



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica**



“MONTAJE DE UNA PLANTA PARA FABRICACION  
DE PUERTAS DE MADERA CON SUS RESPECTIVOS  
ACCESORIOS”

**INFORME TECNICO**  
Previo a la obtención del Título de:  
**INGENIERO MECANICO**

Presentado por:  
**José Iván Salcedo Haboud**

Guayaquil - Ecuador

1989

**D E D I C A T O R I A**

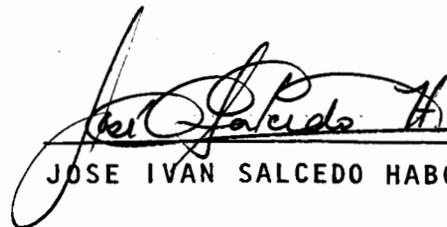
**A MIS PADRES**

## DECLARACION EXPRESA

Declaro que:

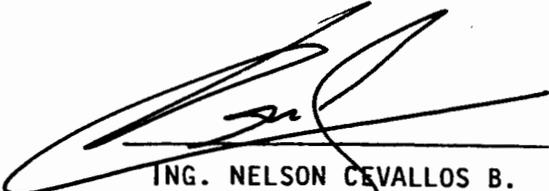
"Este Informe técnico corresponde a la resolución de un problema práctico relacionado con el perfil profesional de la Ingeniería Mecánica".

(Reglamento de graduación mediante la elaboración de Informes Técnicos).



---

JOSE IVAN SALCEDO HABOUD



ING. NELSON CEVALLOS B.  
DECANO



ING. ERNESTO MARTINEZ  
DIRECTOR DEL INFORME



ING. FEDERICO CAMACHO B.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## RESUMEN

La industria maderera en el Ecuador ha tenido un gran apogeo en los últimos veinte años, teniendo como productos principales: muebles, puertas, molduras, tableros, etc., que son distribuidos en el mercado local e incluso para la exportación. Mucho hay que tomar en cuenta la labor de la reforestación para que haya un proceso de trabajo continuo en el futuro.

El trabajo que expongo a continuación se refiere al montaje de maquinarias para la fabricación de puertas de madera con sus respectivos accesorios (molduras, duelas, batientes, jambas, etc.). Entre los puntos que se van a tratar están: Requerimiento del mercado, - selección de maquinaria, montaje y mantenimiento de las mismas.

Actualmente me encuentro desempeñando el cargo de Jefe de Planta, (\*) solucionando muchos problemas que competen con lo que he estudiado, y ganando experiencia en el campo de la madera.

(\*) De TECNOMADERA S.A.

## INDICE GENERAL

RESUMEN

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

ANTECEDENTES

### CAPITULO I.- REQUERIMIENTOS DEL MERCADO

1.1.- Demanda a cubrir

1.2.- Materia Prima

1.3.- Arca de almacenamiento que se requiere

### CAPITULO II.- SELECCION DE EQUIPOS

2.1.- Descripción del proceso

2.2.- Máquinas de cepillado

2.3.- Máquinas de corte

2.4.- Máquinas de acabado

2.5.- Equipos auxiliares

2.6.- Sistema de extracción

2.7.- Requerimientos de energía

### CAPITULO III.- MONTAJE

3.1.- Ruta de Producción

3.2.- Adecuación del sitio

3.3.- Montaje de equipos

## CAPITULO IV.- MANTENIMIENTO

4.1.- Plan de mantenimiento preventivo

4.2.- Mantenimiento correctivo

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bibliografía

## INDICE DE TABLAS

TABLA I	Medidas para las puertas venecianas
TABLA II	Medidas para las puertas de duela
TABLA III	Demanda por semana
TABLA IV	Higroscopía de la madera
TABLA V	Disminución del peso en la madera
TABLA VI	Tamaño de ductos recomendados para un cepillo
TABLA VII	Tamaño de ductos recomendados para una Sierra Múltiple
TABLA VIII	Tamaño de ductos recomendados para una molduradora
TABLA IX	Tamaño de ductos recomendados para una lijadora
TABLA X	Velocidades recomendadas para extracción
TABLA XI	Diámetros seleccionados para los ductos
TABLA XII	Cálculo de áreas
TABLA XIII	Cálculo de presión estática
TABLA XIV	Cálculo de CFM
TABLA XIV-A	Seleccionamiento del ventilador
TABLA XIV-B	Dimensiones del ciclón
TABLA XV	Mantenimiento preventivo
TABLA XVI	Mantenimiento correctivo

## INDICE DE FIGURAS

- Fig. 1 Esquema del Tablón
- Fig. 2 Ritmo de Secado de la Madera
- Fig. 3 Distribución física del área
- Fig. 4 Diagrama de flujo para una puerta veneciana
- Fig. 5 Diagrama de flujo para una puerta de duela
- Fig. 6 Dimensiones del ducto con su respectivo colector
- Fig. 7 Ruta de producción
- Fig. 8 Ducto de descarga con su respectivo ciclón
- Fig. 9 Cepillo
- Fig. 10 Sierra Múltiple
- Fig. 11 Molduradora
- Fig. 12 Molduradora (otra vista)
- Fig. 13 Cepillo de 4 caras
- Fig. 14 Cepillo de 4 caras (otra vista)
- Fig. 15 Sierra Circular
- Fig. 16 Escopladora
- Fig. 17 Lijadora
- Fig. 18 Extractor
- Fig. 19 Cuadro de Molduras

## ANTECEDENTES

En el año 1983, TECNOMADERA S.A., comenzó a laborar en calidad de pequeña industria. Fue creada especialmente para dar servicio a uno de los distribuidores más importantes SUMICODESA S.A., que se sintió de satendida por sus proveedores.

La empresa comenzó con un espacio físico ajeno, y con muy pocas maquinarias: Un cepillo, una sierra múltiple, una sierra circular, etc. - Ya en el año 1984 la empresa programó la construcción de su instala-ción propia, situada en el Parque Industrial PASCUALES. Se solicitó mi concurso profesional, para la selección del equipo y su posterior montaje, de tal manera que una vez que se encuentre en operación, pueda abastecer el mercado, al mismo tiempo que se mejora la calidad del producto obtenido.

## CAPITULO I

### REQUERIMIENTOS DEL MERCADO

#### 1.1 DEMANDA A CUBRIR

Los productos que se seleccionaron para cubrir la demanda están acorde con la construcción y decoración de vivienda, como puertas que pueden ser de tipo venecianas para closets o bien puertas de duelas para interiores o exteriores. Además, se producen las siguientes líneas para complementar la decoración:

- Molduras
- Batientes
- Jambas

A continuación se detalla las dimensiones de las puertas que se deben producir:

TABLA I

PUERTAS VENECIANAS

PUERTAS (Medidas)	STANDARD	ESPECIALES	EJEMPLO
Alto (cm)	200	Difiere de 200	2 00 x 50
Frente (cm)	25 a 80 de 5 en 5	No es igual a la medid.amterior	1 80 x 47

TABLA II

PUERTAS DE DUELAS

PUERTAS (Medidas)	STANDARD	ESPECIALES	EJEMPLO
Alto (cm)	200	Difiere de 200	2 00 x 80
Frente (cm)	60 a 100	No es igual a la med.amterior	1 70 x 61

TABLA III

DEMANDA POR SEMANA

T I P O	STANDARD	ESPECIALES
PUERTAS VENECIANAS	100	15
PUERTAS DUELAS	65	15

Que nos dan un total de 115 puertas tipo venecianas y 80 puertas-tipo duelas.

1.2 MATERIA PRIMA

Es uno de los pasos más importantes en el proceso de producción.- Determina la calidad de madera que vamos a maquinar, con el fin de llegar a un producto de excelente calidad.

En nuestro caso, utilizamos una madera suave como el LAUREL, que tiene la propiedad de ser maquinable, sin ningún problema de reca lentamiento de hojas de sierra o cuchillas de cepillo.

Dimensión de la Madera

Las siguientes son las especificaciones que debe tener la

## Humedad de la Madera

Expresa la humedad de la madera en porcentaje sobre el peso de la madera seca. Por ejemplo, si una pieza de madera que pesa 120 gramos y contiene 100 gramos de madera y 20 gramos de agua, su porcentaje de humedad expresado en la forma anterior será del 20%. A pesar de esto, dicha determinación es relativa y no da una medida absoluta de la humedad, a no ser que se tenga en cuenta la densidad de la madera. Una pieza de roble con el 20% de humedad está más impregnada que una pieza de pino de las mismas dimensiones y del mismo porcentaje de humedad. La humedad de la madera verde puede variar del 30 al 25% incluso más. También influye sobre el contenido de la humedad de la madera verde el sitio donde crece el árbol.

La variación de porcentaje de humedad en madera secada al ambiente se debe a las siguientes causas:

- Condiciones climáticas
- Posición de la pila o castillo de madera
- Tiempo de apilamiento
- Especie a la que pertenece

En cuanto a las variaciones de contenido de la humedad de la madera secada artificialmente, puede ser por la inefi -

ciencia mecánica del secadero, por tiempo insuficiente del secado, o por las diferencias propias de las características individuales que presentan las piezas durante la operación de secado.

### Higroscopicidad de la Madera

La Madera es notablemente higroscópica. Se puede en un ambiente húmedo absorber el agua que llena los vasos, radios, y el material aglutinante; e inversamente, colocada en un medio seco cede el agua.

