suficientemente resistentes para mantener la belleza y la funcionalidad de los muebles y proyectos en madera

Los daños que encontramos en la madera natural son variados, por lo cual se hace necesario una buena preparación y selección de maderas para los ambientes que se requiera.

Figura 147. Daños más frecuentes de la madera.





El proceso de acabado en madera tiene 4 pasos fundamentales:

1. La preparación de la superficie
  - a. Reparación y preservado de la superficie
  - b. Lijado
2. El entintado de la madera (opcional)
3. Sellado
4. Acabado

Figura 148. Esquema de un sistema de acabado típico en madera.



### 6.2.1 PREPARACION DE LA SUPERFICIE

La preparación de superficie es el proceso más importante en la aplicación del acabado, representa hasta un 70% del éxito de un buen acabado, el ahorro posterior de materiales y la satisfacción de un excelente terminado. Cualquier imperfección será evidente al final del proceso.

La preparación de superficie tiene dos pasos básicos: la reparación de la superficie y el lijado.





## Reparación y preservado

Incluye varios procesos y materiales:

- **Preservante de insectos:** se recomienda, para maderas nuevas, aplicar un preservante a manera de prevenir el daño causado por Xilófagos<sup>3</sup> (que se alimentan de madera) como insectos, hongos y algas. La aplicación es fácil, esta puede realizarse con brocha, trapo e inmersión, y se recomienda aplicarlo a la madera antes de comenzar el proyecto.
- **Masillas rellenadoras:** útiles para reparar pequeñas imperfecciones superficiales como rasguños, orificios, etc.
- **Tapaporo natural:** producto tipo pasta, especial para rellenar maderas de poro muy abierto y obtener una superficie muy sellada, y lograr ahorro de los acabados.

Figura 149. Diferentes productos para realizar el proceso de reparación de la superficie: preservante para madera, masilla base agua y tapaporo natural para madera.



<sup>3</sup> Para ampliar información consultar capítulo 2.



## Proceso de lijado

La durabilidad del sistema de acabado dependerá de la capacidad de las capas de barnices para unirse entre ellas y también de la habilidad de la primera capa a adherirse a la madera. El lijado suaviza la superficie de forma gradual para conseguir un acabado sin marcas, sin defectos, y garantizar la adherencia.

Las características de los papeles de lijado o abrasivos son los siguientes:

Figura 150. Características más importantes del papel de lijado.



- Tipo de grano  
El grano es el material abrasivo adherido al papel de lijado. Los 3 tipos más comunes son:
  - a. De carburo de silicio: es un grano de baja durabilidad dado que es delgado, anguloso y se quiebra con facilidad. Se utiliza principalmente para el lijado de materiales como vidrio, piedra, mármol, cerámica, plásticos, fibra de vidrio, etc.
  - b. De óxido de aluminio (corindón): es un grano redondo, sin aristas agudas, tenaz y de alta durabilidad. Es apropiado para el lijado de materiales de madera y metal.
  - c. De circonio: es un grano uniforme, tenaz y durable. Es excelente para lijar aceros inoxidable.
- Número de grano  
Es el tamaño del mismo. Cuanto menor es el número de grano, mayor es este, y por tanto más basto será el lijado.



- **Soporte**  
Es la base sobre la que se pega el grano. Existen principalmente tres tipos de soporte:
  - a. **Papel:** es el más utilizado y más barato. Tiene buena resistencia y flexibilidad, y se utiliza sobre todo en hojas de lija, para el lijado manual de maderas.
  - b. **Tejido de algodón o poliéster:** es más resistente y flexible, especialmente en las bandas lijadoras.
  - c. **Fibra vulcanizada:** tiene más rigidez, pero máxima resistencia.
  
- **Aglutinante**  
Es el pegamento de los granos al soporte o papel. En su mayoría son de resina sintética para lograr mayor resistencia.
  
- **Recubrimiento**  
Algunas lijas llevan un recubrimiento que hace más fácil su desliz sobre la superficie evitando que la lija se embote o atore
  
- **Papel de lijado**  
Generalmente son hojas de papel y en algunos casos de tela que son más flexibles. El cuadro 6 muestra la clasificación de los granos en base al proceso del acabado en el que se utilizan.

Cuadro 6. Clasificación de granos.

<b>Número</b>	<b>Características</b>	<b>Usos</b>
<b>40-60</b>	Abrasiva	Extremadamente abrasiva. Prepara la superficie de la madera.
<b>80-120</b>	Mediana	Suaviza la superficie y remueve pequeñas imperfecciones.
<b>150-180</b>	Fina	Paso final antes de aplicar el acabado a la madera.
<b>220-240</b>	Muy fina	Lijado de la capa de sellador luego de haber aplicado tinte o preparado la superficie.
<b>280-320</b>	Extrafina	Remover polvo y marcas en la superficie.
<b>360-600</b>	Superfina	Lijado fino para afinar la superficie antes del acabado o barniz.

Figura 151. Diferentes tipos de lijas.



### Tipos de lijado

- Lijado en seco  
En madera se recomienda el lijado en seco. El papel lija para madera cuenta con un aditivo en polvo que ayuda a desplazarse en la superficie a lijar, así se evita el uso de agua como lubricante.
- Lijado en húmedo  
Se utiliza generalmente para metal y plástico.

### Lijado manual y mecánico

- Lijado manual  
Es muy común, especialmente por la forma intrincada de algunos trabajos. Se utilizan, generalmente, esponjas lijadoras, papel de lijado, lanas metálicas y fibras de lijado, apoyados de tacos para realizar la tarea.

Figura 152. Lijado manual.



Figura 153. Lijadora de banda.



- **Lijado mecánico**  
La productividad se incrementa si nos auxiliamos de una lijadora eléctrica o neumática, ya que el ahorro de tiempo será muy considerable y el acabado es mejor comparado al método manual, especialmente en grandes superficies.
- **Lijadora de banda**  
Esta lijadora consta de una banda cerrada de lija sujeta con tensión entre dos rodillos. Está indicada para lijar grandes superficies planas.
- **Lijadora roto-orbital**  
Dispone de un disco de lijado que gira, permitiendo uniformidad. Se utiliza para lijar todo tipo de superficies y acabados finos. Debido a la flexibilidad de su plato de goma se pueden lijar superficies irregulares. Además se puede utilizar para lijar las primeras capas de sellador y acabado.

Figura 154. Lijadora roto-orbital.



Figura 155. Lijadora orbital o vibratoria.



- Lijadora orbital o vibratoria  
Tiene un movimiento orbital aleatorio. Se utiliza para lijados de superficies planas y sobre todo para acabados muy finos.
- Lijadora de disco o plato fijo y manual  
Puede servirnos para lijar, limpiar y pulir acoplándole los accesorios necesarios, es un plato lijador donde se adhiere la lija.

Figura 156. Lijadora de disco.



### Medidas de seguridad al lijar

Debemos, ante todo, tener en cuenta algunas precauciones. Cuando lijemos es necesario protegerse con gafas de seguridad y mascarilla por el polvo, consideremos que el polvo de lijado de algunas especies de madera pueden causar alergias y molestias en el sistema respiratorio. Las máquinas hay que mantenerlas apagadas si no se utilizan; el cambio de lija, cableado y mangueras es necesario para mantenerlas en buen estado.



## 6.2.2 ENTINTADO DE LA MADERA

El propósito del entintado es el de realzar la veta de la madera y homogenizar la apariencia de maderas, especialmente las de coloración blanca. Por ello la oferta de tintes de los fabricantes son translúcidos o semitransparentes, para poder apreciar y acentuar la belleza de la madera.

Los tintes se pueden clasificar en dos tipos:

- Tintes a base alcohol o *thinner*: estos colorantes tipo anilina tiñen y le imprimen mayor profundidad al acabado. Son generalmente usados en interiores, ya que son sensibles a la decoloración por la exposición prolongada a la luz. Están disponibles en fórmulas a base de *thinner* altamente translúcidos en colores tipo madera.
- Tintes pigmentados: estos pueden ser base aceite y base agua. Son muy estables a la luz y rayos UV2, por lo que se recomiendan principalmente para la aplicación en exteriores, ya que los pigmentos se depositan en las vetas de la madera y actúan como protectores.

La calidad del tinte está directamente relacionada con la estabilidad sobre la superficie al ambiente y la uniformidad de la apariencia.

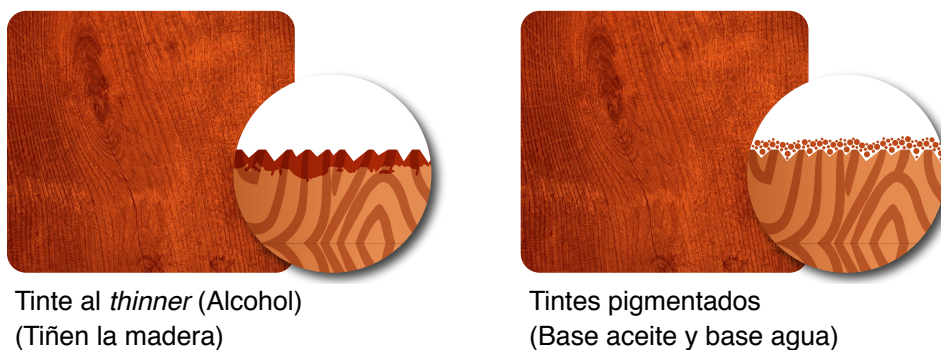
Figura 157. Variedad de tintes.





Los tintes pueden ser aplicados con *wipe* (trapo), brocha, rodillo, y pistola asistida por aire. El método de aplicación depende de varios factores como el tipo de superficies y el tamaño de la misma. Consideremos siempre que hay tintes para uso interior y para exteriores, por tanto hay que considerar el adecuado al tipo de proyecto que se realizará.

Figura 158. Representación de la diferencia entre un tinte al *thinner* y uno pigmentado.

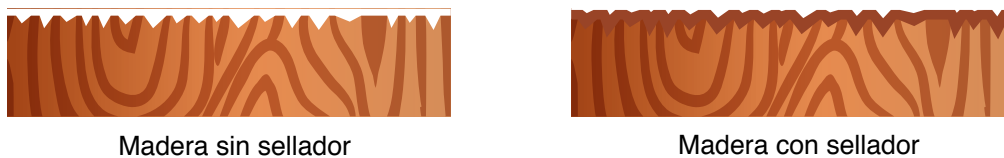


### 6.2.3 SELLADO

El sellado de la madera es un proceso fundamental, ya que con ello creamos una capa protectora de los tintes y el acabado final, además nos permite rellenar los poros para poder lijar y obtener una superficie preparada para los acabados posteriores.

Cuando aplicamos tinte a la madera y se humecta se genera un efecto de las fibras sueltas a levantarse, por ello se requiere aplicar un sellador que nos permita crear una capa de protección al tinte, lo cual permite lijar la fibra levantada para crear una superficie tersa.

Figura 159. Representación de una madera sin sellador y una con sellador.










Un sellador debe tener las siguientes propiedades:

- Alto poder de relleno
- Lijable
- Capacidad de adherencia de la mayoría de acabados

El sellador se puede aplicar con *wipe* (trapo), brocha o pistola asistida por aire. Todo dependerá de la calidad final de acabado que se quiera lograr. Recuerde que primero entintamos la pieza y luego sellamos.

Hay que tener en consideración que muchas veces, especialmente cuando se aplica la primera mano de barniz, se cumple la función de sellador siempre que la pieza sea lijable, de lo contrario se vuelve necesario el uso de un sellador adecuado de acuerdo al trabajo que se realiza.

Cuadro 7. Resumen de los tipos de selladores más comunes en el mercado de acabados y sus características de rendimiento.

<b>Selladores</b>			
	 <b>Nitrocelulosa</b>	 <b>Poliuretano</b>	 <b>Base agua</b>
Secado	10-20 minutos	40-60 minutos	2-4 horas
Sólidos en volumen	50 %	40-45 %	17-20 %
Rendimiento (m <sup>2</sup> /gal)	41-52	59-67	26-27
Aplicación	Pistola	Pistola	Brocha, pistola

## 6.2.4 ACABADO FINAL

Luego de haber sellado, se está listo para el paso final en el acabado de la madera, a veces denominado barnizado, lacado o acabado.

El acabado final es un proceso que depende del tipo de madera y el uso que se va a hacer de esta.

La elección correcta del acabado final está definida principalmente por los siguientes factores:

- Ambiente al que será expuesto (si es interior o exterior).
- Apariencia final deseada, tipo de brillo deseado, color, textura, etc.
- Durabilidad (depende mucho del uso al que estará sometido una pieza).
- Facilidad para dar mantenimiento y restauración posterior.

Figura 160. Acabado barniz brillante.



Brillante: acabado vivo que intensifica el color de la madera, pero también hace más visibles las imperfecciones. Se producen reflejos y brillos.

Figura 161. Acabado barniz satinado.



Satinado: brillo suave y traslúcido, también se le conoce como acabado semimate. Se producen ligeros reflejos.

Figura 162. Acabado barniz mate.



Mate: sin brillo alguno, no se producen reflejos.



De esta manera los acabados o barnices varían de acuerdo a su tecnología, su rendimiento y protección, y se pueden clasificar en tres grupos:

- a. Penetrantes o impregnantes: comúnmente son mezclas de aceites naturales como linaza, tung y teca. No son formadores de película, ya que su función es humectar e impregnar la madera para crear una protección desde el interior, su durabilidad es corta (4-6 meses), su simple aplicación permite facilidad de mantenimiento.

Figura 163. Oil Finish, impregnante de madera.



- b. Formadores de película transparentes: generalmente barnices, lacas y acabados catalizados pueden encontrarse en base solvente, base agua y catalizados; la diferencia entre ellos es su resistencia y durabilidad.



Los acabados para madera, formadores de película, comúnmente utilizados en la actualidad en carpintería son:

- Lacas transparentes y de color.
- Barnices base solvente, de los cuales hay una amplia variedad de acuerdo a su tecnología.

