UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

APROVECHAMIENTO DE LA MADERA EN CONTRACHAPADO Y AGLOMERADOS EN LA INDUSTRIA DE PUERTAS Y MUEBLES EN GUATEMALA

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HENRY WALDEMAR ARCHILA MANZO

AL CONFERÍRSELE ÉL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1999

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

APROVECHAMIENTO DE LA MADERA EN CONTRACHAPADO Y AGLOMERADOS EN LA INDUSTRIA DE PUERTAS Y MUEBLES EN GUATEMALA

Tema que me fue autorizado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica-Indutrial con fecha 6 de febrero de 1997.

HENRY WALDEMAR ARCHILA MANZO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1°	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL 2°	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL 3°	Ing. Jorge Benjamin Gutiérrez Quintana
VOCAL 4°	Br. Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán
VOCAL 5°	Br. Mauricio Alberto Grajeda Mariscal
SECRETARIA:	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Luis Antonio Tello Castro
EXAMINADOR	Ing. Jorge Alfredo Fuentes Tintí
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Carranza
SECRETARIA:	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

Guatemala 16 de julio de 1999.

Ing. Francisco Gomez Rivera.
Director de la Escuela de Mecánica Industrial.
Facultad de Ingeniería.
Universidad de San Carlos.

Estimado Ing. Francisco Gómez.

Respetuosamente me dirijo a usted, con el propósito de informarle que después de haber leído y revisado el trabajo de tesis titulado: "APROVECHAMIENTO DE LA MADERA EN CONTRACHAPADO Y AGLOMERADOS EN LA INDUSTRIA DE PUERTAS Y MUEBLES EN GUATEMALA"., el cuál fue presentado por el estudiante universitario Henry Waldemar Archila Manzo, y después de haberle hecho las correcciones pertinentes, considero que cumple con los objetivos que le dieron origen.

Por lo tanto, hago de su conocimiento que en mi opinión dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser sometido a discusión en su examen general público y recomiendo su aceptación para tal efecto.

Atentamente:

Ing. Eynard Menéndez Quinteros
Colegiado No. 2048
Asesor de Tesis

Guatemala 18 de octubre 1999.

Ing. Francisco Gomez Rivera.
Director de la Escuela de Mecánica Industrial.
Facultad de Ingeniería.
Universidad de San Carlos.

Estimado Ing. Francisco Gómez.

Respetuosamente me dirijo a usted, con el propósito de informarle que después de haber leído y revisado el trabajo de tesis titulado: "APROVECHAMIENTO DE LA MADERA EN CONTRACHAPADO Y AGLOMERADOS EN LA INDUSTRIA DE PUERTAS Y MUEBLES EN GUATEMALA"., el cuál fue presentado por el estudiante universitario Henry Waldemar Archila Manzo, y después de haberle hecho las correcciones pertinentes, considero que cumple con los objetivos que le dieron origen.

Por lo tanto, hago de su conocimiento que en mi opinión dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser sometido a discusión en su examen general público y recomiendo su aceptación para tal efecto.

Atentamente:

Ing. Baudilio Mayen Córdova.
Revisor de Tesis.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Revisor de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **APROVECHAMIENTO DE LA MADERA EN CONTRACHAPADO Y AGLOMERADOS EN LA INDUSTRIA DE PUERTAS Y MUEBLES EN GUATEMALA,** desarrollado por el estudiante universitario **Henry Waldemar Archila Manzo,** aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, noviembre de 1999.

emds

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
DECANATO
Tels.: 4760790 al 94 - Ext. 348
Directo: 4769579 - Fax: 4760365
E-mail: hmiranda@usac.edu.gt

Ref. D-T-008-99

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial al trabajo de tesis, titulado: **Aprovechamiento de la Madera de Contrachapado y Aglomerados en la Industria de Puertas y Muebles en Guatemala,** desarrollado por el estudiante universitario **Henry Waldemar Archila Manzo**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRÍMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA
DE GUATEMALA

Guatemala, noviembre de 1999

/cdes

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:	A quien debo este logro. Por su incondicional apoyo en todo momento de mi vida, al permitirme alcanzar una meta más en mi vida, y las múltiples bendiciones para mi familia y a mí.
A LA VIRGEN MARÍA:	Gracias por interceder por nosotros.
A MIS PADRES:	Cristóbal de Jesús, Archila Ortiz. Julieta Amparo, Manzo García. Por todos sus esfuerzos para que llegara a cumplir esta meta, como tributo y recompensa a sus esfuerzo y comprensión, que esto sea una satisfacción a su enorme amor y sacrificio.
A MIS HERMANAS:	Claudia Araceli, Evelyn Amparo, Enma Marina, Vilma Patricia Gracias por su apoyo incondicional.
A MIS SOBRINOS Y CUÑADOS:	Por su cariño y apoyo.
A TODA MI FAMILIA:	Muy cariñosamente.
A MIS AMIGOS:	Por estar conmigo en los buenos y no tan buenos momentos, gracias por su apoyo incondicional y las experiencias compartidas en especial a: Criselda Arroyo, Nohél Hernández, Walter Morán, Nora García, Daniel Salazar, Francisco Ramírez, Rossana Castillo, Mayra Corádo, Cristóbal Pasan, Patricia García, Claudia Escobar, y a todos aquellos que contribuyeron para que ésto sea una realidad.

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

A todas aquellas personas y empresas que me apoyaron y colaboraron en la elaboración de la presente tesis. Especialmente a :

- Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales (AGEXPRONT)
- BAREN COMERCIAL, LTDA
- LIGNUM
- PROFIGSA
- INTECAP
- TABLEX S.A

Y muy especialmente a:

- Ing. Eynard Menéndez
- Ing. Baudilio Mayén
- Br. Lizandro Gálvez

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

TABLAS

GLOSARIO

- **Alabeo** — Curvatura de una pieza de madera por la deformación de uno de sus planos longitudinales o transversal, o de ambos.

- **Albura** — Capa de madera dura que se encuentra inmediatamente después de la corteza. Es de color blanquecino; está ubicada entre el duramen y la corteza.

- **Arista** — Línea formada por la intercesión de la cara y el canto de una pieza.

- **Cantos** — Superficies planas menores, perpendiculares a las caras, paralelas entre sí y al eje longitudinal de la pieza.

- **Cara** — Superficies planas mayores paralelas entre sí y al eje longitudinal de la pieza.

- **Coníferas** — Maderas provenientes de árboles con hojas en forma de escamas. Corresponden a las especies del orden gimnospermas.

- **Contenido de humedad** — Es la cantidad de agua que contiene una pieza de madera expresada como porcentaje de su peso.

- **Defectos** — Son las alteraciones de la madera que influyen en las propiedades físicas, mecánicas, y/o químicas, que determinan una limitación en su uso.

- **Densidad** — Relación entre la masa de un cuerpo y la del agua o del aire que ocupa el mismo volumen.

- **Desperdicio o residuo** — Materiales que sobran sin ningún control, y que pueden ser aprovechados.

- **Diagrama de operaciones** Se utiliza para analizar las relaciones existentes entre operaciones, e inspecciones sobre ensambles en el que intervienen varios componentes.

- **Chapas** Material de madera en forma de pliegos con un grosor específico y ancho y largo variables.

- **Hongos xilófagos** Hongos que se alimentan de madera (tejido salino).

- **Madera** Compuesto natural de fibras de celulosa en una matriz polimérica.

- **Madera laminada** Se producen por medio de un recubrimiento con materiales polivinilicos (melanina), a tableros de aglomerados.

- **Mancha** Cambios en el color de la madera que no afectan la estructura leñosa.

- **Nudos** Porciones de madera dura y compacta, pertenecientes a ramas que quedaron incluidas en el tronco.

- **Panel o tablero** Plancha producida a base de partículas aglomeradas o elementos derivados de la madera.

- **Pie tablar** Es una unidad inglesa de cubación de madera, que representa el volumen de una tabla de un pie de largo, un pie de ancho y una pulgada de espesor. Un metro cúbico de madera aserrada equivale a 424 pies tablares.

- **Preservación** Técnica para proteger y prologar la vida útil de la madera madera, mediante la aplicación de sustancias químicas que impiden su destrucción por agentes biológicos.

- **Pudrición** Descomposición de la sustancia leñosa por la acción de hongos destructores de la madera.

- **Tablero aglomerado o de partículas** — Tableros fabricados con base en desechos de la madera como astillas, aserrín, birutas que se encolan por medio de resina sintética termoendurecible y polimerizada, mediante presión a alta temperatura.

- **Tableros chapeados o contrachapeados** — Tableros formados por diversas capas o chapas encoladas, colocadas unas sobre otras, con sus fibras en sentido contrario o perpendiculares, tanto sobre su base, como por chapas solas.

- **Tableros de fibras** — Panel o tablero hecho a base de fibras de madera u otros materiales lignocelulósicos, que debidamente encolados son compactados, y se hacen pasar entre rodillos o en una prensa de platos.

- **Tablero MDF (Medium Density Fiberboard)** — Es un tablero de fibras de madera, unidas en seco mediante resinas sintéticas con un prensado de alta frecuencia.

- **Tocón o troncos** — Parte del tronco de un árbol que queda unida a la raíz, cuando se corta.

- **Torcedura** — Alabeo simultaneo en las direcciones longitudinal y transversal.

- **Troza** — Cualquier sección de las ramas o tronco de un árbol cortado o apeado.

- **Volumen** — Cubación de la madera.

INTRODUCCIÓN

La madera y sus productos compuestos son materiales importantes que benefician al hombre. La población mundial está creciendo y consecuentemente la demanda de madera y de sus productos derivados; por otro lado, las fuentes forestales están disminuyendo en un porcentaje mayor que en el pasado. Las mayores necesidades se centran en un mejor aprovechamiento de todas las especies que se encuentran en los bosques y de las diferentes materias primas, en el desarrollo de nuevos adhesivos más económicos, y que contribuyan al desarrollo de nuevas medidas que salvaguarden y optimicen el medio ambiente, en la mejora de los sistemas de producción, así mismo se debe capacitar a aquellos que no estén familiarizados con los productos compuestos de madera en las técnicas adecuadas para su utilización en la fabricación de puertas y muebles.

El siguiente punto de tesis se centrará en el estudio de los factores que involucran la fabricación de puertas y muebles a base de productos derivados de la madera como: paneles de aglomerados y contrachapados, tratando de delimitar las causas que permitan ser más productivos en nuestro proceso de fabricación, y de aprovechar al máximo los elementos que éste conlleve, para obtener productos de la mejor calidad y al más bajo precio posible, y así poder ofrecer productos que puedan competir en el mercado nacional e internacional.

OBJETIVOS

GENERALES

- Presentar un método de tratamiento y aprovechamiento de la materia prima (madera, colas, pegamentos, aglutinantes, etc.), para la producción de muebles y puertas de contrachapado y aglomerados en la industria maderera guatemalteca.

- Aumentar la productividad al máximo y mejorar el rendimiento de la materia prima y la calidad de los productos.

ESPECIFICOS

- El estudio técnico de los métodos de trabajo para determinar las posibles fallas, y plantear las sugerencias que permitan un mejor aprovechamiento de los aglomerados y contrachapados en la fabricación de muebles y puertas.

- Resaltar la importancia que tiene un proceso adecuado en la reducción de costos, y en la obtención de la mejor calidad posible.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 ¿Qué son Paneles a base de madera?

El término "panel" se ha aceptado como denominación genérica de los tableros y aglomerados de productos derivados de la madera. Estos pueden fabricarse a base de madera en forma de madera maciza, chapa, cintas, partículas, fibras, etc. Durante la fabricación, se agregan agentes de aglutinación y otras sustancias, a fin de obtener o aumentar determinadas propiedades del panel, como: flexibilidad, torsión, elasticidad, etc. La ligazón o unión depende de las propiedades adhesivas inherentes al material, como en algunos tableros de fibra; también puede obtenerse mediante un aglutinante orgánico, como en los tableros de partículas. El término puede comprender también estructuras compuestas de forma de panel, al que se le agregan elementos plásticos (tales como: formica, melamina, etc.), en una o dos caras del panel, y que constituyen una pequeña parte del contenido total del mismo.

1.2 En qué consisten los tableros contrachapados (Plywood)

Los tableros de grandes superficies no pueden ser de una sola pieza, por lo cual se debe recurrir a la composición de varias piezas encoladas; para evitar la interrupción del veteado exterior, se recurre al revestimiento con chapas. Estas también se usan en el revestimiento de muebles finos para que la pieza maciza, que es de madera ordinaria, tenga apariencia de madera noble.

Se entiende por chapas unas láminas delgadas de madera, con un grueso que puede oscilar entre los 0, 2 mm y los 4 mm.

Las chapas se pueden clasificar en dos grandes grupos: las destinadas a contraplacar, usadas para la preparación de la madera cruzada, y las que se usan para decorar, que se emplean en revestimientos de lujo.

Contrachapar es formar un tablero con diversas chapas encoladas, unas sobre otras, con sus fibras en sentido contrario, tanto sobre una base, como por chapas solas. El desarrollo de los tableros contrachapados ha dado lugar a que se hayan anulado casi por completo los movimientos de dilatación y contracción, al formarse un tablero con placas de madera en numero impar, que se encolan unas a otras, con las fibras encontradas a 90°. Para ello, las chapas tienen que estar compensadas, de modo que el espesor total de las orientadas en un sentido, sea igual al de las orientadas en sentido contrario; así las fuerzas quedan equilibradas y el tablero no se deforma. El panel resultante presenta propiedades análogas de contracción y resistencia en dos sentidos perpendiculares entre sí, con lo que se eliminan virtualmente los grandes cambios dimensionales y los bajos valores de resistencia que se dan a través de la fibra de la madera. El numero de hojas encoladas tiene que ser 3, 5, 7 o cualquier número impar para que las vetas de las caras exteriores resulten paralelas.

Los tableros contrachapados, comúnmente llamados "chapeados", constituyen, expresados en volumen, el más importante de todos los productos para paneles a base de madera.

Existe otro tipo de tablero contrachapado con alma de madera maciza (tablero enlistonado), en el cual el alma está hecha de listones o tablitas de madera de longitud variable, colocadas unas al lado o a continuación de otras. Los listones son, en general, estrechos, pero su anchura puede variar con arreglo a la especie de madera, el método de fabricación, la aplicación final de que haya de ser objeto y otros factores. Frecuentemente se emplean listones cortos unidos a tope. Pueden ser objeto de encoladura puntiforme o bien encolarse por completo; en algunos casos, el encolado se suprime totalmente y los listones se mantienen juntos por la acción de las contrahojas y de la cola que queda entre ellos al ser expulsada de la superficie de encolado de las contrahojas.

En la actualidad, la técnica del chapeado contribuye en gran medida a las exigencias de la construcción de muebles, puertas y revestimientos en general.

1.3 Tableros de fibra

Panel hecho a base de fibra de madera u otros materiales lignocelulósicos y fabricado por interfieltrado de las fibras, de modo que formen una estera a la que luego se da compacidad haciéndola pasar entre rodillos o en una prensa de platos. Durante el proceso de fabricación, puede agregársele aglutinantes u otros materiales para mejorar determinadas características, como las propiedades mecánicas y la resistencia a la humedad, al fuego, al ataque de insectos o a la pudrición.

El tablero de fibras MDF (Medium Density Fiberboard) es un tablero de fibras de madera, unidas en seco mediante resinas sintéticas con un prensado en alta frecuencia, con lo cual se obtiene un producto de alta calidad, uniforme,

fuerte, compacto, estable, liso por ambas caras y con una homogeneidad total en todo su espesor. El M.D.F. tiene unas características excelentes para sustituir, en algunos casos, a la madera natural, y eliminar sus inconvenientes (nudos, grietas, alabeos, tensiones, polillas, etc.), aunque su peso específico sea algo superior al de los otros tableros.

Este tablero es extraordinariamente resistente a la humedad; no se astilla ni se pudre, y posee muy buenas cualidades térmicas, aislantes y de sonido. El tablero de fibras se presenta en varias calidades, siempre con una cara lisa decorada, y la otra rugosa en forma de malla. La cara a la vista puede imitar distintos tipos de madera, por medio de un sistema de impresión de veteado. El tablero de fibra lacado en blanco es el más empleado de todos los tipos, especialmente en la decoración de interiores, tanto de comercios, como de muebles, y muy especialmente en muebles de cocina.

La fabricación del tablero de fibra se inicia con el corte de la madera en tronco o rollo, cuando por sus dimensiones o características, no es apta para el consumo directo. Con una cinta transportadora, el tablero pasa a la astilladora que convierte la madera en astillas reducidas; mediante cibras se van seleccionando y eliminando en agitación los tamaños de las astillas que no interesan. A continuación, la astilla adecuada pasa a la desfibradora en donde, mediante vapor a presión, la celulosa se reblandece al mismo tiempo que los aceites, resinas y lignina contenidos en la madera, y continúan con el proceso hasta la refinadora.

1.4 Tableros de partículas o aglomerados

Son paneles formados por virutas o partículas de madera que se encolan por medio de resinas sintéticas termoendurecibles y polimerizadas, mediante presión a altas temperaturas, a través de sofisticadas máquinas que elaboran la materia en procesos de alta automaticidad y con una mínima intervención de la mano de obra.

El tablero aglomerado de madera representa el completo aprovechamiento de la madera. Las resinas han permitido la posibilidad de aglomerar la madera, para lograr que su utilización sea rentable. Fue precisamente el diseño moderno del mobiliario el que, al requerir grandes superficies de madera, motivó la aparición de un tablero industrial, que posteriormente ha sido incorporado en la construcción de puertas y muebles, así como en diversas áreas de la industria. Todas las dificultades, que se encuentran en la madera, no existen al trabajar los tableros aglomerados de virutas planas y cortadas, ya que estas se cruzan en todos los sentidos, tanto en la superficie como en toda su estructura. Por ello el tablero aglomerado es un material homogéneo que tiene un 90% de madera y se comporta mecánicamente mejor que maderas constituidas orgánicamente.

1.4.1 Cualidades del tablero aglomerado

La industria de estos tableros continuamente está sacando al mercado nuevas modalidades y tratamientos, lo que permite tener una diversidad de materia para usos más específicos, en todo caso, su cualidad esencial sigue siendo su estabilidad frente al medio y las situaciones que sea expuesta.

A continuación, se enumeran las ventajas que ofrece este producto:

a) Estabilidad aun mayor que el contrachapado por la disposición multidireccional de sus fibras, que permite que exista uniformidad en la dureza en toda su superficie.
b) Ausencia de juntas, defectos o deformaciones y encoladuras.
c) Resistencia a la humedad por la parcial impermeabilización de sus fibras, antes del fenómeno de filtración.
d) Mayor resistencia a los agentes atmosféricos y a los sucesivos cambios de temperatura.
e) Grandes dimensiones en planchas que pueden llegar a tener 8 m de largo por 2 m de ancho que es imposible de obtener en madera natural con una sola pieza.
f) Se puede alcanzar una densidad homogénea media entre los 500 y 750 kg/m^3.
g) No es una materia atacable, como la madera, por agentes bióticos como pueden ser el moho, los insectos xilófagos y los hongos, ya que sus partículas son amorfas y están recubiertas de resina.
h) Una cualidad importante en términos prácticos es que las planchas de tablero aglomerado no necesitan apilarse, como sucede con las tablas y listones, ya que estas planchas se podrán poner en contacto unas con otras en una cantidad únicamente limitada por la facilidad de su transporte.

En Guatemala, se produce este tipo de tableros, de la siguiente manera:

1. El proceso de elaboración empieza con la madera; se usan varios tipos de ella, pero principalmente el pino y el ciprés. Los troncos de madera se muelen hasta

obtener astillas finas, que se someten a un proceso de secado. Es importante que las astillas se encuentren con bajo contenido de humedad; de lo contrario, no se obtendrá un tablero uniforme.

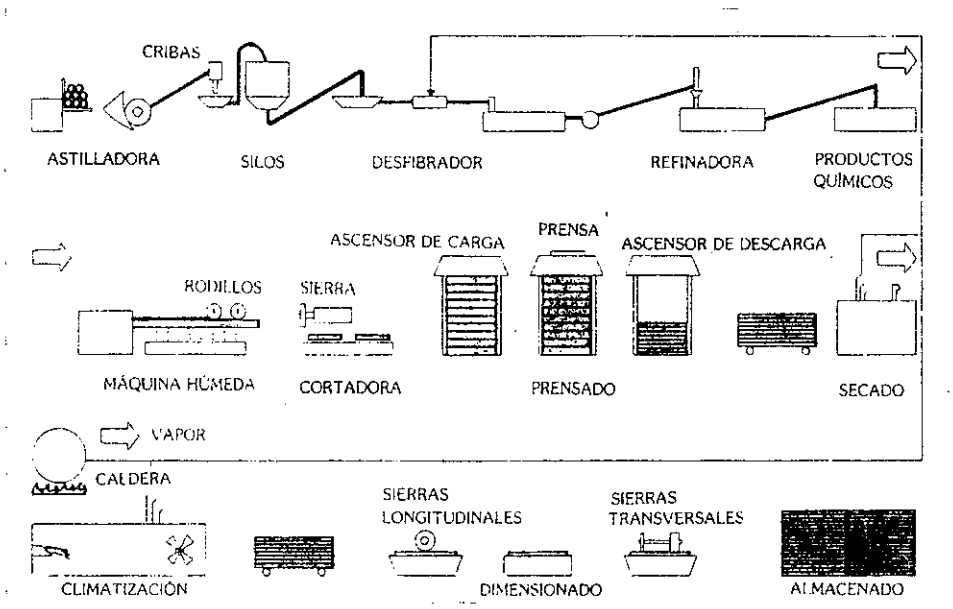
2. Luego del secado, las astillas pasan a la encoladora, que es la máquina que las impregna de cola. Las astillas ya encoladas se transportan hacia la estación de formación. En esta etapa, estas astillas son depositadas sobre una banda sin fin en forma de "colchones". Ya formados, la banda los conduce a la prensa. Esta se encarga de comprimir los colchones, hasta formar el tablero aglomerado.

3. El prensado consiste en aplicar una presión (24 kg/cm^2) al colchón de astillas (partículas de madera) a una temperatura de (160° celcius aproximadamente). Es en esta etapa donde entra en función el adhesivo que llevan las astillas. El adhesivo o resina es sensible a la temperatura, de tal manera que durante el prensado alcanza cierta "temperatura de activación" y retícula, que permite enlazar a las astillas en el colchón. No obstante, aunque se alcance la temperatura de activación, la cola no endurece debidamente, si el pH del material es muy alto, o si la humedad de las astillas no es la apropiada. Esta es la etapa más critica del proceso, ya que se requieren muchos factores para lograr un buen tablero. Entre los factores que más influyen están:

- Uniformidad del colchón.
- Humedad de las astillas.
- Tiempo de prensado.
- Temperatura de prensado.
- Acidez del medio.

Una vez prensado el tablero, se deja enfriar y luego se lleva a la lijadora. La etapa de lijado se encarga de emparejar el tablero, de darle el "acabado" y el grosor requerido. Cuando el tablero ya esté uniforme, se transporta a la sierra, donde se le da el tamaño final. En la siguiente figura, se muestra este proceso de fabricación:

Figura No.1 Proceso de fabricación de tableros aglomerados



1.5 Normas y especificaciones

A) Tableros contrachapados

Se dividen principalmente en tres clases, según la calidad y cualidades de las caras exteriores. Las cuales se detallan a continuación:

1. **Calidad "A"**

Las caras exteriores del tablero contrachapado se muestran limpias, sin ningún defecto, es decir, sin nudos, sin juntas defectuosas, grietas o cualquier anomalía que interrumpa el veteado parejo y homogéneo.

2. **Calidad "B"**

En las caras exteriores del tablero contrachapado, se pueden admitir que tengan pequeños defectos como algunos nudos pequeños y firmes, y en las chapas interiores puede haber grietas sin importancia.

3. **Calidad "C"**

En estos tableros, las caras exteriores tienen defectos más o menos visibles, irregularidades y ondulaciones en el interior y algunos nudos grandes vivos y muertos. Los tableros de esta categoría tienen casi siempre las dos caras pulidas.

B) Tableros de fibras

Este producto tiene características adecuadas para su manipulación, que en muchos casos puede sustituir a la madera natural, ya que carece de nudos, grietas, alabeos, tensiones, ataques de insectos o parásitos. A continuación, se detallan algunas de las características fisico-mecánicas de este tipo de tablero.

En la siguiente tabla, se muestran las especificaciones más importantes para este tipo de tableros.

