

ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS
DE INDUSTRIALIZACION DE
MADERA DE ALAMO

RESPONSABLE: Ing. Ftal. Ismael ANDIA

COLABORADORES: Ing. Ftal. Marcelo OTAÑO
Ing. Ftal. Gabriel KEIL

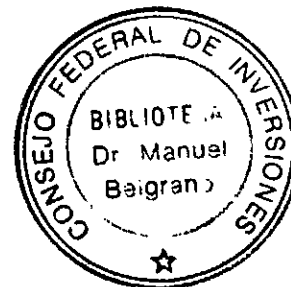
INSTITUCION: Industrias Forestales I
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

DIRECCION: Diagonal 113 N° 469
(1900) La Plata
Provincia de Buenos Aires

TELEFONO: (021) 3-3467

FAX: 21-25-2346

FECHA: Junio de 1995



INDICE

	Página
1- INTRODUCCION	1
2- OBJETIVOS	4
2.1- OBJETIVO GENERAL	4
2.2- OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
3- ANALISIS DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS	5
3.1- PRODUCTOS MENORES	5
3.1.1- CARACTERIZACION DEL PRODUCTO	5
3.1.2- ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA	5
3.1.3- SELECCION DEL PROCESO	9
3.1.3.1- MAQUINARIA Y EQUIPOS - Productividad y energía	9
3.1.3.2- DIAGRAMA DE FLUJO	13
3.1.3.3- DESARROLLO DEL LAY OUT	14
3.1.4- ANALISIS DE LA MANO DE OBRA	16
3.1.4.1- PERSONAL DE PRODUCCION	16
3.1.4.2- OTROS	16
3.1.5- ESTUDIO DE LAS CONSECUENCIAS AMBIENTALES	17
3.1.6- DETERMINACION DE COSTOS	18
3.1.6.1- COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	18
3.1.6.2- COSTO DE LA MANO DE OBRA	18
3.1.6.3- CONSUMO DE ENERGIA	18
3.1.6.4- COSTO DE MATERIA PRIMA	19
3.1.7- RESUMEN	19
3.2- LAMINAS DE ALTA CALIDAD	21
3.2.1- CARACTERIZACION DEL PRODUCTO	21
3.2.2- ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA	22
3.2.3- SELECCION DEL PROCESO	27
3.2.3.1- MAQUINARIA Y EQUIPOS	27
3.2.3.2- DIAGRAMA DE FLUJO	29

3.2.3.3- DESARROLLO DEL LAY - OUT	30
3.2.4- CONSUMO, PRODUCCION, INVERSION Y MANO DE OBRA	32
3.2.5- RESUMEN	33
 3.3- ASTILLAS DE MADERA	 34
3.3.1- INTRODUCCION	34
3.3.2- CARACTERIZACION DEL PRODUCTO	37
3.3.2.1- DIMENSIONES	38
3.3.2.2- ESTABILIDAD MECANICA	39
3.3.2.3- DAÑO POR COMPRESION	40
3.3.2.4- DENSIDAD APARENTE	40
3.3.2.5- CONTENIDO DE HUMEDAD	41
3.3.2.6- IMPUREZAS EN LAS ASTILLAS	41
3.3.2.7- CALIDAD SEGUN TECNOLOGIA DE ASTILLADO	42
3.3.3- ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA	42
3.3.3.1- APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS	42
3.3.3.2- UTILIZACION DE ROLLIZOS	44
3.3.4- SELECCION DEL PROCESO	45
3.3.4.1- MAQUINARIA Y EQUIPOS	45
3.3.4.2- DIAGRAMA DE FLUJO	56
3.3.4.3- DESARROLLO DEL DIAGRAMA DE FLUJO	57
3.3.5- CONSECUENCIAS AMBIENTALES	61
3.3.6- RESUMEN	62
 3.4- PIEZAS ESTRUCTURALES DE PANELES	 63
3.4.1- INTRODUCCION	63
3.4.2- CARACTERIZACION DEL PRODUCTO	63
3.4.3- ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA	64
3.4.4- SELECCION DEL PROCESO	66
3.4.4.1- ASERRADO MEDIANTE SIERRAS CIRCULARES	67
3.4.4.1.1- MAQUINARIA Y EQUIPOS	67
3.4.4.1.2- DIAGRAMA DE FLUJO	71
3.4.4.1.3- DESARROLLO DEL DIAGRAMA DE FLUJO	73
3.4.4.1.4- CONSUMO, PRODUCCION, INVERSION Y MANO DE OBRA	75
3.4.4.2- ASERRADO MEDIANTE TECNICAS DE PERFILADO	77
3.4.4.2.1- INTRODUCCION	77
3.4.4.2.2- MAQUINARIA Y EQUIPOS	77
3.4.4.2.3- DIAGRAMA DE FLUJO	81
3.4.4.2.4- DESARROLLO DEL DIAGRAMA DE FLUJO	84
3.4.4.2.5- CONSUMO, PRODUCCION, INVERSION Y MANO DE OBRA	87
3.4.5- RESUMEN	89

1.- INTRODUCCION.

En base al análisis del Estudio de Mercado de Madera de Álamo se han detectado una serie de productos factibles de ubicar en el mercado internacional que emplean como materia prima la madera de álamo.

Los productos aludidos en el párrafo anterior son los siguientes:

- * Productos menores (palitos para arroz y cucharitas para helados).
- * Láminas de alta calidad.
- * Astillas de madera (chips).
- * Piezas estructurales de paneles (studs).

Para la fabricación de estos productos, se considera factible el empleo de la madera de álamo. Su aptitud tecnológica se basa en las características que se describen a continuación.

En general la madera de álamo (*Populus L.*) se trabaja muy fácilmente con todas las herramientas manuales o mecánicas. Se clava y atornilla sin dificultad y toma bien las colas, barnices, pinturas y tintes. En el cepillado y moldurado suele aparecer "grano peludo", debido a zonas con leño de reacción.

Se presta muy bien para procesos de debobinado (se emplea para obtener estos productos) y tranchado.

Otras características del álamo son: color amarillento claro, olor ausente, veteado poco notable, brillo suave, textura mediana y grano derecho. Características éstas que son de suma importancia para su uso en los denominados "Productos Menores", sobre todo las referidas a color, olor y textura.

A continuación se presentan valores medios de las propiedades físicas y mecánicas de los álamos (si bien presentan variaciones según los clones, sitio, posición de la madera dentro del tronco, etc.)

VALORES DE LAS PROPIEDADES MECANICAS

Ensayos	Catfish 2	Catfish 5	I-63/51	P. nigra	I-214
Flexión					
Estática	74.600	61.700	68.800	69.600	55.500
MOE [Kg/cm ²]					
Compresión					
Paralela	85.700	87.900	82.500	89.000	84.921
MOE [Kg/cm ²]					
Flexión					
Dinámica	0.72	1,3	3,3	1,3	0.9
Resiliencia					
[Kg/cm ³]					
Dureza [Kg/cm²]					
Tr	270	260	280	280	216
Rd	212	140	130	210	153
Tg	220	160	160	215	165
Corte [Kg/cm²]					
Rd	72	73	76	66	66
Tg	88	87	89	83	72
Tracción					
Paralela	742	879	875	870	1039
MOR [Kg/cm ²]					
Tracción					
Perpendicular					
[Kg/cm ²]					
Rd	17	13	7	15	17,3
Tg	17,7	16	13	17	17,3
Compresión					
Perpendicular					
MOR					
[Kg/cm ²]	55	53	39,7	--	66,4
Clivaje					
[Kg/cm ²]					
Rd	4,45	4,2	4,2	6	5,1
Tg	4,6	4,55	6,1	6,8	5,2

VALORES DE LAS PROPIEDADES FISICAS

Propiedad	Catfish 2	Catfish 5	I - 63/51	P. nigra	I-214
Densidad anhidra [g/cm ³]	0,381	0,363	0,381	0,346	0,410
Contracción Axial [%]	0,44	0,40	0,31	0,196	0,99
Contracción Radial [%]	3,32	3,54	3,82	3,05	4
Contracción Tangencial[%]	9,74	7,7	8,34	6,95	8,7
Contracción Total [%]	13,9	11,95	12,83	10,42	14,16

Seca rápidamente y sin mayores problemas de rajaduras y deformaciones, pero en zonas de humedad ambiente elevada debe tratársela preventivamente contra la "mancha azul".

Es poco durable, susceptible al ataque de hongos e insectos, aunque el durámen presenta resistencia al ataque de estos últimos.

2.- OBJETIVOS.

2.1.- OBJETIVO GENERAL:

Explicitar alternativas tecnológicas de industrialización de la madera de álamo, que más convengan a la elaboración de astillas de madera, láminas de alta calidad, piezas estructurales de paneles y productos menores como cucharitas para helados y palitos para arroz, cuyo destino fundamental será la participación en mercados externos de alta competencia.

2.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- * Caracterización de cada uno de los productos mencionados.
- * Análisis de las características tecnológicas, aprovisionamiento, conservación, almacenamiento y manipulación de la materia prima a emplear.
- * Identificación y descripción de la maquinaria, diseño de flujo, rendimientos, consumo energético del proceso productivo.
- * Análisis de la mano de obra, estudiando la cantidad y capacitación asociada a la necesidad de cada producción.
- * Estudio de las consecuencias ambientales resultantes del funcionamiento de cada planta.
- * Determinación de los costos de producción e instalación.

3.- ANALISIS DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS.

3.1.- PRODUCTOS MENORES.

3.1.1.- CARACTERIZACION DEL PRODUCTO.

Palitos para arroz: Se presentan para su venta empaquetados de a pares. Deben ser rectos, libres de defectos (nudos, coloraciones, grietas, etc.), con superficies pulidas, cantos redondeados, no debiendo transmitir gusto alguno al alimento consumido.

Los mismos deben tener una longitud de 200 mm, un espesor de 4,5 y 5 mm en punta fina y gruesa respectivamente, y un ancho del par de 8 mm en punta fina y 9 mm en punta gruesa.

Cucharitas para helados: además de las características de ausencia de defectos y superficies pulidas, es importante en este producto la ausencia de deformaciones del plano de la cucharita (alabeos) y tampoco debe transmitir gusto alguno.

Las mismas deben tener una longitud de 70 mm, un espesor de 2-2,5 mm y un ancho variable a lo largo del producto de 8-20 mm.

3.1.2.- ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA.

Para los fines del presente proceso de fabricación se utilizan los siguientes términos:

Rollizo: Pieza sin labrar, que provenga del tronco del árbol, con diámetros mayores de 26cm en la parte más delgada, con corteza, o toda pieza sin corteza que tenga más de 22cm de diámetro en la parte más delgada.

Troza larga: Parte del rollizo de 2,20 metros de longitud, a la cual se recibe en la industria.

Troza corta: Parte del rollizo de 25,5 centímetros, ya que con esta longitud los procesa la debobinadora.

En el abastecimiento de materia prima a la playa de trozas del circuito productivo deben tenerse en cuenta una serie de características que deberán reunir las mismas. Con el objeto de obtener un producto de calidad, de un mayor rendimiento expresado en cantidad de producto en referencia a la cantidad de materia prima empleada para producirlo, y una mayor producción expresada en cantidad de producto por unidad de tiempo.

Las características a que nos referimos son las siguientes:

*** Diámetro.**

Como es lógico, la recuperación en producto normalmente aumenta con el incremento del diámetro de la troza; ésto no se cumple para el caso de trozas de gran tamaño y de mucha edad, debido a la cantidad de material no aprovechable que poseen. Generalmente éste no sería un problema cuando se trabaje con madera de álamos proveniente de plantaciones en las que se hayan aplicado las correspondientes intervenciones silvícolas, con adecuado distanciamiento inicial, y con un conveniente turno de corta.

*** Longitud.**

El largo de la troza larga deberá ser múltiplo de la longitud de la troza corta que toman los muñones de la máquina debobinadora, para evitar desperdicios en el despuntado.

La longitud de la troza a debobinar no tiene realmente un efecto significativo en el factor de recuperación, sino que depende de la distancia máxima entre muñones de la máquina.

*** Conicidad.**

La conicidad afecta también el índice de eficiencia de recuperación de madera en producto terminado.

Mientras mayor sea la conicidad de la troza, menor es el porcentaje de recuperación, porque en el proceso de debobinado se parte de un cilindro para la obtención de las láminas y hasta llegar a él, si mayor es la conicidad, mayor desperdicio.

*** Calidad de la troza.**

La calidad de la troza está en función de la presencia y tipo de anomalías que estas presentan; estas anomalías según su origen pueden diferenciarse en:

^ Constitución anatómica de la especie. Se producen durante la vida del árbol, están condicionadas por caracteres hereditarios, vientos predominantes, características del sitio, tratamientos silvícolas, se denominan también estructurales. Ejemplo de ello son los leños de reacción, médula excéntrica y nudos; todos ellos limitantes en el debobinado de una troza y condicionantes de la calidad del producto a obtener.

No pueden solucionarse si no se elimina la parte de la troza afectada, si la abundancia de estos defectos es significativa, se impondrá una clasificación de trozas, desviando las defectuosas hacia otros destinos menos exigentes en calidades, por ejemplo astillas.

^ Ataques biológicos. Se producen durante la vida del árbol y en etapas posteriores al apeo del mismo. Las causas de los mismos son los agentes externos de origen biológico, sobre todo hongos e insectos.

El ataque de hongos e insectos se previene mediante pulverizaciones preventivas con fungicidas e insecticidas en los árboles apeados, y/o controlando las condiciones de humedad y temperatura, sobre todo la primera, en la playa de rollizos, mediante apilado adecuado que evite acumulaciones de humedades excesivas.

Son ejemplos de ellos los orificios producidos por taladros y taladri-
llos; las podredumbres ya sea blandas, blancas y/o marrones; las manchas azules y/o rosadas.

^ Durante el secado de la madera. Anomalías que se producen por pérdida brusca de humedad, las más comunes son las grietas y rajaduras. Se pueden prevenir evitando la salida rápida del agua de la madera, mediante la protección de las cabezas con otras maderas, mallas, nylon o pintándolas con productos que retarden la salida del agua. Una vez producidas se deberá eliminar la parte afectada.

3.1.3.- SELECCION DEL PROCESO.

3.1.3.1- MAQUINARIA Y EQUIPOS - Productividad y energía.

La maquinaria e instalaciones a utilizar para la producción de "palitos chinos" y/o "cucharitas para helados" es la siguiente:

I- Cámara de vaporización.

Se considera una cámara de mampostería para el abastecimiento de dos días de producción de palitos o cucharitas, lo que implica una capacidad de 10 m^3 considerando las pérdidas en extremos. Se recomienda la utilización de vapor saturado, teniendo el cuidado de evitar la incidencia del vapor directamente sobre la madera, especialmente en los extremos, por la posible formación de grietas al exponerse directamente a altas temperaturas. Para especies como el álamo cuya densidad básica es aproximadamente $0,40 \text{ g/cm}^3$, se indica un rango de temperaturas entre 35 y 45°C estimándose en 24 horas el tiempo de calentamiento para diámetros de alrededor de 50 cm.

El sistema de carga-descarga está compuesto por una zorra que se desplaza sobre rieles hacia el interior de la cámara. La zorra se carga y descarga mediante un cargador frontal el cual también se utiliza para el movimiento de rollizos en la playa.

II- Máquina tronzadora circular.

La troza ingresa, alimentada por medio de cadenas sinfín que la llevan hacia la sierra circular para la realización de un corte transversal, produciendo trozas de un largo de 255 mm.

La máquina deberá realizar 7 cortes sucesivos por troza. El diámetro del disco de la sierra estará en función del diámetro de los rollizos a procesar según el siguiente detalle:

* Diámetro del rollizo de 350 mm-----diámetro del disco 860 mm

- * Diámetro del rollizo de 450 mm-----diámetro del disco 970 mm
- * La potencia requerida por esta máquina es de 7 - 15 HP.

Esta máquina también se propone para ambas producciones.

III- Máquina debobinadora.

Para obtener láminas de 4,5 a 5 mm de espesor se aconseja el uso de la máquina modelo CYM-031N de origen taiwanés, cuyas características técnicas para la producción de palitos o cucharitas se detallan a continuación:

- * Rango de diámetros procesables de 70 a 600 mm.
- * Largo original de la madera 230 a 255 mm.
- * Revoluciones por minuto 47 a 54.
- * Potencia del motor 2 HP de alimentación más 7,5 HP de corte.

IV- Enrolladora de láminas.

El modelo CYM - 030A de origen taiwanés cuya potencia de trabajo es de 1/2 HP. Esta maquinaria es común a las dos producciones (palitos para arroz y cucharitas para helados).

V- Formadora automática de palitos.

Se propone emplear la máquina formadora de moldes de origen taiwanés modelo CYM-032B cuyas características técnicas son las siguientes:

- * Longitud de corte: 203 mm.
- * Ancho de corte: 22 mm.
- * Espesor de corte: 5 mm.
- * Productividad: 22500 pares/hora.
- * Potencia del motor: 1 HP.

VI- Formadora automática de cucharitas.

En tanto que para la obtención de cucharitas se propone la máquina modelo CYM-032N con las siguientes características técnicas:

- * Longitud de corte: 70-180 mm.
- * Ancho de corte: Hasta 45 mm.
- * Espesor de corte: Hasta 5 mm.
- * Productividad: De 20.000 a 26.000 cucharitas/hora.
- * Potencia del motor: 1 HP.

VII- Horno secadero.

Para alcanzar un contenido de humedad final de 9-10% en ambos productos, se recomienda la utilización del horno secadero modelo CYM-083M con una capacidad de trabajo de 200.000 a 300.000 pares de palitos y una cantidad semejante de unidades de cucharitas de helado por carga de secado y una potencia de 2 HP.

VIII- Rebajado de aristas en palitos de arroz.

Para el rebajado de aristas de los palitos de arroz, donde se transforma la sección cuadrangular en sección octogonal, se recomienda emplear la máquina de origen taiwanés modelo CYM-033, cuya productividad es de 7500 pares por hora, de 355 rpm, y 1 HP de potencia.

IX- Pulidora.

Para el pulido de los pares de palitos y cucharitas se emplea un tambor giratorio modelo CYM-651 de origen taiwanés. La capacidad de trabajo es de 0,48 metros cúbicos, gira a 20 rpm, y 1/2 HP de potencia del motor.

X- Empaquetado de los pares de palitos.

La máquina empaquetadora automática recomendada es el modelo CYM-049 (CPP) de una productividad de 120-180 paquetes por minuto, con 1/8 HP de potencia en el motor.

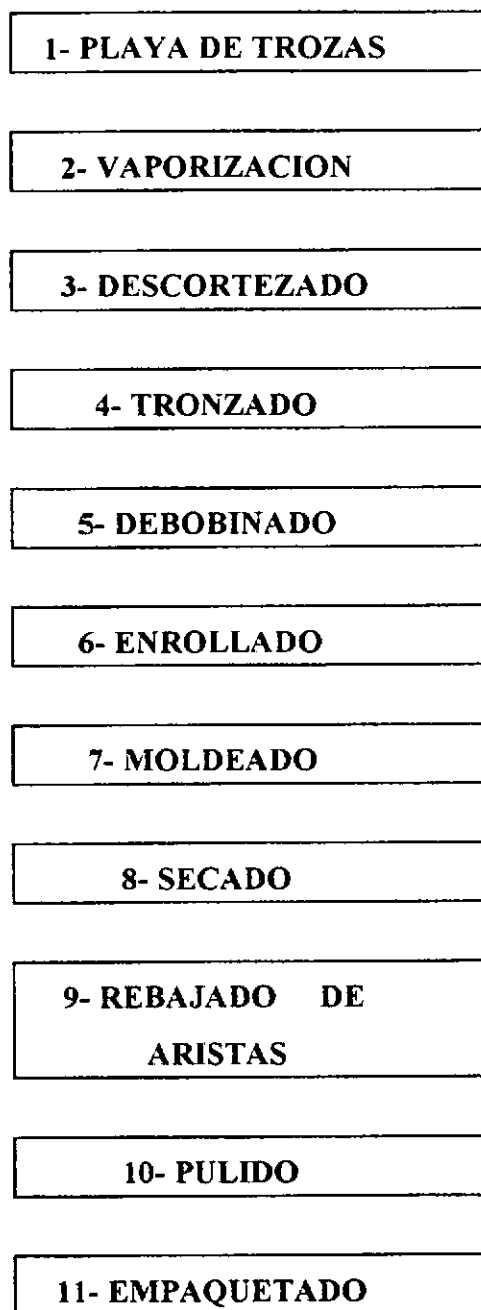
El largo del paquete es de 230 mm y el ancho entre 40 y 45 mm.

XI- Empaquetado de cucharitas para helados.

La máquina empaquetadora automática recomendada es el modelo CYM-048 de una productividad de 60-70 paquetes por minuto, con 1/4 HP de potencia en el motor.

Los paquetes tienen un largo de 97 mm y un ancho de 60 mm.

3.1.3.2- DIAGRAMA DE FLUJO



3.1.3.3- DESARROLLO DEL LAY-OUT.

1. **Playa de trozas:** Los rollizos se recibirán con una longitud de 220 cm y diámetros mínimos en punta fina de 30 cm. La longitud uniforme permitirá facilitar el ordenamiento y el movimiento mecánico de la materia prima dentro de la playa. Los diámetros mínimos se relacionan directamente a la eficiencia de conversión de madera rolliza en producto terminado.

Para el movimiento de los rollizos se empleará un cargador frontal, que además se empleará para la formación de las pilas y para la carga y descarga de rollizos en la zorra de la cámara de vaporización.

En la playa se almacenarán 50 metros cúbicos, stock que permitirá trabajar durante un mes sin ingresar nuevas cargas de rollizos al establecimiento.

Para almacenar el mencionado stock será necesaria una superficie de 400 metros cuadrados, previendo una altura de pilas de 1 metro.

En el diseño de la playa se tendrán en cuenta calles para la circulación, caminos cortafuegos, nivelación del terreno para permitir un buen drenaje y la eliminación de malezas.

2. **Vaporización:** Las trozas de 220 cm de longitud, se introducirán a la cámara de vaporización apiladas en las zorras. En su interior se producirá la plastificación de la madera que contribuye a la obtención de láminas de alta calidad en el proceso de debobinado.
3. **Descortezado:** Esta operación es realizada en forma manual puesto que en el proceso anterior se ha debilitado la unión entre la corteza y la madera.
4. **Tronzado:** Una vez descortezada la madera, mediante una tronzadora circular de brazo móvil se dimensionan los rollizos a trozas de 25,5 cm de largo.

5. **Debobinado:** Las trozas de 25,5 cm de longitud son desenrolladas en el torno debobinador produciéndose una lámina continua de 4,5 - 5 mm de espesor.
6. **Enrollado:** El objeto de esta fase de la producción es individualizar la productividad de la debobinadora de la máquina formadora de los productos. Al enrollar las láminas, se evitan grietas y rajaduras que pudieran producirse en el caso de mantener la lámina extendida, haciendo más eficiente además la utilización del espacio entre la debobinadora y la moldeadora (formadora).
7. **Moldeado:** En esta etapa, se obtiene el producto en forma individualizada , cucharita, o bien el par de palitos.

Los productos mencionados se producen con una máquina que va recibiendo la lámina de la enrolladora y formando a través de una matriz especial, cucharitas o palitos. Estos son evacuados de la moldeadora en forma continua.
8. **Secado:** Los productos provenientes de la moldeadora pasan a la etapa de secado, con la finalidad de llevar el contenido de humedad al 9-10%. A medida que las cucharitas o palitos salen de la moldeadora, se forman paquetes que van siendo colocados en el horno de secado, cuando se completa la capacidad del horno, comienza la etapa de secado por aire caliente húmedo a una temperatura entre 70 y 75°C.
9. **Rebajado de aristas:** Esta etapa sólo la encontramos en la producción de palitos para arroz, puesto que el producto terminado debe presentar una sección hexagonal. Para ello se coloca el par en la máquina que le realiza el rebajado de los cantos.
10. **Pulido:** El objeto de esta etapa es ofrecer un producto con una superficie lisa y suave al tacto.

El pulido se produce al girar el tambor con los palitos o cucharitas en su interior los cuales por roce producen la calidad de la superficie mencionada.

- 11. Empaquetado:** En esta etapa, los productos terminados son colocados en la empaquetadora, siendo máquinas distintas las que empaquetan uno y otro producto.

Los palitos se empacan de a pares con cobertura de polietileno o similar. Las cucharitas son presentadas individualmente con cobertura de papel o similar.

3.1.4.- ANALISIS DE LA MANO DE OBRA.

3.1.4.1.- PERSONAL DE PRODUCCION

- 1- Playa de trozas: 1 maquinista (calificado) y 1 operario apilador(no calificado)
- 2 - Vaporizado: 1 operador de la cámara de vaporizado (calificado)
- 3- Descortezado: 1 operario descortezador (no calificado)
- 4- Tronzado: 1 operario tronzador (no calificado)
- 5- Debobinado-Enrollado: 1 operario (calificado)
- 6- Enrollado-Moldeado: 1 operario (no calificado)
- 7- Secado-Rebajado de aristas: 1 operario (calificado)
- 8- Pulido-Empaquetado: 1 operario (no calificado)
- 9- Embalado-Embarque: 2 operarios (no calificados)

3.1.4.2.- OTROS

- 1- Jefe de producción
- 2- Encargado de mantenimiento (calificado)

NOTA: Se considera "calificado" al personal capaz de ser responsable del funcionamiento de una maquinaria o equipo.

3.1.5.- ESTUDIO DE LAS CONSECUENCIAS AMBIENTALES

Esta línea de producción no ocasiona mayores consecuencias ambientales, puesto que no se generan desechos contaminantes de ningún tipo.

Los desechos de origen orgánicos (cortezas, despuntes, cilindro remanente del debobinado, etc.) pueden ser reubicados en otras producciones y/o usos.

Sólo se genera polución en los vapores provenientes del motor de combustión interna del cargador frontal y humos de la combustión provenientes del hogar de la caldera que provee energía al secadero.

En síntesis, no se considera una industria significativamente contaminan

3.1.6.- DETERMINACION DE LOS COSTOS.

3.1.6.1- COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.

*- Cámara de vaporización	U\$S 22.650.-
*- Máquina tronzadora circular	U\$S 5.200.-
*- Tractor agrícola convencional modificado con pala cargadora frontal de 50 HP de potencia	U\$S 35.000.-
*- Torno debobinador	U\$S 16.575.- (FOB _{Taiwan})
*- Enrolladora de láminas	U\$S 1.560.- (FOB _{Taiwan})
*- Formadora automática de palitos	U\$S 4.680.- (FOB _{Taiwan})
*- Formadora automática de cucharitas	U\$S 4.680.- (FOB _{Taiwan})
*- Horno secadero	U\$S 1.937.- (FOB _{Taiwan})
*- Máquina rebajadora de aristas	U\$S 3.874.- (FOB _{Taiwan})
*- Máquina pulidora	U\$S 1.638.- (FOB _{Taiwan})
*- Empaquetadora de palitos	U\$S 8.008.- (FOB _{Taiwan})
*- Empaquetadora de cucharitas	U\$S 8.008.- (FOB _{Taiwan})

3.1.6.2- COSTO DE LA MANO DE OBRA.

*1 Jefe de producción	U\$S/año 19.500.-
*1 Encargado de mantenimiento	U\$S/año 13.000.-
*4 Operarios calificados	U\$S/año 41.600.-
*7 Operarios no calificados	U\$S/año 40.950.-
TOTAL MANO DE OBRA:	U\$S/año 115.050.-

3.1.6.3- CONSUMO DE ENERGIA.

* Energía eléctrica.	45.000 Kwatt/año
* Dendroenergía	12.000 Kg leña/año
	(para el proceso de vaporizado)

NOTA: El costo de la energía a emplear en el proceso productivo dependerá del costo del Kwatt.h de la región donde se instale la planta y del precio local de la tonelada de leña para combustión.