Figura 164. Barnices.



- Barnices base agua.

Figura 165. Barnices base agua.



- Poliuretano Catalizados (Requieren de catalizador para su secado).

Figura 166. Poliuretanos catalizados.



- Poliéster Catalizado (Requieren de catalizador para su secado).

Figura 167. Poliéster catalizado.





c. Acabados de color: son generalmente lacas y acabados catalizados los que se caracterizan por la variedad de colores sólidos.

Los acabados formadores de película protegen mejor debido a su grosor en la superficie de la madera, protegiéndola contra rasguños, agua e intercambio de vapor de agua (humedad). Hay límites para el grosor de la película, generalmente 2 o 3 manos son suficientes. Si el acabado es demasiado grueso puede desarrollar grietas como resultado de la expansión y contracción de la madera.

Figura 168. Tipos de acabados para madera.



Procedimiento para aplicar barniz con brocha:

- Tome precauciones para eliminar la mayor cantidad de polvo posible en el área de aplicación.
- Lea atentamente y siga las instrucciones del fabricante.
- Nunca use barniz o acabados directamente, vierta la cantidad que necesitará en un recipiente separado y ponga la tapa de nuevo en la lata.
- Use una brocha limpia de buena calidad y la adecuada al barniz.
- Nunca sumerja la brocha más de un tercio.
- Aplique en dirección a la veta de la madera.
- Lije entre manos para obtener un mejor nivelamiento y acabado profesional.

Cuadro 8. Ventajas y desventajas de diversos tipos de acabados.

	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Usos</b>
<b>Aceites penetrantes y protectores impermeabilizantes</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acabado natural</li> <li>• Realza la veta de la madera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil de aplicar</li> <li>• No se requiere sellador</li> <li>• Impermeabiliza la madera</li> <li>• Puede usarse sobre tintes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración limitada</li> <li>• Difícil de remover</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acabado poro abierto</li> <li>• Mantenimiento de muebles y maderas exteriores</li> </ul>
<b>Barnices alquídicos interior (resina sintética)</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acabado poro cerrado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil de aplicar con brocha o pistola asistida por aire</li> <li>• Algunas veces requiere sellador</li> <li>• Alto nivelamiento</li> <li>• Disponibilidad de brillos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secado Lento</li> <li>• Mediana protección</li> <li>• Acabado semiblando</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muebles especialmente de interior</li> <li>• Poro de semicerrado a cerrado</li> </ul>
<b>Lacas</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibles transparentes y color</li> <li>• Disponibles en variedad de brillo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rápido secado</li> <li>• Aplicación pistola asistida por aire</li> <li>• Moderado grado de amarillamiento</li> <li>• Fácil mantenimiento y reparación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerte olor</li> <li>• Inflamable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso en muebles interiores, como gabinetes de cocina, comedores, muebles de sala, muebles infantiles</li> </ul>
<b>Barnices para exteriores (alquídicos, poliuretanos y acrílicos)</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibles en transparente</li> <li>• Disponibilidad de barniz y tinte en un solo paso</li> <li>• Disponibilidad de variedad de brillos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistente a la luz y humedad</li> <li>• Excelente adhesión</li> <li>• Fácil limpieza y mantenimiento</li> <li>• Excelente nivelación</li> <li>• Fácil aplicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secado lento</li> <li>• Difícil retocabilidad</li> <li>• Algunos requieren reductores especiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos exteriores, pérgolas, pisos, muebles, etc.</li> </ul>
<b>Barnices base agua</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibles en transparente</li> <li>• Disponibilidad de barniz y tinte en un solo paso</li> <li>• Disponibilidad de variedad de brillos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy bajo olor</li> <li>• Excelente adhesión</li> <li>• Fácil aplicación</li> <li>• Excelente nivelación</li> <li>• Fácil de retocar</li> <li>• Tecnología actualizada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semiblandos</li> <li>• Bajo brillo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos interiores y exteriores alto tráfico, como oficinas, clínicas, hoteles, restaurantes, etc.</li> <li>• Proyectos sensibles a olores</li> <li>• Proyectos con certificación medioambiental LEED, NETZERO<sup>4</sup>, etc.</li> </ul>
<b>Poliuretanos catalizados</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibles en transparente</li> <li>• Disponibilidad de barniz y tinte en un solo paso</li> <li>• Disponibilidad de variedad de brillos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta resistencia química y a la abrasión</li> <li>• Acabados tersos y durables</li> <li>• Fácil de retocar</li> <li>• Fácil mantenimiento</li> <li>• Rápido secado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere Sellador</li> <li>• Variedad de mezclas</li> <li>• Requiere pistola asistida por aire para su aplicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos de muebles con alta resistencia</li> </ul>
<b>Poliéster catalizado</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibles en transparente</li> <li>• Disponibilidad de barniz y tinte en un solo paso</li> <li>• Disponibilidad de variedad de brillos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rápido secado</li> <li>• Resistencia a líquidos fríos y calientes</li> <li>• Alta resistencia química y a la abrasión</li> <li>• Acabados tersos y durables</li> <li>• Puede ser pulido</li> <li>• Resistencia a los rayones</li> <li>• Alta productividad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere Sellador</li> <li>• Variedad de mezclas</li> <li>• Olores fuertes</li> <li>• Requiere pistola asistida por aire para su aplicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos en madera de alto tráfico</li> <li>• Muebles de cocina, bares, restaurantes, mesa de reuniones, mueblería en general</li> </ul>

<sup>4</sup> Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (Leadership in Energy and Environmental Design -LEED-) y Certificación Net Zero Energy Building (NZEB).





El mercado de recubrimientos de madera es amplio y muy avanzado tecnológicamente. Son muy importantes no solo las propiedades de recubrimiento, sino también los beneficios en la producción, esto hará la diferencia en el éxito de un trabajo bien hecho.

Los beneficios del producto y su tecnología:

- Resistencia química.
- Excelente resistencia a los arañazos y a la abrasión.
- Muy buena humectación y apariencia en la madera.
- Disponibilidad de alto brillo a mate.
- Tecnología de 1 y 2 componentes.
- Baja absorción de agua, mayor durabilidad.
- Resistencia a la exposición a los rayos ultravioleta (UV)
- Declaración ambiental de producto o *Environmental Product Declaration* (EPD)
- Bajo contenido de compuestos orgánicos volátiles (COV)

Beneficios en el proceso de producción de muebles:

- Rendimiento  $m^2/galón$ .
- Tiempo de secado corto.
- Lijado fácil y rápido.
- Recubrimiento antiadherente.
- Larga vida útil.
- Fácil de retocar y dar mantenimiento.

Figura 169. Variedad de productos que se ofrecen para acabados en madera.





## 6.2.5 HERRAMIENTAS DE APLICACIÓN

La elección de la herramienta de aplicación adecuada es muy importante. Comúnmente en la aplicación de acabados para madera se utilizan, *wipe*, brochas, *pads* de esponja o fibras y pistola asistida por aire.

### **Wipe**

Generalmente se utiliza para la aplicación de tintes e impregnantes. Se recomienda el de algodón, ya que los sintéticos no tienen la misma capacidad de absorción.

### **Brochas**

Existe una amplia variedad y formas para los acabados, pero son tres tipos básicos los más utilizados:

- Brochas de esponja. Son generalmente sintéticas y se utilizan cuando tenemos áreas de difícil acceso.
- Brochas sintéticas y de cerda natural. Las brochas de cerda natural se utilizan especialmente para acabados con solventes como aguarrás o solvente mineral, como barniz marino o barnices de poliuretano. Las brochas de cerdas sintéticas se recomiendan especialmente para acabados base agua.

Recomendaciones importantes en el uso de la brocha al barnizar:

- Cuando la brocha esté nueva frote las cerdas varias veces para evitar su desprendimiento durante el uso.
- Introduzca solo la tercera parte del total de las cerdas en el acabado.
- Brochar siempre en dirección de la veta de la madera.
- Reducir la cantidad de pasadas con la brocha para evitar chorreos y acumulaciones.
- Mantenga un recipiente con el reductor del acabado para la limpieza.

### **Pads de aplicación**

Son especiales para acabados en grandes áreas y generalmente planas, como pisos de madera, *decks*, barandales, etc.

Figura 170. *Pads* de aplicación.





## Pistolas asistidas por aire

Son las herramientas más eficientes. Permiten alcanzar acabados nivelados y tersos en grandes superficies en menos tiempo. Este equipo emite aire para expulsar la pintura en minúsculas partículas, por ello la clave está en mantener un equilibrio entre la presión del aire y el flujo de fluido a través de la pistola para pulverizar homogéneamente el material que se deposita en la superficie.

Los dos tipos comunes de pistolas más utilizados son:

- La pistola convencional (bajo volumen/alta presión). Generalmente pulveriza a presiones superiores a los 20 psi, lo que genera mucho producto suelto y rebote por la alta presión, lo cual dificulta obtener acabados finos y genera mucho desperdicio. La eficiencia es baja: 40 % máximo.
- HVLP (Alto volumen/baja presión). Son equipos de acabado que pulverizan a presiones inferiores a 10-20 psi, lo que disminuye la cantidad de sobresprayado con una eficiencia de al menos 80 %. Estas pistolas ahorran pintura al transferir más cantidad a la pieza y perder menos en el rebote y la nube de pintura habitual al pintar.

Figura 171. Diagrama explicativo de la diferencia entre estos dos métodos de aplicación.



En algunos procesos más industrializados, a gran escala, podemos encontrar equipos de aplicación *airless*, radiación UV, electrostático y otros.

Antes de aplicar cualquier acabado con equipos asistidos por aire, hay que considerar básicamente cuatro aspectos importantes:

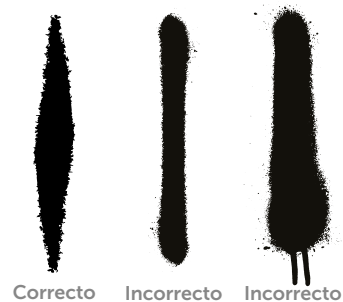
- La viscosidad del producto. Es la medida de la fluidez del acabado a ser aplicado y puede ser ajustado por medio de la dilución, si el producto está muy viscoso o muy líquido tendremos dificultades para aplicarlos.

Figura 172. Medición de viscosidad.



- El patrón de rociado o esprayado. Controla la forma y homogeneidad del disparo inicial cuando se acciona el gatillo de la pistola.

Figura 173. Patrones de esprayado.



- Presión del fluido. Cada pistola tiene sus especificaciones sobre la presión óptima para ser más eficiente; si esta no se cumple tendremos problemas de un mal acabado.





- Técnicas de rociado o esprayado:
  - Utilice un filtro antes de verter el acabado a la pistola, así evitará partículas de suciedad y daños al equipo. Mantenga una distancia aproximada de 6-8 in de la salida de la pistola a la superficie a pintar, y mantenga su mano flexible para adaptarse a la superficie.
  - Mueva la pistola paralelamente a la superficie a pintar, mantenga un ángulo de 90°, comience y termine una pulgada afuera de la superficie a pintar.
  - No haga arcos con la pistola ya que depositará más producto en unos lugares que en otros.
  - Use la técnica de aplicación cruzada o mano cruzada, comience en forma horizontal la aplicación y luego vertical, esto ayudará a que las manos se traslapen y se homogenice la cantidad de producto.

Figura 174. Distancia correcta para pintar.

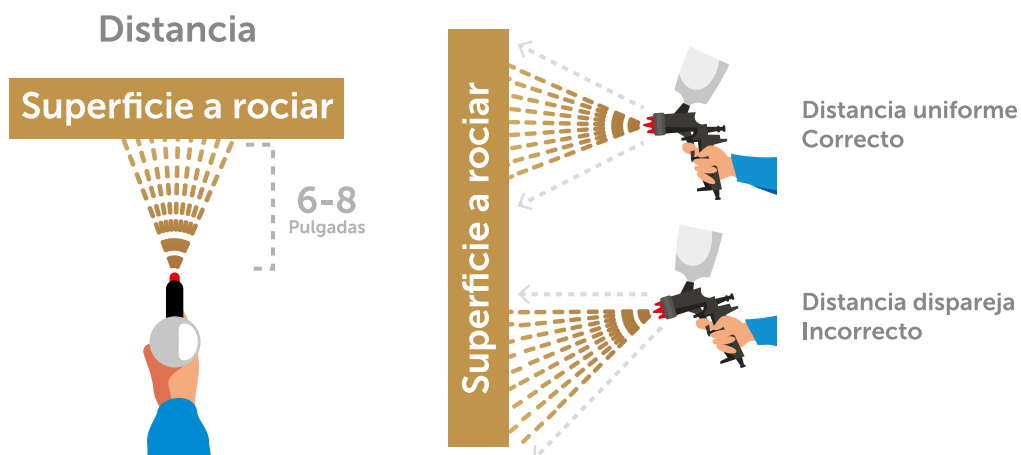
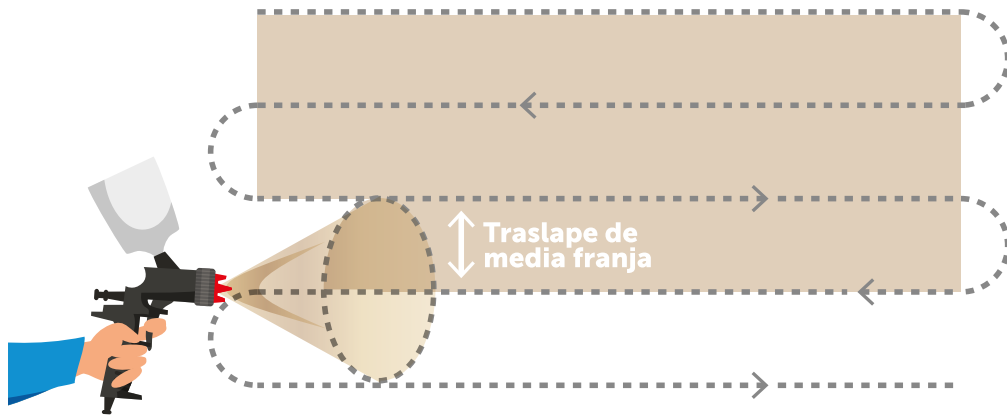


Figura 175. Traslape de media franja.