A continuación ilustramos estas características en el siguiente cuadro:

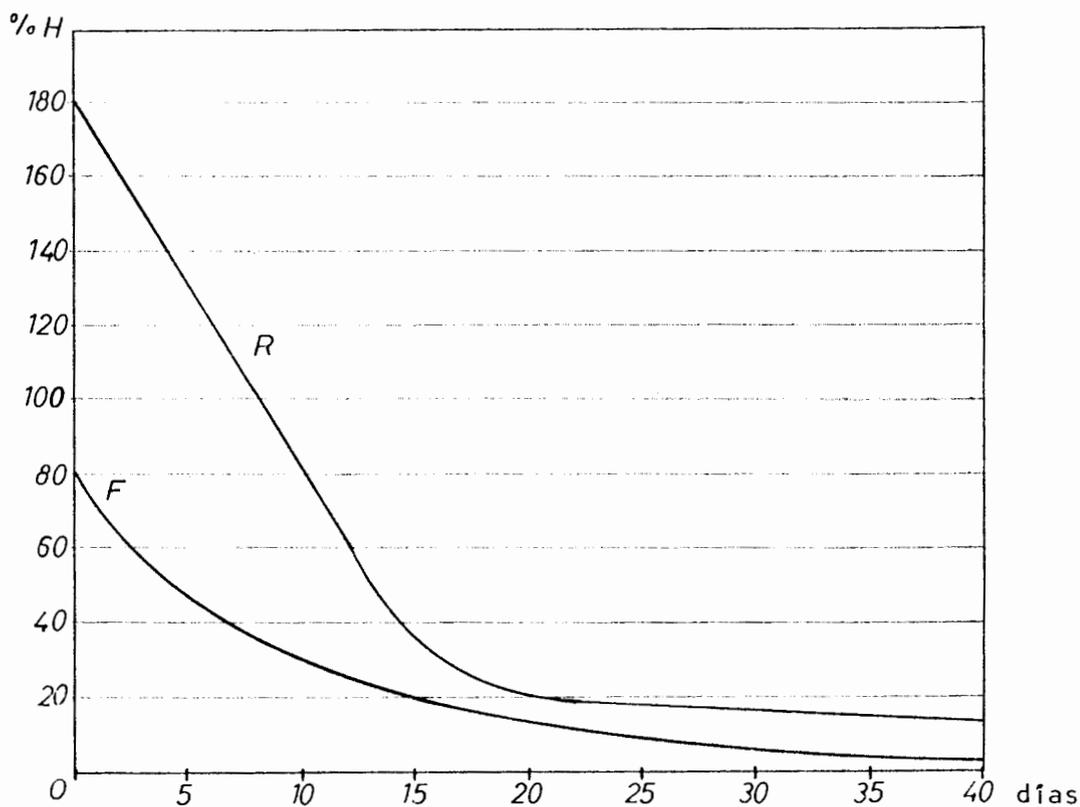
TABLA IV

#### HIGROSCOPIA DE LA MADERA

CONTENIDO	PORCENTAJE	EJEMPLO
Alto	50 - 60	Alamo
Medio	30 - 39	Pino/Roble/ Laurel
Bajo	20 - 29	Cerezo/Aca- cia
Medio Bajo	17 - 19	Tejo

La evaporación del agua de la madera es tanto más rápida - cuanto mayor es la temperatura y menor el grado higrométrico, mayor velocidad del aire y más grande la superficie en volvente de la pieza.

En el gráfico adjunto se puede observar el ritmo de secado de las maderas:



REF: Biblioteca Atrium de la Madera. Tomo I. Cap. IV

Fig. N° 2

Ritmo de Secado de la Madera

R: Resinosas.

F: Frondosas

### Secado al aire libre

Este procedimiento tiene el inconveniente de exigir mucho tiempo y mucho espacio y no conseguir destruir las larvas de los insectos, ni dejar la madera con la garantía suficiente para que después habiten en locales con calefacción elevada.

El éxito del secado al ambiente dependerá de la condición del aire al que la madera se expone.

Cuando la producción de madera aserrada tiene lugar en regiones cuyas temperaturas medias están por encima de los 10° C., es necesario mantener las tablas separadas para permitir el paso del aire que evaporará la humedad y ubicará las manchas. Las pilas de madera aserrada para ser secadas al ambiente no deben medir más de 2.500 mm de anchura.

### Secado artificial

El secado artificial presenta las siguientes ventajas frente al secado al aire libre:

- Disminuye el tiempo de un prolongado secado al ambiente
- Reduce el peso, rebajando los gastos de transporte

- Elimina el ataque de insectos.

### Proceso de Secado Artificial

Un secadero está formado por una o más cámaras como habitaciones o túneles por los cuales el aire circula entre pilas de madera. Un secadero puede construirse con paredes dobles que suelen hacerse con ladrillo, los que sirven por su porosidad y cualidades caloríficas. El techo fabricado con ladrillos huecos, no provoca la condensación, las puertas deben ser de doble pared y tienen que cerrar herméticamente.

Los sistemas o métodos de secado artificial pueden ser:

- Aire caliente
- Vapor de agua
- Fuego directo
- Fuego Indirecto
- Ozono
- Calentamiento eléctrico

### Deformación

La madera a secarse sufre una disminución de peso y del volumen de acuerdo a los siguientes datos:

TABLA V

Disminución del Peso en la Madera

TIPO DE MADERA	DISMINUCION DEL PESO
Blanda	50 - 80%
Dura	25 - 35%

1.3 AREA DEL ALMACENAMIENTO

Consideramos el área del almacenamiento para lo siguiente:

- Materia prima
- Producto terminado

Para materia prima determinamos un área de  $400 \text{ m}^2$  fuera de las áreas de acceso.

Para producto terminado destinamos un área de  $50 \text{ m}^2$ .

El esquema de la Instalación se muestra en la siguiente figura :

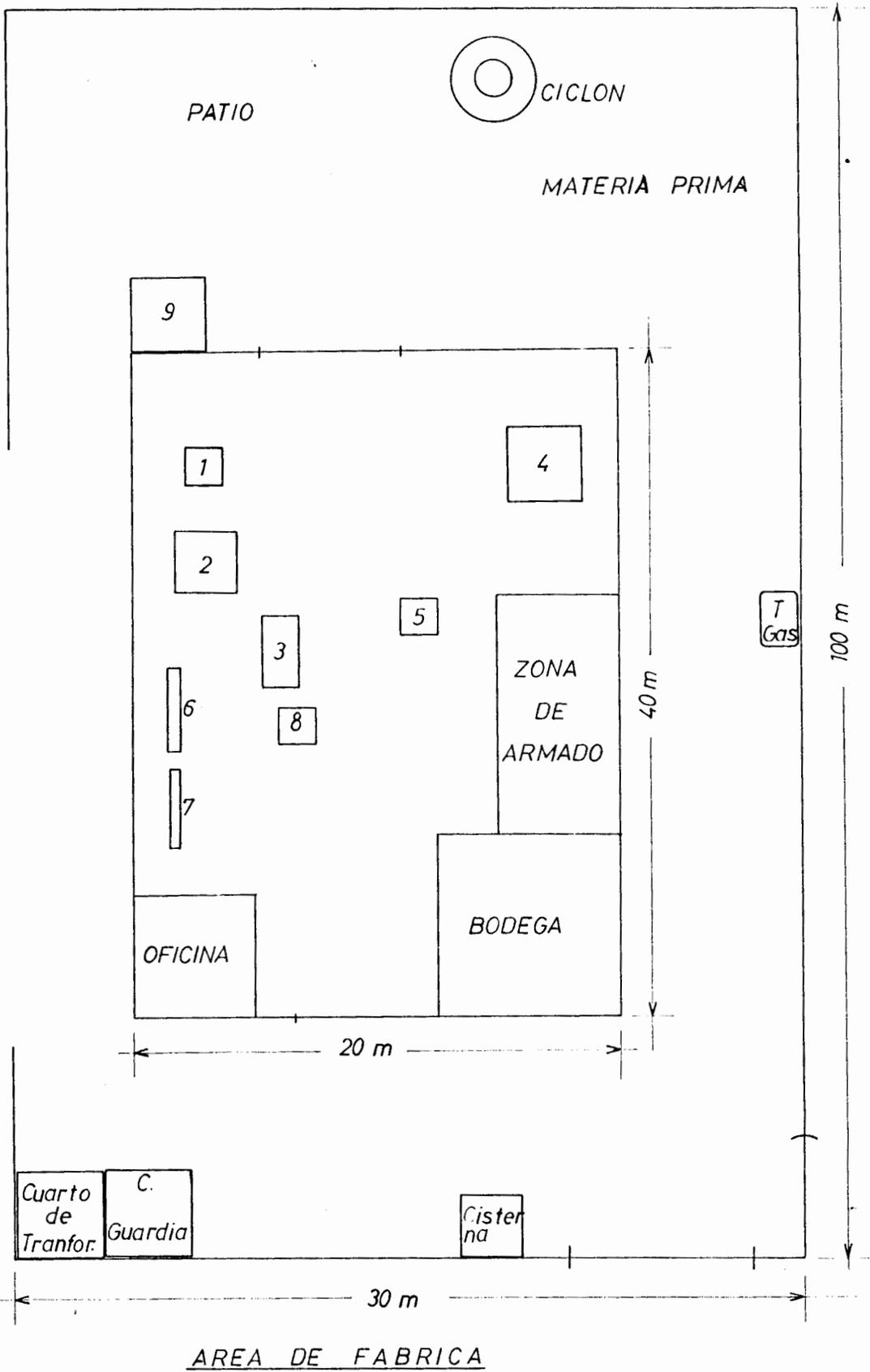


Fig. 3. Distribución física del Area

## DISPOSICION DE LA MAQUINARIA

1. Cepillo
2. Sierra Múltiple
3. Molduradora
4. Estampadora de moldura
5. Cepilladora de 4 caras
6. Escopladora
7. Lijadora
8. Sierra Circular de Mesa
9. Extractor

## CAPITULO II

### SELECCION DE EQUIPOS

En este capítulo se dará una breve indicación del proceso para la fabricación de las puertas y además de describir la función de las diferentes máquinas previa su selección.

#### 2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO

El proceso comienza desde el escogitamiento de la madera hasta la pulida final. Esta madera después de escogida, según las especificaciones es cepillada el espesor requerido y aserrada, para más tarde obtener la medida final en las máquinas de acabado.

Los procesos necesarios para la elaboración del producto final es el siguiente: (Fig. 4 y 5).

- Escogitamiento de materia prima
- Cepillado
- Aserrado
- Moldureado
- Ciclo de armado (Puertas)
- Pulida