3.1.6.4- COSTO DE MATERIA PRIMA

500 tn/año x 60 U\$\$/tn	U\$\$/año 30.000.-
--------------------------	--------------------

3.1.7- RESUMEN

Los procesos productivos desarrollados para la producción de palitos para arroz y cucharitas para helado constituyen alternativas tecnológicas de niveles accesibles de inversión para el mercado local.

La capacidad instalada de la planta propuesta sería de alrededor de 14.400.000 de pares de palitos para arroz anuales o una cifra de 8.000.000 de cucharitas para helados anuales, trabajando un turno de 8 horas diarias.

La mano de obra a emplear en la planta es de 13 operarios permanentes más el personal de dirección, a la que se deberá sumar aquella interviniente en los procesos de aprovechamiento del monte y tareas posteriores al empaquetado del producto final.

Para el funcionamiento de la planta se requerirán alrededor de 500 toneladas anuales de madera de primera calidad.

La calidad de la materia prima, la eficiencia del proceso productivo y la selección del producto final son factores de suma importancia, puesto que se pretende abastecer a mercados internacionales de alta exigencia.

Si bien se han desarrollado dos alternativas para la producción de palitos por un lado y cucharitas por el otro, es factible la instalación de una planta que produzca los dos productos simultáneamente, en dos líneas de producción paralelas, ya que los procesos productivos tienen puntos en común en su lay-out, y sólo difieren en el moldeado, el empaquetado y en el rebajado de aristas.

3.2- LAMINAS DE ALTA CALIDAD

3.2.1- CARACTERIZACION DEL PRODUCTO

Se considera lámina de madera al producto que surge de desenrollar la troza por medio de un corte rotativo paralelo al eje de aquella.

De este corte tangencial se obtiene una lámina continua que puede cortarse a medidas adecuadas a su empleo.

Este producto se caracteriza por ser el espesor muy inferior con respecto a las medidas de largo y ancho.

El espesor de las láminas es variable entre 0,25 y 6 milímetros, siendo los más comunes entre 0,8 y 3,2 milímetros.

La Norma IRAM 9502 define lámina como: "Hoja de madera destinada a compensado, cuyo espesor es mayor de 1 mm. y hasta 6 mm.". Así se suele diferenciarlo del término chapa, que se reserva para espesores menores de 1 mm. y obtenida por corte plano.

Se denomina lámina de alta calidad a aquella que se produce a partir de madera libre de nudos, y sin ataques de taladros, lo que da como resultado una lámina continua, sin agujeros, y de medidas tales que permitan el mayor aprovechamiento de las mismas.

Estas láminas de calidad superior tienen como destino el enchapado de madera maciza, tableros aglomerados, tableros de listones. También pueden emplearse en la cara de tableros compensados, puesto que láminas de calidades inferiores pasarán a formar parte del alma o centro y de

la contracara de los mencionados tableros.

En la producción de láminas de calidad tiene importancia la maquinaria utilizada en el proceso productivo y, en especial, la calidad de la materia prima que se emplea para su fabricación; de ella depende el rendimiento de la troza debobinada.

3.2.2- ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima para la producción de láminas la constituye el rollizo de álamo proveniente del árbol apeado y derramado.

La característica del mismo condiciona la calidad del producto a obtener; por ello se deberá ser exigente en la elección y manipulación de la materia prima. Teniendo en cuenta para su selección los parámetros siguientes:

1-Calidad.

A- Tamaño y forma.

B- Anomalías.

C- Almacenamiento y conservación.

D- Aprovisionamiento.

E- Protección y manipulación.

A- Tamaño y forma:

Al aumentar el diámetro junto a la longitud del rollizo, tendremos un aumento en la productividad y rendimiento del mismo. Este ocurre especialmente al procesar rollizos de baja conicidad, cuya forma se acerca más a la cilíndrica. Los rollizos con curvaturas deben tronarse en longitudes menores para bajar las mismas, disminuyendo la productividad y el rendimiento.

to; o en caso de curvaturas muy pronunciadas, deberán ser descartados para este tipo de producción.

B- Anomalías:

Para la producción de láminas de alta calidad, no se permitirá la presencia en el rollizo de los siguientes defectos:

* **Nudos:** la ausencia de nudos es una condición que es indispensable cumplir en rollizos cuyo destino es el debobinado para la producción de láminas de calidad.

La resistencia a esfuerzos y la apariencia limitan su presencia en láminas destinadas a enchapados de madera maciza, tableros y la cara de los tableros compensados.

Se deberá exigir al vendedor los certificados de podas correspondientes a la plantación que se va a procesar, puesto que externamente puede no presentarlos. Ya que si se realizaron en forma tardía seguramente los encontraremos internamente a algunos centímetros de la corteza.

Sólo se permitirá la presencia de nudos en los 10 cm interiores del rollizo, ya que al final del proceso de debobinado formarán parte del "rollete" que no logrará desenrollar la máquina.

* **Taladros:** no se podrán emplear como materia prima en este proceso aquellos rollizos que han sufrido el ataque de taladros o barrenadores ya sea durante la vida del árbol o en las etapas posteriores al apeo.

El ataque de estos insectos se manifiesta como galerías internas en la madera que al ser debobinada producen láminas con agujeros circulares y ovoides, interrumpiendo la continuidad de las fibras de las láminas.

* **Médula excéntrica:** por cuestiones de trabajabilidad es necesario que la madera presente una textura homogénea y un grano derecho o ligeramente oblicuo.

Puede ocurrir que por presiones de la competencia de otros árboles o por la presencia de vientos fuertes predominantes de una dirección, se formen rollizos con médula excéntrica.

Al ser debobinados se formarán láminas con grano oblicuo, el cual se manifestará por la presencia de rugosidades en la superficie y desuniformidad en los espesores.

* **Grietas, Rajaduras y Acebolladuras:** Son separaciones de los distintos elementos leñosos, en diferentes grados, que hacen necesaria eliminación de la parte de rollizo afectada, antes de su ingreso a la debobinadora.

* **Manchas:** Pueden deberse a agentes biológicos o a cambios más o menos bruscos y extensos de coloración de la madera por diferencias entre albura y durámen o por oxidación de ciertos agentes químicos. Limitan el empleo de las láminas afectadas en las caras de tableros o enchapados.

* **Madera de tracción:** Es un defecto que se presenta en latifoliadas. La parte afectada es la zona externa (traccionada) de árboles inclinados y la zona superior de la inserción de una rama gruesa.

La madera de tracción presenta gran acumulación de gomas y pared celular espesa. En el interior de la pared celular se forma una acumulación gelatinosa en forma de capa no adherida a la pared celular, donde predomina la celulosa.

Los espaciamientos de las plantaciones demasiado reducidos provocan la curvatura de los fustes que buscan mayor luminosidad hacia los caminos o espacios linderos no forestados o con forestaciones más jóvenes.

Con la formación de madera de tracción se producen inconvenientes en el debobinado, provocando sacudidas debido al frenado de la cuchilla al pasar sobre la madera anormal. Además las láminas presentan ondulaciones y a veces desgarramientos a lo largo de las fibras.

C- Almacenamiento y conservación:

El emplazamiento debe disponerse de modo que favorezca un flujo ordenado de las materias primas y de los productos.

Las trozas deben entregarse en las zonas de almacenaje sin obstruir el tráfico en la superficie del establecimiento. Los rollizos se clasifican en la superficie de almacenaje, y se transportan hasta el muelle de alimentación de la descortezadora.

El patio de trozas debe estar situado cerca de la entrada de la descortezadora con el fin de reducir al mínimo las distancias de recorrido. Debe limpiarse y desmalezarse su superficie; eliminando la capa superior del suelo, extendiendo y apisonando una capa de grava y arena con una profundidad de unos 200 mm. Debe darse una pequeña pendiente a fin de que escurra rápidamente el agua de lluvia y no se formen encharcamientos que entorpecerían la circulación de los vehículos.

De existir acumulaciones de agua, aumentaría el riesgo de ataque de hongos cromógenos y/o xilófagos.

D- Aprovisionamiento:

Se recibirán trozas de 2,20 metros de longitud, de manera tal que el primer tronzo se realice en el monte. Se debe disponer de material homogéneo en cuanto a su longitud, para facilitar el apilado y el movimiento del mismo dentro de la playa de trozas y hacia el muelle de alimentación de la descortezadora.

No se recibirán trozas con algunas de las anomalías enumeradas en los ítems correspondientes y de diámetros en punta fina inferiores a 15 cm. Se premiarán los rollizos de mayores diámetros y de baja conicidad.

La capacidad de almacenaje debe ser suficiente para que el establecimiento pueda funcionar a niveles normales durante períodos en que se interrumpe la extracción de trozas.

E- Protección y manipulación:

Las trozas almacenadas necesitan protección contra incendios y contra el ataque de insectos y hongos, así también contra el deterioro debido a un secado irregular y brusco.

Las características de la especie y las condiciones locales determinarán almacenar las trozas con corteza, y en ciertas épocas del año deberá preverse el rociado de las mismas. Las ventajas del rociado incluyen la protección contra incendios y la reducción de la incidencia de daños producidos por insectos y hongos. Reduce también el agrietamiento de las cabezas y las rajaduras longitudinales de las trozas. Además se obtiene un contenido de humedad más uniforme, lo que mejora las propiedades para el debobinado en el caso de no realizar previamente el calentamiento por inmersión o el vaporizado de las trozas.

La madera de álamo es susceptible al manchado o la pérdida de su blancura durante el almacenaje. Por esto es aconsejable que los rollizos no permanezcan más de 120 días en la playa de trozas antes de su procesamiento; lo ideal sería la permanencia entre 90 y 120 días.

3.2.3- SELECCION DEL PROCESO

3.2.3.1- MAQUINARIA Y EQUIPOS.

I- Cámara de vaporización: Se propone una cámara de mampostería con una capacidad de 60 metros cúbicos. La misma debe emplear vapor en un rango de temperatura de 45 - 75 °C. Bajo estas condiciones la madera podrá ser debobinada al cabo de 24 horas de vaporizado. La cámara deberá contar con un sistema de medición de temperatura y humedad relativa, caldera y sistema de carga y descarga de trozas (zorras sobre rieles).

II- Tronzadora: Como la materia prima se recibe a una longitud constante, el tronzado no será una actividad continua. Se propone por lo tanto el uso de una motosierra de 70 cm de longitud de espada.

III- Debobinadora: Para el debobinado se cita a modo de ejemplo, la máquina CYM - 031 EL cuyas especificaciones se detallan:

- * Diámetro original de la madera : 100 - 1.000 mm.
- * Longitud original de la madera : 1.680 mm.
- * Espesor de la lámina : 0,8 - 3 mm.
- * Potencia total : 31 HP.

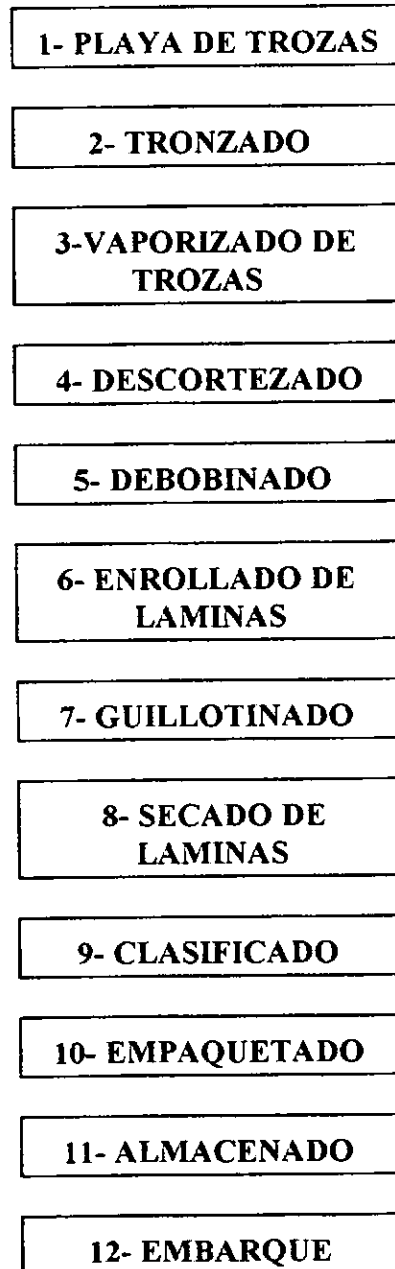
La firma JUSAN, de origen español, ofrece este tipo de maquinaria; al igual que la firma alemana Sthil S.A. y la firma Raute entre otras (Anexo III)

IV- Enrolladora: Para enrollar las láminas provenientes de la debobinadora, se propone el modelo CYM-030 D con una potencia requerida de 1/2 HP, o equipo similar que presentan las firmas señaladas en el punto anterior.

V- Guillotinadora: Para cortar la lámina continua de acuerdo a la longitud deseada.

VI- Horno Secadero de Láminas: Se propone un horno de secado continuo de láminas a través del pasaje de las mismas por aire caliente. Las firmas Jusan, Raute, Hildebrand, Göther entre otras son las que ofrecen este tipo de equipos.

3.2.3.2- DIAGRAMA DE FLUJO



3.2.3.3- DESARROLLO DEL LAY-OUT.

1- Playa de Trozas: En cuanto a la manipulación de trozas dentro de la playa se aconseja realizarla con cargadores frontales desde el camión que las transporta del monte. No es conveniente el uso de camiones volcadores porque se pueden producir rajaduras y embarrarse las cabezas de las trozas. Las partes agrietadas, rajadas y sucias deberán ser eliminadas con la consecuente pérdida de material para el procesamiento.

El cargador formará pilas de 2 metros de altura, y transportará las trozas desde las pilas hacia el muelle de alimentación de la descortezadora.

2- Tronzado: Al recibir las trozas con una longitud de 2,20 metros se reduce el costo de tronzado.

Cuando el largo de las trozas requeridas en el proceso de debobinado no sea el adecuado, deberán realizarse despuntes con motosierra o sierras circulares.

3- Calentamiento o Vaporizado de Trozas: Se introducen las trozas en la cámara de vaporización con el objeto de provocar una mayor plasticidad de la madera lo que determina una mayor calidad en el producto terminado.

4- Descortezado: Al someter las trozas al calentamiento, parte de la corteza se desprende y el resto permanece débilmente adherida siendo ésta retirada en forma manual. El grado de adhesión de la corteza está influenciado por cuatro factores:

- * Según época de corta, con adhesión creciente desde primavera a invierno.
- * Temperatura, menor adhesión a mayor temperatura.
- * Grado de sequedad de la madera, a menor contenido de humedad, mayor adhesión o esfuerzo de desprendimiento.

* Influencia por la acción de ataque de bacterias las cuales prefieren la zona límite entre la corteza y la albura, degradando la sustancia leñosa y perdiendo, por lo tanto su resistencia.

5- Debobinado: Las trozas calentadas son cortadas en forma rotativa, obteniéndose una lámina continua de madera.

6- Enrollado de Láminas: Esta etapa tiene el objetivo de independizar la operación de la debobinadora con respecto al secado de la lámina, facilitar la manipulación y minimizar la rotura de láminas durante el mismo.

7- Guillotinado: Aquí se corta la lámina continua de manera de darle a la misma una longitud acorde con su uso final.

8- Secado de Láminas: En esta etapa, mediante el aporte de aire a una temperatura y humedad adecuadas, se obtiene un producto con el contenido de humedad adecuado para su uso final. Es conveniente el estacionamiento por un tiempo variable entre 6 y 8 horas para que las láminas se estabilicen con el ambiente después de retirarlas de la secadora.

9- Clasificado: El producto estabilizado es clasificado visualmente seleccionando las láminas de distintas calidades.

10- Empaquetado: Se apilan las láminas de igual calidad, conformando paquetes termosellados.

11- Almacenado: Los paquetes se almacenan en galpones evitando exceso de humedad ambiental. El ordenamiento dentro del galpón debe ser adecuado como para permitir la libre circulación de los cargadores.

12- Embarque: El producto final empaquetado, queda en condiciones de ser cargado al medio de transporte que lo lleve a destino.

3.2.3.4- CONSUMO, PRODUCCION, INVERSION Y MANO DE OBRA

Se propone un equipo que consume 60 m³/día, es decir 14.400 m³/año de madera de primera calidad.

El rendimiento en m² depende del espesor puesto que en 1 m³ de lámina, pueden obtenerse distintas superficies de la misma a saber:

Espesor	2 mm.	1 mm.	0,7 mm.	0,4 mm.
Superficie	500 m ²	1000 m ²	1428 m ²	2500 m ²

Cuando analizamos el rendimiento en metros cúbicos de láminas secas (12 al 15 % del Contenido de Humedad) en relación a los metros cúbicos de materia prima consumida para producirlos, los valores son variables da acuerdo a la longitud, diámetro, conicidad y calidad de la troza por un lado y a la tecnología empleada por el otro. Estos valores se encuentran entre el 60 y 70 %.

El nivel de inversión puede estimarse en 1.000.000 de pesos, dependiendo esto de la tecnología empleada en las diferentes etapas del circuito productivo.

La mano de obra necesaria para este nivel de producción sería de 20 operarios permanentes con diferentes grados de calificación.

3.2.3.5- RESUMEN

Esta es una industria que le da un gran valor agregado a la madera, pero a su vez requiere de madera rolliza que por sus dimensiones y calidades tiene el mayor precio del mercado. El valor de la materia prima es de hasta 5 veces más que la destinada a triturado y entre 2 y 3 veces más que la empleada en aserrado.

A su vez el producto que se obtiene no es homogéneo, siendo clasificado generalmente en por lo menos dos calidades:

- Caras o frentes; constituida por láminas de dimensiones apropiadas, que presentan una superficie libre de defectos, cuyo precio es el máximo del mercado.
- Otras; integrada por láminas de variadas dimensiones y con distintos defectos, cuyo destino es el relleno o alma y la contracara de tableros, encontrando un precio que es "piso" en el mercado de láminas.

De lo anterior se desprende que el precio de los rollizos tiene directa relación con la calidad del producto a obtener, generalmente no supera el 10 % de rendimiento de láminas para caras con respecto al volumen de rollizos consumidos. En la medida que aumente este porcentaje, se elevará el precio de la materia prima.

El empleo de cuchillas en los cortes presenta dos ventajas significativas; por un lado al no producir aserrín ni viruta no genera polución en el medio por la presencia de partículas finas en suspensión, y por el otro aumenta el rendimiento del producto.

Es una industria con bajo nivel de contaminación puesto que solo generan polución los equipos cargadores de rollizos y de madera aserrada que cuentan con motores de combustión interna con consumo de gas-oil.

3.3- ASTILLAS DE MADERA (CHIPS)

3.3.1.-INTRODUCCION

Las astillas de madera o chips constituyen la materia prima de las siguientes industrias:

- Tableros de Partículas o Aglomerado
- Tableros de Fibras (MDF- Hardboard- Aislante)
- Pastas Mecánicas Refinadas
- Pastas Semiquímicas
- Pastas Químicas

También se utilizan chips de madera como combustible para calderas y otros usos industriales.

Tradicionalmente éstas industrias recibían la materia prima en forma de trozas, cada vez más se trata de utilizar los desechos de la industria del aserrado y de las industrias que fabrican chapas y láminas de madera.

Actualmente se tiende a usar la mayor parte del tronco a diferencia de la industria de las décadas pasadas que sólo empleaban la parte comercial del tronco (por ejemplo de 7 cm en punta fina como mínimo).

La corteza de las trozas, astillada en distintos tamaños, sólo tiene aceptación como generador de energía calórica en la alimentación de caldera y en el empleo en pequeñas proporciones en la industria de tableros de partículas.

Las coníferas fueron las que originalmente se astillaban con fines celulósico papeleros. Con el advenimiento de la fabricación de pastas de fibra corta comenzaron a emplearse en forma creciente las latifoliadas. En Argentina las más utilizadas son sauces, álamos y eucaliptos.

La transformación de troncos en astillas ha sido normalmente una operación realizada en la misma planta de producción de pasta o de tableros, cada vez más se tiende a transformar el árbol en astillas cerca del monte donde es aprovechado el mismo, y con un procesamiento más completo de tronco y ramas gruesas; el mismo razonamiento se aplica a los residuos generados en el aserradero, que salen del mismo en forma de chips y no de residuos de distinto tamaño.

Esta industria tuvo un rápido desarrollo en la década de los años '70 debido principalmente a 4 factores:

- 1- Rápido crecimiento de la demanda de astillas en los países desarrollados, donde comenzó a notarse la escasez local de recursos de fibra.
- 2- Preocupaciones ambientales con respecto al uso irracional de los recursos naturales y la eliminación de los residuos mediante técnicas contaminantes.
- 3- Reducción de costos para la obtención de materia prima en industrias celulósico-papelera y de tableros.
- 4- Irrupción en el mercado de equipos para la manipulación del árbol completo y su transformación en astillas.

Dependiendo de las condiciones y del equipo, la transformación integral de los árboles en astillas puede hacerse directamente junto al tocón, en la vía de saca, en el cargadero junto al camino forestal o en el patio de trozas de la industria. En muchos casos la mejor alternativa la

constituye la elaboración de astillas junto a la carretera forestal. El transporte en camión de árboles procedentes de raleo se estima que es casi dos veces más caro que el transporte de astillas, incluso en distancia cortas de 30 a 40 Km.

Un buen sistema para la elaboración de astillas en el campo debe cumplir los siguientes requisitos :

- 1- Astilladoras portátiles y seguras.
- 2- Equipo adecuado de manipulación y transporte.
- 3- Producción de astillas de calidad aceptable para la industria.
- 4- Menor costo que el astillado en planta.

En base a la discusión que se genera sobre el chipeado del árbol completo se pueden enunciar una serie de ventajas y desventajas en relación a esta operación:

Ventajas

- *Aumento de la cantidad de madera obtenida por hectárea, ya que emplea partes del árbol sin valor comercial alternativo como puntas finas, ramas, etc.
- *Es posible una clasificación de astillas de alta calidad para industrias más exigentes y de calidad inferior para industrias menos exigentes.
- *Alta productividad debido al grado de mecanización.

*Disminución del tiempo de inmovilización del capital, puesto que permite un flujo rápido de madera desde el monte a la industria.

*Reducción de los residuos de explotación que disminuyen los costos en la repoblación forestal.

Desventajas

*Extracción de materia orgánica que puede ocasionar menor producción futura debido a la disminución de la fertilidad del suelo.

*Aumento del peligro de erosión en el terreno explotado.

*Costo elevado de la clasificación de astillas en base a la calidad.

*Reducción de la demanda de mano de obra debido a la mecanización de las tareas.

*Exige planificación y coordinación cuidadosa en la producción y transporte de astillas.

*Influencia adversa sobre el ecosistema forestal.

3.3.2-CARACTERIZACION DEL PRODUCTO

Las características de las astillas de madera están directamente relacionadas con el producto que se obtendrá a partir de ellas. A continuación se detallarán los requerimientos técnicos de las astillas para uso industrial.

3.3.2.1- DIMENSIONES

Las dimensiones de las astillas a ser empleadas en los distintos procesos industriales, deben poseer un tamaño determinado y uniforme en cada uno de ellos, como así también las destinadas para combustión, gasificación, pirólisis y otros usos.

PROCESO KRAFT. En este proceso la difusión es el proceso predominante. El índice de difusión es aproximadamente el mismo en las tres direcciones principales de la madera, por ello la dimensión crítica será la menor de ellas, es decir el espesor de la astilla. El aumento del espesor se traduce en un cocido más heterogéneo, aumentando los desechos de astillas de las cuales no podrán obtenerse fibras.

El límite superior depende de la especie y de la forma de la astilla. Siendo éste permisible para astillas industriales de 6 a 7 mm de espesor.

En tanto que el límite inferior de la astilla está determinado por el hecho que las astillas demasiado finas tienen baja estabilidad mecánica y son difíciles de tratar.

La longitud no es crítica en el proceso kraft, por ello no se imponen restricciones, aunque normalmente se trabaja con astillas de 15 a 30 mm. La relación longitud - espesor de la astilla debe ser de 5 a 7.

PROCESO AL SULFITO. Las astillas para el cocido al sulfito no tienen exigencias específicas respecto al espesor. La dimensión más crítica es la longitud a lo largo de la fibra. Cuanto más corta es la astilla en la dirección de la fibra, mayor es la frecuencia del corte de las fibras durante la elaboración de las mismas.

La longitud de la astilla es del orden de 35 a 40 mm, puesto que longitudes menores producirían una pasta menos resistente que la deseada. En tanto que astillas más largas ocasionarían dificultades para la penetración del licor de cocción.

TABLEROS. El tamaño de las partículas depende del tipo de tablero a producir. A continuación se presentan las dimensiones medias de las partículas empleadas en la fabricación de los distintos tipos de tableros.

TABLERO		Long. (mm.)	Ancho (mm.)	Espesor (mm.)
Single Layer Board		16	2 - 4	0,250
Sandwich Board	Partículas exteriores	12,7	2 - 4	0,150
	Partículas interiores	19	1 - 4	0,300
Flakeboard		38,1 - 63,8	12,7	0,400
Waferboard		50	50	0,800
Strandboard		50	50	0,400
Oriented Structural Board		60 - 90	5 - 12	0,400 - 0,600
Hardboard		16	1 - 4	0,300
Medium Density Fiberboard		19	1 - 4	0,300

3.3.2.2- ESTABILIDAD MECANICA

La estabilidad mecánica de las astillas es de suma importancia. Es deseable reducir al mínimo la cantidad de astillas de pequeño tamaño, si bien durante su manipulación pueden reducirse fácilmente aquellas de poca rigidez. Es indeseable la presencia de grietas al lo largo de las fibras, ya que disminuyen la estabilidad en el sentido transversal.

3.3.2.3- DAÑO POR COMPRESION

Este fenómeno produce como consecuencia un papel de menor resistencia. El daño por compresión se produce en el astillado convencional sobre todo en fibras de madera de primavera, en especies de menor densidad y en astillas con un elevado contenido de humedad. La densidad y el contenido de humedad pueden hacerla susceptible a este tipo de daño.

3.3.2.4- DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente de un conjunto de astillas está determinada por la relación entre las dimensiones mayor y menor, y la heterogeneidad de las mismas. Esta se puede modificar de acuerdo a los valores deseados agregando partículas grandes para disminuir la densidad o aserrín para aumentar la misma. En el siguiente cuadro se especifican los valores de algunos factores de conversión de apilado de algunos residuos y/o subproductos de las industrias forestales:

Astillas y/o Residuos	Densidad de Apilado (Volumen de astillas/volumen de la pila)
Astillas Pulpables Compactadas	0,4
Astillas Pulpables no Compactadas	0,35
Aserrín	0,4
Viruta de Cepillado	0,25
Astillas para Combustible	0,36

3.3.2.5- CONTENIDO DE HUMEDAD

La humedad es una variable de fundamental importancia en los procesos kraft y al sulfito. En éstos los licores de cocción penetran dentro de la astilla por difusión. Al estar la astilla verde esta difusión se lleva rápida eficaz y uniformemente.

Por lo expuesto en el párrafo anterior la humedad de la astilla debe estar entre el 40 y 50 %, en el caso en que la astilla seque por debajo de estos valores deberían implementarse sistemas de riego que mantengan la humedad en los valores requeridos.

A estos valores de contenido de humedad debe agregarse el concepto de homogeneidad en la pila de astillas de madera.

3.3.2.6- IMPUREZAS EN LAS ASTILLAS

Las impurezas factibles de encontrar en las pilas de astillas pueden ser las siguientes:

- * Arena
- * Partículas metálicas
- * Madera podrida
- * Partículas de corteza

La calidad de las astillas es función directa de la cantidad y calidad de las impurezas presentes.

Cuando las astillas de madera contienen una mezcla de varias especies o una mezcla de maderas procedentes de distintos orígenes, es de suma importancia que la mezcla se mantenga constante, a fin de evitar un cambio en la calidad de la pasta.