Tabla I Características físico-mecánicas de tableros de fibras M.D.F

Propiedades dimensiones del tablero: 3.6 X 1.830 mm	Espesores del Tablero		
	7-8-10-12 mm	15-16-18-19-22 mm	25-30-32-38-40-45 mm
-Densidad (tolerancia +/- 5%)	720 kg/m²	675 kg/m²	640 kg/m²
-Flexión	300 kg/m²	280 kg/m²	250 kg/m²
-Resistencia a la tracción Transversal >=	7.5 kg/m²	7 kg/m²	6.5 kg/m²
-Resistencia arranque tornillo de dos caras	140 kg/m²	130 kg/m²	115 kg/m²
-Resistencia arranque tornillo en cantos		115 kg/m²	100 kg/m²
-Módulo de elasticidad	25,000 kg/m²	25,000 kg/m²	20,000 kg/m²
-Contenido de humedad	9%	10%	10%
-Hinchamiento después de 24 h inmersión agua <=	8%	6%	6%
-Absorción después de 24 h inmersión agua <=	22%	16%	16%

C) Tableros Aglomerados

En nuestro país debido a sus características y ventajas, se ha utilizado aglomerados de fabricación nacional o importados, principalmente de Colombia y México, el cual lleva un estricto control de normas y especificaciones a nivel internacional. Es un Tablero fabricado de partículas de madera aglomeradas con un polímero de condensación (urea-formaldehído). El aglomerado ofrece

las siguientes características, que lo hacen un material ideal para la construcción de muebles y estructuras internas.

1. Uniformidad de propiedades mecánicas.
2. Superficies perfectamente lisas y homogéneas idóneas.
3. Facilidad de manejo

En la tabla siguiente, se muestran las especificaciones y datos técnicos para este tipo de tableros:

Datos técnicos

Ancho: 1220 mm (4 pies) ± 3 mm.

Largo: Standard: 2440 mm (8 pies) ± 3 mm; según pedido hasta 4880 mm

Tolerancia en espesores: 0.4 mm

Tabla II Características físico-mecánicas de las tableros aglomerados

Espesores, milímetros, (pulgadas)	Rango de densidad (kg/m^3)	Módulo de ruptura en flexión (kg/cm^2)	Módulo de elasticidad (kg/cm^2)
6.3 (1/4)	690 - 710	190	18,350
9.5 (3/8)	680 - 700	190	19.880
12.7 (1/2)	650 - 670	180	18,350
15.8 (5/8)	640 - 660	170	16,320
17.0	635 - 645	165	16,320
19.0 (3/4)	630 - 650	160	15,000
25.4 (1)	620 - 640	150	12,000

Enlace interno: 6.0 kg/cm2 (mínimo)

Los valores especificados de propiedades mecánicas exceden nuevas normas europeas para tablero aglomerado destinado a la fabricación de muebles (EN 310 y EN 319).

La relación que existe entre propiedades fisico-mecánicas del tablero aglomerado con procesos normalmente utilizados para la fabricación de muebles, puertas y estructuras internas, son las siguientes:

a) Densidad

La propiedad física de densidad describe el peso de un cierto volumen de material. Para describir la densidad del tablero aglomerado se usan las unidades de kilogramos por metro cúbico (kg/m^3). Aproximadamente 53 tableros de 1/4" de 4 pies por 8 pies hacen un metro cúbico de tablero, por consiguiente 26.5 tableros de 1/2" de 4' x 8' hacen un metro cúbico.

La densidad del aglomerado tiene una influencia directa sobre las propiedades mecánicas de un tablero; si la densidad baja de un cierto nivel, se estaría fabricando un tablero demasiado débil, y si excede cierto valor se estaría fabricando un tablero demasiado pesado, difícil de manipular, cortar y barrenar,, además de hacerlo demasiado costoso.

El tablero aglomerado nacional está clasificado dentro de los aglomerados de mediana densidad; éstos van de 580 kg/m^3 a 800 kg/m^3. Las otras clasificaciones son baja densidad (menor de 580 kg/m^3) y alta densidad (mayor de 800 kg/m^3). En el mercado centroamericano, por lo general existe sólo el tablero de mediana densidad, que se utiliza para la fabricación de muebles.

La tabla II, anteriormente detallada proporciona el rango de densidades para cada medida de tablero que se fabrica. Como se puede notar, la densidad del tablero disminuye a medida que su grosor aumenta. Como regla general, todos los productores de aglomerado fabrican el tablero de esta manera. Existen varios motivos por los cuales esto sucede, son relacionados con el método de fabricación del aglomerado y otros son relacionados con el uso final que se le da al aglomerado y son descritos a continuación:

1. Costo elevado de medida gruesa de alta densidad.
2. Peso excesivo.
3. Resistencia a la ruptura en flexión adecuada con densidad relativamente baja para tableros gruesos. Si bien el módulo de ruptura disminuye a medida que el grosor del tablero aumenta el poder de carga aumenta con tablero más grueso.

Esto será discutido en la sección Módulo de Ruptura.

b) Contenido de humedad

El contenido de humedad de tablero aglomerado es una propiedad física difícil de especificar con exactitud, debido a que éste cambia con la humedad relativa en el medio ambiente en que se encuentre. Cuando aumenta la humedad relativa del ambiente, el contenido de humedad del tablero aumenta, y lo opuesto sucede cuando la humedad relativa disminuye. El aglomerado producido es despachado con un contenido de humedad que oscila entre el 7% y el 12% según la época del año. Si este es almacenado en una bodega humedad con poca ventilación (por ejemplo un sótano), su contenido de humedad podría llegar hasta un 20%, lo cual reduciría

significativamente las propiedades mecánicas del tablero (por ejemplo resistencia al arranque de tornillo), y dificultaría la ejecución de ciertos procesos (por ejemplo el laminado del tablero con Formica).

1.6 Métodos de ensayo

1.6.1 Pruebas en tableros contrachapados

La prueba de resistencia a la tracción se hace en seco o después de la inmersión en frío, que dura diez días consecutivos. La inmersión en agua caliente a: 100°C dura 6 horas y posteriormente, en estos cambios de temperatura, no debe aparecer ninguna muestra de desencolado. Las pruebas de curvatura se hacen enrollando la hoja en un cilindro de diámetro igual a 100 veces el espesor: del contrachapado. Esta prueba se hará en los sentidos perpendiculares a la superficie del tablero, y no debe producirse ningún defecto grieta o fisura.

1.6.2 Pruebas en tableros aglomerados

a) Módulo de ruptura

Es una propiedad mecánica que indica que tanto peso soporta una pieza antes de romperse; es independiente de las dimensiones de la pieza. La ecuación que define esta cantidad es la siguiente:

$$f = \frac{3\,L\,C}{2\,b\,t^2}$$

donde:

f: módulo de ruptura en Kg/cm^2.

C: carga máxima que soporta la pieza en Kg.

L: largo de la pieza en milímetros.

b: ancho de la pieza en milímetros.

t: grueso de la pieza en milímetros.

Para medir esta cantidad, se corta una pieza de 30 x 10 cms, se mide su grosor y se coloca sobre dos soportes que están separados 200mm. La carga debe colocarse en el centro de los soportes. Se va incrementando la carga lenta y uniformemente hasta romper la pieza. Se determina cuál fue la carga máxima que soporta la pieza y luego se calcula su módulo de ruptura.

A continuación, se muestra la tabla que muestra los valores del módulo de ruptura para los tableros de partículas o aglomerados.

Tabla III Valores del módulo de ruptura en tableros aglomerados

Grosor nominal		Módulo de ruptura mínimo (kg/cm^2)	Carga que soporta un metro cuadrado (kg)	
pulgadas	milímetros		máxima	con factor de seguridad del 80%
3/16	4.76	190	25	20
1/4	6.35	190	45	36
3/8	9.53	190	105	84
1/2	12.70	180	180	144
5/8	15.88	170	265	212
----	17.00	165	310	248
3/4	19.05	160	365	292
1	25.40	150	620	496

b) Módulo de elasticidad

Esta cantidad indica cuanto se flexiona un tablero cuando es sometido a una carga determinada. Cuanto más alto es el módulo de elasticidad, menor es la elasticidad. La ecuación que define al módulo elástico es:

$$E = \frac{100L^3(F1 - F2)}{4bt^3(a2 - a1)}$$

donde:

E: módulo elástico en Kg/cm^2

L: largo de la pieza en milímetros

F1: fuerza igual al 10% de la fuerza máxima, en Kg

F2: fuerza igual al 40% de la fuerza máxima, en Kg

b: ancho de la pieza en milímetros

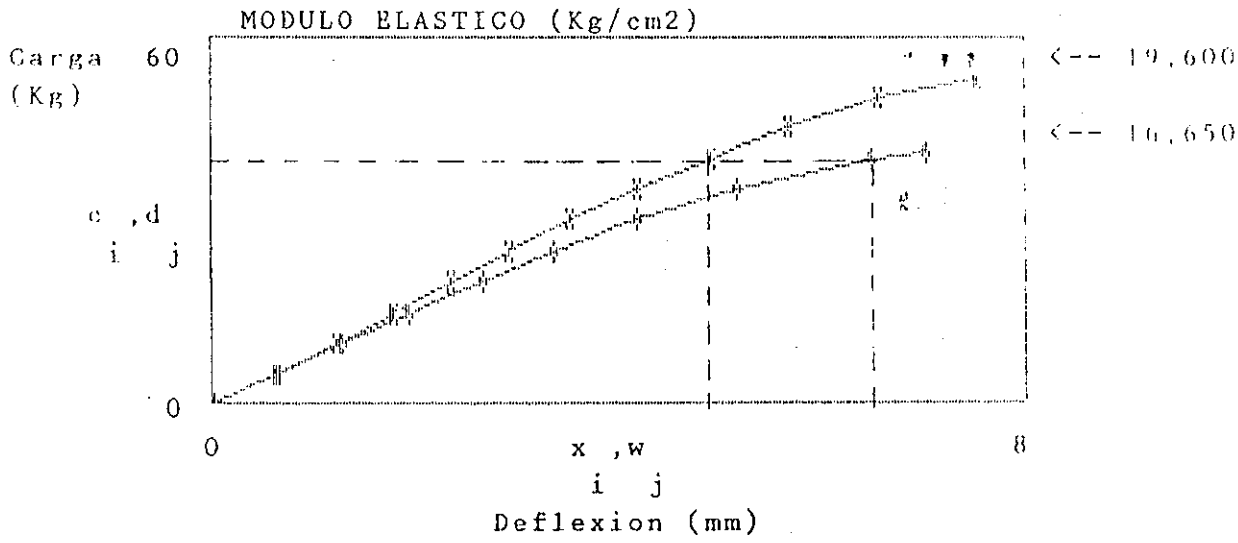
t: grueso de la pieza en milímetros

a1: deflexión que corresponde a F1, en milímetros

a2: deflexion que corresponde a F2, en milímetros

Para medir esta cantidad, se corta una pieza de 30 x 10 centímetros, se mide su grosor y se coloca sobre dos soportes que están separados 200 mm. La carga debe colocarse en el centro de los soportes. Se va incrementando la carga lenta y uniformemente hasta romper la pieza. A medida que se aumenta la carga, debe medirse la deflexion de la pieza. Se gráfica una curva de deflexión contra carga, como se muestra en la siguiente figura. La pendiente de la curva da el módulo elástico de la pieza analizada.

Figura No.2 Gráfica del módulo elástico



c) Enlace interno

Esta cantidad indica la magnitud de la fuerza que mantiene unidas las partículas en una pieza, de manera que expresa si las astillas están bien adheridas. Esta propiedad no depende del grosor del tablero: varios grosores pueden tener un enlace interno igual. Para calcular el enlace interno de una pieza, se utiliza la ecuación:

$$T = C/A$$

donde:

T: enlace interno, en Kg/cm^2

C: carga máxima, en Kg

A: Area superficial de la pieza, en cm^2

Para determinar el enlace interno, se corta una pieza de 5 x 5 cm ($25cm^2$), y se pegan sus caras a dos soportes de madera. Cuando el pegamento ha secado (18 a 24 horas), se halan los soportes hasta romper la pieza.

d) Prueba de arranque de clavo y tornillo

Esta prueba indica qué carga soporta cierto clavo o tornillo, antes de soltarse de una pieza. Depende del tipo de tornillo, del % de humedad relativa de la pieza; si se hizo un agujero piloto o no antes de introducir el tornillo, y de la orientación del tornillo respecto del aglomerado. A continuación, en las tablas 4 y 5 se muestran los valores respecto a este tipo de pruebas.

Tabla No. IV Prueba de arranque de clavo en aglomerados

Código	Clavo en aglomerados	
	Carga en la Cara (kg/mm)	Carga en el Canto (kg/mm)
Clavo corrugado de 1 ½"	3.16	1.77
Clavo normal de 1 ½"	1.84	1.10

Tabla No. V Prueba de arranque de tornillo en aglomerados

Código	Tornillo 1 Diámetro de la raiz: 2.5 mm		Tornillo 2 Diámetro de la raíz: 2.2 mm
	Carga en la cara (kg/mm)	Carga en el canto (kg/mm)	Carga en la cara (kg/mm)
Sin guía	5.11	4.17	7.42
Guía con clavo de 1.5"	4.89	5.11	6.95
Guía con broca de 3/32"	6.26	1.10	6.95

1.7 Mercado de productos

1.7.1 Oferta

Por sus características y ventajas, uno de los usos finales a que se destinan principalmente los paneles de madera son los muebles y puertas; en este campo, tales productos han sustituido, en gran medida, los productos tradicionales a base de madera aserrada.

Estos cambios obedecen a muchas razones; algunas de ellas implican concepciones diferentes de las condiciones que debe reunir un mueble, condiciones de carácter económico, variaciones en la moda y en el estilo,

nuevos adelantos tecnológicos como en informática y, lo que es importante, las modificaciones que para la fabricación de muebles supone el paso de la artesanía a la producción en serie.

1.7.2 Demanda

Las condiciones de los materiales que deben reunir, en cuanto a tamaño, para el empleo en ebanistería y mueblisteria son áreas muy grandes y con objeto de disminuir las pérdidas; en muchos casos, suele ser, ventajoso utilizar paneles de mas de 1,22 m de anchura. Los tableros de partículas se producen regularmente en anchuras de 1,83 m o mas, y los tableros de fibra y de madera contrachapada se fabrican en anchuras adecuadas a los tamaños de las puertas.

Otro de los factores que ha impulsado el uso de los paneles de aglomerados y contrachapados es la disminución de la materia prima (madera), tanto en calidad, como en tamaño, así como su precio frente a la opciones de materiales sustitutos.

1.7.3 Canales de comercialización

Los medios o canales de distribución o comercialización más utilizados en nuestro medio para este tipo de productos son:

Fabricante ====➔ Distribuidor minorista ====➔ Consumidor.

Una de las ventajas es que puede exhibirse el producto en más puntos de venta, y abarcar mayor área de mercado.

Fabricante ==========➔ Consumidor.

Es el canal mas utilizado por los pequeños fabricante, porque permite determinar el producto con base en las necesidades o especificaciones del cliente, que determinan un precio de venta, con base en el tipo de trabajo, prescindiendo de intermediarios.

2. MATERIA PRIMA

2.1 Madera

La madera ha desempeñado un rol muy importante en el avance de la raza humana. Ha sido empleada por la humanidad para proporcionar abrigo, combustible, armas, transporte, y en muchas otras formas, desde el inicio de la civilización. Es al mismo tiempo, entre los materiales estructurales básicos importantes, el más y el menos conocido. Casi todos saben qué es la madera, y sin embargo, relativamente pocas personas tienen el conocimiento real de su estructura, sus propiedades y sus muchos usos potenciales.

Es probable que la madera y otros productos forestales demuestren estar entre las materias primas más importantes del futuro, por sus excelentes propiedades, y por ser, a diferencia de otros materiales, un recurso renovable.

La madera es un producto orgánico de origen vegetal, de composición y estructura bien definidas. Toda la madera proviene de árboles, que invariablemente están constituidos por dos clases de madera, y depende de su ubicación en el tronco. La porción del centro, que es más densa y seca, se llama "Duramen", mientras que la parte que rodea al duramen, que es más húmeda, se llama "Albura". Las propiedades más sobresalientes de la madera son: alta resistencia mecánica por unidad de peso, poco peso por unidad de volumen y alto poder de aislación térmica.

2.1.1 Agentes que deterioran la madera

La madera como producto natural es susceptible de ser atacada por agentes biológicos que la destruyen o disminuyen su calidad. Estos enemigos de la madera se pueden resumir en tres grupos:

A) Mohos y hongos cromógenos
B) Hongos xilófagos
C) Insectos y perforadores marinos

A) Mohos y hongos cromógenos

Estos organismos no afectan necesariamente la resistencia de la madera, ya que se alimentan del contenido de las celdillas y no de las celdillas mismas. Estos organismos, para atacar la madera, requieren un contenido de humedad superior a la saturación de la fibra (27 a 32% de contenido de humedad).

A.1) Mohos: su presencia se hace evidente por un crecimiento algodonoso en la superficie de la madera. Su color varía desde el blanco hasta el negro. Aparecen cuando hay abundancia de humedad. Cuando la madera está seca, pueden ser barridos o cepillados, y nunca afectan seriamente su resistencia.

A.2) Hongos cromógenos: penetran en la madera y le dan una coloración y afectan ligeramente su resistencia física. Representantes típicos son ciertas especies del género Ceratocystis, causantes de la mancha azul.

B) Hongos xilófagos

Organismos que afectan las propiedades físicas y químicas de las paredes de las células, y minan seriamente la resistencia física de la madera. Estos organismos provocan la llamada pudrición de la madera. La mayoría de estos hongos ataca después de que el árbol ha muerto, pero hay algunas especies que atacan al árbol vivo, después de alguna herida o debilitamiento de su condición física, causada por insectos. La parte atacada se contrae formando hendiduras perpendiculares u oblicuas, que dan una apariencia cubicada a la madera podrida.

C) Insectos y perforadores marinos

Estos destructores de madera se pueden agrupar en 4 clases:

C.1) Escarabajos: los hay de diferentes clases tales como ambrosia de corteza, perforadores de cabeza redonda, de cabeza plana, etc; los huevecillos son depositados en los poros de la madera, de donde nace la larva que perfora túneles en el interior.

C.2) Termitas: son subterráneas como no subterráneas; se alimentan de madera y la utilizan como habitación, y perforan túneles que la debilitan seriamente.

C.3) Hormigas carpinteras: aunque no se alimentan de madera, la perforan con objeto de fabricar galerías habitacionales.

C.4) Perforadores Marinos: se pueden dividir en: a) Moluscos: como Teredo y Bankia. Las larvas de estas especies son nadadoras, se adhieren a la

madera bajo la línea del agua, y perforan haciendo pequeños orificios en el exterior, penetran y quedan atrapadas de por vida. Estos animales son llamados también gusanos de barco. b) Martesia: su cuerpo esta contenido en una concha bivalva, pero al igual que los gusanos, penetra en la madera y queda aprisionada en ella.

D) Crustáceos

Tales como limnoria, sphaeroma y chelura: estos animales no se encierran en la madera, solamente la perforan.

2.1.2 Características físicas de la madera

Entre las más importantes, tenemos:

a) Corte: naturalmente, antes de que una determinada especie pueda aceptarse para la producción de chapas, es esencial comprobar que puede servir bien para el desenrollo y el rebanado, como el caso de las maderas de cedro, caoba, pino, ciprés, etc. Afortunadamente, la mayoría de estas maderas pueden desenrollarse satisfactoriamente y la calidad de chapa y el porcentaje de recuperación se reducen en su mayor parte a determinar las convenientes condiciones de fabricación, que son compatibles con las características de la materia prima. La gama de maderas susceptibles de un desenrollo satisfactorio es, pues, muy amplia, si se considera la gran variedad de densidades, que van de las maderas muy ligeras a las especies más pesadas que el agua, una vez secadas al aire.

La madera de densidad muy baja puede resultar difícil de desenrollar salvo cuando el contenido de humedad es alto, de modo que sus células están llenas de agua, lo cual presta apoyo mecánico a las paredes de las células durante el cortado. Cabe decir que la aceptabilidad de la chapa dependerá de la finalidad a que se destine. Así, por ejemplo, las condiciones que han de reunir las clases destinadas a usos estructurales son mucho menos rigurosas, en lo que respecta a un pelado liso y satisfactorio que las reservadas para fines decorativos. Aunque la chapa parezca satisfactoria al salir del tomo, eso no significa necesariamente que resultará satisfactoria en la practica.

En el caso de corte para tableros aglomerados y de fibras, un aspecto muy importante es *"la forma de la astilla"*, ya que la madera, al ser astillada, debe permitir la producción de una astilla plana y larga que mantenga su fibra en la dirección longitudinal. La fibra de la madera es la que le da a este material sus excelentes propiedades mecánicas, y cuando se producen tableros aglomerados y de fibras la queremos preservar.

b) Secado: la fibra desviada o revirada puede plantear problemas en el secado de las chapas al provocar pandeo o agrietamiento, si la presión es excesiva durante el secado. Aunque hayan sido secadas satisfactoriamente, las hojas delgadas para tableros contrachapados hechas con este material de fibra retorcida, no son de construcción realmente equilibrada y pueden alabearse. Algunas maderas son propensas a rajarse durante el secado, sobre todo en los bordes de las testas de la chapa. Otras presentan la contracción y distorsión anormales, debidas a colapso y, si bien pueden eliminarse, suponen gastos adicionales y precauciones especiales durante el secado.

En el caso de tableros aglomerados y de fibras la astillas recién formadas, están, por lo general, muy húmedas para el proceso (entre un 30% y un 50% de humedad). Para poder usar esta astilla, debe estar entre el 4% y 6% de humedad. Si se intentara hacer tablero con humedad mayor, surgen los problemas de ampollas y de puntas abiertas en los tableros recién prensados. Con humedades menores se consume mucho más cola que con humedad estándar. El secado funciona de la siguiente forma: se hace pasar una corriente de aire por unos radiadores con vapor. El aire caliente se mezcla con la astilla húmeda a la entrada del secador el cual seca la astilla, en aproximadamente 5 minutos o más.

c) Encolado y acabado: para la producción satisfactoria de tableros contrachapados, es esencial que entre las capas se produzca una encoladura fuerte. No todas las maderas se comportan del mismo modo a este respecto. Es difícil obtener una unión fuerte en algunas de las maderas más pesadas, y es en ellas donde más se necesita, toda vez que la mayor rigidez de la madera de densidad superior, produce una solicitación más fuerte sobre la unión, con tendencia a la contracción y al hinchamiento del tablero como consecuencia de los cambios registrados en las condiciones atmosféricas. Cuando es forzoso encolar con la superficie del tablero, como ocurre tratándose de revestimiento de plástico o de otros tipos, la chapa para caras debe presentar propiedades adecuadas de encoladura.

Algunas especies absorben la cola mucho mis fácilmente que otras, por eso es necesario ajustar la viscosidad de la cola para que responda a los requisitos de la madera que se emplea, esto puede provocar dificultades cuando se hace uso de especies absorbentes y no absorbentes combinadas.

Entre las propiedades que afectan las características de uso práctico o la utilidad del producto acabado, están:

a) Densidad: la gama corriente de densidad de maderas secadas al aire para tableros contrachapados y chapas oscila entre 0,40 y 0,70 g/cm^3 aproximadamente, y goza de preferencia en las especies cuya densidad oscila entre 0.50 y 0.55 g/cm^3. Se utilizan unas cuantas especies, cuya densidad raya por debajo del límite inferior, pero las maderas de baja densidad presentan el inconveniente de ser demasiado blandas para la mayoría de las aplicaciones.

b) Aspecto: el color es una de las características más importantes de las chapas o paneles para usos decorativos. A veces se desea obtener un color bastante uniforme; otras, el valor del producto estriba en lo pronunciado del contraste. Por lo general, no suele buscarse el contraste entre la madera de albura clara y la madera de duramen oscura, si bien en ocasiones se aceptan y se utilizan con mucho efecto. El color es en gran parte cuestión de moda; no obstante, hay algunas maderas que gozan siempre de aceptación, como las empleadas tradicionalmente en la industria del mueble: la caoba, el nogal y otras muy parecidas a éstas.