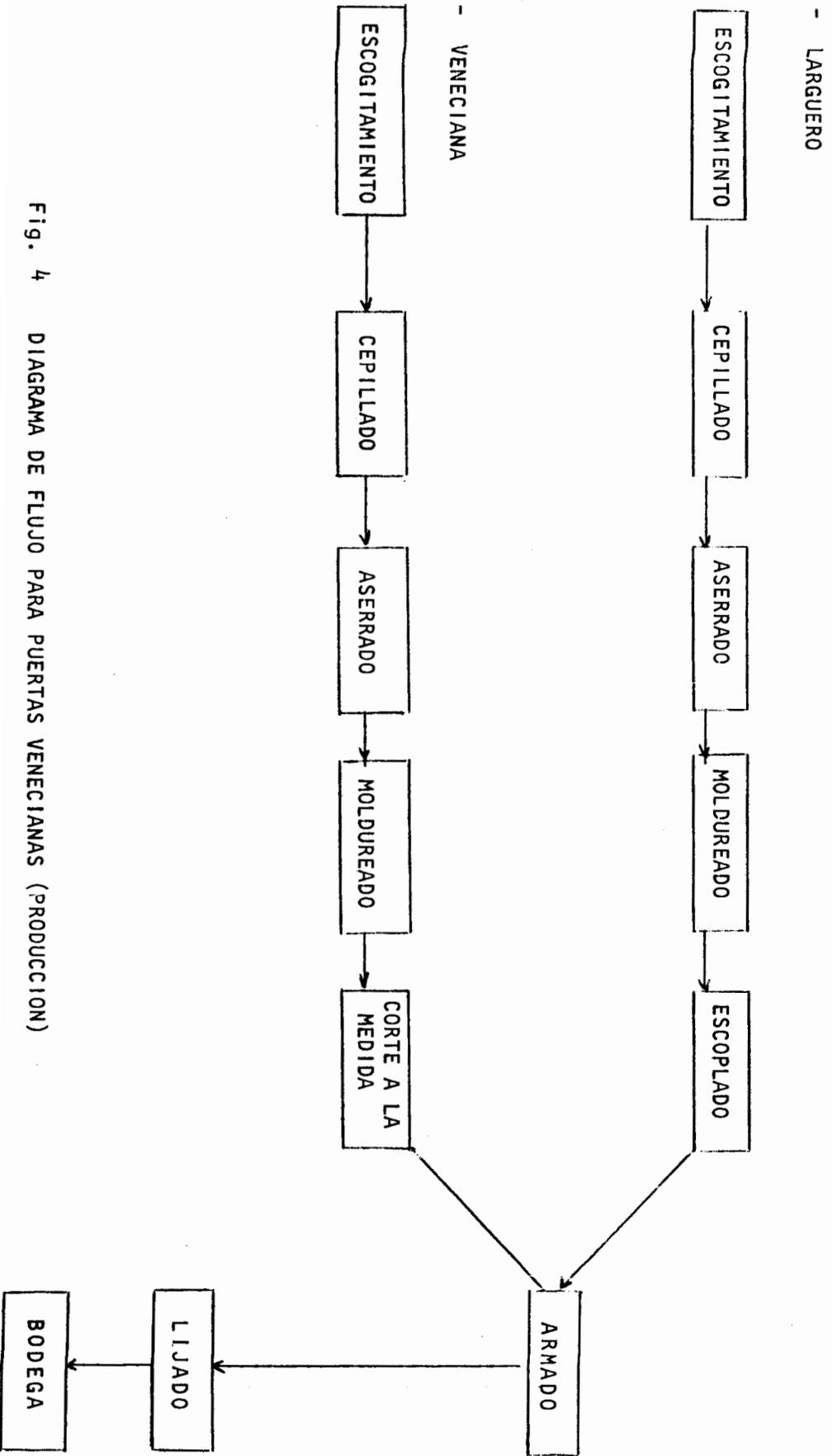


Fig. 4 DIAGRAMA DE FLUJO PARA PUERTAS VENECIANAS (PRODUCCION)

- LARGUERO



- DUELAS

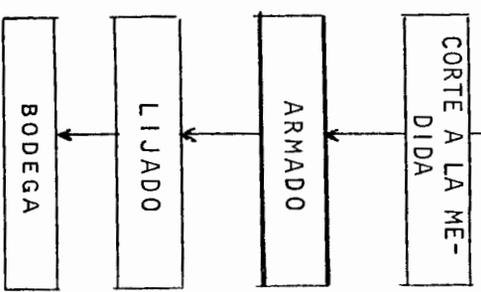
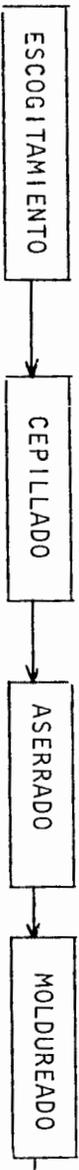


Fig. 5 DIAGRAMA DE FLUJO DE PUERTAS DE DUELA (PRODUCCION)

En las figuras 3 y 4 podemos observar los diagramas de flujo para la producción de la Puerta Veneciana y para Puertas de Duela, respectivamente.

## 2.2 MAQUINAS DE CEPILLADO

Se utilizan para cepillar las caras de la madera. Este proceso nos permite seleccionar la madera con el fin de darle un destino apropiado. Su clasificación es la siguiente:

- Cepillo de una sola cara (Fig. 9)
- Cepillo de dos caras
- Cepillo de cuatro caras

De acuerdo a las dimensiones de la madera que tenemos y en base a la demanda anterior, necesitamos un cepillo que tenga las siguientes características.

- Se desea cepillar la madera de 50 mm de espesor a 45 mm, según las especificaciones anteriores del tablón.
- El ancho del tablón viene de 200 a 250 mm
- Capacidad de cepillado mínimo: 200 tabloncillos diarios en una jornada de 7 horas.

De acuerdo a estas especificaciones seleccionamos el siguiente e-

quipo:

Marca:	Hurtado
Procedencia:	Colombia
Ancho de la mesa:	450 mm
Espesor mínimo a cepillarse:	5 mm
Largo de la mesa:	650 mm
Espes.máximo a cepillarse	130 mm
RPM del mandril:	4500
Potencia:	5
Voltios:	220
Velocidad de avance:	8.5 m/min
N° de caras	1
RPM del motor :	1750

### 2.3 MAQUINAS DE CORTE

Son aquellas que dividen a la madera en una o varias secciones según los requerimientos. Para nuestro caso escogimos dos tipos:

- Sierra Múltiple (Fig. 10)
- Sierra Circular de Mesa (Fig. 15)

## Sierra Múltiple

Se necesita para hacer varios cortes a la vez y así disminuir el tiempo empleado en producción.

Para obtener los resultados deseados necesitamos una máquina que tenga las siguientes características:

- Altura máxima que deseamos cortar: 90 mm
- Ancho máximo que deseamos cortar: 250 mm
- Se desea aserrar 200 tablonés diarios en una jornada de 7 horas diarias.

De acuerdo a estos requerimientos seleccionamos el siguiente equipo:

Marca:	SCM
Procedencia:	Italia
Máx. altura de corte:	120 mm
Mín. largo de corte:	350 mm
Máx. ancho de trabajo:	300 mm
Mín. diámet. de la hoja:	200 mm
Máx. diámet. de la hoja:	350 mm
Rev. del eje principal:	4.200 rpm
Velocidad del avance:	6 a 48 m/min

Velocidad de avance: 6 a 48 m/min

Potencia del motor princ. 42 HP

Potenc. del motor de avanc. 1.8 Hp

### Sierra Circular de Mesa.

Se caracteriza por hacer un solo corte a la vez. Se la usa principalmente para preparación de materiales pequeños, cuadrado de puerta, corte de tiras, etc.

Para alcanzar el objetivo deseado, requerimos de las siguientes características para el equipo:

- Dimensiones de la mesa: 500 x 500 mm
- Tipo de mesa requerido: regulable
- Núm. mínimo de revoluc. 3.000 rpm  
del eje porta-sierra

De acuerdo a esta característica escogimos el siguiente equipo:

- Dimensiones de la mesa: 800 x 600 mm
- Potencia de la máquina: 7 Hp
- Revoluc./mínima de eje  
porta-sierra 3600 RPM

- Tipo de mesa: regulable

## 2.4 MAQUINAS DE ACABADO

Son máquinas que nos dan un acabado en lo que se refiere a formas y medidas. La calibración de dichas máquinas se lo hace con mucho cuidado obteniendo el producto en perfectas condiciones.

En la máquina de acabado se distinguen dos procesos:

- Moldureado (acabado intermedio)
- Lijado (acabado final)

### Moldureado

Se lo hace con una máquina llamada molduradora. Tiene la característica de cepillar por los cuatro lados de la madera, con dos cabezales verticales y dos cabezales horizontales, dando un acabado óptimo a la madera. (Fig. 11)

Para escoger este tipo de equipo debemos añadir lo siguiente:

- Ancho máximo de la madera que se va a introducir 80 mm
- Espesor mínimo que se va a cepillar 11 mm
- Espesor máximo que se va a cepillar 45 mm

- Velocidad mínima de avance que se requiere para pasar 2000 tiras diarias equivalentes a 200 tablonos diarios, en una jornada de 7 horas.

La máquina molduradora que cumple nuestro requerimiento es la siguiente:

Marca:	Weinning
Procedencia:	Alemania
Altura máxima de <u>ce</u> pillado:	60 mm
Altura mínima de <u>ce</u> pillado:	5 mm
Ancho útil de la <u>má</u> quina:	150 mm
Velocidad de avance:	6-30 m/min
Número de motores:	5
Voltaje:	220 V 3 Ø
<u>MOTORES</u>	
Cabezal superior:	5.5 HP
Cabezal inferior:	5 HP
Cabezal derecho:	7 HP
Cabezal izquierdo:	7 HP
Avance:	1 HP

## Lijado

Se lo hace con una máquina llamada lijadora el cual le da un acabado definitivo a la madera, previo al despacho del producto. (Fig. 17)

Para poder hacer un mejor acabado requerimos de las siguientes dimensiones de la mesa de lijado:

- Largo: 2000 mm
- Ancho: 1000 mm

De acuerdo al anterior forma escogimos el siguiente equipo:

Marca:	Sicar
Procedencia:	Brazil
Motor	3 HP
Dimensiones de la mesa:	2400 x 1200 mm
Curso vertical de la mesa:	620 mm
Curso horizo. de la mesa:	900 mm
Longitud de la lija (máx)	7300 mm
Longitud de la lija (min)	7000 mm

## 2.5 EQUIPOS AUXILIARES

Son aquellos que nos van a completar el trabajo de fabricación de nuestro producto, entre ellos tenemos los siguientes:

- Compresor

### Compresor

Es un equipo muy importante, pues suministra el aire comprimido necesario para mantener limpio el equipo maderero, y para la utilización de ciertos equipos que requieren de dicho aire para su funcionamiento.

Nuestro requerimientos fueron los siguientes:

- Limpieza  $3 \text{ m}^3/\text{min}$
- Pistola de clavos  $5 \text{ m}^3/\text{min}$
- Caudal total:  $8 \text{ m}^3/\text{min}$

Escogimos el siguiente equipo:

Marca:	URSUS
Procedencia:	España
Potencia:	5 HP
Número de etapas:	2
RPM motor:	2800

## 2.6 SISTEMA DE EXTRACCION

Es necesario este tipo de equipo especialmente por dos razones:

- Alargar la vida útil de la maquinaria
- Preservar la salud de los operarios (Fig. 8.6 y Fig. 18)

Se diseñaron los ductos para dar servicio a las siguientes máquinas:

- Cepillo
- Sierra Múltiple
- Molduradora
- Sierra Circular
- Lijadora de banda

Tamaño de Ductos recomendados para varias máquinas madereras: siguen  
do las recomendaciones del Manual de Ventilación Industrial de ESPOL:

### CEPILLO

TABLA VI

TAMAÑO DE CUCHILLA	DIAMETRO DEL DUCTO
* 20"	5"
20 - 26"	6"
26 - 36"	7"
36....	8"

\* Ducto seleccionado

SIERRA MULTIPLE Y SIERRA DE MESA

TABLA VII

	DIAMETRO DE LA HOJA DE SIERRA	DIAMETRO DEL DUCTO
*	16"	4"
	16 - 24"	4.5"
	24".....	5"