3.3.2.7- CALIDAD SEGUN TECNOLOGIA DE ASTILLADO

Las astillas obtenidas mediante máquinas aserradoras - astilladoras y canteadora-astilladora (Chipper-Canter) muestran grandes variaciones entre las distintas máquinas e instalaciones.

En algunos casos se produce un elevado contenido de elementos finos y una geometría diferente a las astillas tradicionales producidas mediante astilladoras de disco. Por otra parte, tales astillas tienen una menor densidad de empaquetado y son más susceptibles a los daños por manipulación.

3.3.3- ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA.

La materia prima a emplear en la producción de astillas de madera puede enumerarse de acuerdo a su origen de la siguiente manera:

3.3.3.1- APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS

El aumento del consumo de la madera en rollo elevó su precio, limitando la demanda de las industrias que consumen astillas de madera. El mayor volumen de rollizos se destina a otras industrias como aserrado, laminado, elaboración, etc.

En este contexto surge como alternativa técnica y económicamente viable el aprovechamiento de residuos en las industrias consumidoras de astillas de madera.

Los residuos aprovechables pueden tener dos orígenes bien diferenciados uno de otro, a saber:

I- Provenientes de la industria de transformación mecánica de la madera. Siendo los principales subproductos los costaneros, recortes de madera aserrada y de láminas, despunte de rollizos, rollete que no alcanza a desenrollar la debobinadora productora de láminas y aserrín.

A excepción del aserrín, el resto de los subproductos normalmente son astillados en astilladoras de residuos, constituyen entre el 20 y el 50% del volumen de madera que se procesa en la industria. La calidad de las astillas provenientes de este tipo de residuos depende de la homogeneidad de especies, presencia de corteza y/o madera podrida u otro tipo de impurezas y homogeneidad del contenido de humedad.

El aserrín presenta el inconveniente del tamaño reducido de sus partículas. Comenzó a emplearse en las industrias de tableros de partículas y de fibras pero actualmente se lo emplea en la producción de pastas termomecánicas en determinadas proporciones.

II- Provenientes del aprovechamiento forestal. Este tipo de residuo lo constituyen madera de tocones, raíces, troncos, ramas, y corteza.

Son normalmente menos económicos de utilizar que los residuos provenientes de la industria de transformación mecánica de la madera debido a los altos costos de aprovechamiento.

Las astillas se obtienen a partir de astilladoras portátiles, ubicadas en las cercanías de las plantaciones. Se debe seleccionar el material a incorporar en las astilladoras teniendo en cuenta la especie y su contenido de humedad.

3.3.3.2- UTILIZACION DE ROLLIZOS.

Las industrias de tableros, pulpa y papel pueden utilizar como materia prima astillas o rollizos que son astillados en la planta para su posterior procesamiento.

Los rollizos generalmente constituyen la materia prima para la producción de astillas. Estos pueden provenir de raleos de plantaciones cuyo destino final sea la obtención de madera de calidad para aserrado o debobinado.

Los rollizos también pueden tener su origen en macizos plantados con una densidad inicial elevada (1111 plantas por hectárea o más), dirigiendo su manejo hacia rotaciones cortas (menos de 10 años) .

La calidad en cuanto a homogeneidad de este tipo de astillas es superior a todas las mencionadas en el ítem 3.3.3.1, ya que la obtención de chips con estas características es mucho más factible si se procesan rollizos que si se procesan residuos.

En cuanto a las dimensiones de los rollizos es aconsejable recibirlos en la playa de trozas con una longitud constante (1,10 - 2,20 m) con la finalidad de facilitar su transporte, almacenamiento y manejo.

El diámetro de los rollizos y el grosor de los residuos sólo están limitados por el diámetro de la boca de la astilladora.

En relación a la forma del rollizo es conveniente la ausencia de curvaturas y contracurvas pronunciadas, ya que estos defectos imposibilitan el ingreso al canal de la chipera.

Para posibilitar el procesamiento de estos rollos, se debe disponer de una máquina tronzadora (motosierra o sierra circular) a fin de reducir la longitud de los mismos para disminuir el efecto de la curvatura.

La presencia de pudriciones debidas a ataques de hongos xilófagos requerirá la eliminación de la parte afectada antes de que el rollizo ingrese a la astilladora.

Nudos, ataque de taladros, médula excéntrica y madera de tracción no son defectos limitantes para este tipo de proceso.

Las consideraciones mencionadas en el punto 3.2.2 en referencia al almacenamiento, conservación, protección y manipulación de rollizos en la playa de trozas son las mismas para la producción de astillas.

3.3.4- SELECCION DEL PROCESO

3.3.4.1- MAQUINARIA Y EQUIPOS

La maquinaria e instalaciones a emplear para la producción de astillas de madera puede describirse de la siguiente manera:

I- MOTOSIERRA.

Las trozas que no cumplen con la longitud requerida para el manipuleo e ingreso a la máquina chipeadora y/o aquellas que por la magnitud de sus curvas y contracurvas no puedan ingresar al canal de entrada de la máquina, deberán trozarse. Para esta tarea se requiere de una motosierra de 70 cm de longitud de la espada.

II- CARGADORES FRONTALES.

II. a- PARA ROLLIZOS.

Con el objeto de transportar las trozas dentro de la playa de estacionamiento, descarga de camiones y movimiento desde la playa hacia la descortezadora o hacia la chipeadora, se propone un tractor agrícola convencional modificado de 50 HP de potencia.

II.b- PARA ASTILLAS.

En industrias de producción de astillas pequeñas y medianas, las mismas son manipuladas mecánicamente mediante tractores agrícolas convencionales modificados con palas cargadoras frontales de 50 - 75 HP de potencia.

III- ASTILLADORAS.

Las astilladoras son equipos que realizan la transformación de rollizos y residuos en astillas pulpables, para tableros o combustible.

Las astilladoras, independientemente de su tamaño y/o uso, pueden ser de disco o de tambor.

Las astilladoras de disco están formadas por una carcasa de acero que contiene un disco de grandes diámetros (1,3 - 3 metros), en el cual se montan radialmente cuchillas ajustables en número de 2 a 15. La madera ingresa a través de un canal de alimentación de modo que choque contra el disco en un ángulo aproximado de 45°C.

La astilla obtenida a partir de este equipo generalmente es de mejor calidad, gracias al corte inclinado, a la fácil graduación de forma y tamaño de la astilla a obtener y el escaso daño que sufren las fibras. Debido a la dirección de corte, el gasto energético es menor que con otros sistemas.

Las astilladoras de tambor constan de un cilindro, tambor o rotor, donde se montan en posición tangencial 4 cuchillas de longitud igual al largo del tambor. Existen en el mercado astilladoras de tambor con cuchillas tangenciales de pequeña longitud (10 cm) ubicadas en línea sobre la superficie del tambor en números variables de hasta 140.

La madera ingresa hacia el rotor a través de la boca de alimentación. La contracuchilla, ubicada cerca del límite de giro del tambor, da la posición de la madera y fija el tamaño de las astillas.

El rendimiento es mucho mayor que el logrado con el tambor de disco. La calidad de la astilla es algo inferior con la lograda a partir de astilladora de disco.

Se emplean para astillar grandes volúmenes de madera, y requieren de un sistema neumático para extraer las astillas.

Independientemente del tipo de astilladora empleada, es imprescindible el uso de detectores de metales, a fin de evitar el grave daño que pueden causar éstos en la máquina.

Las principales características que debe reunir una astilladora son las siguientes:

- * Diseño robusto.
- * Mantenimiento sencillo.
- * Producción de astillas de buena calidad y tamaño uniforme.
- * Elevada capacidad de producción en relación a su tamaño.

- * Bajo consumo de energía por unidad producida.

La capacidad de producción de las astilladora además del tamaño de la máquina depende de:

- * La especie de madera.
- * La densidad de la madera.
- * El tamaño de la troza o el residuo.
- * La rectitud del fuste.

De acuerdo al tipo, capacidad y materia prima podemos presentar las siguientes alternativas tecnológicas para la producción de astillas:

III.a- CHIPERAS DE DISCO PARA RESIDUOS DE ASERRADERO.

Se utilizan preferentemente para la producción de chips para celulosa. La madera es introducida por una cinta transportadora hasta que es tomada por los rodillos de alimentación.

El tren superior de los rodillos es móvil a efectos de arrastrar en forma pareja y continua la madera, además posee un sistema de amortiguación especial. El chipecado se realiza mediante un disco con cuchillas. El mismo disco impulsa los chips producidos a través de un canal de descarga por sobre la máquina.

Talleres Gottert S.A.I.C. fabrica dos tipos de estas astilladoras:

MODELO TGD	150 X 370	225 X 420
Ancho Util de Entrada (mm)	370	420
Altura Util de Entrada (mm)	150	270
Rendimiento de Alimentación (rm/h)	16	27
Largo de Astilla (mm)	15 - 40	15 - 40
Número de Cuchillas	2	2
Diámetro del Disco (mm)	1200	1400
Potencia Motor Principal (HP)	75	100
Potencia Motores de Avance (HP)	2 x 3	2 x 5
Peso (Kg)	3700	5600

La marca Bruks fabrica para procesar residuos de aserraderos los siguientes modelos de astilladoras de disco:

Modelo	Capacidad [m³/h]	Potencia [Kw]	Largo de Astillas [mm]
1300 M	30	35 - 55	15 - 30
1500 M	50	45 - 75	15 - 30
1701 M	100	75 - 150	14 - 30
2100 M	250	100 - 300	15 - 30
2280 M	75	150 - 300	75 - 300
3250 M	500	300 - 1000	15 - 35

III. b- CHIPERAS DE TAMBOR PARA RESIDUOS DE ASERRADERO.

Este modelo de máquina es utilizado para la producción de astillas destinadas a plantas de aglomerado, celulosa, como combustible en calderas, ferroaleaciones u otras, asegurando el aprovechamiento integral de la madera. El diseño de la chipeadora permite cubrir una amplia gama de medidas de chips de madera.

El chip se obtiene por acción de corte de las cuchillas colocadas en el tambor chipeador actuando en conjunto con una contracuchilla fija colocada en el sector inferior de la misma. La madera a chipear es conducida por los rodillos de arrastre hasta ser alcanzada por las cuchillas que giran fijas al rotor.

La alimentación se realiza a través de un canal de chapa de hierro por donde corre la cinta transportadora.

La descarga de los chips elaborados se produce a través de una malla agujereada por debajo de la máquina.

Talleres Götttert S.A.I.C. fabrica el modelo TGT según el siguiente detalle:

	Ancho Util de Entrada	Altura Util de Entrada	Rendimiento de Alimentación	Potencia del Motor Principal	Diámetro del Rotor
Serie L Chip Largo	mm	mm	mm/h	HP	mm
120 x 400 L-2WT	400	120	6	40	450
160 x 500 L-2WT	500	160	12	75	580
280 x 400 L-6WT	400	280	20	125	1020
Serie K Chip Corto					
120 x 400 K-2WT	400	120	2,5	30	450
160 x 500 K-2WT	500	160	5	60	580
280 x 400 K-6WT	400	280	9	100	1020

III. c- CHIPERAS PORTATILES PARA RESIDUOS DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL.

Existen en el mercado máquinas chipeadoras portátiles factibles de ser montadas en un tractor. Este además de facilitar el traslado, le entrega la potencia necesaria para su funcionamiento (50 - 75 HP). El diámetro máximo de los trozos aceptados es de 15 cm. Trabaja con cualquier tipo de residuo del aprovechamiento forestal produciendo un tamaño uniforme de chips. La capacidad máxima de producción es del orden de los 20 metros cúbicos de astillas por hora.

Para capacidades de producción del orden de los 25-30 metros cúbicos de astillas por hora, la marca Bruks fabrica los modelos 980 M y 1300 M, con potencias de 80 y 90 KW respectivamente.

III. d-CHIPERAS PARA ROLLIZOS.

Para el chipecado de rollizos mediante astilladoras de disco, la marca Forano fabrica los modelos que se caracterizan técnicamente en el siguiente cuadro:

Modelo	Capacidad [m³/h]	Potencia [Kw]
58	110	95 - 185
66	145	150 - 300
75	235	225 - 375
84	265	450 - 745
96	360	520 - 895
48	25	95 - 110
56	30	110 - 185

IV- DESCORTEZADOR.

Para el descortezado de rollizos existe una variedad de procesos y máquinas disponibles en el mercado. Los descortezadores más difundidos son los de anillo mecánico. En esta maquinaria, la troza es introducida y centrada por el transportador de alimentación, mediante rodillos frontales.

El mecanismo que realiza el descortezado consta de un rotor que contiene a las cuchillas, las cuales giran fijas a este. Las herramientas rotatorias raspan la troza y son presionadas contra ella. Las cuchillas son impulsadas con fuerzas de magnitudes suficientes como para romper la capa de cambium y separa la corteza del resto de la madera.

El rollizo avanza axialmente mientras que las herramientas de corte describen una trayectoria de espiral. A la salida de la máquina existen rodillos que mantienen la troza centrada mientras ésta finaliza de descortezarse.

La productividad de una máquina descortezadora está en función de la duración del turno de trabajo, la velocidad de avance, la longitud del rollizo, el aprovechamiento del tiempo de trabajo y del uso de la máquina.

A continuación se enumeran una serie de descortezadores de anillo mecánico con sus características técnicas principales:

País de Origen	Marca	Modelo	Potencia de Descortezado [HP]	Potencia de Alimentación [HP]	Número de Cuchillas en el Rotor	Rango de Diámetros [cm]
Suecia	Kockums	C 70-35AA	20	5.5	5	5 - 35
Suecia	Kockums	C 70-45CA	40	7.5	5	6.5 - 45
Suecia	Kockums	C 70-66BA	40	5.7	5	10 - 66
Suecia	Kockums	C 71-75AA	75	12	5	11 - 75
Italia	Cremosa	SCT-54	22	12	7	15 - 54
EE.UU.	Fulghum	20"	20	-	5	7.5 - 50
EE.UU.	Fulghum	40"	50	-	5	15 - 100
Finlandia	Valon Kone	VK-16	30	-	8	10 - 60
Finlandia	Valon Kone	VK-26	55	-	8	10 - 60
Finlandia	Valon Kone	VK-32	30	11	8	15 - 76

V- SISTEMA NEUMATICO DE TRANSPORTE DE ASTILLAS.

Si bien el transporte de astillas puede realizarse mediante transportadores mecánicos de cinta (horizontales o inclinados), el método más empleado en medianas y grandes industrias es el bombeo de partículas sólidas a través de tuberías o ductos.

Las astillas se introducen al sistema mediante un alimentador rotatorio y se hacen circular a través de los ductos por medio de una corriente de aire originada en un ventilador.

Los elementos básicos de un sistemas neumático de transporte de astillas son los siguientes:

*Alimentador. Es una válvula giratoria que tiene como función recibir las astillas desde una abertura y pasarlas al ducto de transporte con una mínima pérdida de aire y presión.

* Toma de aire. Permite la entrada de aire desde el exterior. El mismo atraviesa una serie de filtros a fin de evitar el ingreso de partículas indeseables al sistema.

*Ventilador. Tiene por función suministrar el aire necesario para mantener a las astillas suspendidas dentro del ducto de transporte. Para calcular la potencia del ventilador se deben calcular las pérdidas de carga del sistema debido a las distancias horizontales y verticales del recorrido, volumen de astillas, codos y ángulos de los mismos. Estos ventiladores insumen potencias del orden de los 500 a los 1000 HP.

*Ducto. Está constituido por tuberías de diámetros variables entre 10 y 60 cm. El diámetro y el material estarán en función de la potencia del ventilador, del volumen de astillas a transportar y del tamaño de la instalación.

*Descargador. Este dispositivo está localizado al final del ducto y puede ser un distribuidor giratorio, un deflector ajustable o un ciclón.

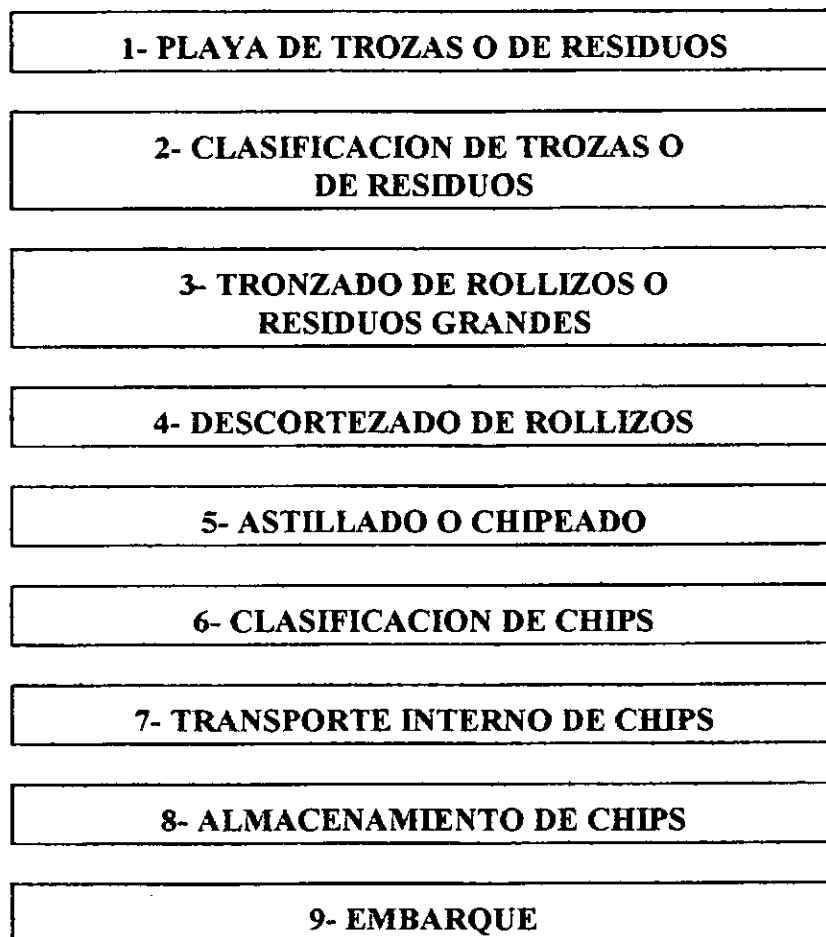
*Controles. Mediante un circuito eléctrico y unidades computacionales se controla la maquinaria y la presión en la tubería.

*Sistemas optativos. Estos pueden estar incluidos dentro del sistema neumático de transporte de astillas y son silenciadores, detectores de metales y válvulas de distribución.

Las principales ventajas de los sistemas neumáticos de transporte de astillas son su flexibilidad debido a que su fácil sistema de ensamble puede permitir distintos diseños, bajo costo de mantenimiento y fácil instalación.

3.3.4.2.- DIAGRAMA DE FLUJO.

A continuación se presenta el diagrama de flujo tipo para la elaboración de astillas. Este presentará variaciones de acuerdo a la materia prima, maquinaria y volumen de astillas a producir.



3.3.4.3- DESARROLLO DEL DIAGRAMA DE FLUJO.

1- Playa de Trozas o Residuos. Es común el empleo de camiones volcadores para el transporte de los residuos hacia la playa. Si bien se trabaja con un material heterogéneo, es en esta instalación donde se procede a una primera clasificación de los residuos mediante su apilado en sectores distintos de acuerdo a las especies y dimensiones del material.

En cuanto a la playa de trozas, las consideraciones técnicas principales son las mismas que las desarrolladas para las otras alternativas tecnológicas.

2- Clasificación de Trozas o Residuos. Una segunda clasificación de los residuos se puede hacer antes de ingresar a la chipeadora, teniendo en cuenta sobre todo la presencia de corteza y la homogeneidad del contenido de humedad.

Las trozas se pueden clasificar por su diámetro y/o presencia de anomalías. La presencia de podredumbres son un motivo suficiente para el rechazo de la troza considerada, en tanto que la presencia de curvas y contracurvas requerirá de un tronzado previo al ingreso a la chipeadora.

3-Tronzado. Normalmente las trozas se reciben en la playa a dimensiones estandar, ya que esto permite un adecuado almacenamiento y manipulación. En algunos casos se requerirá el tronzado de la materia prima, esta operación puede ser realizada con una motosierra.

4-Descortezado. Es una operación que no siempre se realiza, puesto que industrias tales como las de fabricación de tableros de partículas y fibras admiten un pequeño porcentaje de corteza en su producto final.

Las industrias papeleras requieren de un astillado libre de cortezas, por lo cual se hace necesaria esta operación, en estos casos se aconseja el empleo de descortezadoras mencionadas en el inciso

3.3.3.2.

5- Astillado. Los residuos clasificados ingresan al canal de alimentación de la chipeadora, las cuales pueden ser de disco o tambor, produciendo las astillas que son expulsadas de la máquina de distintas formas de acuerdo al modelo.

En la producción de astillas destinadas a las industrias de pulpa, papel y/o tableros, se regula la velocidad de alimentación, la velocidad de corte y la separación de la contracuchilla con respecto a la cuchilla y el ángulo de ataque. A partir del óptimo ajuste de los parámetros mencionados se obtendrán astillas de dimensiones y calidades de corte superficial adecuadas.

6- Clasificación de Chips. Una vez obtenido la astilla es factible su clasificación por dimensiones, para ello existen distintos métodos. El más común es aquel que incorpora una zaranda a la salida de la chipera, que por movimientos discontinuos, separa las partículas más finas de las de mayor tamaño.

Las partículas de tamaño adecuado y que atravesaron la zaranda, siguen en el circuito productivo; en tanto que las de mayor tamaño son reincorporadas a la chipera para su reastillado.

Otros sistemas de clasificación de astillas son por crivado y sistemas neumáticos. El primero consiste en hacer pasar las astillas por chapas agujereadas con aberturas de distinto tamaño, mientras que los sistemas neumáticos se basan en la capacidad de carga de una corriente de aire originada por ventiladores radiales, este flujo permite cargar en su corriente partículas de un cierto tamaño.

7- Transporte de Chips. El transporte de astillas en el proceso productivo se realiza desde la boca de salida de la chipera hasta el sector de almacenamiento.

Para el transporte se pueden emplear tractores, sistemas mecánicos o cintas, o sistemas neumáticos desarrollados en el ítem 3.3.3.2.

8- Almacenamiento de Chips. Antes de desarrollar los aspectos relacionados al almacenamiento se definirán una serie de parámetros técnicos.

Unidad Bone Dry (BDU). Es una unidad de transacción para el transporte de astillas por barco. Una BDU es igual a 2.400 libras de madera seca (secada hasta el 0% de contenido de humedad a 103°C durante 24 horas).

Tonelada Bone Dry BDT. Una BDT es una Tonelada métrica de madera seca en iguales condiciones que el BDU.

Compactación (C). El cien porciento de Compactación significa 1 BDU por 200 pies cúbicos de volumen.

$$C = \frac{BDU \cdot 200 \cdot 100}{PiesCúbicosDisponibles}$$

Volumen sólido relativo. El volumen sólido relativo de las astillas o coeficiente de compactación (CC) expresado en porcentaje resulta de dividir el volumen sólido de astillas (VSA) por su volumen aparente (VAA) considerando los espacios vacíos.

$$CC(\%) = \frac{VSA}{VAA} \times 100$$

Factor de esponjado (Fe). Este factor también se emplea para determinar la compactación de la pila de astillas. Su valor corresponde a la inversa del Coeficiente de Compactación.

Para astillas sin compactar el valor de Fe se ubica entre 2,5 y 2,8. Para astillas compactadas el factor se ubica entre 2,1 y 2,3.

Contenido de humedad (CH). En el mercado de astillas este concepto se define como la relación del peso del agua respecto al peso de las astillas en estado verde para un mismo volumen de madera, es decir:

$$CH(\%) = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

Donde:

Ph = Peso de las astillas húmedas.

Ps = Peso de las astillas secas a $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 24 hs.

Densidad básica (Db). Se define como la relación entre el peso seco (Ps) de las astillas y su volumen verde (Vv), expresados en Kg/m³.

$$Db (Kg/m^3) = \frac{Ps (Kg)}{Vv (m^3)}$$

Factor de almacenamiento (Fa). Este factor nos indica la capacidad total ocupada en metros cúbicos por el almacenaje de una tonelada métrica de astillas:

$$Fa (m^3/Kg) = \frac{Fe x (100 - CH\%) }{Db (Kg/m^3)}$$

9- Embarque. El embarque puede realizarse en camión, ferrocarril o barco. El medio de transporte de las astillas depende de las distancias, costos, volumen a transportar y las instalaciones de carga y descarga.

3.3.5- CONSECUENCIAS AMBIENTALES

El nivel de contaminación resultante del empleo de estas tecnologías no tiene mayor relevancia, puesto que la polución sólo se origina en los vehículos propulsados por motores de combustión interna (camiones, cargadores, grúas, etc.)

Por otra parte al emplearse como materia prima el residuo de otras industrias (cortezas, despuntes, costaneros, aserrín, viruta entre otros) evita la eliminación alternativa por combustión. Esta eliminación suele realizarse en muchos establecimientos generando un aporte de partículas sólidas en suspensión de alto grado contaminante.

La principal desventaja ecológica relacionada a esta alternativa tecnológica resulta de la extracción de residuos del aprovechamiento, esta operación afecta el reciclado y disponibilidad nutrientes por eliminación total del material leñoso.

Este efecto negativo puede reducirse con la utilización parcial de los residuos, astillando los despuntes de troncos, tocones altos y ramas gruesas. Es importante en este aspecto la no utilización de las ramas menores y follaje.

El empleo de residuos de aserraderos, como sustitutos de residuos y rollizos provenientes del aprovechamiento incrementa el rendimiento de la materia prima. Un efecto directo de dicha sustitución recae en una menor presión sobre el bosque.

3.3.6- RESUMEN

La utilización final y el mercado a los que se dirigen las astillas son pautas imprescindibles para el dimensionamiento de la escala productiva.

Debido a la gran cantidad de alternativas tecnológicas presentadas para la fabricación de astillas, es imposible determinar cantidad de materia prima, mano de obra y su calificación, maquinaria, costos de instalación y producción sin los datos referidos a la caracterización del producto (Item 3.3.2). Dicha caracterización se desprende del destino industrial de las astillas.

3.4- PIEZAS ESTRUCTURALES DE PANELES (STUDS)

3.4.1- INTRODUCCION

En el mercado norteamericano la madera estructural puede ser utilizada a la vista o como parte constitutiva de paneles, formando el bastidor de ellos.

Por esta razón en el presente punto se desarrollarán las alternativas para la producción de madera estructural teniendo en cuenta la superficie de corte y la eficiencia del proceso.

3.4.2-CARACTERIZACION DEL PRODUCTO

La madera estructural debe respetar las normas de calidad referentes a contenido de humedad, deformaciones, presencia de defectos, escuadrias, longitudes y acabado superficial, de acuerdo al uso final para el que esté destinado.

Las piezas estructurales de paneles o studs son productos con escuadrias variables, siendo las más comunes 2" x 2", 2" x 3" y 2" x 4" .

Estas dimensiones son obtenidas con herramientas de corte de precisión, y luego las piezas son llevadas al contenido de humedad final del orden del 7 al 10%. Esta humedad sólo puede ser alcanzada mediante un secado artificial de la madera aserrada.

3.4.3- ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA

El origen biológico de la madera determina la presencia en ella de defectos inherentes al árbol que le dio origen y a agentes externos que la atacan, ambos afectan las resistencias de las piezas estructurales que se obtienen en el proceso de aserrado.

Los defectos inherentes a la naturaleza del árbol son:

* Nudos. Son tejidos leñosos formados a partir del desarrollo de una rama, cuyos aspectos y propiedades son diferentes a los de la madera de las zonas circundantes.

Constituyen una de las características más importantes en relación a la resistencia, puesto que cuando aparecen, debido a que la dirección de las fibras de la madera cambia para rodear los nudos, causan una desviación en la transmisión de tensiones de dirección paralela al eje de las fibras.