Otro factor lo constituye la permanencia del color al quedar expuestas a la luz durante prolongados espacios de tiempo, y el cambio que experimentan puede ser desfavorable. Unas cuantas ganan con la edad una tonalidad roja brillante, por ejemplo, adquieren coloraciones pardo-rojizas más atractivas. Algunas maderas de color claro adoptan un tono pardo amarillento que no aumenta su valor. La estrecha relación con el color guarda la posibilidad de

blanquear a fin de obtener colores claros y la de manchar para oscurecerlos. Al ser manchadas, algunas maderas adquieren un aspecto artificial, ya que las zonas normalmente claras se manchan más intensamente que las oscuras, y se invierte la relación entre los colores.

c) El dibujo: o veteado de la madera es tan conocido, que no hace falta definirlo en este lugar, si bien el corte y disposición de las chapas constituyen el principal recurso para explotarlo. El veteado puede deberse a contrastes dentro de un anillo de crecimiento, por causa de variaciones de densidad o a la disposición de los poros, a variaciones en el color no forzosamente relacionadas con los anillos de crecimiento, a radios medulares, que pueden parecer como si fueran encajes o disponerse como de fino cabrilleo tangencialmente, o bien al aspecto de la encina cuarteada radialmente.

d) El brillo: éste puede definirse como la variación de reflejo de la superficie de las fibras según el ángulo de visión, y constituye una característica importantísima de la madera. Da profundidad al veteado y variedad al colorido, según el punto desde que se observe el tablero. Esta característica se conoce con el nombre de "vida" de la madera; varia de una especie a otra, suele predominar más en las frondosas que en las coníferas, y es característica que todavía no se ha conseguido en la reproducción impresa de las superficies de madera.

2.1.3 Especies utilizadas

a) Pinus Caribnea Morelet

Nombre común: ***pino del Petén o pino de Poptún***

Una de las características generales de la madera es el color amarillento, que es adecuado para construcciones en general y contiene abundante resina, que la hace una especie apropiada para su explotación. Esta especie habita entre 100 y 400 metros sobre el nivel del mar, especialmente en Poptún y Dolores en el departamento del Petén, al este de Alta Verapaz y Norte de Izabal. Los usos que se le dan a esta madera son: mueblería de segunda, forros, construcción y aserrio. Se localiza en el bosque de tipo muy húmedo subtropical.

b) Pinus oocarpa shiede

Nombre común: ***Pino Colorado, ocote ó Chaj***

Una de las características generales de esta madera es el color blanco amarillento en ejemplares jóvenes, hasta rojiza en los adultos, debido a la acumulación de abundante resina. Es muy usada en construcciones; se le ha explotado en grandes cantidades a Estados Unidos de América, por su alto contenido de trementina, por eso su explotación ha sido irracional. La distribución de esta especie se le encuentra entre los 500 y 2,400 metros sobre el nivel del mar en el bosque de tipo húmedo subtropical (templado) se le encuentra en la mayoría de los departamentos de occidente, así como en el departamento de Santa Rosa y el Progreso; los usos que se le dan a esta madera son los siguientes: aserrio, construcción, resinación, leña, palitos de ocote, mueblería de segunda, forros, hormas y molduras.

c) Pinus ayacahuite (k. Ehrenberg)

Nombre común: ***pino blanco , falso Pinabete y Pino Dulce***

Una de las características de la madera es el color blanco amarillento, y es fácil de trabajar; se usa en mueblería corriente. Hasta el momento, ha sido

especie se localiza entre los 2,300 a 3200 metros de altura sobre el nivel del mar, especialmente en el occidente del país, en los bosques de tipo muy húmedo montano bajo, subtropical, húmedo montano subtropical y muy húmedo montano subtropical; los usos que se le dan a esta madera son los siguientes: construcción, mueblería corriente, forros, leña, decorados, hormas y molduras.

d) Cupresus Lusitanica Miller

Nombre común: ***ciprés***

Las características generales de la madera son: de color blanco, en los árboles añosos, color amarillo rojizo siempre el grano fino, buena textura, de tipo compacta, elástica, moderadamente fuerte liviana, durable en lugar abrigado. Habita entre 2.200 y 3,300 metros sobre el nivel del mar, especialmente en la mayoría de los departamentos del altiplano, en oriente en los departamentos de Jalapa y el Progreso, en los bosques de tipo muy húmedo montano bajo subtropical. Los usos de esta madera son para construcción, de mueblería corriente, forros. postes, etc.

e) Swietenia Macrophvila King

Nombre común: ***caoba***

Las características generales de la madera son: albura de color blanco o rosado, con vasos muy grandes, a veces abundantes, y bandas espaciadas de parenquina apotraqueal. La madera tiene un olor fragante muy característico; su color es variable de rojizo, rosado, hasta amarillento, recién labrada, ya seca es roja, rojiza, morena clara u obscura, especialmente hacia los haces medulares de grano fino, compacta liviana o medianamente pesada y muy durable; su

veta puede ser recta o entrelazada y por lo general ofrece variedad de dibujos cuando la madera se raja al hilo; existe madera dura y blanda, el peso especifico oscila entre 0.35 hasta 0.85; y resisten al ataque de los insectos. La caoba es un árbol de crecimiento bastante rápido; en los primeros 7 años, alcanza hasta 15 metros cuando las condiciones del terreno le son favorables; el aprovechamiento final de la caoba es a los 35 años; se efectúan entresaques desde el sèptimo año.

Por las características de esta madera, se le considera excelente para trabajar. Se usa principalmente en construcciones de lujo en mueblería y ebanistería fina, decorados interiores, aserrio y chapas, puertas talladas, pisos, etc.

La distribución y zonas de vida de esta especie se localizan en los bosques de tipo húmedo subtropical (cálido), y muy húmedo subtropical (cálido), en los departamentos del Peten parte de Izabal, Alta Verapaz, y en la costa Sur del país.

f) Cedrela adorata

Nombre común: ***cedro***

Es un árbol que mide entre 20 a 30 metros de alto el tronco es de más de 1 mt. de diámetro, frecuentemente con gambas delgadas. Las características generales de esta madera son: albura de color crema rosado con un olor muy fuerte y sabor amargo, con vasos grandes, dispuestos en anillos concéntricos y bandas conspicuas y espaciadas de parenquima aportraqueal. Su trabajabilidad

es fácil por su fibra y compactación; los usos que se le dan a esta madera son de construcción de lujo, ebanistería, mueblería fina, chapas, aserrio, etc.

Se localiza en los bosques de tipo húmedo subtropical (cálido) y muy húmedo subtropical (cálido) de la zona norte de los departamentos del Peten , Izabal y parte de Alta Verapaz y el Quiché, así como en la Costa Sur.

El cedro crece rápido. Al rededor de 1.5 metros por año, se hacen entresaques desde los 7 años, hasta los 10. El aprovechamiento final es a los 40 años, produce hasta 13 metros cúbicos por hectárea y por año sobre una rotación.

Existen otras especies de maderas utilizadas en la fabricación de muebles y puertas, entre ellas están Palo Blanco, Santa María. Canxan, Naranjo, San Juan, Roble. etc.

2.2 Trozas

La producción de tableros, ya sean de madera contrachapadas, aglomerados o de fibras, ha exigido tradicionalmente la utilización de materias primas derivadas de la madera de alta calidad. Fundamentalmente se siguen dos conjuntos de criterios para establecer el valor de una determinada especie de madera para tal fin. El primer conjunto de criterios afecta a la madera en forma de *trozas*. En general, se refieren al tamaño, la calidad y clases de las trozas, a los requisitos en punto a transportes y manipulación de estas, y a su protección y medidas de cuarentena, que es probable que se impongan.

Para la producción de chapas de corte rotatorio o desenrollo son muy solicitadas las trozas de diámetro superior al normal, de forma cilíndrica y con un mínimo de defectos; sin embargo, recientes perfeccionamientos en las técnicas y equipo de fabricación han abierto el camino para el empleo económico de trozas de diámetro menor.

2.2.1 Tamaño

Los tamaños y calidad de las trozas para la fabricación de tableros contrachapados pueden presentar grandes diferencias de un país a otro, según se destinen las trozas a la fabricación local o a la exportación.

El diámetro mínimo, que las trozas para tableros contrachapados han de presentar, suele exceder de los admisibles para la madera aserrada, mientras el diámetro mínimo para la mayoría de las especies tropicales, suele ser de 45 cm.

Los mayores tornos para fabricar chapa pueden pelar trozas de más de 2 metros de diámetro y, en general, los factores que determinan los diámetros máximos aceptados por un aserradero suelen ser ajenos al equipo de producción de chapas. Debe reconocerse, sin embargo, que el equipo necesario para trabajar trozas de tamaño grande y medio y el destinado a elaborar troncos pequeños, difieren considerablemente, y si una fábrica ha de trabajar en toda una gama de tamaños, es aconsejable montar dos cadenas de producción. una para trozas grandes y otra para trozas pequeñas.

El método de medición de una troza varía considerablemente de una región a otra, así como varía el método de calcular el volumen a partir de las

cifras obtenidas. Algunos de los volúmenes de las trozas, así determinados, no pretenden indicar el volumen real de las trozas, sino se basan en conveniencias de medición, prácticas tradicionales, margen de recuperación, etc.

La Comisión Forestal de la FAO y la Asociación Técnica Internacional de Bosques Tropicales (ATIBT) han establecido normas para la medición de trozas. (Ejemplo Anexo 1).

2.2.2 Calidad

La calidad de los troncos que resulten aceptables variará, de acuerdo con su costo en la fábrica de tableros contrachapados. Si resulta alto por los gastos combinados del valor de la madera en pie, del apeo y del transporte, sólo podrán aceptarse por lo general calidades selectas, toda vez que, en tal caso, resulta muy importante el porcentaje de madera contrachapada que se obtiene de la troza. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que el empleo de calidades interiores supone aumento de mano de obra, lo que con frecuencia lleva consigo disminución de la calidad del producto acabado. A este respecto, hay que hacer notar que los requisitos de calidad de las trozas destinadas a la fabricación de tableros contrachapados para la construcción y envases, son relativamente bajos.

Otro factor que ha de examinarse, al determinar el valor de una especie para la producción de tableros contrachapados, lo constituye su comportamiento durante el transporte y el almacenaje. Algunas trozas desarrollan fendas radiales o diametrales al secarse, y la mayoría de las especies son susceptibles al ataque de los insectos, a la decoloración o a la pudrición.

Las normas de calidad para desenrollo, cuando no se especifican en el contrato, imponen restricciones más severas sobre comba de canto, aplanamiento y contrafuertes, verrugas, acebolladuras, corazón anormal y corazón podrido o blando.

2.2.3 Clases de trozas

Para la clasificación de trozas de exportación para chapas, varias regiones y países han establecido una gama de calidades o clases; las más importantes se citan en esta sección, a título de ejemplo.

En ellas, se establecen tres clases de trozas para desenrollo y otras tantas de trozas para chapas. Dichas normas no se basan en el sistema de unidad de defectos, sino señalan los defectos que se puede o no permitirse. Para la clase No.1 para desenrollo, se exige un diámetro mínimo de 75 cm, que las trozas recién cortadas sean cilíndricas, de fibra recta y libres de todo defecto, excepto corazón quebradizo y fendas de duramen limitadas a un circulo que tenga un diámetro de 40 cm. La clase No.2 para desenrollo tiene un diámetro mínimo de 60 cm, es análoga en condiciones generales, pero permite dos nudos sanos que no excedan un diámetro máximo de 16 mm. La clase No.3 para desenrollo exige un diámetro mínimo de 45 cm; estipula las mismas condiciones en punto a nudos; es menos rigurosa en cuanto a forma y fibra recta y permite otros defectos con tal que las trozas sean sanas en el 90 por ciento. Los diámetros de las clases distintas a chapa son similares a los de las reservadas para el desenrollo, pero las normas son menos rigurosas, en lo que respecta a excentricidad de médula, fendas de duramen y corazón quebradizo y albura de

coloración anormal y descolorida. La clase No.3 ha de poder considerarse sana en el 85 por ciento.

Las clases para el rebanado de chapas no se definen, se aconseja a los compradores que indiquen la calidad requerida y las limitaciones sobre defectos que desean imponer. La albura no supone desvalorización, si está sana y no es anormal, y se tiene en cuenta el diámetro y el origen de la troza. La introducción de cualquier sistema de clasificación, a fin de conseguir mayor uniformidad o por otras razones, siempre tropieza con considerable oposición por parte de todos los que desean conservar las prácticas vigentes.

2.2.4 Transporte

En comparación con otros productos forestales primarios, las trozas para chapas y madera contrachapada ocupan una posición única en muchos aspectos. La estructura de su oferta es muy amplia; los diámetros de las trozas son normalmente superiores al promedio; las exigencias relativas a forma y estado de las trozas son rigurosas y, en general, la gama de las principales especies que se emplean es limitada. Por lo general, los troncos destinados a su conversión local en chapas o madera contrachapada se llevan directamente de los bosques a la fábrica, que hace que los gastos de transporte sean relativamente bajos. Esto se hace regularmente en transporte terrestre por medio de camiones o vehículos adecuados.

2.2.5 Manipulación

Las trozas destinadas a los mercados de exportación se transportan desde las zonas de apeo a centros colectores o directamente a las instalaciones portuarias, y posteriormente, una vez terminada su travesía marítima, se envían por ferrocarril o por carretera, según sea el caso, desde el punto de la importación hasta el consumidor final.

Las trozas destinadas a los mercados de exportación se transportan desde las zonas de apeo a centros colectores o directamente a las instalaciones portuarias, y posteriormente, una vez terminada su travesía marítima, se envían por ferrocarril o por carretera, según sea el caso, desde el punto de la importación hasta el consumidor final.

2.2.6 Protección

Muchas de las especies de madera empleadas en la fabricación de chapa y madera contrachapada se exportan desde el país de origen a los países en que son objeto de elaboración. Sólo una pequeña parte de las trozas se transforman en chapa localmente.

Regularmente suele transcurrir un intervalo de tiempo, que a veces se prolonga por varios meses, entre las operaciones de apeo y las de corte para obtención de chapa. Durante dicho período, es cuando se plantea el problema de impedir la degradación de la madera, que rebajaría su calidad o reduciría el porcentaje de recuperación o ambas cosas. Algunas especies no son susceptibles de deterioro y resisten muy bien el transporte desde el bosque a la

fábrica. Otras son mucho más susceptibles y requieren un tratamiento de preservación en la estación de extracción antes del transporte, que motiva a la mejor protección posible.

2.2.6.1 Medidas para una adecuada protección de las trozas

1) El almacenamiento de trozas por inmersión en estanques o balsas de agua dulce constituye un procedimiento sencillo y eficaz para impedir el ataque de los insectos y los hongos, y así reducir la formación de fendas de desecado, tanto en climas tropicales como en climas templados. La práctica de los rociados periódicos o continuos con agua, hasta saturar por completo las pilas de trozas, suele proporcionar una protección análoga, pero no siempre tan eficaz.

2) Las sustancias preservadoras para la protección de las trozas deben constituir un producto compuesto con fungicida e insecticida de acción residual prolongada. Actualmente, la industria química tiene a la venta varios productos comerciales que reúnen estas condiciones.

3) Las sustancias pueden aplicarse a los troncos por rociado o brocha; el primer procedimiento es más eficaz y económico en la mayoría de los casos. El equipo para el rociado va de pequeñas unidades portátiles accionadas a mano, a grandes instalaciones fijas con compresores de motor en los apilaremos de troncos, y en los puntos de carga de los barcos.

2.2.6.2 Medidas para una adecuada protección de las chapas y tableros contrachapados

Las condiciones que han de reunir las materias primas para la fabricación de tableros contrachapados también presentan considerables variaciones, según el tipo y calidad de éstos. En lo que respecta a los usos finales, los tableros contrachapados pueden dividirse aproximadamente en dos principales grupos: *(I)* los destinados a muebles y otras aplicaciones en que el aspecto reviste importancia, y *(II)* los empleados en la construcción de envases y material de tipo utilitario. Tratándose de la categoría (I), el valor decorativo de la chapa de superficie constituye la característica importante; en cambio, si se trata de la categoría (II), los factores determinantes de la selección de la especie de madera los constituyen las propiedades físicas específicas, como la resistencia.

En el caso de la fabricación de tableros enlistonados, se necesita una gran proporción de madera aserrada y la cantidad de chapa que hace falta es relativamente reducida. Para chapas obtenidas por rebanado destinadas a usos decorativos, se imponen condiciones todavía más estrictas, entre las que se cuentan el veteado y el color, por lo que es preciso proceder a una selección muy cuidadosa de los troncos, las trozas de tocón, las horquillas y la madera nudosa. Tratándose de chapas rebanadas, las condiciones que han de reunir las trozas son más específicas; se hace mayor hincapié en el valor decorativo del producto final. Las trozas mal formadas, los tocones, las horquillas y la madera muy nudosa proporcionan maderas de mucho dibujo y muy vistosas, que se prestan especialmente para fines decorativos, tales como chapas para caras destinadas a paneles para muebles y puertas, y representan una materia prima relativamente costosa.

El segundo conjunto de criterios afecta las características físicas de la madera, que establecen la idoneidad técnica de una determinada especie para la fabricación de chapas o madera contrachapada, y que pueden resumirse del modo siguiente:

a) Características de desenrollo o rebanado (densidad, deformaciones de la fibra, madera de reacción, nudos, inclusiones minerales, etc).
Características relativas al aspecto o a la utilización (color, veteado, textura, brillo, olor, etc).

b) Características de encolado y acabado (densidad, fibra, encolabilidad, manchabilidad, pintabilidad, etc).

c) Características estructurales (resistencia física, resistencia a la pudrición, dureza, etc).

2.2.7 Colas o adhesivos

Generalmente se piensa que cuanto más espesa sea la junta de cola (cantidad de cola), más resistente será el encolado, la cual es un error fundamental. En este terreno, se han llevado a cabo investigaciones muy serias; los resultados demuestran que la resistencia de una junta de encolado no aumenta en función del espesor de esta junta; incluso a veces sucede todo lo contrario. Se ha llegado a la conclusión de que cuanto más se separen las partes que se tienen que encolar con una aportación excesiva de cola, menos resistente será el encolado.

La astucia de un buen encolado consiste en una distribución igual de la cola en toda la superficie que se tiene que encolar; en procurar expulsar bien el aire que pueda introducirse entre el soporte y la lamina, así como en utilizar presiones de encolado que distribuyan bien la cola en toda la superficie, expulsar el aire contenido entre las dos partes que se han de encolar, y regular esta presión, para no eliminar demasiada cola.

A continuación, se describen los tipos de colas más utilizadas:

2.2.7.1 Tipos de colas o adhesivos

2.2.7.1 Colas de contacto o de impacto

Se llaman así debido a que para poder usarlas es necesario aplicarlas sobre las dos superficies que se han de unir, dejar evaporar los solventes y poner en contacto ambas superficies bajo la acción de alta presión. El componente fundamental de este tipo de colas es un caucho sintético, llamado neopreno.

Estos adhesivos se usan en las industrias del mueble y en otros campos industriales. En la industria del mueble, se emplean para chapear cantos, para aplacar superficies, y en general, en trabajos que no son en cadena pero en los que se necesita rapidez.

Mención aparte merece el posformado de láminas de estratificado plástico con tableros, que es uno de los pocos sistemas en continuo donde se

emplean colas de contacto. Este sistema automático se compone de los elementos siguiente:

1) Una limpiadora de rodillos para que los tableros y los estratificados que inician el proceso estén limpios.

2) Una cabina de pulverización donde se pistolea el adhesivo.

3) Un túnel de evaporizacion de solventes donde el adhesivo es reactivado por calor a unos 80°C.

4) Una máquina de posformado donde a la entrada se calienta el estratificado entre 150°C a160C , y queda moldeable.

5) Una guía para hacer un preposformado en una serie de rodillos móviles que se adaptan a la curva del tablero que se desea cubrir.

2.2.7.1.2 Adhesivos termofusibles (hot-melt)

Estos productos a temperatura ambiente son materiales 100% sólidos de naturaleza termoplástica. Cuando se calientan, se convierten en fluidos pegajosos, y entonces, se pueden aplicar a los objetos que se desean unir. Al enfriarse, lo que ocurre en pocos segundos, no sufren cambios en su estructura quimica, y dan lugar a uniones con alta cohesión y buena elasticidad.

En un adhesivo termofusible, el componente principal es el copolimero base. Los polímeros usados en la industria del mueble son los polímeros EVA (etileno, acetato de vinilo). Existe una gran variedad de estos polímeros y según se utilicen en la formulación de un tipo u otro, se consiguen hot-melts con distintas propiedades. Desde el punto de vista de su aplicación, un adhesivo termofusible presenta las siguientes ventajas:

1) Al ser 100 % sólido, no tiene los problemas de evaporación de las colas frías.
2) Son productos de secado muy rápido, con los que se consiguen velocidades de producción muy altas.
3) Presentan una buena unión sobre gran variedad de substratos, tanto porosos, como no porosos.
4) Al no contener solventes, reducen enormemente los riesgos de contaminación e incendio.
5) El equipo necesario para su aplicación necesita menos espacio, que los equipos utilizados con otros tipos de adhesivos.

En la industria del mueble, los adhesivos termofusibles tienen diversas aplicaciones, entre éstas está:

El encolado de cantos y forrado de molduras. Ésta aplicación se encuentra muy extendida en las industrias del mobiliario. La madera y las tiras de plástico, que formarán sus bordes, se unen por medio de hot-melt a unas velocidades muy superiores a las obtenidas por medios convencionales con resinas UF (urea-formaldehido), usadas por medio de calor o con adhesivos de Poliacetato de vinilo. Los hot-melts se pueden aplicar por medio de un

rodillo al sustrato que formará el borde de tal forma que con una ligera presión se obtiene una perfecta adhesión, incluso en equipos que operan a velocidades superiores a 40 m/min. Como estos adhesivos son 100% sólidos, no tienen los problemas que se podrían derivar de capa acuosa en la superficie, decoloración, etc.

El proceso de forrado de molduras es igualmente muy rápido cuando se utilizan adhesivos hot-melt. El material se aplica sobre la chapa de madera o al papel decorativo (melaminico) que posteriormente se junta a la moldura de madera, o PVC, y que bajo la acción de una ligera presión queda perfectamente adherido.

Entre los problemas más frecuentes que aparecen en el encolado de la madera, que están presentes a diario en la industria del mueble, pueden presentarse inmediatamente, durante las distintas etapas de la fabricación o, lo que es peor, cuando hayan transcurrido días o semanas, después de terminado el mueble.

2.2.7.1.3 Colas de dispersión

Se llaman también colas blancas o colas frías PVA o PVAC. Estas colas son muy utilizadas en la industria mueblera; están constituidas especialmente por dispersión de una resina sintética, regularmente poliacetato de vinilo en agua. Al evaporarse el agua, las micelas de la dispersión se sueldan unas con otras, y dan lugar a una película dura y tenaz que permite la unión entre materiales. Las colas en dispersión tienen las siguientes ventajas:

1) Cola de un solo componente. siempre lista para la aplicación en frío, sin necesidad de endurecerse a temperaturas altas.

2) Encoladuras fuertes y tenaces.

3) Manipulación, aplicación y secado por los medios convencionales.

4) Consumo no es molesto; tampoco produce dermatitis profesional.

5) No se manchan las maderas, ni se embotan las herramientas.

6) Permiten el encolado en frío, en caliente, por termoplasticidad y de alta frecuencia dieléctrica.

7) Los contrachapeados permiten la deformación y moldeado termoplástico posterior.

8) Dilución y limpieza fácil con agua del equipo de trabajo.

3. ESTUDIO TÉCNICO

3.1 Estudio de mercado

Se define como *" La recopilación sistemática el archivo y análisis de datos acerca de los problemas relacionados con la transferencia y venta de bienes y servicios del productos al consumidor" (Fundamentos de Mercadotecnia/ Philip Kotler).* El concepto de estudio de mercado se relaciona con el establecimiento de la demanda y el precio a que los consumidores están dispuestos a comprar durante un período determinado de tiempo.

Con esta definición, se da un marco de referencia en lo que pretende la investigación de mercado. Su objetivo es resolver problemas específicos planteados por la dirección de la empresa, y también proporcionar información continua que ayude a la gerencia a decidir qué problema se va a resolver, con base en la información proporcionada, respecto a qué producir, según los gustos y preferencias de los consumidores, así como la manera más practica y económica de hacer dichos productos, para satisfacer dichas necesidades de los potenciales consumidores y de la empresa misma.

Cuando se estudia el mercado de un producto(s), es necesario conocer los factores que tendrán influencia sobre las decisiones que se harán para definir la estrategia comercial.

3.2 Descripción de los productos que se van a analizar

Este tema está dirigido a analizar la producción de muebles y puertas a base de productos derivados de la madera, como tableros de aglomerados y contrachapados. Se toma como productos base un mueble de entretenimiento y una puerta, los cuales se detallan a continuación:

- Mueble de Entretenimiento: se escogió este tipo de mueble entre la gama de productos por ser un mueble de tipo modular, el cuál es un elemento muy importante en el hogar. Este tipo de módulos es una unidad estructural básica que puede utilizarse directamente o combinarse con otras unidades para crear un conjunto que cubra las necesidades de los usuarios, tanto como elemento decorativo, como para exhibir o almacenar libros, aparatos eléctricos, adornos, documentos, etc.