\* Ducto seleccionado

MOLDURADORA

TABLA VIII

	LONG. CUCHIL.	CABEZ. SUPER.	CABEZ. INFER.	CABEZ. DERCH.	CABEZ. IZQ.
*	7"	5"	4.5"	4"	4"
	7 - 12"	6"	5"	4.5"	4.5"
	12 - 18"	7"	6"	5"	5"
	18 - 24"	8"	7"	6"	6"
	24"....	9"	8"	7 - 8"	7-8"

\* Ducto seleccionado

LIJADORA DE BANDA

TABLA IX

\*

ANCHO DE LIJA	DIAMETRO DEL DUCTO
-6"	4.5"
6 - 9"	5"
9 - 14"	6"
14"	7"

\* Ducto seleccionado

TABLA X

VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA EXTRACCION

\*

MATERIAL	Pi <sup>3</sup> /min (FPM)
Polvo de Madera	4000 - 6000
Lana	4500 - 6000
Maíz	5000 - 7000
Arena	6000 - 9000
Café	3000 - 3500
Cemento	6000 - 9000

\* Ducto seleccionado

Para nuestro caso particular, tenemos:

CEPILO:	Longitud de cuchillas	24"
SIERRA MULTIPLE:	Diámetro de la Sierra:	12"
SIERRA DE MESA:	Diámetro de la Sierra:	12"
MOLDURADORA:	Longitud y Cuchilla	6"
LIJADORA DE BANDA:	Ancho de lija:	5"

Considerando los datos anteriores escogemos el siguiente diámetro - para los ductos:

TABLA XI  
Diámetros Seleccionados para los Ductos

MAQUINAS	DIAMETRO DEL DUCTO
Cepillo	6"
Sierra Múltiple	4"
Molduradora	5, 4.5, 4, 4"
Lijadora de banda	4.5"

VELOCIDAD REQUERIDA: 4500 (FPM)

Para nuestro caso particular, tenemos:

CEPILO:	Longitud de cuchillas	24"
SIERRA MULTIPLE:	Diámetro de la Sierra:	12"
SIERRA DE MESA:	DIámetro de la Sierra:	12"
MOLDURADORA:	Longitud y Cuchilla	6"
LIJADORA DE BANDA:	Ancho de lija:	5"

Considerando los datos anteriores escogemos el siguiente diámetro - para los ductos:

TABLA XI  
Diámetros Seleccionados para los Ductos

MAQUINAS	DIAMETRO DEL DUCTO
Cepillo	6"
Sierra Múltiple	4"
Molduradora	5, 4.5, 4, 4"
Lijadora de banda	4.5"

VELOCIDAD REQUERIDA: 4500 (FPM)

TABLA N° XII

CALCULO DE AREAS

RAMALES				DUCTO PRINCIPAL		
DESIGNACION	DIAMET. Plg.	AREA plg. <sup>2</sup>	At plg. <sup>2</sup>	DESIGNACION	DIAMET. plg.	AREA plg. <sup>2</sup>
Cepillo	6	28.27	28.27	A	6	28.27
Sierra Múltiple	4	12.57	40.84	B	7	38.49
Molduradora	5	19.64	60.48	C	8	50.27
	4.5	15.9	76.38	D	10	78.54
	4	12.57	88.95	E	11	95.03
	4	12.57	101.52	F	12	122.7
Sierra Circular	4	12.57	114.09	G	13	132.7
Lijadora	4.5	15.9	129.99	H	14	153.9
Descarga	14					

CALCULO DE LA PRESION ESTATICA

SECCION	Diámet. plg.	Área plg <sup>2</sup>	A(ft <sup>2</sup> )	Long. (ft)	CFM	FPM	SPx100 plg.	SPxL/100 plg.
A	6	28.27	0.1964	6	800	4073	3.6	0.21
B	7	38.49	0.2673	8	1200	4490	4	0.32
C	8	50.27	0.3491	8	1400	4010	2.9	0.23
D	10	78.54	0.5454	13	2500	4590	2.7	0.35
E	11	95.03	0.66	8	2700	4090	2	0.16
F	12	113.1	0.7854	8	3500	4456	2.1	0.162
G	13	132.7	0.9218	8	4000	4339	1.9	0.15
H	14	153.9	1.069	8	4500	4209	1.6	0.12
I (Descar ga)	14	153.9	1.069	134'	4500	4209	1.6	2.14
Resistencia a la Entrada = VP a 4073 FPM = 1.05 x 1/2								
Resistencia por Ciclón = VP a 4200 = 1.10								
TOTAL sP								5.46

TABLA N° XIV

CALCULO DE CFM  
 $V = 4500$  FPM

DESIGNACION	DIAMETRO (plg)	AREA (pie <sup>2</sup> )	C F M
1	6	0.1964	883.8
2	4	0.0873	392.5
3	5	0.1364	613.8
4	4.5	0.1104	496.8
5	4	0.0873	392.5
6	4	0.0873	392.5
7	4.5	0.1104	496.8
8	4	0.0873	392.5
TOTAL CFM PARA EL SISTEMA.....			4.100 CFM

Conclusión CFM = 4100  
 SP = 5.46

Según Tabla XIV-A

Escogemos el siguiente Ventilador:

RPM 1160  
 CFM 5471  
 SP 6  
 HP 15

TABLA XIV-A

TABLA PARA ESCOGER EL VENTILADOR

R.P.M. of Fan	Cubic Feet Of Air Per Minute	Velocity Feet Per Minute	Velocity Pressure Inches Of Water	Static Pressure Inches Of Water	Approximate Length In Feet Of Straight 15" Pipe To Produce The Static Pressure Shown	Approximate Horsepower Consumed By Fan And Drive	H.P. Of Electric Motor Recommended
1160	8674	7070	3.12	3	38	15	20
1160	7754	6320	2.49	4	89	13.1	15
1160	6717	5475	1.87	5	169	10.5	15
1160	5471	4459	1.24	6	359	9.15	15
1160	3865	3150	.62	7	775	7.5	10
1370	9705	7910	3.90	5	66	20	25
1370	8858	7220	3.25	6	112	18.8	25
1370	7922	6457	2.60	7	184	17.2	20
1370	6858	5590	1.95	8	287	15.4	20
1370	5602	4566	1.30	9	500	14	20
1370	3963	3230	.65	10	1140	10.8	15
1565	11901	9700	5.86	5	30	30.4	40
1565	11217	9142	5.21	6	56	29.6	40
1565	10492	8551	4.56	7	89	27.6	30
1565	9717	7920	3.91	8	131	25.8	30
1565	8871	7230	3.26	9	189	23.7	30
1565	7922	6457	2.60	10	272	21	25
1565	6863	5593	1.95	11	420	18.9	25
1565	5602	4566	1.30	12	670	15.3	20
1565	3963	3230	.65	13	1490	11.7	15
1662	12420	10120	6.39	6	39	36.26	40
1662	11750	9582	5.73	7	63	35.3	40
1662	11070	9020	5.07	8	92	33	40
1662	10320	8420	4.42	9	130	30.9	40
1662	9528	7761	3.76	10	183	28.65	40
1662	8670	7061	3.11	11	248	25.68	30
1662	7710	6281	2.46	12	353	23.95	30
1662	6573	5358	1.79	13	538	20	25
1662	5262	4290	1.15	14	894	17.26	20
1760	10674	8700	4.73	11	157	39.5	50
1760	9889	8060	4.05	12	208	36	40
1760	8993	7330	3.38	13	283	33.6	40
1760	8073	6580	2.70	14	383	30.8	40
1760	6981	5690	2.02	15	548	28.4	40
1760	5705	4650	1.35	16	891	24.8	30
1760	4023	3279	.67	17	1750	17.6	20

\* Ventilador Seleccionado

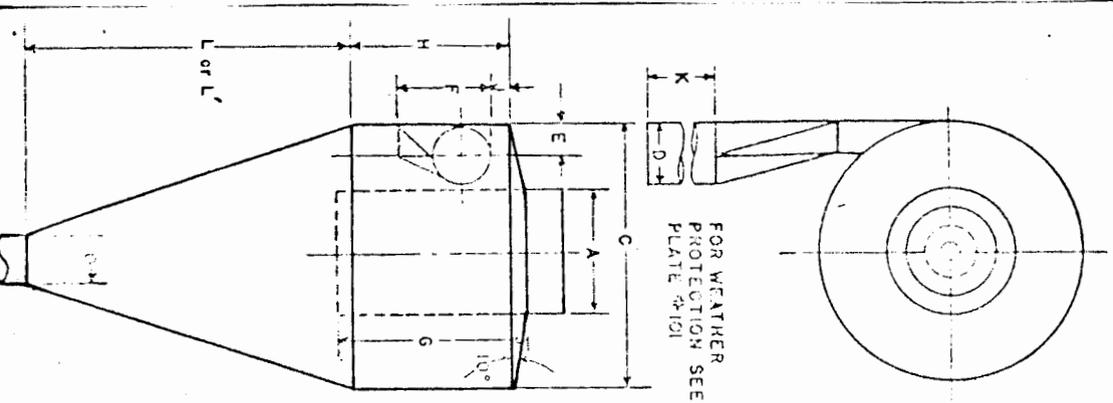
TABLA XIV-B DIMENSIONES DEL CICLON

Modelo Série Cyclone	Aprox. Peso Libras	Cylindrical Inlet Size	Air Outlet Diam.	Dust Outlet Diam.	Cylinder Diam.	Cylinder Height	Cone Length (Overall)	Cone <sup>a</sup> Length (Long)
C	D	F X F	A	O	C	H	L	L <sup>1</sup>
Inches								
2000	10	5X15	20	6	42	25	50	42
2200	11	5 1/2 X 16	22	6	46	27	51	43
2500	11	6X18	24	6	50	30	51	46
2800	12	6 1/2 X 18 1/2	26	6	51	32	51	48
3000	12	7X18	28	6	53	33	51	50
3500	14	7 1/2 X 21	30	6	59	35	51	56
3800	14	7 1/2 X 21	30	6	62	37	51	59
4300	16	8X24	32	6	67	40	51	65
5000	18	8 1/2 X 26	34	6	72	42	51	72
5500	18	9X28	36	6	76	45	51	78
6000	19	9 1/2 X 29	38	6	80	47	51	82
7000	20	10X30	40	6	84	50	51	88
7500	21	10 1/2 X 30	41	6	88	52	51	92
8000	22	11X31	41	6	91	53	51	95
10000	24	12X37	48	6	100	60	51	108
12000	26	13X40	52	6	110	65	51	120
14000	28	14X43	56	6	118	70	51	130
16000	30	15X46	60	6	124	75	51	140
18000	32	16X50	64	6	131	80	51	150
20000	34	17X54	68	6	138	85	51	160
25000	36	18X56	72	6	142	90	51	170
28000	38	19X60	76	6	148	95	51	180
30000	40	20X62	80	6	156	100	51	190

<sup>a</sup> For filter coils, the long cone dimension is more effective.

Symbols correspond to those shown for cyclone proportions.

NOTE: The standard cone angle is 10°. For a different angle, the cone length must be increased proportionally. For example, for a 15° angle, the cone length must be increased by 10%.

