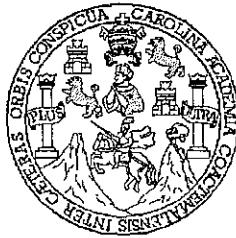


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLAJE DE CLÓSET MODULARES

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR

**MARCO ANTONIO ARANA FIGUEROA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

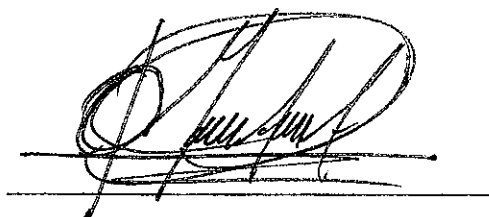
GUATEMALA, MAYO DE 1999

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:

**DISEÑO DE UNA LINEA DE ENSAMBLAJE DE CLÓSET
MODULARES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, con fecha 6 de noviembre de 1997 , No. 21.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marco Antonio Arana Figueroa', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

Marco Antonio Arana Figueroa

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓNIMA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1º.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL 2º.	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL 3º.	Ing. Jorge Benjamin Gutiérrez Quintana
VOCAL 4º.	Br. Dimas Alfredo Carranza Barrera
VOCAL 5º.	Br. José Enrique López Barrios
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR:	Ing. Marta Guisela Gaitan Garavito
EXAMINADOR:	Ing. Fernando José Álvarez Paz
EXAMINADOR:	Ing. José Francisco Gómez Rivera
SECRETARIA:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

Guatemala, 5 de agosto de 1998

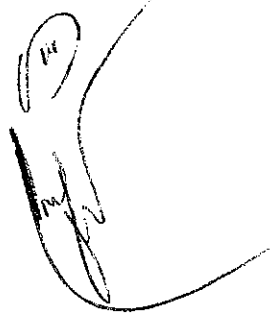
Ing. José Francisco Gómez
Director de Escuela de Mecanica Industrial
Facultad de Ingenieria
Universidad de San Carlos de Guatemala
Pte.

Ingeniero:

En cumplimiento a la resolución emitida por la Dirección de su escuela, procedí a asesorar el trabajo de tesis de graduación del estudiante: Marco Antonio Arana Figueroa, carnet No. 93-12123, titulado "DISEÑO DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLAJE DE CLOSETS MODULARES".

Considero que el trabajo cumple con los requisitos que establece la legislación universitaria, por lo que recomiendo su aprobación e impresión.

Sin otro particular, me suscribo atentamente:



Ing. Oscar David Fernández Sarti
Colegiado No. 3401

Oscar David Fernández Sarti
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No 3401




FACULTAD DE INGENIERIA

El Catedrático Revisor de Tesis 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 de Tesis al trabajo de tesis titulado **TRABAJO DE TESIS DE GRADUACION "DISEÑO DE UNA LINEA DE ENSAMBLAJE DE CLOSETS MODULARES"**, presentado por el estudiante universitario **Marco Antonio ARana Figueroa**, aprueba el presente trabajo y recomienda la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

X Ing. Cecilio Baeza Gamar
Catedrático Revisor de Tesis
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL


Guatemala, febrero de 1999.

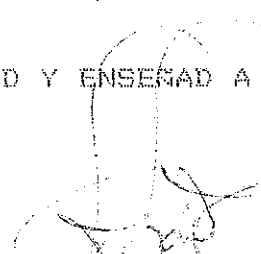
emds

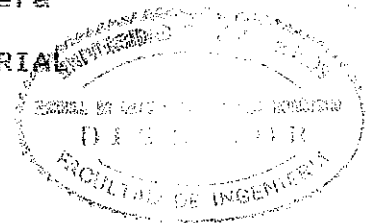


FACULTAD DE INGENIERIA

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 **DISEÑO DE UNA LINEA DE ENSAMBLAJE DE CLOSET MODULARES**, presentado por el estudiante universitario **Marco Antonio Arana Figueroa**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

LIBRO DE INGENIERIA Y ENSEÑANZA A TODOS


Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, mayo de 1999.

ende



FACULTAD DE INGENIERIA

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 **DISEÑO DE UNA LINEA DE ENSAMBLAJE DE CLOSET MODULARES**, presentado por el estudiante universitario Marco Antonio Arana Figueroa, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE

Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, mayo de 1999

ends

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES	v
GLOSARIO	vii
INTRODUCCIÓN	xi
OBJETIVOS	xii
1.0 ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 Marco teórico	1
1.1.1 Historia del producto	1
1.1.2 Formas tradicionales de pedido	5
1.1.3 Formas tradicionales de construcción	6
1.1.4 Productos competidores, sustitutos y complementarios	9
1.1.4.1 Productos competidores	9
1.1.4.2 Productos sustitutos	11
1.1.4.2.1 "Closet maid"	11
1.1.4.2.2 Muebles tipo ármelos usted mismo	14
1.1.4.3 Productos complementarios	15
1.1.4.3.1 Puertas	15
1.1.4.3.2 Accesorios para organización	16
1.1.4.3.3 Aromatizantes y deshumidificadores	18
1.2 Marco conceptual	18
1.2.1 Diseño e introducción de nuevos productos	18
1.2.2 Ingeniería de métodos	21
1.2.2.1 Análisis de tiempos y movimientos	21

1.2.2.2	Ergonomía	26
1.2.2.2.1	Diseño de iluminación	28
1.2.2.2.2	Diseño de ventilación	29
1.2.2.2.3	Manejo y control de ruido	30
1.2.2.2.4	Seguridad e higiene ocupacional	31
2.	ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES DEL PRODUCTO	32
2.1	Diseño del producto	32
2.2	Estrategias para la introducción	33
2.3	Proceso de desarrollo	33
2.3.1	Generación de la idea	33
2.3.2	Selección del producto	33
2.3.3	Diseño preliminar del producto	34
2.4	Desarrollo de la tecnología	34
2.5	Interacción entre el diseño del producto y el diseño del proceso	35
2.6	Diseño modular	37
3.	DISEÑO PROPUESTO	38
3.1	Selección del proceso	38
3.1.1	Característica del flujo del proceso	38
3.1.2	Clasificación del proceso por pedido del cliente	40
3.1.3	Factores a considerar en la selección del proceso	41
3.1.4	Estrategia de producto – proceso	43
3.1.5	Integración vertical	45
3.2	Determinación de espacios disponibles	46
3.2.1	Muestreo de medidas de espacio	46
3.2.2	Determinación de espacios estandar y tolerancias	47
3.3	Determinación de materiales disponibles para construcción	47
3.3.1	Tipo de materiales	47

3.3.2	Ventajas y desventajas	52
3.3.3	Costos y durabilidad	54
3.4	Determinación de materiales para acabados	54
3.4.1	Tipos de materiales	54
3.4.2	Ventajas y desventajas	57
3.4.3	Costos y durabilidad	58
3.5	Materiales auxiliares de ensamblaje	58
3.5.1	Tipos de materiales	58
3.5.2	Ventajas y desventajas	60
3.5.3	Costos y durabilidad	61
3.6	Selección de materiales	61
3.6.1	Construcción	61
3.6.2	Ensamblajes	62
3.6.3	Acabados	62
3.7	Tipos de modelos a fabricar	63
3.8	Especificaciones de cada modelo	65
3.8.1	Modelo A	65
3.8.2	Modelo B	75
3.9	Diseño de las estaciones de trabajo	81
3.9.1	Equipo y herramienta a utilizar	81
3.9.2	Ingeniería de métodos	83
3.9.2.1	Análisis de tiempos y movimientos	83
3.9.2.2	Consideración de factores humanos	85
3.9.2.3	Diagrama de operaciones de construcción	86
3.9.2.4	Análisis de mejoras al proceso	92
3.10	Seguridad e higiene ocupacional	94
3.10.1	Condiciones inseguras	94

3.10.2	Operaciones inseguras	95
3.10.3	Equipo de protección personal	96
3.10.4	Equipo contra incendios	97
3.10.5	Manejo de líquidos	97
3.11	Distribución general de las estaciones de trabajo	98
3.11.1	Distribución propuesta	98
3.11.2	Área necesaria estimada	101
3.12	Condiciones generales de trabajo	101
3.12.1	Iluminación	101
3.12.2	Ventilación	102
3.12.3	Humedad	102
3.12.4	Ruido	103
3.13	Impacto ambiental	103
3.13.1	Manejo de desperdicios	106
4.0	RESULTADOS	108
4.1	Tiempo de fabricación estimado por modelo	108
4.2	Costo por modelo	109
4.3	Proceso de armado	115
4.3.1	Instrucciones de armado	115
4.3.2	Equipo necesario	118
4.4	Tiempo de armado e instalación	118
4.5	Comparación de precios con los productos sustitutos y competidores	119
	CONCLUSIONES	120
	RECOMENDACIONES	121
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	122
	ANEXOS	124

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

NÚMERO	NOMBRE	PÁGINA
1	Silla antigua de estructura rígida	1
2	Mueble antiguo	2
3	Mueble de cajones (gavetero) y buró de trabajo	3
4	Amueblado de comedor y aparadores	4
5	Estructuras metálicas Closet Maid de Clarion Industrial	11
6	Diversos ensamblajes y usos del Closet Maid	12
7	Walk-in clóset	13
8	Accesorios utilizados en clóset	16
9	Zapatera para clóset	17
10	Matriz producto-proceso	44
11	Especificación de estructura interna modelo A	65
12	Especificaciones del entrepaño y cargador	66
13	Cargador de entrepaño	67
14	Valijero y cargadores	69
15	Valijero y cargadores ensamblados.	70
16	Cargador de tubo colgador.	71
17	Estructura interna de las puertas corredizas	72
18	Moldura	74
19	Especificaciones modelo B	75

NÚMERO	NOMBRE	PÁGINA
20	Especificaciones del valijero modelo B	76
21	Módulo de valijero ensamblado	77
22	Estructura interna de las puertas corredizas modelo B	78
23	Marco puertas abatibles del valijero	79
24	Especificaciones estructura interna puertas abatibles	80
25	Puertas abatibles y corredizas del modelo B ensambladas	81
26	Diagrama de flujo del proceso	88
27	Continuación diagrama de flujo del proceso	89
28	Continuación diagrama de flujo del proceso	90
29	Continuación diagrama de flujo del proceso	91
30	Plano de distribución propuesta	99
31	Continuación plano de distribución propuesta	100
32	Barreno o taladro eléctrico.	124
33	Sierra circular	125
34	Router	126
35	Diversas fresas y molduras que cada una fabrica	126

GLOSARIO

Acetato de polivinilo	Compuesto orgánico del grupo de los ésteres, sirve de base para una gran variedad de sustancias, como los selladores y barnices empleados en madera.
Abatible	Se dice de una puerta que se abre, halándola hacia afuera o empujándola hacia adentro, y es sostenida en uno de sus extremos por bisagras.
Aglomerado revestido	Durpanel o tablex cuyas caras están recubiertas con algún material como melamina, fórmica, etc.
Barreno	Herramienta eléctrica utilizada para la perforación de agujeros en diversos materiales.
Broca	Pieza metálica de grosor y rosca variable, que se adapta a un barreno y sirve para perforar agujeros en diferentes materiales.
Cartón piedra	Láminas decorativas fabricadas a partir de cartón de alta densidad unido con pegamento a presión.
Cepillo	Herramienta manual utilizada para desgastar superficies de madera.

Corrediza	Dícese de una puerta que para ser abierta debe deslizarse sobre rieles colocados en sus extremos superior e inferior.
Destornillador philips	Herramienta para colocar y retirar tornillos con ranura en forma de cruz, puede ser manual o eléctrico.
Durpanel	Material compuesto, similar al tablex, pero formado de partículas más grandes.
Entrepaño	Plano que se utiliza en los clóset a manera de estante para colocar objetos.
Explotación de bosques sostenible	Es decir que no altera el equilibrio de reposición de número de árboles talados vs. árboles plantados.
Fresa para router	Pieza de acero, afilada con distintas formas, que al ser adaptada al router da forma a los diferentes perfiles en los bordes de la madera

Hule de neopreno	El neopreno es un polímero, es decir una macromolécula, desarrollado en 1932, fue el primer caucho o hule sintético. Se usa en arandelas, tuberías y otros artículos (Química Orgánica, R. Fessenden, University of Montana, Grupo Editorial Iberoamericana, 2a edición 1983).
Lesiones posturales	Lesiones provocadas por permanecer en una misma posición por largos periodos de tiempo.
Moldura	Pieza de madera cuyos bordes han sido perfilados utilizando una fresa y un router.
Plywood	Material compuesto que consiste en láminas formadas o hechas uniendo varios pliegos de madera de muy bajo grosor.
Router	Máquina de alta velocidad utilizada para tallar bordes de madera a través de la utilización de la fresa.
Sierra circular	Máquina utilizada para cortar madera consistente en un disco dentado que hace las veces de cuchillas.

Therblig:

Elemento de la división básica de un trabajo o tarea, el concepto de therblig fué establecido por los esposos Gilberth. Nombre con que se conoce a cada uno de los movimientos básicos que puede realizar el ser humano, por ejemplo tomar, mover, colocar, buscar, etc.

Tiempo sintético:

Tiempos estándares establecidos en base al tiempo de ejecución de movimientos básicos (therbligs).

Valor agregado

Se dice que una operación añade valor agregado al insumo que ingresa al inicio de la misma cuando la modificación que sufre durante tal operación es imprescindible para la siguiente actividad dentro de la línea de producción o bien cuando lo que se obtiene es un producto final.

Wipe

Material fibroso a manera de esponja para múltiples usos industriales .

INTRODUCCIÓN

Los conceptos de ingeniería industrial se aplican a la construcción de clóset modulares; se propone cómo lograr mejoras a su proceso, efectuado en forma artesanal en el medio comercial guatemalteco.

Se presenta primero una reseña de la manufactura del mueble, luego cita el origen de los clóset; se hace mención de las técnicas, materiales, metodologías de diseño y construcción empleadas.

A través de distintos análisis se establece cómo la modularidad en la fabricación de clóset, facilita la creación de productos adaptados a las necesidades del cliente, con una variación mínima en el proceso de producción, contribuyendo a la reducción de costos.

OBJETIVOS

GENERAL

- Diseñar la sistematización en el proceso de construcción y ensamblaje de clóset modulares en madera con capacidad de adaptación a variaciones en espacio de instalación.

ESPECIFICOS:

- Realizar el proceso de diseño de dos modelos de prueba.
- Analizar la disponibilidad de materias primas necesarias, y seleccionarlas.
- Establecer los procedimientos y tiempos de fabricación y ensamblaje de cada una de las partes y de los modelos en general.
- Establecer la maquinaria necesaria para la realización del proceso.
- Analizar el manejo de desperdicios, enfocado al desarrollo de subproductos.
- Establecer costos aproximados de fabricación de cada modelo.

1.0 ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Marco teórico

1.1.1 Historia del producto

Los muebles tienen una historia tan antigua como la sociedad civilizada, fabricados en la antigüedad para gente acaudalada, eran signo de riqueza, buen gusto y poder.

La clase de muebles en la antigüedad se limitaba a las clásicas sillas rígidas sin respaldo ni brazos, banquillo simple, silla de tijera, silla con asiento y respaldo, taburetes, etc., todos, destinados a brindar comodidad en la estancia dentro de las habitaciones. Un ejemplo de sillas rígidas se puede observar en la figura a continuación.

Figura 1 Silla antigua de estructura rígida



Los muebles destinados al almacenamiento de bienes como los cofres, alacenas, guardarropa, gaveteros, etc., demoraron aún más su aparición.

Hacia el siglo XII, aparecen los primeros cofres de madera, de una construcción bastante rústica, en madera de roble, que en esa época era bastante fácil de obtener.

Hacia el siglo XIV se dan las primeras apariciones de muebles con sólidos marcos de madera, hábilmente unidos, encerrando en ellos paneles de madera más delgados, siempre acompañados del característico tallado con figuras simétricas.

Figura 2 Mueble antiguo con paneles interiores y labrados en las puertas



Luego en el siglo XV, aparecen en Francia los predecesores de los clóset, éstos eran utilizados para guardar dentro de ellos, las armas dentro de los castillos. Eran adornados bellamente con tallados a mano. Para este siglo, los ebanistas habían logrado combinar maderas como el nogal y el roble en un solo mueble para embellecer su apariencia.

Al mismo tiempo en Inglaterra, en el siglo XV, prosperan los artesanos, perfeccionando cada vez más sus técnicas para la construcción de dichos muebles.

Figura 3 Mueble de cajones (gavetero) y buró de trabajo



Hacia el siglo XVII, los armarios se construían con maderas exóticas; adornados con incrustaciones de marfil, nácar y concha, tapizados con terciopelo, dignos de la realeza que los poseía.

El uso de muebles estaba limitado en la antigüedad a los nobles, pues el pueblo no tenía los recursos necesarios para construirlos, además de no contar con un patrón o modelo sobre el cual copiarlos y/o modificarlos para adecuarlos a sus necesidades. Los primeros muebles que se dieron, surgieron del contacto de los sirvientes con estas piezas al laborar dentro de los castillos y llevar las ideas de su forma a los artesanos para que los construyeran.

Poco a poco, los muebles se convirtieron en una necesidad para mayor número de personas y la artesanía fue cobrando importancia, volviéndose cada vez más populares. La necesidad de construirlos en forma más rápida y en mayor cantidad, fue obligando a los artesanos a reducir la cantidad de labrado y embellecimiento al mínimo, y a adoptar técnicas de construcción que permitieran elevar la cantidad de unidades producidas, reduciendo la complejidad y tiempo de producción de las mismas.

A principios del siglo XIX, se comenzó a perfeccionar las técnicas de construcción, a través de la utilización de medios mecánicos, lográndose la producción de muebles en serie.

Figura 4 Amueblado de comedor y aparadores



Los armarios y roperos se volvieron más populares, llegando a convertirse en muebles comunes en todas las viviendas.

Con el paso del tiempo, las maderas preciosas sufrieron incrementos en sus costos, por lo que su utilización se fue limitando para poder hacer el costo del mueble terminado, accesible a la mayoría de la población, sin exceptuarse por ello los trabajos especiales que eran fabricados para quienes podían costearlos.

El clóset nació como una solución a la optimización del espacio y materiales utilizados en la construcción de muebles, con relación a su capacidad de almacenamiento, ya que estos utilizan estructuras como las paredes de las casas, para apoyar su estructura interna y externa, aumentando su relación beneficio-costos. (Adaptado de Nueva Enciclopedia Temática Tomo VI, Mexico: Editorial Cumbre, 1979, p166-190)

1.1.2 Formas tradicionales de pedido

Se han realizado adelantos en la forma de colocación de pedidos, ya que la publicidad en los medios de comunicación ha logrado llevar el trabajo artesanal, a una gran cantidad de personas, pues en medios como la prensa escrita, revistas, vallas publicitarias y hasta en Internet, es posible encontrar información referente a compañías que diseñan y fabrican clóset.

En Guatemala, existen bastantes industrias dedicadas a la fabricación de artículos en madera, incluyendo entre ellos los clóset, pero debido a las características de este mueble, la forma en que se colocan los pedidos conservan características básicas, como la interacción con el carpintero, desde contactarlo, esperar su llegada al lugar de instalación futura del mueble, realizar la negociación, elegir materiales, acabados, etc.

Recientemente, la industria ha comenzado a girar este concepto, enfocándolo en la venta de muebles de dimensiones específicas, en el cual el cliente lleva las medidas del espacio donde debe colocar el clóset y si hay alguno que se adapte a estas dimensiones, lo puede adquirir; aunque esto se está aplicando más a los clientes que construyen sus propias habitaciones, pues debe dejarse el espacio necesario y exacto para la instalación del mueble.

El cliente no posee en el mercado muchas opciones para variar la forma de colocar sus pedidos para dichos muebles.

En síntesis, la forma tradicional de ordenar los clóset ha sido por medio de pedido del cliente, respondiendo a los requerimientos específicos del mismo, sin crear inventario del producto; es decir, manejando cada pedido en forma única.

1.1.3 Formas tradicionales de construcción

Al igual que el tipo de pedido, el tipo de construcción no ha variado en gran cuantía a lo largo del tiempo. Se sigue considerando cada clóset como un proyecto, objeto único con sus características y especificaciones, diseñado y construido al gusto y capacidad de pago del cliente.

A la fecha, el carpintero debe tomar todas las medidas, diseñar y construir a la medida cada clóset que le solicitan, para lo cual cotiza independientemente y sin poder combinar piezas de un clóset y de otro, pues muchas veces aunque sean productos del mismo cliente, los espacios varían y no es posible intercambiarlos; es decir, son construidos individualmente, cada uno con sus características y especificaciones.

Se acostumbraba utilizar maderas preciosas como el cedro, la caoba o el palo blanco, tanto para las partes exteriores del mueble, como para su estructura. Esto se hacía, debido a las características físicas de dichas maderas, de resistir la polilla, lo que no sucedía con el pino o el ciprés. La construcción de las puertas, solían ser en su mayoría tableros y/o con rejillas, completas o combinadas. En su mayoría utilizaban tarugos hechos de madera para fijarlos a las paredes y clavos para unir las piezas que lo formaban.

Antes de que los rieles que cargan las puertas corredizas se popularizaran, eran construidos con puertas abatibles, fijadas por bisagras.

Estos diseños antiguos de clóset se caracterizan por la robustez de las piezas de su estructura, un claro ejemplo del bajo costo de la madera, al no escatimar volumen de madera para la reducción de costos.

Para los acabados se acostumbraba: tinte, si el cliente lo deseaba y en el color de su elección, y barniz aplicado a mano con wipe, también llamado barniz de muñeca.

El carpintero debía comprar todas las piezas de madera a utilizar, según el diseño elegido por el cliente y las dimensiones a ocupar por el clóset, trabajando en su taller las piezas grandes como las puertas, con todos sus ensambles, de la medida específica, y tenía que trasladarse al lugar de la instalación del mueble, para cortar y unir las piezas que forman la estructura, cortar los entrepaños, unirlos y ajustarlos.

Si el cliente deseaba agregar luego de terminado el trabajo algún accesorio al clóset, debía realizar nuevamente el mismo proceso de colocación de pedido, con el inconveniente de que por la remuneración que el carpintero obtendría como ganancia, muchas veces no aceptara realizar el trabajo, sumado a que dependiendo que, según los accesorios que deseara colocar el cliente, se requería de muchas horas-hombre para poder adaptarlos para que se integraran perfectamente al mueble.

Con el paso del tiempo, los materiales han sufrido cambio; las maderas preciosas que antaño se utilizaban, han cedido el paso a los materiales procesados como el plywood, tablex, durpanel, cartón piedra, etc.

Aun así, no es posible adquirir un clóset que se pueda acoplar a un rango de dimensiones que sea construido completamente de madera pura y/o procesada y que pueda contener diversos accesorios comprados por separados que se puedan acoplar al mismo.

Recientemente, la tendencia ha girado a publicitar los clóset de dimensiones específicas.

El diseño y acabados del clóset, dependen enteramente del gusto del cliente y de la capacidad del carpintero para satisfacerlo, pues aunque existen muchos productos para lograr óptimos resultados en cuanto a acabados, la capacidad de la persona que los utiliza, restringe sus resultados.

Por todo lo anterior, la forma tradicional de construcción ha sido por proyecto. Cada mueble único con su diseño y especificaciones.