Además en la madera que rodea al nudo, se producen grietas debido al secado, las cuales también afectan la resistencia de la pieza.

En piezas estructurales es importante la ubicación y el tamaño de los nudos, sólo nudos pequeños son aceptados en cantos y bordes de caras, debido a que en estas zonas las tensiones de flexión son altas, se pueden aceptar nudos de mayor tamaño en la zona central de la cara, cercana al eje neutro de la pieza flexionada.

Por lo tanto, para este tipo de producto, se permite la presencia de nudos firmes (no rodeados por corteza), teniendo en cuenta su tamaño y la localización de la pieza, en los rollizos que se emplearán como materia prima.

* Desviación de las fibras. Cuando la fibra de la madera no es paralela al eje, es decir que forma un cierto ángulo con él, se dice que tiene fibra inclinada.

Cuando existe este defecto, las tensiones de compresión o de tracción tienen componentes que actúan perpendicularmente a la dirección del eje de la pieza y por

tal razón la resistencia disminuye proporcionalmente a la magnitud de dicha desviación.

El efecto de esta anomalía se incrementa en el secado cuando se asocia a los fenómenos de contracción y torcedura produciendo grietas, rajaduras y alabeos de las piezas aserradas.

* Grietas, Rajaduras y Acebolladuras: Las grietas y rajaduras son separaciones longitudinales de las fibras o elementos constitutivos de la madera, la diferencia entre ellas es que las rajaduras atraviezan de un lado a otro a la pieza, en tanto que las grietas son separaciones que no alcanzan a atravesar totalmente a la pieza.

Las acebolladuras son separaciones longitudinales de dos anillos de crecimiento consecutivos.

Estos defectos reducen la resistencia al corte de elementos sometidos a flexión, reducción que no se produce en piezas comprimidas.

Por lo tanto la madera rolliza a emplear en la producción de piezas estructurales no debe presentar estos defectos.

* Curvaturas: La presencia de curvas y/o contracurvas en los rollizos, dificultan su procesamiento y disminuyen el rendimiento en madera aserrada. Por lo tanto para la producción de piezas estructurales se podrán procesar rollizos con estos defectos dependiendo de la magnitud de los mismos. No se deben procesar rollizos que presenten curvaturas muy pronunciadas.

* Tensiones Internas: Estas se originan en árboles cuyas condiciones de crecimiento fueron anormales (competencia, pendientes, bordura, etc.). Son difíciles de detectar en rollizos, pudiendo liberarse las mismas mediante cortes paralelos simultáneos.

* Velocidad de Crecimiento: La velocidad de crecimiento está representada por el ancho medio del anillo de crecimiento anual o por el número promedio de anillos

presentes en una unidad de longitud. Esta velocidad de crecimiento influye en la resistencia de la especie maderera puesto que la misma disminuirá al aumentar la proporción de madera de primavera en la pieza.

Los defectos originados por factores externos son los siguientes:

* Mancha: El hongo que causa la mancha vive exclusivamente de la savia del árbol. En álamos es factible encontrar el hongo que causa la mancha azul.

Este hongo rara vez destruye las fibras de la madera, por lo cual no reduce la resistencia de la pieza, afectando sólo a los aspectos estéticos.

* Pudrición: El empleo de madera con pudrición, no es permitido en las estructuras de madera, pues este defecto disminuye notoriamente la resistencia de la madera, disminución que aumenta cuando avanza el estado de pudrición de la misma.

* Taladros: El ataque de taladros, que son los responsables de la aparición de galerías, disminuye la resistencia de la madera. Su presencia, si bien es difícil de determinar, es limitante para madera estructural.

3.4.4- SELECCION DE LOS PROCESOS

Para la obtención de las piezas estructurales se plantearán dos alternativas productivas. Esta individualización se realizará en base a las tecnologías empleadas.

La primer alternativa emplea como maquinaria principal una sierra circular doble de dientes con puntas calzadas.

La segunda alternativa utiliza una moderna tecnología de aserrado que se denomina "técnica de perfilado".

3.4.4.1- ASERRADO MEDIANTE SIERRAS CIRCULARES

3.4.4.1.1- MAQUINARIA Y EQUIPOS.

1- Cargadores Frontales de Rollizos. En la playa de trozas se propone la utilización de un cargador frontal de 50 - 75 HP para la formación de las pilas de rollizos de las distintas clases diamétricas

Para el transporte de los rollizos desde las pilas clasificadas diametricamente hasta el sector de tronzado y/o descortezado se utilizará un segundo cargador de similares características al anterior.

2- Tronzadora. Los rollizos se recibirán en la playa con una longitud constate, no obstante ello se deberá prever el equipamiento con un par de motosierras de por lo menos 50 centímetros de longitud de espada.

Se tronzarán rollizos de longitud no adecuada, con presencia de curvaturas, extremos embarrados y demás imperfecciones antes de su ingreso a la descortezadora.

3- Descortezadora. Una serie de equipos y las consideraciones técnicas para su selección se han desarrollado en el inciso 3.3.4.1 correspondiente a la Alternativa Tecnológica de Producción de Astillas.

4- Sierra Principal Circular Doble. Es un equipo constituido por dos sierras paralelas montadas sobre un eje, las que se acercan o se alejan una de otra de acuerdo al programa de corte, a su vez éste se relaciona con el diámetro de las trozas.

El sistema de alimentación de trozas se ejecuta mediante una cadena que pasa entre ambas sierras. La velocidad de avance de la cadena es del orden de los 10 m/min.

Esta maquinaria puede obtener una productividad de 10.000 p2 de madera aserrada por turno de 8 horas diarias procesando 40 - 50 m3 de rollizos con un diámetro promedio de 30 cm y 4 m de longitud. La potencia necesaria para esta maquinaria es de 40 - 50 HP.

Teniendo en cuenta los rollizos a procesar, se determinó que los diámetros de los discos deberían tener un rango 80 - 90 cm. Los discos empleados son de acero normal con dientes de puntas calzadas, las que van soldadas al resto del diente. Se proponen este tipo de sierras por su mayor precisión de corte y duración en el trabajo.

La principal desventaja de estas herramientas de corte es la necesidad de contar con personal calificado para efectuar las operaciones de soldar las puntas al diente y su afilado.

5- Sierra Reaserradora Circular Múltiple. Los elementos de corte son similares a los empleados por la máquina descrita en el punto anterior, sólo se diferencia en el diámetro y el espesor de los discos. Para el empleo de esta sierra es necesario que la madera tenga dos caras paralelas antes de proceder al corte.

La alimentación es por medio de rodillos hasta llegar a la máquina, ésta cuenta con un sistema de cadenas que transporta la madera desde los rodillos hasta las sierras, antes de ingresar la madera a las sierras es presionada por un sistema de rodillos con resorte-tensor a fin de evitar posibles desplazamientos durante su corte.

Los discos, en número de 7 a 9, están montados en un único eje. La distancia entre discos es regulable de acuerdo al espesor de la tabla que se desea obtener. El diámetro de los discos debe ser del orden de 60 - 70 cm de acuerdo a la altura de corte requerida.

6- Sierra Canteadora Circular Doble. Esta maquinaria se utiliza para obtener cantos cuadrados en piezas aserradas. Está compuesta por dos discos de igual diámetro (normalmente entre 30 y 50 cm). Uno de los discos es fijo y el otro móvil, para ajustarse a diferentes anchos. La alimentación de esta maquinaria se realiza mediante sistemas de rodillos.

7- Sierra Despuntadora Circular Doble. Esta sierra permite dimensionar la longitud de la pieza aserrada y canteada. La madera se corta en escuadra mediante dos hojas circulares cuyos diámetros pueden variar entre 30 y 50 cm. Ambas hojas pueden ser móviles o una fija y otra móvil para adaptarse a las distintas longitudes de la madera aserrada. La alimentación de esta sierra se realiza con sistemas de cadenas.

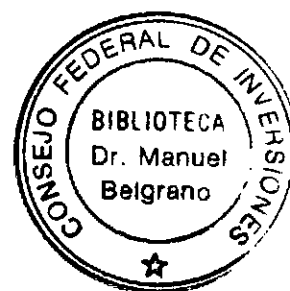
8-Afiladora de Sierras Circulares. El objetivo del afilado es obtener una arista de corte de buena calidad, con el mínimo de pérdidas del material, sin quemaduras y manteniendo el perfil correcto. El afilado de los dientes se realiza con máquinas afiladoras cuyo principal componente lo constituye la piedra esmeril diamantada (para dientes de widia) montada sobre un cabezal de movimiento circular continuo y complementada por un mecanismo de empuje de movimiento circular rítmico donde se coloca el disco.

Estas máquinas desarrollan una velocidad periférica del orden de los 30 m/seg.

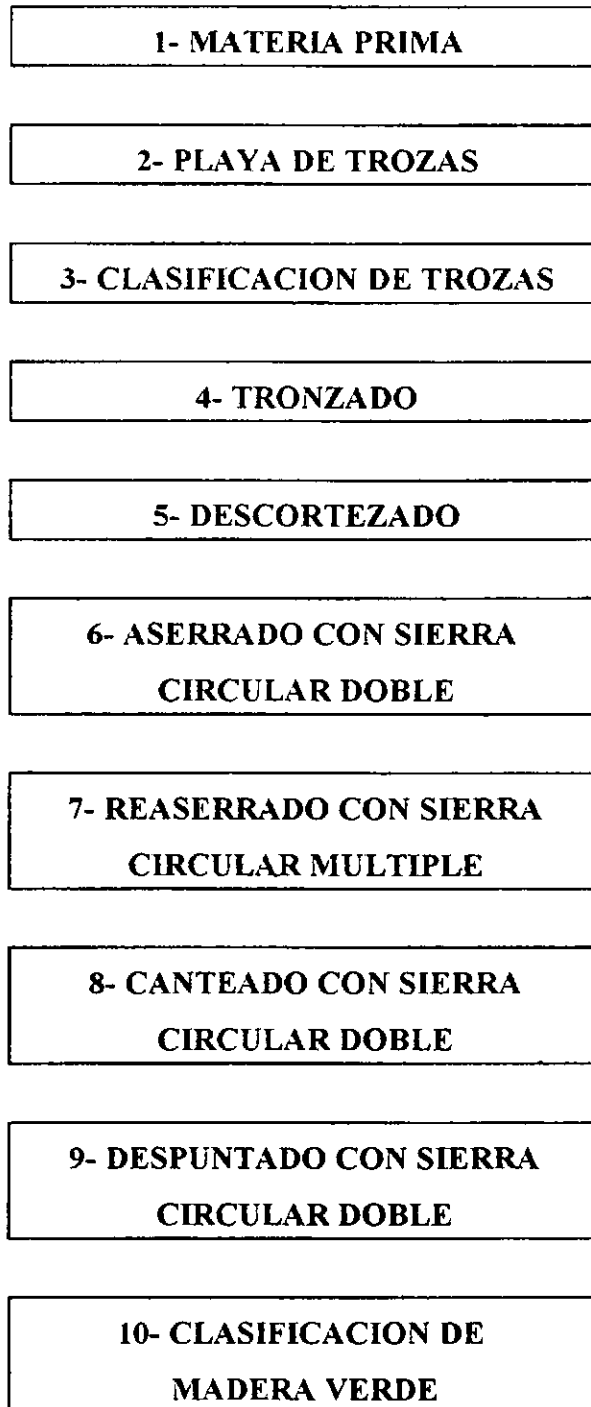
9- Mesas de Clasificación. Este equipo consta de una cadena de arrastre con una velocidad adecuada que permita la selección de la madera aserrada.

10- Horno Secadero. Este horno emplea para el secado de la madera aire caliente húmedo a temperaturas convencionales (temperaturas menores a los 90°C). Puede emplearse en su construcción paneles de aluminio o bien mampostería adecuada a las necesidades de aislación térmica. La capacidad de secado propuesta es de 50 metros cúbicos. La firma Göther S.A. provee al mercado hornos de fabricación propia.

11- Cargadores Frontales de Madera Aserrada. Para este nivel de producción serán necesarios dos cargadores frontales con grúa horquilla de 45 - 50 HP de potencia para el transporte de la madera aserrada entre la línea de aserrado, el secadero, las playas de estacionamiento y el sector de almacenamiento.



3.4.4.1.2- DIAGRAMA DE FLUJO



**11- APILADO DE MADERA
VERDE**

12- PRESECADO AL AIRE LIBRE

13- SECADO EN HORNO

**14- CLASIFICACION DE
MADERA SECA**

15- EMPAQUETADO

16- ALMACENAMIENTO

17- TRANSPORTE

3.4.4.1.3 DESARROLLO DEL DIAGRAMA DE FLUJO

1- Materia Prima. Las características de la materia prima necesarias para este tipo de producción fueron desarrolladas en el inciso 3.4.4.2

2- Playa de Trozas. Los rollizos se recibirán en la playa de trozas a una longitud constante de 4 metros y diámetros mínimos en punta fina de 20 cm. La longitud uniforme permitirá facilitar el apilado y el movimiento mecánico. Los diámetros mínimos están relacionados a la eficiencia de conversión del rollizo en madera aserrada.

Para el movimiento de los rollizos en la playa se empleará un cargador frontal de 75 HP. La necesidad de almacenamiento de la playa es de 800 m³, stock correspondiente a un mes de trabajo. Para estas características, la superficie necesaria es de 4.000 m² considerando pilas de 2 m de altura.

En el diseño de la playa se deberán considerar calles, caminos corta fuego, nivelación del terreno y eliminación de malezas.

3- Clasificación de Trozas. La clasificación de trozas se realizará dentro de la playa de rollizos y antes del armado de las pilas. Para la clasificación se deberá tener en cuenta la calidad de la troza desechando aquellas que no reúnan las condiciones para esta producción y de acuerdo al diámetro que presenten.

4- Tronzado. Para este tipo de operación se requerirán dos motosierras para adecuar la longitud de aquellos rollizos que excepcionalmente sean mayores de los cuatro metros y para tronzar los rollizos que presenten algún tipo de anomalías (pudrición, curvatura, etc.) que hagan necesaria la reducción de la longitud del rollizo.

5- Descortezado. Las trozas una vez clasificadas deberán descortezarse a fin de eliminar corteza e impurezas que ellas contengan (tierra, barro, metales) y que pudieran afectar a los elementos de corte que se caracterizan por ser extremadamente frágiles.

6- Aserrado con Circular Doble. El rolizo descortezado es llevado hacia las sierras mediante un sistema de avance de cadenas y rodillos que permite a la vez que avanza la madera mantenerla rígida para realizar un corte de precisión. A la salida de esta máquina, al rollo se le han quitado dos costaneros opuestos, éstos son eliminados de la línea de producción mediante algún sistema de extracción de residuos.

7- Reaserrado con Circular Múltiple. La pieza proveniente de la máquina anterior, es conducida mediante rodillos de avance hacia el reaserrado, previamente a esta operación se debe girar la troza en 90° mediante un sistema de volteo. La cantidad de cortes a realizar es función del programa de corte seleccionado, el cual a su vez es condicionado por el diámetro de las piezas a aserrar. Las tablas, en número de 6-8 de acuerdo a la cantidad de cortes efectuados, son derivadas hacia la canteadora, a la despuntadora o directamente hacia la mesa de clasificación si posee las dimensiones adecuadas. Los costaneros originados en el corte, son también derivados al sector de almacenamiento de residuos.

8- Canteado con Circular Doble. Las piezas provenientes de la desdobladora y que posean cantos redondos, son procesados por esta máquina para la obtención de piezas adecuadamente escuadradas.

9- Despuntado con Circular Doble. Esta maquina recibe aquellas tablas a las cuales es necesario realizarles un corte transversal con el objeto de darle la longitud definitiva.

10- Clasificación de Madera Verde. Las piezas provenientes de la reaserradora, canteadora y despuntadora se reúnen en la mesa de clasificación. En ella se procede a separarlas de acuerdo a su espesor, ancho, longitud y calidad.

11- Apilado de Madera Verde. Las tablas una vez clasificadas, son apiladas por los operarios conformando los paquetes para ser transportados por la grúa horquilla hacia la playa de estacionamiento para realizar un presecado natural de la madera.

12- Presecado. Los paquetes apilados adecuadamente, son encastillados para un presecado al aire hasta el 30% de contenido de humedad. La superficie de la playa de presecado debe ser del orden de 2.000 m², considerando un castillo de 3,6 m de altura (cada paquete de 1,2 metros) y las respectivas calles.

13- Secado. Los paquetes con un contenido de humedad del 30 % se ubican en el interior del horno mediante una grúa horquilla que los transporta desde el patio de presecado, a fin de llevarlos al contenido de humedad exigido por el demandante del producto.

14- Clasificación de Madera Seca. La madera que alcanza el contenido de humedad final, se extrae del horno y se la lleva a la mesa de clasificación de madera seca con el objeto de eliminar las tablas que presenten defectos originados durante el proceso de secado.

15- Empaquetado. La madera seca y clasificada, es apilada y empaquetada por los operarios de acuerdo a los requerimientos del destino final.

16- Almacenamiento. Los paquetes se almacenan en depósitos aireados y con baja humedad relativa del ambiente.

17- Transporte. Los paquetes son transportados hacia el destino final, o hacia el lugar de embarque que los llevará al destino final.

3.4.4.1.4- CONSUMO, PRODUCCION, INVERSION Y MANO DE OBRA

El consumo de esta línea de producción se plantea en 40-50 m³/día, es decir, entre 10.000 y 12.000 m³/año.

El rendimiento depende de la materia prima y de la tecnología empleada en las distintas fases de producción. El mismo puede situarse entre el 45 y 55 %, lo que representa una producción de 10.000 a 12.000 pie²/día.

El nivel de inversión se ubica en los 500.000 pesos, siendo muy variable con la tecnología aplicada en las distintas fases del circuito productivo.

El número de operarios de distinta calificación se ubica en los 20 operarios permanentes.

3.4.4.2- ASERRADO MEDIANTE TECNICAS DE PERFILADO

3.4.4.2.1- INTRODUCCION

Estas técnicas, de última generación, se caracterizan por su alta productividad y aprovechamiento integral del rollizo.

Las técnicas de perfilado cumplen con las exigencias requeridas por los procesos modernos de corte, las cuales son:

- * Gran exactitud dimensional de la madera aserrada.
- * Paralelismo en todas sus caras y cantos.
- * Superficie de corte de alta calidad.
- * Alto aprovechamiento.
- * Bajos costos de aserrado

3.4.4.2.2 MAQUINARIA Y EQUIPOS.

1- Cargadores Frontales de Rollizos. En la playa de trozas se propone la utilización de dos cargadores frontales de 50 - 75 HP para la formación de las pilas de rollizos.

Para el transporte de los rollizos desde las pilas el sector de clasificación se utilizará un tercer cargador de similares características a los anteriores.

2- Línea de clasificación de trozas. La secuencia de los sistemas componentes de este tipo de líneas puede variar dentro de ciertos márgenes con las distintas marcas comerciales, sin embargo, los componentes en sí son los mismos. A continuación se enumeran y describen cada uno de ellos.

2.1- Plataforma de carga de trozas. Este sistema está formado por una estructura provista de rieles paralelos sobre los cuales se colocan las trozas a procesar. El avance de las trozas hacia la línea de transporte longitudinal se efectúa mediante un sistema de cadenas o por gravedad. El rollizo es cargado en forma individual al transporte longitudinal mediante un sistema de cargadores.

2.2- Transportador longitudinal. Existe una serie de dispositivos para el movimiento de la madera en rollo, los más usados son los rodillos o avances de cadena.

2.3- Descortezadora. El descortezado se realiza mediante descortezadora de anillo mecánico cuyas marcas y modelos fueron especificados en el desarrollo de la producción de chips.

2.4- Detectores de metales. Existen sistemas de detección de metales de varios tipos adaptables a esta línea de producción.

2.5- Sistema de medición del volumen de la troza. El aparato de medición va montado sobre el transportador y está formado por una fuente de luz o rayo láser y un sensor, el cual capta el rayo de luz parcial o completamente interceptado por el objeto que se desea medir. La señal electrónica es enviada a un amplificador el cual la transfiere a un procesador de datos.

2.6- Despuntadora. Para el dimensionamiento de la longitud de los rollizos se emplea una sierra circular de 70 - 90 cm de diámetro colocada a nivel del transportador en forma transversal al mismo. Esta sierra es de brazo articulado para posibilitar el avance de los rollizos al finalizar el corte.

3-Chipper Canter. Estas modernas maquinarias están formadas por un par de cabezales cónicos (discos), sobre los cuales están montados radialmente un número variable de cuchillos astilladores. La troza pasa entre ambos cabezales obteniéndose dos superficies planas paralelas. Trabaja con velocidades de avance del orden de los 40 m/min y requiere una potencia variable según modelos entre 300 y 500 HP.

4- Fresadora Múltiple. Son equipos que poseen cuatro cabezales sobre los cuales van montadas las fresas que eliminan el canto redondeado de las piezas provenientes del chipper canter. Trabaja con velocidades de avance similares al equipo anterior y con requerimiento de potencia del orden de los 50 HP.

5- Sistema de retorno y volteo. Es un sistema transportador longitudinal transversal combinado al que se le suma un dispositivo que puede ser de cadena o de barras para voltear la troza en un ángulo de 90°.

6- Sierra Reaserradora Circular Múltiple. Para el empleo de esta sierra es necesario que la madera tenga dos caras paralelas antes de proceder al corte.

La alimentación es por medio de rodillos hasta llegar a la máquina, ésta cuenta con un sistema de cadenas que transporta la madera desde los rodillos hasta las sierras, antes de ingresar la madera a las sierras es presionada por un sistema de rodillos con resorte-tensor a fin de evitar posibles desplazamientos durante su corte.

Los discos, en número de 3 a 5, están montados en un único eje. La distancia entre discos es regulable de acuerdo al espesor de la tabla que se desea obtener. El diámetro de los discos debe ser del orden de 60 - 70 cm de acuerdo a la altura de corte requerida.

7-Afiladora de Sierras Circulares. El objetivo del afilado es obtener una arista de corte de buena calidad, con el mínimo de pérdidas del material, sin quemaduras y manteniendo el perfil correcto. El afilado de los dientes se realiza con máquinas afiladoras cuyo principal componente lo constituye la piedra esmeril diamantada (para dientes de widia) montada sobre un cabezal de movimiento circular continuo y complementada por un mecanismo de empuje de movimiento circular rítmico donde se coloca el disco.

Estas máquinas desarrollan una velocidad periférica del orden de los 30 m/seg.

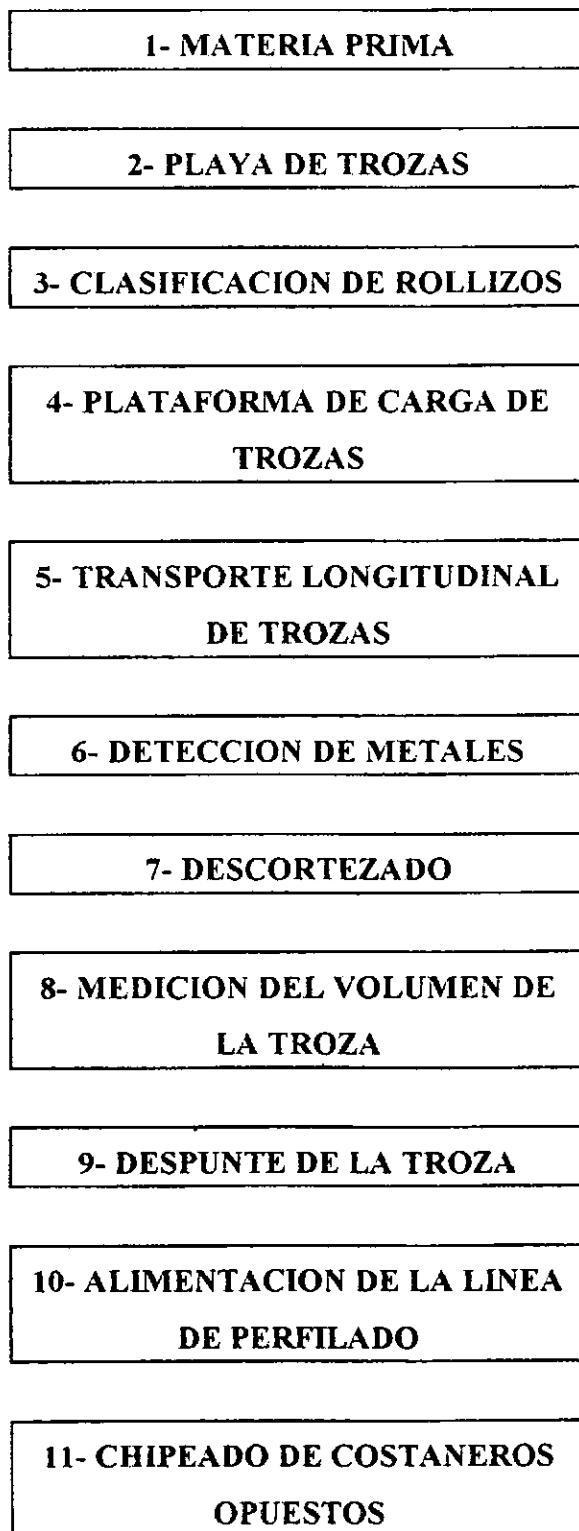
8- Mesas de Clasificación. Este equipo consta de una cadena de arrastre con una velocidad adecuada que permita la selección de la madera aserrada.

9- Horno Secadero. Este horno emplea para el secado de la madera aire caliente húmeda a temperaturas convencionales (temperaturas menores a los 90°C). Puede emplearse en su cons-

trucción paneles de aluminio o bien mampostería adecuada a las necesidades de aislación térmica. La capacidad de secado propuesta es de 100 metros cúbicos.

10- Cargadores Frontales de Madera Aserrada. Para este nivel de producción serán necesarios tres cargadores frontales con grúa horquilla de 45 - 50 HP de potencia para el transporte de la madera aserrada entre la línea de aserrado, el secadero, las playas de estacionamiento y el sector de almacenamiento.

3.4.4.2.3 DIAGRAMA DE FLUJO.



**12- VOLTEO Y RETORNO DE LA
TROZA**

**13- CHIPEADO DE LOS COSTANES
RESTANTES**

**14- FRESADO DE ARISTAS
REDONDEADAS**

**15- TABLEADO CON SIERRA
CIRCULAR MULTIPLE**

**16- CLASIFICACION DE MADERA
VERDE**

17- APILADO DE MADERA VERDE

18- PRESECADO AL AIRE LIBRE

19- SECADO EN HORNO

**20- CLASIFICACION DE MADERA
SECA**

21- EMPAQUETADO

22- ALMACENAMIENTO

23- TRANSPORTE

3.4.4.2.4 DESARROLLO DEL DIAGRAMA DE FLUJO.

1- Materia prima. Los aspectos a tener en cuenta para la línea de producción planteada son los mismos que los considerados para la obtención de piezas estructurales mediante un aserrado convencional.

Las dimensiones de los rollizos serán las siguientes:

Longitud: 4 m.

Diámetro medio: 25 cm.

Rango de diámetros: 20 - 45 cm.

El consumo de materia prima se estima en 30.000 m³/año. Teniendo en cuenta un turno diario de 8 horas y 240 días de trabajo al año, la necesidad de madera rolliza asciende a 125 m³/día.

2- Playa de trozas. Para el consumo de la línea planteada y considerando un stock correspondiente a un mes y medio de producción, será necesario contar con una superficie de almacenamiento de trozas de 15.000 m².

3- Clasificación de rollizos en la playa. La clasificación de trozas se debe realizar dentro de la playa de rollizos y con anterioridad al armado de las pilas. Para la clasificación se deberá tener en cuenta la calidad de la troza desechando aquellas que no reúnan las condiciones para esta producción y de acuerdo al diámetro que presenten.

4- Plataforma de carga de trozas. Las trozas clasificadas son transportadas mediante cargador frontal desde la pila hasta la plataforma que abastecerá la línea de producción.