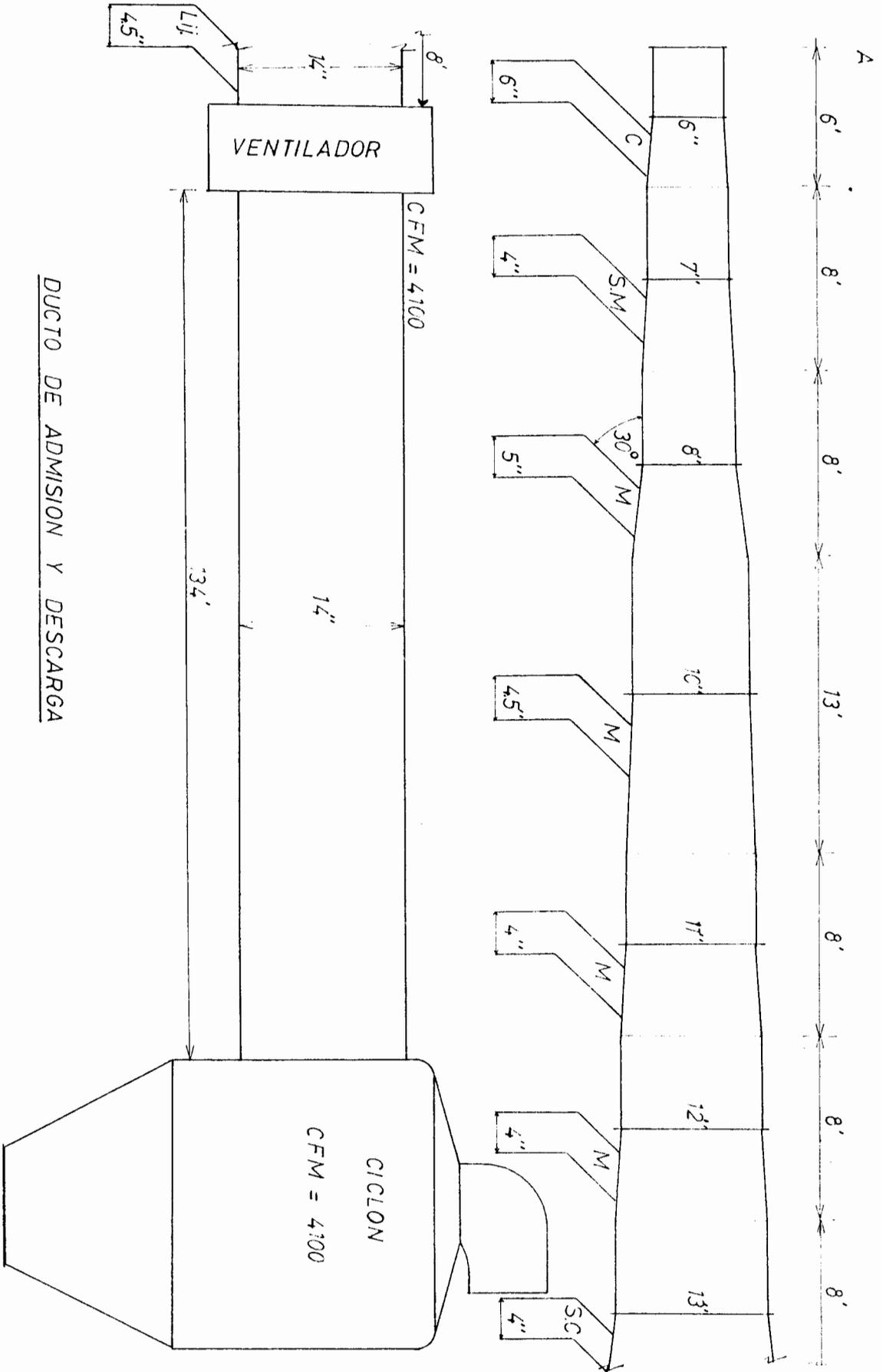


ELEMENTOS DEL CICLON EN FUNCION DEL DIAM.

Letter	Description
A	4" INLET
C	CYLINDER DIAMETER
D	DRY PAN INLET
E	INLET WIDTH
F	INLET HEIGHT
G	LOWER CYLINDER HEIGHT
H	UPPER CYLINDER HEIGHT
J	TOTAL CYLINDER HEIGHT
K	DRY PAN THICKNESS
L	LENGTH OF CONE
L'	LENGTH OF CONE
O	DRY PAN INLET

TABLE OF MINIMUM DIMENSIONS & GAUGES

D	5'-10"	11'-2 1/2"	24'-3 1/2"	40"
O	6"	10"	12"	14"
A	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
E	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
F	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
G	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
H	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
J	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
K	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
L	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
L'	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
O	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"



DUCTO DE ADMISION Y DESCARGA

Fig. 6 Dimension del Ducto con su respectivo Colect

## 2.7 REQUERIMIENTO DE ENERGIA

Para poder escoger un banco de transformadores que vaya a gobernar la Planta, necesitamos saber el número de motores con sus respectivas potencias a plena carga. Así tenemos el siguiente cuadro:

Máquina	HP	KVA
Extractor	30	30
Cepillo	5	5
Sierra Múltiple	40	40
Moldurera	28	28
Sierra Circular	7	7
Compresor	5.5	5.5
Lijadora	3	3
<b>T O T A L</b>	<b>118.5</b>	<b>118.5</b>

El cálculo que se hizo en base a máquinas que trabajan permanentemente, es decir la mayor parte de la jornada de trabajo (8 hs máxima). Para nuestra Planta necesitamos un banco de 150 KVA. Consta de tres transformadores monofásicos 50 KVA y existe sobredimensionamiento para futura ampliación.

## CAPITULO III

### MONTAJE

#### 3.1 ADECUACION DEL SITIO

Para organizar totalmente nuestro espacio físico, se anotó las dimensiones de nuestra maquinaria a instalarse, con sus especificaciones técnicas, incluyendo la parte eléctrica. El área se determinó en base al espacio requerido por la maquinaria, además del espacio que requiere el operario para poder cumplir sus funciones.

Las zonas que definimos a continuación son las correspondientes a nuestra industria:

- Zona de cepillado
- Zona de aserrado
- Zona de acabado
- Zona de tallado

#### 3.2 RUTA DE PRODUCCION

La siguiente es nuestra ruta de producción: Según el trabajo que desarrollamos previo estudio de tiempos y movimientos para minimizar el tiempo de producción: Tenemos el siguiente esquema

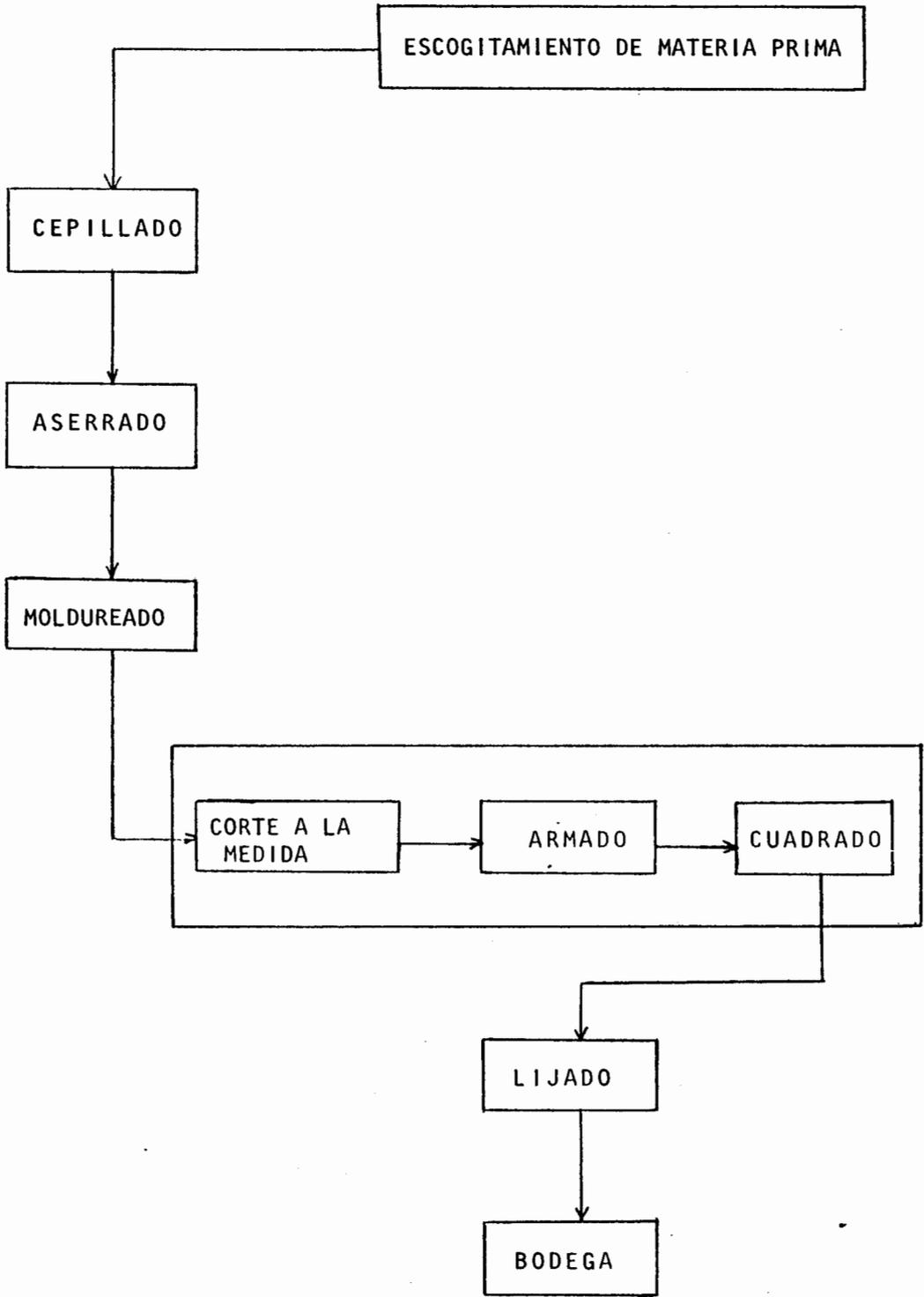


Fig. 7

### 3.3 MONTAJE DE EQUIPOS

Para el montaje de equipo se hizo el estudio de cada una de las actividades que se iban a desarrollar: Obra Civil, Instalación Eléctrica, Construcción y Montaje de ductos, Montaje de máquinas y puesta en marcha.