### Mantenimiento de los acabados

La madera se expandirá y contraerá con los cambios estacionales, mantenga supervisión constante de los proyectos y resane aquellas áreas en las cuales exista desgaste o daño.

Es recomendable aplicar un mantenimiento cada seis meses o con mayor frecuencia si la madera parece seca.

La mejor recomendación para realizar el mantenimiento es utilizar productos a base de aceites naturales para que le impriman humectación a los acabados

Puede aplicarlo con un *wipe* o brocha sobre toda la superficie siguiendo la dirección de la veta de la madera, luego pulir con un *wipe* limpio y seco para eliminar el exceso de aceites y lograr un acabado suave.

Para manchas persistentes, limpie sutilmente con un paño suave y una solución de agua y detergente ligero; secar bien. No utilice productos de limpieza que contengan amoníaco, alcohol o petróleo.

### Problemas, causas y soluciones

En el cuadro cuadro 9 encontrará los diferentes problemas que se pueden presentar durante el proceso de acabado, sus causas y las soluciones recomendadas.



Cuadro 9. Causas de los problemas encontrados en la aplicación de acabados.

Problema	Causa	Solución
Chorreo de la aplicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobrerreducción de la pintura</li> <li>• Aplicación demasiado abundante</li> <li>• Suciedad en el equipo</li> <li>• Aplicación con pistola muy cerca de la superficie</li> <li>• La presión del fluido de aire demasiado alta</li> <li>• Operación muy lenta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar el redactor en cantidad recomendada</li> <li>• No aplicar demasiada pintura</li> <li>• Mantener limpio el equipo de aplicación</li> <li>• Mantener el fluido entre 8" y 10" de la superficie</li> <li>• Reducir la presión del fluido</li> </ul>
Secado inapropiado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiente muy frío y húmedo</li> <li>• Grasa o suciedad no deseada en la superficie</li> <li>• Falla en el mezclado del producto antes y después de reducirlo</li> <li>• Poca ventilación</li> <li>• Aplicación de capas excesivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar bajo condiciones de humedad y temperatura óptimas</li> <li>• Limpiar la superficie correctamente</li> <li>• Asegurarse de mezclar la pintura antes y durante la aplicación</li> <li>• Proveer la ventilación adecuada</li> <li>• No aplicar en capas demasiado abundantes</li> </ul>
Pérdida de adhesión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie sucia</li> <li>• Adición de catalizadores fuera de lo recomendado</li> <li>• Sobrerreducción</li> <li>• Sellador no recomendado</li> <li>• Mal proceso de lijado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurarse que la superficie está bien limpia</li> <li>• Reducir apropiadamente</li> <li>• Usar el sistema de tinte, sellador y acabado compatible</li> </ul>
Piel de naranja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material no reducido lo suficiente</li> <li>• Insuficiente presión de aire</li> <li>• Uso de una pistola no adecuada para el acabado deseado</li> <li>• Mala calidad del reductor</li> <li>• Demasiado acercamiento de la pistola a la superficie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregar la cantidad correcta de diluyente</li> <li>• Depositar capas homogéneas de pintura sin humedecer demasiado</li> <li>• Usar el reductor recomendado</li> <li>• Mantener la pistola de 6" a 10" de distancia</li> </ul>
Cráteres y suciedad en los acabados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación de la superficie con grasas</li> <li>• Temperatura alta de secado</li> <li>• Condiciones de suciedad en el área de aplicación</li> <li>• Reductor inapropiado</li> <li>• Producto no filtrado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar cualquier fuente de grasa y contaminantes</li> <li>• Mantener el área de aplicación lo más limpio posible y hacer un chequeo y limpieza constante del equipo de aplicación</li> <li>• Usar reductor recomendado</li> <li>• Filtrar el producto</li> </ul>
Haze (Blanqueamiento)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reductor incorrecto</li> <li>• Medio ambiente húmedo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar el reductor recomendado</li> <li>• No aplicar si hay demasiada humedad en el ambiente</li> <li>• Use retardador de pinturas</li> </ul>





## 6.2.6 ACABADOS RESPONSABLES CON EL MEDIO AMBIENTE

Los fabricantes por mucho tiempo han centrado sus estrategias en desarrollar productos con excelentes propiedades físicas y químicas, como resistencia a la abrasión, resistencia a los productos químicos, al deslizamiento, al impacto, además de propiedades estéticas que aportan belleza y calidez a la madera.

Actualmente la tendencia en edificaciones sostenibles, y el compromiso con la salud y bienestar de los usuarios, ha exigido que los fabricantes de recubrimientos dirijan sus esfuerzos de innovación hacia el desarrollo de productos con propiedades adicionales, especialmente para crear espacios más saludables, sostenibles y respetuosos con el medio ambiente y las personas que los ocupan.

Por tanto, están siendo muy valuadas las propiedades dirigidas a mantener la calidad del aire interior y una baja emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV), además de seguir las declaraciones ambientales de producto (EPD), entre otros.

Estas propiedades son especialmente importantes para obtener créditos en las nuevas tendencias de certificación de edificios sostenibles (LEED, NZEB, BREEAM y otras)<sup>5</sup>, que aportan valor a los productos porque facilitan la adjudicación de puntajes para la certificación al constructor y al promotor para la certificación del edificio.

La innovación, por parte de los fabricantes, ha estado dirigida a fortalecer la oferta de acabados, especialmente base agua amigables con el usuario y el aplicador, con la ventaja adicional de ser muy fáciles de aplicar y más duraderas, además de adaptarse a todas las tendencias del diseño actual.

Figura 176. Oferta de Productos EPD para madera responsables con el medio ambiente.



<sup>5</sup> Certificación LEED, sigla de Leadership in Energy & Environmental Design, es un sistema de certificación de edificios sostenibles. Certificación NZEB, como sus siglas en inglés lo indican (Net Zero Energy Building), es una construcción, ya sea habitacional o de otros usos, que se autoabastece de energía. Certificación BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) fue creada en 1990 y es el método de evaluación que certifica la sostenibilidad de los edificios.



Figura 177. Edificio oficinas administrativas Sherwin Williams Guatemala certificado LEED gold -estacionamiento y área de *coworking*.

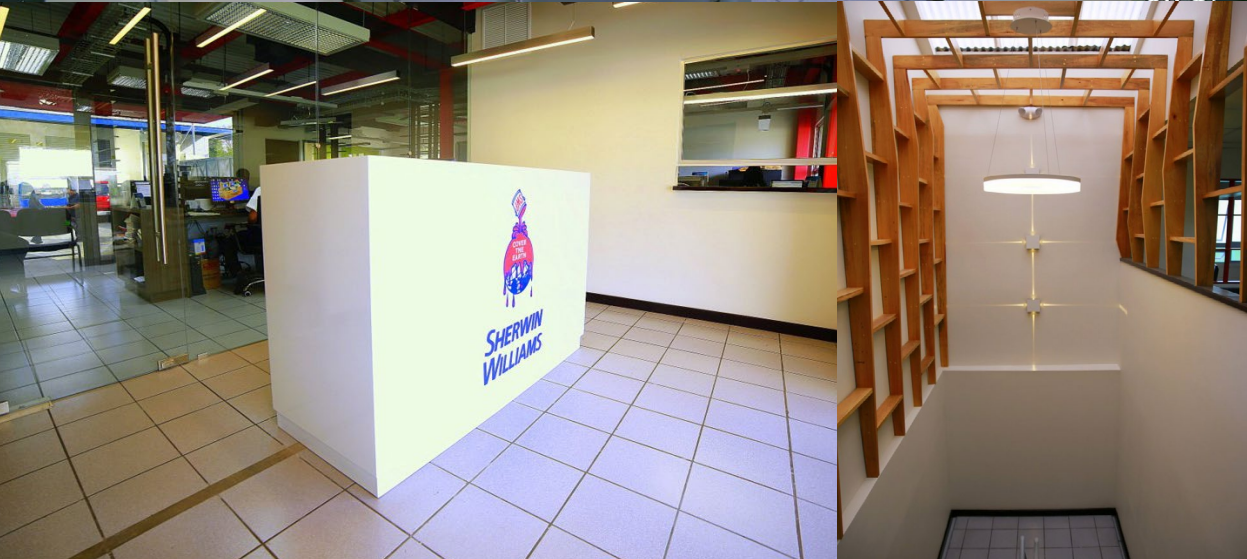


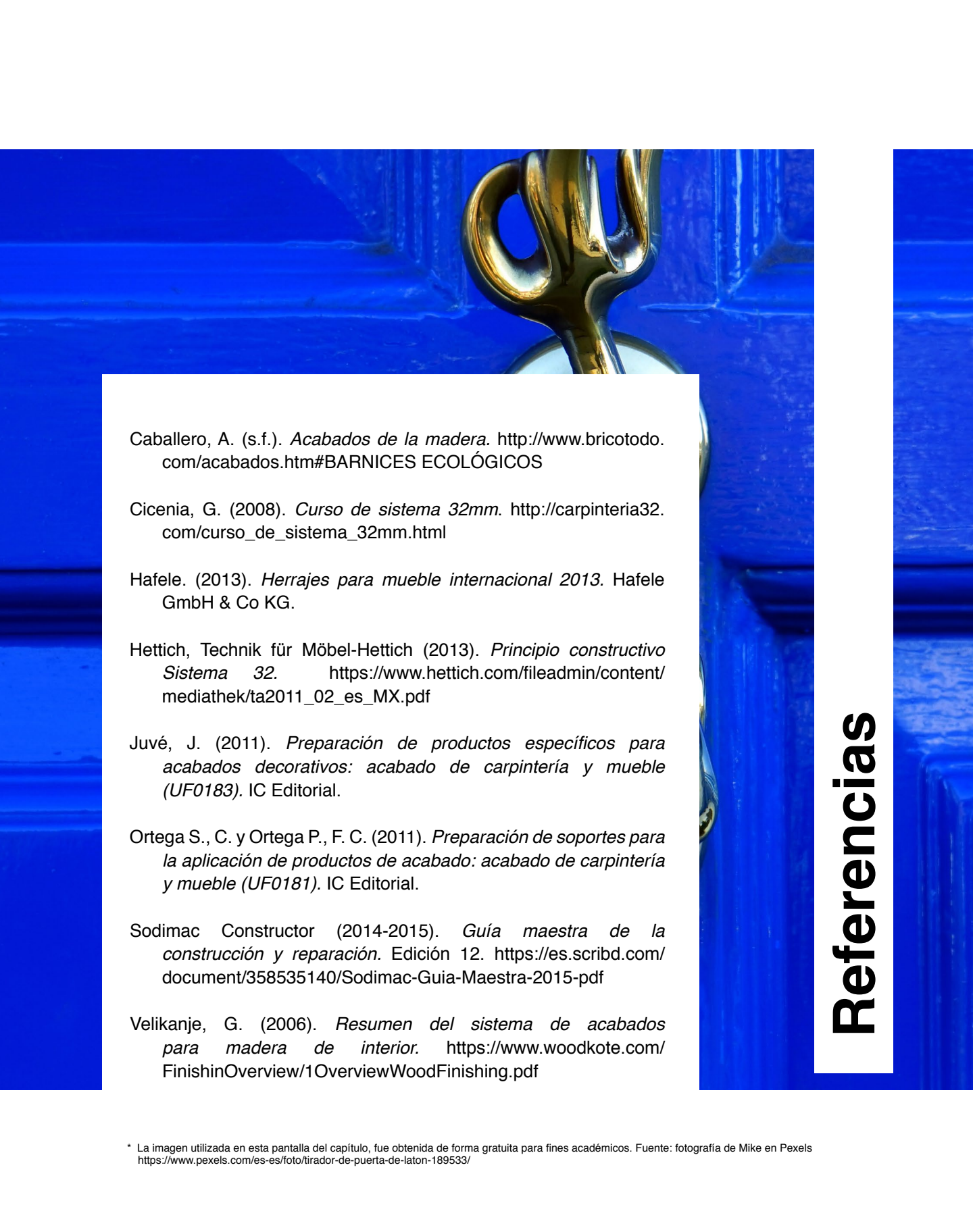


Figura 177a. Edificio oficinas administrativas Sherwin Williams Guatemala certificado LEED gold -sala de reuniones, entrada y pasillo.



SW GT





Caballero, A. (s.f.). *Acabados de la madera*. [http://www.bricotodo.com/acabados.htm#BARNICES ECOLÓGICOS](http://www.bricotodo.com/acabados.htm#BARNICES%20ECOL%C3%93GICOS)

Cicenia, G. (2008). *Curso de sistema 32mm*. [http://carpinteria32.com/curso\\_de\\_sistema\\_32mm.html](http://carpinteria32.com/curso_de_sistema_32mm.html)

Hafele. (2013). *Herrajes para mueble internacional 2013*. Hafele GmbH & Co KG.

Hettich, Technik für Möbel-Hettich (2013). *Principio constructivo Sistema 32*. [https://www.hettich.com/fileadmin/content/mediathek/ta2011\\_02\\_es\\_MX.pdf](https://www.hettich.com/fileadmin/content/mediathek/ta2011_02_es_MX.pdf)

Juvé, J. (2011). *Preparación de productos específicos para acabados decorativos: acabado de carpintería y mueble (UF0183)*. IC Editorial.

Ortega S., C. y Ortega P., F. C. (2011). *Preparación de soportes para la aplicación de productos de acabado: acabado de carpintería y mueble (UF0181)*. IC Editorial.