1.1.4 Productos competidores, sustitutos y complementarios

Existen, en nuestro medio, muchos productos que por sus características de aplicación, se encuentran en la categoría de productos competidores, sustitutos o complementarios.

1.1.4.1 Productos competidores

En Guatemala, existen varias compañías que se dedican a la fabricación de clóset en madera. Se pueden diferenciar tres divisiones entre ellas:

- a) aquellas que fabrican utilizando madera de cedro y caoba,
- b) aquellas que utilizan madera de ciprés y/o pino tratado en combinación con materiales procesados como plywood, tablex, cartón piedra, y
- c) aquellas que utilizan combinación de metales y maderas.

Se debe tomar en cuenta además, el trabajo realizado por los carpinteros, que en forma artesanal, producen dichos muebles, en su mayoría utilizando combinación de madera puras y procesadas.

Cada una de las categorías anteriores de construcción, tienen un segmento de mercado bien definido, pues existen grandes diferencias en los costos y acabados, así como en los diseños y durabilidad de los mismos.

Los tiempos de entrega también varían, pues los carpinteros se toman más tiempo para la realización del trabajo, por no poseer un inventario de materia prima que les permita empezar de forma inmediata la construcción, una vez hecha la negociación con el cliente, ya que los materiales deben ser comprados, la madera debe secarse y prepararse según el trabajo a realizar. Después están las compañías que fabrican los clóset en maderas de cedro y caoba, ya que por los altos costos de dichas maderas sus inventarios son limitados, aunado al hecho del tiempo que se toman para realizar una perfecta preparación de la madera para lograr acabados óptimos.

Por último, aquellas empresas que utilizan combinación de maderas puras, procesadas y metales, son las que poseen el menor tiempo de entrega, una de las razones determinantes en las necesidades del cliente.

Los productos conservan siempre la característica de la baja capacidad de modificación, mejora y/o ampliación, pues cumplen con dimensiones y diseños específicos, difíciles de modificar una vez construidos.

No poseen capacidad de adicionar complementos a los clóset terminados pues no cuentan con línea de accesorios y/o complementos para los mismos.

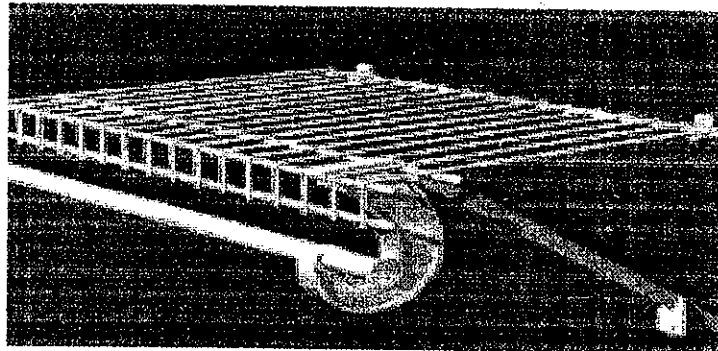
1.1.4.2 Productos sustitutos

1.1.4.2.1 "Closet maid"

En 1985 la compañía Clarion International, líder en la optimización de los espacios para almacenaje, lanza al mercado un novedoso producto, las rejillas de acero recubiertas de vinilo, estructuras metálicas en forma de reja o parrilla con revestimiento de polivinilo, con toda su línea de accesorios para ensamblaje en paredes. Estas rejillas es posible instalarlas como repisas en una pared, o como una serie de entrepaños a lo largo del espacio que ocupa el clóset, formando su estructura o esqueleto. Tiene la capacidad de adecuarse a un rango de medidas, pues es posible cortar las rejillas para que puedan ser instaladas en lugares más pequeños de la longitud total que poseen. (Referencia 2)

En la figura siguiente es posible apreciar la forma característica de éstas rejillas.

Figura 5 Estructuras metálicas "Closet Maid" de Clarion Industrial

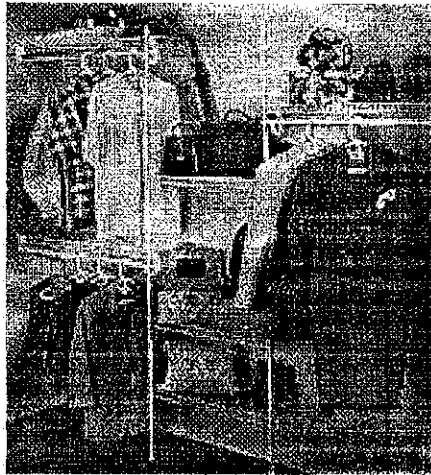


Fuente: Clarion Industrial

Para construir un clóset, se utilizan un conjunto de estas rejillas, instalándolas a manera de entrepaños en el espacio a ocupar por el clóset. Estas estructuras son más conocidas en nuestro medio como "Closet Maid", y poseen la particularidad de poder ser ensamblados por el cliente, por lo sencillo de la operación.

Poseen además la ventaja de poder ser modificados con relativa facilidad, se pueden adicionar piezas; no sucede lo mismo si se retiran y/o corrige su posición, pues las piezas de soporte que sostienen la estructura a la pared, por lo general se rompen al intentar sacarlas del orificio donde fueron colocadas.

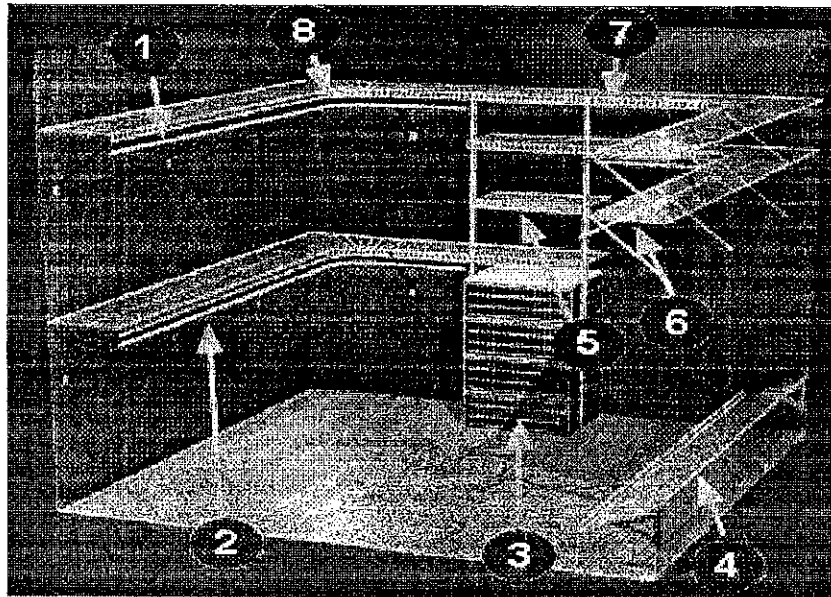
Figura 6 Diversos ensamblajes y usos del Clóset Maid



Fuente: Clarion Industrial

Los hay de dos tipos, los clóset de instalación normal, como comúnmente se conocen en nuestro medio, y los clóset para instalación de walk-in Clóset, el cual consiste en una habitación, destinada a servir de clóset. (ver figura 7)

Figura 7 Walk-in Clóset



Fuente: Clarion Industrial

La compañía fabricante de las rejillas y accesorios Clóset Maid, no fabrica puertas para los mismos. En nuestro medio, lo que se ha ideado para resolver este problema es instalar puertas plegadizas de pvc, en el color y diseño que el cliente prefiera.

Entre los principales inconvenientes que presenta el diseño de estos clóset están:

- a) poca profundidad del entrepaño.
- b) La estructura de rejilla impide la colocación de objetos de dimensiones pequeñas sobre ellas, pues estos se caen entre los espacios del enrejado.
- c) La capacidad de almacenamiento es relativamente baja, en comparación al espacio ocupado, así como también la capacidad de carga es limitada.
- d) El vinilo que recubre el enrejado, es susceptible de daño, roturas y deterioro con el simple roce de las serchas.
- e) El costo es relativamente alto en comparación a una estructura de madera con capacidad de carga y almacenamiento superiores.
- f) Las puertas deben cotizarse con proveedor separado, y ha de buscarse quién las instale.

1.1.4.2.2 Muebles tipo "ármelos usted mismo"

Existen además otro tipo de clóset, contruidos en tablex con revestimiento de vinilo en color imitación madera, los cuales poseen puertas. Son relativamente pequeños, aproximadamente 1.30 mts X 1.90 mts, los cuales poseen un área en su mayoría para colgar y un par de entrepaños para colocar ropa doblada.

Estos clóset tienen la ventaja de incluir puertas en su estructura, pero el inconveniente de su alto costo, aproximadamente Q1300.00, con una baja capacidad de almacenamiento y carga .

Asimismo, la durabilidad del revestimiento del tablex es bastante baja, deteriorándose con facilidad ante cualquier maltrato que reciba el mueble. No posee una estructura en madera rígida que le ayude a soportar todos los esfuerzos al material principal (tablex), por lo que este tiende a ceder y el mueble se afloja y desajusta con facilidad.

1.1.4.3 Productos complementarios

1.1.4.3.1 Puertas

Existen compañías que se dedican a la fabricación y/o instalación de puertas para clóset, ya que muchas personas tienden a la compra de "Closet maid".

En el mercado se encuentran con mayor frecuencia dos tipos de puertas: corredizas y plegadizas. Las corredizas, en su mayoría fabricadas en materiales compuestos (durpanel, tablex, cartón piedra) y las plegadizas, fabricadas de P.V.C., con decorados en relieve y acabados en imitación madera.

Además es posible encontrar puertas de rejillas, fabricadas en maderas puras, cuya instalación es abatible.

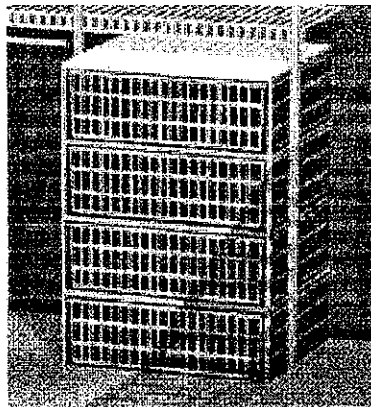
Cualquier otro diseño de puerta, se trabaja como un pedido especial del cliente. Sus costos varían entre los Q800.00 y los Q950.00.

1.1.4.3.2 Accesorios para organización

La mayor parte de productos complementarios para clóset se concentra en esta categoría, fabricados en su mayoría en plástico y en metal revestido con vinilo. Consisten en gavetas, canastas, o cajas plásticas con tapadera que facilitan la organización de los objetos dentro de los entrepaños de los clóset, así como mini entrepaños con patas que subdividen a lo alto los espacios dentro de los clóset.

En la figura siguiente, se puede observar un conjunto de gavetas fabricadas en metal revestido con vinilo.

Figura 8 Accesorios utilizados en clóset improvisados con rejillas metálicas

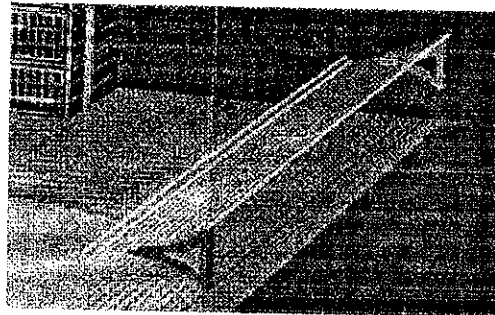


Fuente: Clarion Industrial

Este tipo de gavetas son para instalación en la parte baja del Clóset, sobre el piso del mismo. El número y dimensiones de las mismas es opcional y depende del espacio disponible. Cuenta, además, con cuelga corbatas y cuelga cinturones, de mucha utilidad para conservar el orden.

Por último tenemos las zapateras que, por lo general, se instalan fuera del área del clóset, para permitir la ventilación del calzado. Estas se fabrican con plástico, para instalación externa y las metálicas con revestimiento de vinilo para anclaje en la pared, generalmente instaladas dentro del Clóset, como se puede apreciar en la figura siguiente.

Figura 9 Zapatera para clóset



Fuente: Clarion Industrial

1.1.4.3.3 Aromatizantes y deshumidificadores

Existe una gama completa de productos para aromatizar el interior de habitaciones baños, automóviles, etc. y que también son utilizados dentro de los clóset, especialmente en las áreas donde se instalan las zapateras. Estos ayudan a eliminar los olores que por falta de ventilación o por tiempo de almacenaje dentro de los clóset, los objetos puedan adquirir.

Existen, además, lámparas que cumplen la función de deshumidificadores, eliminando la humedad que pueda existir dentro de los clóset, a través de la evaporación por calor, ayudando a prevenir y eliminar el moho que pueda formarse dentro de los mismos.

1.2 Marco conceptual

1.2.1 Diseño e introducción de nuevos productos

El proceso de diseño e introducción de nuevos productos, conlleva varias etapas, la primera de ellas, la estrategia para la introducción, la cual se puede enfocar de cualquiera de las tres maneras siguientes:

- a) Como impulso de mercado: en la cual, la fabricación de un producto se enfoca en características de lo que se puede vender según las necesidades del mercado.

- b) Impulso de tecnología: la fabricación de un producto se basa en la tecnología disponible para su diseño y manufactura, por lo que se debe encontrar un mercado para el mismo.

- c) **Interfuncional:** es un equilibrio entre la tecnología disponible y las necesidades del mercado, para fabricar un producto que utilice al máximo ambos recursos.

Por otra parte, el proceso de diseño y/o desarrollo de nuevos productos, se integra fundamentalmente por las siguientes etapas:

- a) **Generación de la idea:** puede ser originada en las necesidades presentes y/o futuras del mercado, detección de necesidades, lluvia de ideas, aprovechamiento de recursos de producción, etc.
- b) **Selección del producto:** esta selección se realiza en base al desempeño del producto en tres áreas fundamentales:
 - 1) **El potencial del mercado:** es decir que el producto posea pronósticos de ventas aceptables.
 - 2) **Factibilidad financiera:** que sea posible fabricar el producto a un costo razonable, y que el mercado acepte el precio con un margen de ganancias aceptable.
 - 3) **Compatibilidad con operaciones:** el producto debe poseer características de producción que puedan ser integrados a los procesos actuales que la planta posea, o que al menos sea factible integrarlos, tanto desde el punto de vista de operaciones comunes a realizar como capacidad de inversión para integrarlos.

Como resultado de esta etapa, se definirá el esqueleto del producto, es decir, las características básicas con que debe cumplir.

- c) **Diseño preliminar:** está íntimamente relacionado con el desarrollo del mejor producto, seleccionado en la etapa anterior. Aquí se especifica por completo el producto tratando que cumpla con las características esperadas y que sea competitivo en el mercado.
- d) **Construcción del prototipo:** se construye uno o varios modelos a escala, de no poderse construir en tamaño real, en los que se ensayará y probará todas las características que se definieron como requisito a cumplir.
- e) **Pruebas:** buscan establecer el cumplimiento de las especificaciones y características en los prototipos, evaluando el desempeño técnico y comercial del producto. El desempeño comercial, cuando las características del producto lo permiten, es posible evaluarlas, construyendo varios prototipos y remitiéndolos a los futuros clientes para obtener información cuantitativa sobre la aceptación del mismo.
- f) **Diseño definitivo del producto:** esta parte del proceso incorpora todos los cambios que como resultado de las pruebas el producto pueda tener, se establecen las especificaciones definitivas y de ser necesario se somete a pruebas posteriores para evaluar las mejoras desarrolladas. Además, se concentra toda la información, estableciendo la factibilidad de producción y venta del producto, así como establecimiento de niveles de calidad, pruebas de rendimiento del producto, etc. (Adaptado de Schoeder, Administración de operaciones, 1992).

1.2.2 Ingeniería de métodos

1.2.2.1 Análisis de tiempos y movimientos

En el diseño de procesos, el análisis de tiempos y movimientos que integran cada una de las operaciones dentro del mismo, resulta de vital importancia en la optimización de los recursos existentes.

Los esposos Gilberth fueron los primeros en analizar la forma de economizar movimientos en los procesos repetitivos que integran toda operación, creando el concepto de la división básica del trabajo en elementos y perfeccionados por otros investigadores.

No todos estos principios son aplicables a todo trabajo, y algunos sólo tienen aplicación por medio del estudio de micromovimientos. Sin embargo, los que se aplican al estudio visual de los movimientos, así como los aplicables en la técnica de micromovimientos, y que deben tenerse en cuenta en la mayoría de los casos, pueden clasificarse en tres subdivisiones principales, atendiendo:

- 1) al uso del cuerpo humano,
- 2) a la disposición y condiciones en el lugar de trabajo y
- 3) al diseño de las herramientas y equipo.

El analista de métodos debe estar familiarizado con los principios visuales de la economía de movimientos, de modo que pueda detectar las diferencias o fallas del método seguido, con una rápida inspección del sitio de trabajo y de las operaciones.

Estos principios fundamentales son los siguientes, según su clasificación indicada:

A. Relativos al uso del cuerpo humano:

1. Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas de trabajo, y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los períodos de descanso.
2. Los movimientos de las manos deben ser simétricos y efectuarse simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercándose éste.
3. Siempre que sea posible debe aprovecharse el impulso o ímpetu físico como ayuda al obrero, y reducirse a un mínimo cuando deba ser contrarrestado mediante su esfuerzo muscular.
4. Son preferibles los movimientos continuos en línea curva en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.
5. Debe emplearse el menor número de elementos o "therbligs", y éstos se deben limitar a los del más bajo orden o clasificación posible. Estas clasificaciones, listadas en orden ascendente del tiempo y el esfuerzo requeridos para llevarlas a cabo son:

a. Movimientos de dedos: el de los dedos es el más rápido de las cinco clases de movimientos y es fácilmente reconocible, pues se hace accionando el dedo, o los dedos, mientras el resto del brazo permanece prácticamente inmóvil. Poner una tuerca en un tornillo, oprimir las teclas de la máquina de escribir y tomar una pieza pequeña son movimientos típicos de los dedos.

- b. **Movimientos de dedos y muñeca:** estos se hacen mientras el antebrazo y el brazo permanecen estáticos. Generalmente, tales movimientos de los dedos y muñeca llevan más tiempo que los ejecutados sólo con los dedos. Movimientos típicos de los dedos y la muñeca se presentan al colocar una pieza en una plantilla o dispositivo de sujeción, o cuando se ensamblan dos piezas embonantes. Los therbligs alcanzar y mover no pueden ser efectuados por movimientos de esta segunda clase a menos que las distancias a recorrer sean muy cortas.
- c. **Movimientos de dedos, muñeca y antebrazo:** suelen llamarse movimientos de antebrazo y son los que realiza la extremidad superior por debajo del codo mientras que el brazo propiamente dicho permanece inmóvil. Este movimiento suele conceptualizarse como muy eficiente, ya que el antebrazo posee fuerte musculatura y, por ende, se fatiga menos. El tiempo necesario para ejecutar movimientos de antebrazo depende de la distancia a recorrer y de la magnitud de la resistencia a vencer durante el movimiento.
- d. **Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo y brazo:** conocidos comúnmente como movimientos de "hombros" o de "cuarta clase", se emplean probablemente más que cualquier otra clase de movimientos. Esta clase de movimientos toma mayor tiempo, en una distancia dada, que las otras tres clases que acabamos de describir. Se emplean movimientos de hombro para ejecutar "therbligs" de transporte de piezas que sólo pueden alcanzarse extendiendo el brazo.

- e. Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo, brazo y todo el cuerpo** son llamados movimientos de la quinta clase y, requieren más tiempo en su ejecución. El movimiento del cuerpo comprende el del tobillo, la rodilla, la cadera y todo el tronco.

Nótese que los movimientos de primera clase requieren el menor tiempo y el menor esfuerzo, mientras que los de quinta clase se consideran los menos eficientes.

6. Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos. Hay que reconocer, sin embargo, que los movimientos simultáneos de pies y manos son difíciles de realizar.
7. Los dedos cordial y pulgar son los más fuertes para el trabajo. El índice, el anular y el meñique no pueden soportar o manejar cargas considerables por largo tiempo.
8. Los pies no pueden accionar pedales eficientemente cuando el operario está de pie.
9. Los movimientos de torsión deben realizarse con los codos flexionados.
10. Para asir herramienta deben emplearse las falanges, o segmentos de los dedos, más cercanos a la palma de la mano.

B. Disposición y condiciones en el sitio de trabajo

1. Deben destinarse sitios fijos para toda herramienta y todo material, para permitir la mejor secuencia de operaciones y eliminar o reducir los therbligs buscar y seleccionar.
2. Hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída o deslizamiento para reducir los tiempos de alcanzar y mover; asimismo, conviene disponer de expulsores, siempre que sea posible, para retirar automáticamente las piezas acabadas.
3. Todos los materiales y herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical.
4. Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario, en el que sea posible tener la altura apropiada para que el trabajo pueda llevarse a cabo eficientemente, alternando las posiciones sentado y de pie.
5. Se debe contar con iluminación, ventilación y temperatura adecuadas.
6. Debe tenerse en consideración los requisitos visuales de la estación de trabajo, para reducir al mínimo las exigencias de fijación de la vista.
7. Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación, y el trabajo debe organizarse de manera que permita obtener un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.

C. Diseño de las herramientas y el equipo:

1. Deben efectuarse, siempre que sea posible, operaciones múltiples de las herramientas combinando dos o más de ellas en una sola, o bien disponiendo de operación múltiple en los dispositivos alimentadores, si fuera el caso.
2. Todas las palancas, manijas y otros elementos de manejo deben estar fácilmente accesibles al operario, y deben diseñarse de manera que proporcionen la mayor ventaja mecánica posible y que pueda utilizarse el conjunto muscular más fuerte.
3. Las piezas en trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción.
4. Debe investigarse siempre la posibilidad de utilizar herramientas mecanizadas (eléctricas o de otro tipo) o semiautomáticas, como aprietatuercas y destornilladores motorizados y llaves de tuercas de velocidad, etc.

1.2.2.2 Ergonomía

Estudio multidisciplinario del trabajo humano, con el objetivo de descubrir y analizar las leyes que aseguran su funcionamiento, optimizando el costo fisiológico de realizar una operación. También puede decirse que ergonomía es la tecnología de la relación hombre-trabajo.

El término ergonomía se le atribuye a K.F. Murrell, que en 1949 creó el concepto en Inglaterra, surgió de la evolución de la tecnología del trabajo y la automatización, con el propósito de atender y prevenir los problemas que dichos factores planteaban, como lesiones posturales, microtraumatismos, estrés, depresión, enfermedades psicosomáticas. etc.

Su estudio abarca las técnicas de:

- a) Análisis de operaciones,
- b) Estudio de movimientos y
- c) Estudio de micromovimientos

las cuales comprenden el mejoramiento de las estaciones de trabajo.

Los objetivos principales de estas técnicas son:

1. Optimizar el trabajo físico.
2. Minimizar el tiempo requerido para ejecutar las tareas o labores.
3. Maximizar la calidad del producto por unidad monetaria de costo.
4. Maximizar el bienestar del trabajador desde el punto de vista de la retribución, la seguridad en el trabajo, la salud y la comodidad.
5. Maximizar las utilidades del negocio o empresa.

Las anteriores tres técnicas, que posibilitan a proponer mejoras a una estación de trabajo, se fundamentan principalmente en:

- a) Las leyes del movimiento de la mecánica (Leyes de Newton).
- b) La biomecánica del cuerpo humano y las limitaciones fisiobiológicas de los trabajadores.
- c) Metodologías de optimización. (Adaptado de Niebel, Ingeniería Industrial, 1996.)