5- Transporte longitudinal. La plataforma de carga entrega los rollizos de a uno al sistema de transporte longitudinal mediante cadenas que los ubica en los rodillos de entrada del descortezador.

6- Detección de metales: Esta operación se realiza con el mismo objeto que la etapa anterior, es decir preservar y alargar la vida útil de los elementos de corte. Las trozas en las que se detecta la presencia de estos elementos extraños, son derivadas mediante un sistema de pateadores al box de trozas con metales.

7- Descortezado. Los rollizos son descortezados mediante un descortezador de anillo mecánicos. Esta operación se realiza a fin de eliminar corteza e impurezas que ellas contengan (tierra, barro, metales) y que pudieran afectar a los elementos de corte que se caracterizan por ser extremadamente frágiles.

La corteza eliminada de las trozas es almacenada en contenedores para ser luego transportadas al alimentador de la planta térmica del horno secadero.

8- Medición del volumen de la troza. Esta operación se realiza mediante el empleo de scanners ubicados sobre el sistema de transporte longitudinal. La cubicación se realiza a partir de la medición de diámetros a intervalos de un centímetro según el eje del rollizo. En tanto que la longitud se obtiene de una sola lectura.

9- Despunte de la troza. El objetivo de esta operación es entregar el rollizo a la línea de producción con la longitud definitiva. Se realiza un corte transversal al eje del rollizo mediante sierras circulares.

10- Alimentación de la línea de perfilado. Esta es la última etapa de la línea previa al proceso de aserrado propiamente dicho. Mediante un sistema de cadenas se transportan las trozas hacia los rodillos delanteros que abastecen a la chipeadora.

11- Chipeado de costaneros opuestos. El rollizo ingresa a la chipeadora que transforma dos costaneros opuestos en astillas. Estas pasan al sistema de transporte de chips.

12- Volteo y retorno de la troza. Esta operación tiene como objeto girar 90° la troza y retornarla a la chipeadora.

13- Chipeado de los costaneros restantes. Luego del volteo la troza queda lista para realizar el astillado de los dos costaneros restantes.

14- Fresado de las aristas redondeadas. Este proceso elimina los cantos muertos remanentes del proceso de astillado por las cuatro caras. Como consecuencia de este proceso, la viga central queda con todas sus aristas con ángulos perfectamente rectangulares.

15- Tableado con circular múltiple. De acuerdo al programa de aserrado, se procesa la viga, obteniéndose las piezas aserradas. Generalmente se obtiene las piezas más anchas de la parte central y dos o cuatro tablas laterales de un ancho menor.

16- Clasificación de madera verde. A la salida de la tableadora se realiza una clasificación por escuadria y calidades de las piezas obtenidas.

17- Apilado de madera verde. Las tablas una vez clasificadas, son apiladas por los operarios conformando los paquetes para ser transportados por la grúa horquilla hacia la playa de estacionamiento para realizar un presecado natural de la madera.

18- Presecado. Los paquetes apilados adecuadamente, son encastillados para un presecado al aire hasta el 30% de contenido de humedad. La superficie de la playa de presecado debe ser del orden de 5.000 m², considerando un castillo de 3,6 m de altura (cada paquete de 1,2 metros) y las respectivas calles.

19- Secado. Los paquetes con un contenido de humedad del 30 % se ubican en el interior del horno mediante una grúa horquilla que los transporta desde el patio de presecado, a fin de llevarlos al contenido de humedad exigido por el demandante del producto.

20- Clasificación de madera seca. La madera que alcanza el contenido de humedad final, se extrae del horno y se la lleva a la mesa de clasificación de madera seca con el objeto de eliminar las tablas que presenten defectos originados durante el proceso de secado.

21- Empaquetado. La madera seca y clasificada, es apilada y empaquetada por los operarios de acuerdo a los requerimientos del destino final.

22- Almacenamiento. Los paquetes se almacenan en depósitos aireados y con baja humedad relativa del ambiente.

23- Transporte. Los paquetes son transportados hacia el destino final, o hacia el lugar de embarque que los llevará al destino final.

3.4.4.2.5- CONSUMO, PRODUCCION, INVERSION Y MANO DE OBRA

Esta línea de producción tiene un consumo aproximado de 150 m³/día, es decir 36.000 m³/año de madera rolliza.

El rendimiento promedio de madera aserrada es de alrededor del 50 %, porque si bien son técnicas de cortes de precisión que disminuyen la producción de aserrín, trabajan con diámetros relativamente pequeños para la industria del aserrado, y al reducir los diámetros de los rollizos, también se disminuye el rendimiento en la producción de tablas.

Cuando hablamos de rendimiento nos referimos a la madera aserrada puesto que es el producto principal de mayor precio, si sumamos a ello la producción de astillas de madera (chips) como producto secundario de menor valor, el rendimiento se eleva hasta valores del 80 %.

El rendimiento mencionado en la producción de piezas estructurales, permite una producción diaria de 30.000 pie².

Estos son equipos de un gran nivel de inversión para los valores que se manejan en la industria del aserrado, del orden del 1.200.000 a 1.500.000 pesos, variable con las distintas maquinarias y equipos.

Una planta de este tipo requiere por los menos de 30 obreros permanentes, con distintos grados de calificación, según la etapa del circuito productivo en que participen.

3.4.5- RESUMEN

La tendencia actual en los aserraderos es el procesamiento de trozas de diámetros reducidos, comprendidos en promedio entre los 150 y 300 mm.

Algunas consecuencias lógicas de esta situación hacen predecible la importancia en la producción de la madera estructural y dentro del flujo de producción, una mayor cantidad de metros lineales de troza que compense la disminución de la productividad, frente al uso de diámetros mayores, lo cual incide en la rentabilidad.

El empleo de aserraderos tradicionales para la elaboración de piezas estructurales está asociado a una reducción evidente de la productividad y a un incremento sustancial de los costos.

Debido a la manipulación de una gran cantidad de trozas resulta imprescindible incorporar instalaciones especialmente adaptadas para la clasificación de trozas. Resulta importante lograr un alto grado de mecanización en los lugares de descarga, patios de selección de trozas y clasificación según diámetro, descortezado, trozado y transporte en general.

La ausencia de una selección de trozas evita naturalmente una gran inversión, cuyas instalaciones pueden llegar a un 20 - 30 % del total. Sin embargo el contar con una selección considerando su diámetro menor, largo, conicidad y calidad, permite una gran facilidad de trabajo de las máquinas, puede incrementarse la velocidad del flujo y evita la atención del operador en buscar calidad y cantidad. Además se puede llevar a cabo un programa de corte óptimo para cada clase diametral, obteniéndose como consecuencia de esto una disminución de los costos de aserrado.

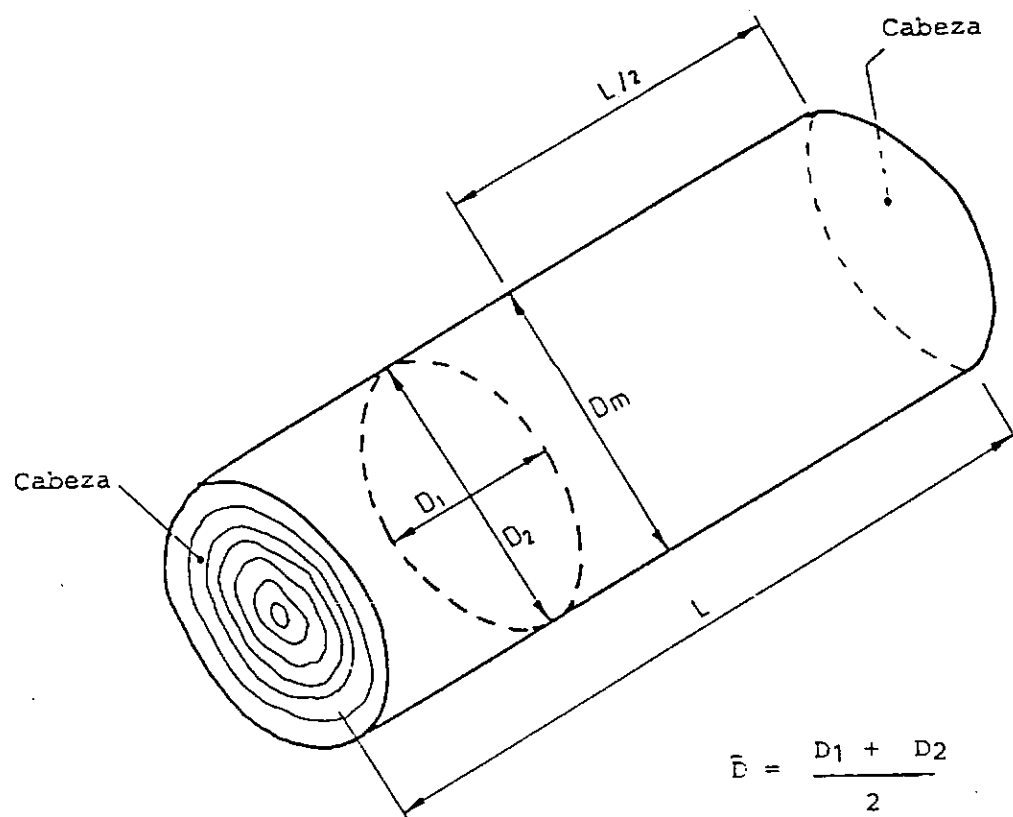
Haciendo énfasis en las razones mencionadas con anterioridad es que el presente trabajo propone para la elaboración de piezas estructurales una rigurosa selección de la materia prima a procesar.

Las líneas de aserrado propuestas fueron diseñadas con el objeto de llevar al mercado internacional madera aserrada de alto valor para lograr mejores precios. Esto sólo es posible, si se utilizan modernas tecnologías de corte que respondan a los requerimientos del mercado.

Las tecnologías de corte modernas son caras, sin embargo se presentaron las alternativas de aserrado mediante sierras circulares, de un costo menor de inversión con muchos operarios frente a la técnica de perfilado de alto nivel de inversión y poca mano de obra.

ANEXO I

CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA

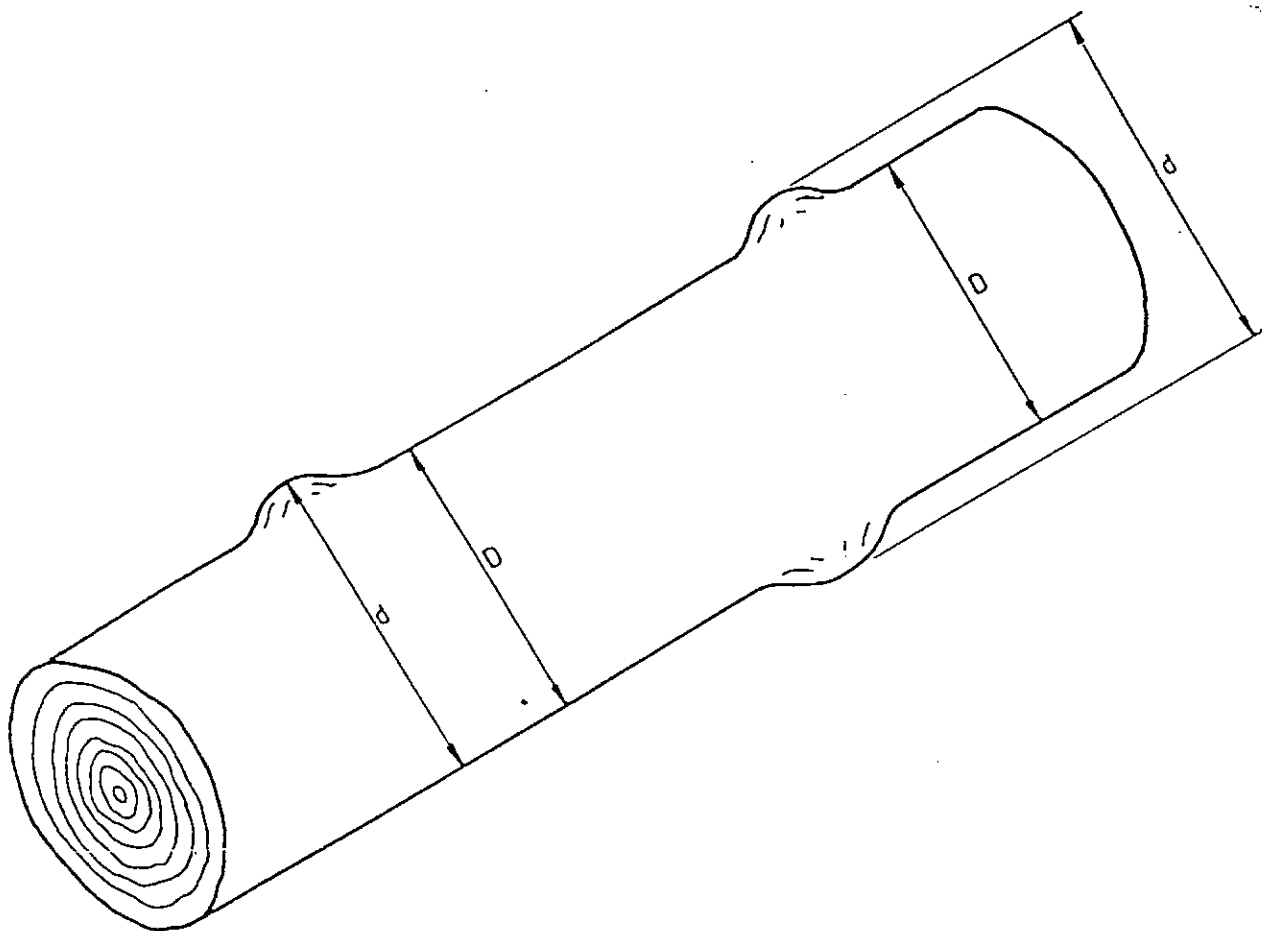


$$\bar{D} = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

$L =$ largo

$D_m =$ diámetro medio de la troza

FIGURA 1 - Elementos de la troza.



d = diámetro que incluye la mayor dimensión del defecto

D = diámetro promedio menor

$ab = d - D$

ab = magnitud del abultamiento

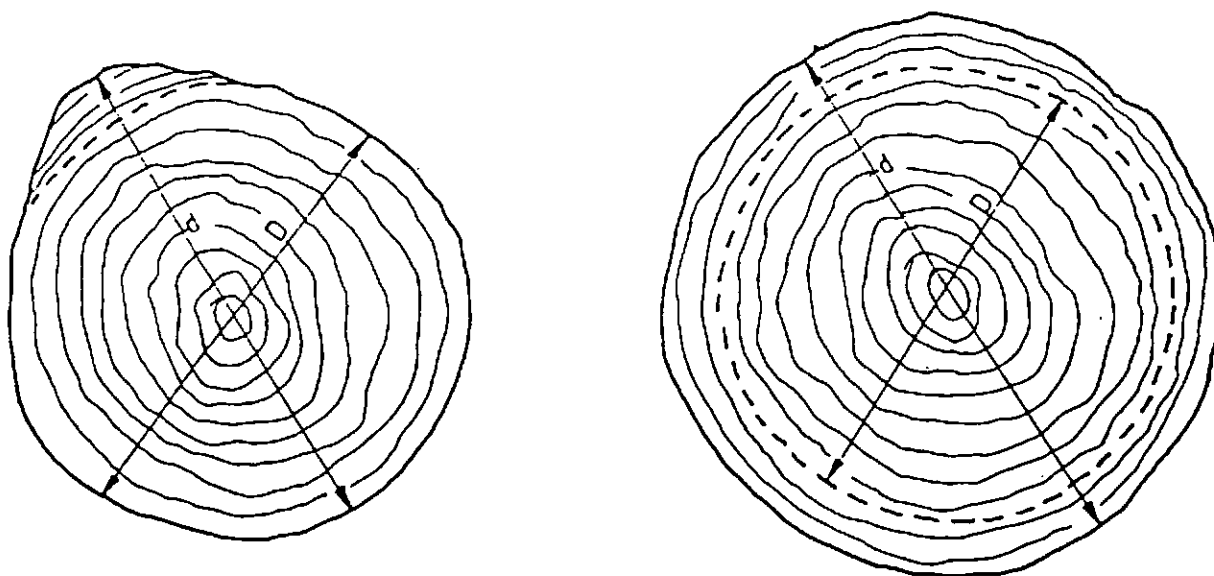


FIGURA 2 - Medición del abultamiento.

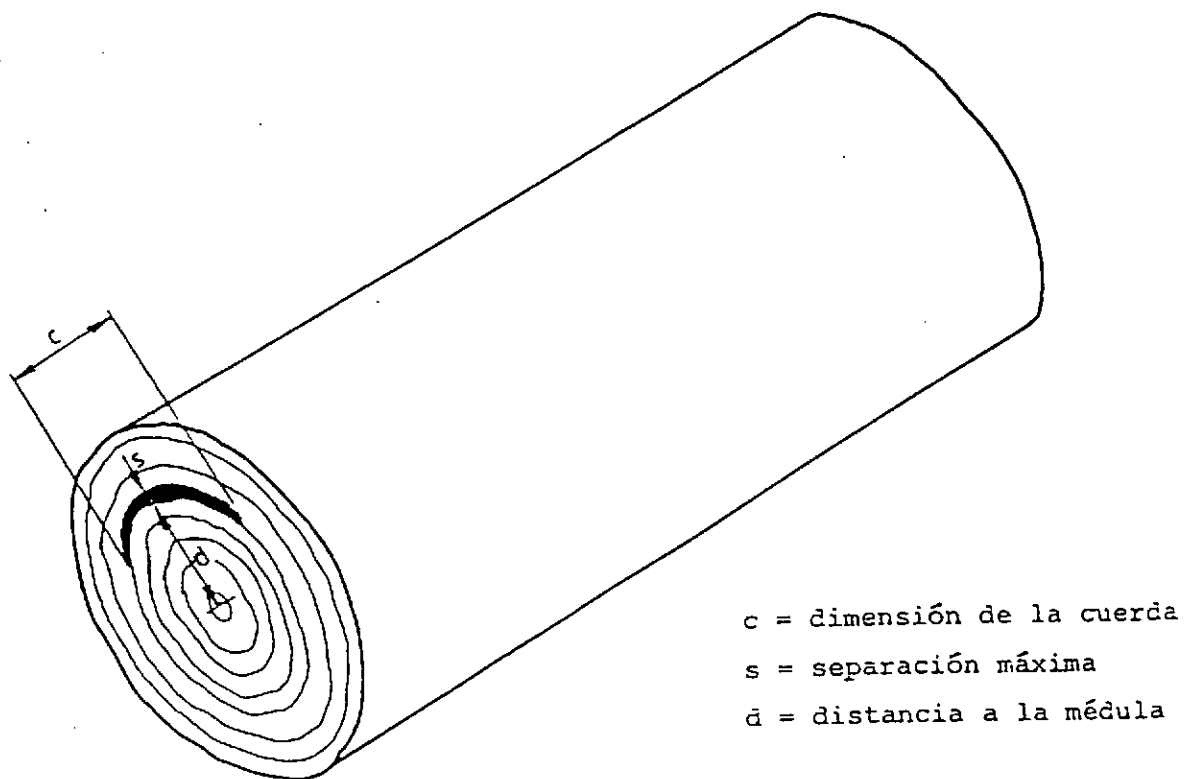


FIGURA 3 - Medición de la acebelladura.

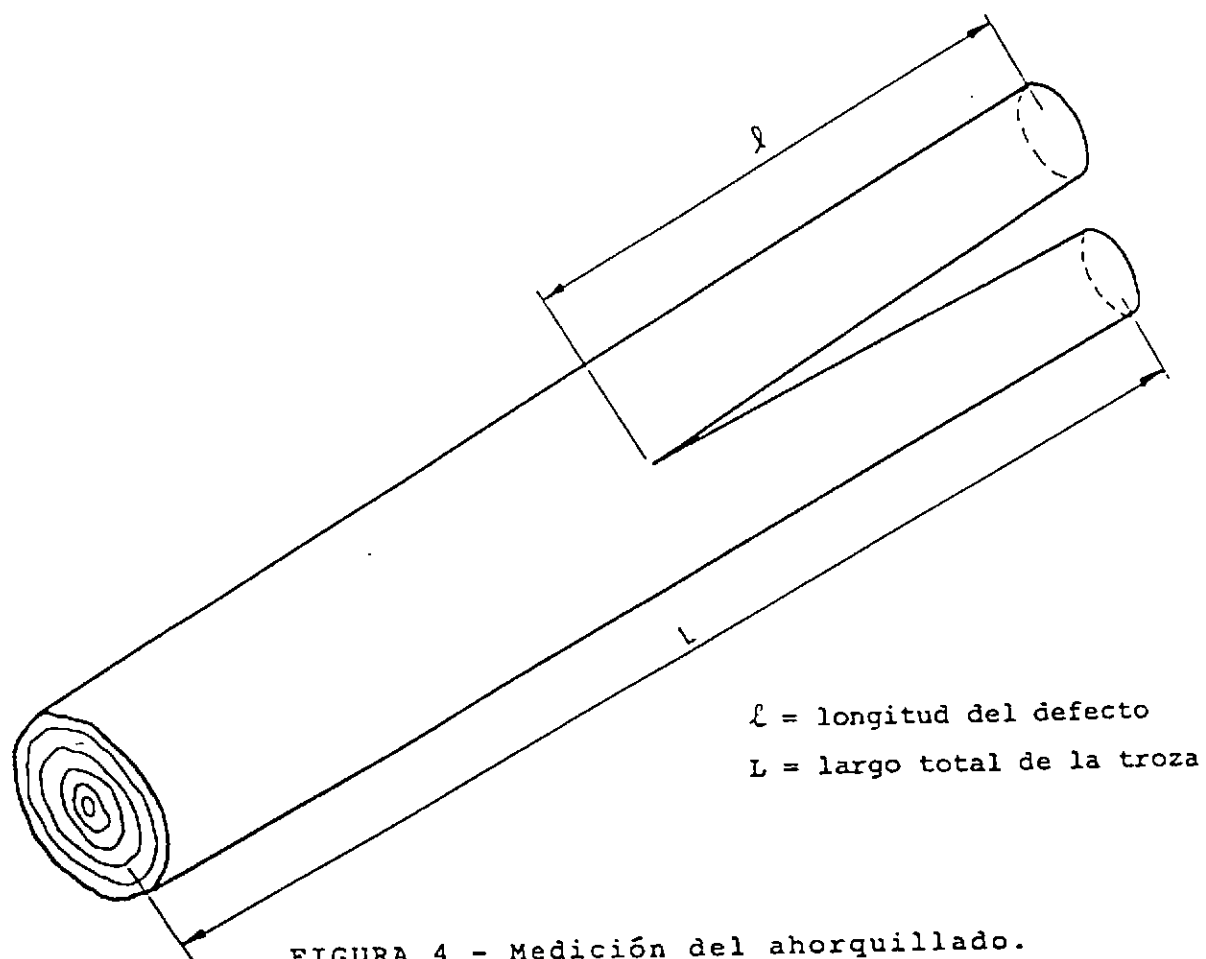


FIGURA 4 - Medición del ahorquillado.

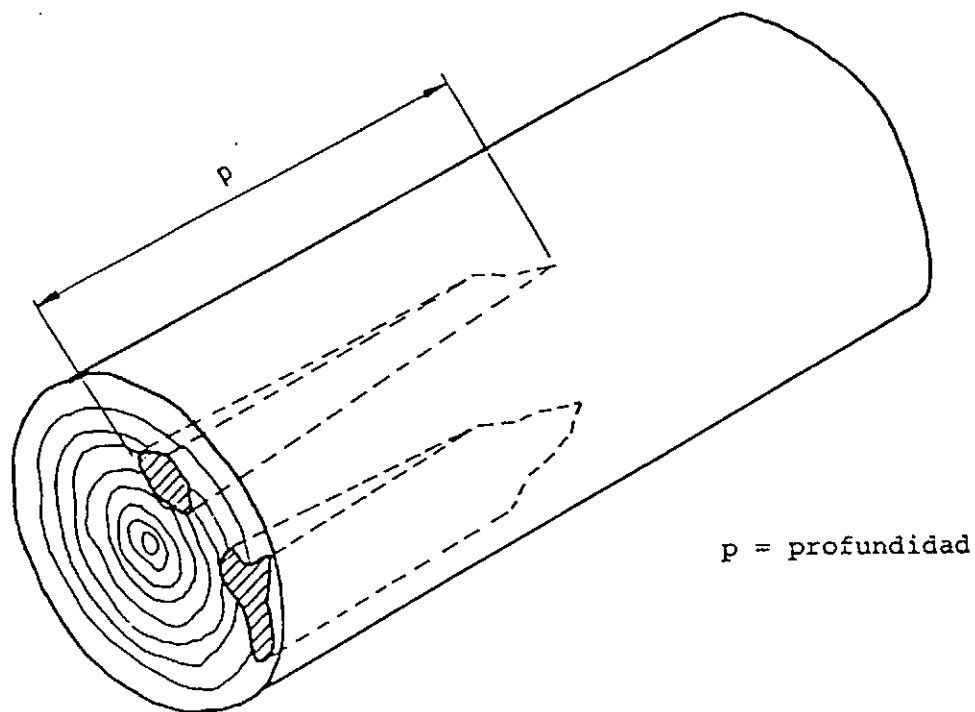


FIGURA 5 - Medición del astillamiento.

$$c = \frac{p}{D_m} \cdot 100$$

p = profundidad
 D_m = diámetro promedio

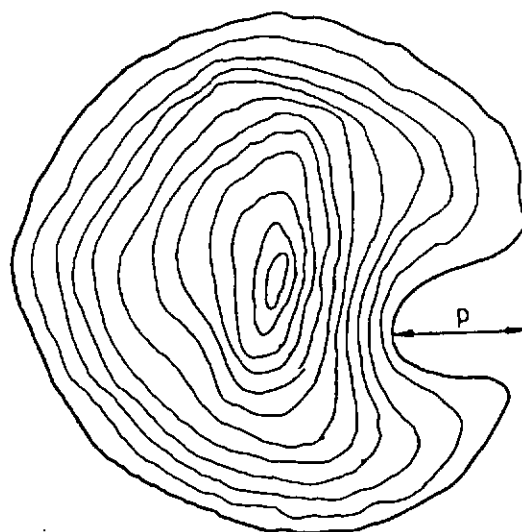


FIGURA 6 - Medición de la cavidad.