Sodimac Constructor (2014-2015). *Guía maestra de la construcción y reparación*. Edición 12. <https://es.scribd.com/document/358535140/Sodimac-Guia-Maestra-2015-pdf>

Velikanje, G. (2006). *Resumen del sistema de acabados para madera de interior*. <https://www.woodkote.com/FinishinOverview/1OverviewWoodFinishing.pdf>

# Referencias



# CAPÍTULO 7

## FABRICACIÓN DE MUEBLE AUXILIAR

### Al finalizar el capítulo 7:

- El estudiante aplica conceptos teóricos en la fabricación de productos.
- El estudiante es capaz de fabricar un producto en madera o derivado con un procedimiento adecuado, así como de la debida aplicación de acabados según la clasificación de la materia prima a emplear.

En este punto ya hemos adquirido toda la teoría acerca de la madera, sus características, su preservación, los tableros y derivados, su transformación, tipos de uniones, herrajes y acabados. En este capítulo nos enfocaremos en llevar a la práctica todo este conocimiento y poder ejemplificar su aplicación a un mueble auxiliar. Como estrategia de enseñanza se fabricaron tres muebles en distintos materiales: a) melamina; b) aglomerado MDF y; c) madera maciza (pino). Para cada uno se aplicó distinto método de fabricación y acabado, según las propiedades de cada material.


No se profundizará en la fase de diseño, debido a que este apartado espera demostrar la aplicación de los capítulos que le anteceden. Este capítulo busca ser una guía de referencia para su adaptación en proyectos propios. Los procesos presentados aquí pueden variar según la experiencia del diseñador, operario y exigencias del cliente, por lo que algunas recomendaciones podrían modificarse dependiendo del modelo en concreto.

# C7



# 71

## DISEÑO

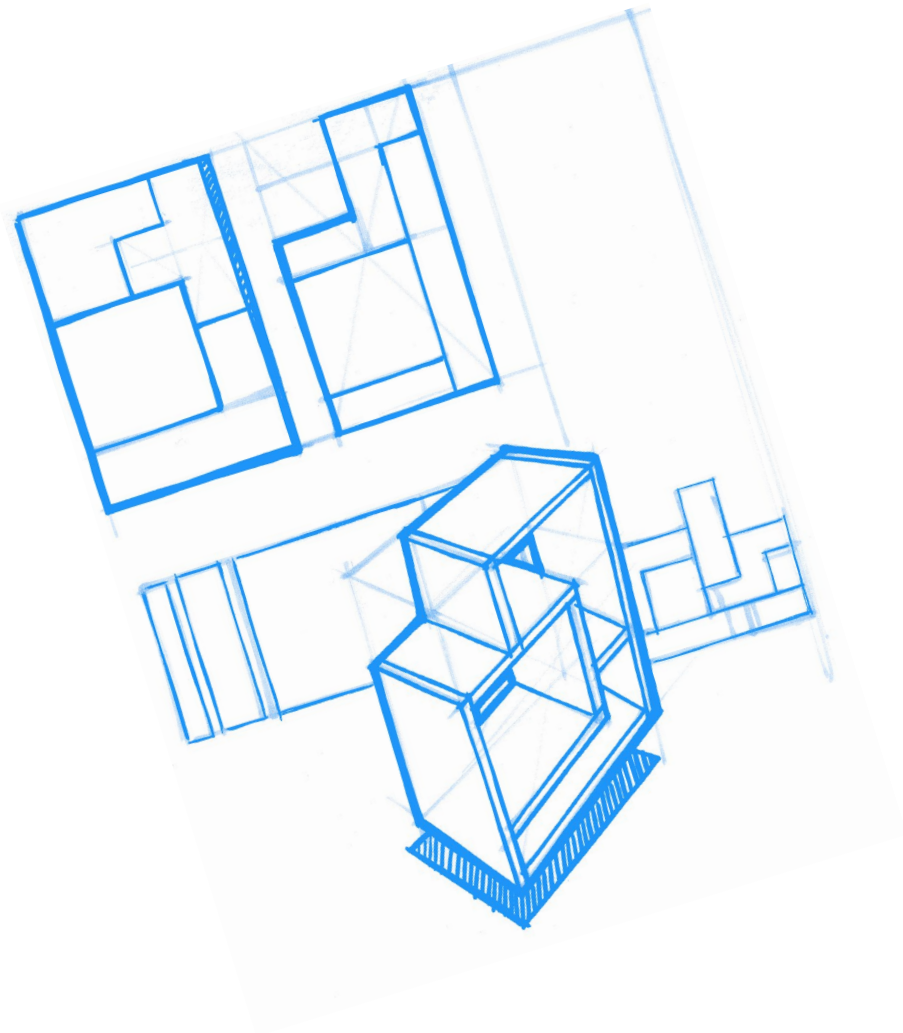


La ideación (ver figura 178) es el proceso donde se desarrollan y comunican las ideas. Su objetivo es generar una propuesta de diseño del producto deseado con las dimensiones y datos necesarios para proceder a su fabricación.

Si el objeto es muy complejo en su construcción, se recomienda realizar maquetas y prototipos para analizar su comportamiento y con ello prever posibles inconvenientes que podrían implicar costos adicionales o retrasos en la producción.

El mueble auxiliar se diseñó para ser colocado en el hogar u oficina. Cuenta con una disposición de espacio versátil que se acomoda a las necesidades que demande el usuario.

Figura 178. Bocetaje de mueble auxiliar.

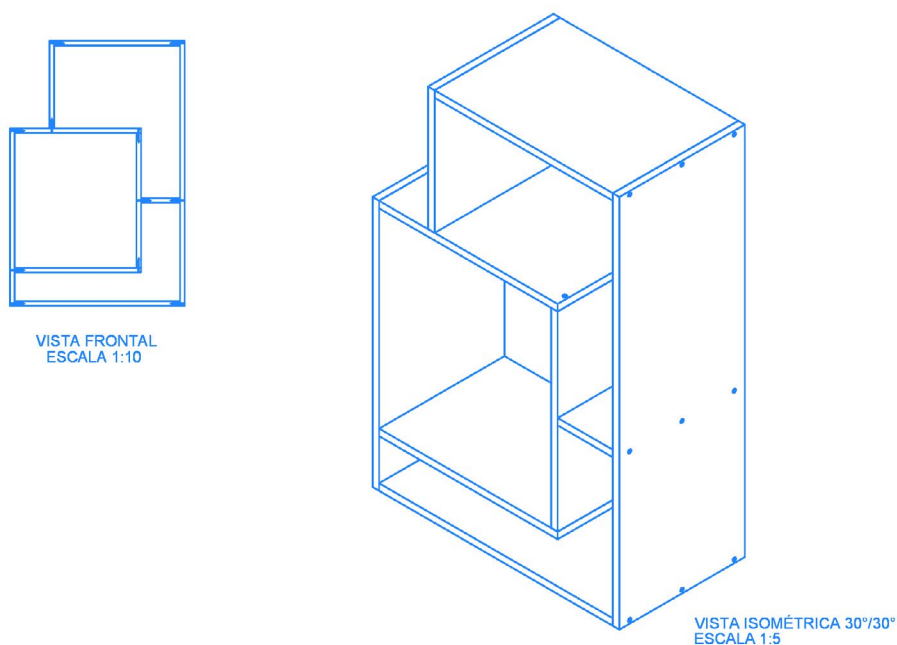




Debemos recordar que si un objeto es diseñado para el uso del ser humano, entonces será utilizado para el desempeño de alguna función, tarea o actividad; por lo que la ergonomía<sup>1</sup> cobra un papel importante en la fabricación de productos en madera, en especial si se habla de mobiliario.

Aspectos que facilitarán la fabricación de cualquier objeto son: el uso de planos detallados y de fichas técnicas, puesto que es una forma de comunicar y representar lo que se desea construir. Las medidas y los detalles constructivos se deben realizar correctamente debido a que al materializar el diseño cualquier incongruencia podría afectar el resultado final.

Figura 179. Vista frontal e isométrica de mueble auxiliar.



<sup>1</sup> «La ergonomía (sic) es una actividad de carácter multidisciplinar que se encarga del estudio de la conducta y actividades de las personas, con la finalidad de adecuar productos, sistemas, puestos de trabajo y entornos a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios, buscando optimizar su eficacia, seguridad y confort» Veáse párrafo primero en [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/vista/detalle\\_articulo.php?id\\_libro=121&id\\_articulo=672](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=121&id_articulo=672)



Figura 180. Despiece de mueble auxiliar.

ITEM	NOMBRE	CANT.	MATERIAL
A	PIEZA A	1	MELAMINA / MDF / PINO TRATADO
B	PIEZA B	1	MELAMINA / MDF / PINO TRATADO
C	PIEZA C	1	MELAMINA / MDF / PINO TRATADO
D	PIEZA D	1	MELAMINA / MDF / PINO TRATADO
E	PIEZA E	1	MELAMINA / MDF / PINO TRATADO
F	PIEZA F	1	MELAMINA / MDF / PINO TRATADO
G	PIEZA G	1	MELAMINA / MDF / PINO TRATADO
H	PIEZA H	1	MELAMINA / MDF / PINO TRATADO
I	PIEZA I	1	MELAMINA / MDF / PINO TRATADO
J	Tornillos	33	

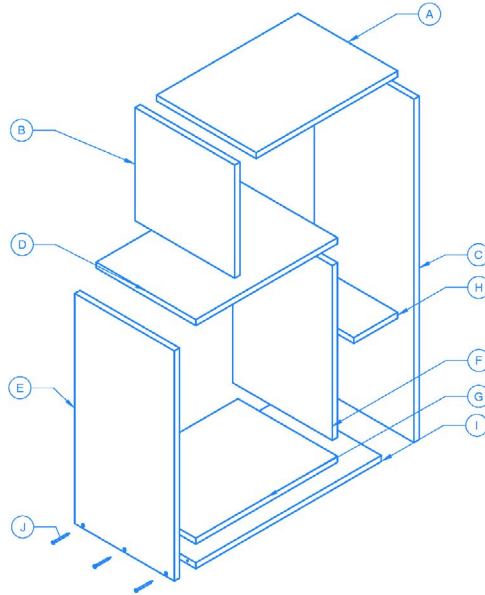
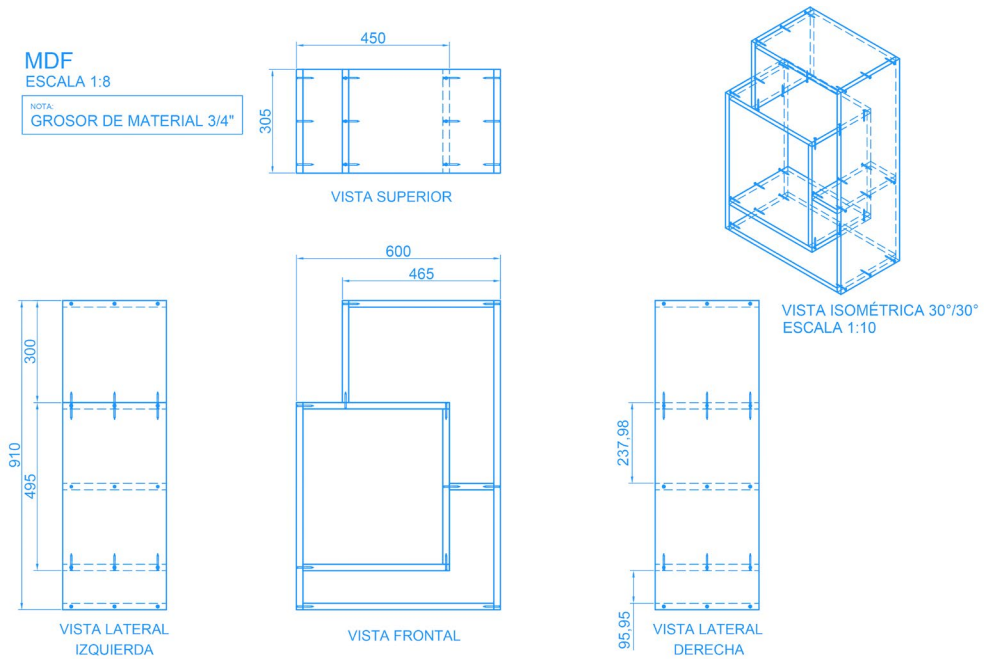


Figura 181. Vistas ortogonales generales, mueble auxiliar en MDF.



# 7.2

## FABRICACIÓN DE MUEBLE EN MELAMINA



### 7.2.1 MEDICIÓN Y TRAZADO

El material seleccionado para este mueble es un tablero de melamina de 4 x 8 pies, con un grosor de  $\frac{3}{4}$  de pulgada. Se eligió por la facilidad de manipulación y para ejemplificar de mejor manera el proceso de fabricación manual<sup>2</sup>, aplicable en cualquier otro tipo de tablero derivado de madera.

Antes de proceder a utilizar la maquinaria, primero se deben trazar las piezas en la superficie del tablero para asegurar un correcto aprovechamiento del material, mediante la distribución y disposición de los elementos que componen el mueble. Se recomienda identificar cada pieza con lápiz para facilitar su manejo.

Figura 182. Medición y trazado de piezas, sobre tablero de melamina.



<sup>2</sup> Que no requiere maquinaria especializada para su elaboración.



Figura 183. Medición del espesor de la sierra dentada.



Un error común es no tomar en cuenta el espesor de la sierra en la medición de los cortes; si no se considera variarán las medidas de los cortes entre 1 a 4 milímetros. Para el corte de todas las piezas se debe definir si la hoja de la sierra cortará por dentro o por fuera de la línea de trazado. Esta planificación evitará posibles fallas en la unión.

Posterior a ello se reduce el tablero en partes de fácil manejo para el corte. Este paso puede hacerse dentro del taller de carpintería o existen aserraderos que ofrecen este servicio.