1.2.2.2.1 Diseño de iluminación

La realización eficiente de casi toda labor o tarea, depende en cierto grado de tener la visión adecuada. Un alumbrado eficaz es muy importante para cualquier trabajador.

Los criterios principales aplicables al ambiente visual son la cantidad de luz o iluminación, el contraste entre los alrededores inmediatos, la tarea específica a ejecutar, y la existencia o ausencia de iluminación.

La iluminación de plantas industriales es por lo general de uno de los tres tipos siguientes:

- a) **Iluminación general:** incluye fuentes de luz colocadas a tres metros o más por encima del piso. La luz que produzcan debe ser tan uniforme como resulte práctico, de tal manera que cualquier lugar del cuarto de trabajo esté tan iluminado como la tarea lo requiera.
- b) **Iluminación general localizada:** cuando se trate de operaciones especiales en su naturaleza y colocadas en lugares en que la distribución uniforme de luz en todo el sector, resulta poco práctica o innecesaria, es común dirigir la luz a la máquina o banco de trabajo en cuestión. Esto tiene el efecto de suministrar una calidad relativamente intensa de luz en tales lugares, e iluminar los sectores adyacentes.

- c) **Iluminación suplementaria:** aquellas tareas en las que es difícil ver con detalle, tales como las operaciones de precisión, necesitan con frecuencia una cantidad y calidad de luz superiores a la que se obtiene económicamente por medio de la iluminación general o la localizada. En tales casos se suministran unidades suplementarias de luz, pero éstas deben estar localizadas de tal manera que su destello y la relación en iluminación – contraste, entre la tarea y sus alrededores no resulte excesiva. (Adaptado de : Koenigsber, R. Ingeniería Eléctrica, 1994)

1.2.2.2.2 Diseño de ventilación

Si bien un ser humano es capaz de funcionar dentro de un intervalo amplio de condiciones térmicas, su comportamiento se modificará si es sometido a temperaturas que varían respecto de las consideradas "normales". Cuando se analiza la temperatura en el ambiente de trabajo debe considerarse que:

- a) La temperatura ambiente es la que experimenta realmente una persona en un ambiente dado. Es el resultado del intercambio de calor por convección, conducción térmica a través de pisos o herramientas calientes o frías, intercambio por radiación en muros y pisos, y radiación solar que se transmita o refleje hacia el ocupante del recinto a través de áreas transparentes en el ambiente de trabajo.

- b) La temperatura efectiva es un índice determinado experimentalmente, que incluye la temperatura, el movimiento del aire y la humedad. El intervalo normal es desde 18.3 grados hasta 22.8 grados centígrados con una humedad relativa de 20 a 60 %.

- c) La temperatura operativa es la temperatura del cuerpo de un trabajador. Se determina por los efectos acumulativos de todas las fuentes y receptores de calor. Para que un individuo mantenga una temperatura aceptable en la piel de aproximadamente 32 grados centígrados es necesaria una eliminación del calor congruente con las necesidades de temperatura operativa.

1.2.2.2.3 Manejo y control de ruido

Desde el punto de vista del analista práctico, ruido es todo sonido no deseado. Las ondas sonoras se originan por la vibración de algún objeto, que establece una sucesión de ondas de compresión y expansión a través del medio de transporte del sonido (aire, agua, etc.) Así pues, el sonido se puede transmitir no sólo a través de aire y líquido, sino también a través de cuerpos sólidos, como la estructura de las máquinas y herramientas.

La vibración puede causar efectos nocivos en el comportamiento humano. Las vibraciones de alta amplitud y frecuencia baja tienen efectos especialmente perjudiciales sobre los órganos y tejidos del cuerpo. Los parámetros de la vibración son: frecuencia, amplitud, velocidad, aceleración, y rapidez de la aceleración. Existen tres clases de exposición a la vibración:

- a) Casos en que resulta afectada toda o una gran parte de la superficie del cuerpo; por ejemplo, cuando un sonido de alta intensidad en el aire o en el agua induce vibración.
- b) Casos en los que las vibraciones se transmiten al cuerpo a través de un área de soporte; por ejemplo, a través de las caderas de una persona que conduce un camión, o a través de los pies del individuo puesto de pie sobre una instalación de sacudimiento o trepidación en una fundidora.
- c) Caso en los que se aplican vibraciones a un área localizada del cuerpo, por ejemplo: la mano cuando se maneja una herramienta mecanizada.

(Adaptado de: Niebel, Ingeniería Industrial, 1995)

1.2.2.2.4 Seguridad e higiene ocupacional

Es el conjunto de conocimientos y técnicas que se emplean con el objeto de evitar accidentes, conservar y mejorar la salud en el trabajo.

En toda operación que se realice para dar valor agregado a un producto, ha de utilizarse el equipo de protección personal adecuado, en un ambiente con las condiciones ideales de ergonomía a fin de que el trabajador la desarrolle con alta eficiencia, el menor esfuerzo y la mayor seguridad posible.



2. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES ACTUALES DEL PRODUCTO

2.1 Diseño del producto

A lo largo del tiempo, el mercado ha definido el diseño básico de este producto, tomando en cuenta el principal criterio: optimización del espacio disponible. Existe gran variedad de diseños, ya que esta industria se ha desarrollado en forma artesanal, dependiendo de las necesidades del cliente y de la capacidad del carpintero para satisfacerlas.

No se acostumbra realizar un proceso de diseño como el descrito en el capítulo anterior, pues casi siempre se desarrollan como pedidos del cliente, quien especifica todas las características que el mueble debe cumplir, tales como número de entrepaños, espacios para colgar, tipo de puertas y tipo de acabados, etc., ayudado por el carpintero que le brinda asesoría en la medida de su capacidad y experiencia.

En la actualidad, se han introducido al mercado los clóset de dimensiones específicas, desarrollados a partir de la experiencia de carpinteros con base en las dimensiones promedio de aquellos construidos previamente por ellos mismos. Estos poseen medidas exactas para lo cual se necesita contar con el espacio necesario. Por lo general, son utilizados sólo por aquellas personas y/o compañías que diseñan y construyen sus propias casas, ya que el espacio dentro de las mismas para la instalación del clóset puede ser indicado a discreción.

2.2 Estrategias para la introducción

En forma empírica, forzados por el mercado y limitados por la tecnología y conocimientos, la estrategia actual para la introducción de es interfuncional, ya que satisface las necesidades del cliente (se fabrica lo que se puede vender, según criterio de mercadeo) a través de la utilización de tecnología disponible, con el enfoque de optimizar ambas.

2.3 Proceso de desarrollo

2.3.1 Generación de la idea

La generación de la idea surge de las necesidades del mercado, limitada por la tecnología con que el fabricante cuenta, y ayudada por la experiencia del mismo. Es bastante común, además, encontrar diseños copiados de revistas, folletos, muebles importados, adaptados según criterio del fabricante.

2.3.2 Selección del producto

Las operaciones en esta etapa, son realizadas en su mayoría, a través de la combinación de ensayo y error así como también experiencia, ya que aunque se detecte una necesidad en el mercado, nada asegura que la propuesta del fabricante la cubra, por lo que se tiende al ensayo de la probabilidad de venta con pocas unidades, tratando de darles todo el impulso necesario para su desplazamiento. Es el cliente, quien, la mayoría de veces hace las recomendaciones y sugiere los cambios, que son realizados por el fabricante, de acuerdo a su capacidad y factibilidad de ejecución.

2.3.3 Diseño preliminar del producto

La tendencia, en esta etapa, de las empresas y/o personas individuales que se dedican a la fabricación de clóset es realizar bosquejos que muestran las características que desean incluir en el mismo, no ensayan modelos pues el costo de realizarlos es muy alto, tanto en horas-hombre como en materiales; además que la creatividad está limitada en la mayoría de los casos, a la experiencia del fabricante.

Se fabrica el clóset y luego el mercado es el encargado de depurar aquellas características no aceptadas así como de proponer mejoras, es por ello que las siguientes etapas que integran el proceso de desarrollo: construcción del prototipo, pruebas y diseño definitivo, no son aplicadas a un Clóset terminado en conjunto, sino que a cada una de sus piezas constituyentes en la práctica.

Esto no es lo mejor, ya que deteriora la imagen del fabricante en el mercado si partes críticas de la estructura llegan a fallar por falta de ensayo y pruebas, tendencia que debería cambiar, aunque los costos que esto implica no pueden ser costeados por la mayoría de empresas.

2.4 Desarrollo de la tecnología

Presenta con frecuencia problemas, que se clasifican en:

- a) Falta de alineación en tecnología, no se puede fabricar lo diseñado por investigación y desarrollo.
- b) Falta de alineación en infraestructura, cuando no se cuenta con los recursos instalados para producir lo diseñado.
- c) Falta de alineación en los sistemas de compensación, al no reforzar el uso de la tecnología actual para la realización de los nuevos procesos.

En la práctica, éstos tipos de falta de alineación se dan, específicamente en la etapa de diseño, pero son fáciles de sobrellevar, debido a que la persona encargada del diseño, es también la encargada de la producción, quién conoce las características del equipo con que cuenta, puede analizar la factibilidad de inversión en nueva tecnología, conoce también los recursos con que en ese momento cuenta, utilizándolos al máximo. (Referencia 3)

En la actualidad, la nueva tecnología ha reducido considerablemente sus costos con relación al trabajo desarrollado, es fácil de adquirir debido a la alta oferta existente, así como a la posibilidad de importarla de no encontrarse disponible en el país. La limitante que se ha encontrado es la velocidad de recuperación de la inversión, pues se necesita un buen mercado para que soporte el costo de la alta tecnología, ya que los márgenes de ganancia son muy cerrados, debido a la competencia, tanto de productos sustitutos como competidores, aunado a las características del producto, aplicación y usos específicos.

2.5 Interacción entre el diseño del producto y el diseño del proceso

Los productos a lo largo de su ciclo de vida, van sufriendo rediseños e innovaciones que pueden clasificarse en tres etapas:

ETAPA I

La vida inicial de los productos se caracteriza por un cambio constante ocasionado por la incertidumbre de las condiciones del mercado y de los avances tecnológicos.

ETAPA II

Conforme tiene lugar el desarrollo del producto, la competencia en los precios se vuelve más intensa. El resultado, mayor integración en las operaciones que están involucradas en el proceso de producción, tareas más especializadas y mayor automatización.

ETAPA III

Conforme el producto alcanza su madurez, la competencia se vuelve aún más fuerte. Se requiere una mayor estandarización en los procesos productivos y se enfatiza la reducción de costos, mientras se mantienen estándares aceptables de servicio y calidad. (Adaptado de : Schoeder, **Administración de operaciones**, 1992)

En la práctica, los productos sólo llegan a alcanzar en su mayoría, la etapa II, ya que la gran diversidad de modelos requeridos, las innovaciones y cambios en los mismos, así como el avance y/o variabilidad en materiales disponibles, dificulta el que un producto alcance la etapa III.

La mayoría de cambios y rediseños que surgen en la etapa I, son realizados para lograr un nivel de rendimiento por modelo aceptable, la mayoría de las veces son impulsados por el uso de la materia prima ya adquirida, tratando de corregir en el modelo siguiente, los problemas encontrados. Los procesos también sufren cambios, con el fin de reducir sus costos, y una situación que es bastante común es la reducción de calidad en los productos de acabado, para disminuir aún más los costos, lo que resulta en el deterioro de la imagen del producto, a costa de incrementar su utilidad neta.

2.6 Diseño modular

Como modular se entiende la división en partes o secciones relacionadas entre sí.

El cliente siempre desea tener la oportunidad de escoger un producto de entre varios modelos que puedan satisfacer al máximo sus necesidades. Pero esto, considerando los recursos de producción y la cantidad de modelos disponibles en almacén, requiere una inversión bastante alta, por lo que el mercado ha limitado la variedad de modelos en el área de los clóset a unos cuantos modelos distintos, teniendo en su mayoría diferencias en acabados, maderas utilizadas y diseños de puertas.

Una solución a este problema es la fabricación de clóset modulares, un método de diseño y producción con poco desarrollo en nuestro medio. A nivel internacional, la compañía Clarion lo ha utilizado, pero sus productos utilizan como materia prima el metal y los revestimientos de vinilo, en forma de repisas que se instalan formando las divisiones dentro del espacio que ocupa el clóset.

A clóset fabricados totalmente con madera o con maderas procesadas, no se ha aplicado esta técnica, ya que cada trabajo es un proyecto individual. Si se utiliza, se le daría la oportunidad al cliente de escoger de entre varios modelos de puertas, número de entrepaños, número de colgadores, posición de los mismos y colocación de accesorios como zapateras, gavetas, etc., dependiendo de los distintos módulos que se diseñen.

3. DISEÑO PROPUESTO

3.1 Selección del proceso

3.1.1 Característica del flujo del proceso

Existen tres tipos de flujo : en línea, intermitente y por proyectos. Para poder implementar un proceso con tipo de flujo en línea, es necesario que el producto esté bien estandarizado, que pase de una etapa a la siguiente en una secuencia prescrita. El tiempo de ejecución de las operaciones ha de estar balanceado para lograr que la ejecución de una etapa no retrase las siguientes.

El flujo intermitente, da como resultado la producción por lotes, a intervalos de tiempo espaciados, por lo que un producto o proyecto, fluirá únicamente a aquellas estaciones de trabajo necesarias, obviando el resto.

Entre sus ventajas, pueden mencionarse, la utilización de equipo para propósitos generales, mano de obra altamente calificada, gran flexibilidad en sus operaciones para cambiar el producto o el volumen.

Entre sus desventajas se encuentra, la baja eficiencia de las estaciones de trabajo.

El flujo por proyectos, es utilizado para desarrollar aquellos productos únicos, que no es usual volverlos a construir, son por lo general pedidos especiales del cliente, cumpliendo con sus características específicas.

Si se analizan las características del producto (clóset modulares), se puede establecer que:

- a) El equipo disponible en el mercado para trabajo con madera es genérico, como las sierras cortadoras, sierras caladoras, router, cepillo, atomilladores eléctricos, etc., en su totalidad herramienta manual, con alta flexibilidad en su uso, pues se adaptan a las necesidades de realización de la mayoría de trabajos.
- b) El producto deberá ser altamente estandarizado, pues para poder adaptar los módulos se necesita que las medidas sean similares en los modelos a fin de que encajen en los lugares diseñados para su colocación.
- c) Es necesaria una alta eficiencia en la línea, para lograr una reducción de costos de producción, como lo son mano de obra calificada, horas-hombre, materiales, recursos como iluminación, energía eléctrica, ventilación, etc.
- d) Cualquier nuevo módulo que se desee integrar a la línea de producción, requerirá de la mayoría de maquinaria que desde un inicio se utiliza para los primeros módulos, pues la materia prima seguirá siendo la misma: madera.

Por lo tanto, el tipo de flujo de proceso que mas se adapta a las características del producto que se planea producir es el flujo en línea.

3.1.2 Clasificación del proceso por pedido del cliente

Existen dos posibilidades: producir para mantener un inventario, o producir para suplir un pedido especial del cliente.

Considerando que:

- a) El fin de diseñar clóset modulares es la proporcionar al cliente la opción de tener una variedad de modelos a escoger, los cuales se adapten a sus necesidades de la mejor manera posible.
- b) Que el cliente pueda obtener un producto en forma inmediata, sin pasar por el tortuoso camino de seleccionar el carpintero, que éste realice las mediciones, cotizaciones, compre los materiales, etc.
- c) Que el cliente pueda comprar las partes básicas del Clóset según su presupuesto, y en la misma medida adicione los complementos para satisfacer sus requerimientos, de igual forma como adquirió las partes básicas, en forma inmediata.

Por lo tanto, se establece que la opción que presenta la factibilidad de cumplir con las características anteriormente descritas, es la producción para mantener inventario.

3.1.3 Factores a considerar en la selección del proceso

Cuando se tiene una mezcla de productos a elaborar dentro de una fábrica, es común que los procesos se mezclen, de tal cuenta que: es posible fabricar con flujo lineal, para suplir las necesidades de un pedido específico, es decir fabricación por pedido del cliente, por ejemplo en el caso que un cliente requiera una cantidad determinada de clóset en un modelo específico, se procederá entonces a la fabricación de las cantidades necesarias de módulos según esté integrado el modelo, o fabricar para inventario, considerando las demandas futuras.

Para seleccionar el tipo de proceso, y seleccionar el tipo de pedido se consideró:

- a) **Mercado:** el flujo lineal es funcional bajo condiciones de mercados masivos, de bajo costo y con productos de alta estandarización. En la actualidad, los clóset dentro de toda vivienda no son un lujo, son una necesidad, ya que el espacio construido neto de cada una se ha ido reduciendo, surgiendo entonces la necesidad de optimizar espacio para la colocación de objetos dentro de la misma, función que ejerce el Clóset. La construcción de viviendas está en auge, cada vez con precios más reducidos, más y más personas tienen acceso a vivienda propia, por lo tanto el potencial de mercado es bastante alto, al final, todos necesitamos una casa dónde vivir, y un Clóset en algún lugar dónde colocar y organizar nuestros objetos personales y de uso diario.
- b) **Capital:** debido a que la maquinaria para trabajar madera, por sofisticada que sea es en su mayoría de uso manual, el seleccionar un proceso en línea o intermitente, no reduce los costos de inversión en este rubro.

- c) **Disponibilidad y costo de mano de obra:** a diferencia del rubro anterior, un proceso intermitente requiere de mano de obra calificada, con alta experiencia y habilidad en el manejo no sólo de la maquinaria, sino de la creatividad para desarrollar las operaciones de diseño, construcción y ensamble.
- d) **Habilidades gerenciales:** un flujo de proceso intermitente o por proyecto, requiere de menor planeación que uno en línea, pero de igual manera, rinde menos beneficios, pues debe de invertirse tiempo en diseñar y gerenciar cada proyecto nuevo que se va a realizar, lo cual le da ventaja comparativa al flujo en línea, que requiere de mayor inversión inicial pero minimiza sus revisiones, rediseños o reingeniería en etapas posteriores.
- e) **Disponibilidad y costo de la materia prima:** a mayor nivel de producción, los costos de materia prima se reducen, pues el mayor volumen de compra da como resultado un mejor precio. Además es posible optimizar el uso y el tiempo de uso de los materiales que sobran en los procesos, pudiendo ser posible incluirlos al mismo tiempo del proceso, limitando al máximo los desperdicios.
- f) **Progreso de la tecnología:** las máquinas de control numérico, en los últimos años han revolucionado el área de producción. Estas requieren de una fuerte inversión, la cual de ser necesaria, por volumen y calidad de operación, pueden ser fácilmente integradas al proceso, pues sustituirían estaciones de trabajo completas, descartando el equipo original, que luego de un tiempo tiene un costo absorbible como justificación de la inversión, sin problemas de pérdidas, desde el punto de vista beneficio-coste.

3.1.4. Estrategia de producto – proceso

Todo cambio en el proceso, se relaciona directamente con cambios en el producto. Una optimización en el primero, redundará en una mejor calidad, menor costo, menor tiempo de producción, etc.

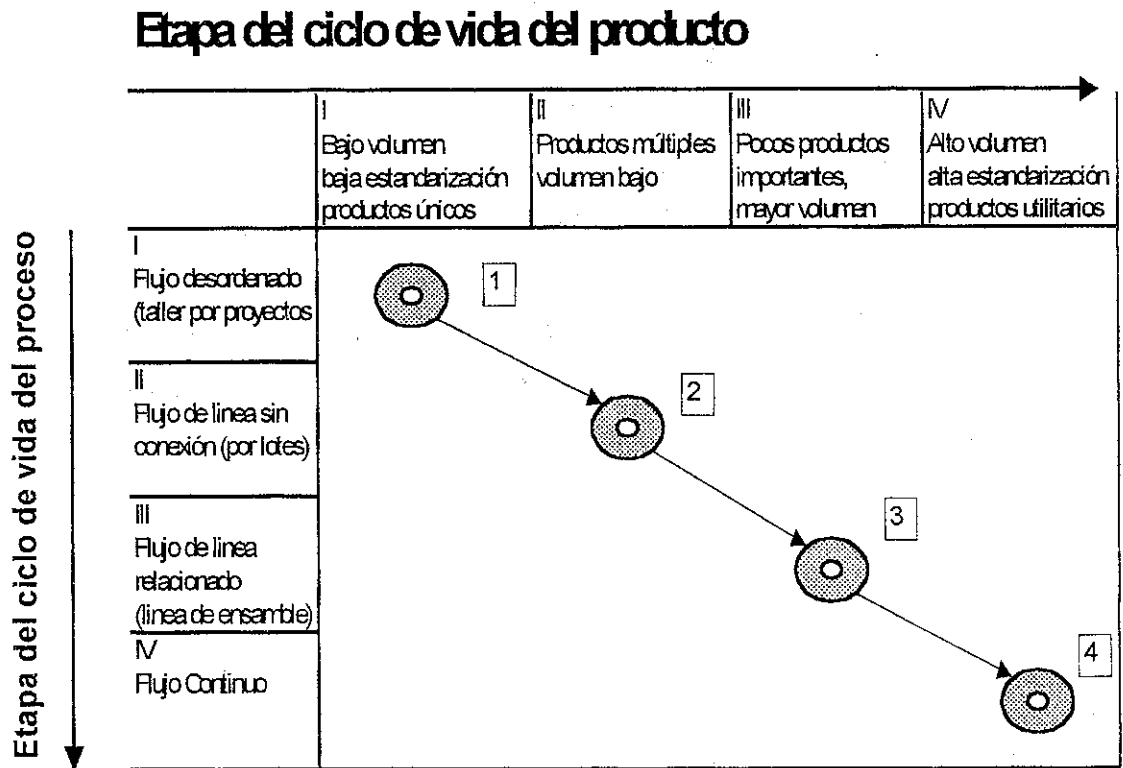
Los productos tienen un margen de producción que varía desde un volumen bajo de productos únicos, hasta un volumen alto de productos estandarizados.

De igual manera, los procesos pueden ser desde un taller de proyectos, con flujo desordenado, hasta un proceso continuo. Con estos datos, es posible establecer una matriz que relacione el producto y el tipo de proceso. Por lo general las empresas tienden a mantenerse en la diagonal, pues es allí donde utilizan al máximo ambos recursos (productos y procesos).

Cualquier desplazamiento a lo largo de la matriz no se da en diagonal, sino en un conjunto vertical y luego horizontal o viceversa, tendiendo siempre a regresar a la diagonal.

A continuación se ilustra la matriz producto-proceso

Figura 10 Matriz producto-proceso



Fuente: Schoeder, Administración de operaciones, 1992.

En la posición 1 de la matriz, se encuentran aquellos productos con baja estandarización, que pueden ser producidos en talleres con un flujo por proyectos.

En la posición 2, aquellos productos con bajo volumen, con un flujo de procesos por lotes, en la posición 3, aquellos productos con un volumen mayor, poca variedad de los mismos y con una línea de ensamblaje relacionada. Es en ésta categoría donde se espera que la línea de ensamblaje de clóset modulares de inicio, para luego viajar rápidamente a la posición 4 , productos altamente estandarizados con alto volumen y con flujo continuo.