Este tipo de permite un aprovechamiento adecuado de espacio; es económico y a la vez decorativo.

- Puerta: este es un elemento indispensable en todo complejo habitacional, ya que ayuda, tanto para divisiones interiores en los hogares, como complemento decorativo y de seguridad. Se eligió este producto, por la tendencia en el mercado de usar puertas producidas a base de elementos sustitutos de la madera, como lo son los tableros de aglomerados y contrachapados, así como por su precio y su versatilidad, en comparación con puertas a base de madera maciza.

3.3 Situación actual

La industria de la fabricación de muebles y puertas tiene como mercado potencial los proyectos habitacionales en Guatemala, así como en el extranjero, donde este tipo de productos son requeridos. Esta industria ha ido en constante estado en crecimiento, como se observa en la tabla siguiente:

Tabla VI Crecimiento de la industria

Año	Crecimiento
Antes de 1970	2 %
1970 a 1980	17%
1981 a 1985	15%
1986 a 1990	18%
1991 a la fecha	22%

Como se puede observa, la industria tiene un crecimiento ascendente en este tipo de empresas. Las actividades a que se dedica esta industria se resume en la tabla siguiente:

Tabla VII Actividades en la industria de la carpintería

Actividad	Participación
- Carpintería de construcción	17%
- Muebles de Tapicería	10%
- Muebles	63%
- Otros	10%

Como puede observase, el 63% de esta industria se dedica a la fabricación de muebles de madera; tiene en un alto porcentaje la fabricación de muebles de tipo modular, por los gustos y la aceptación de los clientes.

El 17% de las empresas clasificadas como "Carpintería de construcción" son empresas que se dedican directamente a la fabricación de puertas, y todo tipo de acabados de madera que lleva una construcción como molduras, gabinetes, armarios, etc. Seguidamente, se muestran las principales actividades que se dedica la industria de fabricación de muebles de madera:

Tabla VIII Tipos de productos en la fabricación de muebles

Producto	Porcentaje
- Comedores	14%
- Puertas	13%
- Gabinetes	9%
- Otros	64%

3.4 Situación ideal

La industria de la fabricación de muebles y puertas, a base de productos derivados de la madera, tiene un mercado básicamente nacional en un alto porcentaje, por la baja competitividad respecto a los productos extranjeros, que debido a un mayor avance tecnológico y económico han logrado una notable reducción de costos, respecto a los productos nacionales.

Actualmente, por los cambios tanto políticos como económicos, como la firma de la Paz en Guatemala, que repercute en una mayor ayuda, en lo que respecta a proyectos de ayuda social, económica, tecnológica, y a los tratados comerciales con otros países; se espera un mayor auge en la tecnificación y ayuda a este tipo de industria, para lograr mayor crecimiento y mejor calidad de los productos, y que éstos puedan competir de una manera más significativa, tanto a nivel tanto nacional, como internacional.

3.5 Oferta

Teniendo en cuenta sus características y ventajas, uno de los usos finales a que se destinan principalmente los paneles de madera es en los muebles y puertas; en este campo, tales productos han sustituido, en gran medida, los productos tradicionales, que son a base de madera aserrada.

Estos cambios obedecen a muchas razones; algunas de ellas implican concepciones diferentes de las condiciones que debe reunir un mueble; condiciones de carácter económico, variaciones en la moda y en el estilo, nuevos adelantos tecnológicos, como en informática y, lo que es muy importante, en las modificaciones que para la fabricación de muebles supone el paso de la artesanía a la producción en serie.

3.6 Demanda

Las condiciones de los materiales que deben reunir, en cuanto a tamaño, para el empleo en ebanistería y carpintería son áreas muy grandes y con objeto de disminuir las pérdidas de material, suele ser, ventajoso en muchos casos

utilizar paneles de más de 1.22 m de anchura. Los tableros de partículas se producen regularmente en anchuras de 1.83 m o mas, y los tableros de fibra y de madera contrachapada se fabrican en anchuras adecuadas a las medidas de las puertas.

Otro de los factores que ha impulsado el uso de los paneles de aglomerados y contrachapados es la disminución de la materia prima (madera), tanto en calidad, como en tamaño, así como por su precio frente a las opciones de materiales sustitutos.

3.7 Canales de comercialización

Los medios o canales de distribución o comercialización más utilizados en nuestro medio, para este tipo de productos, son:

Fabricante ====➔ Distribuidor ====➔ Consumidor.

Una de sus ventajas es que puede exhibirse en más puntos de venta, y comprende mayor área de mercado.

Fabricante ==========➔ Consumidor.

Es el canal más utilizado por los pequeños fabricantes o también llamado por pedido, porque permite determinar el producto con base en las necesidades o especificaciones del cliente, y determinar un precio de venta, según el tipo de trabajo, y prescindir de intermediarios.

3.8 Análisis de mercado

El comportamiento del consumidor es el factor que tiene mayor repercusión en el estudio de mercado; al analizar al consumidor, se consideran varios aspectos específicos: los hábitos, los gustos y motivaciones de compra.

El consumidor típico para este tipo de muebles está representado por grupos familiares de cinco integrantes, con ingreso mínimo familiar de más de Q2500.00 con uno o más estudiantes.

3.9 Marco geográfico

El marco geográfico del proyecto es el área urbano central de la ciudad de Guatemala.

Los muebles de entretenimiento son productos que se adquieren, generalmente, para uso de grupos familiares; por eso, tanto el estudio de mercado se realiza en relación con el número de hogares constituidos; se calculan familias con un promedio de 5 integrantes; se constituyen las familias que representan el área de mercado para el estudio.

3.10 Método de investigación

El medio utilizado para este estudio es una boleta de encuesta que ha sido preparada para obtener información que permita estimar la demanda de los productos, conocer al consumidor en sus motivaciones, hábitos de compra,

gustos y necesidades. Una copia de la boleta de encuesta se adjunta en el Anexo No.2.

La determinación de los puntos en donde se realizó la encuesta se determinó al azar con ayuda de números aleatorios, a fin de obtener los resultados con el menor margen de error.

3.10.1 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra puede estimarse a partir del grado de confiabilidad que se desee, el máximo error permitido y una desviación estándar, estimada para el estudio. Utilizando la fórmula:

$$Z = \frac{e}{s \ / \sqrt{n}}$$

Donde:

s = desviación estándar

n = tamaño de la muestra

e = máxima error permitido

El grado de confiabilidad permitido es de 95%. Utilizando la curva de distribución Normal, se determina el valor de +/- $Z_{critico}$ = 1.96. El error permitido) es 5% y la desviación estándar 0.25. Despejando "n" y sustituyendo valores se tiene n = 97.

De esto se estima que el número mínimo de encuestas que se deben realizar es de 97; sin embargo se efectuaron 120 encuestas, con el propósito de cubrir los requerimientos estadísticos mínimos para contar con un margen más amplio de seguridad en el estudio.

3.10.2 Análisis de resultados

Las respuestas a cada pregunta y su respectivo análisis se presentan a continuación:

1. ¿Planifica comprar una mueble de entretenimiento a corto plazo?

   SI ..... 52 %.

   NO ..... 48 % .

El 48% muestra interés en comprar muebles de entretenimiento esto implica que el 48% de las familias en el área estarán interesados en adquirir este tipo de mueble a corto plazo.

2. ¿Qué tipo de mueble de entretenimiento escogería?

   Modular de madera ..... 67 %

   Metal ..... 3 %

   Madera sólida ..... 30 %

Del 48% de personas que manifestaron interés en adquirir un mueble de entretenimiento (en base a la pregunta anterior), el 67 % se inclina por muebles de entretenimiento de tipo modular; esto indica que existe un mercado potencial aproximadamente de el 48% de las familias en el área, que estarían interesados en adquirir este tipo de mueble a corto plazo.

3. ¿Por qué escogería ese tipo de mueble de entretenimiento?

Las razones, que con más frecuencia se presentaron y sus respectivos porcentajes, son:

Económicos 62%

Decorativos ..... .27%

Adaptables 4%

Durables 3%

Otros.....4%

Puede observarse que las personas se inclinan por muebles de buena apariencia y bajo costo, que son dos características que poseen los muebles modulares, en comparación con muebles de madera sólida y de metal.

4. ¿Qué modelo escogería?

a. Sencillo con entrepaños movibles ..... 18 %.

b. Sencillo con entrepaños móviles
y área cubierta con puertas ..... 9 %

c. Doble con entrepaños, área cubierta
con puerta y espacio para tv ..... 73 %

Puede observarse la inclinación de las personas por adquirir un mueble de entretenimiento especial para su distracción.

5. ¿En qué color le gustaría ?

Claro ..... 18 %

Obscuro ..... 82 %

Es marcada la tendencia a elegir tonalidades obscuras para muebles en áreas interiores.

6. Al momento de adquirirla:

La mandaría a hacer ..... 55 %

La compraría ya hecha ..... 45 %

Esto indica que la política del proyecto es de trabajar a contra-pedidos, además de sostener inventarios pequeños.

7. ¿Cuanto estaría dispuesto a pagar por ella?

Q 500.00 ------ Q 700.00 ..... 64 %

Q 700.00 ------ Q 900.00.....32 %

Q 900.00 ------ o más ....4 %

El precio de venta del producto está entre el rango de Q 500.00 a Q 700.00, lo que implica que puede tener aceptación en todo el mercado.

8. ¿Cómo compraría usted ?

Al contado..... 64 %

Al crédito ..... 21 %

No sabe ..... 15 %

Hasta cerca del 79%, compraría al contado, si el precio de venta fuera lo suficientemente bajo que represente un ahorro considerable respecto de la compra al crédito.

4. PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

4.1 Estudio de proveedores

Para el buen funcionamiento de toda empresa dedicada a la manufactura de muebles y puertas, es de vital importancia contar con proveedores que brinden insumos de mejor calidad y al menor precio posible, ya que de esta dependerá la calidad final y el precio de nuestros productos.

Por eso debe de hacerse el esfuerzo de llevar registros estrictos de nuestros proveedores, por medio de personas que tengan el conocimiento para saber qué estándares mínimos de calidad se deben evaluar, y de esta forma aceptar o rechazar ciertos pedidos de materia prima.

Al mismo tiempo, es conveniente llevar la mejor relación comercial posible, para poder contar con ellos, en el momento que sean requeridos, y de esa manera crear un grupo diverso y especializado de proveedores que nos permitan cubrir la demanda de los insumos o materiales que se necesite para la elaboración de nuestros productos.

4.2 Estudio estadístico

El estudio estadístico y el control de calidad dentro de cualquier proceso garantiza la obtención de buenos productos, que cumplan las especificaciones y que satisfagan el proceso de fabricación, por muy pequeño y sencillo que éste

sea, ya que es de mucha importancia, por cuanto con éste se obtienen productos de mejor calidad y que satisfagan las necesidades del consumidor.

La calidad tiene un significado de aptitud para el uso, es decir, en que medida un producto y/o servicio determinado satisface lo que desea el consumidor. El control de calidad no es otra cosa más que el conjunto de las actividades y acciones que se deben seguir para lograr un producto de buena calidad, a buen precio, y que satisfaga las necesidades de los consumidores.

4.2.1 Gráficos de control

Constituyen un método para analizar y controlar la calidad de un proceso determinado. Indican y explican los resultados obtenidos, a través de su aplicación, así como la forma de hacer las correcciones, así como las acciones adecuadas que se deben realizar para mantener la calidad del producto.

Estos son una representación gráfica que constituye una comparación del producto en función de la calidad de un período de tiempo a otro, con límites que ayudan a diagnosticar un proceso, para evitar que se produzcan trabajos defectuosos, con el objetivo de controlar un proceso de producción, en cuanto a la calidad de los productos generados por el mismo, y restringir las causas de variación asignables a las aleatorias, para que se detecten y eliminen las causas asignables. Este control se puede hacer por medio de lotes de muestras y no con toda la producción; estas gráficas constan de límites establecidos con una base estadística del proceso que se examina, los cuales fijan el rango de valores, dentro del cual el proceso está bajo control estadístico de calidad.

La calidad de un producto manufacturado, por medio de un proceso gráfico de control inevitablemente, sufrirá variaciones. Estas variaciones tienen causas y éstas últimas pueden clasificarse en los siguientes dos tipos:

a) Causas debidas al azar

Las variaciones, debidas al azar, son inevitables en el proceso, aunque la operación se realizara usando materia prima, métodos estandarizados y causas asignables.

La variación, debida a causas asignables, significa que hay factores significativos que pueden ser investigados. Es evitable y no puede pasar inadvertido que hay casos provocados por la no aplicación de ciertos estándares o por la aplicación de estándares inapropiados.

Cuando los puntos se ubican por fuera de los limites de control o muestran una tendencia particular, se dice que el proceso *está fuera de control,* y esto equivale a decir: "Existe variación por causas asignables y el proceso está en un estado de descontrol". Para controlar un proceso, se requiere poder predecir el resultado, dentro de un margen de variación, debido al azar.

Hay varias clases de gráficos de control, según su propósito y las características de las variables. En cualquier tipo de gráfico de control, este límite de control se calcula usando la siguiente fórmula:

(valor promedio) ± 3 * (desviación estándar).

Donde la desviación estándar es la variación debida al azar. Este tipo de gráfica de control se llama una Gráfica de Control de 3-sigma.

El control se puede dar por variables o por atributos, y estos dan dos tipos de gráficas de control:

- Gráficas de control continuo (por variables)
- Gráficas de control discreto (por atributos)

Tabla IX Tipos de gráficos a usar según el valor característico de la variable

Valor característico	*Nombre*
Valor continuo	*1. Gráfica "x - R" (Valor promedio y rango)* *2. Gráfica x (Variable de medida)*
Valor discreto	*1. Gráfica "pn" (Número de unidades defectuosas)* *2. Gráfica "p" (Fracción de unidades defectuosas)* *3. Gráfica "c" (Número de defectos)* *4. Gráfica "u" (Número de defectos por unidad)*

Tabla X. Limites de control según el tipo de gráfico

Tipos de gráfica de control	Limite superior de control (LCs), Linea central (LC), Limite inferior de control (LCi)
Valor continuo – promedio X	$LCs = X + A_2 R$ $LCs = X$ $LCi = X - A_2 R$
Valor continuo – rango R	$LCs = D_4 R$ $Cs = R$ $LCi = = D_3 R$
Valor discreto – número de unidades defectuosas pn	$LCs = p n + 3 \sqrt{pn(1-p)}$ $LC = pn$ $LCi = p n - 3 \sqrt{pn(1-p)}$
Valor discreto – fracción de unidades defectuosas p	$LCs = p + 3 \sqrt{pn(1-p)/n}$ $LC = p$ $LCi = p n - 3 \sqrt{pn(1-p)/n}$
Valor discreto– número de defectos c	$LCs = c + 3 \sqrt{c}$ $LC = cn$ $LCi = c - 3 \sqrt{c}$

4.2.1.1 Gráficas de control por variable.

a) Gráfica X- R

Ésta se usa para controlar y analizar un proceso, en el que la característica de calidad del producto, que se esta midiendo, toma valores continuos, como longitud peso o concentración; esto proporciona la mayor cantidad de información sobre el proceso. X representa un valor promedio de un subgrupo

y R representa el rango del subgrupo. Una gráfica R se usa generalmente en combinación con una gráfica X para controlar la variación dentro de un subgrupo.

b) Gráfica X.

Cuando los datos de un proceso se registran durante intervalos largos o los subgrupos de datos no son efectivos, se grafica cada dato individualmente esa gráfica puede usarse como gráfica de control. Debido a que no hay subgrupo, el valor R no puede calcularse; se usa el rango móvil *Rs* de datos sucesivos para el cálculo de los límites de control de X.

4.2.1.2 Gráficas de control por atributo

a) Gráfica " pn", gráfica "p"

Estas gráficas se usan cuando la característica de calidad se representa por el número de unidades defectuosas o la fracción defectuosa. Para una muestra de tamaño constante, se usa una gráfica "pn" del número de unidades defectuosas, mientras que una gráfica "p" de la fracción de efectos, se usa para una muestra de tamaño variable.

b) Gráfica "c", gráfica "u"

Estas se usan para controlar y analizar un proceso por los defectos de un producto, como rayones en placas de metal, número de soldaduras defectuosas de un televisor o tejido desigual en telas.

Un gráfica "c", referida al número de defectos, se usa para un producto, cuyas dimensiones son constantes, mientras que una gráfica "u" se usa para un producto de dimensión variable.

Tabla XI Pasos para la elaboración de gráficas de control

Pasos para elaboración de Gráficas de Control
1) Seleccionar la característica de calidad que sea más conveniente.
2) Recolectar los datos tomados de un numero determinando de muestras, donde cada una está constituida por un número determinado de unidades.
3) Determinar los límites de control sobre la base de los datos que proporcionan las muestras.
4) Establecer si los límites de control establecidos son amplios o estrechos, para que sean convenientes económicamente.
5) Trazar los limites de control sobre una hoja a cuadros o milimetrada; se *deben* registrar los resultados de las muestras a intervalos periódicos, conforme se desarrolle la producción.
6) Si algún valor registrado esta fuera de los límites, se deben establecer las razones de esos datos, y corregir el proceso para eliminar la causa asignable a ese registro.

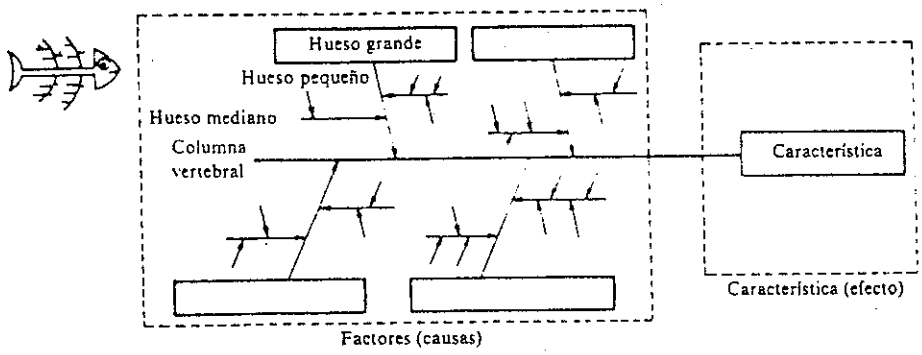
Si los registros dentro de los limites de control ocurren frecuentemente, esto implica que el proceso esta bajo control estadístico de calidad, ahora bien, si sucede lo contrario, el proceso no está bajo control, y se deben localizar y eliminar la causa de la variación. Normalmente oscilan entre 4 y 5 cada uno; y

éste se da básicamente en fijar el tamaño de la muestra , elegir el método de extracción de la muestra, así como medir o inspeccionar la muestra con el método determinado.

4.2.2 Diagrama causa-efecto

¿Qué son los diagramas causa-efecto? Son aquellos que se representan gráficamente las causas y efectos de un determinado proceso, lo cual nos lleva a tener una relación múltiple, que esta constituida por causas y efectos . Es otra herramienta del control estadístico de proceso, y es también conocido como Diagrama de Espina de Pescado porque se parece al esqueleto de un pez,. como se ve en la figura siguiente. Ocasionalmente se denomina también diagrama de "árbol" o de "río".

Figura No.3 Gráfica estructura del diagrama causa-efecto



Los pasos para elaborar los diagramas de causa- efecto son:

1) Describa el efecto o atributo de calidad.

2) Escoja una característica de calidad y escríbala al lado derecho de una hoja de papel; dibuje de izquierda a derecha la línea de la espina dorsal y encierre la característica en un cuadrado. En seguida, escriba las causas primarias que afectan a la característica de calidad, en forma de grandes huesos, encerrados también en cuadrados.

3) Escriba las causas (causas secundarias) que afectan a los grandes huesos.

4) Asigne la importancia de cada factor y marque los importantes, particularmente los que parecen tener un efecto significativo sobre la característica de calidad.

5) Registre cualquier información que pueda ser de utilidad.

4.3 Análisis de estándares de producción

4.3.1 Balance de líneas

Es una técnica que surge para determinar el tiempo requerido para que un operario calificado y debidamente adiestrado; ejecute una operación especifica, a paso normal, en su estación de trabajo, y analizado en la línea de producción, para determinar si es factible la realización del producto requerido, en un determinado tiempo estipulado.

Los resultados de un estudio de tiempo se indican en varias formas: en minutos por pieza, horas por pieza, piezas por hora, minutos por cada 100 piezas, etc. A nivel técnico, es común llamarlo medidas de producción, cuota y de otras formas, que significan siempre lo mismo, es decir cierta cantidad de trabajo hecha en determinada cantidad de tiempo.

Causas por las que un operario no cumple con su cuota de producción:

1) Por la frecuencia de equipo con desgastes, adiestramiento inadecuado, condiciones diferentes de trabajo, falta de la destreza requerida, la operación anterior realizada incorrectamente, etc.

2) Una de las obligaciones de la gerencia de producción requiere el uso de medidas exactas para determinar cuántos artículos se espera que sean completados por un departamento o planta, dentro de un tiempo especificado; en otras palabras, determina la capacidad de producción (capacidad instalada) que tiene un departamento o planta de proceso. Basado en esta información, puede suceder que un pedido sea rechazado, porque la capacidad de producción del departamento no sea lo suficiente para cumplir con el mismo.

3) La gerencia emplea las medidas de producción para balancear el trabajo entre departamentos o entre líneas de producción. Es una tarea muy difícil delegar la misma cantidad de trabajo a cada operario en una línea de producción. Normalmente las líneas de producción se mueven sin llegar a detenerse; después de que una actividad ha sido medida, se desarrolla y se

asigna tareas para que cada operario tenga aproximadamente la misma cantidad de trabajo.

El objetivo del balance de líneas o meta en una organización debe de ser aumentar la producción con la misma cantidad de operarios, que aumenta su productividad, así como también:

- Determinar el número ideal de operarios que se asigna a una línea de producción.
- Tratar de definir cuál es la velocidad de producción, para lograr definir la eficiencia con que se trabaja.
- Estimar la producción que puede obtenerse.
- Evitar demoras o estancamiento del proceso de producción, es decir, comúnmente llamado "cuello de botella".

4.3.2 Diagrama de Gantt o de barras

Esta técnica de planeación, programación y control de proyectos, es la más utilizada en trabajos de ingeniería y de la industria generalmente; este diagrama se elabora antes del inicio de cualquier proyecto, para que de esta manera se programen las posibles actividades u operaciones.

Los siguientes incisos muestran los pasos lógicos para elaborar un diagrama de barras o de Gantt:

a. Determinar actividades generales en las que se puede dividir el proyecto.

b. Estimar la duración de cada actividad.

C. Establecer una orden de ejecución de actividades.

d. Representar cada actividad por medio de una barra recta, cuya longitud sea la duración de la actividad.

Los símbolos normalmente empleados, en el diagrama de barras o de Gantt, se detallan en el cuadro que se muestra a continuación:

Símbolos empleados en el diagrama de Gantt o de barras

Símbolo	Significado
[	*Comienzo de una actividad.*
]	*Fin de una actividad.*
[—]	*Punto actual de la actividad.*
V	*Punto en el tiempo en el cual se encuentra el proyecto.*

En cada una de estas técnicas, estarán bien definidas tres fases:

a) ***Planeación;*** que en términos generales consiste en decidir por anticipado, qué es lo que se va a hacer. Este proceso se inicia descomponiendo el proyecto en distintas actividades y etapas, para la realización del producto o proyecto por medio de una representación gráfica.

b) **Programación:** este se define como la asignación de los tiempos de ejecución a las actividades que forman un proyecto. Este proceso mostrará los tiempos de iniciación y terminación para cada actividad, así como la relación con otras actividades del proyecto

c) **Control:** consiste en la verificación de lo planeado contra lo realizado, e introducir algún correctivo, si se demandara.

4.3.3 Hojas de control o de registro

Una *hoja de control o de registro* es un formato preimpreso, en el cual aparecen los ítems que se van a registrar, de tal manera que los datos puedan recogerse fácil y concisamente. Sus objetivos principales son dos:

1) Facilitar la recolección de los datos.
2) Organizar automáticamente los datos, de manera que puedan usarse con facilidad mas adelante.

Cuando se necesita registrar datos de manera continua, se recomienda preparar formatos para su registro. Al llegar a la conclusión de que es necesario reunir información, es esencial que el objetivo sea claro y que se obtengan datos que reflejen los hechos con claridad. Además de estos requisitos, en situaciones reales, es importante que los datos se recojan en forma clara y fácil de usar.