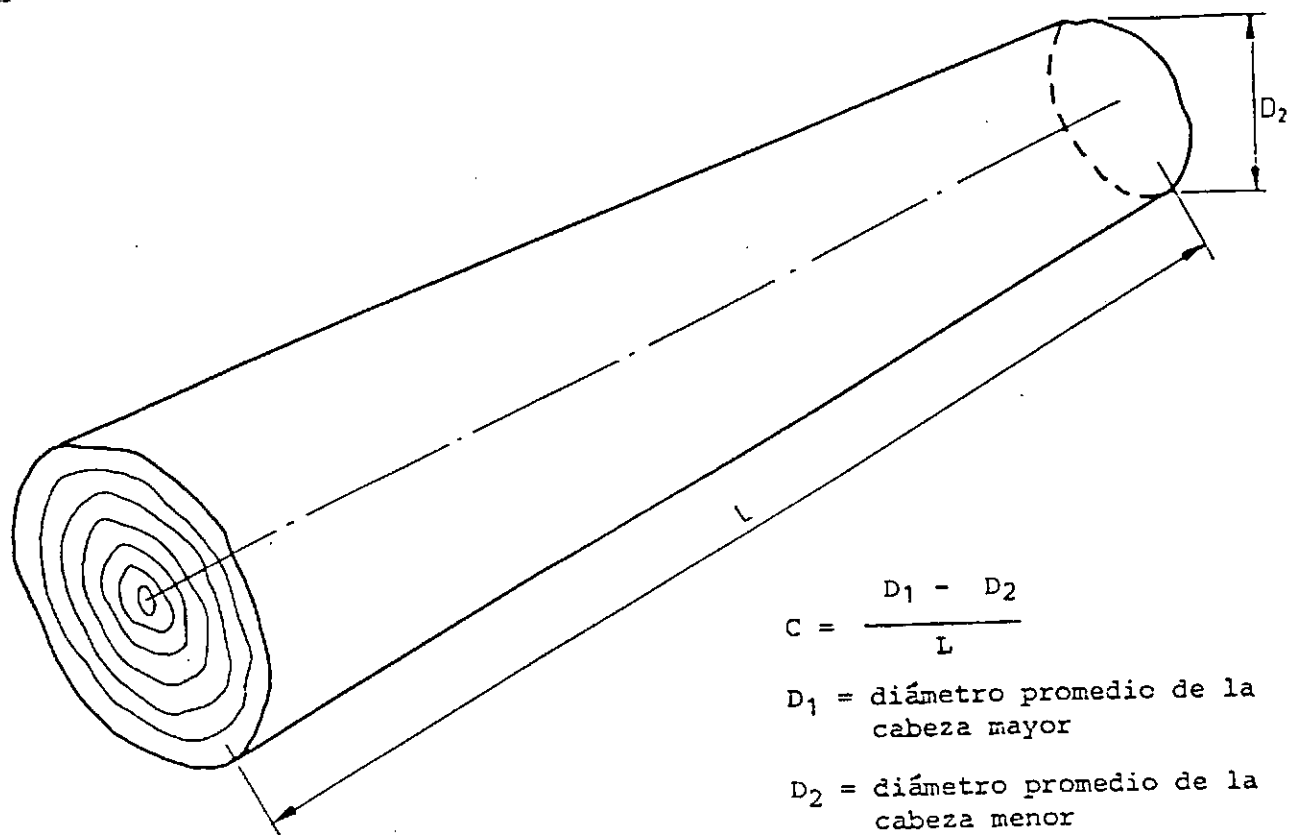


FIGURA 7 - Medición de la conicidad.

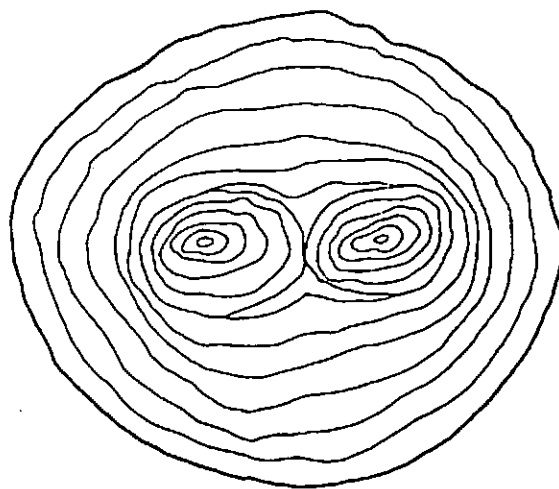


FIGURA 8 - Corazón múltiple.

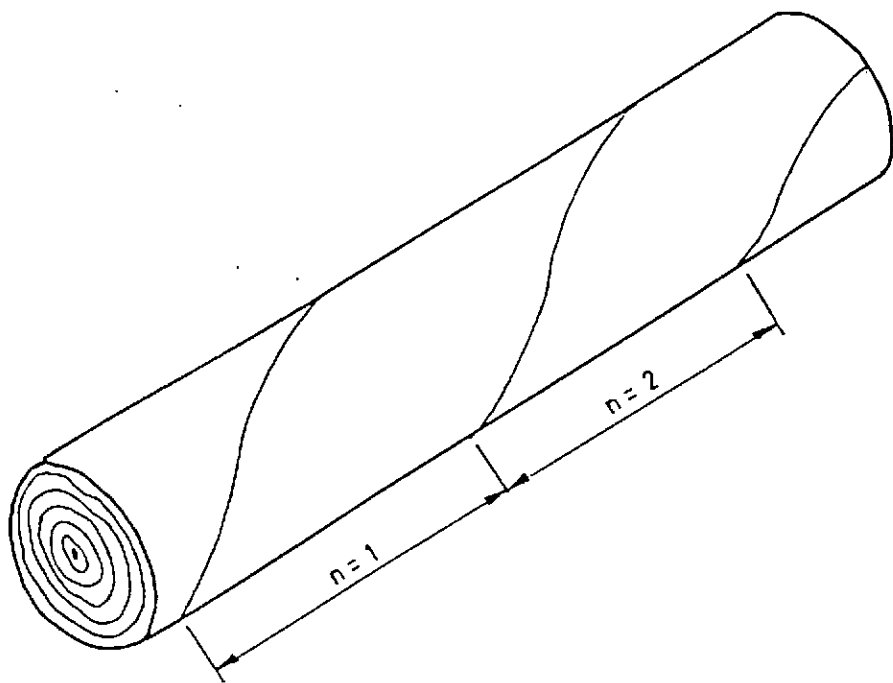
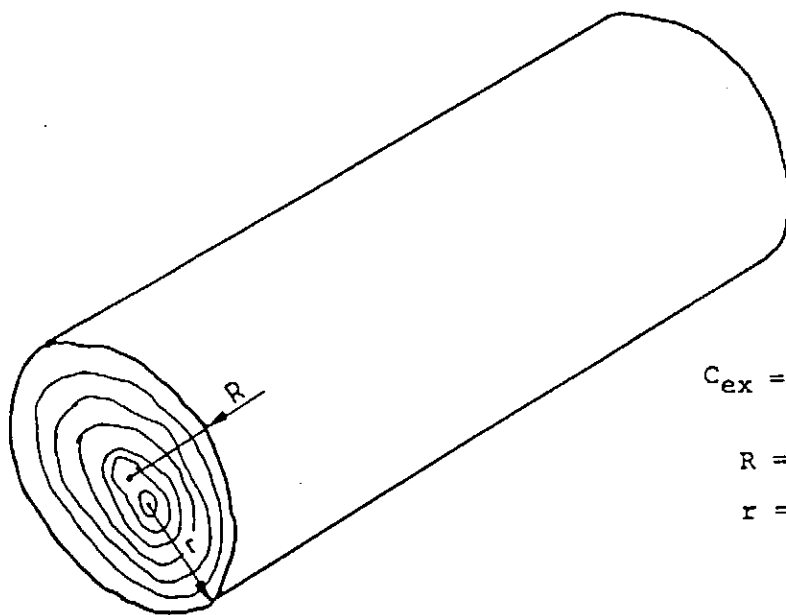


FIGURA 9 - Crecimiento en espiral.



$$C_{ex} = \frac{r}{R} \cdot 100$$

R = radio nominal

r = radio real

FIGURA 10 - Crecimiento excéntrico.

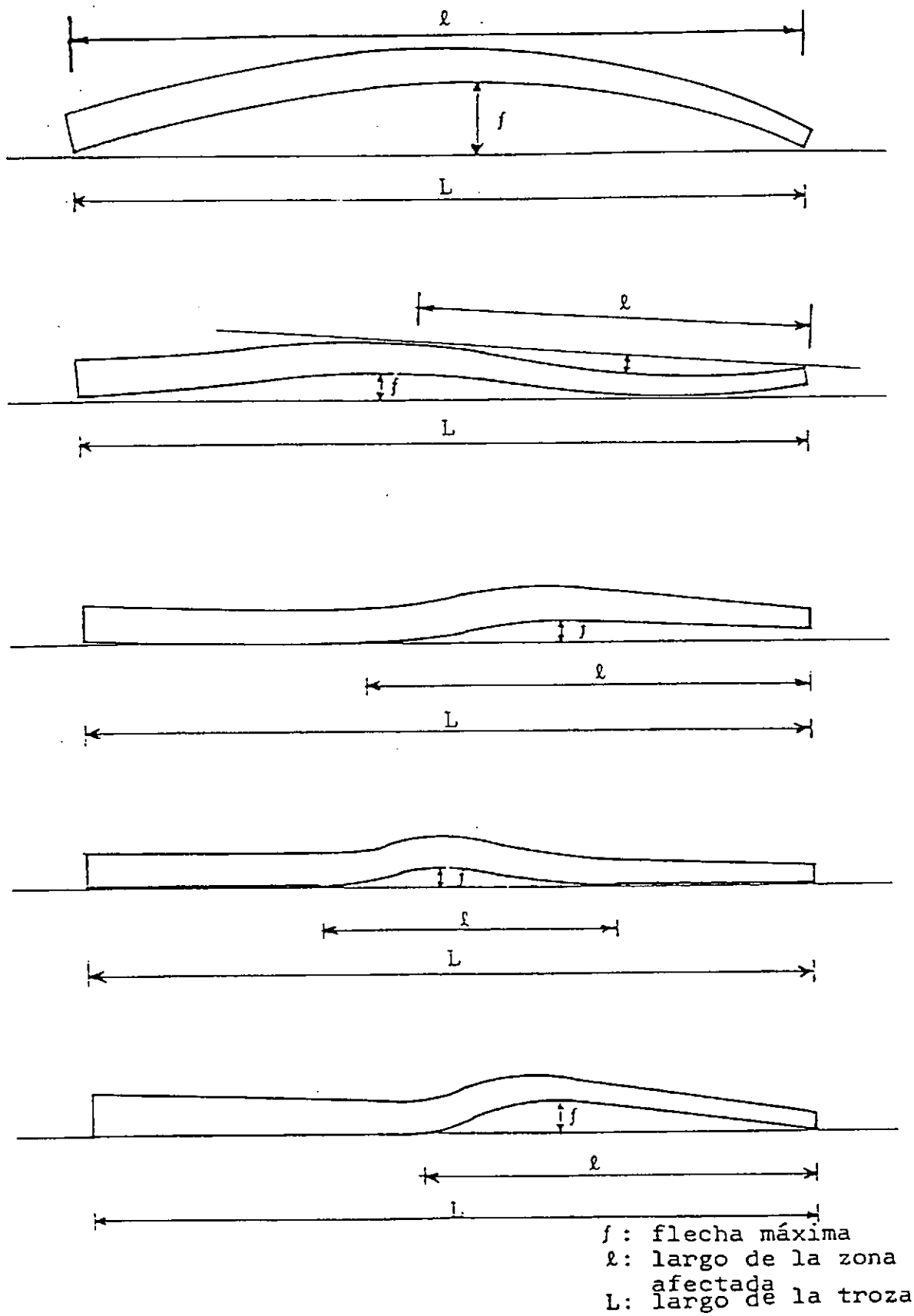
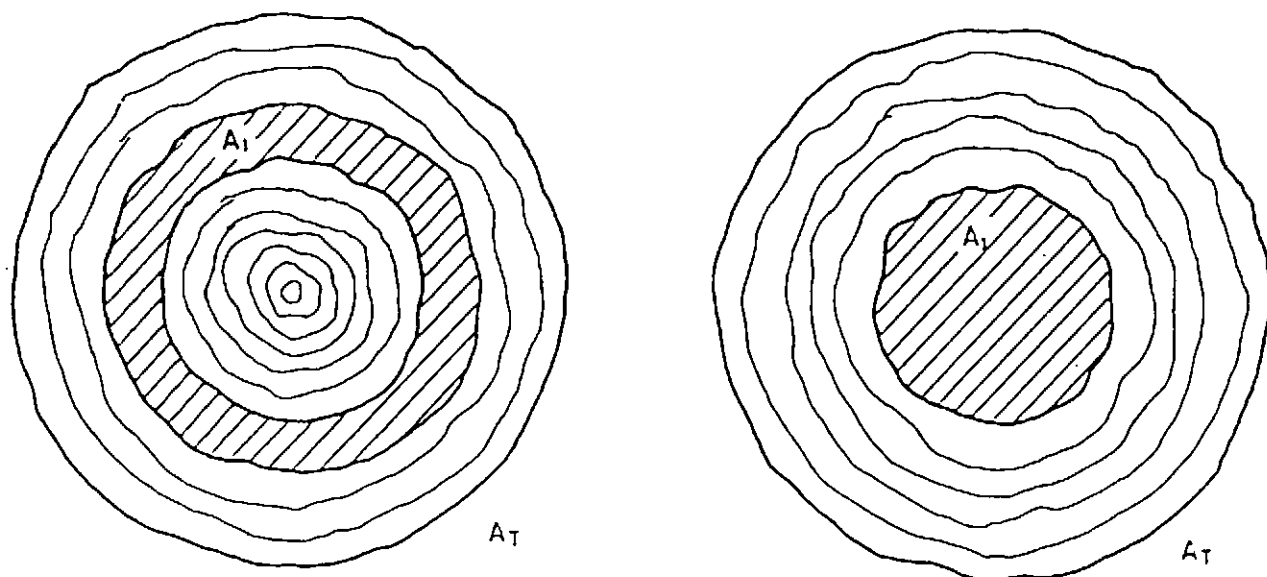


FIGURA 11 - Curvatura.



$$f_d = \frac{A_1}{A_T} \cdot 100$$

A_T = área total

A_1 = área del falso duramen

FIGURA 12 - Falso duramen.

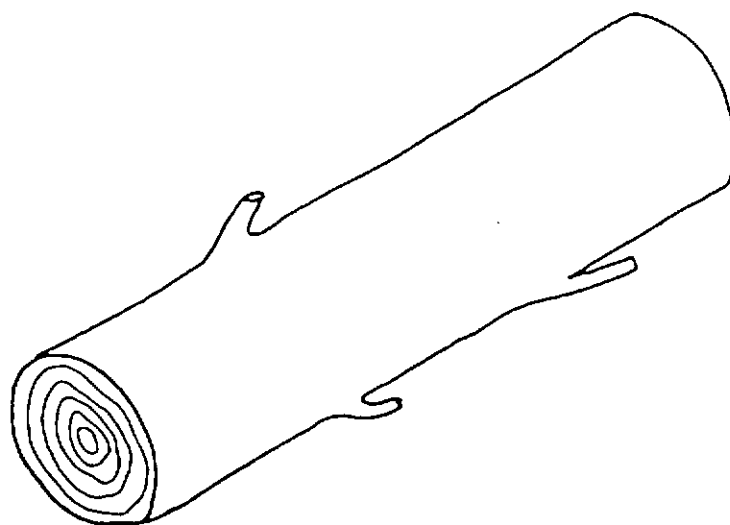


FIGURA 13 - Ganchos.

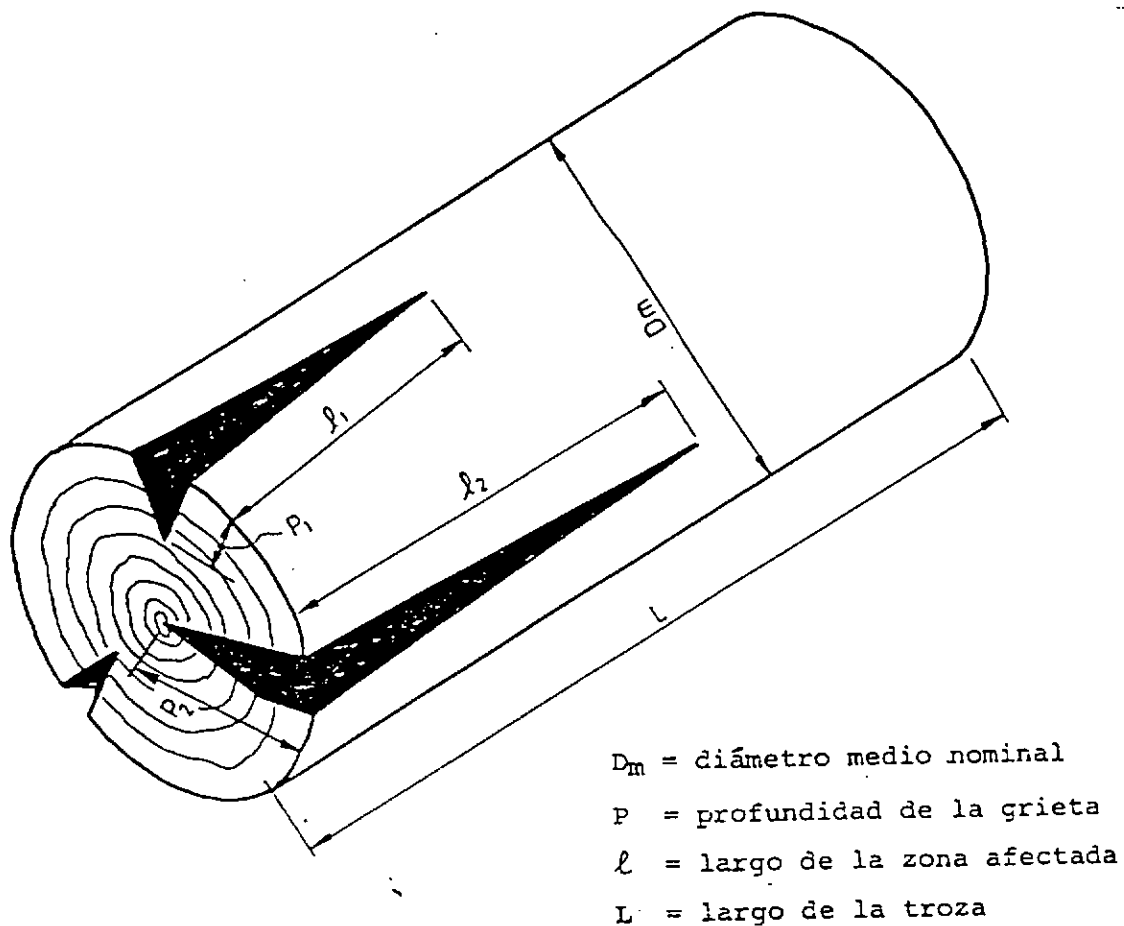
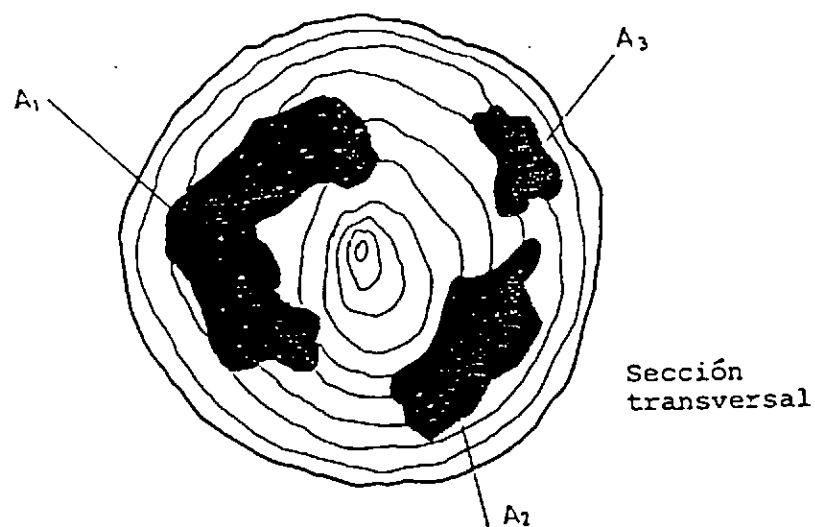
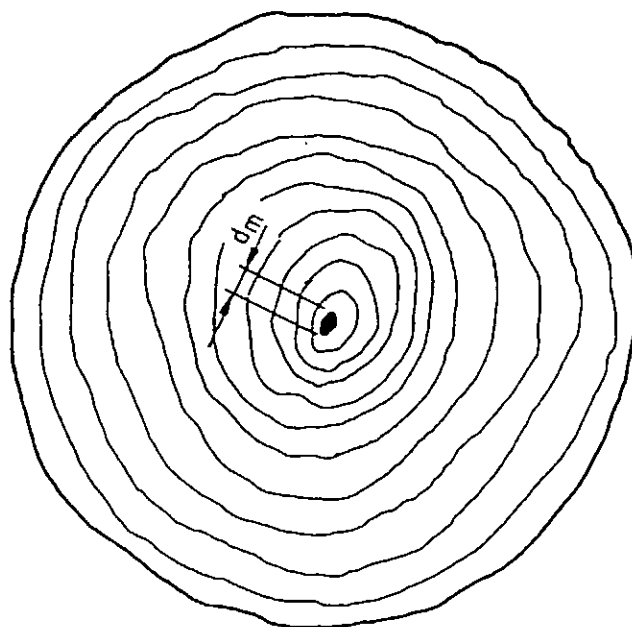


FIGURA 14 - Medición de la grieta.



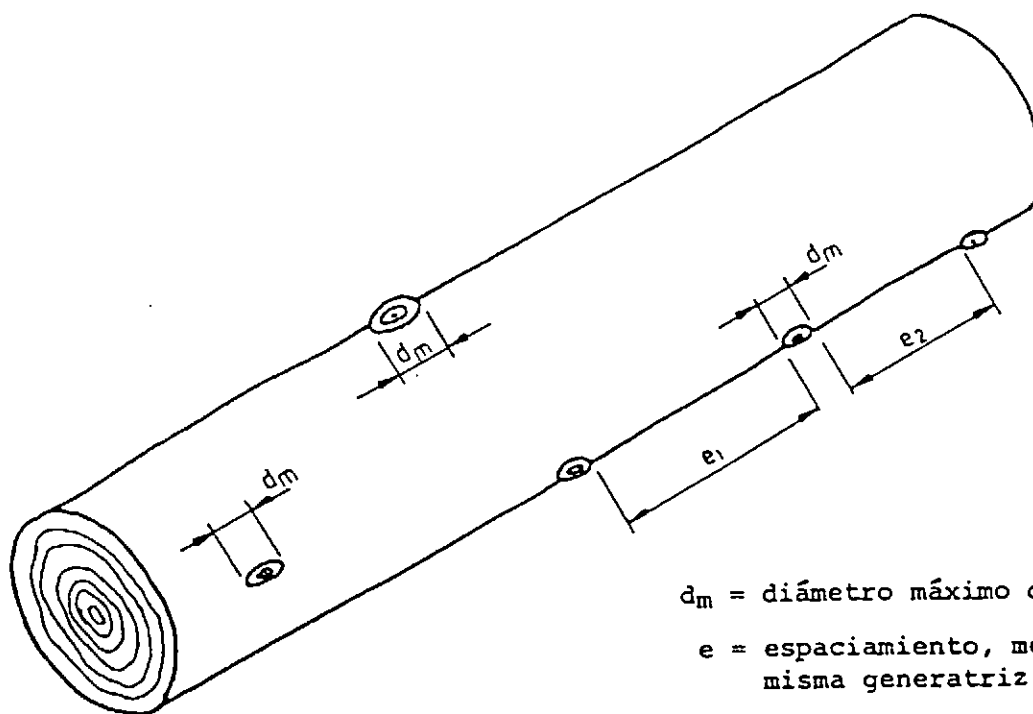
A_1 , A_2 , A_3 : superficies manchadas

FIGURA 15 - Medición de la mancha biológica.



d_m = diámetro de la médula

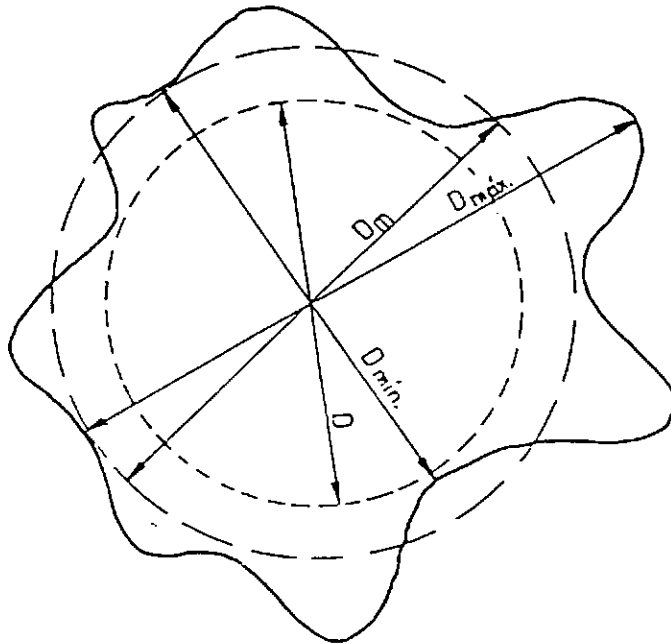
FIGURA 16 - Medición de la médula.



d_m = diámetro máximo del nudo

e = espaciamiento, medido en una misma generatriz

FIGURA 17 - Medición de los nudos.



$$D_m = \frac{D_{m\acute{a}x} + D_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$S_{irr} = \frac{D_m - D}{D} \times 100$$

$D_{m\acute{a}x}$ = diámetro máximo de la sección transversal

$D_{m\acute{i}n}$ = diámetro mínimo de la sección transversal

D_m = diámetro medio

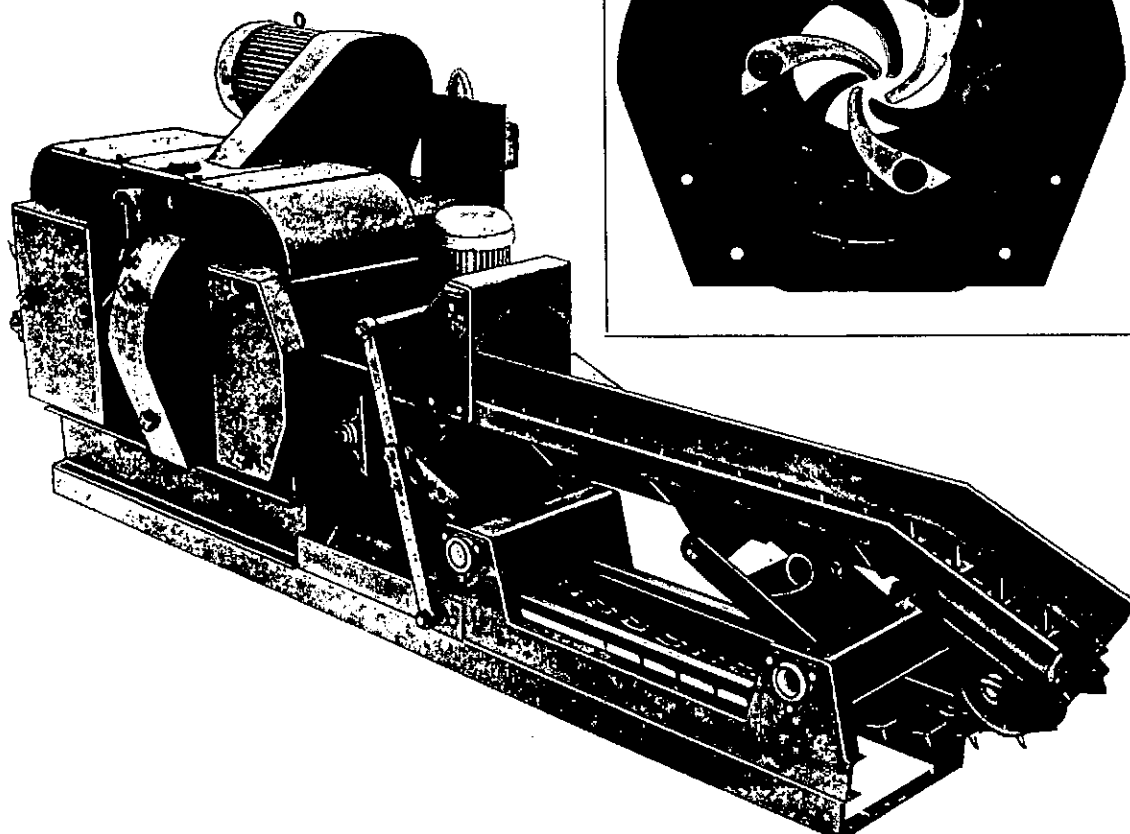
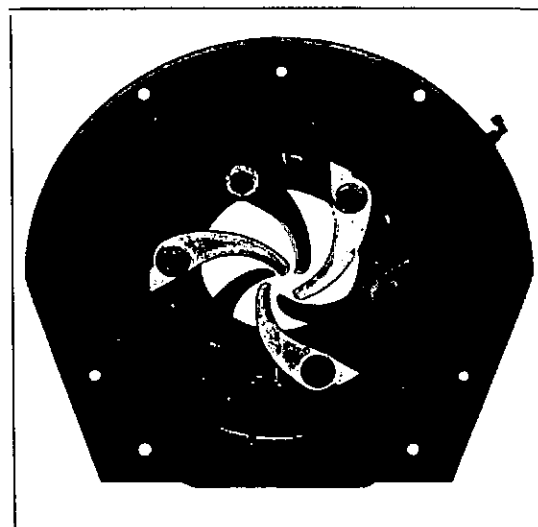
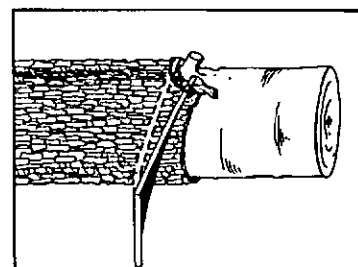
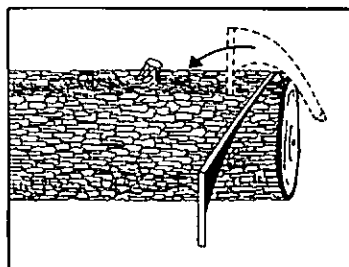
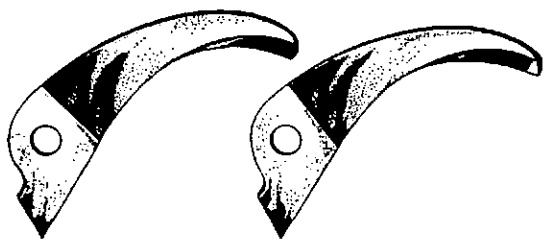
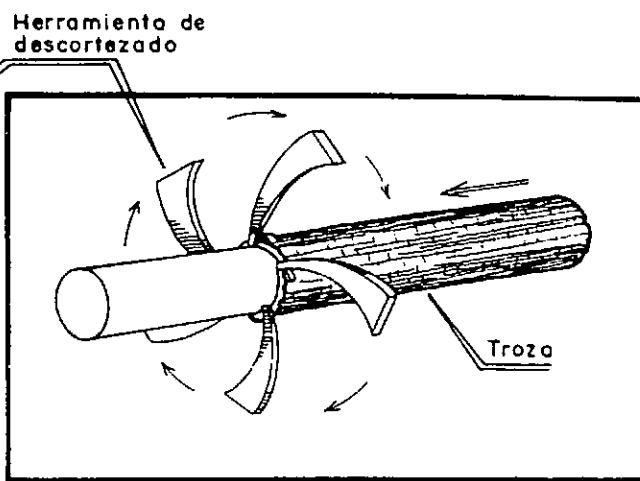
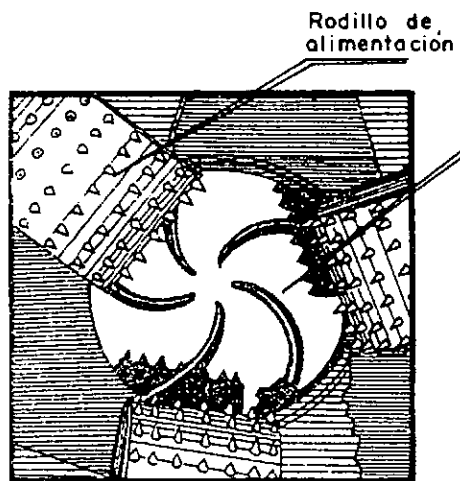
D = diámetro de aprovechamiento máximo

S_{irr} = magnitud de la sección transversal irregular.