La posición de arranque 3, se utilizará para realizar las primeras pruebas y lograr la introducción del producto al mercado. Una vez en su etapa de crecimiento el producto, viajará a la posición 4. (Referencia 3)

3.1.5 Integración vertical

Conforme el volumen de venta del producto se incrementan, es necesario pensar en integrar verticalmente la empresa, lo cual no es más que viajar hacia las áreas de abastecimiento de materiales (integración hacia atrás, o hacia las fuentes de recursos), así como a los clientes (integración hacia adelante, o hacia el mercado).

Las perspectivas de integración hacia atrás, se dirigen a convertirse en importadores de materia prima, tales como productos para ensamblaje: tornillos, clavos, cola, lañas, etc., productos para acabados como: selladores, barnices, preservantes, etc., maderas procesadas e incluso como compradores al mayoreo de madera natural.

Para la integración hacia adelante, el crear centros de distribución y venta del producto, así como desarrollar distribuidores directos en otros mercados (en el extranjero), facilitar la colocación de pedidos y expandir la capacidad de publicidad en todos los medios, tiene vital importancia.

3.2 Determinación de espacios disponibles

3.2.1 Muestreo de medidas de espacio

El segmento de mercado para el cual se desarrolla la idea de los Clóset modulares, es para las casas en condominio que en la actualidad están cobrando gran popularidad. El promedio de casas varía según la dimensión del proyecto, pero en general se ha encontrado que existen al menos 15 casas por proyecto, con 2 clóset por casa como mínimo.

Se encontró en las mediciones realizadas, que existen variaciones entre cada proyecto, pero que las dimensiones dentro de cada uno se mantiene, por lo que al momento de poner en práctica el diseño de los modelos, se deberá promediar las medidas para cada proyecto, lo cual tiene un costo sumamente bajo en comparación a los beneficios y ganancias en que puede redundar.

Para el diseño de los modelos incluidos en la presente tesis se tomó como base el condominio del Valle II que se encuentra ubicado en San Cristóbal, Zona 8 de Mixco, Guatemala, el cual cuenta con 54 casas con 2 clóset por casa, lo cual da un potencial de mercado de 108^m clóset, algo bastante atractivo para realizar el análisis del diseño de los modelos.

3.2.2 Determinación de espacios estandar y tolerancias

Se encontró que la medida estándar en cuanto a espacios disponibles se refiere es de 1.90 m. de ancho, 2.41 m. de alto y 0.61 m. de fondo, con una variación máxima de 2% en los valores de las medidas, lo cual es fácilmente manejable dentro de las especificaciones.

Si ha de ponerse en práctica el presente modelo, será necesario establecer las dimensiones estándar para el grupo de clóset a fabricar, según las especificaciones de cada construcción en cada condominio distinto al actual en mención.

3.3 Determinación de materiales disponibles para construcción

3.3.1 Tipo de materiales

Los materiales de mayor utilización para la fabricación de clóset son:

a) maderas puras, entre las que pueden mencionarse:

- **Cedro:** estos árboles son comúnmente de 27 m. de alto y 0.30 m. de diámetro, pero ocasionalmente se encuentran hasta de 0.40 m. de diámetro. El color café, con tintes rojos, también los hay en tonos amarillentos, dependiendo de la variedad específica. El lustre es bastante alto, la textura es media y uniforme, el grano no es muy duro, sin color o sabor distintivo. Posee la capacidad de secar relativamente más rápido que otras especies, reduciendo su volumen en un 10.8% aprox. No posee resistencia al ataque de hongos ni termitas. La madera, posee buenas características de absorción y penetración de preservantes.

- **Caoba:** el árbol puede llegar a medir hasta 45 m. y 1.82 m. o más de ancho. La madera es de un color rojizo o salmón, dependiendo de la edad del árbol, posee alto lustre y brillantez, textura fina, grano recto o bien ondulado, usualmente con figuras atractivas, carece de olor o sabor distintivo. Puede ser secada al aire sin ningún problema, reduciendo su volumen en un 7.8 %. Es de las más fáciles de trabajar a mano o con maquinaria, es fácil darle acabado y posee un alto nivel de pulido al estar totalmente terminada. Es bastante durable y resistente al ataque de hongos y polillas.
- **Nogal :** los árboles llegan a medir 19 m. y hasta 1 m. de ancho La madera es de color café oscuro, la textura es ligeramente rugosa, posee alto brillo, el grano es de recto a irregular. El olor y sabor son distintivos. Seca bastante despacio, las zonas húmedas persisten y puede pandearse severamente si se almacena en estas condiciones. Al secarse se obtiene una reducción del 2.8% en forma radial y 5.5% en forma tangencial. Es fácilmente maquinable y posee un excelente acabado. La madera posee baja permeabilidad a agentes preservantes.
- **Palo blanco:** los árboles pueden alcanzar hasta 30 m. de alto, con un diámetro de 0.71 m. El color de la madera puede variar de tonos rosados a tonos rojos, muchas veces tonos salmón. La textura varía de gruesa a muy gruesa (tosca), posee un lustre medio, el grano es bastante irregular, al tacto es áspero, sin olor o sabor distintivo. La madera seca al aire en forma muy lenta, reduciéndose su volumen en un 12.0%. Es fácil de maquinar aunque es difícil darle acabado pues siempre queda áspera. Es susceptible al ataque de hongos y termitas.

- **Roble:** el árbol puede llegar a alcanzar 45 m. de altura y 1.30 m. de diámetro. En plantaciones, el promedio es de 9 m. por 0.60 m. de ancho. La madera es de un color rosado-café pálido, tornándose amarillo-café cuando se seca. La textura es media, la dirección del grano puede variar de recto a ondulado, es lustrosa. Algunas personas desarrollan alergias cuando trabajan la madera, ya sea seca o verde. El proceso de secado para ésta madera debe ser lento y bajo condiciones climáticas reguladas, para evitar que se pandee. Se encoge un 2.7% en forma radial y un 7.7% en forma tangencial. La madera es fácil de trabajar, a mano o con herramientas. Es moderadamente resistente al ataque de hongos y termitas.

- **Pino:** las dimensiones de estos árboles varían considerablemente. Es posible encontrarlos con una altura hasta de 36 m. y en diámetros desde 0.40 m. hasta 0.80 m., llegando ocasionalmente hasta 1.30 m. La madera posee un lustro medio, grano fuerte, textura uniforme, olor resinoso, no posee sabor distintivo y por lo general posee nudos, distintivos de su tipo. Cuando esta madera es sometida a procesos de secado al aire, su deshidratación se produce en un tiempo moderado, con un mínimo de defectos como por ejemplo el pandeo o rajaduras. En promedio, tiende a encogerse un 7.5% en forma tangencial al grano, 4.6% en forma radial y en forma volumétrica un 12.3%. Esta madera es fácil de trabajar y maquinar, es clasificada como durable y resistente al ataque de moho blanco, no así al de la polilla. No resiste daños causados por la intemperie sin la adición de pinturas o revestimientos.

- **Ciprés :** los árboles de esta madera pueden exceder los 30 m. de alto y 1m. de diámetro. La madera es de color amarillento-café o incluso en tono rosado. El grano es fuerte e irregular, la textura es fina y uniforme, posee alto lustre y olor particular. La reducción de volumen al secarse es de 8% aproximadamente. Esta madera es fácil de trabajar manualmente y maquinar, con buenos resultados en acabados y pulidos. Para la preservación sólo se han encontrado resultados satisfactorios a través de la adición de selladores y barnices, ya que con otros procesos no se consigue el mismo efecto. (Adaptado de : Minwax, Wood Species identification, [Http://www.minwax.com/workben/woodrepo/wb3wr.htm](http://www.minwax.com/workben/woodrepo/wb3wr.htm)).

En Guatemala, la mayoría de las especies arriba mencionadas no son explotadas comercialmente, las comunes son: cedro, caoba, palo blanco, ciprés y pino.

b) maderas procesadas:

- **Plywood:** se le conoce también como madera laminada, consiste en una plancha de madera que varía en sus dimensiones desde 1 m. de ancho por 2 m. de alto, hasta 2.5 m. de ancho y hasta 3.6 m. de largo y un grosor desde 3 hasta 60 mm, compuesta de tres partes, dos capas exteriores que forman las caras de la plancha y una capa interior que forma el relleno. En los mercados internacionales es posible encontrar plywood de por lo menos 100 especies distintas de maderas, cada una de ellas con sus características y colores particulares, obteniéndose resultados de alta calidad. En Guatemala, la producción de plywood está limitada a cedro, pino, ciprés y caoba. Las planchas de plywood pueden ser de dos tipos: con relleno por capas o con relleno de partículas. La

primera, consiste en varias láminas de madera (pino en su mayoría) en medio de dos láminas exteriores de madera fina (caoba, cedro, etc.). Posee alta resistencia y capacidad de carga. Las planchas con relleno de partículas, constan de dos planchas exteriores de madera fina (caoba, cedro, etc.) y un relleno intermedio de partículas de desecho de madera, por lo general mezcla de pino, ciprés y restos de otras maderas, aglomeradas y unidas con pegamento.

- **Tablex:** es el nombre comercial de las planchas de madera, en las mismas dimensiones que el plywood, formada por miles de partículas (residuos) de madera que se unen y pegan a gran presión, formando una sola plancha con aceptable dureza y capacidad de carga. El tamaño de las partículas es bastante rústico debido al tamaño de las mismas.
- **Durpanel:** el tablex y el durpanel difieren en el tamaño de sus partículas, por lo que este último posee un acabado más fino que el anterior, mayor facilidad, limpieza y exactitud de corte, así como mejores acabados al lijarse.
- **Super tabla propanel:** este es el nombre comercial de un producto en apariencia similar al durpanel, aunque con un poco más de porosidad y por lo tanto menor capacidad de carga. Otra característica importante es las dimensiones en las cuales se fabrica el producto en Guatemala, ya que el plywood, tablex y durpanel, poseen dimensiones máximas de 1.3m. de ancho por 2.4 m. de largo, mientras que ésta tabla se fabrica hasta en dimensiones de 1.8m. de ancho por 3.6m. de largo. Debido a sus dimensiones, el costo por pie cuadrado se reduce en comparación a los otros mencionados.

- **Cartón piedra:** este producto es similar en dimensiones al plywood, aunque en grosor no va más allá de 6.35 mm., en Guatemala. Es posible encontrarlo con decoración y sin decoración, en los cuales se imitan acabados bastante detallados de madera, incluso en imitación de duelas o machimbre. Está fabricado con fibras de papel reforzadas por aditivos y pegamentos, que le dan una rigidez mayor que una lámina de madera de las mismas dimensiones.

(Adaptado de :Windsor's, Base de datos de especies de maderas, [Http://www.windsorplywood.com/worldofwoods/tropical.html](http://www.windsorplywood.com/worldofwoods/tropical.html)).

3.3.2 Ventajas y desventajas

a) MADERAS PURAS:

- **VENTAJAS:**

1. El mejor de los acabados.
2. Gran durabilidad de los clóset.
3. Mayor resistencia a la humedad.
4. Mayor capacidad de carga del clóset.

- **DESVENTAJAS:**

1. Costo elevado.
2. Materiales de acabado con mayor costo.
3. Menor resistencia a rasguños.
4. En el caso de maderas como ciprés y pino, es necesario utilizar productos para impedir la invasión de termitas en la madera, que producen el deterioro acelerado de la misma.

5. Mayor tiempo de preparación inicial de la madera (tiempo de secado inicial) pues si se trabaja húmeda, se pandea al secarse.
6. Restricción en el tamaño de las piezas, dependiendo del tipo de madera, el ancho promedio varía.

b) MADERAS PROCESADAS:

• **VENTAJAS:**

1. Menor costo de materia prima.
2. Menor costo de los materiales de acabado.
3. Capacidad de cortar piezas más grandes.
4. Menor tiempo de preparación para uso inicial.
5. Facilidad de compra.
6. Disponibilidad inmediata del producto.

• **DESVENTAJAS:**

1. Menor capacidad de carga.
2. Menor resistencia a la humedad.
3. Menor vida útil.
4. Propenso al ataque de termitas.

3.3.3 Costos y durabilidad

Las maderas puras, una vez tratadas, posee una alta durabilidad, pero también un alto costo; además, de poseer restricciones de medidas, pues para lograr las medidas que las piezas de un Clóset requieren sería necesario ensamblar varias piezas.

Al contrario, los materiales compuestos como el tablex, durpanel, plywood, etc., una vez tratado, y bajo condiciones de humedad aceptables, posee una durabilidad bastante similar a las maderas puras, con un costo menor y con la facilidad de obtener piezas de mayores dimensiones.

3.4 Determinación de materiales para acabados

3.4.1 Tipos de materiales

Existe una gran variedad de materiales para acabados en madera, en su mayoría la línea de productos está bien establecida, diferenciándose en características específicas según el fabricante.

Las marcas más populares para productos de acabados en nuestro medio son: Protecto, Sherwing & Williams, Comex, H.B. Fuller y Henkel.

Todas las marcas poseen alta calidad pues compiten por el mismo segmento de mercado.

Los productos para acabados en maderas, pueden clasificarse en :

a) BARNICES

Los barnices forman parte de la familia de revestimientos para maderas, con la particularidad de cubrir la superficie con una película de resina transparente, con o sin color , con acabado brillante u opaco al secar, el cual brinda protección a la madera, resaltando sus colores y resistencia a las condiciones de uso, así como al ataque de destructores naturales como polilla, hongos, etc.

Existe una gran variedad de ellos, siendo los más comunes en el mercado:

- **Poliésteres:** estos barnices poseen la capacidad de secar al aire o con la ayuda de radiación infrarroja, son utilizados en la industria del mueble por su gran estabilidad, durabilidad, acabado y rapidez de secado. Los hay con y sin pigmento, para facilitar el entintado y barnizado de las piezas de madera en un solo paso. Puede ser aplicado con pistola de aire (soplete).
- **Poliuretánicos:** permiten obtener una película de mucho mayor resistencia y protección que los barnices a base de resinas alquídicas, poseen alta dureza, como resultado de la reacción química con la humedad del medio ambiente y no requieren uso de sellador. Su mayor aplicación es en pisos o en superficies donde se requiera un acabado duro y elástico. Poseen un acabado brillante y transparente, alta resistencia al rayado y abrasión. Absorbe fuertes impactos sin romperse. Pueden ser aplicados con brocha, rodillo o pistola de aire.
- **Base agua:** no son tóxicos ni tampoco inflamables. En términos de desempeño, los barnices a base de agua, secan rápido, sin riesgos de vapores volátiles, con excelente adherencia y propiedades.

- **Base oleo-resinoso:** posee la capacidad de incluir tintes que permiten dar color y barnizar la madera al mismo tiempo, es de fácil aplicación con brocha o pistola de aire, posee resistencia, brillo y durabilidad similares a los de base alquídica.
- **Fenolicos:** son útiles en superficies de madera que se encuentran expuestas a climas tropicales y marinos. Posee excelente dureza, flexibilidad y resistencia a la abrasión, resiste bien a los efectos de la intemperie. Se aplica fácilmente utilizando brocha, dejando un acabado transparente y brillante.
- **Resinas alquídicas:** son los más comunes de los barnices, dejan un elegante acabado que puede ser mate o brillante, de rápido secado, recomendados para barnizar toda clase de superficies interiores de madera. Realzan la veta natural y los colores de la madera. Fácil aplicación usando brocha, buena adherencia y duración, así como el más bajo de los costos en comparación a los anteriores. (Referencias 8, 9,10, 11).

b) Selladores:

Los selladores contribuyen a la preparación preliminar y final de las superficies de madera, sellando sus poros para obtener una superficie más pulida y menos permeable sobre la cual poder aplicar el barniz. Si se aplican varias capas delgadas de sellador, con el debido lijado de cada una de ellas, es posible obtener un acabado final sin la utilización de barniz.

Entre los principales tipos de selladores tenemos:

- **Sellador blanco:** basado en resinas alquídicas, es especial para tapar los poros de la madera y evitar el sangrado de la misma.

- **Sellador transparente:** se recomienda utilizarlo en maderas nuevas antes de aplicar barniz en interiores, aumenta el rendimiento de los barnices, brinda un acabado satinado transparente. Posee alta velocidad de secado, sella los poros de la madera, nivelando la superficie para permitir un mejor y más económico acabado.
- **Sellador a base de agua:** está formulado a base de resinas acrílicas, siendo ideal para la aplicación en áreas cerradas porque no despiden solventes al evaporarse. Se recomienda para sellar madera a la que se aplicará como acabado, barniz a base de agua. Posee un tiempo de secado corto, fina apariencia, fácil aplicación y lijado.
- **Sellador de poliuretano:** sellador hecho a base de poliuretano que sirve para sellar la porosidad de las superficies de madera que van a recibir como acabado un barniz de poliuretano. Posee excelente penetración en el poro de la madera. Es flexible. Evita la formación de burbujas. Mejora la adherencia y rendimiento del acabado.
- **Sellador de nitrocelulosa:** este sellador viene listo para aplicarse, es útil en la industria de muebles donde ahorra tiempo y espacio en las líneas de trabajo. Posee un tiempo de secado corto, facilidad de aplicación y lijado. Su color es transparente. (Referencia 8, 9 y 10)

3.4.2 Ventajas y desventajas

Es posible dar un acabado a una superficie solo utilizando selladores, varias capas delgadas, 3 ó 4 y una capa final un poco más gruesa bastarán para obtener buenos resultados. El problema es que éste no posee una dureza tan alta como el barniz, así como resistencia a la humedad, calor y radiación ultra violeta del sol.

Los barnices tiene la ventaja de proporcionar un mejor acabado, pero incrementan el costo, el tiempo de fabricación pues requieren de mayor tiempo de secado, así como de mayor costo de mano de obra, así como requerir de condiciones climáticas controladas para evitar que se dañe en el proceso de secado.

3.4.3 Costos y durabilidad

Bajo condiciones iguales, tanto el sellador como el barniz posee la misma durabilidad, no así cuando estas son más severas, tomando ventaja el barniz sobre el sellador.

El costo de tipo similar de barniz y sellador es casi el mismo, aunque los mismo varíen dependiendo de la calidad y renombre del fabricante, así como del lugar de venta.

3.5 Materiales auxiliares de ensamblaje

3.5.1 Tipos de materiales

Además de los materiales para acabados, los materiales para ensamblaje juegan un papel importante de la construcción de todo mueble, ya que son ellos los que brindan la resistencia a la estructura para soportar el uso normal.

Entre los principales materiales para acabado se tienen:

- **Pegamentos o colas:** su fin principal es incrementar la adherencia entre piezas, convirtiéndolas en una sola, aumentando su resistencia mecánica a la deformación y/o esfuerzos. Entre los principales tipos de pegamentos tenemos:

- **Pegamento vinílico:** su principal uso es para pegar ensambles en muebles de madera, unión de superficies de playwood, tablex, cartón, papel y otros materiales porosos. Es de color blanco, se torna transparente al secar. Posee excelente adhesividad y tiempo de secado rápido. La película posee poca elasticidad al secar.
- **Pegamento a base de policloroprenos:** formulado para pegar hule, cuero, suela, fieltro, formalita, madera prensada, cartón, ya sean ambas superficies del mismo material o diferente. Es de un color pardo rojizo. La película al secar es elástica, rojiza, con ligero tack residual. No es resistente al agua. Tiempo de secado rápido.
- **Pegamento a base de acetato de polivinilo disperso en agua:** formulado especialmente para uso en carpintería, industria gráfica, envases y embalajes en general. Es de color blanco, incoloro, plástico. Es posible aplicarlo con brocha o espátula. Posee un tiempo de secado de 45 a 60 minutos.
- **Pegamento a base de hule de neopreno:** recomendado para plásticos laminados y rígidos, madera, metal fibracel, tableros, hule espuma, linóleo, losetas vinílicas, etc., tiempo de secado rápido, fácil aplicación y alta adherencia. Su color es amarillo claro. Es también llamado pegamento de contacto, la preferencia hacia su uso se debe al tiempo de secado corto y su alta resistencia, en comparación con las colas polivinílicas. La película al secar conserva una buena parte de su elasticidad además de alta adherencia. (Referencia 12)
- **Tornillos:** forman parte medular en todo ensamble, ya que soportan el mayor esfuerzo en la estructura, aunque muchas veces no es posible utilizarlos debido a condiciones estéticas del acabado final deseado. Es necesario perforar un orificio de diámetro inferior al grosor del tornillo en la madera, para evitar que ésta se raje

al introducirlo, pues la expansión de las fibras de la misma causadas por la penetración del tornillo no es resistida por la estructura de la madera. El tipo de tornillo que se utiliza para madera es del tipo "busca fondo" o también llamado "para madera", posee una característica estructura cónica, punta aguda y rosca de paso amplio, logrando tracción entre la madera y el tornillo.

- **Clavos:** poseen menor resistencia a la tracción que los tornillos, pues son introducidos a presión dentro de la madera, estando concentrada su resistencia en la fuerza de fricción entre la superficie del clavo y la madera. Son de fácil aplicación y proporcionan una opción conveniente cuando no se necesita sujeción tan fuerte y rápida.

- **Lañas:** combinan la facilidad de introducción de un clavo, con la resistencia a la tracción de un tornillo. Son utilizadas en los ensambles de piezas en las cuales es necesario dejar libre los cantos de la madera para maquinado posterior. Posee buena resistencia al esfuerzo normal, no así al esfuerzo de corte.

- **Aparejos de montura:** entre éstos se encuentran bisagras, rieles deslizantes para puertas corredizas y rieles guías para puertas plegadizas.

3.5.2 Ventajas y desventajas

- La utilización de pegamento a base de acetato de polivinilo requiere un tiempo alto de secado, no así uno en base de hule de neopreno, desde luego el costo también es más alto del segundo en comparación al primero. La resistencia es un poco más elevada el primero que en segundo. La facilidad de adquisición en el mercado local es similar para ambos.

- La utilización de tornillos con cabeza en cruz, son mas prácticos para introducirlos con atornilladores eléctricos que los de cabeza de castigadera o planos.

3.5.3 Costos y durabilidad

- El costo del acetato de polivino es más bajo que el de hule de neopreno, con una duración bajo las mismas condiciones ambientales iguales que el primero.
- Los tornillos con cabeza en cruz son más difíciles de conseguir en los mercados locales que los de castigadera o planos. Su costo es similar.

3.6 Selección de materiales

3.6.1 Construcción

Tomando en cuenta la disponibilidad de la materia prima, así como su facilidad de maquinado, durabilidad y costo, se ha seleccionado para la estructura interna de los clóset, madera de ciprés, para la construcción de los entrepaños y divisiones interiores, super tabla propanel, para la construcción de las puertas, la estructura interna de ciprés; los paneles exteriores de plywood o cartón piedra decorativo, y para los paneles interiores, plywood o cartón piedra no decorativo.

3.6.2 Ensamblés

Para los ensamblés de las estructuras se utilizara cola polivinílica y pegamento de contacto para la construcción de las puertas. Para la fijación de la estructura a las paredes y piezas entre sí, se utilizarán tornillos para madera de diferente medida, dependiendo de las piezas a ensamblar. Para el ensamblaje de la estructura de las puertas, se utilizaran lañas.

3.6.3 Acabados

Se utilizarán dos tipos de acabados: sólo con sellador y con sellador y barniz. El sellador seleccionado es sellador transparente, y un barniz a base de resinas alquídicas, que son los más comunes en el mercado nacional. En el momento de desarrollarse una línea de ensamble completa, será recomendable utilizar un barniz a base de agua, para evitar la emanación de gases dentro del local.