La recolección y el registro de los datos parece fácil pero en realidad es difícil. Generalmente, mientras más personas procesen los datos, mayor es la

probabilidad de que se presenten errores de transcripción. Por lo tanto, la hoja de control o de registro, en la cual los datos puedan registrarse por medio de cruces o de símbolos sencillos y en la cual los datos se organizan automáticamente, sin necesidad de más copias a mano, se convierte en una herramienta poderosa para el registro de los datos.

Cuando se requiera estratificar y se use una sola hoja de registro, es mejor usar diferentes colores o símbolos, de manera que la diferencia pueda reconocerse más tarde.

Las hojas de control nos pueden servir para diferentes casos, entre estos tenemos:

- Distribución del proceso.
- Partes o ítems defectuosos.
- Localización de defectos.
- Causas del defecto.

4.4 Análisis del proceso de transformación

4.4.1. Diagrama de operación

Este diagrama de operaciones muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones que son necesarias para producir los diferentes productos que se fabrican en una fábrica o taller. Entre estas operaciones, se tienen las siguientes: inspecciones, márgenes de tiempo y materiales necesarios, que comprende desde la llegada de la materia prima y material de empaque, hasta el

empaque del producto final. Señala la entrada de todos los componentes y subcomponentes al ensamble principal del producto. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de fabricación como: ajustes, tolerancias y especificaciones, así todos los detalles de fabricación se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones.

Antes de que se pueda mejorar un diseño, se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de fabricación, conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en que áreas existen las posibilidades de mejoramiento. El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea así difícilmente podrá ser resuelto.

Este tipo de diagramas utiliza únicamente dos símbolos, los cuales son:

CIRCULO "○"

El circulo se debe interpretar como un símbolo que representa una operación de transformación del producto.

CUADRADO "□"

El cuadrado es un símbolo que representa una inspección, que es cuando el producto es sometido a una revisión para ver si cumple o no con algunas especificaciones; únicamente bajo este concepto se debe tomar el

símbolo, ya que una revisión rutinaria de un empleado en la línea de producción no significa que se tenga que emplear este símbolo.

Se usan líneas verticales para indicar el flujo o curso general del proceso, a medida que se realice el trabajo, y se utilizan "líneas horizontales" que entroncan con las líneas de flujo verticales, para indicar la introducción de material o insumos, ya sea que provenga de compras o sobre el que ya se ha hecho algún trabajo durante el proceso.

Los valores de tiempo deben ser asignados a cada operación o inspección del diagrama, así como las distancias en metros, cuando existe un movimiento de una estación de trabajo a otra; dicha información se coloca a la par del símbolo que representa la acción.

Lo más importante del análisis por parte del analista, al estudiar un diagrama de proceso, es el plantear las preguntas típicas que se deben hacer:

- ¿ Por qué es necesaria esta operación ?
- ¿ Por qué esta operación se efectúa de esta manera ?
- ¿ Por qué son tan estrechas estas tolerancias ?
- ¿ Por qué se ha especificado este material ?
- ¿ Por qué se ha asignado esta clase de operación ?

La interrogante " por qué ", sugiere una inmediata acción que se basa en las siguientes palabras: ¿cuál? ¿cómo? ¿quién? ¿dónde? ¿cuándo?

Este diagrama sirve también para definir la distribución de la maquinaria, así como la distribución de la planta.

4.4.2 Diagrama de flujo

Este diagrama contiene, en general, muchos más detalles que el diagrama de operaciones, y va de lo general del diagrama de operaciones a detalles de operación más particulares; este diagrama no se puede utilizar en proceso de ensamble muy complicados, pues dejaría de cumplir su verdadera misión.

Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un articulo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos; además de operación e inspección, tales como los símbolos de transporte, que es una pequeña flecha, el de almacenamiento que es un pequeño triángulo invertido; una demora en el proceso se identifica como una D mayúscula. También existen las operaciones combinadas, como operación con inspección; en este caso, el símbolo es un círculo dentro de un cuadrado.

4.4.3. Diagrama de recorrido

Aunque el diagrama de proceso suministra la mayor parte de la información pertinente, relacionada con un proceso de fabricación, no es una representación objetiva en el curso del trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método.

Al elaborar este diagrama de recorrido, el analista debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza, se puede utilizar un color diferente para cada una.

Es de comprender que el diagrama de recorrido es una herramienta muy valiosa, como un complemento del diagrama de proceso, pues en él se puede trazar el recorrido inverso, y encontrar las tareas de posible congestionamiento de tránsito de operaciones; de esta manera facilita así el poder realizar una mejor distribución en la planta.

4.4.4. Distribución de planta

Un buen diseño de un proceso productivo necesita una buena distribución del equipo en la planta. Esto requiere distribuir el desarrollo de las áreas de trabajo, de tal manera que la localización del equipo coadyuve a una mejor economía durante los procesos de manufactura que se ejecuten.

La distribución en planta aspira a lograr una disposición del equipo y área de trabajo, que sea la más económica para la operación a que se destina, sin embargo, es segura y satisfactoria para los empleados; es disposición productiva del personal, materiales, maquinaria y servicios auxiliares, que permite fabricar un producto a un costo suficientemente bajo, para venderlo con beneficio en un mercado de competencia.

Más específicamente, los objetivos de la labor que permite hacer una distribución en planta incluyen:

- Integración: una buena distribución de maquinaria será mejor, a medida que se integran mano de obra, materiales y equipo.

- Mínima distancia movida: será mejor la distribución de maquinaria, cuando los materiales se mueven menos de una maquina a otra.

- Flujo: ordenar las áreas de trabajo para que cada operación se realice en el mismo orden y secuencia en que se forman, tratan o ensamblan los materiales.

- Espacio cubico: se debe considerar el volumen que ocupara la maquinaria. Hacer que hacer maqueta que sirva como guía antes de proceder a la instalación definitiva.

Entre las características que la maquinaria debe cumplir con el trabajo que se espera realizar, están:

a) Seguridad: la seguridad Industrial es importante en cualquier tipo de industria, ya que representara un grado menor de riesgo de accidentes a los trabajadores, por medio de dispositivos de seguridad, para ello es necesario tener una programa de seguridad industrial.

b) Flexibilidad: reparar la distribución de maquinaria, de tal forma que pueda ser ajustada y rearreglada al mínimo costo y mínimos inconvenientes.

c) Balance: la capacidad de cada maquina(tiempo) debe estar de acuerdo con la capacidad de producción de la fabrica, de tal manera que no se formen cuellos de botella.

Existen 3 tipos de distribución:

A. Distribución por posición fija o por situación fija del material

B. Distribución por proceso o distribución por funciones

C. Producción en línea o distribución por producto

5.PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE MUEBLES Y PUERTAS CON AGLOMERADOS Y CONTRACHAPADOS

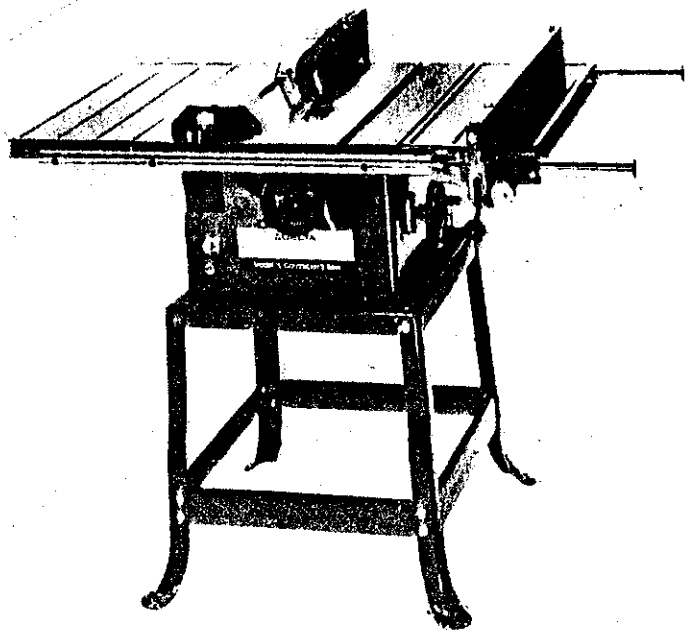
5.1 Maquinaria y equipo utilizado en muebles y puertas

Es indispensable tener las maquinas y herramientas indicadas para el trabajo de carpintería; para eso, se describen las máquinas comunes utilizadas en esta área:

a) Sierra circular de banco

La sierra circular moderna hace una gran variedad de trabajos, y es indispensable en la fabricación de los muebles; esta maquina se utiliza para cortes longitudinales y transversales inclinados, se emplea una gran variedad de discos de corte según el tipo de tablero a utilizar.

Figura No.4
Sierra circular
de banco



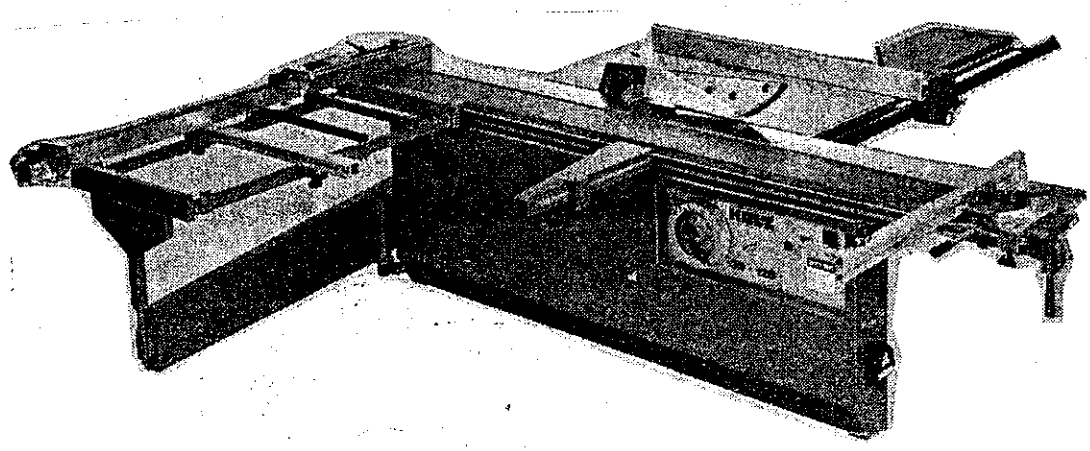
Fuente
Delta, Industrial
machinery

b) Sierra circular de formato

Son sierras circulares de mesa; adicionalmente tiene una mesa lateral móvil paralela a la dirección del corte, no desmontable; éstas están equipadas con un portador de la pieza de trabajo, qué se desplaza en todo su largo y finaliza en la posición donde se encuentra la hoja de sierra.

Este tipo de sierra circular es especial para realizar cortes a tableros o planchas de aglomerados o contrachapados.

Figura No.5 Sierra circular de formato.

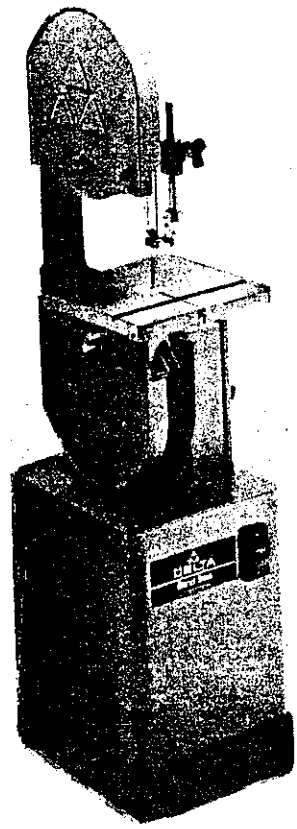


Fuente Delta, Industrial machinery

c) Sierra de cinta

Es una maquina versátil que permite cortes rectos, así como curvos; éstos son la principal razón; por se eso tiene en talleres industriales de carpintería. Esta sierra utiliza dos poleas y una mesa ajustable, dos guías para la sierra de cinta, una debajo y la otra arriba de la mesa; su tamaño depende del diámetro de las ruedas o poleas, y ocupan poco espacio superficial.

Figura No.6
Sierra
de cinta

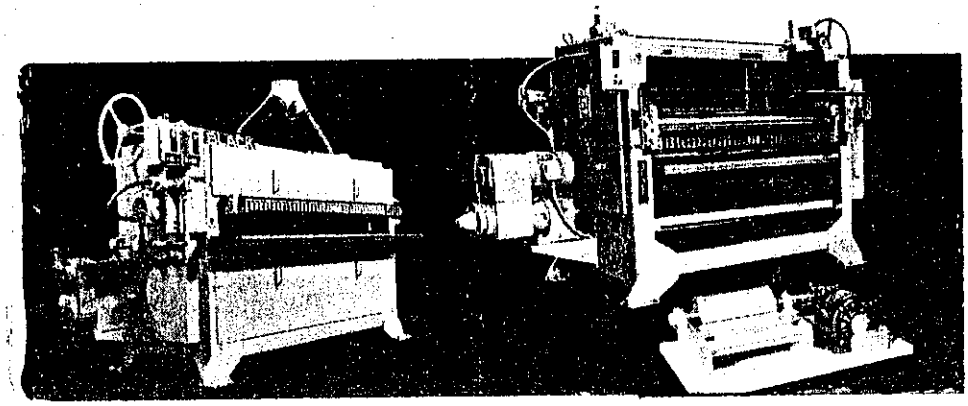


Fuente Delta, Industrial machinery

d) Pegadura de tela

Esta máquina permite pegar tela pvc al tablero de aglomerado; ésta deja un acabado fino y especial; la tela no se levanta , ya que usa un pegamento a base de uretano, que es especial para pegar tela pvc; tampoco se hacen burbujas de aire, porque dañaría el acabado del material.

Figura No.7 Máquina pegadora de tela

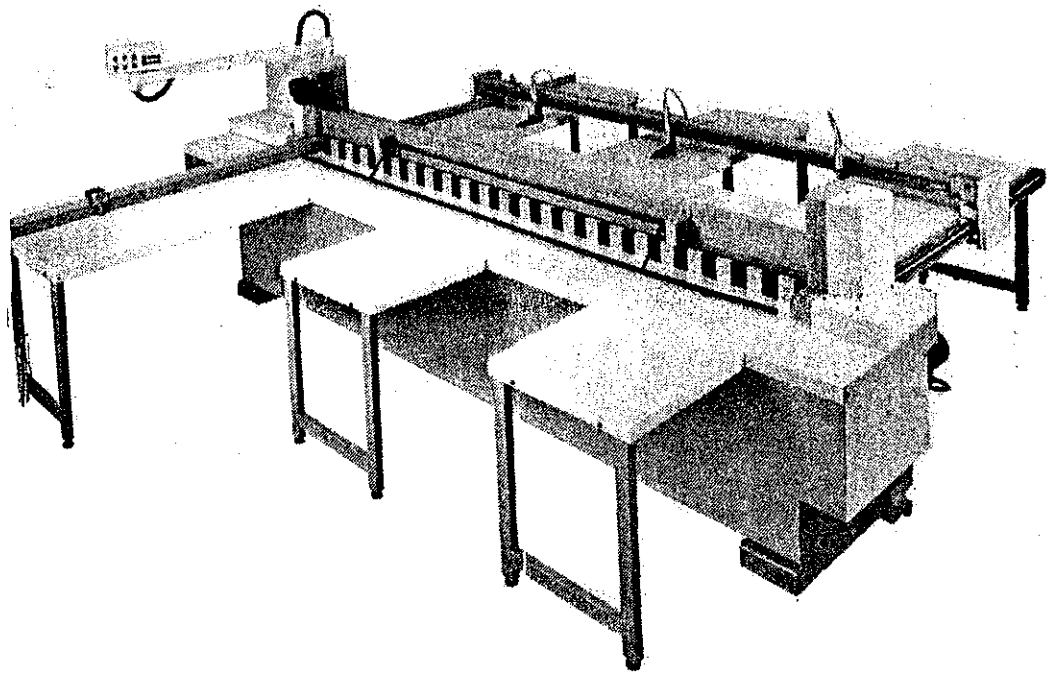


Fuente Delta, Industrial machinery

e) Sierra cortadora computarizada

Esta máquina hace cortes fijos, especialmente para que no se levante la melamina o tela que tiene el tablero . Está diseñada para grandes volúmenes de producción, ya que pueden trabajarse hasta 4 planchas (pliegos de aglomerado), al mismo tiempo.

Figura No.8 Sierra cortadora computarizada

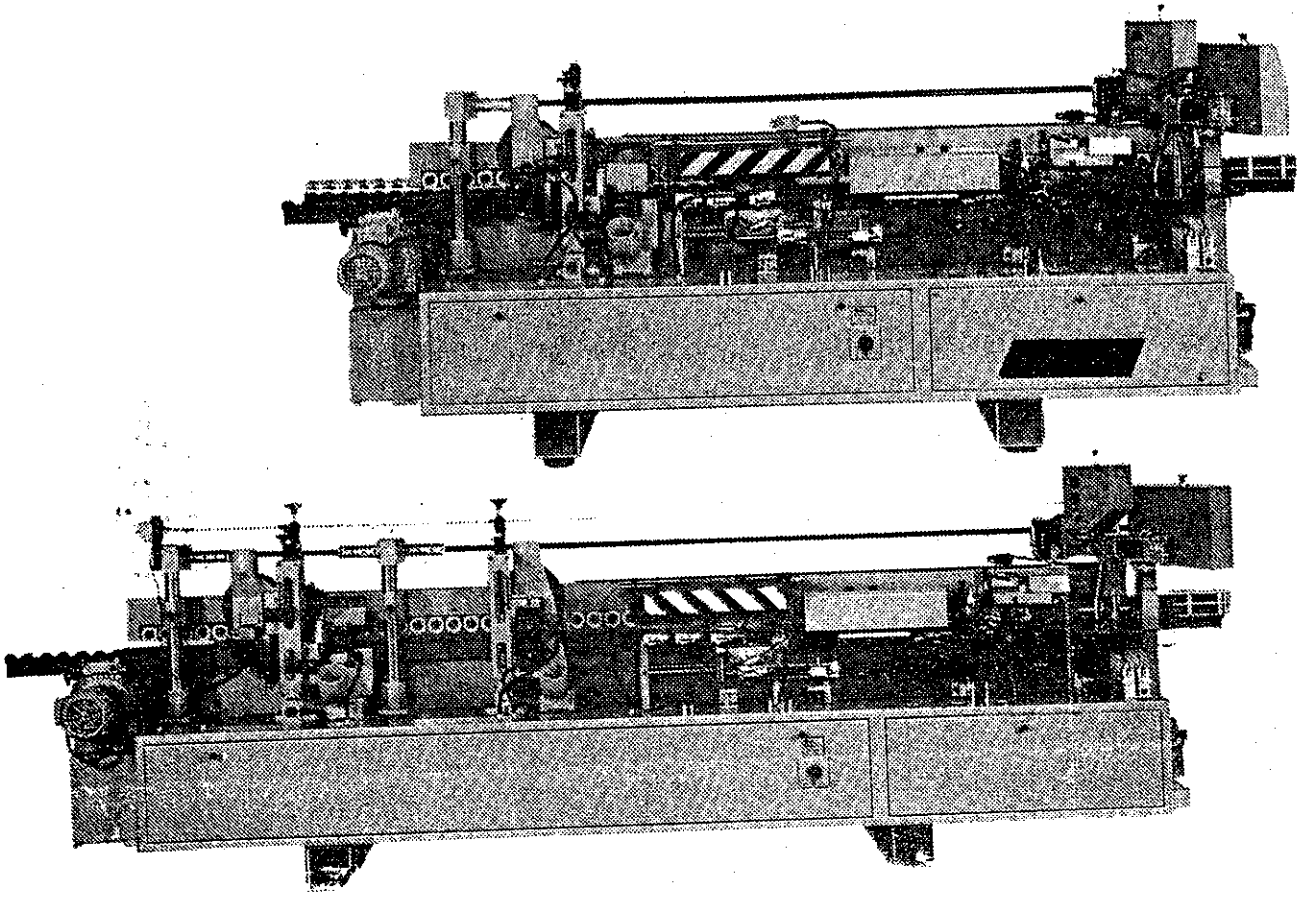


Fuente Delta, Industrial machinery

f) Pegadora de cantos

Esta máquina sirve para pegar las orillas de las piezas y dejar un acabado perfecto. Es una máquina completamente automática en sus funciones de encolado y cortado de extremos de cantos en la pieza.

Figura No.9 Máquina pegadora de cantos o máquina canteadora

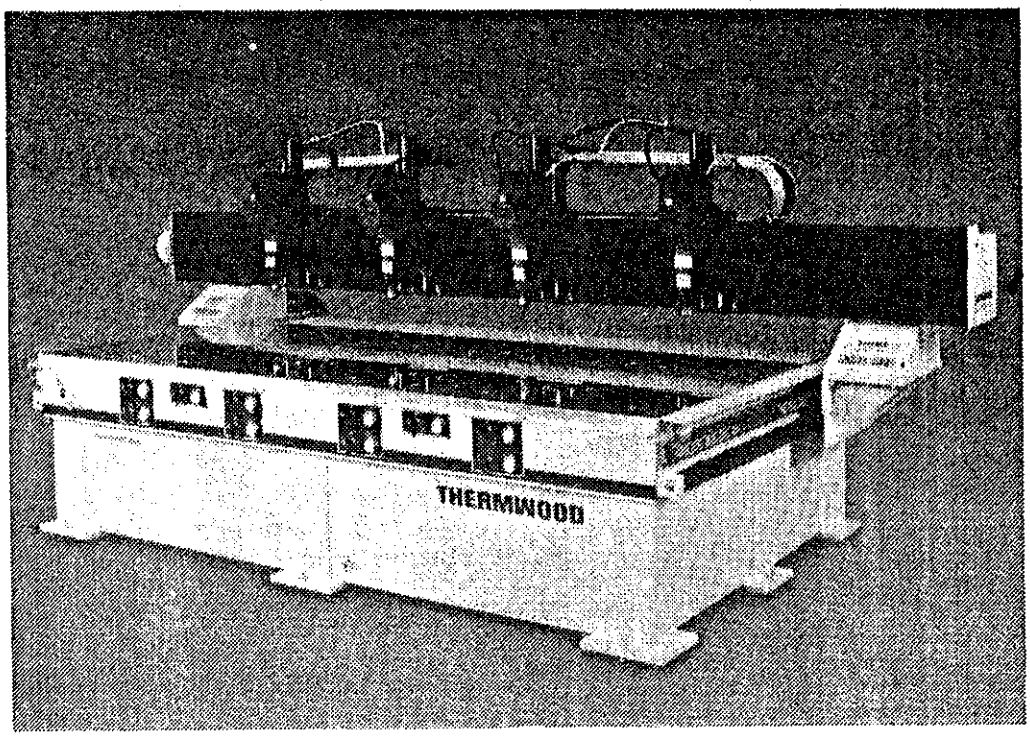


Fuente Delta, Industrial machinery

g) Taladro múltiple computarizado

Es una máquina que realiza al mismo tiempo varios agujeros, los cuales realizan los ensambles de las piezas, y las dejan todas a una sola medida al mismo tiempo. Según las mandíbulas que usen, puede así variar el ancho o distancia entre ejes de las perforaciones, también puede variarse la velocidad de ataque de las brocas.

Figura No.10 Taladro múltiple computarizado

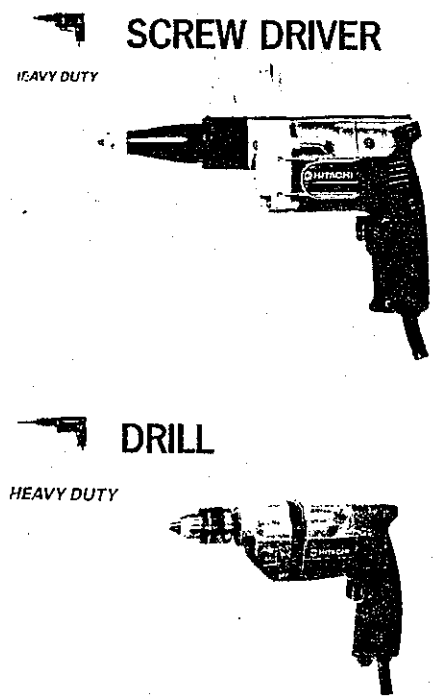


Fuente Delta, Industrial machinery

h) Barreno portátil

Esta máquina es sumamente útil y sirve para hacer agujeros en la madera, las medidas de brocas mas utilizadas, son de ¼ " a ½ " ; el mandril se adapta a una variedad de tipos de brocas para diversidad de trabajos; además del barreno, se pueden adaptar accesorios para lijar, pulir avellanar, etc. Los más recomendado son los barrenos reversibles.

Figura No.11 Barrenos portátiles



Fuente Delta, Industrial machinery

5.2 Factores a considerar en la fabricación de muebles y puertas

5.2.1 Tipos de muebles que se construyen

Este tipo de material es muy versátil y se puede construir diferentes tipos de líneas de productos; entre éstos están los muebles modulares, de cocina, de oficina, dormitorio, mesas, muebles de entretenimiento y muchos más.