Figura 184. Reducción del tablero de melamina con sierra circular.



Figura 185. Verificación de escuadra.



### 7.2.2 CORTE

En la carpintería manual, la maquinaria de corte es de fácil manejo, pero requiere de ciertas precauciones para su funcionamiento. Es fundamental observar las recomendaciones de seguridad dentro del taller de carpintería<sup>3</sup>. Además, el operario debe tener un amplio conocimiento sobre los ciclos de trabajo de la maquinaria para no forzar el motor más allá de los límites permitidos. Para realizar ajustes en la maquinaria es necesario que, previo a su uso, se desconecte de la corriente eléctrica con el fin de prevenir accidentes.

Para iniciar debemos rectificar que los cuatro lados del tablero se encuentren a escuadra, es decir a noventa grados, y que las piezas trazadas sobre la superficie se encuentren paralelas al borde del tablero.

<sup>3</sup> Para ampliar información consultar capítulo 4.



Figura 186. Proceso de corte de piezas con sierra circular.

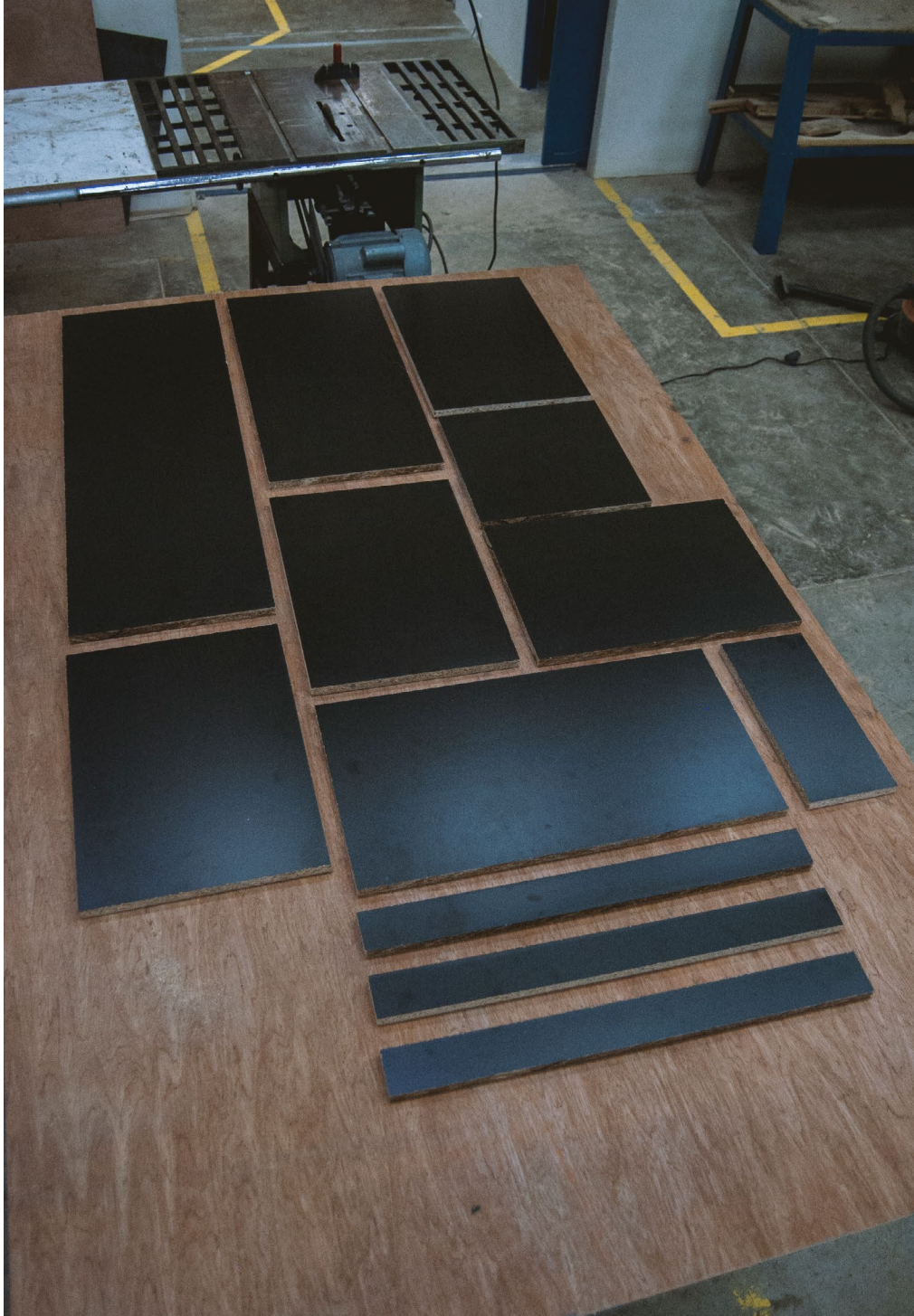


Para el corte de las piezas podemos utilizar una sierra circular debido a la simplicidad del diseño, pues únicamente demanda cortes rectos para su elaboración. Esta maquinaria permite efectuar cortes planos y rápidos con la ayuda de guías aseguradas con prensas tipo C.

Un método de fabricación alternativo para dicho mueble es por medio de una sierra de banco. Estas sierras van equipadas de guías y topes que nos permiten avanzar a un ritmo más acelerado, ya que es posible ajustar la distancia y ángulo con facilidad. Caso contrario a las sierras circulares, donde el operario debe guiar la sierra por sobre toda la línea de corte, la sierra de banco permanece fija y el operario es quien debe acercar la madera al disco dentado para efectuar el corte.

Posterior al corte debemos organizar las piezas y verificar dimensiones finales, para proceder al proceso de unión.

Figura 187. Organización de las piezas postcorte.





### 7.2.3 UNIÓN

Previo a fijar las piezas permanentemente es recomendable hacer un ensayo de las uniones para comprender de mejor manera la disposición de las piezas en la estructura del objeto, además sirve para corroborar que todas las medidas sean las correctas.

El ensayo de uniones se elabora con prensas esquineras. Estas nos permiten mantener fijas las piezas sin tener que dañar la madera al sujetar con clavos o tornillos. Para lograrlo, se colocan las piezas de manera que queden lo más parecido posible a la unión deseada. En este paso es importante conocer dónde estarán fijados los cantos de las piezas: si estos van a un costado, ocultos o a la vista, pues de esto dependerá la forma de la unión de los elementos.

Figura 188. Ensayo de unión del mueble en melamina con prensas esquineras.

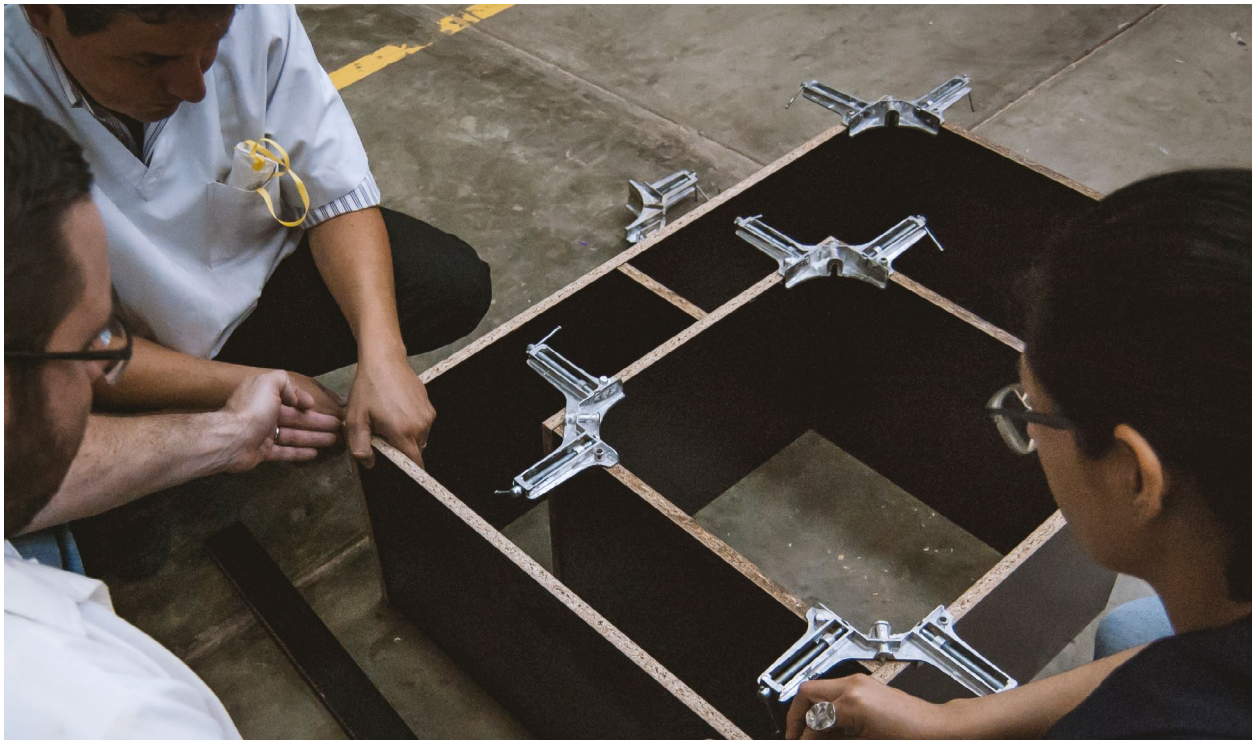




Figura 189. Perforación guía.



Al tener claros los puntos de encuentro entre piezas se procede a realizar las perforaciones guía con una broca de un milímetro menor al diámetro del tornillo que se usará; ello para conseguir una buena fijación de la rosca. El agujero se hace únicamente en la primera pieza de madera para que el tornillo entre libremente y al entrar en la segunda pieza esta apriete ambas. De no realizar las guías podría ocasionar que la rosca del tornillo desvíe su trayectoria inicial, generando rajaduras internas y daños en la superficie.

Por otro lado, si la unión es con clavos, no es necesario realizar guías, pero sí se debe marcar el punto exacto de colocación de cada uno y la distancia que equidista entre ellos.

Para las perforaciones guías realizadas en el mueble auxiliar de melamina se utilizó una broca helicoidal para madera de 1/16". Para atornillar se pueden utilizar atornilladores<sup>4</sup> manuales, aunque las taladradoras hacen más eficiente el tiempo de trabajo por su rapidez para atornillar y desatornillar.

<sup>4</sup> Para ampliar información consultar el capítulo 4.





## 7.2.4 ACABADO

La melamina se produce en variedad de colores y diseños, sus cantos siempre están desnudos y se utiliza tapacantos<sup>5</sup> para proporcionarles belleza, estética y uniformidad (con el diseño de las caras). Además, protegen al tablero de la humedad y golpes.

Para la colocación del tapacantos primero se deben identificar y marcar los cantos a enchapar<sup>6</sup> en cada una de las piezas de madera. Para mayor adherencia se debe preparar el borde lijando con una lija de grano número 120, cuidando de no rayar la superficie del tablero. Luego se limpia el exceso de polvo para dejar los cantos y la cinta seleccionada limpios y aplicar el cemento de contacto<sup>7</sup>. El tiempo de secado depende de las condiciones ambientales y de las indicaciones del fabricante, sin embargo, se recomienda esperar entre 10 y 15 minutos para proceder a pegar el tapacantos. Su aplicación se puede resumir en tres pasos:

1. Seleccionar un extremo de la pieza y proceder a unir el canto con la lámina. A medida que se vaya avanzando deberá aplicarse presión. Para ello se puede utilizar un trozo de madera, de manera que se haga de manera uniforme y así asegurar la correcta adherencia.
2. Con una cuchilla recortar el sobrante. Pasar la cuchilla en posición oblicua al canto del tablero.
3. Finalmente, lijar los bordes con una lija de grano número 180 en ángulo de 45 grados para eliminar los excesos de tapacantos y obtener un borde suave.

Por último, para cubrir los agujeros en donde fueron colocados los tornillos de unión, se pueden utilizar tapa tornillos<sup>8</sup> regulares o adhesivos. Estos se pueden encontrar comercialmente en una amplia gama de colores y texturas.

<sup>5</sup> Es una cinta de madera, PVC o melamina que se usa para cubrir los bordes de los tableros.

<sup>6</sup> Cubrir con chapa.

<sup>7</sup> Adhesivo que permite pegados de contacto de acción rápida. Su aplicación se debe hacer en las dos piezas que se necesiten pegar.

<sup>8</sup> Son tapas o embellecedores para camuflar las cabezas de tornillos, pueden ser de material plástico (requiere pegamento) o de papel autoadhesivo.

Figura 190. Recorte de exceso de tapacantos.



# 7.3

## FABRICACIÓN DE MUEBLE EN AGLOMERADO

\* La imagen utilizada en esta pantalla del capítulo, fue obtenida de forma gratuita para fines académicos. Fuente: fotografía de Toño en Pexels <https://www.pexels.com/es-es/foto/3016470/>

### 7.3.1 MODELADO

El tablero de MDF<sup>9</sup>, como en el caso anterior, se puede transformar con herramientas manuales; sin embargo, por motivos de enseñanza se decidió fabricar el segundo prototipo a través de una máquina CNC<sup>10</sup>, por ser un proceso de tecnología actual.

Figura 191. Operario controlando máquina CNC.



<sup>9</sup> Para ampliar información, consultar capítulo 3.

<sup>10</sup> Para ampliar información, consultar capítulo 4.