También se utilizan acabados con fórmica, que puede tener diversos diseños y o colores. La formica es muy utilizada sobre todo cuando se ha utilizado maderas prensadas en vez de madera fina, ya que la formica recubre el aspecto burdo de las maderas prensadas, provee una superficie lisa y fácil de limpiar, actúa también como una protección ya que no permite que el conglomerado absorba fácilmente humedad, o esté en contacto con el exterior. Ultimamente, los conglomerados como plywood y otras maderas prensadas, utilizan un recubrimiento que consiste en una película sintética que recubre el mueble o las superficies, haciendo las veces de formica, pero tiene un menor calibre.

3.7 Tipos de modelos a fabricar

La modularidad en la producción de artículos, posee la ventaja de una gran cantidad de modelos con un mínimo de piezas distintas entre sí. Se diseñarán los módulos necesarios mínimos para la elaboración de dos modelos, los cuales servirán para entender y ejemplificar el concepto. La cantidad de modelos, posibles de fabricar, combinando todo los tipos de módulos factibles de construcción, es sumamente grande, puede acoplarse a las necesidades y gustos particulares de cada cliente, sin tener que invertir en el diseño completo de un modelo específico. Cada cliente puede adquirir el modelo básico, que servirá de base, conteniendo lo mínimo necesario para optimizar su funcionalidad y complementarlo según desee.

El modelo A, estará formado por el módulo de entrepaños, el cual puede contener un número de divisiones según requerimiento del cliente. Es en ellos donde se acostumbra a colocar todas las prendas dobladas. Además, posee el valijero que es una división a todo lo ancho del espacio disponible para el clóset, a una altura aproximada de 1.90 m. Este permite el almacenaje de artículos de gran volumen y peso, que no se utilizan frecuentemente. Incluye además, un módulo para colgar, con sus accesorios de montura.

Las puertas serán corredizas, un solo par desde el piso hasta el techo, con la cara exterior en cartón piedra decorativo y la interior en cartón piedra liso o con formica.

El modelo B, incluirá un módulo de entrepaños extra, las puertas serán divididas en 2 secciones, corredizas las que cubrirán el área de los módulos de entrepaños y abatibles las del valijero.

Como se puede observar, el número de módulos capaces de combinar e incluir en cada modelo es bastante amplio. A manera de ejemplo, podría proponerse un tercer modelo, que no será especificado, el cual incluye: dos módulos de gavetas, con dos módulos de entrepaños, o un módulo de entrepaños con dos módulos para colgar, uno debajo del otro, o con 1 y 1/2 módulos para colgar, es decir la mitad del espacio disponible para colgar con dos módulos y la otra mitad con un sólo módulo para artículos de largas dimensiones. También es posible crear el modelo con un módulo de entrepaños centrado en el espacio disponible con dos módulos adecuados para colgar artículos de mayor tamaño. La selección de las puertas puede crear distintos modelos, también es posible tener puertas plegadizas en lugar de puertas corredizas, o bien puertas abatibles, dando un carácter muy personal a la selección que el cliente haga de su modelo, utilizando siempre, todos los módulos que la fábrica produce en línea, sin necesidad de realizar modificaciones a la línea de ensamblaje, una solución práctica para crear diversidad con pocas variaciones en los procesos de producción.

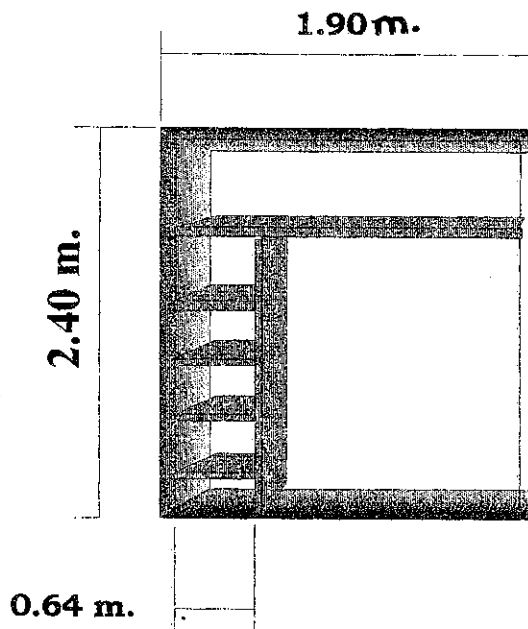
3.8 Especificaciones de cada modelo

3.8.1 Modelo A

Módulo de entrepaños

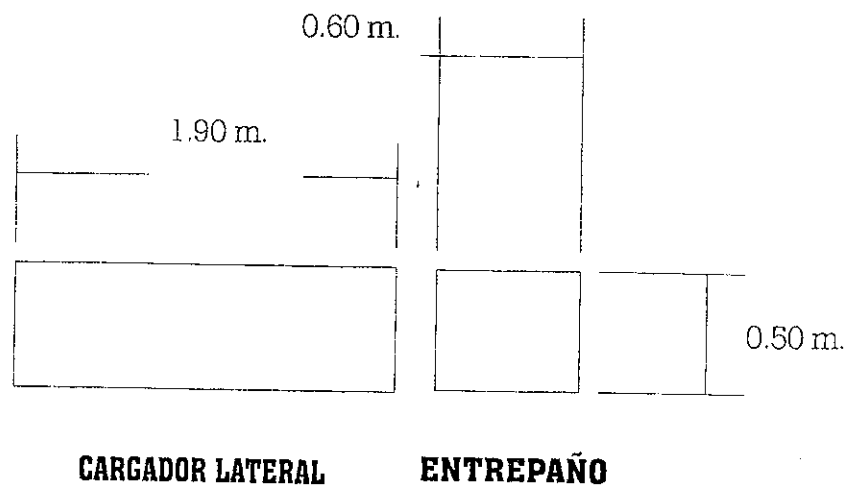
El módulo de entrepaños, cuenta con cuatro divisiones fabricadas en durpanel de 12 mm. de grosor, con cargadores de ciprés, sujetos a un soporte lateral y a la pared del espacio en el que se instalará el Clóset, en la figura a continuación, se puede observar la especificación de la estructura interna.

Figura 11 Especificación de estructura interna modelo A



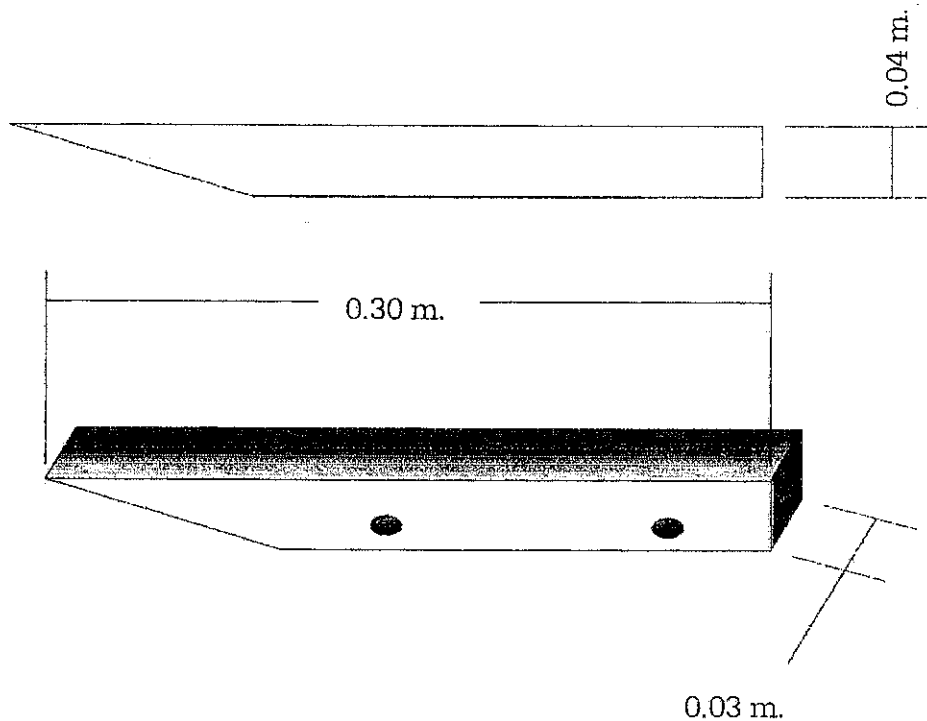
El cargador lateral de entrepaños está construido del mismo material, durpanel de 19 mm. de grosor, y los entrepaños, del mismo material, con un grosor de 12 mm. El objeto de ésta variación en grosores, es economizar materiales, ya que los entrepaños por sus dimensiones y su carga, no necesitan un mayor grosor, no así el cargador lateral, que debido a su longitud y por servir de apoyo al valijero, necesita uno mayor. Las especificaciones de los entrepaños y del cargador lateral se muestran en la figura a continuación.

Figura 12 Especificaciones del entrepaño y cargador



Otra parte importante de la estructura de los clóset son los cargadores, éstos son reglas de madera de ciprés que se atornillan horizontalmente en el cargador lateral y en la pared, de manera que sirvan de apoyo al entrepaño. Ambas han de colocarse a la misma altura para que el entrepaño quede en un plano horizontal completo, sin inclinaciones. La distancia entre cargador y cargador, así como el número de ellos, que es directamente proporcional al número de entrepaños, 2 por entrepaño (uno en el cargador lateral y otro en la pared), dependen de las necesidades del cliente, aunque para el presente modelo, como medida predeterminada se dividirán proporcionalmente entre la altura disponible. Las especificaciones de los cargadores se muestran en la siguiente figura.

Figura 13 Cargador de entrepaño

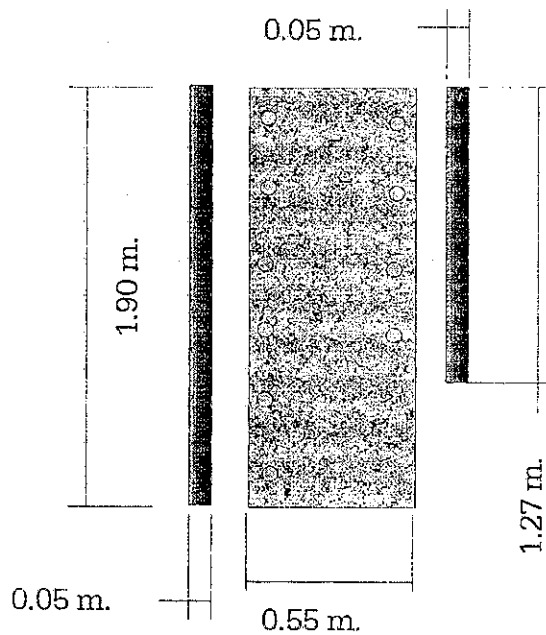


Los entrepaños deberán atomillarse al cargador lateral con dos tornillos de 25 mm. para madera, para lo cual será necesario perforar dos agujeros, uno en cada extremo del cargador, a la misma distancia aproximadamente, a partir del centro de la cara que tiene como altura 0.04 m., tal como se muestra en la figura anterior. No deben quedar cercanos a los bordes externos del cargador para evitar que el mismo se raje. En uno de los bordes, los cargadores poseen un corte con un ángulo de 45 grados, este corte debe ir hacia el lado de afuera, es decir de frente a la vista del usuario; su fin es evitar que al pasar las manos cerca de los cargadores para manipular objetos dentro de algún entrepaño, el usuario se pueda lastimar con los bordes rectos de la regla. Para la instalación de los cargadores a la pared, será necesario taladrar un agujero para insertar un tarugo plástico, con capacidad para tornillos de 6 mm. de grosor. Esto es necesario, pues el material que comúnmente conforma las paredes no soporta mayor tracción como para insertar un tornillo y que éste brinde la sujeción necesaria al cargador.

VALJERO: este entrepaño es fabricado en el mismo material que los otros: durpanel de 19 mm. de grosor, pues de acuerdo con el largo de la misma, un grosor inferior no es aconsejable debido a la capacidad de carga que debe poseer.

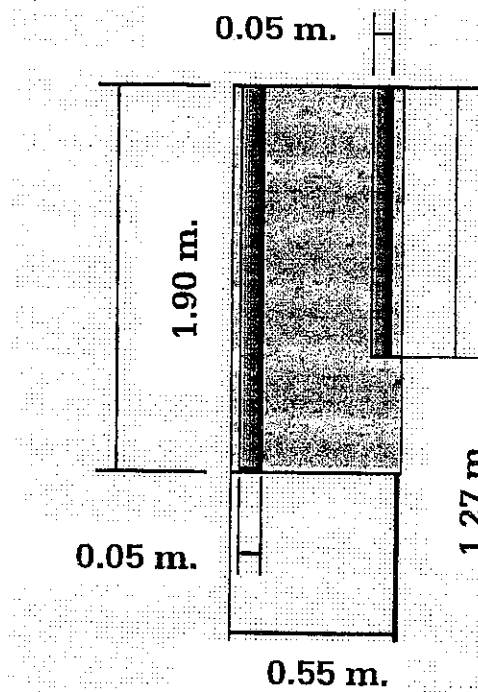
Para adherirlo a la pared, posee un cargador de 1.3 m. x 0.05m. x 0.05m., el cual además, es atornillado al entrepaño del valijero, brindado a éste una mayor capacidad de carga. También incluye un refuerzo frontal, de 1.90m. x 0.05m. x 0.05m., atornillado por debajo del borde frontal del entrepaño, evitando que se pandee cuando es sometido a esfuerzo. Estos cargadores, serán adheridos al entrepaño, a través de tornillos de 0.04 m. de largo, para lo cual se perforarán agujeros en el entrepaño atravesándolo, y se atornillaran, dejando la cabeza del tornillo sobre el entrepaño. En la siguiente figura, se ilustra el valijero y sus cargadores.

Figura 14 Valijero y cargadores



Una vez que el cargadores y refuerzo son instalados en el entrepaño, éste queda como se muestra en la figura siguiente

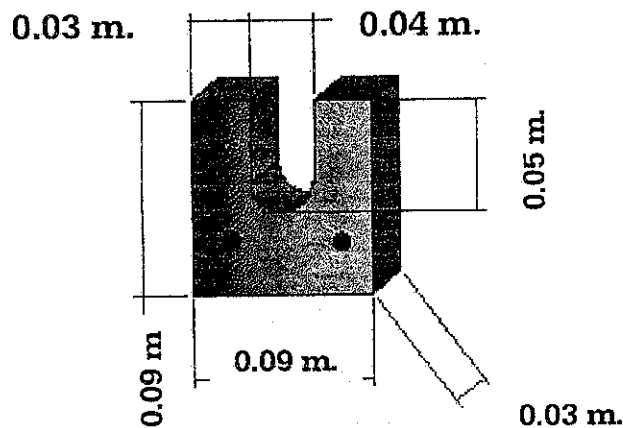
Figura 15 Valijero y cargadores ensamblados.



Para sujetar el valijero en sus extremos laterales, es necesario utilizar un cargador de entrepaño, como el especificado en la gráfica 9, que brindará apoyo en los laterales; se utilizaran tornillos de 0.04 m. de largo para su sujeción.

El modulo de colgador, requerirá de dos cargadores como los especificados en la gráfica a continuación, que sujetaran el tubo en el cual se apoyarán las cerchas de la ropa que vaya colgada en el clóset.

Figura 16 Cargador de tubo colgador

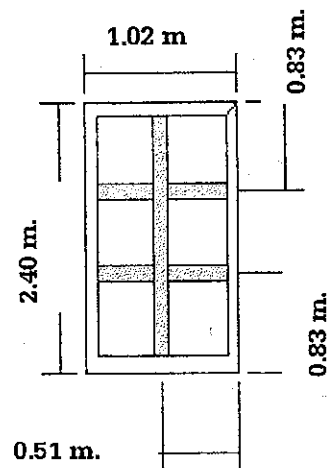


Se colocara un cargador adherido al cargador central de Clóset y el otro a la pared, sosteniendo cada extremo del tubo que funcionará como colgador.

PUERTAS: la estructura de las puertas se realizará en madera de ciprés de 0.05m. de ancho por 25 mm. de grosor. Se formará un marco que brinde soporte a las planchas de cartón piedra decorativo que se utilizaran en el frente y a las de cartón piedra liso que se utilizaran para la parte de atrás.. Las reglas serán unidas entre sin con lañas de 25 mm. de largo. No será necesaria la utilización de tornillos, ya que las planchas de cartón piedra van pegadas a la estructura, lo que da la resistencia necesaria al marco y la facilidad de

construcción en este tipo de diseños. Las especificaciones para el marco se muestran en la gráfica a continuación.

Figura 17 Estructura interna de las puertas corredizas



Las reglas del marco exterior, serán ensambladas entre sí con ensambles a 45 grados, los cuales refuerzan la estructura, permitiendo que las uniones conserven un ángulo exacto de 90 grados, manteniendo a escuadra los mismos.

Las dimensiones de las planchas de cartón piedra deberán ser 2.33m. de alto x 1.02m. de ancho, exactamente igual a las dimensiones máximas de la estructura de madera, sobre las cuales serán adheridas.

RIEL PARA PUERTAS CORREDIZAS: sujeta las puertas de su borde superior, a través de aparejos y cojinetes que le permiten deslizarse suavemente a lo largo de la pista del riel, facilitando su desplazamiento. Se utilizará uno de 1.83m. de largo, el cual se adecua a las necesidades del presente modelo. La marca de mayor comercialización en Guatemala es Stanley. Este kit de riel, trae todos los accesorios para las correderas de las puertas (cojinetes), tornillos necesarios, etc.

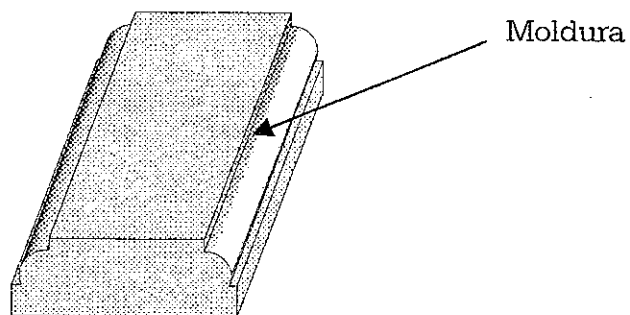
MARCOS DE PUERTAS: se instalará una regla en cada cara de la pared donde hacen contacto los cantos de las puertas, teniendo una dimensión de 0.10m. de ancho, 25 mm. de grosor y 2.41m. de largo.

El riel para puertas corredizas, se instalarán centrado en una regla de 0.05m. de ancho, 0.05m. de grosor y 1.90m. de ancho, que se instalará en el techo, con tornillos de 0.07m. de largo, haciéndolo coincidir con ambos de los marcos de las puertas.

Para cubrir el espacio que quede entre los marcos y la pared, debido a las irregularidades de esta última, se instalará un segundo grupo de reglas, en forma de sobre marco, con molduras dobles, en reglas de 0.05m. de ancho X 25mm. de grosor, X la longitud total del Clóset, para este modelo en particular, 2.41m., y de 0.10m. de ancho X 25 mm. de grosor X 1.90m. de largo para la que cubrirá el frente del riel de las puertas corredizas, logrando un optimo acabado

La moldura se puede apreciar en la gráfica a continuación:

Figura 18 Moldura



La moldura, será instalada al marco, a través de clavos sin cabeza de 0.04m. de largo, los cuales se insertarán en el canto de las reglas que sirven de marco.

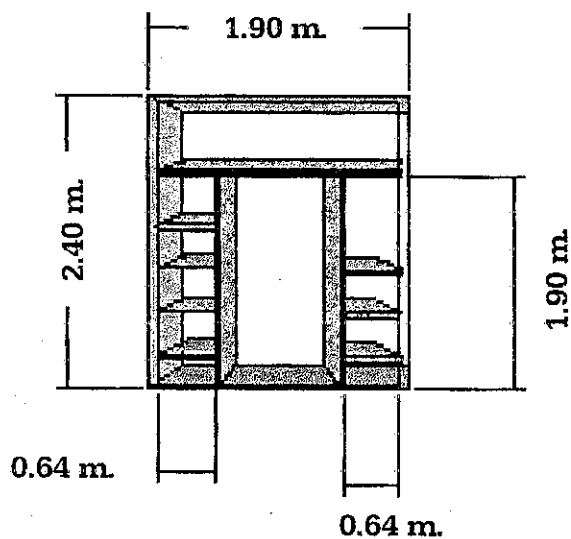
ACABADOS: a toda la estructura del Clóset, a excepción de las puertas , salvo sus cantos, serán lijados con lija de agua #120, hasta obtener una superficie lisa, posteriormente con lija # 220, para obtener una superficie lisa, fina y uniforme, aplicándose luego el sellador, utilizando soplete para obtener un mejor acabado, dos capas delgadas bastaran. Posteriormente, el barniz, aplicándolo también con soplete para obtener una superficie uniforme, dos capas: la primera, delgada y la segunda de mediana consistencia.

3.8.2 MODELO B

Es aquí donde se puede apreciar lo práctico de trabajar con módulos, ya que para obtener este segundo modelo, las variaciones necesarias son mínimas en comparación al primero, como se podrá observar.

Las especificaciones de la estructura interna, se muestran en la gráfica a continuación:

Figura 19 Especificaciones modelo B

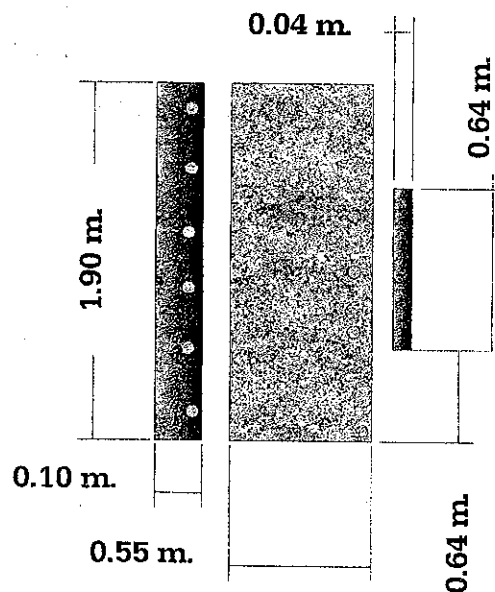


MODULO DE ENTREPAÑOS: el del lado izquierdo es el mismo que el del modelo A, el del lado derecho es igual al izquierdo, con un entrepaño menos para poder agrandar el espacio y colocar objetos colgados de pequeña longitud en dicho espacio. Se instalan de la misma manera y poseen las mismas dimensiones en cuanto a los entrepaños, grosor, cargadores, materiales, etc.

El cargador lateral de los entrepaños, es también exactamente igual al del modelo A, solo que en este se utilizan dos, pues posee dos módulos de entrepaños.

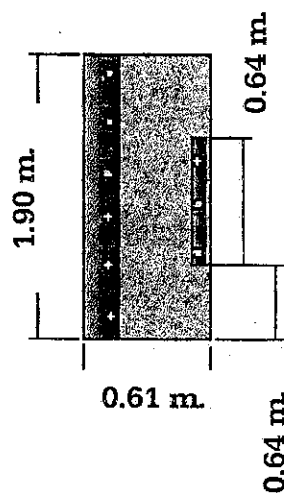
El valijero sufre unas pequeñas modificaciones, por la diferencia en la estructura de las puertas. En la gráfica a continuación se muestran las especificaciones.