5.2.2 Tipos de puertas que se construyen

Se puede decir, como regla general, que una puerta está constituida por una hoja, es decir la parte móvil que permite el acceso, y por cerco o marco que será la parte fija, la cual está unida a la obra y ambiente; la hoja, a su vez, podrá ser plana o con relieve.

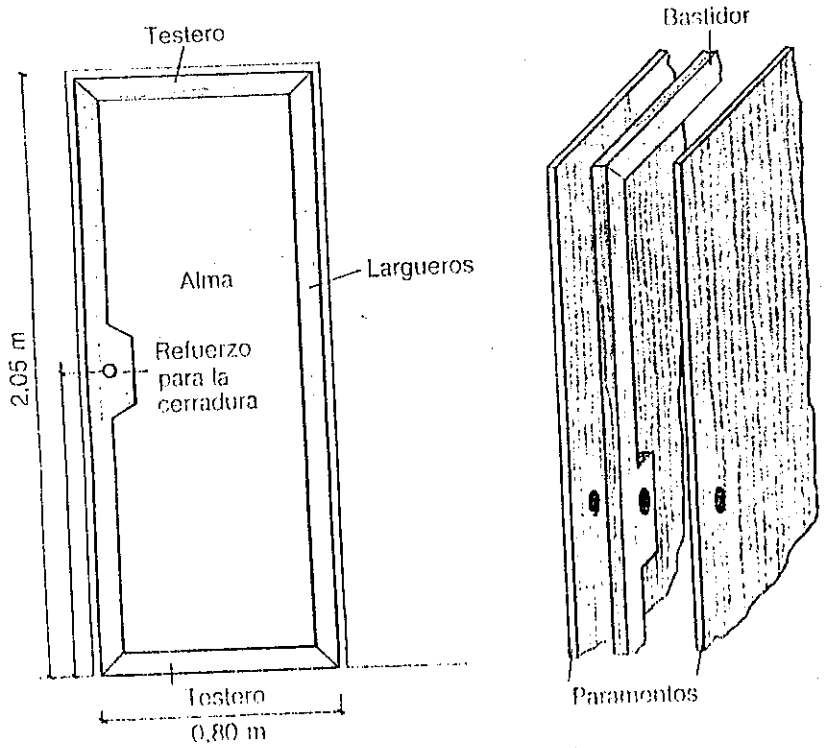
La clasificación de las puertas más comunes son de exteriores e interiores pueden ser de paneles, prefabricadas , etc. Las más importantes se detallan a continuación:

a) Puertas chapeadas o contrachapeadas

Está formada, en ambas caras, con superficies planas (paramentos), estas puertas tienen un bastidor de pino o de madera barata; está cubierto por

una placa de contrachapado de madera fina, que da a la puerta una apariencia de madera fina y robusta. Este tipo de puerta, la podemos observar en figura siguiente:

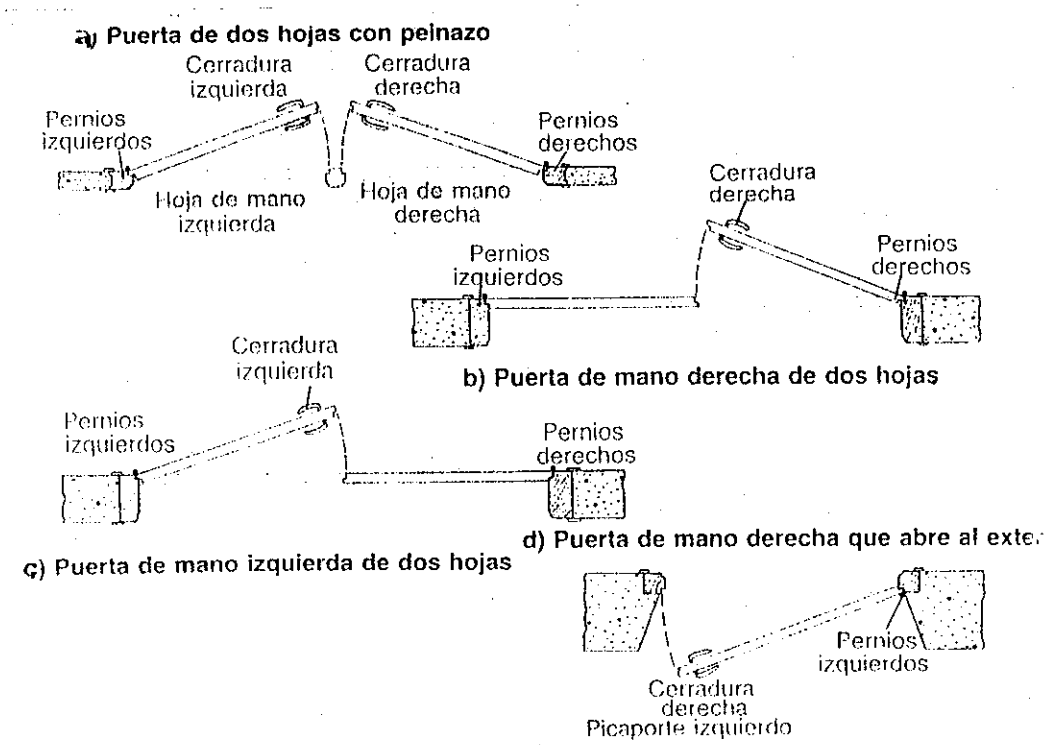
Figura No.12 Puertas chapeadas o contrachapeadas



b) Puertas prefabricadas:

La construcción de esta puertas, ha tenido una gran importancia en la actualidad, la puerta plana, se esta imponiendo en el mercado y se debe a que este tipo de puertas se pueden comprar prefabricadas, es decir construidas en grandes series y ateniéndose a medidas estandarizadas, formadas con dos hojas de contrachapado que van encoladas a un bastidor, si la armadura interior se hace con traviesas intermedias y peinazo, se llama emparrillado.

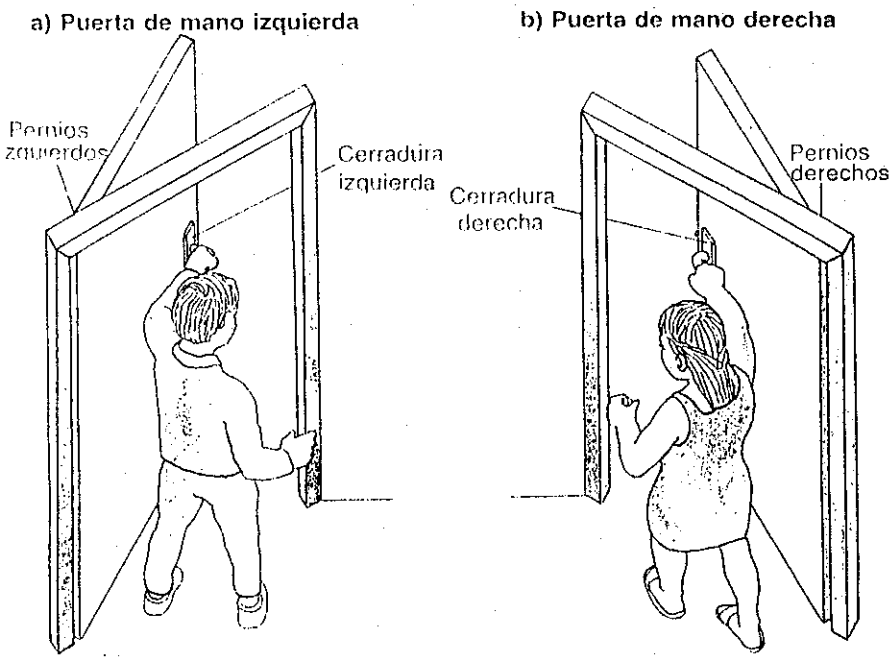
Figura No.13 Clasificación de puertas prefabricadas



5.2.2.1 Clasificación de las puertas por su accionamiento

Es importante, saber de la colocación de los herrajes, para el adecuado funcionamiento de las puertas, por lo que una mala colocación podría ocasionar defectos en la circulación, entre los espacios que se quieren conectar, dentro del mecanismo propio del batiente, se podrá generar un comportamiento defectuoso entre la hoja y el marco.

Figura No.14 Clasificación de las puertas por su accionamiento



5.2.3 Materia prima para muebles y puertas

- Madera
- Cemento de contacto
- Tableros Aglomerados de Densidad Baja y MDF
- Aglomerado laminado
- Cola Blanca
- Herrajes
- Thiner
- Wype
- Lija
- Acabados y otros

La materia prima utilizada en una puerta de contrachapado, aglomerado o plywood es, frecuentemente:

- 2 Largueros de 1 1/8" x 2" x 7'
- 2 Peinazos de 1 1/8" x 2" x 3'
- 6 Rejillas 1 1/8" x 1" x 3'
- 2 Refuerzos para cerradura (chapa) de 11/8" x 2" x 8"

a) Tapacanto

- 2 Tapacanto de 1/2" x 1 1/2" x 3'
- 2 Tapacanto de 1/2" x 1 1/2" x 7'

b) Marco de Puerta

- 2 largueros de 1 3/8" x 3" x 7'
- 1 cabero de 1 3/8" x 3" x 7'
- 2 planchas de aglomerado de 3/16" x 3" x 7'
- dos pliegos de lija No. 60 y 80. Grapas, clavos, cola blanca
- 1 cerradura (chapa)
- 3 bisagras y ½ galón de pintura

La materia prima utilizada en un mueble de entretenimiento es.

- 2 planchas de tablero aglomerado melaminado
- 8 Pines cabe o transparente
- 1 Imán, 1 halador
- 100 grapas
- 16 tornillos
- 6 Deslizadores
- 2 Bisagras para puerta
- Pegamento pvc
- Cola blanca.
- Lija , maskín, etc.

Entre toda la materia prima lo principal son los tableros que pueden ser de diferentes tipos:

- **Durapanel:** es una de las denominaciones comerciales que se da a las planchas de aserrín comprimido, que existe en el mercado guatemalteco; la planchas de durapanel varían en su espesor; tienen una superficie de 48" o 53" de ancho x 96 " de largo; en los muebles, se emplea generalmente de ¾" de grosor, para el cuerpo del mueble.

- **Tablero aglomerado:** es un tablero fabricado con partículas de madera (astillas) aglomeradas con un polímero de condensación; el aglomerado ofrece las siguientes características, que lo hacen un material ideal para la construcción de muebles y estructuras internas; los espesores que existen de este tipo de material son de 1/4", 3/8" , 1/2", 5/8" y 3/4" y de 1".

- **Aglomerado laminado:** este tipo de tablero es conocido como el substrato ideal para la fabricación de tableros laminados de varios tipos; su estabilidad dimensional, resistencia mecánica, rigidez, capacidad de atornillado y maquinabilidad, contribuyen a la facilidad de fabricación, y

finalmente, a sus excelentes prestaciones como productos laminados para gabinetes de cocina, muebles modulares de sala, muebles de entretenimiento y para superficies de las mesas.

5.2.4 Accesorios para muebles y puertas

Los accesorios son todos aquellos materiales y objetos que intervienen en el armado del producto final y en el acabado, los cuales forman parte del mismo. Los más utilizados son:

- Adhesivos (Cola blanca)
- Bisagras (Slice)
- Tornillos (allen, minifix, slax)
- Cerraduras
- Tarugos de madera
- Trabaderos magnéticos
- Deslizadores Plásticos de 1/2 "
- Cemento de contacto.
- Clavos o grapas para pistola
- haladores
- Rodos
- Wype
- Soportes plásticos

5.2.5 Costos de materiales en muebles y puertas

Es un aspecto importante en el control de costos; por eso, es necesario hacer un análisis de costos.

5.2.5.1 Análisis de costos

La inversión para el desarrollo en un proyecto se clasifica en dos tipos de costos; costos de inversión fija y costos de operación entre los elementos que los componen están:

a) Costos de inversión fija

Equipo

- 1 sierra circular de banco ..... Q 5,000.00.
- 1 barreno 1/2" de pedestal ..... Q 1,300.00
- 1 sierra caladora de 3.5 amp..... Q 800.00
- 1 rauter de 1 HP. ..... Q 1,800.00
- 1 sierra radial ..... Q 6,000.00
- 1 sierra de banda ..... Q 5,600.00
- 1 canteadora ..... Q 3,000.00
- 1 cepilladora ..... Q 4,000.00

Subtotal Q27,500.00

Herramienta

- 1 martillo pequeño ..... Q 25.00
- 1 martillo grande ..... Q 45.00
- 1 martillo de hule. ..... Q 40.00
- 1 juego de formones ..... Q 80.00.
- 1 juego de brocas para madera ..... Q 60.00
- 1 juego de destornilladores ..... Q 40.00
- 1 escuadra ..... Q 12.00

- 1 escuadrillón	Q	60.00
- 1 cepillo No. 3	Q	22.00
- 1 cepillo No. 5	Q	22.00
- 1 cepillo No. 6 o 7	Q	22.00
Subtotal	Q	428.00

Mobiliario

- 1 banco de trabajo	Q	700.00
- 1 escritorio	Q	350.00
- 1 estantería	Q	350.00
- 1 porta herramienta	Q	400.00
- 2 mesas de trabajo	Q	600.00
Subtotal	Q	2,400.00
Total	Q	30,328.00
Gastos de instalación	Q	8,000.00
Total de inversión fija	Q	38,328.00

Elementos que constituyen los costos de operación

- Materia prima
- Mano de obra Indirecta
- Mantenimiento y repuestos
- Alquiler y agua
- Depreciaciones
- Mobiliario
- Gastos de instalación
- Gastos administrativos
- Mano de obra directa
- Sueldos y/o salarios
- Energía eléctrica
- Maquinaria
- Herramienta
- Amortizaciones
- Gastos de venta
- Gastos generales, etc

5.2.6 Costos de producción

Fundamentalmente el control de costos persigue recopilar, anotar comprender, analizar, comparar e interpretar los datos relacionados con el costo de producción de un artículo determinado, que puede ser una puertas o un mueble de cualquier índole.

El objetivo principal, que se persigue al implantar un control de costos en una empresa, es determinar el costo del producto, y a la vez se utiliza para fijar el precio de venta y su utilidad, por lo cual, en determinado momento, se podrá conocer si un producto produjo ganancia o pérdida.

Los costos variables unitarios se refieren a los materiales utilizados; algunos gastos considerados semi-variables como la energía eléctrica, mantenimiento, repuestos y otros, se han incluido en el cálculo de gastos fijos escalonados para distintos volúmenes de producción.

Los costos fijos son los gastos constantes que se mantienen mas o menos en un mismo valor, sin importar el volumen de producción del taller; su generación está en función del tiempo o en forma periódica.

Clasificación de costos fijos y los costos variables

- ***Costos Variables***

- Madera
- Laminado plástico.
- Tablero aglomerado y/o contrachapado.
- Cola blanca.

- Cemento contacto.
- Thiner.
- Lija.
- Salario de carpinteros.
- Salario supervisores.
- Clavos sin cabeza.
- Repuestos.
- Wype.
- Salario de ayudantes.
-Etc.

♦ ***Costos Fijos***

- Alquiler
- Electricidad
- Fletes
- Agua, teléfono
- Herramientas

5.3 Tipos de líneas de producción

5.3.1 Muebles de aglomerado, contrachapado o chapeado

Este tipo de mueble es el más económico de todos, pues su calidad es bastante baja; cuando está chapeado con panales decorativos impresos, éstos imitan con sus tonos la chapa de cualquier tipo de madera; es esta la condición principal del producto.

La melanina procura y logra parecerse cada vez más a la chapa, de manera que el principio se llega a distinguir con dificultad un recubrimiento

respecto del otro; este tipo de aglomerado se puede utilizar en gabeteros, trinchante , muebles modulares, etc.

5.3.1.1 Líneas de producción

Una línea de producción es una disposición de las áreas de trabajo, cuyas operaciones que tienen relación están unas a continuación de otras, en éstas los materiales pasan de manera continua y a un ritmo uniforme, a través de una serie de actividades balanceadas; esto permite una actividad simultánea en todo la línea, y es donde el trabajo avanza hacia su terminación a los largo de una trayectoria más o menos directa.

Existen tres determinantes básicos para planificar una líneas de producción, las cuales consisten en:

1) **Producto o material:** aquí se inicia con un análisis del producto o del material; se debe verificar el producto en sí, para asegurarse no sólo de que funcione, sino de que su diseño facilite la prc lucción.

2) **Cantidad**: la cantidad programada debe obtenerse y adaptarse a un ritmo de producción especifico, se debe partir del producto y la cantidad; aquí es donde el ingeniero comienza a planear las operaciones en secuencia y con el equipo necesario.

3) **Proceso y equipo:** uno de los primeros pasos de la planeación de una línea consiste en alinear las actividades necesarias, la capacidad o el número de

piezas de cada uno de los tipos de equipo elegidos, así como la secuencia de las actividades.

5.3.2 Producción por trabajos

La producción por trabajos, pedidos, discontinua, por proyectos o por obra terminada, es la fabricación de una sola obra completa por un operario o grupo de operarios. La construcción de muebles para una edificio o para una cadena de agencias bancarias, son algunos ejemplos de este tipo de producción.

5.3.3 Producción por lotes

La aplicación de este tipo de producción permite el grado de especialización de la mano de obra, cuya inversión de capital se mantiene baja; lo más importante es la organización y la planeación que se requiere para librarse de la inactividad o pérdida de tiempo. Por eso en la producción por lotes, este departamento puede producir los mayores beneficios, ya que es en la producción por lotes, donde se encuentran las mayores dificultades para la organización.

En este sistema, el equipo se une por especialidad, en cuyo proceso, las operaciones van unas seguidas de otras; las ventajas que tiene este tipo de distribución son:

- Fácil combinación de las operaciones aunque se pueden dar prioridades en los trabajos

- El funcionamiento del equipo puede ser elevada y la habilidad de operarios en una sola operación puede aumentar la producción.

- Puede haber fallas, pero estas no podrán detener la producción.

5.3.4 Producción continua

Este tipo de producción establece que al terminar el trabajo realizado en cada operación, se pasa a la siguiente etapa de trabajo, sin esperar a terminar todo el proceso en el lote; éste fluye fácilmente, y su tiempo en cada operación deben ser de igual longitud y no en movimiento; la inspección se debe llevar a cabo físicamente dentro de la línea de producción en proceso;. no debe tomar un tiempo mayor a la operación de la unidad, y además, como el sistema está balanceado, cualquier falla no sólo afecta la etapa en la que ocurre, sino también las demás etapas de la línea de producción.

Para una producción continua, deben existir los siguiente requisitos:

- La demanda deberá ser sustancialmente constante
- El producto debe ser normalizado
- Materiales y especificaciones a tiempo
- El trabajo se realiza sobre bases de normas de calidad
- Las operaciones tienen que estar definidas
- Las máquinas y equipos deben ser los adecuados
- El mantenimiento de la maquinaria deberá ser preventivo y no correctivo
- La inspección se hará en línea con la producción

5.4. Ejemplo de una línea de producción de puertas y muebles de aglomerados en la industria

5.4.1 Control estadístico de calidad

En la producción de cualquier tipo, es importante llevar controles de calidad, para eso es necesario tomar en cuenta varios factores, que son importantes, y que pueden darse en los materiales, maquinaria y equipo, en los trabajadores, y en la forma de sus operaciones.

5.4.1.1 Control de materiales

Este control se puede realizar en el ingreso de la materia prima; debe cumplir con todas la especificaciones se pueden llevar por medio de hojas de registro, para verificar fechas de producción, vencimiento, registros de calidad por medio de certificaciones, los cuales amparen que estos productos son los adecuados para implementación en los productos realizados por medio de aglomerados; este tipo de control también tiene como objetivo llevar existencias del mismo, y así poder llevar un control de pedidos, para que no existan rechazos ni demoras en la entrega del producto.

5.4.1.2 Control de maquinaria y equipo

Respecto a la maquinaria y equipo, éste también debe llevar hojas de registro, que puedan indicar el mantenimiento realizado, reparaciones y

ubicación de éstas; los cambios que se le hacen a las maquinas, que depende del tipo de producción que se realice, así como las causas que provocaron las reparaciones, etc.

5.4.1.3 Control de medidas

Ésta operación, es importante, ya sea porque depende del tipo de producto que se elabora, porque errores en las medidas y cortes producen desperdicios, y con ello se incrementan los costos de producción, así pues, se debe hacer una adecuada distribución de proceso, debido a que cuanto mejor sea, mayor será el aprovechamiento de los recursos. Para este control pueden utilizarse formatos o bien hojas electrónicas, que permitan el cambio rápido de datos.

5.4.2 Gráficas de control en el proceso de muebles y puertas

En estas gráficas de control, existen diversos tipos para llevar un control adecuado, pero todas tienen el mismo procedimiento; para esto se pueden hacer inspecciones rigurosas al 100% o inspecciones, tomando en consideración un muestreo simple, generalmente cuando la producción es en grandes cantidades, se toman muestras, según el tamaño del lote, para lo cual existe el siguiente procedimiento:

- Elegir el tamaño de la muestra

- Elegir el método de extracción de la muestra
- Medir o inspeccionar la muestra con un método determinado

5.4.2.1 Muestreo simple

Este tipo de muestreo, permite establecer si se acepta o rechaza el lote que se esta supervisando o analizando, el cual indica el tamaño del lote o cantidad que se va a supervisar; para eso debe haber una mínima cantidad de rechazo (confiabilidad); esto va a indicar si se puede aceptar o devolver el lote, según los estándares de calidad necesarios para la producción de los productos, de acuerdo a los niveles de calidad requeridos.

5.4.2.2 Puntos críticos de inspección

Los puntos críticos en una inspección se establecen desde el ingreso de la materia prima, materiales, proceso de producción, producto terminado, hasta entregar del producto, ya que éste, por el tipo de material de que está hecho, es un tipo de material muy delicado, y se pueden estropear por un mal proceso, desde recepción del material hasta empaque del producto, esto puede provocar pérdidas de materiales y elevar los costos.

El producto debe ser siempre del mismo color y tener la misma tendencia en cuanto a color y brillo, especialmente cuando la textura es imitación de madera, ya que todas sus vetas tienen que ir en un mismo sentido; ahora bien, cuando son colores lisos, no hay tanto problema.

5.4.2.3 Proceso de producción

En este proceso, se deberá verificar las dimensiones y estimar un margen de error que se puede tolerar, ya que es necesario tener una base para evaluar y verificar las piezas cortadas, y que la dimensión aceptada sea la indicada en la orden de producción, más un margen , Longitud ± 2 mm; para la verificación de la escuadra de las piezas cortadas, se puede utilizar una guía con topes encontradas a escuadra.

5.4.2.4 Órdenes de producción

Las órdenes de producción son importantes, ya que éste es el método más ordenado para poder llevar a cabo un mejor control con los pedidos que se hagan a un tiempo determinado, y de esta manera poder cumplirle al cliente; en estas hojas de producción deben incluir los siguientes datos:

- No. de orden
- Fecha de inicio
- Personal que va ha realizar el trabajo
- Clase o tipo de materia prima a utilizar
- Tiempo de entrega, etc
- Producto que se va a realizar
- Fecha de terminación
- Acabados que va a llevar
- Planos de fabricación

5.4.2.5 Producto terminado

En este ultimo proceso, es importante tener en cuenta las siguientes observaciones:

Verificar dimensiones finales y escuadra en las uniones, así como deslizamientos de puertas, gavetas, etc. Limpieza del mueble, que esté libre de polvo, pegamento, etc. Debe controlar el brillo del mueble, uniformidad en las aberturas o tolerancias, así como verificar su rigidez.

5.4.2.6 Análisis del gráfico de control

El análisis de los gráficos de control es la identificación de las causas especificas, que ya asignada a la variación de una característica de calidad en un proceso, por medio del cual, se encuentran todas las causas que provocaron que la calidad no fuera la deseada; por eso es necesario tomar las medidas inmediatas para corregir todas la fallas, para mejorar las que estén bien; si esto resultara negativo, se tendrán que quitar las muestras malas y volverá a analizar la gráfica para ver si se entra en control; de lo contrario, se determina que esta fuera de control de calidad, y se tendría que establecer cual fue la causa más determinante, y hacer la verificación, para poder controlar este proceso, y así tener resultados mas rápidos.