Se resumen estas actividades en el siguiente cuadro:

ACTIVIDAD	TIEMPO	COMENTARIO
Obra Civil	6 meses	Hubo un retraso de 2 meses
Instalación Eléctrica	15 días	Tipo aérea
Construcción y Montaje de ductos	15 días	No se puso trampas para cada toma
Montaje de equipos y puesta en marcha	2 días	Se la hizo con su respectiva cimentación

## Obra Civil

Se hizo el relleno correspondiente del terreno, previo a la construcción del galpón y sus diferentes localidades, (bodega, base para las diferentes maquinarias, oficinas, camerinos, - etc). Esta obra se llegó a terminar casi en seis (6) meses, teniendo un retraso de 2 meses por falta de Materiales de construcción, por su escasez en el mercado.

Se hizo un relleno de 30 cms. con el fin de prevenir las inundaciones, tomando en cuenta el nivel en que estaban los terrenos aledaños.

## Instalación Eléctrica

Se la llevó con mucho cuidado, seleccionando siempre el tipo de cable que se necesita para cada máquina, de acuerdo al amperaje de cada motor. También requerimos de un tablero principal que guardaría los brackers correspondientes a cada máquina. Cada máquina estaría equipada con su respectivo arrancador ya sea directo o estrella-triángulo según el caso y protegidas térmicamente. Para el montaje de transformadores se construyó un cuarto que esté perfectamente ventilado, con el fin de mantener un ambiente fresco. Para el montaje de los cables se usó canaletas, que de preferencia deben ser metálicas, para evitar su deterioro.

A continuación detallamos en un cuadro el tipo de cable que usamos de acuerdo a cada instalación.

MAQUINA	I(AMP)	# CABLE	ARRANQUE	DIAM.DE TUB. PVC	BRACKER (AMP)
Extractor	80	2	Y- $\Delta$	2"	100
Cepillo	15.2	12	Directo	3/4"	20
Sierra-Múltiple	104	1/0	Y- $\Delta$	2"	150
Molduradora	80	2	Directo	2"	100
Sierra-Circular	22	10	Directo	3/4"	30
Lijadora	12	12	Directo	3/4	20
Compresor	16.5	12	Directo	3/4	20
Transformadores		4/0	Y- $\Delta$		
Tablero principal					400

### Equipo de Trabajo

3 personas: 1 Ingeniero y 2 Oficiales que se encargaron de montar lo siguiente:

- Banco de transformadores
- Tablero principal con sus respectivos brackers

- Montaje de canaletas con sus respectivos cables
- Acometida de cada máquina
- Puesta en marcha

#### Equipos utilizados

- Soldadora 220 Voltios
- Playo especial para cortar alambre
- Alambre fino para pasar los cables
- Multímetro
- Ponchadora
- Cinta aislante
- Destornillador: Estrella y plano

#### Materiales utilizados

Angulo: 2 1/2" x 3/16", 1" x 3/16"

Cemento, arena, soldadura 6011, taco fisher.

#### Montaje de Ductos

Se hizo la toma en cada máquina, con el diámetro y las especificaciones detalladas en el Capítulo II (sistema de Ext. ). A cada ducto se acopló una campana que nos permita recoger la mayor parte del polvo y así mantener un ambiente limpio e higiénico. Por cada codo se instaló una toma. Con esto se obtiene un cambio de diámetro asegurándonos una extracción eficiente. El ducto de descarga se la instaló en forma inclinada, lo que no está bien, pues en lo posible debe tener un ángulo de 0°.

El largo del ducto lo da la ubicación de cada máquina, tomando en cuenta que mientras más largo es, existe mucho más fricción.

### Equipo de Trabajo

Se contrató a 3 personas: 1 Soldador y 2 Oficiales

### Equipos utilizados

1 Soldadora eléctrica

Tijeras

1 Cizalla

1 Roladora de plancha

Plantillas para campana

### Materiales utilizados

Plancha negra de 1/16 " (más económica que la galvanizada)

Soldadura 6011

Pintura anticorrosiva (para cubrir el ducto)

Pulidora

### Montaje de Equipos

Cada equipo fue trasladado con el máximo de precaución, desde el despacho en Aduana hasta su recepción en la Planta. Se utilizó un montacargas de 3 ton. para poder bajar las máquinas y ubicarlas en sus respectivas bases. Las máquinas de gran pe

so y altas revoluciones se les fabricó una cimentación especial con sus respectivos pernos de anclajes, que asegura que la máquina no se deslice en el momento de operación. El extractor fue montado sobre una estructura de concreto compuesta de pilares y vigas de amarre, para disminuir la vibración.

### Equipos de trabajo

Un transportista

Una persona encargada del montacargas

Un Ingeniero encargado de dirigir el trabajo en Planta

Montada la maquinaria, reunimos los respectivos catálogos para informarnos qué características tenían, y además para saber si no había ningún inconveniente adicional para conectarlas y ponerlas en marcha, ya que existen ciertas maquinarias que poseen un seguro que obligatoriamente hay que desconectarlos para ponerlos en marcha.

Se hizo la prueba y puesta en marcha de cada maquinaria, haciéndose lecturas de corrientes y voltajes en cada línea.

### Equipos utilizados

Una plataforma para transportar la maquinaria (aproximadamente 10.000 kilogramos)

Un montacarga para 3 tons.

## CAPITULO IV

### MANTENIMIENTO

#### 4.1 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Uno de los grandes problemas que afecta a este tipo de maquinaria , es el polvo, que destruye algunos elementos tales como cojinetes, - bandas, elementos eléctricos, cadenas, etc. Nuestro mantenimiento rutinario contempla la limpieza total de dicha maquinaria y luego su respectiva lubricación, ya sea con grasa o aceite, que deben te ner ciertas características para su aplicación. El cuadro que expo nemos a continuación nos detalla el tipo de mantenimiento que aplica mos, con los intervalos de lubricación que nos permite obtener re sultados óptimos. (Tab. XV)

#### 4.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Una de las fallas más frecuentes en este tipo de maquinaria es el desgaste de ciertos elementos, tales como: ejes, cojinetes, bandas, cadenas, etc. El cuadro que presentamos a continuación nos detalla las fallas típicas que comúnmente hemos experimentado con sus posi bles causas y soluciones. (Tab, XVI)

TABLA X V

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MAQUINA	INTERVALO DE LU BRICACION	TIPO DE MANTENIMIENTO
CEPILLO	c/48 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza y lubricación</li> <li>- Rev. bandas y mantenimi.</li> <li>- Puesta en marcha en vacío</li> </ul>
SIERRA MULTIPLE	c/48 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rev. aceite en el cárter</li> <li>- Rev. de cadena y lubric.</li> <li>- Rev. de bandas</li> </ul>
MOLDURADORA	c/48 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza y lubricación</li> <li>- Revisión de bandas</li> <li>- Lubricación de cadena</li> </ul>
SIERRA CIRCULAR	c/48 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza y lubricación</li> <li>- Revisión de bandas y mante- nimiento</li> </ul>
EXTRACTOR	c/96 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza y lubricación</li> <li>- Revisión de bandas y mante- nimiento.</li> </ul>
EQUIPO ELECTRICO	c/6 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de contactos</li> <li>- Limpieza general</li> </ul>
BANCO DE TRANS FORMADORES	c/12 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza</li> <li>- Revisión de aceite</li> </ul>

TABLA X V I

FALLAS TÍPICAS QUE OBLIGAN A UN MANTENIMIENTO CORRECTIVO

ELEMENTO	TIPO DE FALLA	CAUSA
EJE	Desgaste Vibración Pandeo	Falta de lubricación Desbalanceo Vibración
COJINETE	Fuga entre sus aros Calentamiento	Falta de lubricación No se usa la grasa apropiada o desalineamiento
BANDA	Desgaste Deslizamiento	Falta de alineación entre poleas Falta de temple
CAJERAS	Desgaste	Falta de lubricación
CADENA	Desgaste	Falta de lubricación

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El montaje de estas maquinarias tuvo ciertas dificultades, especialmente en la coordinación de las actividades y el tiempo de entrega de cada uno. Los fabricantes de este tipo de máquinas no dan detalles sobre sí se debe cimentar o no este tipo de maquinaria. Sin embargo, siempre es bueno tenerlas con una buena cimentación, especialmente si son de gran peso y altas revoluciones. Se debe contar con un espacio físico amplio con el fin de tener acceso a cualquiera de las maquinarias y así poder tener los materiales perfectamente ordenados.

### RECOMENDACIONES

- Es necesario contar con un horno de secado, para mantener un stock de madera seca.
- Se debe tener en lo posible, madera calificada, para poder desarrollar un trabajo de calidad.
- Las máquinas de altas revoluciones, deben tener sus elementos perfectamente balanceados.
- Deben existir vías de acceso, perfectamente marcadas en la instalación.
- Se debe contar con un equipo contra incendio, para combatir cualquier flagelo que se presente.
- Es necesario contar con un buen equipo de extracción para preservar la salud, y a su vez mantener en buen estado la maquinaria.
- Los operarios deben contar con un buen equipo de seguridad industrial (orejeras, mascarillas, lentes, etc.)

- Se debe mantener un buen afilado de cuchillas para obtener un aca  
bado óptimo en la madera.