FIGURA 18 - Medición de la sección transversal irregular

ANEXO II

DESCORTEZADOR DE ANILLO MECANICO



ANEXO III

**MAQUINARIA Y EQUIPOS PARA LA PRODUCCION
CUCHARITAS PARA HELADOS Y
PALITOS PARA ARROZ**

Fig. 1- Máquina Debobinadora

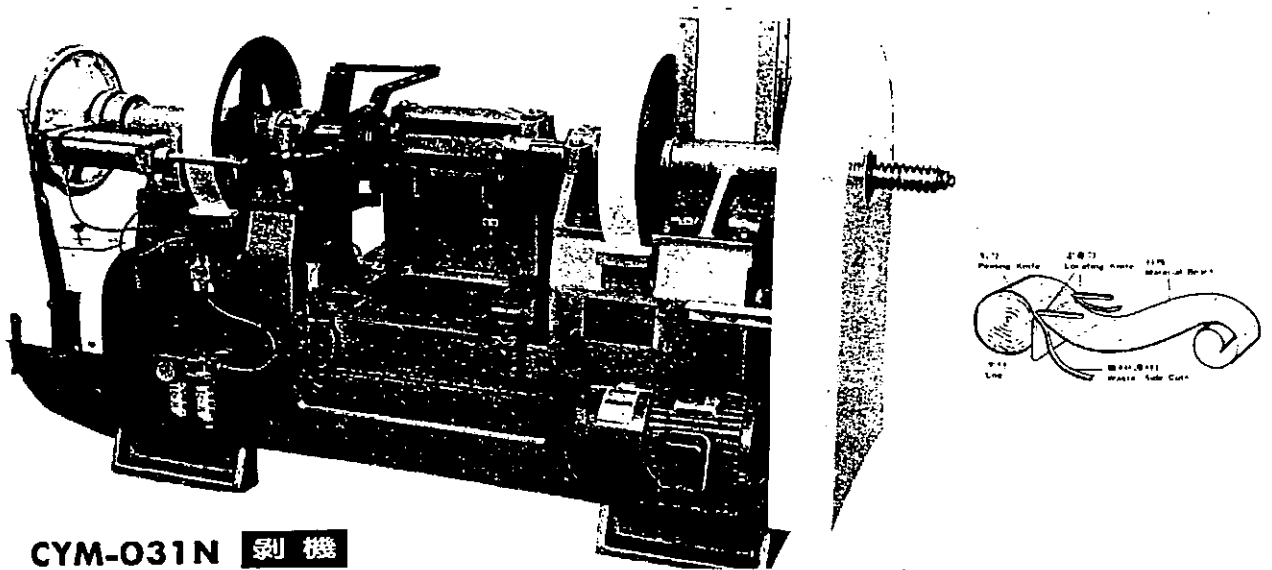
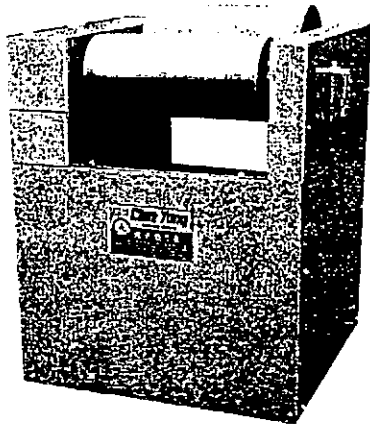


Fig. 2- Enrolladora de Láminas



CYM-030A 捲片機

Fig. 3- Formadora Automática de Palitos

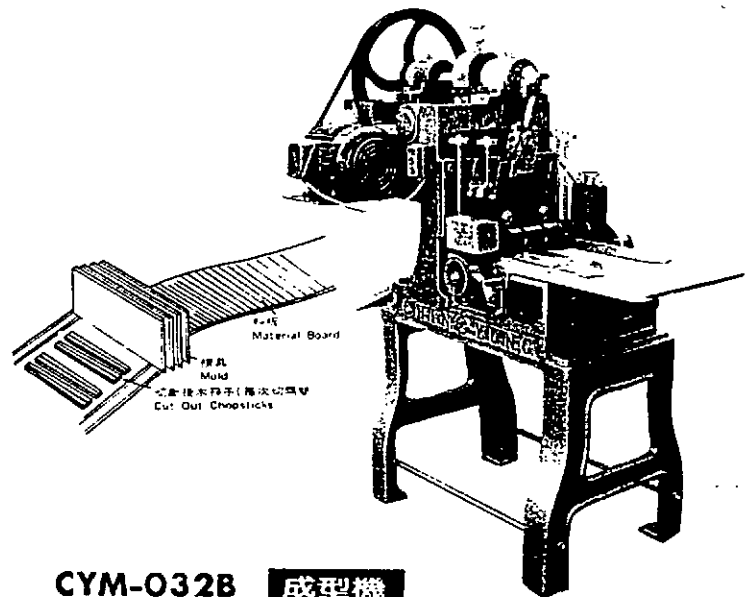
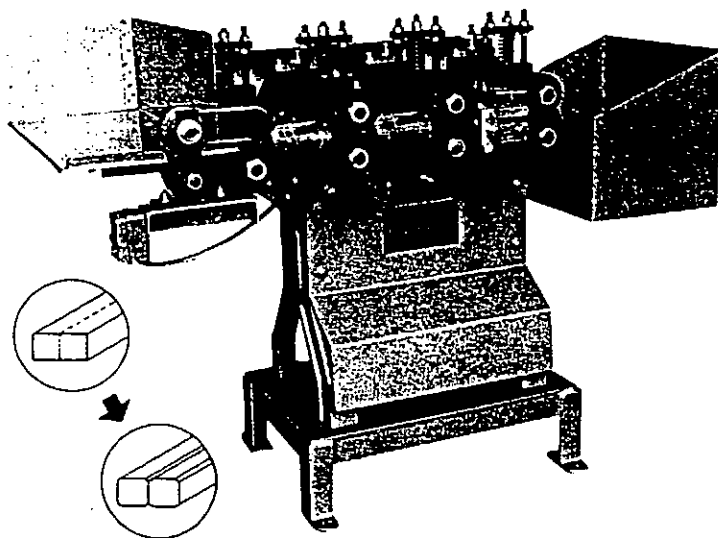
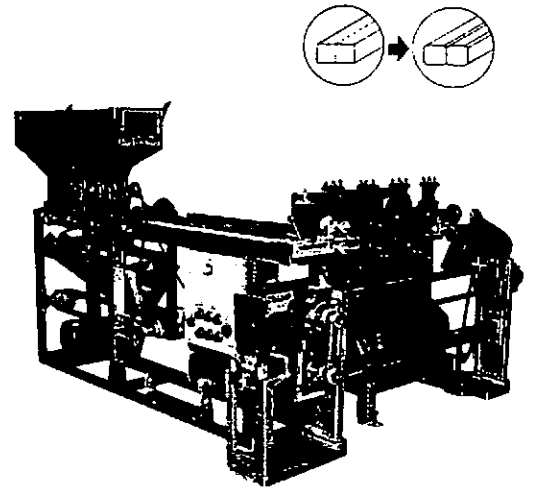


Fig. 4- Máquinas Rebajadoras de Aristas de Palitos



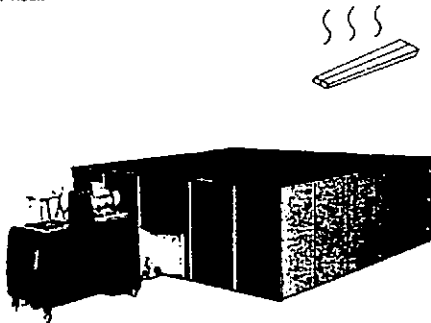
CYM-033 面取機



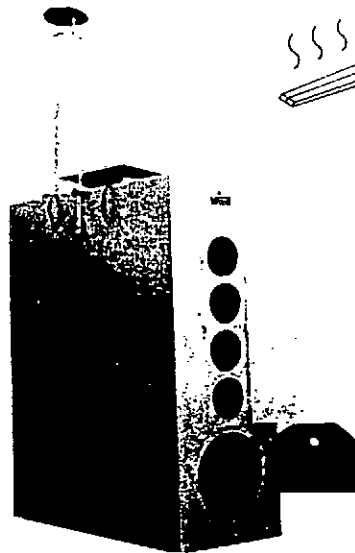
CYM-033B 自動面取機

Fig. 5- Hornos Secaderos de Palitos

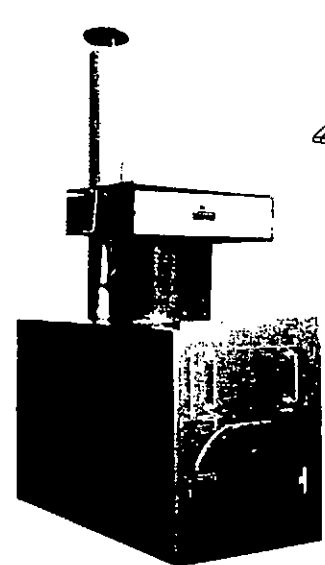
本機以煤油或高級柴油為燃料，其氧化燃燒，熱風溫度，外氣溫可達 $10^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，每分鐘熱風量為 62 m^3 ，外氣溫每加 10°C ，每小時耗油量 1.1 L 。
By burning Kerosene or High Test Diesel, this machine can produce vaporized fire power to dry Bamboo & Wood ware. The hot air temperature is kept at 10°C to 60°C . The hot air quantity is 62 M^3 per minute. To add per 10°C temperature should consume 1.1 L fuel per Hour.



CYM-082 乾燥機



CYM-083M 乾燥機



CYM-083L 乾燥機

Fig. 6- Máquina Empaquetadora de Palitos

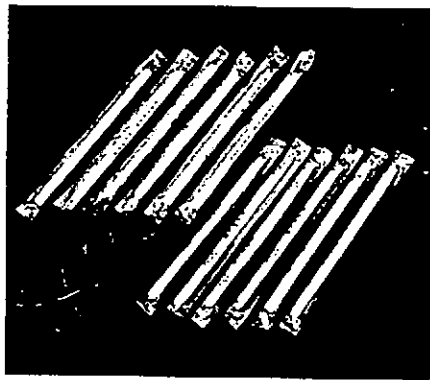
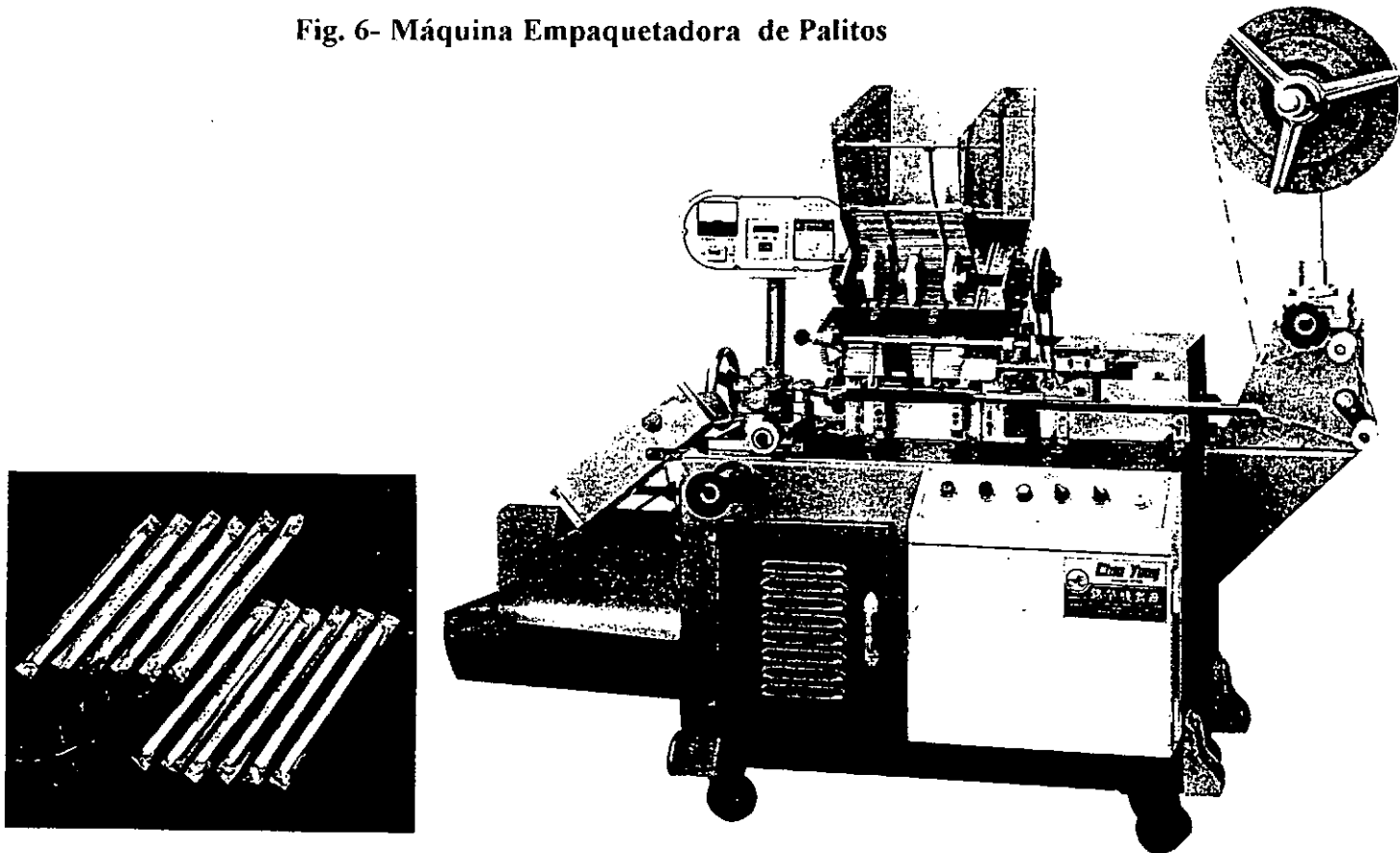
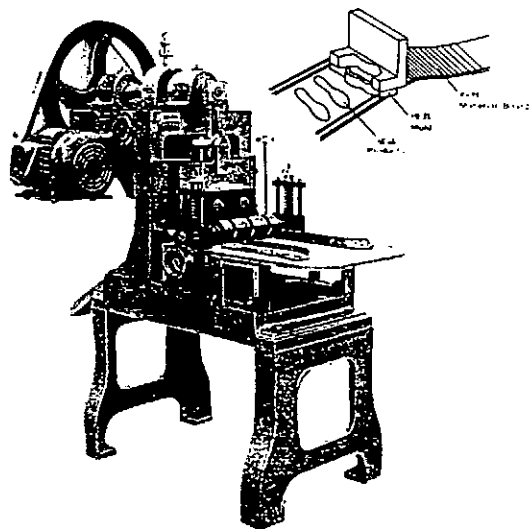


Fig. 7- Máquina Formadora de Cucharitas



CYM-032N 成型機

Fig. 8- Máquina Empaquetadora de Cucharitas

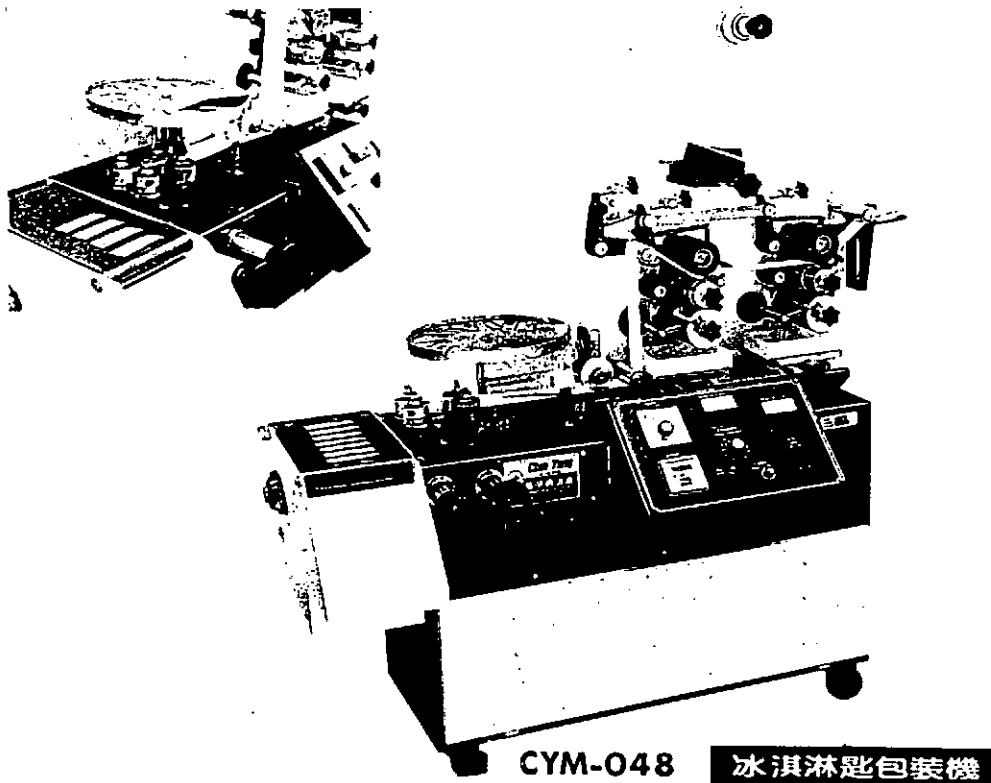


Fig. 9- Máquina Pulidora de Palitos

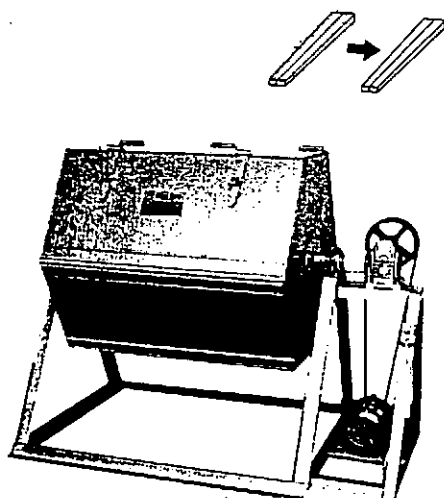
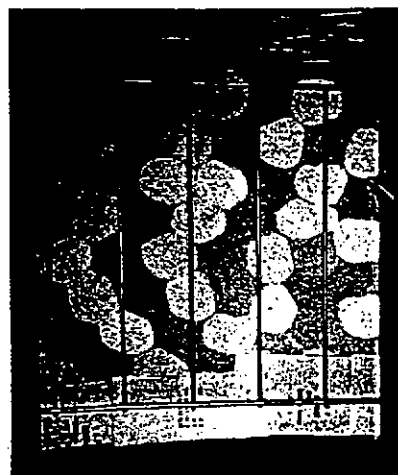


Fig. 10- Empaquetado y Apilado de Palitos en el Horno Secadero



CYM-651 六角筒磨光機

ANEXO IV

**MAQUINARIA Y EQUIPOS PARA LA PRODUCCION
DE LAMINAS DE ALTA CALIDAD**

Fig. 1- Máquina Debobinadora de Trozas

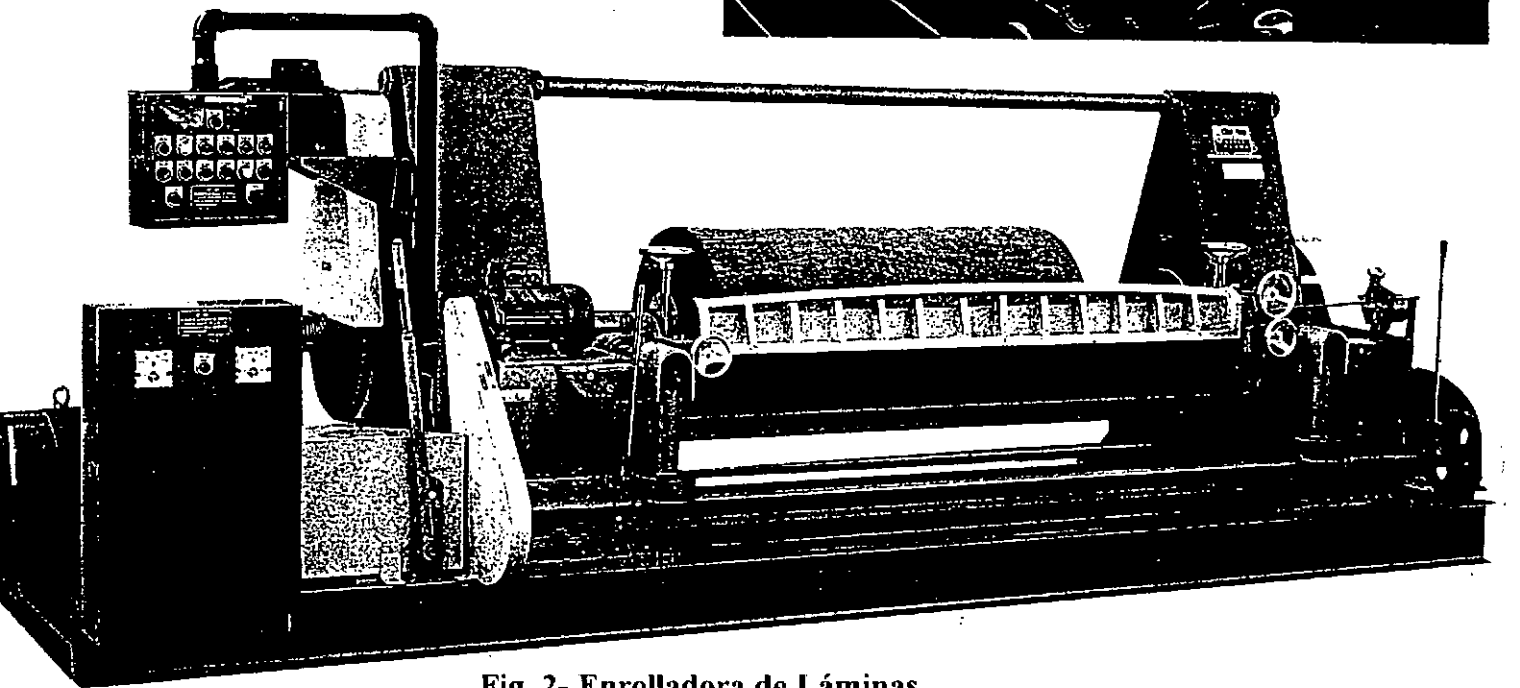
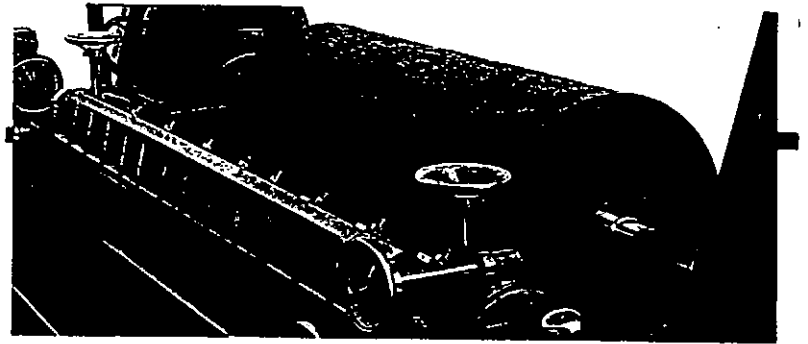
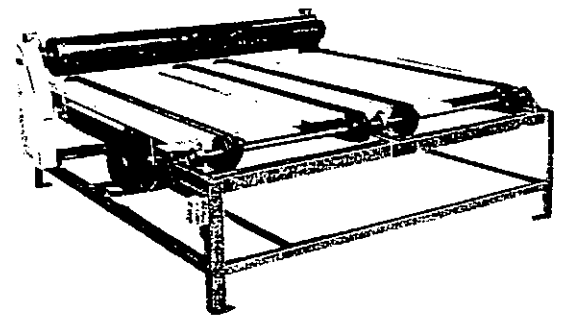
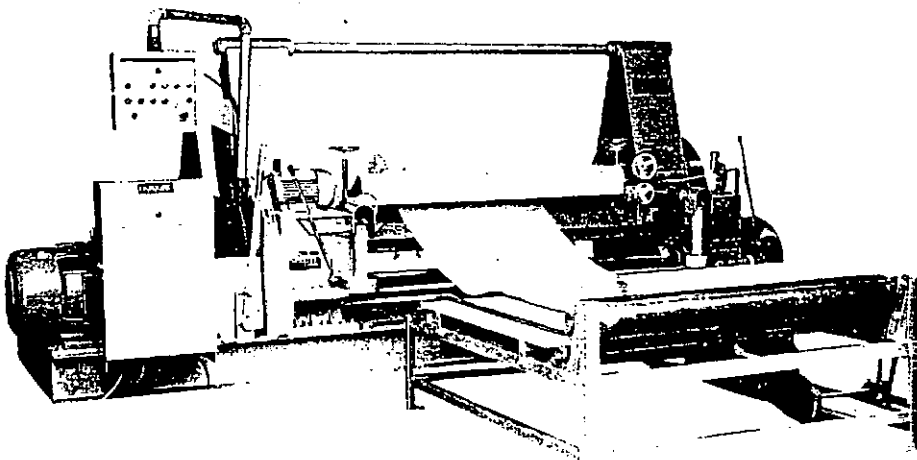