Figura Nò. 15 Diagrama explosivo de mueble de entretenimiento

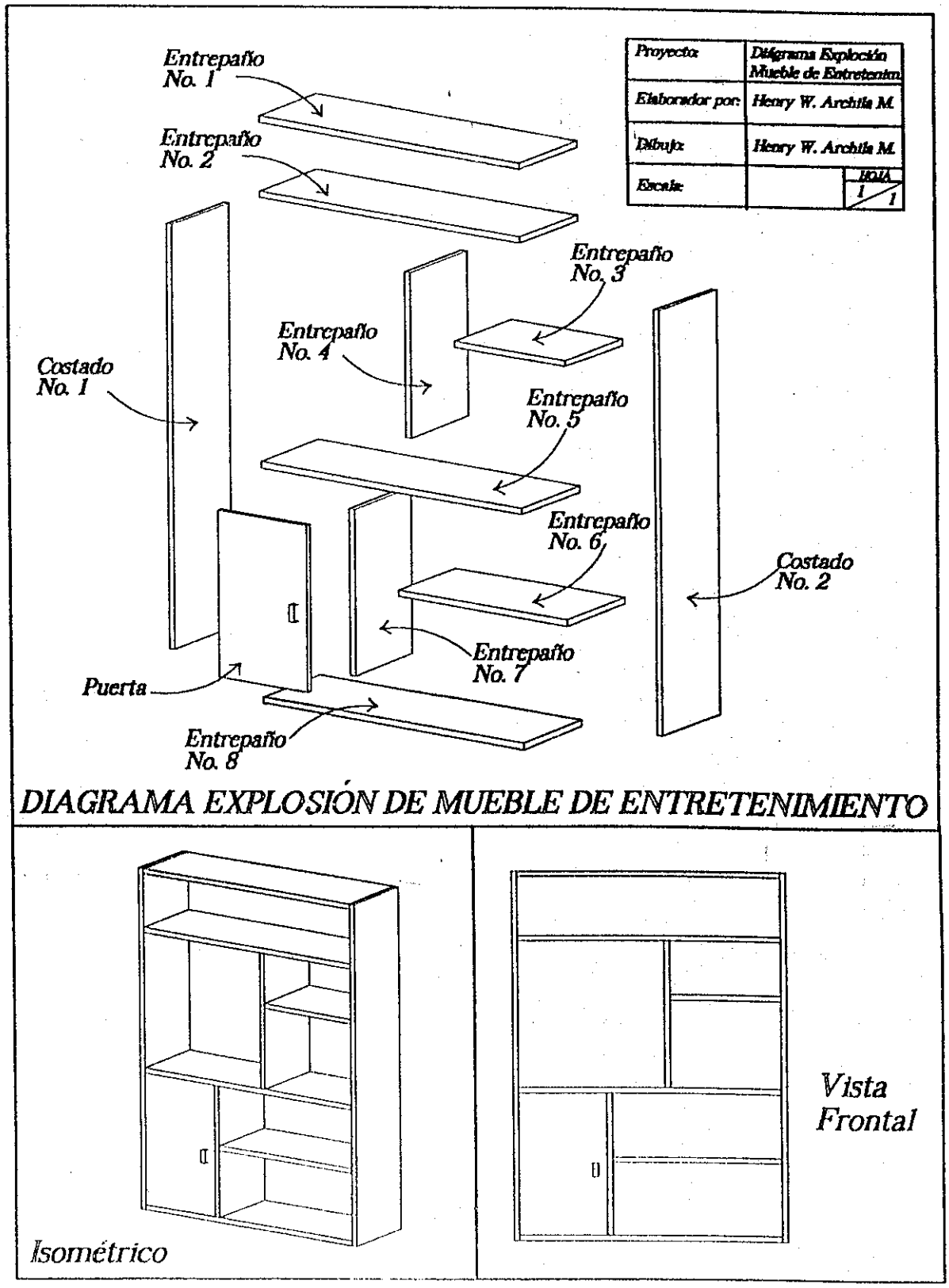


Figura No. 16 Distribución en planta de fabrica de muebles

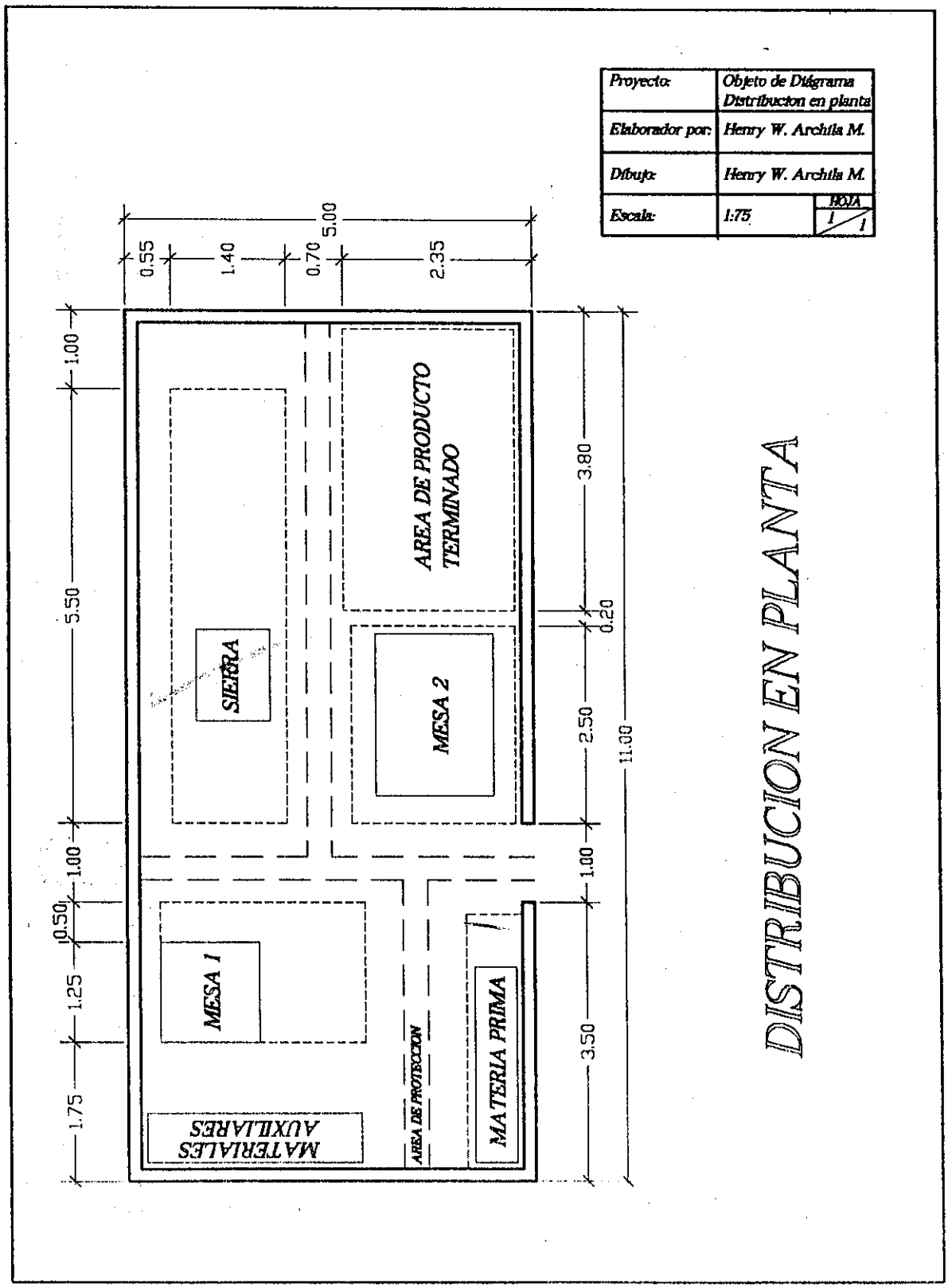
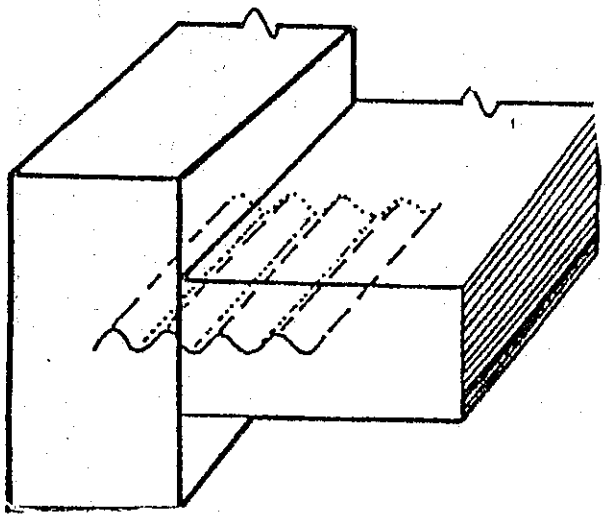
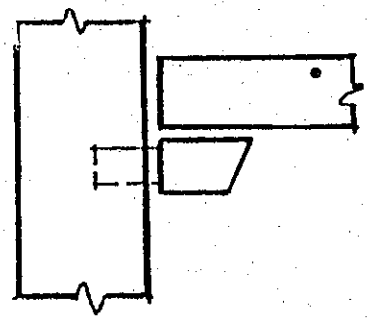


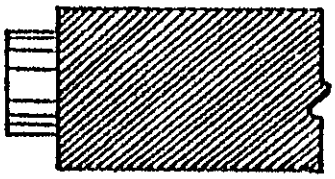
Figura No. 17 Detalles estructurales de muebles modulares



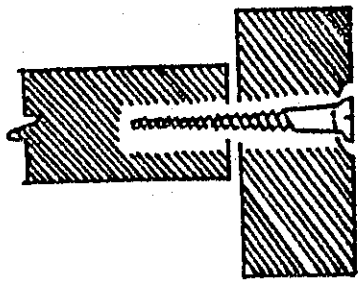
JUNTA TIPO A PARA FALDONES



COLOCACION DE SOPORTES PARA ENTREPAÑOS MOVILES



DESLIZADOR



JUNTA TIPO B PARA ENTREPAÑOS FIJOS

5.4.2.7 Armado de mueble de entretenimiento

PASO 1 Colocar los minifix "a" en la tapa "C" y en el asiento "B" de manera que los minifix queden con la flecha apuntando hacia donde entrara el perno "b".

Figura No.18 Armado de mueble de entretenimiento (paso 1)

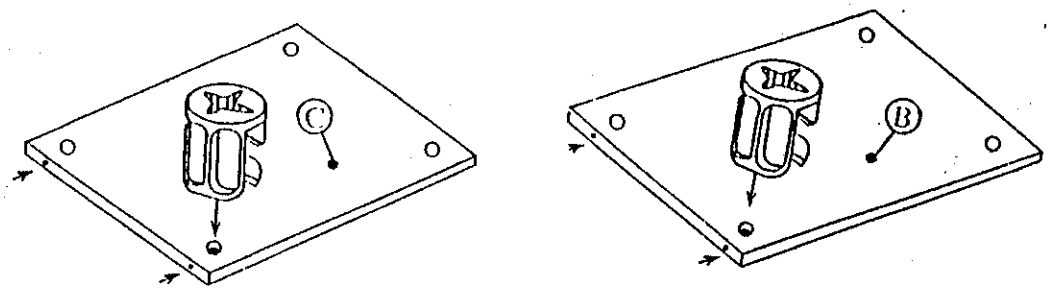


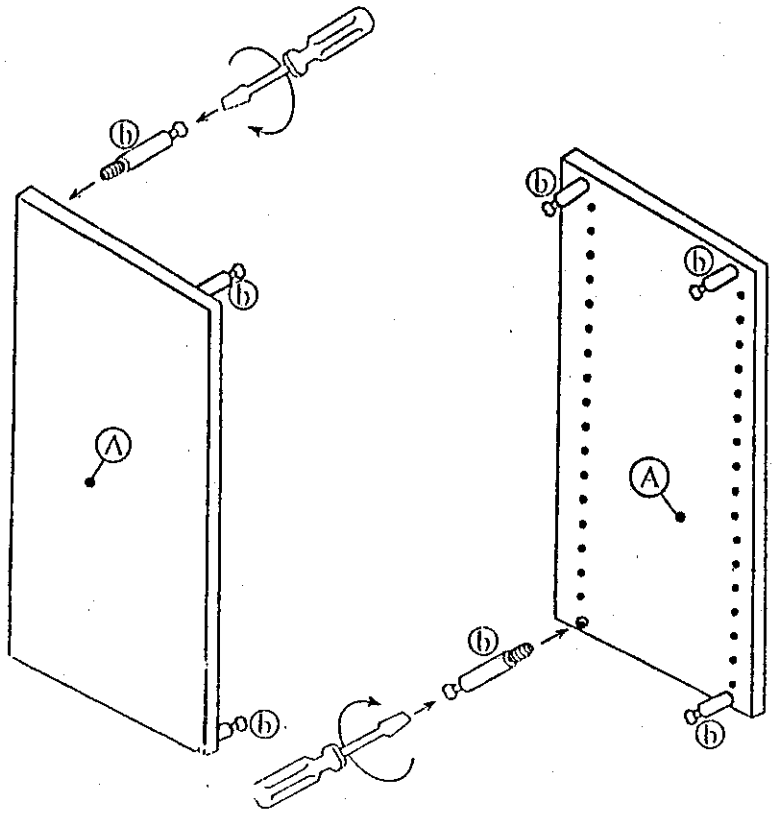
Figura No.19 Armado de mueble (paso 2)

Nota:

El asiento y la tapa llevan un canal en la parte trasera para poner el respaldo.

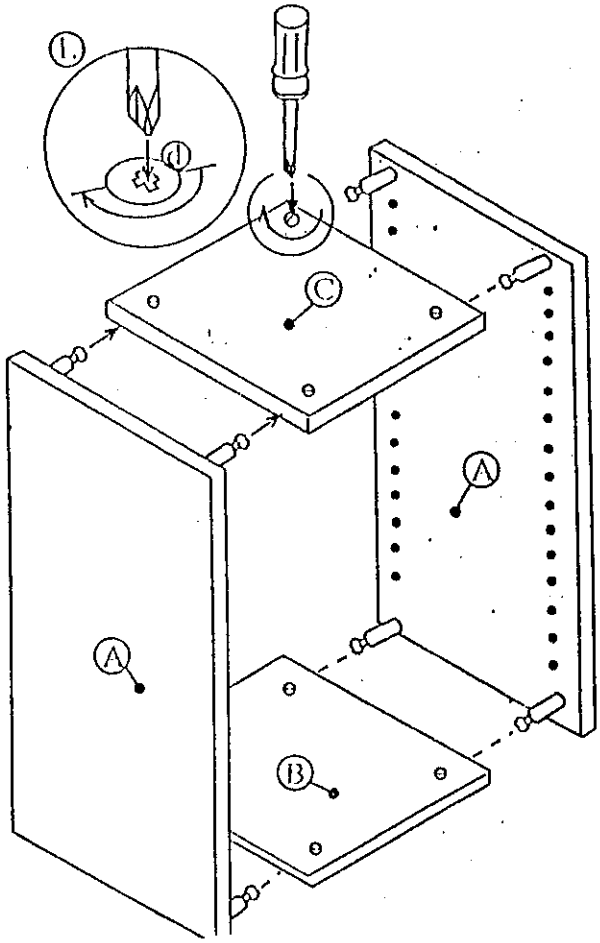
PASO 2. Colocar los pernos "b" en los costados "A"

Nota: los costados llevan un canal en la parte trasera para poner el respaldo.



PASO 3 Unir los costados "A" con la tapa "C" y el asiento "B", atornillando el minifix "a".

Figura No. 20 Armado de mueble (paso 3)

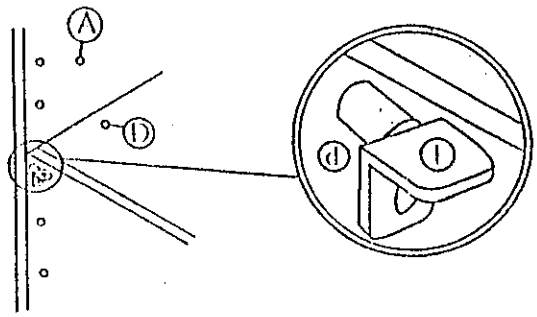


Nota:
después de atornillar todos los minifix, colocar un tapón sobre cada uno

PASO 4

Colocar el entrepaño movible "D" a la altura deseada utilizando los pines "d"

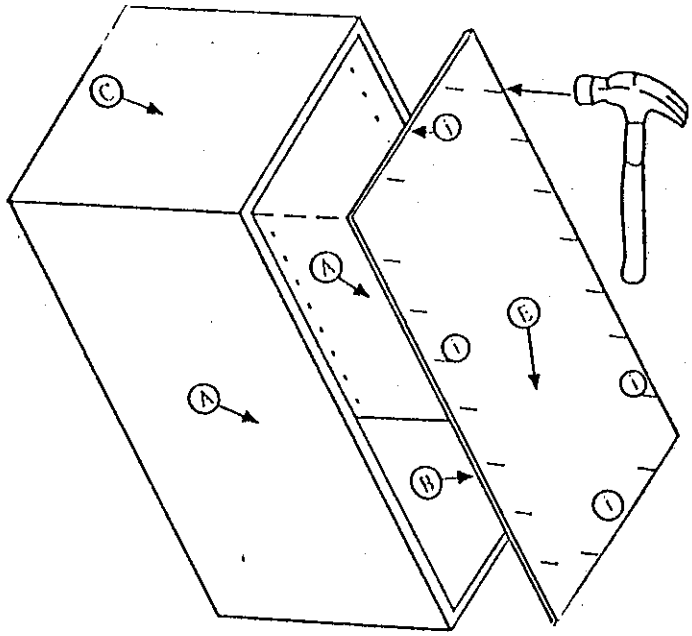
Figura No. 21 Armado de mueble (paso 4)



PASO 5

Fijar el respaldo "E" al mueble utilizando los clavos "i"

Figura No. 22 Armado de mueble (paso 5)



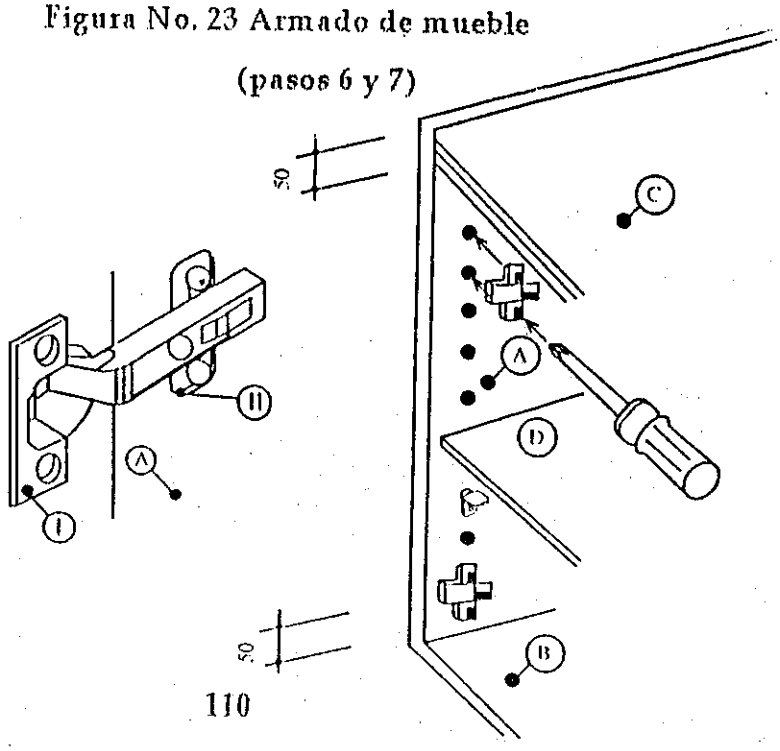
PASO 6 Colocar en uno de los costados "A" donde se desee la puerta, los complementos de las bisagras "e" a una distancia de 50mm de la superficie del asiento "B" y a 50 mm de la parte inferior de la tapa "C"

Figura No. 23 Armado de mueble (pasos 6 y 7)

Nota: estas medidas están dadas al centro de la bisagra "e"

PASO 7

Unir las bisagras "f" a sus complementos "e" ajustando el tornillo de las mismas.



5.4.2.8 Instalacion de bisagras acodadas

La siguiente formula sirve para determinar el tipo de brazo de la bisagra, el taladro de la puerta la letra " K ", y la altura de la base " H", necesaria para resolver cada problema de aplicación.

CA = cierra automatico
CL = cierra libre

Figura No. 24 Bisagras acodadas

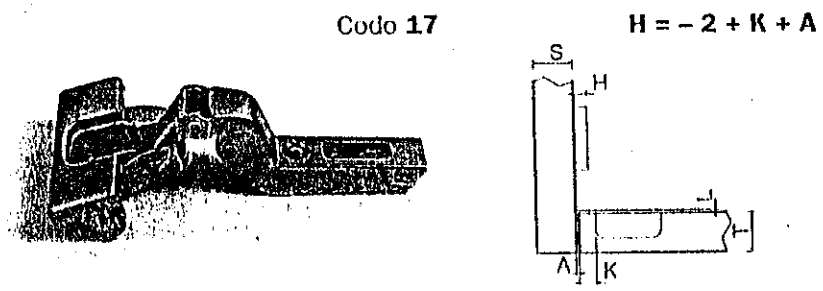
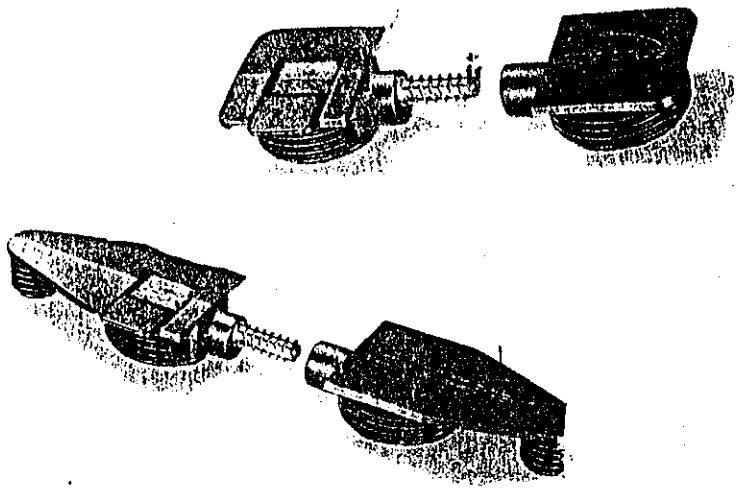


Figura No. 25 Juntas para tableros adyacentes



CONCLUSIONES

1) Las condiciones que debe reunir la materia prima (madera), en cuanto a sus dimensiones para el uso en ebanistería e industria de muebles, generalmente llega a emplearse en áreas relativamente grandes, con el objeto de disminuir las pérdidas; suele ser en muchos casos ventajoso utilizar paneles o tableros prefabricados, como los aglomerados o contrachapados, que tienen grandes dimensiones en planchas que pueden llegar a tener 8 m de largo por 2 m de ancho, y que son imposibles de obtener en madera natural con una sola pieza.

2) El desarrollo de los tableros contrachapados ha hecho que se hayan anulado casi por completo los movimientos de dilatación y contracción, en comparación con un tablero de madera maciza, haciendo con esto su utilización mas frecuente hoy en dia.

3) El M.D.F. tiene unas características excelentes para sustituir en algunos casos a la madera natural, eliminando sus inconvenientes (nudos, grietas, alabeos, tensiones, polillas, etc), problemas muy comunes en la madera natural, dependiendo de sus especies.

4) Todas las dificultades que se encuentran en la madera, no existen al trabajar los tableros aglomerados de virutas planas y cortadas, ya que estas se cruzan en todos los sentidos, tanto en la superficie como en el interior. Por ello el tablero aglomerado es un material homogéneo que tiene un 90% de madera y se comporta mecánicamente mejor que maderas constituidas orgánicamente.

5) Los tableros aglomerados no son una materia atacable, como la madera, por agentes bióticos como pueden ser el moho, los insectos xilófagos y los hongos, ya que sus partículas son amorfas y están recubiertas de resina que imposibilitan su contaminación.

6) El color es una de las características más importantes de las chapas o paneles para usos decorativos. Deseandose en algunos casos obtener un color bastante uniforme; y en otro, el valor del producto estriba en lo pronunciado del contraste.

7) Generalmente se piensa que cuanto más espesa sea la junta de cola (cantidad de cola) más resistente será el encolado, pero en base a experimentos científicos se ha logrado comprobar que cuanto más se separen las partes que se tienen que encolar con una aportación excesiva de cola, menos resistente será el encolado

8) La astucia de un buen encolado consiste en una distribución igual de la cola en toda la superficie que se tiene que encolar, en procurar expulsar bien el aire que pueda introducirse entre el soporte y la lamina y llegar a distribuir bien la cola en toda la superficie, así como regular la presión sobre la pieza para no eliminar demasiada cola.