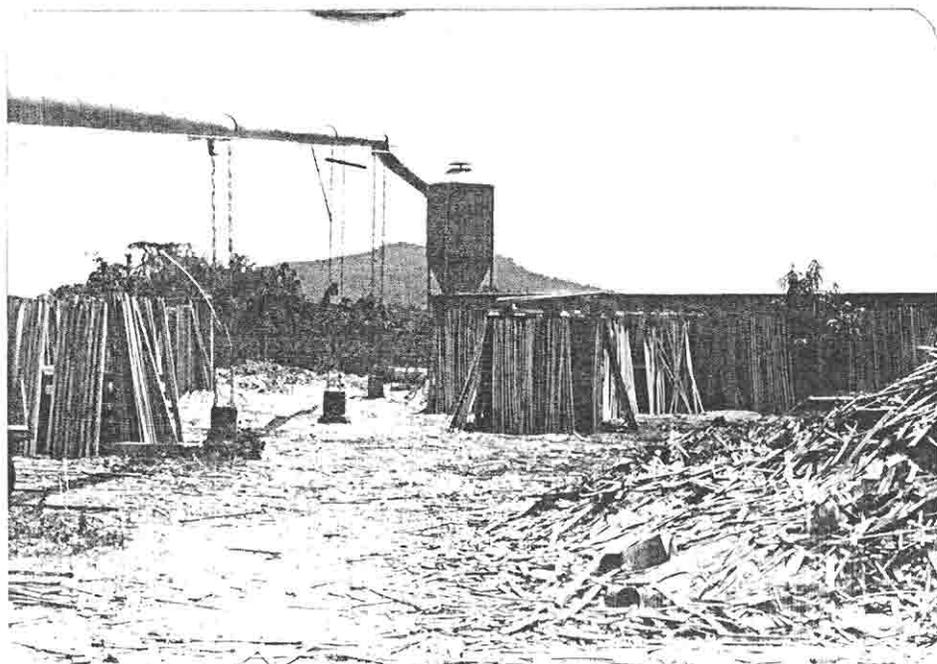


Fig. N°8 Ducto de Descarga con su respectivo ciclón

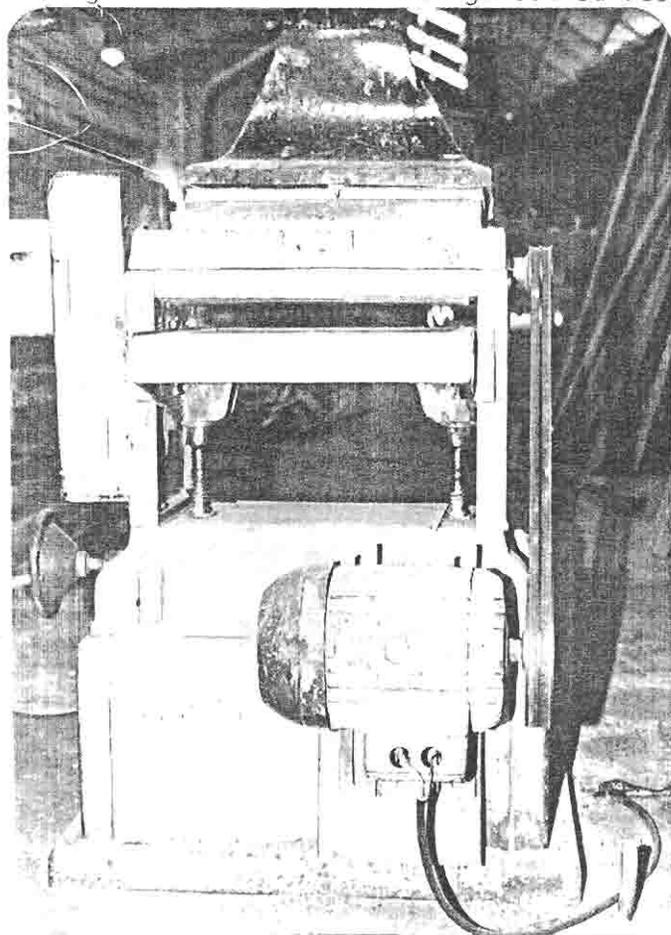


Fig. N° 9 Cepillo - 1 cara



Fig. N° 10 Sierra Múltiple

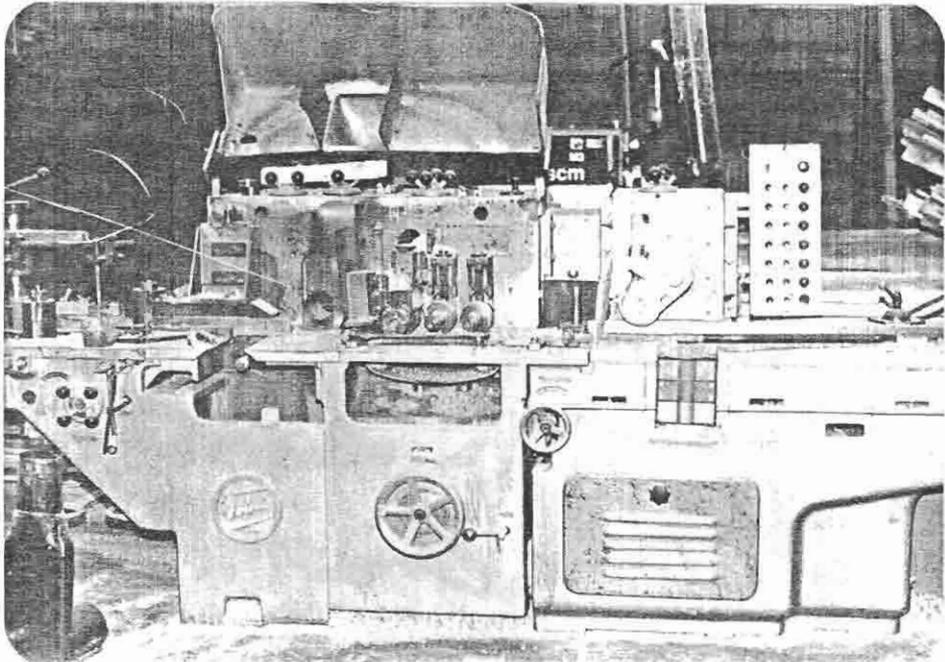


Fig. N° 11 Molduradora

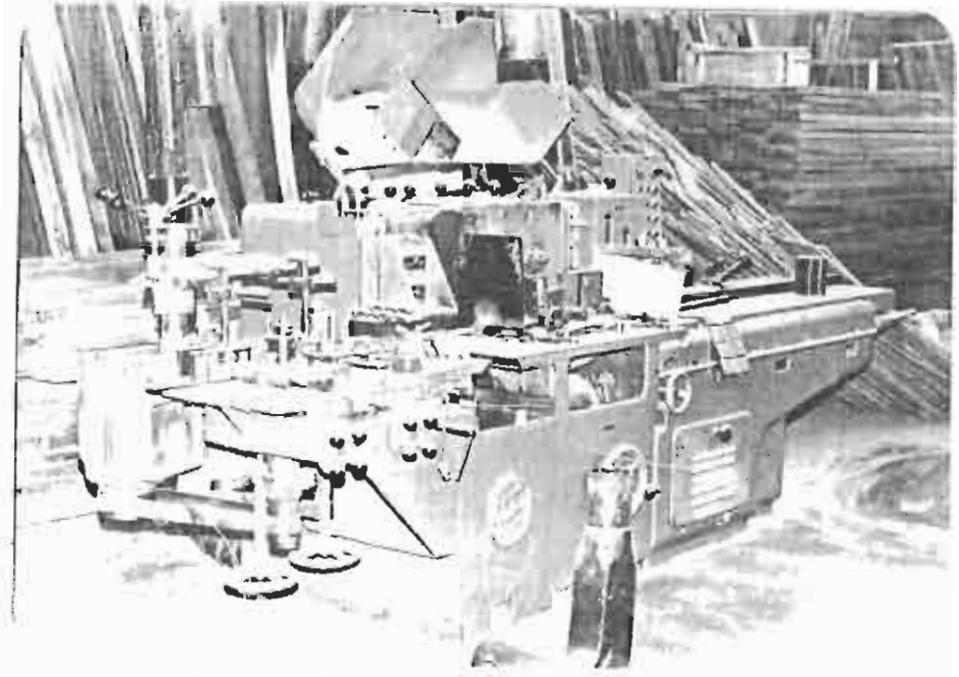


Fig. N° 12 Molduradora (otra vista)

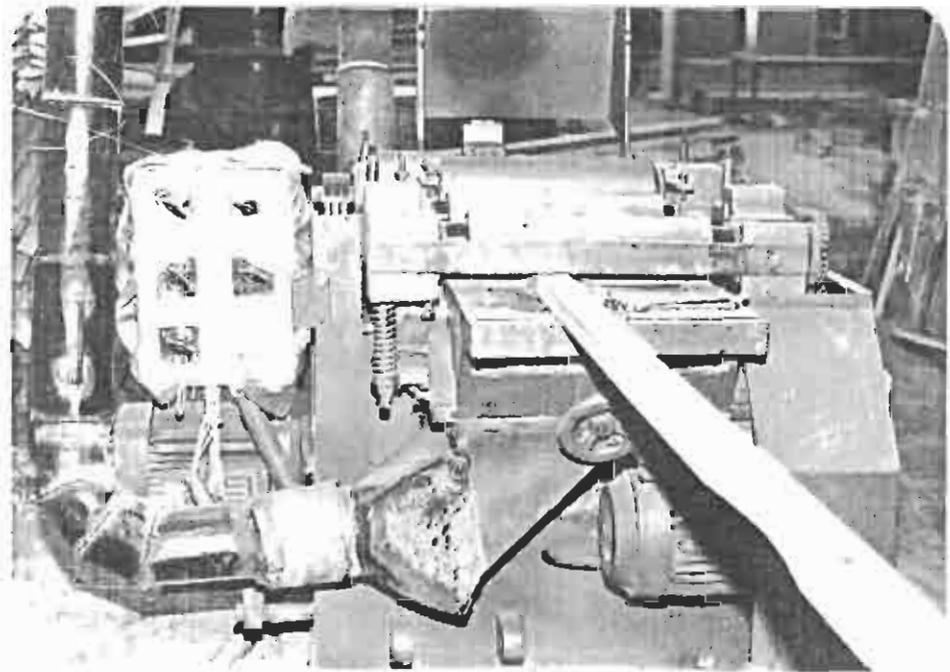


Fig. N° 13 Cepillo - 4 caras.

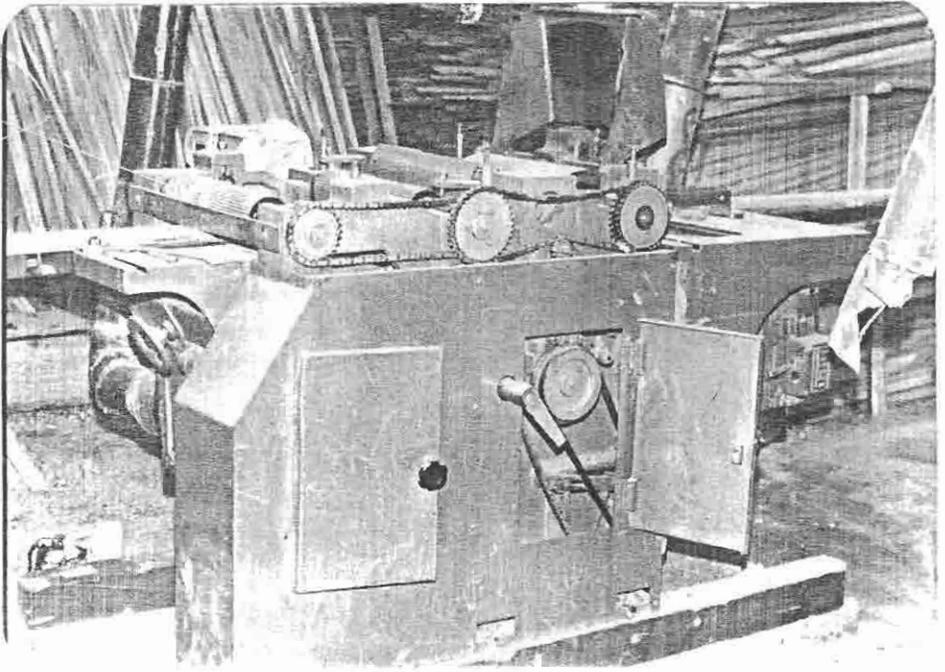


Fig. N° 14 Cepillo - 4 caras (otra vista)