Figura 20 Especificaciones del valijero modelo B



El modulo del valijero, ya ensamblado, se vera como en la figura a continuación:

Figura 21 Módulo de valijero ensamblado



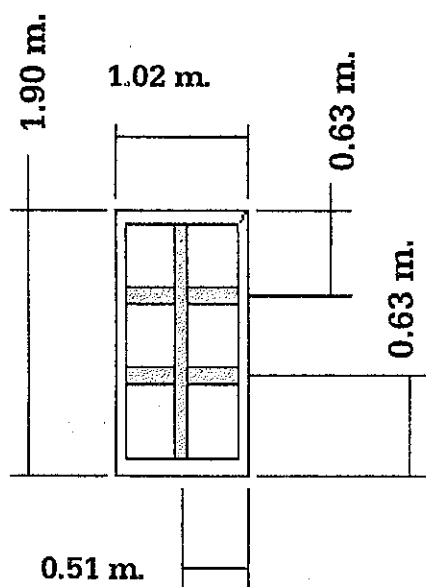
Para el módulo de colgador extra, bastará con instalar otros dos cargadores para el colgador como el mostrado en la figura 16. Un cargador se instalará en la cara interior del cargador lateral y la otra en la pared.

PUERTAS: La regla de 0.10m. x 1.90m.x 25mm. será sobre la cual se instalará el riel para las puertas corredizas., el marco de las puertas que anteriormente estaba formado por reglas de 2.41m. de largo, poseerá solamente 1.90m., con las mismas dimensiones, 0.10m de ancho x 25mm. de grosor.

El alto total de las puertas será de 1.90m., utilizando reglas de las mismas dimensiones que las del módulo anterior, el ancho de las puertas será

el mismo y la estructura interna será como se muestra en la gráfica a continuación.

Figura 22 Estructura interna de las puertas corredizas modelo B

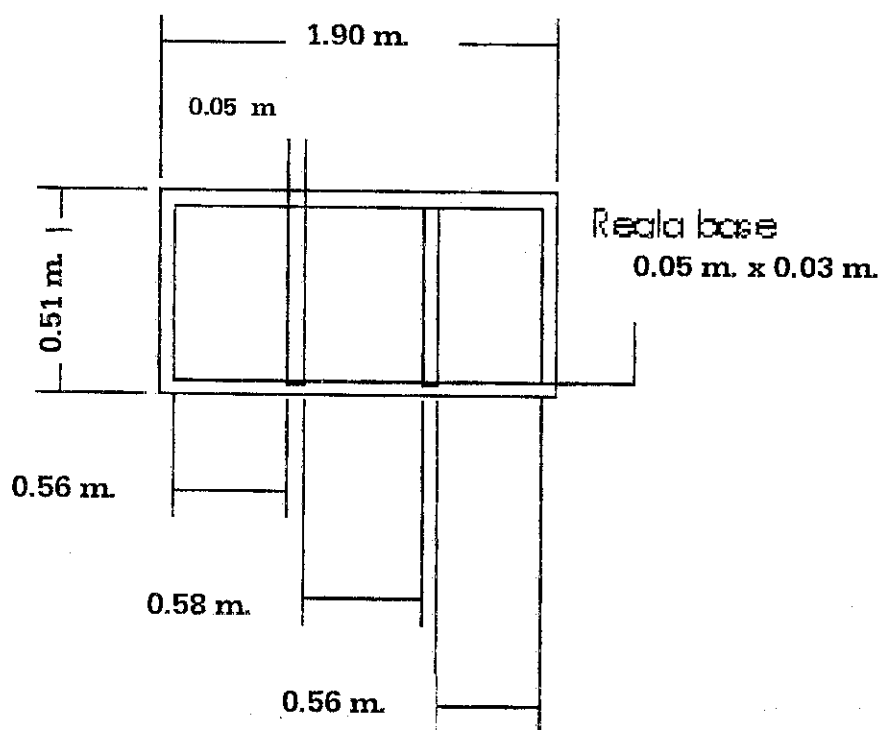


Las planchas de cartón piedra, al igual que las anteriores, serán cortadas a las dimensiones máximas de la estructura, 1.02m. x 1.90m.

El procedimiento para fijarlas, así como los materiales a utilizar serán los mismos.

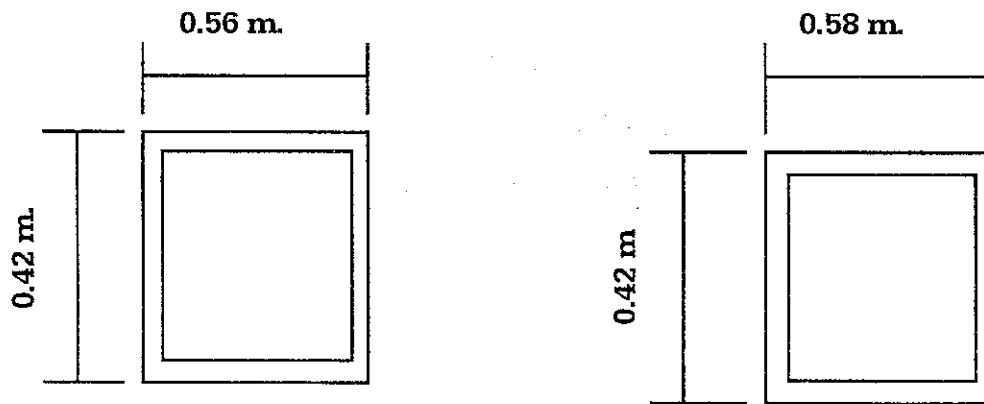
MODULO DE PUERTAS DEL VALIJERO: estará formado por una estructura en reglas de 0.10m. x 0.10m., con excepción de la regla base, la cual es la que hace contacto con la regla del valijero que soporta el riel para las puertas corredizas, que tendrá un grosor de 25mm. solamente, tal como se como se muestra en la siguiente figura.

Figura 23 Marco puertas abatibles del valijero



Las puertas serán abatibles, con una estructura en reglas de 0.10m. x 0.025m., con especificaciones como se muestra en la figura a continuación, nótese que una corresponde a las puertas laterales, la de 0.56M de ancho y otra a la central, la de 0.58m. de ancho.

Figura 24 Especificaciones estructura interna puertas abatibles



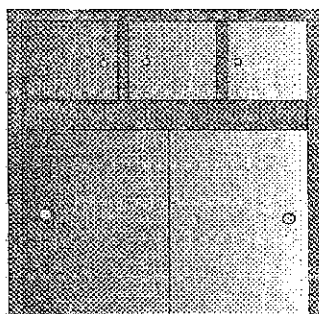
Las reglas de la estructura serán unidas con un ensamble de 45 grados y lañas de 25mm. de largo.

Las planchas de cartón piedra serán cortadas a las dimensiones máximas de la estructura, adhiriéndose a la misma con cemento de contacto.

Los acabados para los módulos serán exactamente igual que los del modelo A.

Las puertas, corredizas y del valijero, como deberán lucir instaladas, se pueden observar en la gráfica a continuación.

Figura 25 Puertas abatibles y corredizas del modelo B ensambladas



3.9 Diseño de las estaciones de trabajo

3.9.1 Equipo y herramienta a utilizar

Se utilizara equipo básico para trabajo con madera, para reducir al máximo el costo de instalación. A continuación se detalla el uso de equipo según su área de aplicación.

TRAZADO

- Se utilizará escuadra, lápiz, y regla.
- Metro, para realizar las mediciones necesarias.

CORTES EN MADERA

- Se utilizará sierra circular manual de 2 1/2 H.P. , con disco de 0.184 m. de diámetro, que son las mas comunes en el mercado. Se eligieron por su facilidad de manejo en el corte de las planchas de plywood y cartón piedra.

ADITAMENTOS DE SUJECIÓN

- Para realizar cortes especiales en reglas, será necesario la utilización de prensas y aparejos de sujeción para facilitar y volver segura la operación; se utilizarán prensas- sargentos de 0.10m.
- Para lograr cortes rectos con la sierra circular, se utilizará un angular de aluminio como guía para la misma.

INSTALACIÓN

- Para la instalación de las piezas en su lugar, se utilizará un barreno con velocidad variable y reversible con mandril de 9.5mm.. Este mismo se utilizará con puntas de atomillador para la introducción de tornillos.
- Puntas para atomillador eléctrico, de cruz y de castigadera, para los distintos tipos de tornillos.
- Brocas para concreto de 7.9mm., para la perforación de orificios en la pared para instalar los tarugos que soportarán los tornillos.
- Brocas de 6.35mm. para metal para la perforación de agujeros en madera en donde se instalarán los tornillos.
- Brocas de 11.11mm. para metal para agrandar el orificio donde entraran los tornillos en la parte inicial.
- Para instalar las molduras del sobremarco, se utilizará martillo.
- Nivel para verificar la posición vertical de los cargadores, entrepaños y puertas.

MOLDURAS

- Se utilizará un Router Básico de 1 H.P. con raíz de fresa de raíz de 6.35mm. para su maquinado.

ACABADOS

- Para el lijado de las piezas, se utilizará una lijadora orbital de 1/2 H.P.
- Tanto el sellador como el barniz serán aplicados con soplete, utilizando un compresor y una pistola básica.

3.9.2 Ingeniería de métodos

3.9.2.1 Análisis de tiempos y movimientos

Para establecer el tiempo estándar de las operaciones, fue necesario combinar dos técnicas: Tiempos sintéticos, en los cuales se utilizó las especificaciones de velocidad de avance de las maquinas vrs la cantidad lineal de metros a maquinar, para establecer una base inicial, luego de lo cual se aplicó los factores de holgura y eficiencia hasta establecer el tiempo estándar.

En la práctica será necesario luego de montada la línea, realizar un nuevo estudio para afinar dichos datos, pues la experiencia de los operarios incidirá sustancialmente en la variación de dichos tiempos. En las operaciones donde no fue posible encontrar un parámetro inicial de velocidad de maquinado, la empresa TEINSA , dedica a la fabricación de embalajes y tarimas en madera, proporcionó asesoría para su establecimiento, basados en la experiencia que ellos poseen en el manejo de dichos materiales y operaciones, así como ensayos de las operaciones con personas con conocimiento en trabajos en madera.

Agrupando las operaciones según tipo, es posible identificar ocho estaciones de trabajo dentro de todo el proceso, que según el modelo a fabricar se utilizarán o no.

Estas ocho estaciones están divididas en :

1. Medición, trazado y corte de cargadores laterales, entrepaños y valijero.
2. Medición, trazado y corte de cargadores de entrepaños y de valijero.
3. Medición, trazado corte y ensamblaje de puertas corredizas.
4. Aplicación de sellador y barniz a los módulos provenientes de las anteriores cuatro estaciones.
5. Medición, trazado, corte y ensamblado de marco para puertas y puertas abatibles de valijero.
6. Aplicación de sellador y barniz al módulo procedente de la estación No. 5.
7. Fabricación de marcos, sobremarcos y molduras para cada modelo.
8. Aplicación de barniz y sellador a los productos de la estación No. 7.

Debido al tipo de operación de cada estación, una sola persona puede realizar todas las actividades, dependerá de la demanda el número que trabaje en cada una para agilizar el proceso, no acortando el tiempo sino incrementando el número de unidades por unidad de tiempo.

3.9.2.2 Consideración de factores humanos, ergonomía

Los principales problemas que se encontraron en el área de ergonomía fueron:

- a) Dificultad para el corte de las planchas de plywood, ya que por sus dimensiones, no es posible proporcionar al trabajador una postura en la cual permanecer, pues ha de moverse a todo el rededor de las planchas a fin de poderlas cortar, dejando éstas fijas por su gran tamaño. Si la línea es establecida, será necesario utilizar un apoyo paralelo al plano de la plancha de durpanel sobre el cual se deslice la sierra, debiendo el operario únicamente deslizarla a lo largo de la misma. Esto reduciría grandemente el esfuerzo que el trabajador realiza.
- b) Sobre esfuerzo para mantener la rectitud del corte con la sierra. Esto se solucionaría, colocando guías de aluminio, paralelas al marco que sirve de apoyo a la sierra cuando se esta cortando, evitando que el operario pierda la concentración al verificar la alineación del corte.
- c) Partículas sólidas en la atmósfera donde se realizan los cortes: cuando se corta cualquier tipo de madera procesa, o madera natural con algún grado de humedad, se liberan partículas del pegamento que mantiene los distintos compuestos unidos, en el primer caso y vapores de los aceites esenciales que las constituyen en el segundo, provocando irritación en la mucosa nasal, ojos y problemas respiratorios. Esto será subsanado con la utilización adecuada del correcto equipo de protección personal.

- d) El maquinado de las diversas piezas, requiere de equipos con alta producción de ruido en su operación normal, lo cual tiende a dañar el sistema auditivo del trabajador, lo cual se eliminará con la utilización de equipo de protección personal.
- e) Dado el tipo de piezas a construir y ensamblar, la mayoría de las operaciones se realizan de pie, lo cual conlleva un agotamiento mayor al trabajador. No se encontró una mejora sustancial en el diseño de alguna estación que pudiera contribuir con este factor, por lo que se optó por reducir los periodos de trabajo, dando mas descanso dentro de los mismos.
- f) En las operaciones de medición y trazo, será necesario instalar iluminación directa, además de la iluminación general pues la precisión es un factor vital para el proceso, requiriendo mucho esfuerzo visual del trabajador.

3.9.2.3 Diagrama de operaciones de construcción

Dado el tipo de proceso, fue necesario dividir la fabricación para ambos módulos en cinco líneas de ensamblaje independientes, que producen los componentes de los diversos módulos a fabricar, según el modelo.

La línea de ensamblaje de cargador lateral y valijero, producirá los entrepaños del módulo, así como el cargador lateral y el entrepaño del valijero; junto con la línea de cargadores de entrepaños y valijero, construirán los módulos mencionados, valijero y entrepaños. Podrán ser producidos tantos módulos como sean necesario para suplir las necesidades del mercado.

La línea de ensamblaje de puertas corredizas, producirá las mismas, en sus dos modelos; ya que la única diferencia entre ambas será la medida, esta puede suplir ambos modelos y la cantidad que se requiera de cada uno de ellos.

Para la fabricación de las puertas abatibles para valijero que utilizará solo uno de los modelos, se estimo necesaria una línea de ensamblaje independiente, la cual realiza todo el trabajo necesario, sin afectar a las otras operaciones en las otras . Ésta se utilizará únicamente cuando se desee fabricar este módulo para el modelo correspondiente.

La línea de ensamblaje de marcos, sobremarcos y molduras, fabricará para ambos modelos ; ya que la diferencia entre ambos es solo en dimensiones, bastara ajustarlas y cortarlas para el modelo para el que se desee suplir. Se conservará el esquema de utilizar solo aquellas líneas que adicionen valor agregado al producto, en donde y cuando sea necesario.

Si se continúa con la misma estructura de diseño, es posible agregar tantas líneas de producción como módulos se necesiten, trabajando independientemente solo cuando sea necesario.

En la figura a continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso.

Figura 26 Diagrama de flujo del proceso

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

ASUNTO: Línea de ensamblaje para clóset modulares
 METODO: Propuesto TIPO: Línea de ensamblaje por módulo.
 ANALISTA: Marco Antonio Arana Figueroa FECHA: 13/6/1998
 INICIA: Bodega de materia prima. Finaliza: Bodega de producto terminado.

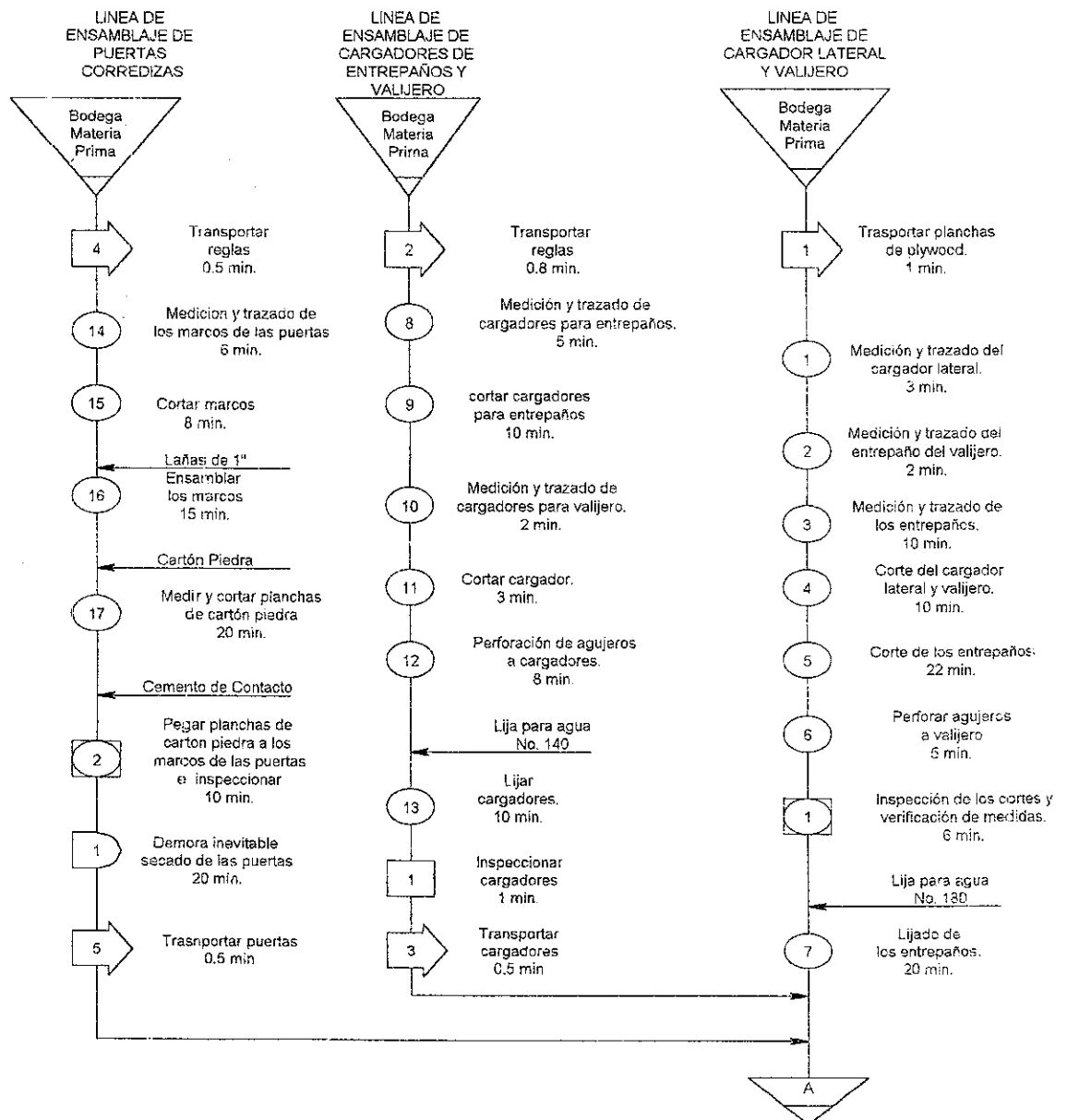


Figura 27 Continuación diagrama de flujo del proceso

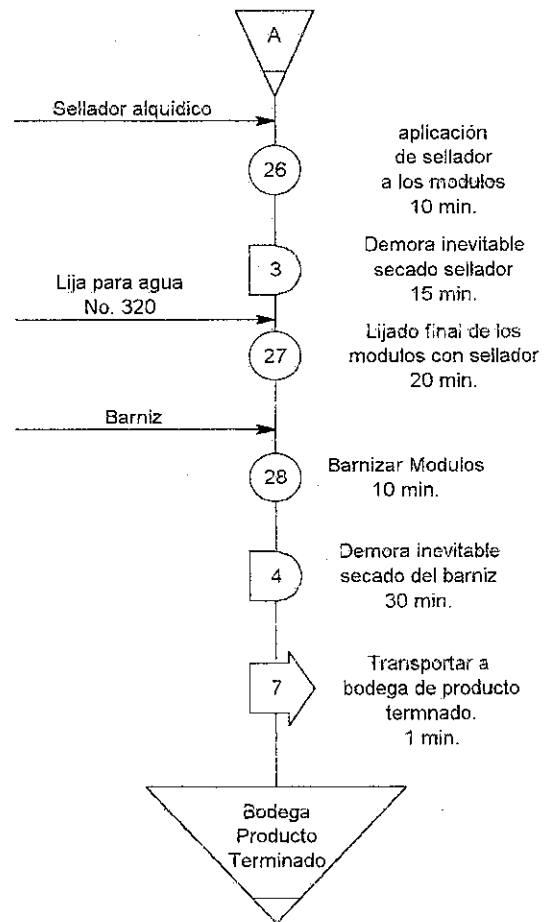


Figura 28 Continuación diagrama de flujo del proceso

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

ASUNTO: Línea de ensamblaje para clóset modulares
 METODO: Propuesto TIPO: Línea de ensamblaje por módulo.
 ANALISTA: Marco Antonio Arana Figueroa FECHA: 13/6/1998
 INICIA: Bodega de materia prima. Finaliza: Bodega de producto terminado.