RECOMENDACIONES

1) Se deben crear mecanismos para dar a conocer los diversos productos derivados de la madera, así como sus características y ventajas, comparados con la madera maciza, de esta manera se lograría una mayor utilización de éstos, ya que debido a la disminución de las fuentes forestales, y por el aumento de la población mundial, se pone en riesgo el equilibrio ecológico.

2) Es necesario buscar financiamiento, tanto estatal como privado, para lograr la obtención de maquinaria especial para tableros aglomerados y contrachapados, y que de esto dependerá la calidad y eficiencia de la producción.

3) Seria adecuado tener un buen control de proveedores, ya que de eso dependerá la obtención de materia prima de la mejor calidad, para que se pueda lograr conveniente homogeneidad y buena calidad de los artículos que se van a producir.

4) Tratar la manera de ordenar y clasificar la materia prima a base de medidas u órdenes de trabajo; esto permite evitar pérdida de tiempo al buscarla, y de esta manera se logrará agilizar el tiempo de producción, asi como la optimización de recursos.

5) Deben implementarse y mejorarse planes de mantenimiento preventivo, ya que debido al funcionamiento continuo, y a los desperdicios de materia prima y materiales, da lugar de que en ocasiones, la maquinaria tienda a fallar durante el proceso productivo, y provoque pérdida de tiempo y retraso en la producción.

6) Es muy importante contar con una distribución de planta adecuada para lograr mayor fluidez en el proceso productivo, y así evitar demoras al trasladar la materia prima de una estación de trabajo a otra.

7) Se debe crear una área aislada para el encolado de las piezas con la adecuada ventilación, así como implementar esta área; de esa manera se contará con equipo especial de seguridad e higiene industrial para los operarios, ya que los componentes de las colas y adhesivos, podrían afectar su salud.

8) Es conveniente estimular y mejorar una cultura de calidad, respecto al trabajo realizado, y comprometer a los diferentes sectores encargados de los departamentos de trabajo, para que realicen el mejor trabajo posible, y así llevar un control de calidad personalizado por área de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. BIBLIOTECA ATRIUM DE LA CARPINTERIA. **Los materiales.** España: Océano/Centrum. 1992.

2. DUNCAN, Acheson. **Control de calidad y estadística industrial.** México: Alfa y Omega. Quinta Edición. 1989.

3. DYNABRADE. **Industrial abrasive power tools and accesories.** USA: S.e 1996

4. EUROMUEBLE. **Características de las colas utilizadas en muebles.** España: vol. 16 . 1985.

5. INTECAP. **Seminario muebles modulares.** Guatemala: s.e 1997.

6. KOECHLIN-SCHWARTZ. **El arte de usar viruta y chapa de madera.** USA: s.e . 1992.

7. KOTTLER, Philip y Armstrong. **Fundamentos de mercadotecnia.** México: S.E. 1989.

8. KUME, Hitoshi. **Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad.** Guatemala: Editorial Norma. S.e 1992.

9. NIEBEL, Benjamin W. **Ingeniería Industrial, métodos, tiempos y movimientos.** Tercera Edición. México: Alfa y Omega 1990.

10. OSMOSE. **Preservación de la madera.** Brasil: S.e. 1994.

11. TABLEX. **Proceso de elaboración de tableros aglomerados.** Guatemala: S.E. 1997.

12 TORRES, Sergio. **Folleto del curso Ingeniería de Plantas.** Facultad de Ingeniería , Universidad de San Carlos de Guatemala. 1994.

Cursos de carpintería. Intecap.

Visita técnica a las empresas.

ANEXOS

ANEXO 1

Ejemplo de normas para la medición de trozas

Longitud

Distancia mínima testa a testa, que incluye los agujeros para el acarreo, si los hubiere; las 6 pulgadas o más se cuentan como pie entero; las fracciones inferiores a 6 pulgadas se desprecian.

Perímetro

Perímetro en punto medio sin corteza. Se mide en pulgadas enteras; la media pulgada o más se redondea a la pulgada siguiente. Las fracciones inferiores a la media pulgada se desprecian. La medida de anormalidad se toma a uno y otro lado de la troza, y se promedia.

Diámetro

(Para expresar defectos en porcentaje de diámetro). Diámetro de la sección de la testa en que aparecen los defectos. Promedio de los diámetros mayores y en ángulo recto sin corteza.

Volumen

Volumen real o fórmula de medición Hoppus x 1,273.

Extracto de las *Normas para medición de trozas de la FAO Y ATIBT.*

Concepto	*Normas generales*	*Sistema Métrico*	*Sistema Británico*
Longitud	Distancia mínima	Redondeada a los 10 cm más próximo.	Redondeada al medio pie inferior.
Diámetro	Con albura y sin corteza	Promedio del máximo y del mínimo en cada extremo se redondea al cm inmediato inferior.	Promedio del máximo y del mínimo en el extremo menor, se redondea la pulgada inmediatamente inferior.
Perímetro	Perímetro en punto medio; de ser anormal, se corre hacia el inferior.	Redondeado al cm inmediato inferior.	Redondeando a la pulgada inmediatamente inferior; cuarto de circunferencia redondeado al cuarto de pulgada inmediatamente inferior empleando tabla Hoppus.
Tolerancia Por Corteza	No se admite tratándose de trozas descortezadas, según especificación.	No existe uso concreto.	Cálculos específicos mediante tablas.
Volumen	Siempre sin deducción por Defectos.	En metros cúbicos, tres decimales, se basan en promedio diámetro y longitud.	Pies cúbicos Hoppus a base de longitud y 1/4 de perímetro 1 m^3 = 27,73 ft^3 Hoppus.

ATIBT= Asociación Técnica Internacional de Bosques Tropicales.

ANEXO 2

BOLETA DE ENCUESTA

A continuación, se le expone una serie de preguntas, relacionadas con el lanzamiento de un nuevo producto. Por favor, contéstelas con la mayor veracidad posible.

1. ¿Planifica comprar un mueble de entretenimiento a corto plazo ?

SÍ ---------- NO ----------

2. ¿Qué tipo de mueble de entretenimiento escogería ?

Modular de Madera _____ Metal ____ Madera sólida ____

3. ¿ Por qué escogería ese tipo de mueble de entretenimiento ?

_____

4. ¿ Qué modelo escogería ?

a) Sencillo con entrepaños movibles _____

b) Sencillo con entrepaños movibles y área cubierta. con puertas _____

c) Doble con entrepaños, área cubierta con puerta y espacio para televisión ..... _____

5. ¿ Qué tonalidad de color le gustaría más ?

OSCURO _____ CLARO _____

6. ¿ Al momento de comprarla, de que forma obtendría ?

La mandaría a hacer _____

La compraría hecha _____

7. ¿ Cuánto estaría dispuesto a pagar por la Mueble de Entretenimiento ?

Q 500.00 a Q 700.00 _____
Q 700.00 a Q 900.00 _____
Q 900.00 o más ..... _____

8. ¿ De qué forma la compraría ?

Al contado _____ Al crédito ____ No sabe _____

ANEXO 3

Principales tipos de colas o adhesivos Para madera

PRINCIPALES TIPOS DE COLAS PARA LA MADERA				
Producto característico	Hot-melt (termofusibles)	Colas en dispersión (colas blancas, PVAC o PVA)	Colas de contacto (neopreno)	Colas de urea-formol UF
Tipo de fraguado	Enfriamiento de la cola fundida	Evaporación de agua y coalescencia de las micelas de la dispersión	Evaporación de los solventes y cristalización molecular del caucho	Evaporación de agua y reacción química
Tipo de disolvente	No contiene	Agua	Hidrocarburos, ésteres y cetonas	Agua
Aplicación	En caliente	En frío	En frío	En frío
Proceso automático, velocidad de aplicación (m/min)	Hasta 80	10-40	No se suele utilizar en procesos automáticos	5-30
Junta de cola	Muy marcada	Casi invisible	Casi invisible	Casi invisible
Limpieza del material de aplicación	Difícil	Fácil	Regular	Fácil
Una vez aplicado, problemas de encolado	Sí	Pocos	Algunos	Pocos
Resistencia al calor de las uniones	70-80 °C	130-160 °C	60-90 °C	120-150 °C
Resistencia al frío de las uniones	0 °C	−10 °C	Inferior a −15 °C	−10 °C
Elementos sólidos	100 %	50-70 %	20-25 %	65-75 %
Tiempo para que las uniones alcancen máxima resistencia	Una vez frío	De 2 horas a 1 semana	De 24 horas a 1 semana	De 8 horas a 1 semana
Resistencia al agua	Regular	Buena (según formulación)	Buena	Buena (según formulación)
Calidad del acabado	Bueno	Muy bueno	Bueno	Muy bueno
Rendimiento según soporte (g/m²)	180-220	120-150	150-200	140-190
Usos	Cantos	Carpintería Ebanistería Cantos	Carpintería Ebanistería	Encolado de superficies Aglomerados

Fuente Biblioteca Atrium de la carpintería

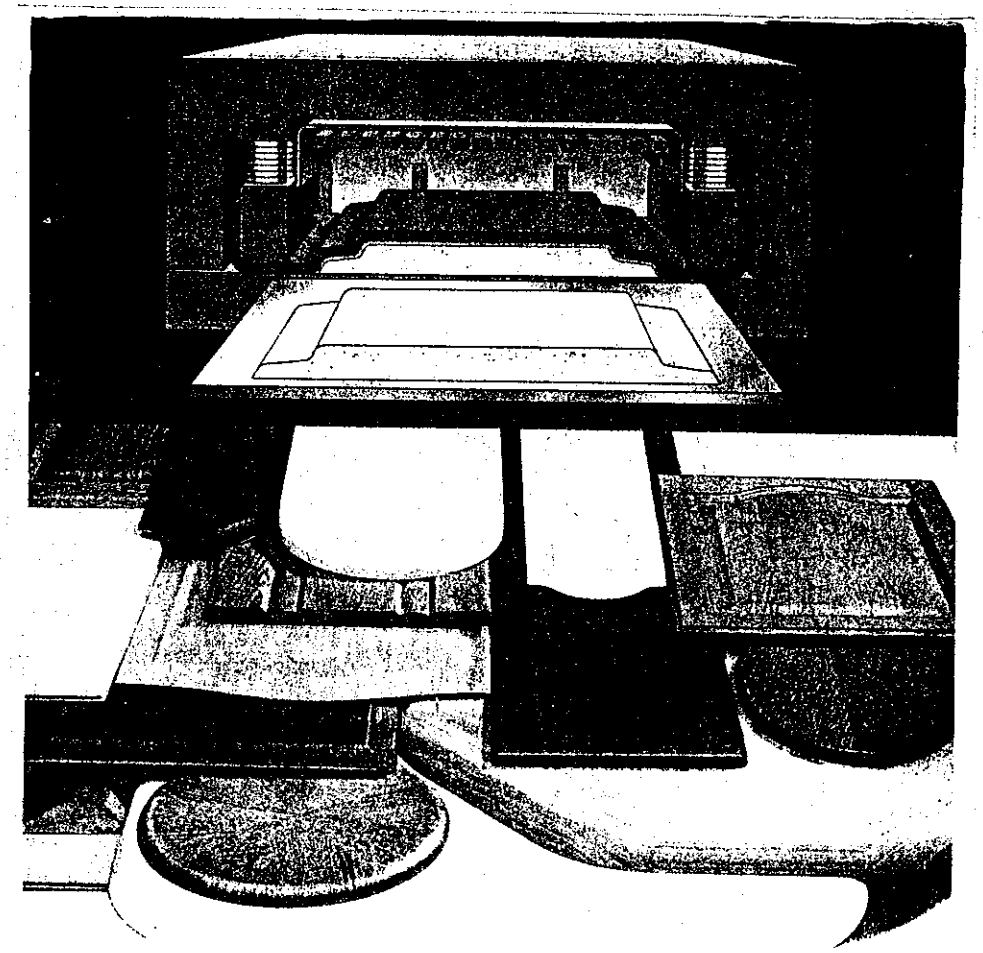
ANEXO 4

Muebles de tableros aglomerados, chapados melaminicos

Fuente Biblioteca Atrium de la carpintería

ANEXO 5

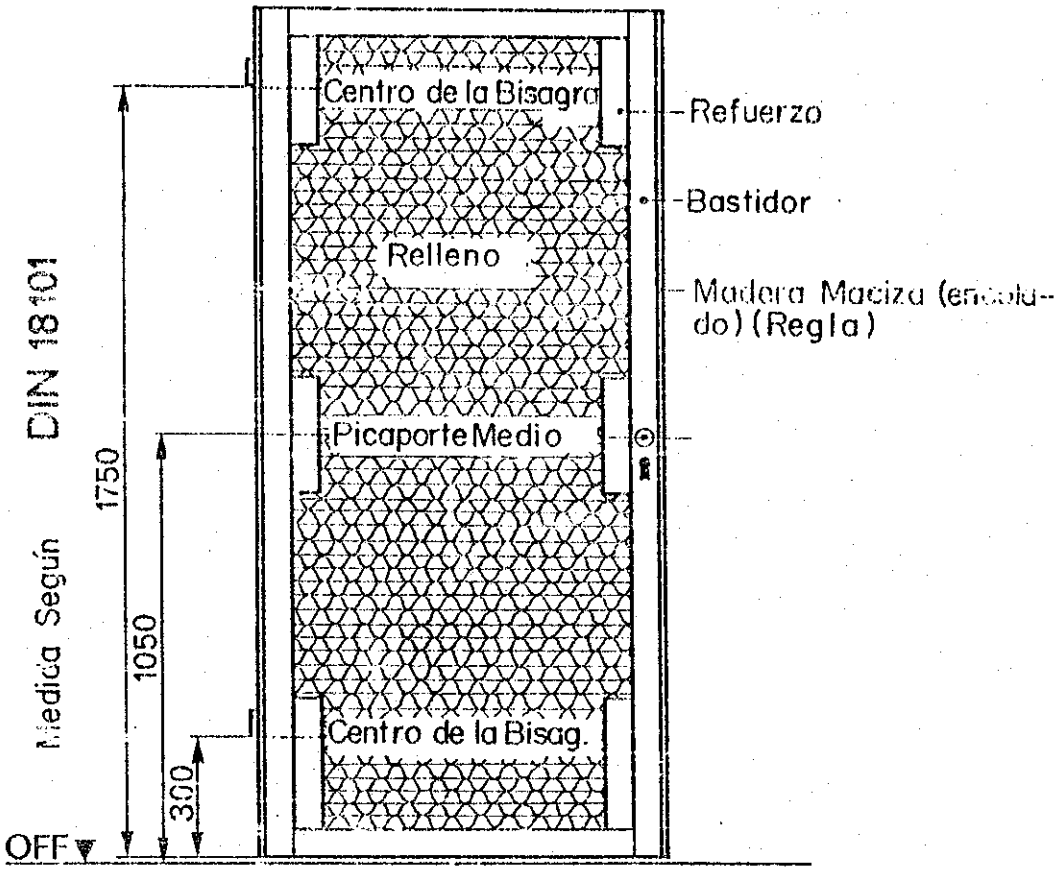
Formas de molduras realizadas con tableros de fibras



Fuente Biblioteca Atrium de la carpintería

ANEXO 6

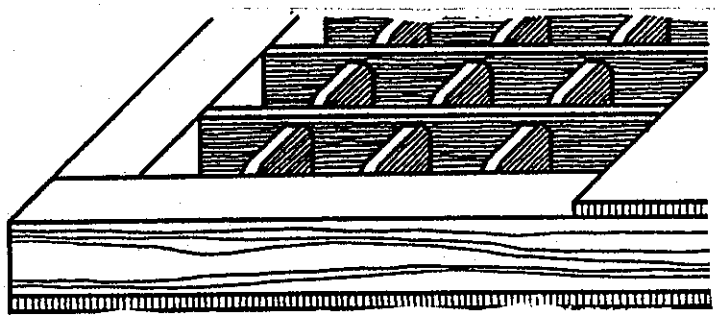
Construcción de puertas revestidas o prefabricadas

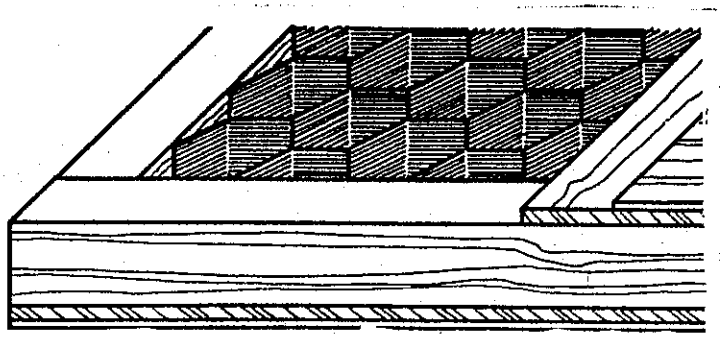


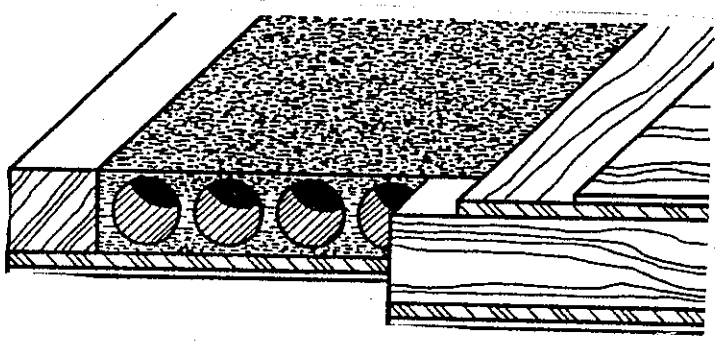
Fuente Biblioteca Atrium de la carpintería

ANEXO 7

Variantes de relleno en puertas prefabricadas





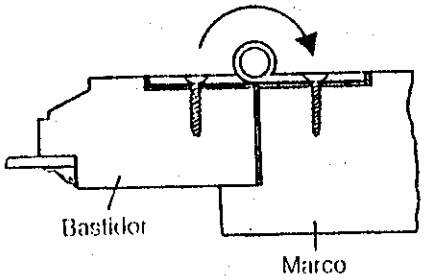


Fuente Puertas prefabricadas

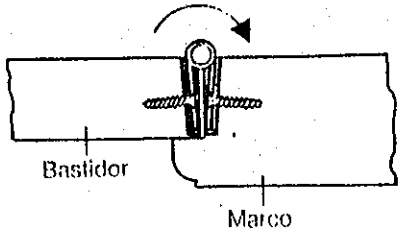
ANEXO 8

Tipos de bisagras según marco bastidor

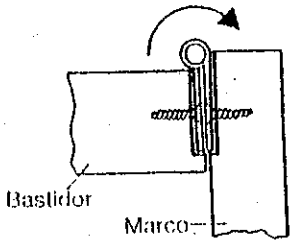
TIPOS DE BISAGRAS SEGÚN EL MARCO Y EL BASTIDOR



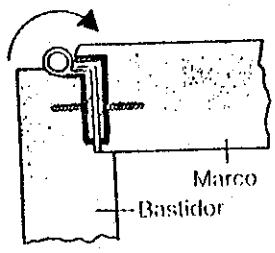
a) Bisagra embutida por la cara



b) Bisagra embutida por el canto



c) Aplicación de la bisagra de tapabocas

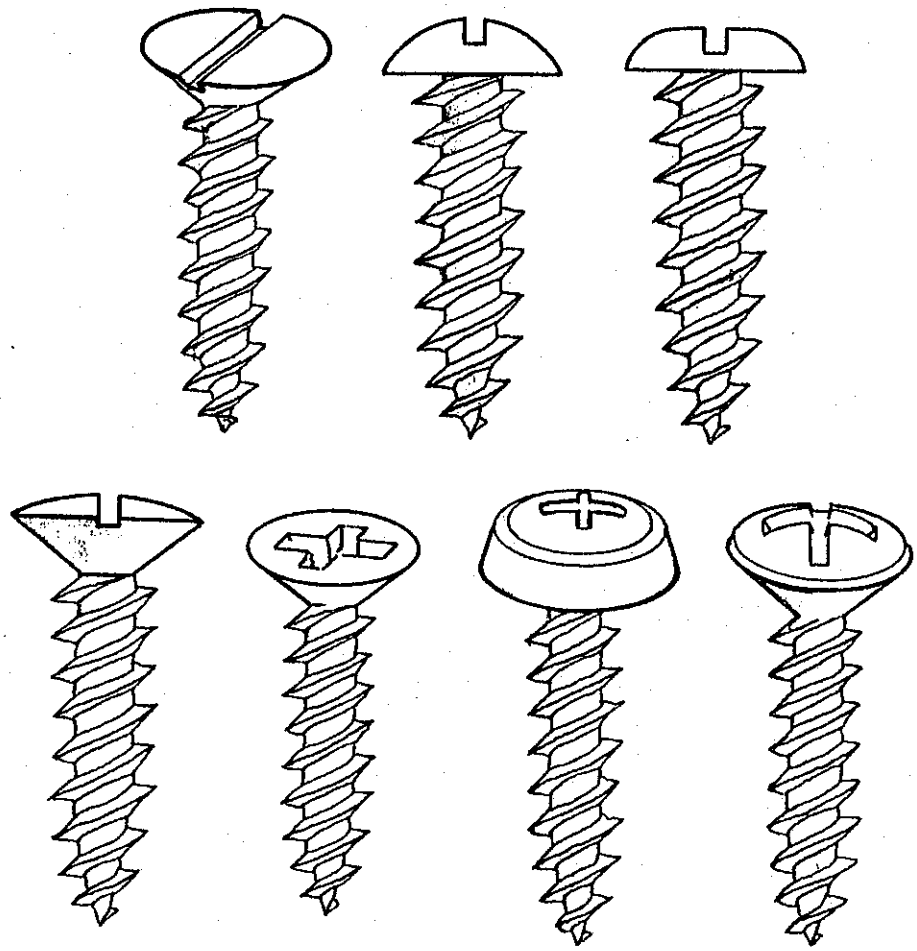


d) Aplicación de una bisagra quebrada

Fuente Puertas prefabricadas

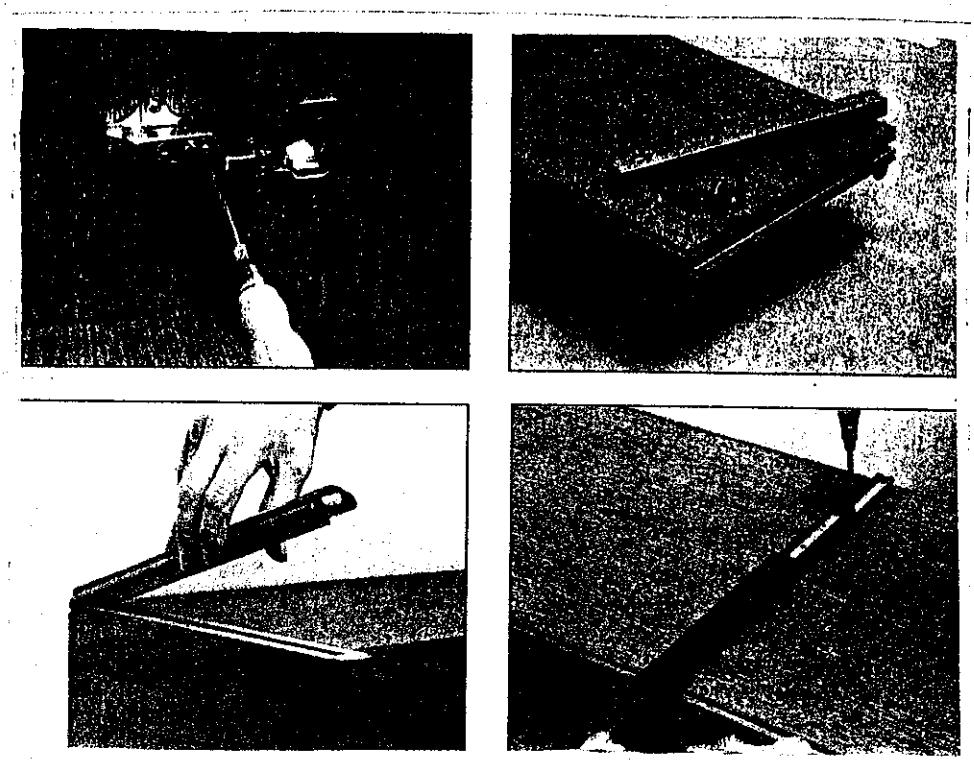
ANEXO 9

Clases de tornillos para tableros aglomerados



ANEXO 10

Instalación de guías metalicas en muebles de aglomerados y contrachapados



Fuente Biblioteca Atrium de la carpintería