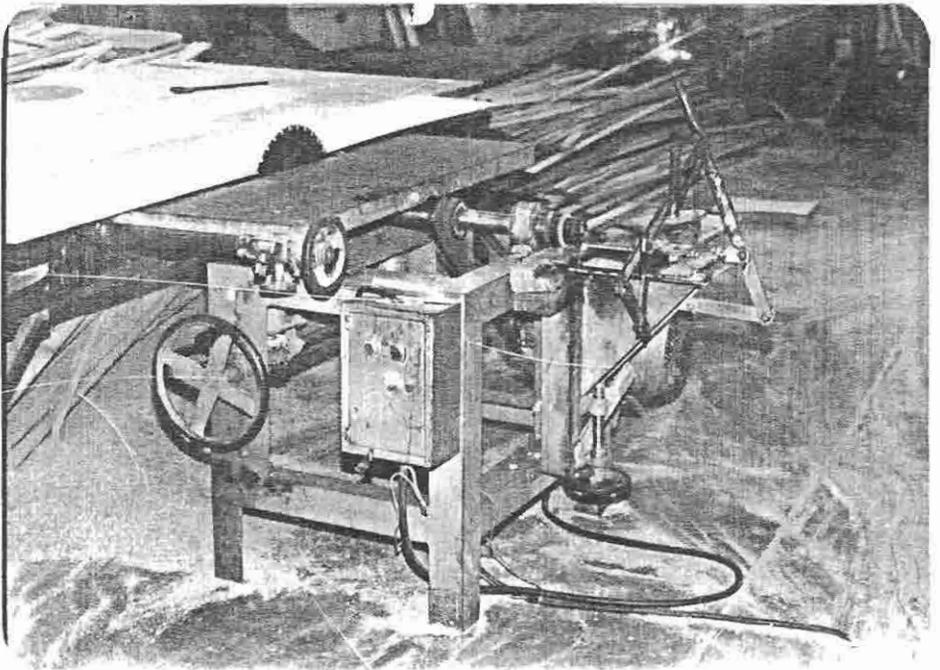


Fig. N° 15 Sierra Circular de Mesa

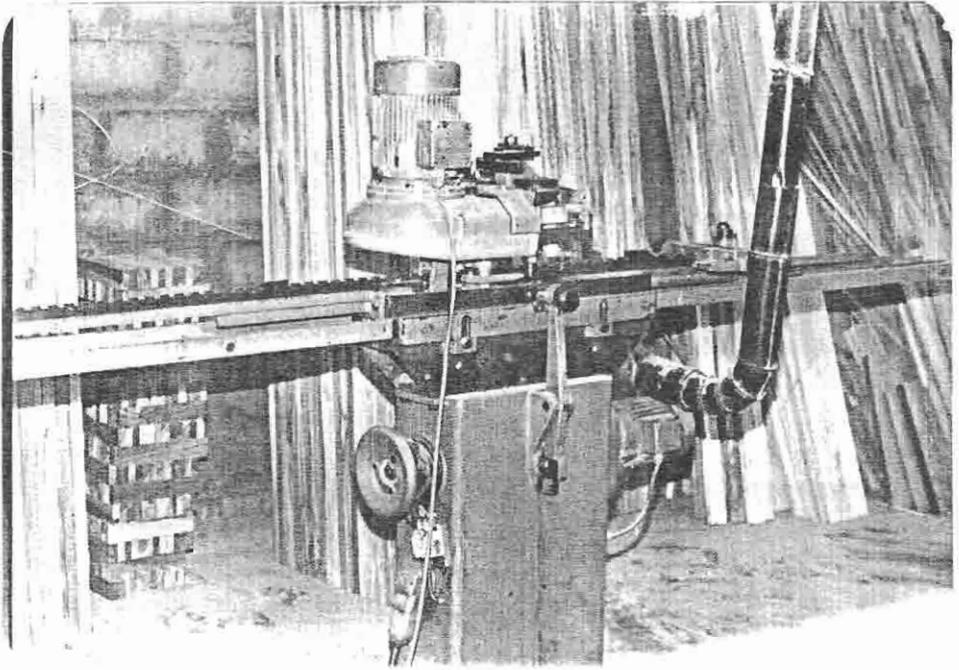


Fig. N° 16 Escopladora

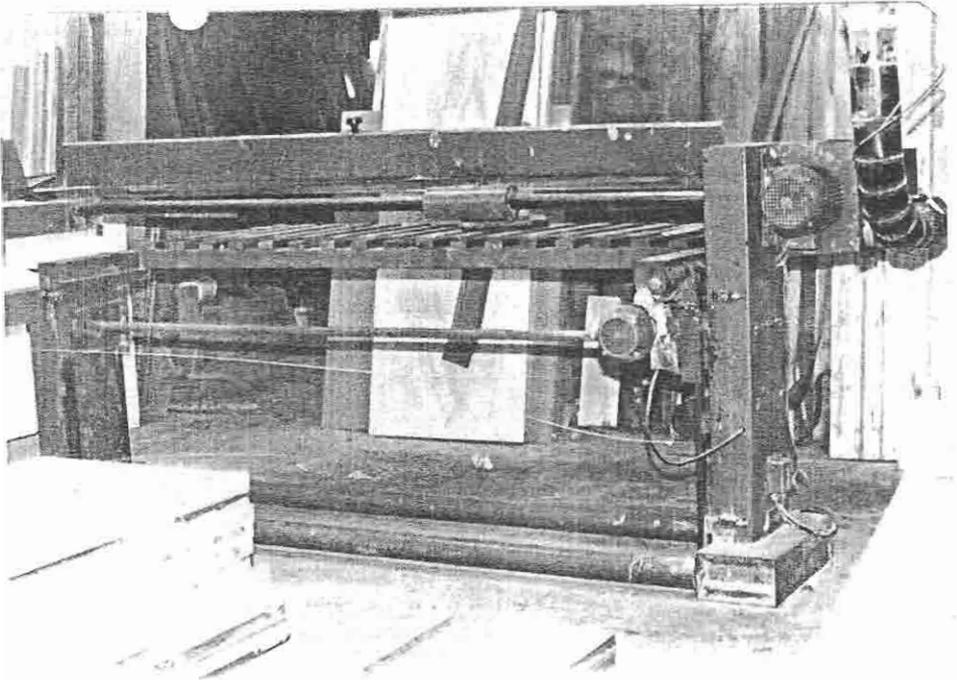


Fig. N° 17 Lijadora de Banda

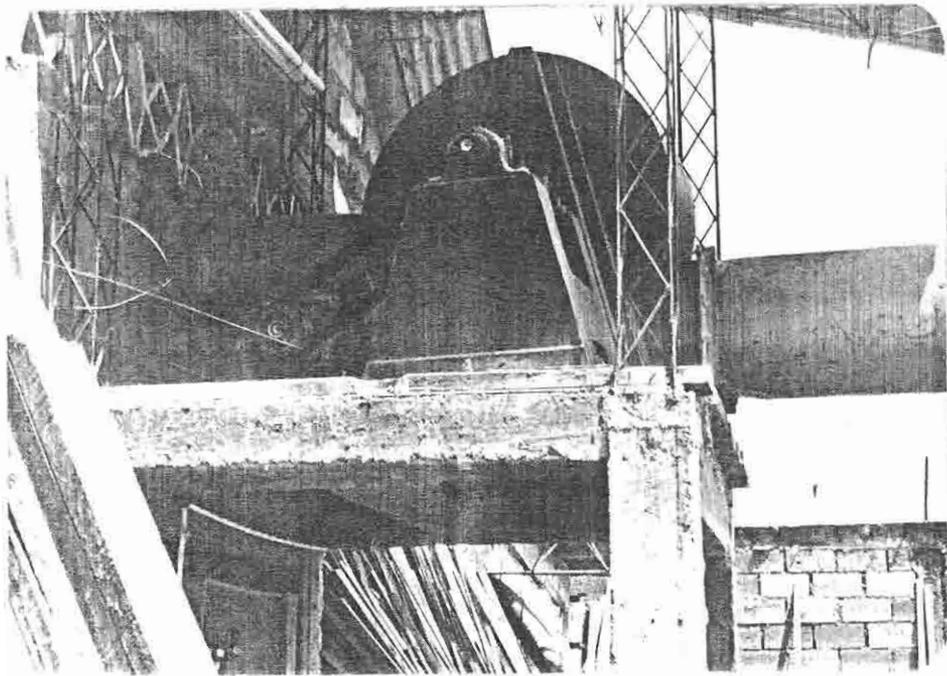


Fig. N° 18 Extractor

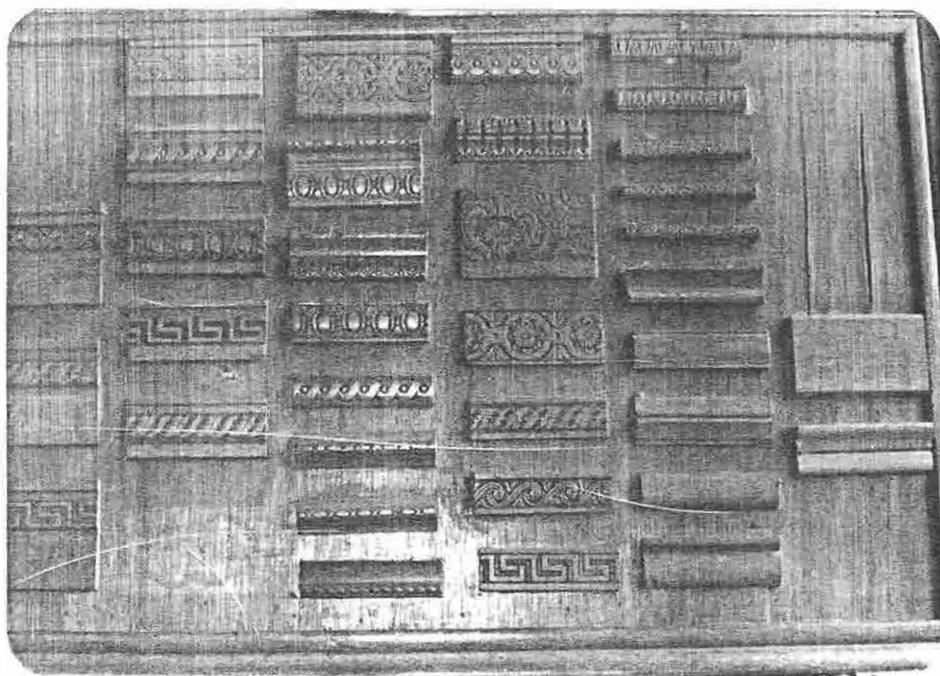


Fig. N° 19 Molduras

## BIBLIOGRAFIA

MANUAL DEL INGENIERO MECANICO. MARKS. TOMO I CAP. 6, OCT. EDIC.

MANUAL DE VENTILACION - ESPOL - CAP. 5 TABLA 5 - 7 - 1 (1981)

REVISTA WORD WOOD - VOLUMEN 25 # 7 (19-85)

BIBLIOTECA ATRIUM DE LA MADERA TOMO I CAP. IX