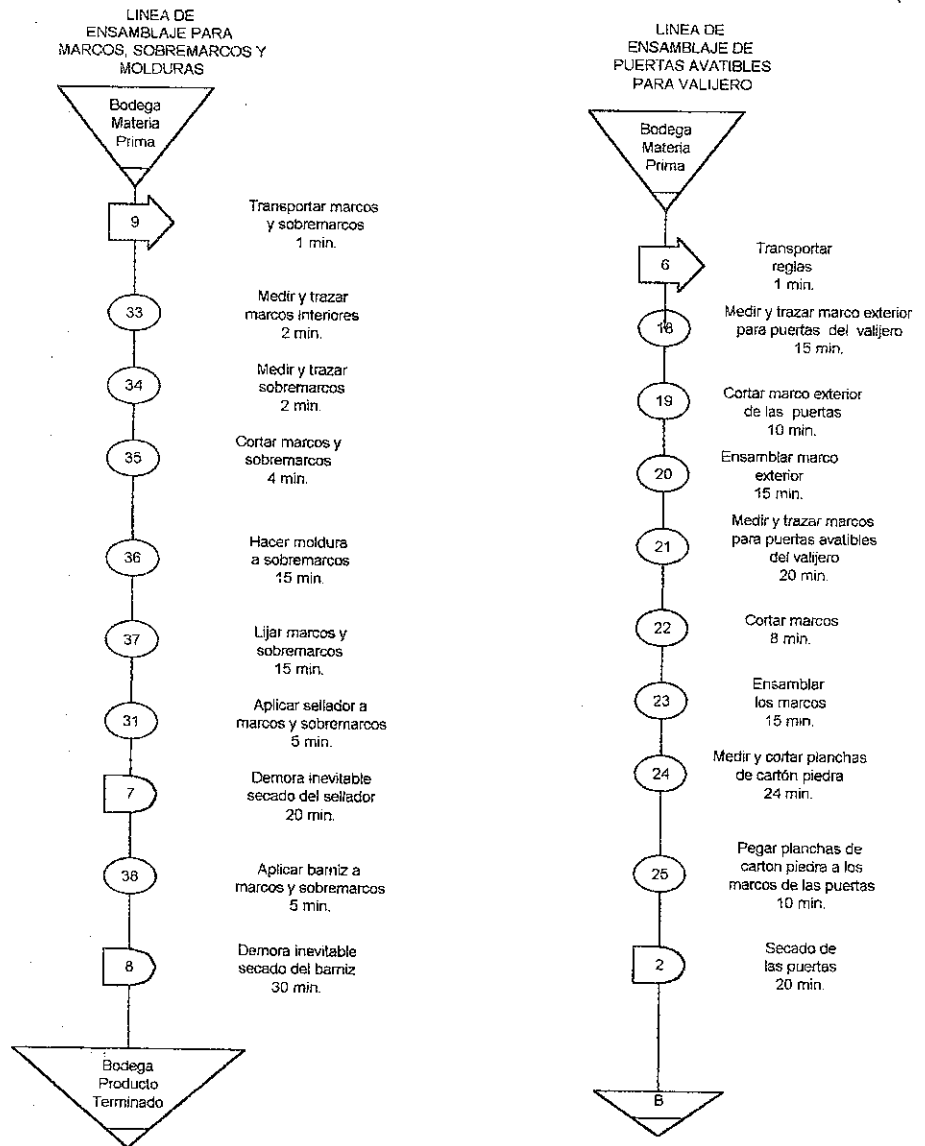
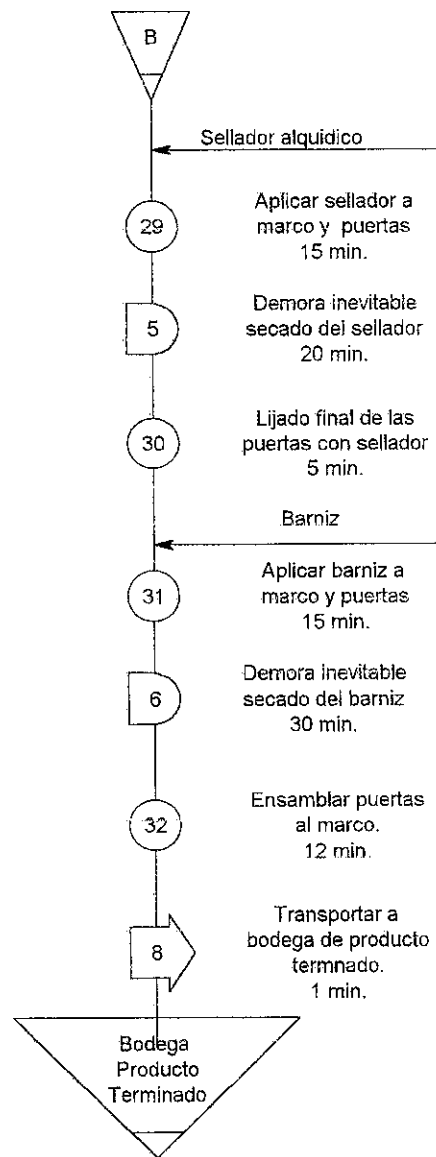


Figura 29 Continuación diagrama de flujo del proceso



3.9.2.4 Análisis de mejoras al proceso

Si se dispone de la liquidez y capacidad de inversión suficiente, es posible implementar mejoras aún dentro del proceso de fabricación, las cuales afectan a las siguientes áreas:

- **Bodegas de materia prima**

El desarrollo de un sistema de producción basando en Justo a Tiempo, requiere que toda la logística y recursos a su alrededor, también poseen esta característica, lo que hoy por hoy en Guatemala no está desarrollado, es por ello que se requiere tener material en bodega para poder trabajar, pues los proveedores de materia prima son escasos y tienen sus limitaciones propias en cuanto a tiempo de entrega.

Otro problema que afecta es el medio ambiente, ya que época de invierno, es difícil conseguir madera con un nivel adecuado de humedad para poder ser trabajada.

Una solución factible a este problema, es la utilización de madera secada al horno, la cual debe pedirse con 20 a 25 días de anticipación para que pueda la empresa preparar el pedido.

Otra solución sería la utilización de madera importada, la cual viene el grado de humedad adecuada y completamente cepillada. El tiempo con que habría que hacer el pedido es aproximadamente 45 días, por el tiempo de transporte desde el país de origen y trámites de internación de Guatemala.

- **Bodegas de producto terminado y demoras inevitables en secado de selladores y barnices**

Durante el proceso de fabricación, se da el tiempo mínimo necesario para que los materiales de acabado , así como pegamentos sequen, para poder transportar el producto, pero el tiempo total de secado, en casos como el barniz, es de hasta 5 días. Es por ello que se necesita almacenar el producto terminado para poder asegurar su tiempo total de secado y su óptimo rendimiento al cliente.

Una solución factible a este problema sería la implementación de hornos de secado dentro de la línea de producción, conjuntamente con la utilización de catalizadores en el diluyente del barniz, que aceleran el proceso de secado lo cual reduciría el tiempo de permanencia del producto en la bodega, y su tiempo de secado durante el proceso de fabricación.

- **Demoras inevitables en tiempo de secado de pegamentos**

Dentro de la gama de pegamentos disponible, se escogió el cemento de contacto por su velocidad de secado en comparación con la cola blanca.

Para acelerar dicho proceso, sería factible la utilización de pegamento de silicone de alta adherencia, el cual requiere de pistolas aplicadoras, que funcionan con energía eléctrica para generar calor y derretir el pegamento.

El tiempo de secado se reduce a cinco minutos aproximadamente que es el tiempo que tarda el silicone en enfriar.

3.10 Seguridad e higiene ocupacional

3.10.1 Condiciones inseguras

- Con el maquinado de la madera, se desprenden partículas sumamente pequeñas que irritan las vías respiratorias y afectan la mucosa ocular, por lo que será necesario mantener un ambiente ventilado que evite la concentración de las mismas, además del equipo de protección personal adecuado.
- La madera es un producto altamente inflamable, por lo que las instalaciones deberán poseer instalaciones adecuadas para su almacenamiento y manejo, evitando el peligro de chispas, líquidos inflamables, llamas directas que puedan iniciar un incendio. Deberá contarse con el equipo contra incendios adecuado.
- El ruido es otro factor que incide contra el medio ambiente de trabajo; debido al tipo de maquinaria a utilizar, el nivel de ruido es bastante elevado, por lo que deberá proporcionarse el equipo de protección necesario a los trabajadores.
- La disciplina dentro del área de trabajo, contribuye a eliminar condiciones inseguras, evitando distraer a los trabajadores al momento de realizar sus actividades.

3.10.2 Operaciones inseguras

- Se debe evitar el remover las guardas de seguridad de la maquinaria por utilizar.
- Las operaciones de aserrado de la madera requieren de especial atención del trabajador, debe darse énfasis en la protección de las extremidades y de la vista del trabajador.
- La fabricación de las molduras con Router, requiere en la estación de trabajo, todos equipo necesarios para la sujeción de los sobremarcos, evitando que un hilo de la fibra de la madera, atasque la maquina y lastime al operario al mover el sobremarco o arrancar un trozo de él.
- La aplicación de sellador y barniz, requiere de un ambiente ventilado, evitando la irritación de las vías respiratorias y de los ojos del operario, así como efectos secundarios como dolor de cabeza, somnolencia, mareos, nauseas, por la inhalación del thinner que estos poseen como solvente.

3.10.3 Equipo de protección personal

- Se utilizarán orejeras para la reducción del nivel de ruido dentro de la planta, en lugar de tapones para los oídos, ya que estos irritan el canal auditivo, por el roce que producen al introducirlos, pudiendo además introducir partículas al oído al adherirse las mismas por contacto con alguna superficie con residuos de maderas y otros.
- Para los ojos, se utilizarán gafas con resistencia a impactos, rayones y protección lateral, para evitar que partículas puedan ingresar al ojo y aunque no lo dañen, interfieran con la perfecta visión que el operario debe tener.
- Se utilizarán mascarillas contra partículas para evitar la irritación de las vías respiratorias, en las áreas de maquinado de madera, y en las de aplicación de sellador y barniz, mascarillas con capacidad de filtrar aerosoles.
- Se utilizaran guantes de tela para el manejo de las piezas de madera, evitando así la incrustación de astillas en las manos de los trabajadores y facilitando su manipulación. En las áreas de aplicación de sellador y barniz, se utilizarán guantes de hule, reforzados para el manejo de solventes.

3.10.4 Equipo contra incendios

- Se utilizarán extinguidores del tipo ABC para la extinción de cualquier tipo de fuego que se pueda presentar.
- Si la magnitud de la planta lo amerita, se puede contemplar la posibilidad de instalación de equipo de aspersión de agua automático, instalado en el techo de la misma.

3.10.5 Manejo de líquidos

- Se ha de evitar el trasiego de líquidos inflamables cerca de fuentes de calor, en lugares encerrados o donde exista alta concentración de electricidad estática que pueda producir chispas e iniciar la combustión del mismo.
- Si se utilizan recipientes metálicos, deberán conectarse debidamente a tierra para evitar que se generen chispas por electricidad estática.
- Si se utilizan recipientes plásticos, deberán soportar solventes.
- En la medida de lo posible debe evitarse el contacto con la piel de los líquidos y la inhalación de sus vapores.

3.11 Distribución general de las estaciones de trabajo

3.11.1 Distribución propuesta

Las estaciones de trabajo, se distribuyeron basado en la asociación de tareas, optimizando el transporte de las materias primas y/o módulos terminados.

Se tomo en cuenta la compatibilidad de las operaciones, evitando que tareas que no compatibles quedaran en un lugar donde pueda interferir con las actividades de otra, por ejemplo, estaciones de trabajo donde se realizan tareas con alta producción de partículas, cercanas a estaciones de pintado, barnizado, sellado, etc.

En el siguiente plano se ilustra la distribución. Nótese que la primer gráfica muestra las dimensiones de las estaciones y la siguiente, las distancias entre una y otra.

Figura 30 Plano de distribución propuesta

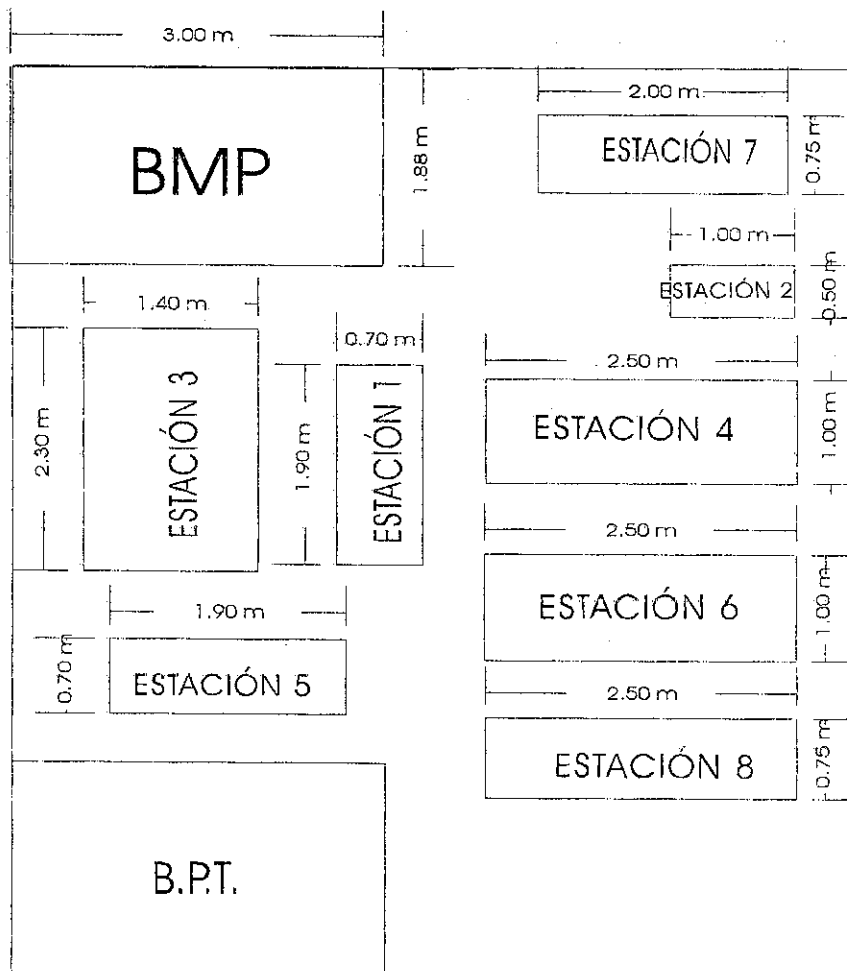
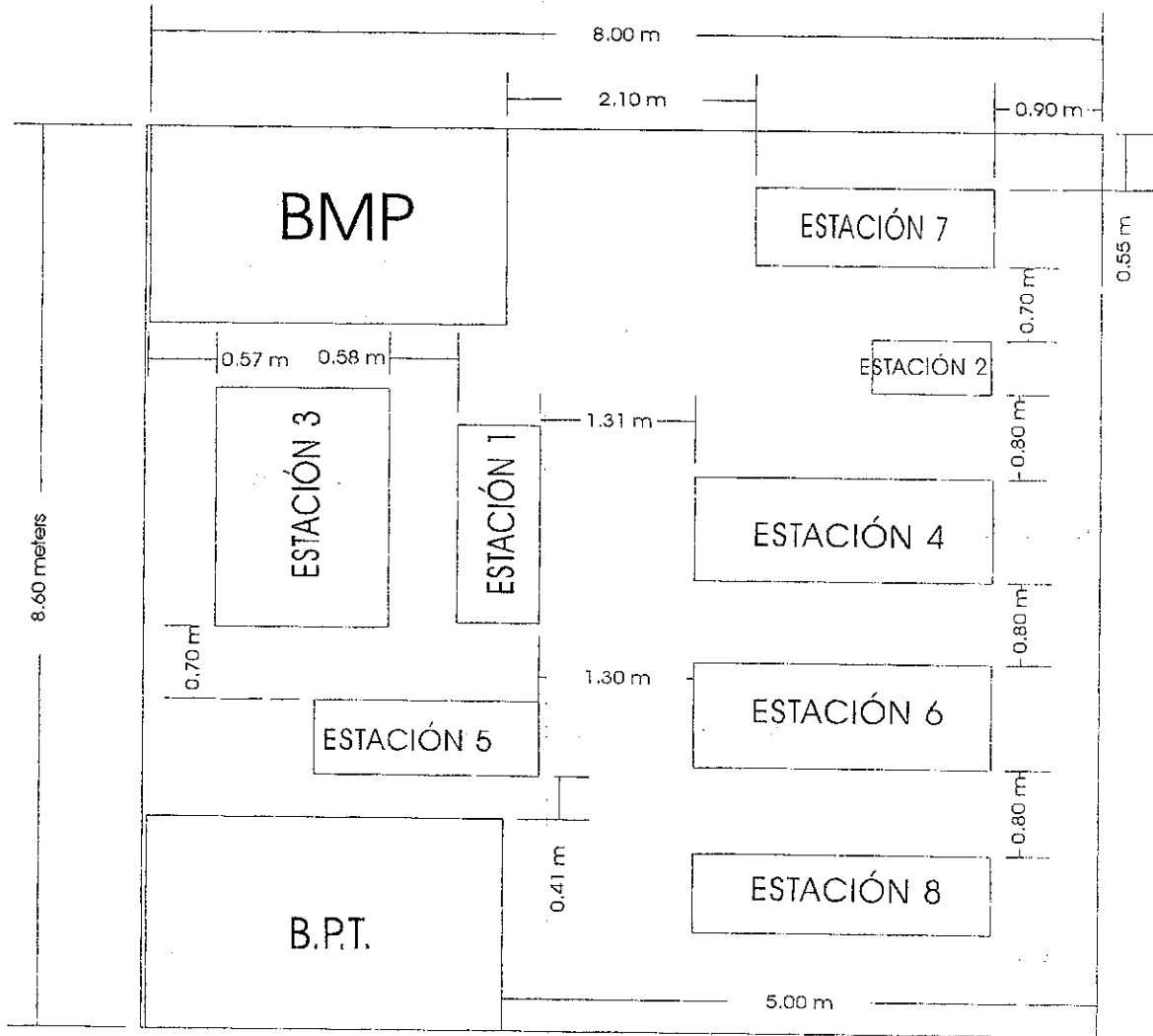


Figura 31 Continuación plano de distribución propuesta



3.11.2 Área necesaria estimada

De la figura anterior, es posible obtener el área necesaria para la instalación de la línea de ensamblaje, 8.60m. X 8.00m. Nótese que las bodegas, tanto de materia prima como de producto terminado, son las que ocupan la mayor de las áreas.

Las estaciones de trabajo poseen área libre al rededor de ellas, esto facilita el trabajo con piezas de gran tamaño, como los módulos que constituyen los clóset, permitiendo al operario su movilización al rededor de estas.

Ambas bodegas poseen un área que permite manipular los objetos al extraerlos dentro de ellas, facilitando así su transporte a las estaciones de trabajo que las requieren.

3.12 Condiciones generales de trabajo

3.12.1 Iluminación

Dada el área a iluminar, la optimización de del tipo de lamparas a utilizar es vital, dependiendo de ello un significativo ahorro en costos de energía.

El aprovechamiento máximo de la luz natural contribuye al ahorro en los costos de energía, pero dependiendo de la ubicación y colindancias del terreno se podrá utilizar o no.

Los colores de la pintura interior del local deben ser lo mas claro posibles para aprovechar su reflectancia.

La decisión de un alumbrado general o complementario dependerá del horario de trabajo y de la deficiencia de luz natural

3.12.2 Ventilación

Este factor reviste gran importancia pues el trabajo con madera genera muchas partículas sólidas que afectan el desempeño de los trabajadores. Debe evitarse la diseminación de éstas, a través del aislamiento de procesos, evitando afectar estaciones de trabajo cercanas en su desempeño.

La ventilación natural es importante, incrementando la eficiencia y desempeño del operario, condiciones que se ven reducidas al incrementarse la temperatura y la humedad en el lugar de trabajo. Es posible utilizar aire acondicionado para climatizar el local, resultando en un alto costo de energía eléctrica, afectando también el rendimiento de los trabajadores, por lo que deberá tomarse en cuenta la utilización de ventilación forzada , para conseguir el intercambio del volumen de aire necesario para mantener una atmósfera adecuada en el interior del mismo.

3.12.3 Humedad

Tanto para la realización de actividades dentro del local, como para el almacenamiento de los materiales, el nivel de humedad debe ser lo suficientemente baja.

Debe tenerse cuidado con las paredes del local, ya que al existir construcciones aledañas, durante la época de lluvia si éstas no poseen el aislamiento adecuado, puede quedar agua atrapada entre las paredes colindantes de cada construcción y generar gran humedad dentro del local, lo cual deteriora al punto de no se posible utilizar los materiales como el cartón piedra, plywood, super tabla propanel , así como favorecer la creación de moho, afectar el producto terminado, etc.

Si se utiliza aire acondicionado, la humedad se reduce, pero si es en forma drástica, se presentará irritación en las vías respiratorias de los trabajadores.

Es posible utilizar deshumidificadores en las bodegas, de existir algún problema, pero lo mas adecuado sería utilizar impermeabilizantes del tipo siliconas en las paredes, con alto grado de sellado de poro y reducción de humedad.

3.12.4 Ruido

Si bien es cierto que la localización industrial del local es importante y contribuye a poseer niveles de ruido, lo ideal sería una reducción al mínimo de éste dentro del lugar de trabajo. Cada operario deberá contar con su equipo de protección personal, pero aún así se verán afectados por el ruido, pues las máquinas y el trabajo con madera genera mucho ruido. Lo importante será aislar las estaciones de trabajo que lo produzcan, a través de paneles reductores o convirtiéndolas a cubículos cerrados de trabajo concentrándolo en lugares específicos.

3.13 Impacto ambiental

Guatemala cuenta con una gran diversidad de recursos, en gran parte como resultado de su localización la franja tropical, con una superficie de bosques de entre un 27% a un 41%.

Cuenta con seis áreas protegidas por la legislación: Tikal, Lago de Atitlán, Río Dulce, El Rosario, Volcán de Pacaya y el biotopo para la conservación del quetzal., las primeras cuatro catalogadas como parques nacionales y las últimas dos como monumentos nacionales. (Referencia 13)

La madera es de gran utilización en la sociedad guatemalteca. Se estima que 12 millones de metros cúbicos al año, de los cuales más del 90% se dedica a satisfacer la demanda de leña y aserrío para uso domestico, lo cual ha tenido una tasa creciente durante los últimos años, al contrario de la demanda para la industria. (Referencia 14)

El principal problema radica en que dicha explotación de bosques no es sostenible, ya que la deforestación se estima entre 1080 y 1620 km cuadrados al año, mientras que la reforestación total de los últimos 10 años no llega a los 500 km cuadrados. (Referencia 15)

En Guatemala, existen cuatro industrias madereras de importancia: Profigsa, aserraderos Milpas Altas, industrias Río Dulce y Maderas "El Alto", dedicadas a la explotación sostenible de bosques, sembrando un 15% más de lo que extraen de los bosques, con lo cual aseguran su abastecimiento de materia prima para el futuro. Debido a la magnitud del negocio maderero, tiene un interés grande y común en reforestar áreas nuevas, extraer en forma adecuada de los bosques la madera y rehabilitar las áreas utilizadas de

bosques. Cada vez la demanda por sus productos es mayor, por lo que han estado desarrollado proyectos desde hace varios años, con el fin de crear sus propios bosques para abastecerse de materia prima exclusivamente de ellos, a manera de criaderos de árboles para cosechas programadas. En este punto juega un papel importante la proyección de ventas, las cuales debido al ciclo de siembra y cosecha se hacen con una proyección de 15 años.

El crecimiento del área en cultivo se revisa cada año, ajustando la siembra al crecimiento y a la nueva proyección de ventas. Se espera que para el año 2010, el 100% de la madera provenga de estos criaderos, con lo cual la utilización de bosques naturales por parte de la industria maderera se minimizaría, tendiendo a desaparecer.

Otro factor importante en el que están trabajando estas compañías es en la reducción en el ciclo de crecimiento de los árboles. Ellos esperan que la utilización de maderas preciosas en la industria sea reemplazado por aglomerados de partículas, similares al tablex o durpanel, de alta densidad con revestimiento en las caras de maderas preciosas, dando como resultado, productos con la apariencia que el mercado necesita a menor costo y más eficientes desde el punto de vista ecológico, ya que el desperdicio en esta industria se reduciría a 0%, pues cualquier sobrante de madera puede ser utilizado, así como árboles de cualquier tipo. Esto requeriría de árboles de diámetros mínimos en la curva de crecimiento que poseen, lo cual reduciría el tiempo de cosecha de 32 a 14 años, lo cual incrementaría la producción de sus criaderos y reduciría sus costos.

Estas mismas compañías, además, tiene proyectado realizar campañas de concientización en la población usuaria de madera como carburante, de la importancia de mantener los bosques y como crear pequeñas industrias a partir de el, con la utilización de árboles energéticos como el Eucalipto, que genera mayor nivel de calor al ser quemado que cualquier otro árbol, así como la forma más eficiente de combustión, con lo cual ellos obtienen ahorros, se benefician del bosque y regeneran el suelo al conservar los mismos. (Referencia 16)

Si se analiza el impacto ambiental que pueda tener el desarrollo de la línea de ensamblaje, se puede observar fácilmente que no contribuiría a la deforestación si se realiza la compra de madera a empresas que tenga poseen la capacidad de explotación sostenible de bosques, por el contrario, contribuiría a que las mismas aceleraran sus proyectos y los mejoraran aún más para sostener el desarrollo de nuevas industrias de productos en madera.