Para la fabricación del mueble auxiliar en MDF es necesario el uso del *software* de diseño llamado AutoCAD, ya que será la herramienta fundamental para el corte de las piezas. Dicho programa asistido por ordenador es comúnmente utilizado para crear dibujos en segunda (2D) y tercera dimensión (3D). Se dibujó el modelo en 3D, debido a que facilita la comprensión. Este modelado se puede resumir en tres pasos:

1. Selección UMED. Las unidades de medida pueden ser expresadas de varias formas: milímetros, centímetros, pies, metros, etc. Para asegurar que se trabaje sobre las unidades correctas, se introduce el comando «units» o «un» en el teclado y se presiona la tecla «intro». Aparecerá un cuadro que permite especificar el número de decimales y el tipo de unidad deseada.
2. Trazado. Se debe trazar el contorno de cada una de las piezas por medio de líneas, utilizando el comando «L». Para crear una línea seleccionar el punto base. Con ayuda del ratón, arrastrar hacia la dirección del segundo punto e ingresar la dimensión deseada. Una vez finalizado el trazo 2D todas las líneas en intersección se unen por medio del comando «join».
3. Levantamiento. Para crear los sólidos es importante que los contornos estén unidos y en un mismo plano. En la barra de inicio del modo 3D se selecciona una herramienta llamada «extrude», que sirve para levantar el trazo posteriormente realizado. Hacemos clic sobre el trazo a extruir e ingresamos la dimensión requerida.

Algunas piezas se tendrán que rotar para armar el prototipo, de esta manera nos aseguramos que todos los puntos de unión encajen perfectamente con las dimensiones ingresadas. De lo contrario se deben corregir y ajustar las medidas en los sólidos.



### 7.3.2 DISTRIBUCIÓN DE LAS PIEZAS EN EL TABLERO

La distribución de las piezas se hace desde el modelo generado en AutoCAD. Cada parte del modelo es colocada dentro de una polilínea rectangular con las dimensiones correspondientes al área de corte de la máquina CNC, en este caso es de 122 cm x 122 cm. Las piezas se acomodan una al lado de la otra para tener todas las superficies en una sola vista (frontal o superior). Las piezas deben equidistar entre sí como mínimo  $\frac{3}{4}$  de pulgada o bien, la distancia será determinada por el diámetro de la fresa a utilizar.

Los tableros derivados de madera se comercializan en planchas de 4 x 8 pies y 6 x 8 pies. Sus dimensiones deben ser reducidas para que estas se acomoden dentro del área de corte de la máquina. Fuera de los límites de corte se colocan los seguros que evitan el movimiento del material durante el proceso de corte.

Figura 192. Distribución de las piezas en tablero de MDF para corte en máquina CNC.

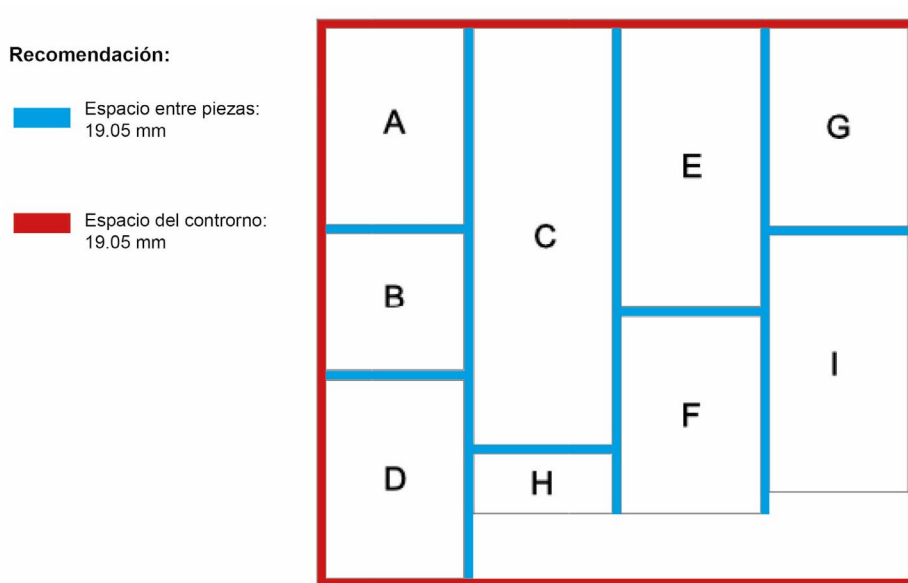


Figura 193. Reducción del tablero de MDF con sierra circular.



Es importante consultar la medida del área de corte con el operario de la CNC. Una de las desventajas de los *router* CNC es que la mayoría de modelos tienen un área de corte máxima de 120 x 120 centímetros, por lo que no es posible cortar o grabar elementos que tengan dimensiones mayores a dichos límites, ya sea un tablero derivado de madera o una plancha de algún otro material como el acrílico.

El paso previo a la configuración del corte consiste en reducir las dimensiones de la materia prima, de forma que se ajuste al área de corte de la maquinaria CNC.



### 7.3.3 CORTE

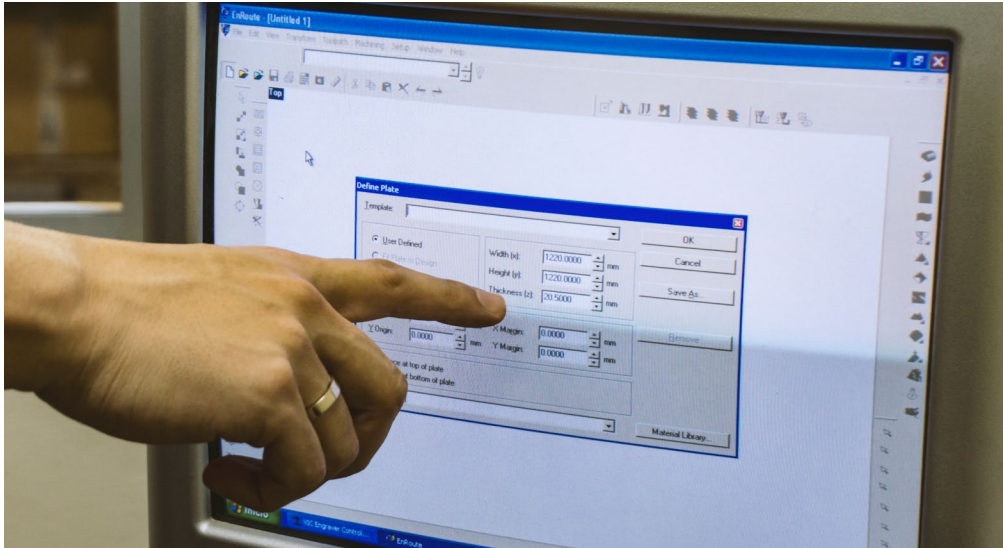
El controlador de las máquinas CNC recibe instrucciones en: número de vueltas para el corte o desbaste de las piezas, rapidez del corte y profundidad. Mediante su propio *software* convierte esas instrucciones en señales eléctricas destinadas a activar los motores que, a su vez, pondrán en marcha el sistema de accionamiento. Con este tipo de tecnología podemos tener una producción más eficiente y exacta al contar con un sistema de máxima precisión de posicionamiento, lo que significa que se pueden realizar piezas complejas, que siendo fabricadas a mano costarían mucho tiempo y dinero.

El tablero de 120 cm X 120 cm es colocado y asegurado en la mesa de trabajo de la máquina CNC, esto con el fin de evitar el desplazamiento del material durante el funcionamiento.

Figura 194. Colocación de seguros en máquina CNC.



Figura 195. Calibración de la máquina CNC.



El operario debe calibrar la máquina en los ejes X / Y, y alinear la materia prima a utilizar para determinar el punto exacto en donde se iniciará la operación de corte. Una vez realizada la calibración se determina la colocación de los puentes<sup>11</sup>, estos sirven para que las piezas al ser cortadas no se muevan durante la operación de corte. El *software* de la CNC cuenta con un lector automático que determina la colocación de los puentes, pero también se pueden colocar de forma manual según el nivel de experiencia y criterio del operario.

Figura 196. Operación de corte en máquina CNC.



<sup>11</sup> Uniones temporales entre las piezas cortadas y el tablero, evitan que las mismas salgan expulsadas durante el proceso de corte CNC. Estas se definen durante la preparación en el *software* para corte.

### 7.3.4 PREPARACIÓN DEL AGLOMERADO

Una vez se ha finalizado el corte se procede a retirar los puentes que quedan en los bordes de las piezas; para ello se utiliza una sierra manual o una caladora.

Posterior a ello, se lijan los cantos con grano número 120-320 para sellar los poros del MDF. También pueden ser curados con masilla plástica para lograr un mejor acabado.

Figura 197. Puente.



Figura 198. Ensayo de unión con prensas esquineras.



### 7.3.5 UNIÓN

Para corroborar que todas las medidas sean las correctas se realiza un ensayo de unión. El ensayo de unión consiste en armar el prototipo con herramientas que permitan su desmontaje, para ello no es necesario el uso de tornillos, clavos o grapas. Únicamente haremos uso de prensas esquineras.

La siguiente fase consiste en planear el método de unión más efectivo, es por ello que para el armado del mueble auxiliar en MDF se decidió elaborar una plantilla para indicar los puntos de colocación de los tornillos. En primer lugar se realizan perforaciones guías con una broca de 5/8" para que posteriormente el tornillo encaje de manera perfecta y entre fácilmente. Luego de esto, las prensas esquineras son retiradas para aplicar cola blanca en los puntos de unión y luego son fijadas nuevamente para la colocación de tornillos. Para este prototipo se utilizaron tornillos turbo screw de 1 ½" para madera.

Figura 199. Encolado de cantos.





### 7.3.6 ACABADO

El sellador tiene como función principal preparar la madera para una segunda aplicación de barniz, pintura u otro tipo de acabado, sin embargo al mueble auxiliar fabricado en MDF únicamente se aplicará sellador como acabado final, esto con el fin de proteger el aglomerado de la humedad, y otorgarle mayor resistencia, durabilidad y un mejor aspecto al mueble. Es importante mencionar que en la actualidad podemos encontrar gran cantidad de marcas, fabricantes y tipos de selladores, por lo que la preparación de la mezcla e instrucciones de secado pueden variar de acuerdo al tipo de sellador. Se recomienda leer las instrucciones del fabricante.

Para asegurarnos que el sellador sea adherido apropiadamente debemos retirar el aserrín con un trapo seco para evitar que las partículas de madera queden atascadas entre el sellador y el mueble. La madera debe estar perfectamente lijada, libre de polvo, humedad o grasa.

Figura 200. Perforación con broca de 5/8" y avellanadora.



Figura 201. Preparación de la superficie con lija de grano número 500 y lijadora orbital.



Si se desea dar al aglomerado un color diferente al color natural, es posible pintar o entintar las superficies antes de aplicar el sellador. La apariencia final del mueble u objeto de madera tiene una directa relación de la correcta aplicación de las primeras capas de sellador.

Figura 202. Aplicación de sellador con guaípe.

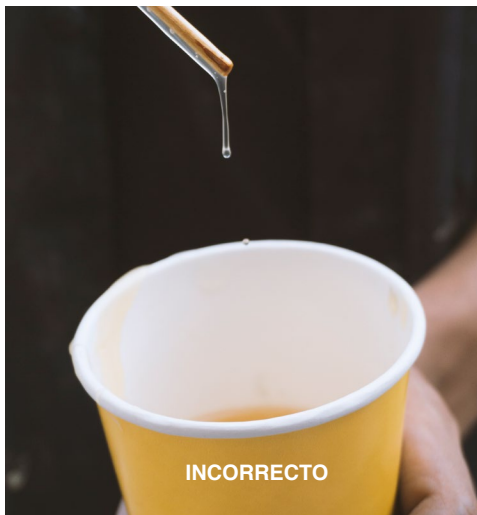




La técnica correcta para aplicar el sellador depende del tipo de superficie que se está sellando. El MDF tiene una superficie lisa, por lo que un trozo de guaípe o una pistola a presión son ideales para dicha aplicación. El guaípe resulta mejor para absorber y lustrar el exceso de sellador sobre la superficie. En un área rugosa, con textura o porosa, se recomienda utilizar rodillos, brochas o esponjas.

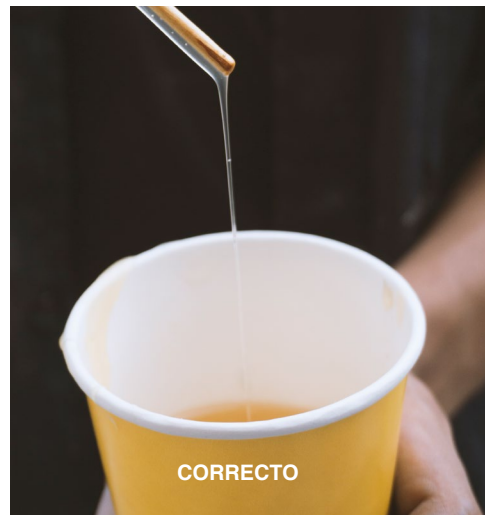
Algunos selladores necesitan ser preparados antes de ser aplicados, para ello se precisa conocer el tipo de disolvente que utiliza el sellador que deseamos aplicar, estos pueden ser a base de *thinner* o de agua. Para cualquiera de los dos casos, el fabricante plasma en el envase las instrucciones de la mezcla, esto quiere decir, la relación correcta entre sellador y disolvente, sin embargo también podemos aprender a identificar la consistencia ideal del hilo<sup>12</sup>:

Figura 203. Consistencia del hilo errónea.



Al levantar la mezcla se crea un hilo de sellador, si este gotea muy rápido entonces es un indicador que la mezcla está muy dispersa y se debe agregar más sellador. Por otro lado, un goteo lento indica que es necesario agregar más disolvente.

Figura 204. Consistencia del hilo ideal.



La mezcla ideal tiene un hilo consistente, que no gotea durante los primeros 8 segundos.

<sup>12</sup> Según el DLE, «chorro muy delgado y sutil de un líquido».