3.13.1 Manejo de desperdicios

- **Desarrollo de subproductos**

Los desperdicios originados tiene la peculiaridad de ser de tipo específico y de poca variabilidad, por lo que será posible utilizarlos para desarrollar productos más pequeños, agregando mano de obra y materiales necesarios.

Es necesario también contemplar la posibilidad de venderlos como combustible sólido, a lo que piezas pequeñas se refiera, y las piezas de mediana dimensión, una tienda que venda por piezas estos materiales será bienvenida, pues muchos trabajos manuales en colegios, reparaciones o proyectos caseros los requieren .

Otra posibilidad es triturarlos, para convertirlos en aserrín que es posible utilizarlo para abono de plantas una vez mezclados con otros ingredientes que las mismas necesitan.

Es posible también reciclarlos, vendiéndolos a las compañías productoras de aglomerados en madera, las cuales vuelven a fabricar planchas de tablex, durpanel, aglomerado revestido, etc. con ellas. Esta sería la solución óptima si se opta por enfocar el negocio en su base principal, la fabricación de clóset modulares.

4.0 RESULTADOS

4.1 Tiempo de fabricación estimado por modelo

El tiempo de fabricación para el modelo A será de 369.3 minutos, mientras que para el modelo B, el tiempo se incrementa en 138 minutos, que es lo que toma fabricar las puertas abatibles del valijero. Esto da un total de 507.3 minutos. Como se puede observar en el diagrama de operaciones cada línea de producción es posible balancearla de modo que el tiempo total por unidad se pueda reducir como mínimo a 170 minutos, que sería el tiempo de las líneas independientes más tardío que es de 99 minutos para la línea de ensamblaje de marcos , sobremarcos y molduras, mas el tiempo de barnizado de las restantes piezas del módulo que abarca de la operación No. 28 en adelante, con un tiempo total de 71 minutos.

Nótese que el diseño de la línea incluye la factibilidad de trabajar independientemente los módulos de la línea de marcos y sobremarcos, lo cual reduciría el tiempo de fabricación a 150 minutos, con solo balancear independientemente cada línea de producción.

Como se puede observar es posible obtener un tiempo bastante bajo en la producción de los modelos, lo cual permite reducir el costo de mano de obra en forma determinante a lo largo del proceso.

4.2 Costo por modelo

Para poder establecer el costo por modelo, es necesario efectuar cálculos sobre materiales utilizados, lo cual se detalla a continuación:

MODELO A

TABLEX O DURPANEL PARA ENTREPAÑOS, VALIJERO Y CARGADOR LATERAL

El pliego de tablex o plywood, posee un área de $1.20\text{m.} \times 2.4\text{m.} = 2.97 \text{ m}^2$.

Para la fabricación de los entrepaños se utiliza tablex de 12mm. de grosor, utilizando un área total de 1.3m^2 . El área restante es posible utilizarla para fabricar mas entrepaños, por lo que se toma sólo el valor del área utilizada, hasta el máximo número de entrepaños posible de cortar en la plancha que será 3 a lo largo y 2 a lo ancho de una plancha de $1.20\text{m} \times 2.4\text{m}$ a fin de optimizar el área, lo que nos da un total de 6 entrepaños, por lo que 4 entrepaños utilizados representarían el 66.66% del valor de la plancha, tomando en cuenta el área no utilizable. El costo de una plancha de Tablex de 12mm. de grosor es de Q65.00, por lo que el costo del material utilizado sería de: Q44.00

Se debe tomar en cuenta que para el presente análisis se consideró una construcción continua de los modelos, por lo que el valor de algunos materiales como el caso anterior se tomo solo parcial, correspondiente a la proporción utilizada.

De no ser este el caso debe cargarse el costo total de la plancha, pues la otra parte aunque no se utilice dentro del clóset, representa un costo que no se puede absorber.

Para el cargador lateral de entrepaños y el entrepaño del valijero, se utilizan en total 2.03m^2 de tablex de 19mm. Dadas las dimensiones de los mismos, las piezas o área restante de tablex no es posible utilizarla, por lo que se toma el valor total de la plancha como costo para ambos. El costo de una plancha de Tablex de 19mm. es de Q95.00

- **CARTÓN PIEDRA PARA PUERTAS**

Las planchas de este material poseen las mismas dimensiones que las de tablex o durpanel. Para las puertas se utilizan 2.4 m^2 por cada cara de cada puerta, de cartón piedra decorativo o liso según el caso. Al igual que para los cargadores de entrepaños, el área restante de cada plancha es no utilizable en los clóset, por lo que se toma el valor total de las planchas que se necesitan como costo, el cual es 2 planchas de cartón piedra decorativo y 2 de cartón piedra liso. El cartón piedra liso tiene un costo promedio de Q45.00 y el decorativo de Q75.00., por lo que el costo total en cartón piedra sería de : Q240.00

- **ESTRUCTURA INTERNA DE LAS PUERTAS**

Las puertas corredizas utilizan 0.030 m^3 de madera, El metro cúbico o tablar de madera de ciprés tiene un costo de Q1,966.00 por lo que el costo de la estructura interna sería de: Q59.00.

- **MARCOS Y MOLDURAS**

Se utilizan 0.094 m³ de madera, con un costo de Q18.00

- **CARGADORES DE VALIJERO**

Se utilizan 0.0071 m³, con un costo de Q13.50

- **CARGADORES DE ENTREPAÑOS**

Se utilizan 0.005 m³ de madera, con un costo de Q9.00

- **RIEL PARA PUERTAS CORREDIZAS**

El riel que se utilizará será de 1.82m. de largo, con un costo aproximado de Q78.00.

- **RIEL PARA MODULO COLGADOR**

Este riel posee un valor de Q35.00.

- **MATERIALES DE ENSAMBLAJE:**

En este rubro se incluye tornillos, cola, clavos, lañas, cemento de contacto, etc., lo cual posee un valor total de Q65.00.

- **MATERIALES PARA ACABADO**

En este rubro se incluye lija, sellador, barniz, solvente, guaipe, etc., el cual alcanza un valor de Q130.00.

- **COSTO TOTAL**

El costo total del modelo A es de Q786.50, si a esto se suma el costo de la mano de obra que puede alcanzar hasta Q15.00 por hora, utilizando el tiempo de fabricación más tardío, con lo cual se obtiene el costo máximo, se tiene un valor total de Q880.00 de costo total del modelo.

- **MODELO B**

- **TABLEX O DURPANEL PARA ENTREPAÑOS, VALIJERO Y CARGADORES LATERALES.**

El número de entrepaños, será el doble del modelo anterior, por lo que el costo se incrementa en igual proporción, teniendo ahora un valor de Q88.00

Se requerirá de 3.0 m² de material para el valijero y los cargadores laterales, lo cual según dimensiones de las piezas, será necesaria la utilización de 2 planchas de durpanel de 19mm. de grosor, de la primera se podrá fabricar un cargador lateral y el valijero y de la otra el otro cargador lateral, sobrando el área correspondiente al otro valijero. Si esta área ya no se va a utilizar, deberá cargarse el valor total de las 2 planchas al clóset. Para efectos de cálculo, se incluyó el valor del material total, lo cual representa un total de Q190.00

- **CARTÓN PIEDRA PARA PUERTAS**

Las puertas abatibles del valijero, utilizan el material restante sin utilizar de las puertas corredizas, por lo que el costo permanece igual que para el modelo anterior, Q240.00.

- **CARGADORES DE ENTREPAÑOS**

El número de cargadores de entrepaños se duplica, al igual que su costo, siendo ahora de Q18.00.

- **ESTRUCTURA INTERNA DE PUERTAS**

Las puertas corredizas utilizan un total de 0.0259 m³ de madera, lo cual posee un valor de Q49.50.

- **ESTRUCTURA INTERNA MODULO DE PUERTAS ABATIBLES**

Se requerirá un total de 0.0212 m³ de madera, lo cual posee un valor de Q37.50.

- **MARCOS Y MOLDURAS**

Se utilizan 0.009 m³ para cálculo de costos, con un valor de Q18.00

- **CARGADORES DE VALIJERO**

Se utilizan 0.007m³, con un costo de Q13.50

- **RIEL PARA PUERTAS CORREDIZAS**

El riel que se utilizará será de 1.9m de largo, con un costo aproximado de Q78.00 .

- **RIEL PARA MODULO COLGADOR**

Este riel posee un valor de Q35.00.

- **MATERIALES DE ENSAMBLAJE**

En este rubro se incluye tornillos, cola, clavos, lañas, cemento de contacto, etc., lo cual pose un valor total de Q75.00.

- **MATERIALES PARA ACABADO**

En este rubro se incluye lija, sellador, barniz, solvente, wiper, etc., el cual alcanza un valor de Q145.00.

- **COSTO TOTAL**

Sumando los costos arriba descritos, el modelo B tiene un costo de Q987.50, incluyendo el valor de mano de obra, al mismo costo que en el modelo anterior, utilizando siempre el tiempo más tardío de construcción, se tiene un valor total de Q1115.00 para el modelo.

4.3 Proceso de armado

4.3.1 Instrucciones de armado

El proceso de armado de los clóset requiere de una persona que posea conocimientos básicos sobre las herramientas a utilizar; además, destreza manual mínima para llevar a cabo las operaciones que se describirán. Una persona que le auxilie en el sostenimiento de las piezas será de gran ayuda para llevar a cabo el trabajo en forma rápida y eficiente.

Las instrucciones para realizar el armado del clóset son:

1. Tómesese el cargador lateral de entrepaños y márchense líneas horizontales que servirán de guías para instalar los cargadores de entrepaños, a las distancias que se prefieran, de ello dependerá la distancia entre entrepaño y entrepaño a todo lo alto del cargador.
2. Médase de igual manera, las mismas distancias a partir del suelo, sobre la pared, trazando las mismas líneas que servirán de guías para instalar los otros cargadores de entrepaños en la pared.
3. Atorníllese los cargadores de entrepaños al cargador central de entrepaños, dos tornillos por cargador bastara.
4. Perfórese agujeros en los cargadores que se sujetarán en la pared, de manera de atravesarlos completamente, para que los mismos puedan servir de guía para saber donde debe perforarse en la pared para instalar los tarugos dentro de la misma.
5. Instálese los tarugos en la pared y atorníllese los cargadores a los mismos.
6. Ensámblense el módulo de entrepaños, insertando dos tornillos en cada lado de manera de atomillarlos en los cargadores.

7. El último de los cargadores de entrepaños en la pared debe ir a la misma altura que el borde superior del entrepaño lateral, de manera que sirva de apoyo a la misma altura al modulo del valijero.
8. Instálase el cargador longitudinal al entrepaño del valijero, atomillándose desde la cara contraria del entrepaño en la cual se encuentra apoyado el mismo, de manera que ambos bordes, el del entrepaño y el exterior del cargador queden alineados; para el caso del modelo A, y para el Modelo B, debe quedar salido el cargador longitudinal, 2 pulgadas del borde del entrepaño.
9. Si el clóset es Modelo "B", deberá instalarse el riel para puertas corredizas, cuidando que este quede alineado a 12mm. adentro del borde del cargador longitudinal, verifique la cara exterior e interior del riel para evitar que se instalen al revés. Todos los rieles poseen su instructivo de instalación, pues viene acompañado de los cojinetes deslizante para riel que deben instalarse en las puertas; deberá seguirse las instrucciones cuidadosamente
10. Instálase el otro cargador longitudinal de entrepaños, de igual manera que el primero, cuidando que este debe estar alineado en su borde exterior con el borde del entrepaño, de ser el clóset del Modelo "A"; para el Modelo "B", debe quedar salido dos pulgadas del borde del mismo.
11. Instálase con tarugos el cargador restante del valijero en la pared, contraria a la cual tiene instalado el módulo de entrepaños, a la misma altura que el borde del cargador lateral de entrepaños y con dos tornillos, uno en cada extremo, al igual que los otros.
12. Coloque el módulo del valijero, de manera que ambos cargadores en las paredes, previamente instalados lo soporten, al igual que el borde superior del cargador lateral de entrepaños.

13. Atomílese el entrepaño del valijero a los cargadores con dos tornillos por lado.
14. Atomílese los marcos interiores de las puertas, perforando primero el marco para luego marcar en la pared como con los cargadores de entrepaños. Dos o tres tornillos a lo largo del marco bastarán. Si el clóset es del Modelo "B", deberán coincidir los extremos del cargador longitudinal del valijero con los bordes superiores de los marcos.. Si el clóset es Modelo "A", instálase el riel para puertas corredizas en el cargador del riel, cuidando que el borde exterior de ambos quede alineado. Para ello deberán perforarse primero agujeros en el cargador que servirán para sujetarlo al techo, alineando su borde con los del marco interior. Procédase de igual forma que con los cargadores de entrepaños para marcar en el techo donde debe quedar los agujeros, instalar los tarugos y atomillar el cargador, para luego instalar el riel sobre él.
15. Si el clóset es modelo "B", instálase el módulo de puertas abatibles, perforando agujeros en el marco exterior del mismo y utilizándolos como guía para perforar la pared e instalar los tarugos sobre los cuales se atomillará, al igual que los cargadores de entrepaños.
16. Instálase las molduras del marco exterior, utilizando clavos sin cabeza de 0.04m. de largo para sujetarlos al marco interior, tratando de que el borde exterior de ambos coincida.
17. Instálase los cojinetes deslizantes para el riel a las puertas, una en cada extremo, dejando un espacio de 0.04m. a 0.05m. del borde exterior de las mismas hacia el centro. Estas debe colocarse en la parte de atrás de las puertas y graduarse de manera que estas quede separadas aproximadamente 0.06m. del piso.

18. Ensámblense las puertas al riel y colóquese la guía para puertas en el centro del espacio que cubrirán las puertas.

4.3.2 Equipo necesario

Se requerirá como mínimo del siguiente equipo:

1. Barreno de 0.009m. como mínimo. Si posee velocidad variable, será de gran ayuda al utilizarse como destornillador, lo cual agiliza el trabajo.
2. Brocas de 0.005 m. para metales y de 0.008m. para concreto.
3. Lápiz, regla de 30 cm. como mínimo.
4. Escuadra.
5. Destornilladores de castigadera y de cruz
6. Martillo.

4.4 Tiempo de armado e instalación

En pruebas realizadas se obtuvo un tiempo promedio de 2.5 horas, auxiliados con destornilladores eléctricos y utilizando dos barrenos, uno con brocas para metal y otro con brocas para concreto, lo que reduce el tiempo de cambiar broca en la realización de cada agujero.

4.5 Comparación de precios con los productos sustitutos y competidores

Dentro de los productos competidores se encontraron 2 modelos de similares características al aquí desarrollado, siendo sus precios de Q1750 y Q1900 respectivamente sin incluir instalación. El primero esta fabricado en materiales compuestos: melanina, tablex, y piezas plásticas de soporte y ensamblaje. Las puertas son de p.v.c. decorativo. El segundo esta fabricado en madera de pino y tablex en su totalidad

Dentro de los productos sustitutos se encontró: los clóset para armar "Closet Maid", los cuales están fabricados con estantes de metal forrados con pvc en forma de rejillas, cuyo valor alcanza los Q980.00 para las dimensiones a cubrir, sin incluir instalación, puertas y con menor área para almacenaje que los modelos aquí propuestos.. Se encontró además clóset individuales, con puertas construidos en tablex con forro decorativo de p.v.c, con una altura de 1.9 m y un ancho de 1.25 m. cuyo costo alcanza los Q1,200.00.

CONCLUSIONES

1. La modularidad en la construcción de clóset facilita la creación de productos adaptados a las necesidades del cliente, con un mínimo de variaciones en el proceso y reducción alta en costos de fabricación.
2. Adiciones futuras a la estructura original, son posibles de realizar en forma rápida y a bajo costo, al incluir módulos extras.
3. El concepto de clóset modulares tiene su mayor aplicación en las construcciones en condominio, en las cuales existe gran cantidad de casas de medidas estándar, con una alta variación de especificaciones, según el criterio del cliente.
4. La disponibilidad en acabados para los distintos modelos de clóset deben minimizarse, para facilitar el proceso de fabricación y reducir tiempo.
5. La utilización de materiales con superficies con acabados reduce el costo y el tiempo de fabricación.
6. El costo de los clóset modulares, en estimaciones y ensayos realizados resulta competitivo en comparación a los productos sustitutos y competidores.

RECOMENDACIONES

1. Reducir los costos en durpanel utilizado es posible, si se refuerza el cargador lateral de entrepaños con dos cargadores, uno a cada borde del mismo.
2. El módulo de puertas abatible del valijero, pueden sustituidas por puertas corredizas, que reduciría el tiempo de fabricación y los costos en los materiales utilizados.
3. El desarrollo de nuevos modelos de clóset, debería surgir como resultado de un estudio de mercado, donde se establezcan las dimensiones y características que más requieran los clientes.
4. La creación de módulos de gavetas para incluir en los clóset debe ser previamente estudiada, pues consume demasiado tiempo y requiere de mayor experiencia en ensamblajes en madera para construirlos, y la ganancia podría no ser lo suficientemente alta para justificar su construcción.

Text block 1

Text block 2

Text block 3

Text block 4

Text block 5

Text block 6

Text block 7

Text block 8

Text block 9

Text block 10

Text block 11

Text block 12

Text block 13

Text block 14

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Nueva enciclopedia temática**, Tomo VI, (México: Editorial Cumbre, 1979). p. 177 -209.
2. **Clarion International**, [Http://www.clarion.com](http://www.clarion.com)
3. Schoeder.. **Administración de operaciones**. (México: Editorial Mc Graw Hill, 1992). p. 195-245
4. Niebel, B. **Ingeniería industrial** , (9ª. Edición. , México: Ediciones Alfaomega. 1996). p. 175-210, 234-284
5. Koenigsberger, R. **Ingeniería eléctrica**. (14a impresión Guatemala. 1994). P. 71-84
6. Minwax, **Wood Species identification**.
<http://www.minwax.com/workben/woodrepo/wb3wr.htm>
7. Windsor's. **Base de datos de especies de maderas**,
<http://www.windsorplywood.com/worldofwoods/tropical.html> y
<http://www.windsorplywood.com/walthrough/walkthrough.html>
8. Comex, **Catálogo de productos**. <http://www.comex.com.mex>.
9. Protecto, **Catálogo de productos**, <http://www.protecto.com>
10. Tego Chemie Service GmbH-Essen (Germany). **New additives for wood clear varnishes based on dispersion polyurethane resins**,
<http://www.gbp.it/4/addwood.html>
11. **Acid catalysed wood lacquers**.
<http://www.h-marcel-guest.com/tds004.htm>

12. Henkel Internacional. **Catálogo de productos.**
<http://www.henkel.es/ac/ACF/Glosario.htm>.
13. Conama-Ecouncil. **Recursos naturales.**
<http://www.ecouncil.ac.cr/centroam/conama/rnat.htm>
14. Conama-Ecouncil. **Perdidas irreversibles o irreparables de recursos y oportunidades de desarrollo.**
<http://www.ecouncil.ac.cr/centroam/conama/lost.htm>.
15. Conama-Ecouncil. Patrones y tendencias en el uso de los recursos y protección del medio ambiente.
<http://www.ecouncil.ac.cr/centroam/conama/patro.htm>.
16. José Carlos Marroquín, *Maderas "El Alto"*. Departamento Forestal.

ANEXOS

Mucha de la herramienta utilizada en la elaboración de los clóset, no es de uso común para la mayoría de personas, por lo que a continuación se incluyen gráficas de las más utilizadas para que el lector pueda identificarlas.

BARRENO: también recibe el nombre de taladro. Es utilizado para perforar agujeros en diversos materiales, facilitando el proceso de ensamblaje entre piezas. Los hay con velocidad variable, que pueden ser utilizados como atomilladores eléctricos, facilitando grandemente la introducción de tornillos para sujeción. (Ver figura 32)

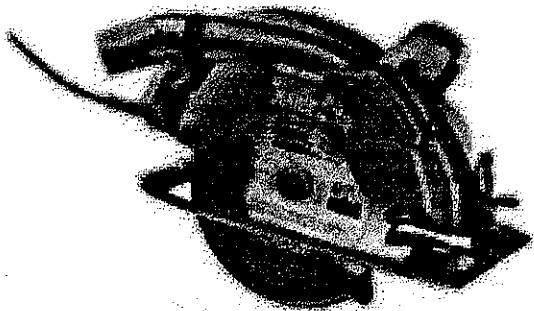
Figura 32 Barreno o taladro eléctrico.



SIERRA CIRCULAR ELECTRICA

Las más comunes en el mercado son las que poseen disco de 7 1/4" de diámetro. Existen de distintas potencias en el motor que la integran, las más recomendadas son las de 2 1/3 H.P., pues poseen potencia suficiente para la mayoría de tipos de cortes y grosores de madera más utilizados.(Ver figura 33)

Figura 33 Sierra Circular



ROUTER

Este es un aparato que se utiliza para dar forma a los bordes de las reglas de maderas, también llamados "cantos". Al igual que un barreno puede utilizar diferentes brocas para realizar agujeros de distintos tamaños, el router puede utilizar diferentes fresas para realizar distintas formas en los bordes, según desee el usuario. En la figura 34 se ilustra un router y en la figura 35 las distintas fresas que es posible utilizar con el mismo.

Figura 34 Router

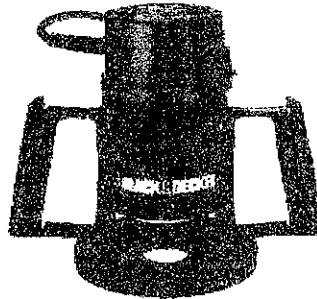
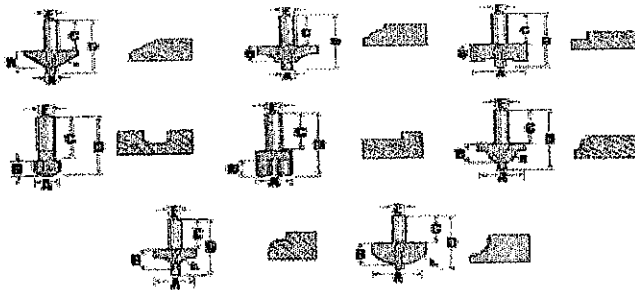


Figura 35 Diversas fresas y molduras que cada una fabrica



The following information is provided for your reference:

1. The total number of items is 100.

2. The number of items in each category is as follows:

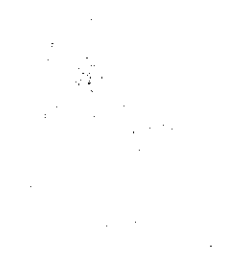
- Category A: 20 items
- Category B: 30 items
- Category C: 50 items

3. The total number of items in each category is as follows:

- Category A: 20 items
- Category B: 30 items
- Category C: 50 items

4. The total number of items in each category is as follows:

- Category A: 20 items
- Category B: 30 items
- Category C: 50 items



The following information is provided for your reference:

1. The total number of items is 100.

2. The number of items in each category is as follows:

- Category A: 20 items
- Category B: 30 items
- Category C: 50 items

3. The total number of items in each category is as follows:

- Category A: 20 items
- Category B: 30 items
- Category C: 50 items

4. The total number of items in each category is as follows:

- Category A: 20 items
- Category B: 30 items
- Category C: 50 items