La correcta práctica consiste en aplicar el acabado de un lado a otro de la madera o derivado, tratando de mantener la distribución del sellador sobre la superficie de manera uniforme y suave. El sellador se aplica por capas, cada una se deja secar durante aproximadamente 25 minutos. Al estar completamente seca la primera capa, se lija con un grano número 120 para prepararla a una segunda aplicación.

Luego se repite el proceso volviendo a aplicar otra capa de sellador y, después de estar seco, se lija con un grano número 220. La tercera capa se lija con un grano número 280 a modo de aumentar gradualmente la densidad del grano de la lija. Es importante recordar utilizar guantes durante todo el procedimiento para evitar mancharse las manos.

Figura 205. Aplicación de sellador con pistola a presión.





# 7.4

## FABRICACIÓN DE MUEBLE EN MADERA



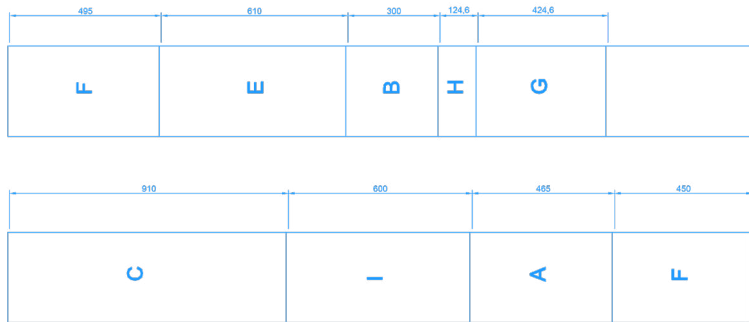
### 7.4.1 DISPOSICIÓN DE LAS PIEZAS EN EL MATERIAL

La madera es un recurso natural que debe ser utilizado de forma racional y sustentable, por ello, para un óptimo aprovechamiento de la materia prima es recomendable planificar previamente la disposición de las piezas en la tabla de madera. De esta manera se ahorrará tiempo y se evitarán posibles fallos de cálculo en la compra del material.

Figura 206. Distribución idónea de las piezas en la tabla de pino.

TABLA DE PINO  
DISTRIBUCIÓN DE MATERIAL  
ESCALA 1:8

NOTA:  
TABLA DE 8 PIES  
GROSOR DEL MATERIAL 3/4"  
MEDIDAS EN MILÍMETROS



Al disponer de esta forma las piezas en el material, que es una distribución idónea para el aprovechamiento de la tabla, se determinó que serían necesarias dos tablas de pino de 8 pies de largo. Si se colocaran las piezas en orden alfabético, esto quiere decir sin planificar su disposición, se tendrían que adquirir tres tablas del mismo largo, necesitando una tabla más, siendo su fabricación más costosa, por lo que otro gran beneficio de planificar correctamente la disposición de las piezas es el ahorro económico.



## 7.4.2 CORTE

La madera de pino, a diferencia de los derivados que se pueden encontrar comercialmente por tableros o planchas, se comercializa en tablas, tablones y vigas<sup>13</sup>. Para la fabricación del mueble auxiliar en pino se utilizó una tabla de 30 centímetros de ancho por 8 pies de largo, el ancho de la tabla y la profundidad del mueble coinciden con el propósito de evitar los cortes en el sentido longitudinal de la tabla, de esta manera únicamente debemos ocuparnos de cortar transversalmente el largo de cada pieza que compone el mueble auxiliar.

Para el corte de las piezas se optó por utilizar la máquina ingleteadora, aunque se puede realizar en sierra de banco. Antes de comenzar a cortar debemos verificar que los bordes de la tabla se encuentren a 90 grados, para ello hacemos uso de la escuadra y corroboramos el ángulo adecuado, de lo contrario se deberá cortar el material hasta estar perfectamente escuadrado.

Figura 207. Verificación con escuadra de ángulo incorrecto.



<sup>13</sup> Para ampliar información ver capítulo 5.

Figura 208. Verificación con escuadra de ángulo correcto.



Para iniciar, utilizamos una ingleteadora extensible para facilitar el corte en todo el ancho de la pieza de madera, ya que las convencionales no logran cortar toda la pieza por la disposición de la sierra, que es estacionaria. Por otro lado, las extensibles facilitan el corte de piezas de mayores dimensiones por el alcance de la sierra. Es necesario recordar que previo a ajustar la ingleteadora se debe desconectar de la corriente eléctrica para evitar que la máquina se accione y cause un accidente.

Figura 209. Corte con ingleteadora de brazo extensible.



Las ingleteadoras tienen la capacidad de cortar en diferentes ángulos, desde 0 hasta 180 grados. Es importante verificar el ángulo de corte y el de la hoja de la sierra, si la hoja está dañada o doblada podría ocasionar un corte no deseado en la madera.

### 7.4.3 PREPARACIÓN DE LA MADERA

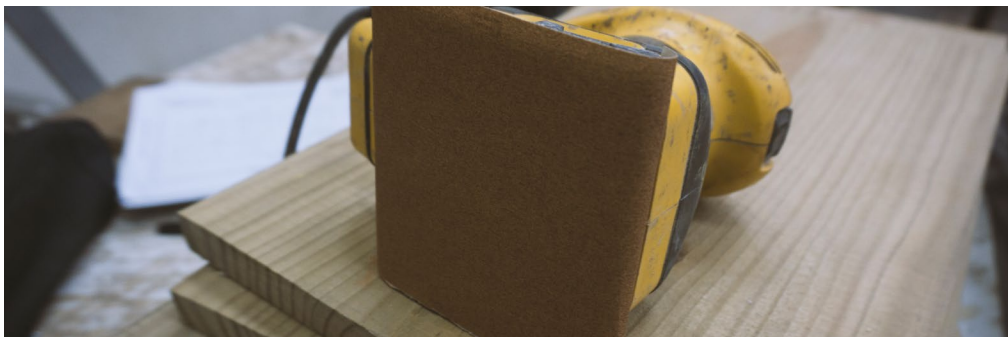
Al comprar la madera en el aserradero, es mejor adquirirla ya aserrada para evitar variación de medidas, ya que si se compra sin aserrar es necesario pasarla por la regruesadora<sup>14</sup> cuidando de no disminuir significativamente su grosor, ya que esto podría alterar las medidas finales del objeto a fabricar. Para utilizar la canteadora debemos pasar la madera en dirección a la fibra, de esta forma no se generarán astillas.

Para obtener un buen acabado final, primero se prepara la superficie con una serie de lijas iniciando con una lija de agua de grano número 120 para eliminar las astillas y las superficies más ásperas de la madera, luego se trabaja con un grano número 200 y se finaliza con una lija de grano número 350. El proceso de lijado se puede realizar de manera manual o utilizando una lijadora orbital. Por último, se debe pasar un trapo seco para remover el residuo de polvo.

Figura 210. Corte con sierra de máquina ingleteadora.



Figura 211. Preparación de la lijadora orbital para el proceso de alisado de la madera.



<sup>14</sup> Para ampliar información, ver capítulo 4.



Figura 212. Colocación de escuadras para ensayo de unión.



#### 7.4.4 UNIÓN

Así como se recomendó en los dos muebles anteriores, se aconseja hacer un ensayo de unión para verificar que todas las medidas sean las correctas. Se pueden utilizar esquinas para facilitar el manejo de las piezas.

Al corroborar que todas las medidas sean las correctas, se procede a encolar las piezas en sus puntos de unión y luego se realizan las guías con una broca avellanadora de 5/8". En esta ocasión se utilizó como método de unión tornillos turbo screw de 1 ½" para madera.

Figura 213. Perforación con broca avellanadora de 5/8".



Figura 214. Encolado de cantos en mueble de pino.



Figura 215. Atornillado.



### 7.4.5 ACABADO

La última etapa de fabricación es la aplicación de acabados. Para este prototipo se utilizó un tinte nogal claro en polvo. Su preparación tiene una relación de una onza por 2.5 litros de agua, rinde aproximadamente 7 metros y se aplica la cantidad de capas necesarias para obtener la tonalidad deseada. La aplicación puede ser realizada con guaipe o con brocha, y el tiempo de secado es de 24 horas según lo indicado por el fabricante.

Figura 216. Aplicación de tinte nogal claro con guaipe.





El último paso es la aplicación de sellador para proteger la madera de la humedad y de los rayos ultravioletas, con el fin de evitar su deterioro. Para ello se deben aplicar tres manos de sellador, y entre capas se recomienda lijar con una lija de grano número 320. El momento adecuado para el proceso de lijado es cuando el sellador está seco al tacto y que al pasar la lija genera polvo blanco.

Figura 217. Aplicación del sellador al mueble de pino.



Figura 218. Proceso de lijado posterior a la aplicación de cada capa de sellador.



Figura 219. Acabado final de la aplicación de sellador.





Fretto, H. Universidad de Palermo. (2005). *Reflexión académica en diseño y comunicación, Año VI, Vol. 6. La ergonomía y el diseño industrial* [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/vista/detalle\\_articulo.php?id\\_libro=121&id\\_articulo=672](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=121&id_articulo=672)

Ramírez, C. (2016). *Como atornillar madera – Mis apuntes de carpintería*. <http://creandocosasweb.blogspot.com/2016/09/como-atornillar-madera-mis-apuntes-de.html>

Villalba, D. (s.f.). *¿Cómo colocar Tapacantos?* <http://acarlotamaderas.com/como-colocar-tapacantos/>

Wood, R. (2018). *Cómo usar adhesivo de contacto*. <https://www.geniolandia.com/13064748/como-usar-adhesivo-de-contacto>

# Referencias

# Índice de figuras y cuadros

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	1	Cobertura por tipo de bosque en el territorio guatemalteco	3	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base en datos de FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2013). Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques de Guatemala, página 9.
Figura	2	Estructura de tronco	7	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://www.venturelli.cl/como-es-la-estructura-de-un-arbol/">https://www.venturelli.cl/como-es-la-estructura-de-un-arbol/</a>
Figura	3	Madera procesada en la industria forestal de Guatemala	12	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base en datos de Rosamaría Monzón (2015). Revista Data Export, página 16.
Figura	4	Ejemplo de algunas maderas duras	13	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	5	Ejemplo de algunas maderas blandas	14	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	6	Caoba, madera dura	15	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	7	Chichipate, madera dura	15	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	8	Conacaste, madera dura	16	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	9	Cortez, madera dura	16	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	10	Palo Blanco, madera dura	17	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	11	Rosul, madera dura	17	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	12	Santa María, madera dura	18	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	13	Teca, madera dura	18	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	14	Cedro, madera blanda	19	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	15	Pino, madera blanda	19	Escobar, Gloria	Elaboración propia con base a archivos personales (2018).
Figura	16	Cortes principales de la madera	21	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	17	Despiece de cortes del tronco	22	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://www.monografias.com/trabajos75/manual-identificacion-maderas-forestales/manual-identificacion-maderas-forestales2.shtml">https://www.monografias.com/trabajos75/manual-identificacion-maderas-forestales/manual-identificacion-maderas-forestales2.shtml</a> .
Figura	18	Corte paralelo o longitudinal	23	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/893834/asi-se-corta-la-madera-para-obtener-distintas-apariencias-y-utilidades">https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/893834/asi-se-corta-la-madera-para-obtener-distintas-apariencias-y-utilidades</a>
Figura	19	Corte por hilos paralelos o por escuadrón	23	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/893834/asi-se-corta-la-madera-para-obtener-distintas-apariencias-y-utilidades">https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/893834/asi-se-corta-la-madera-para-obtener-distintas-apariencias-y-utilidades</a>
Figura	20	Corte en malla	23	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/893834/asi-se-corta-la-madera-para-obtener-distintas-apariencias-y-utilidades">https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/893834/asi-se-corta-la-madera-para-obtener-distintas-apariencias-y-utilidades</a>
Figura	21	Corte por hilos encontrados o mixto	23	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/893834/asi-se-corta-la-madera-para-obtener-distintas-apariencias-y-utilidades">https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/893834/asi-se-corta-la-madera-para-obtener-distintas-apariencias-y-utilidades</a>
Figura	22	Medición del pie tablar	25	Escobar, Gloria	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://ingenieriareal.com/casas-de-madera/">https://ingenieriareal.com/casas-de-madera/</a>
Figura	23	Vista del canto del arqueamiento en madera de cedro	34	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2017).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	24	Distintas muestras de nudos en la madera	39	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2017).
Figura	25	Agujero dejado por nudo muerto en la madera	39	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2017).
Figura	26	Rajadura en la madera	40	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://woodarch.cl/wp-content/uploads/2018/03/productos-cuttek-recuadros.jpg">https://woodarch.cl/wp-content/uploads/2018/03/productos-cuttek-recuadros.jpg</a>
Figura	27	Diagrama del ciclo de vida de los insectos que atacan la madera: isópteros, anóbidos y líctidos	42	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://bit.ly/2QI8vnrq">https://bit.ly/2QI8vnrq</a>
Figura	28	Adulto de Ips spp	43	Ortiz, Paulo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto Nacional de Bosques (INAB) (2019).
Figura	29	Adulto de Xyleborus spp	44	Ortiz, Paulo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto Nacional de Bosques (INAB) (2019).
Figura	30	Adulto de Pityophthorus spp	44	Ortiz, Paulo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto Nacional de Bosques (INAB) (2019).
Figura	31	Adulto de termita	45	Ortiz, Paulo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto Nacional de Bosques (INAB) (2005).
Figura	32	Daño producido por termita	45	Ortiz, Paulo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto Nacional de Bosques (INAB) (2011).
Figura	33	Daño causado por carcinoma	46	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2017).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	34	Daño causado en la madera por una polilla	46	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2017).
Figura	35	Hongo cromógeno en el árbol	49	Ortiz, Paulo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto Nacional de Bosques (INAB) (2011).
Figura	36	Coloración azul producida por hongo cromógeno en la madera aserrada	50	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2017).
Figura	37	Cantos de plywood	57	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	38	Plywood de pino	57	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	39	Plywood sangre	57	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	40	Tablero enchapado	58	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	41	Aglomerado ureico	59	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).



Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	42	Canto de aglomerado ureico	59	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	43	Aglomerado MUF	59	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	44	Canto de aglomerado MUF	59	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	45	Tablero OSB	59	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	46	Tableros con melaminas de colores	60	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	47	Tablero con melamina cherry	60	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	48	Superficie de MDF	61	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	49	Canto de MDF	61	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	50	Cantos de Butt Joint	62	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2015).
Figura	51	Superficie de Finger Joint	62	Ordóñez, Aída	Elaboración propia con base a archivos personales (2019).
Figura	52	Lápiz de carpintero	69	Ilboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos personales (2019).
Figura	53	Punzón	69	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos personales (2019).
Figura	54	Flexómetro	70	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	55	Escuadra de carpintería	70	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	56	Falsa escuadra	71	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	57	Gramil doble punta	71	Arriola, Martin	Elaboración propia con base a archivos personales (2019).
Figura	58	Compás de puntas	72	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos personales (2019).
Figura	59	Sierra de arco para tronzar	74	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	60	Sierra de arco ajustable	74	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	61	Serrucho de carpintero	74	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	62	Cepillo para desbastar	76	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	63	Bastrén	76	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	64	Formón	78	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	65	Escoplo	78	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	66	Gubia curva	79	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	67	Tipos de gubia	79	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://bit.ly/3gNeH8A">https://bit.ly/3gNeH8A</a>

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	68	Partes que componen el clavo	81	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	69	Clavo de cabeza plana	81	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	70	Clavo de cuerpo ovalado	81	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	71	Clavo de cabeza perdida	81	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	72	Tornillo turbo screw cincado amarillo	82	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	73	Perno coche	82	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	74	Tornillo tirafondo hexagonal	82	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	75	Tornillo soberbio	82	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	76	Tornillo autoperforante	82	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	77	Martillo	83	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	78	Tenaza de carpintero	83	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	79	Destornillador mango giratorio, con puntas intercambiables	84	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	80	Tipos de destornilladores	84	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	81	Broca y sus partes	86	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	82	Broca helicoidal punta de vértice	86	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	83	Broca helicoidal de tres puntas	86	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	84	Broca helicoidal	86	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	85	Set de cuatro avellanadoras con guía	87	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	86	Avellanador sin guía	87	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	87	Juego de seis brocas de paleta	87	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	88	Broca forstner	88	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	89	Broca de campana	88	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	90	Distinas fresas para router	90	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	91	Formas de fresas	90	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).

<b>Item</b>	<b>N.º</b>	<b>Título</b>	<b>Pg.</b>	<b>Autor</b>	<b>Adicional</b>
Figura	92	Prensa en C	92	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	93	Prensa de ángulo doble o esquinera	92	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	94	Prensa de banco de carpintería	93	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	95	Tornillo de banco de carpintero	93	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	96	Pinza	94	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	97	Sierra de cinta	96	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	98	Sierra de brazo radial	97	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	99	Sierra de banco	98	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	100	Sierra circular vertical	99	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	101	Madera sin cepillar	101	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	102	Madera cepillada	101	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	103	Cepilladora	102	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	104	Regruesadora	103	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	105	Fresadora	105	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	106	Taladro de columna	107	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	107	Lijadora de bordes	110	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).



Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	108	Lijadora combinada: de disco y de banda	110	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	109	Torno	112	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	110	Sierra circular	114	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	111	Caladora	114	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	112	Barreno	115	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	113	<i>Router</i>	115	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	114	Lijadora orbital	116	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	115	Láser CNC	119	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	116	Router CNC	119	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	117	Superficies de la madera	127	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://docplayer.es/57765444-5-madera-en-aserrada-enfermedades-y-defectos-clasificacion.html">https://docplayer.es/57765444-5-madera-en-aserrada-enfermedades-y-defectos-clasificacion.html</a>
Figura	118	Dimensiones para madera	128	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://docplayer.es/57765444-5-madera-en-aserrada-enfermedades-y-defectos-clasificacion.html">https://docplayer.es/57765444-5-madera-en-aserrada-enfermedades-y-defectos-clasificacion.html</a>
Figura	119	Trazado general en uniones de madera	129	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="http://www.ljtopwood.com/files/items/thumbs/batiente-extensible.png">http://www.ljtopwood.com/files/items/thumbs/batiente-extensible.png</a>
Figura	120	Vigas, tablonos y tablas según su escuadrilla	130	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://bit.ly/2RUJ02U">https://bit.ly/2RUJ02U</a>
Figura	121	Tipos de uniones	134	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="http://1.bp.blogspot.com/-9J0hVkJIWew/UZuMqI4C4KI/AAAAAAAAADiI/kHBk-1thpSU/s320/Sin+t%C3%ADtulo-1.jpg">http://1.bp.blogspot.com/-9J0hVkJIWew/UZuMqI4C4KI/AAAAAAAAADiI/kHBk-1thpSU/s320/Sin+t%C3%ADtulo-1.jpg</a>
Figura	122	Clasificación de uniones en madera	135	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base en datos de Nutsch (2011, págs. 331-348)
Figura	123	Dimensiones generales Sistema 32 mm	157	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://www.a32z.com/wp-content/uploads/2017/11/13-Sist-32.jpg">https://www.a32z.com/wp-content/uploads/2017/11/13-Sist-32.jpg</a>
Figura	124	Tirador estándar	158	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	125	Tirador embutido	158	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	126	Diagrama instalación jaladera de embutir rectangular, vista lateral	158	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	127	Tirador de perfil	159	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	128	Diagrama jaladera de embutir de canto en C	159	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	129	Perfil oculto sencillo de gola	159	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	130	Instalación del perfil oculto de Gola	159	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	131	Guías laterales	160	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	132	Corredera extensión instalado en gabinete, vista frontal	160	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).

<b>Item</b>	<b>N.º</b>	<b>Título</b>	<b>Pg.</b>	<b>Autor</b>	<b>Adicional</b>
Figura	133	Brazo hidráulico para puertas y gabinetes	161	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	134	Ángulo de apertura del pistón	161	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	135	Tornillos	162	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	136	Tarugos	162	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	137	Escuadra de unión	162	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	138	Sistema minifix	163	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	139	Diagrama de instalación, vista lateral	163	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	140	Bisagra	164	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	141	Bisagra de cazoleta	164	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	142	Diagrama de instalación de bisagra bidimensional, vista superior	164	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	143	Bisagra tipo americana	165	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	144	Resbalón con clavo	165	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	145	Ménsula	165	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	146	Diagrama de instalación, vista lateral	165	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	147	Daños más frecuentes en la madera	167	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	148	Esquema de un sistema de acabado típico en madera	168	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	149	Diferentes productos para realizar el proceso de reparación de la superficie: preservante para madera, masilla base agua y tapaporo natural para madera	169	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	150	Características más importantes del papel de lijado	170	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	151	Diferentes tipos de lijas	172	Shutterstock	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	152	Lijado manual	172	Shutterstock	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	153	Lijadora de banda	173	Shutterstock	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	154	Lijadora roto-orbital	173	Shutterstock	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	155	Lijadora orbital o vibratoria.	174	Shutterstock	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	156	Lijadora de disco	174	Shutterstock	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	157	Variedad de tintes	175	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	158	Representación de la diferencia entre un tinte al <i>thinner</i> y uno pigmentado	176	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	159	Representación de una madera sin sellador y una con sellador	176	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	160	Acabado barniz brillante	178	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	161	Acabado barniz satinado	178	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	162	Acabado barniz mate	178	Iboy, Eduardo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2019).
Figura	163	Oil Finish, impregnante de madera	179	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	164	Barnices	180	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	165	Barnices base agua	180	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	166	Poliuretanos catalizados	181	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	167	Poliéster catalizado	181	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	168	Tipos de acabados para madera	182	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	169	Variedad de productos que se ofrecen para acabados en madera	184	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	170	<i>Pads</i> de aplicación	185	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	171	Diagrama explicativo de la diferencia entre estos dos métodos de aplicación	186	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	172	Medición de viscosidad	187	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	173	Patrones de esprayado	187	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	174	Distancia correcta para pintar	188	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	175	Traslape de media franja	189	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	176	Oferta de productos EPD para madera responsables con el medio ambiente	191	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).



Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	177	Edificio oficinas administrativas Sherwin Williams Guatemala certificado LEED gold-estacionamiento y área de <i>coworking</i>	192	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	177a	Edificio oficinas administrativas Sherwin Williams Guatemala certificado LEED gold-sala de reuniones, entrada y pasillo	193	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Figura	178	Bocetaje de mueble auxiliar	199	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	179	Vista frontal e isométrica de mueble auxiliar	200	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	180	Despiece de mueble auxiliar	201	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	181	Vistas ortogonales generales, mueble auxiliar en MDF	201	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	182	Medición y trazado de piezas, sobre tablero de melamina	203	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	183	Medición del espesor de la sierra dentada	204	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	184	Reducción del tablero de melamina con sierra circular	204	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	185	Verificación de escuadra	205	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	186	Proceso de corte de piezas con sierra circular	206	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	187	Organización de las piezas postcorte	207	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	188	Ensayo de unión del mueble en melamina con prensas esquineras	208	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	189	Perforación guía	209	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	190	Recorte de exceso de tapacantos	211	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	191	Operario controlando máquina CNC	213	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	192	Distribución de las piezas en tablero de MDF para corte en máquina CNC	215	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	193	Reducción del tablero en MDF con sierra circular	216	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	194	Colocación de seguros en máquina CNC	217	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	195	Calibración de la máquina CNC	218	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	196	Operación de corte de máquina CNC	218	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	197	Puente	219	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	198	Ensayo de unión con prensas esquineras	220	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	199	Encolado de cantos	220	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	200	Perforación con broca de 5/8" y avellanadora	221	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	201	Preparación de la superficie con lija de grano número 500 y lijadora orbital	222	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	202	Aplicación de sellador con guaipe	222	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	203	Consistencia del hilo errónea	223	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	204	Consistencia del hilo ideal	223	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	205	Aplicación de sellador con pistola a presión	224	Ayau, Antonio	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	206	Distribución idónea de las piezas en la tabla de pino	226	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	207	Verificación con escuadra de ángulo incorrecto	227	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	208	Validación con escuadra de ángulo correcto	228	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	209	Corte con ingleteadora de brazo extendible	228	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	210	Corte con sierra de máquina ingleteadora	229	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	211	Preparación de la lijadora orbital para el proceso de alisado de la madera	229	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	212	Colocación de escuadras para ensayo de unión	230	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	213	Perforación con broca avellanadora de 5/8"	230	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	214	Encolado de cantos en mueble de pino	231	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	215	Atornillado	231	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Figura	216	Aplicación de tinte nogal claro con guaípe	232	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	217	Aplicación del sellador al mueble de pino	233	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	218	Proceso de lijado posterior a la aplicación de cada capa de sellador	234	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Figura	219	Acabado final de la aplicación de sellador	234	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Cuadro	1	Insectos que atacan la madera en Guatemala	43	Escobar, Gloria	Elaboración propia con base en datos de Ingeniero Paulo Ortiz, jefe del Departamento de Protección Forestal del Instituto Nacional de Bosques (INAB)
Cuadro	2	Hongos Xilófagos	48	Escobar, Gloria	Elaboración propia con base en, véase: <a href="https://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_1368_17243.pdf">https://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_1368_17243.pdf</a>
Cuadro	3	Tableros derivados de madera en Guatemala	64	Escobar, Gloria	Elaboración propia con base a archivos del Instituto de Investigación y Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño (Indis) (2018).
Cuadro	4	Clasificación de las fresas	89	Escobar, Gloria	Elaboración propia con base en datos de Pascual (2013) Mecanizado de madera y derivados. (p. 229).

Item	N.º	Título	Pg.	Autor	Adicional
Cuadro	5	Medida nominal y final en piezas de madera	132	Pereira, Gian Carlo	Elaboración propia con base en datos de Díaz (2012). Guía de tipología de maderas para la construcción de una vivienda en Guatemala (tabla N.º 6) Recuperado de <a href="http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3101.pdf">http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3101.pdf</a>
Cuadro	6	Clasificación de granos	171	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Cuadro	7	Resumen de los tipos de selladores más comunes en el mercado de acabados y sus características de rendimiento	177	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Cuadro	8	Ventajas y desventajas de diversos tipos de acabados	183	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).
Cuadro	9	Causas de los problemas encontrados en la aplicación de acabados	190	Sherwin Williams de Centro América, S.A de C.V.	Archivos de Sherwin Williams de Centro América, S.A. de C.V. (s.f.).

Esta publicación se distribuye de forma digital,  
fue finalizada en julio de 2021.





La madera es un elemento básico en el conocimiento y aplicación de todo diseñador industrial, una materia prima que existe desde hace siglos y que se utiliza en la actualidad por sus variadas propiedades. Con novedosas tecnologías se puede transformar integrándole acabados únicos para proyectos diferentes.

El contenido y propósito de esta publicación es brindar toda la información necesaria, revisada y actualizada de la madera, tanto como de la materia prima, los usos y los procesos de transformación.

Este libro está compuesto de siete capítulos con los conceptos teóricos, procesos, herramientas, maquinaria y aplicaciones de la madera. *El Manual de Cátedra 1: Madera*, es el primer libro de consulta de una serie de publicaciones que tiene como objetivo apoyar con información actualizada en tema de materiales, con énfasis en el campo del diseño industrial y la industria manufacturera en el país.

Además, esta publicación se perfila para convertirse en un referente de enseñanza, consulta y apoyo para la aplicación de los conocimientos expuestos. Este es pues, un documento de consulta para estudiantes, docentes y profesionales del tema.



EDITORIAL  
**CARA  
PARENS**  
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR



Universidad  
**Rafael Landívar**  
Tradición Jesuita en Guatemala