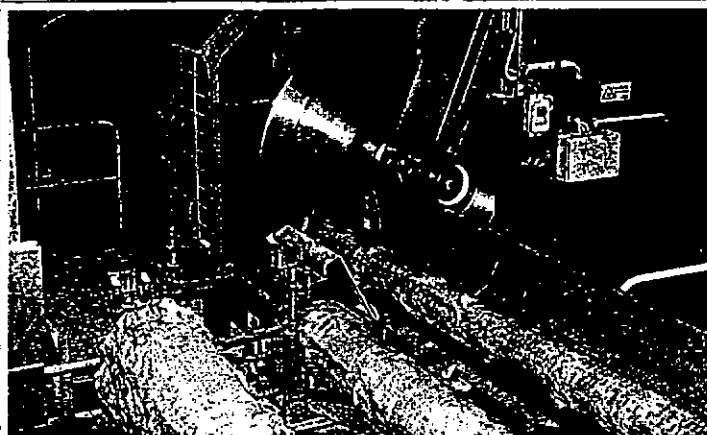
Fig. 2- Enrolladora de Láminas

CYM-O31D



CYM-O30D

Fig. 3- Máquinas Tronzadora y Debobinadora de Trozas
Horno Secador de Láminas



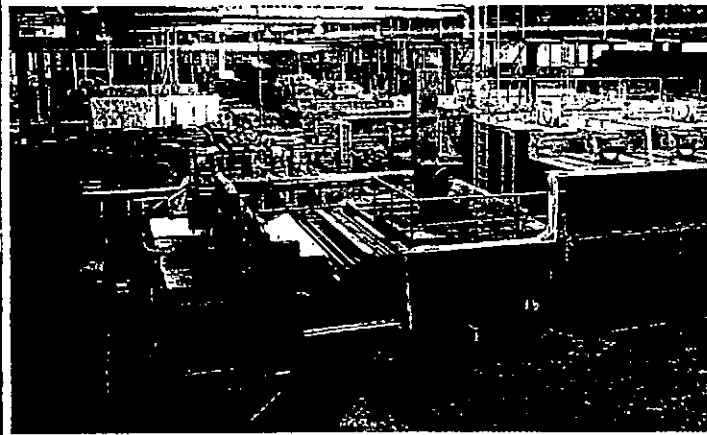
Líneas de manejo de trozas

- descortezador de trozas
- detector de metales
- scanner optimizador de trozas
- sierra de corte transversal de trozas
- tecnología de trozas de diámetro pequeño
- manejo eficiente de trozas
- recuperación de materia prima aumentada
- alta capacidad



Líneas de desenrollo

- centralizador XY a láser
- tornos de láminas
- enrolladoras
- guillotina rotatoria
- apiladoras de vacío
- procesamiento de alta velocidad de trozas de diámetro pequeño
- nuevas materias primas más baratas
- líneas de producción a medida del cliente
- control de proceso optimizado



Líneas secadoras

- secadores de rodillos
- secadores de malla
- secadores de malla a presión
- condiciones optimizadas de secado y eficiencia energética
- alta calidad de laminas
- alta capacidad

Fig. 4- Línea de Producción de Láminas de Alta Calidad

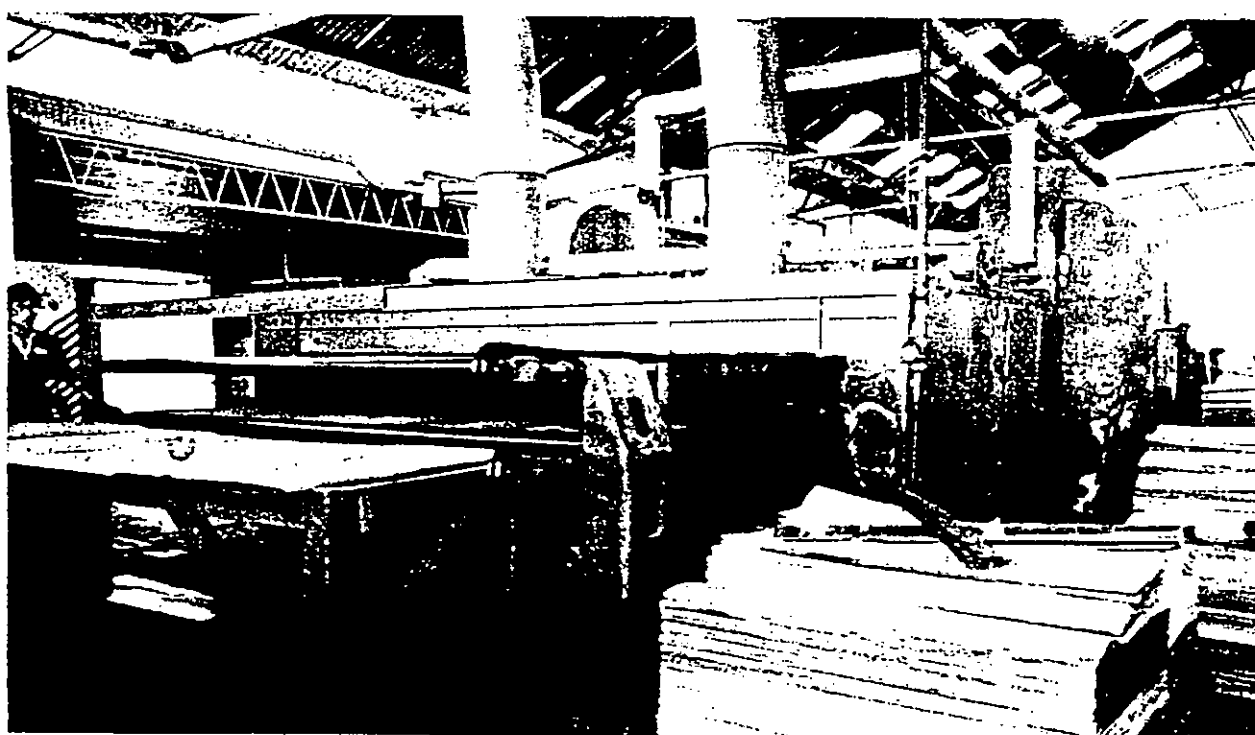
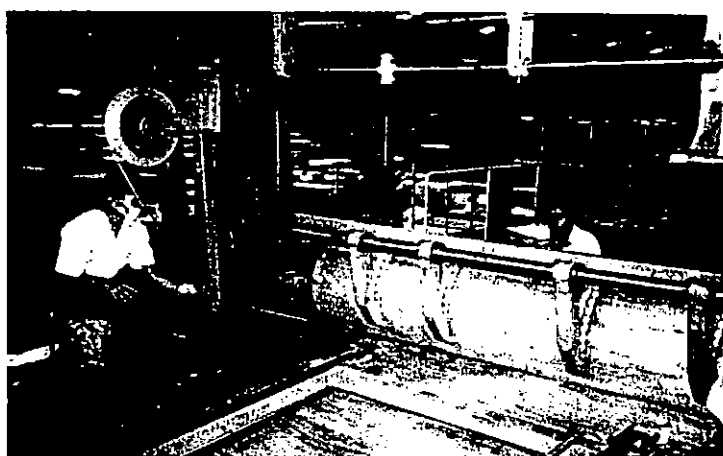
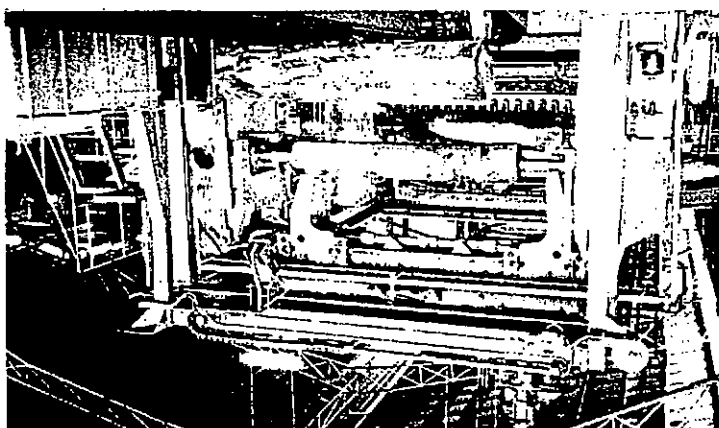
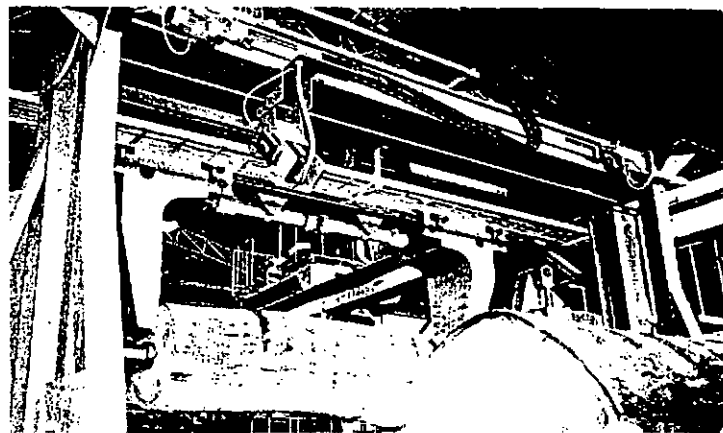


FIGURA 10: Secador continuo para chapa

Fig. 5- Detalle de la Obtención de la Lámina Continua

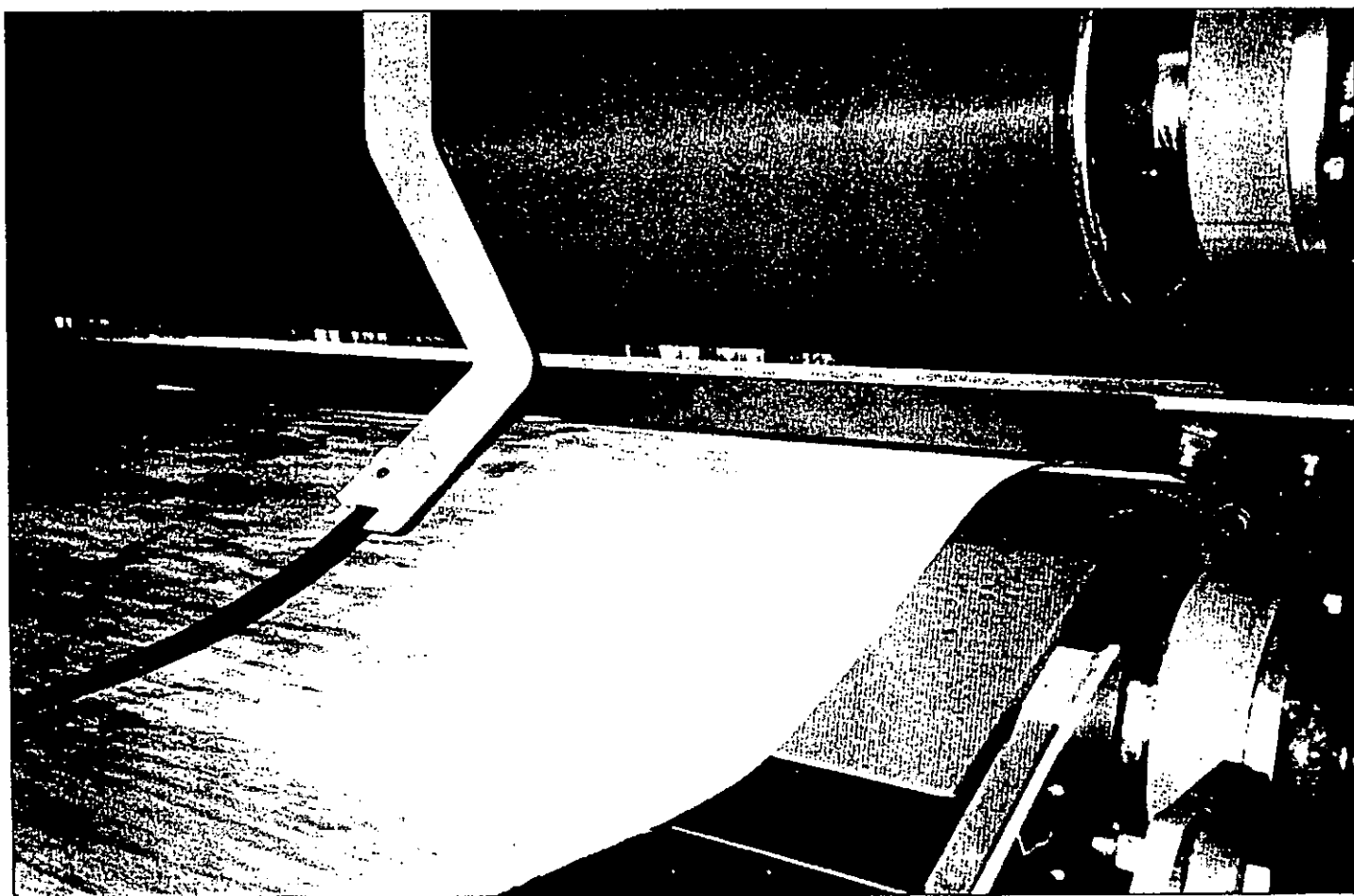
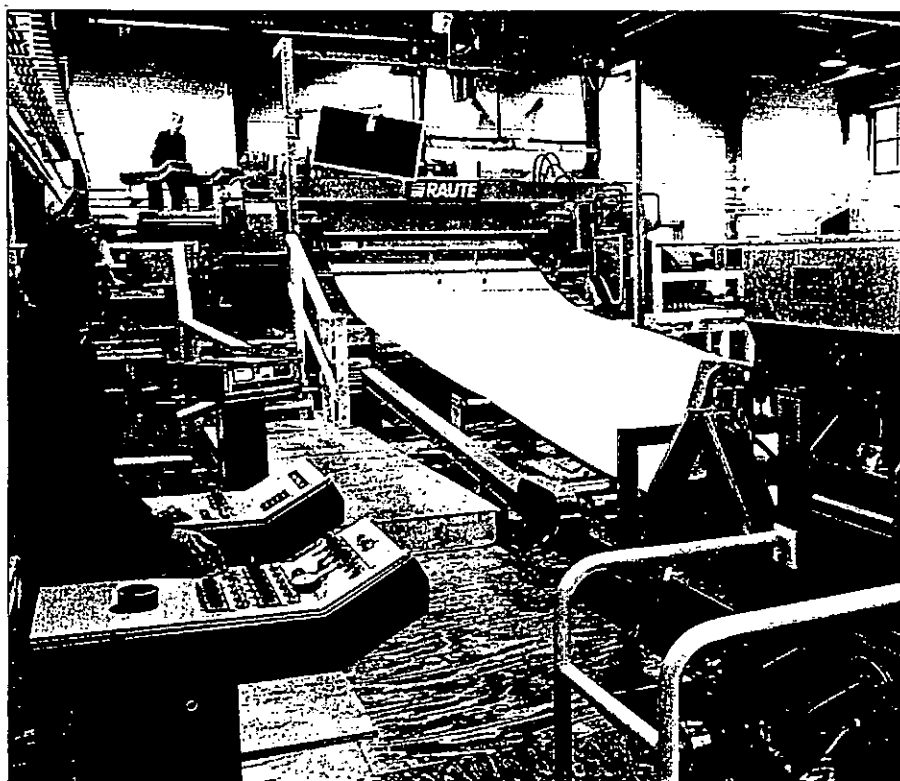


Fig. 6- Guillotinado y Apilado de Láminas

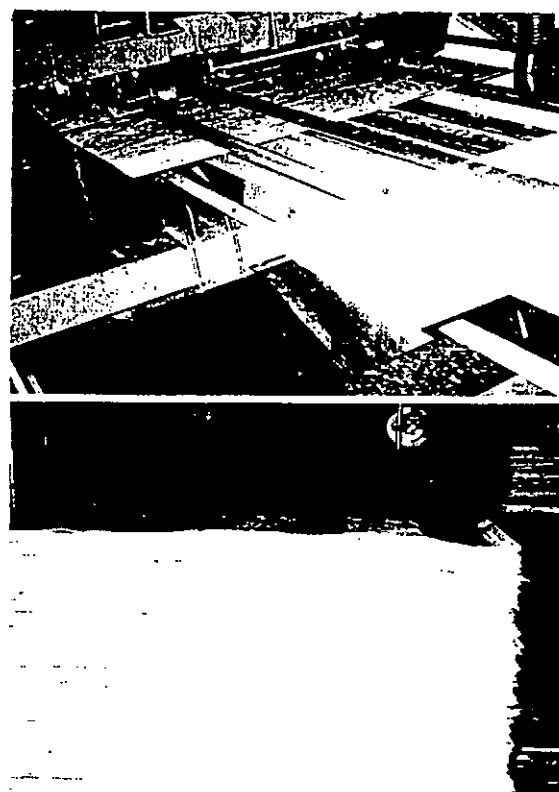
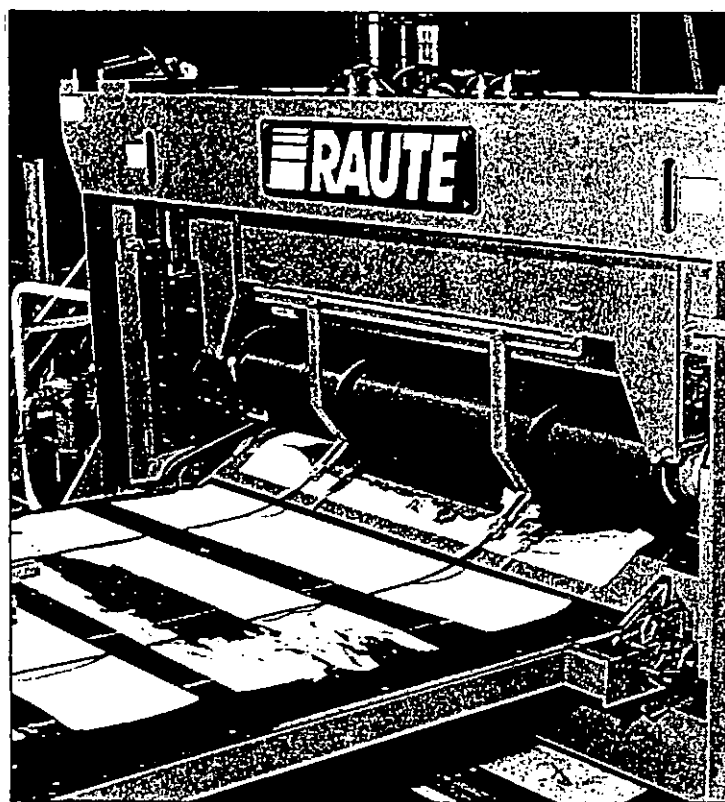
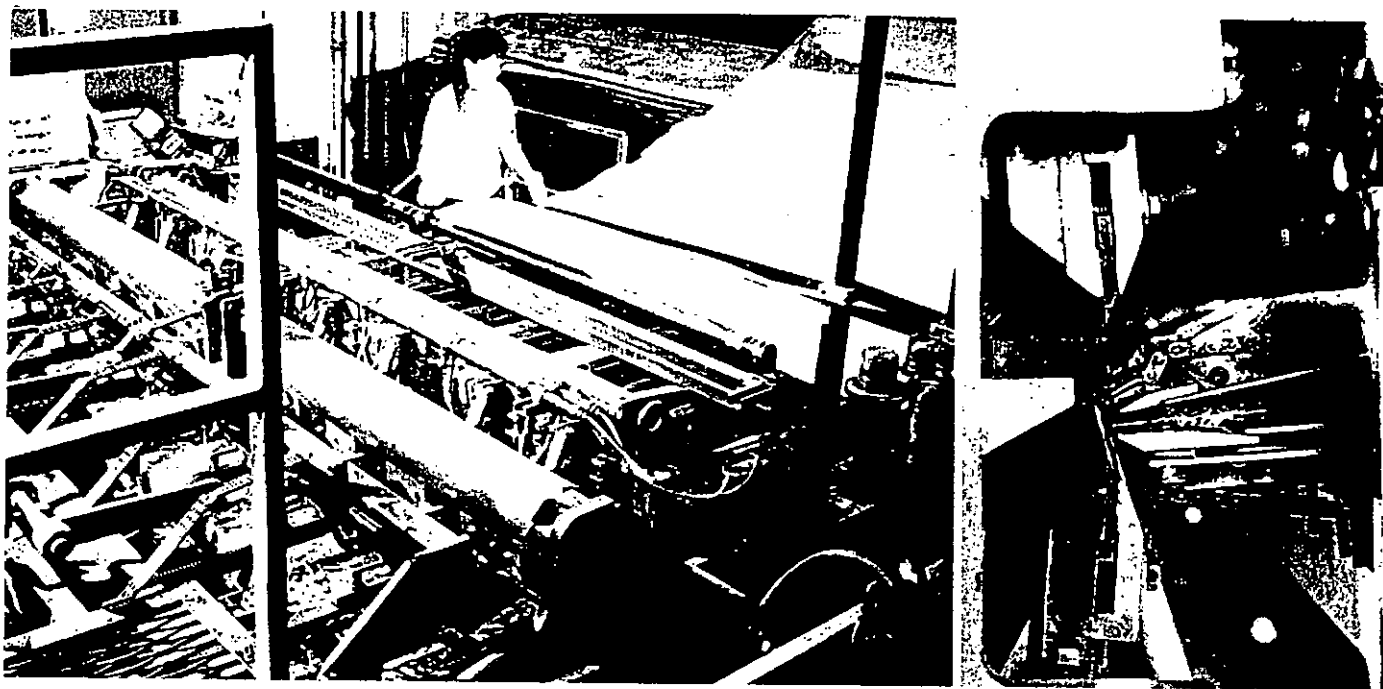


Fig. 7- Esquema de Corte del Torno Debobinador

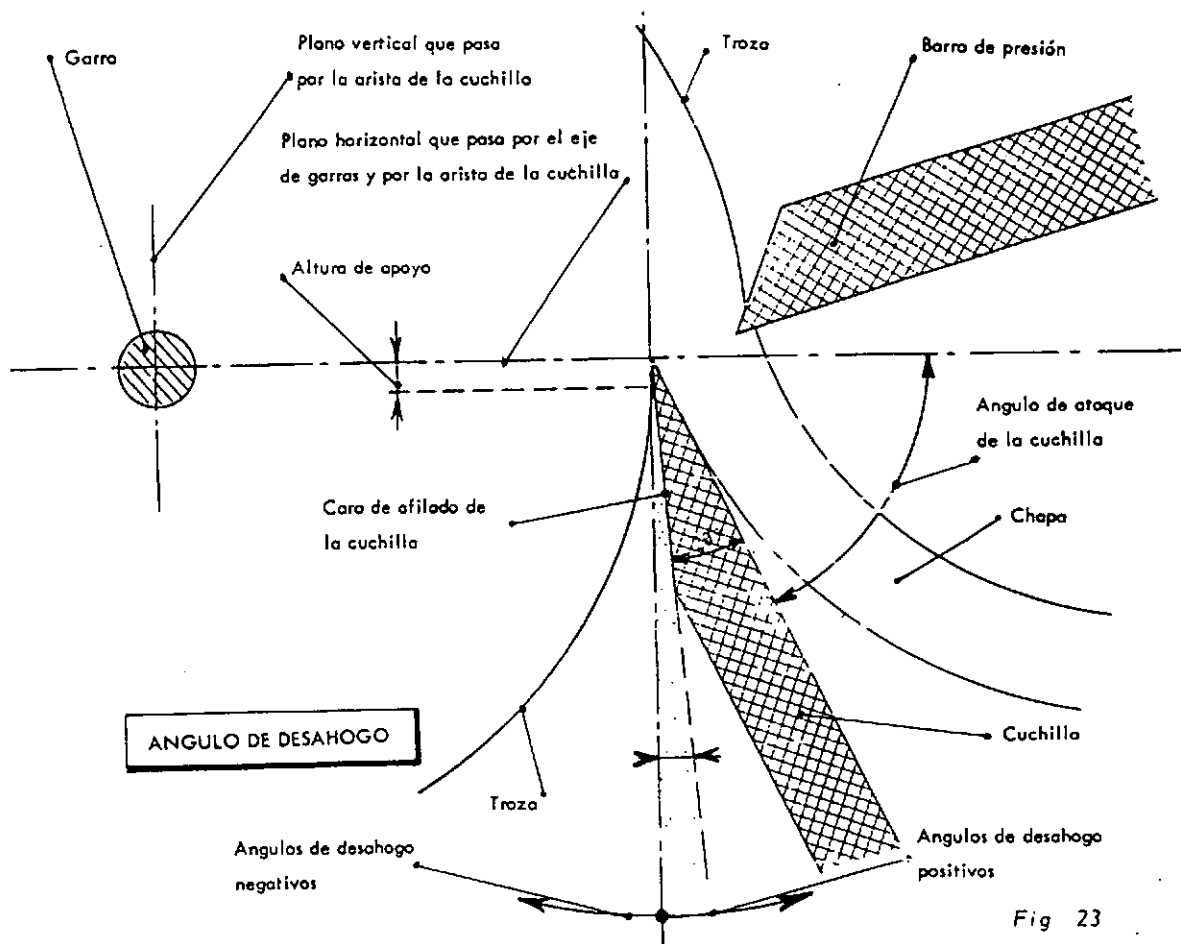


Fig 23

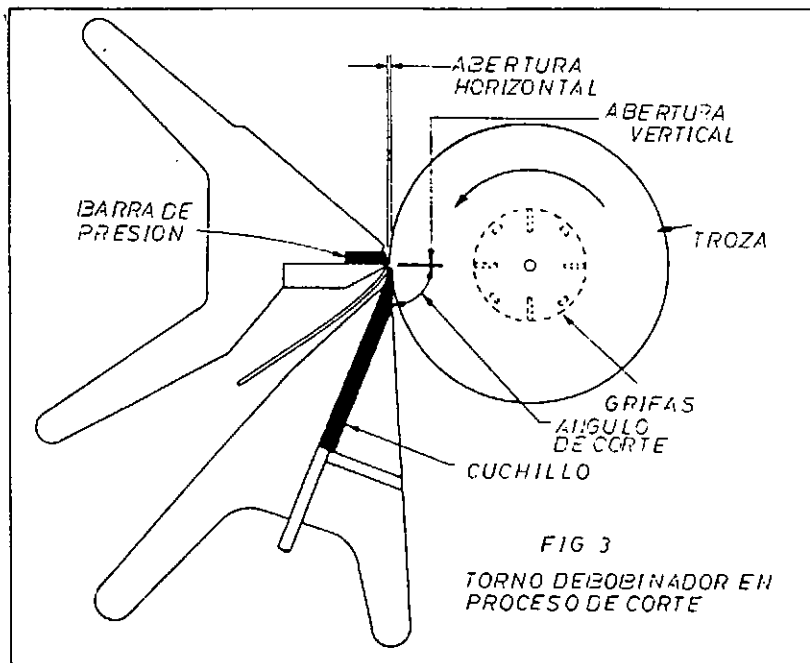
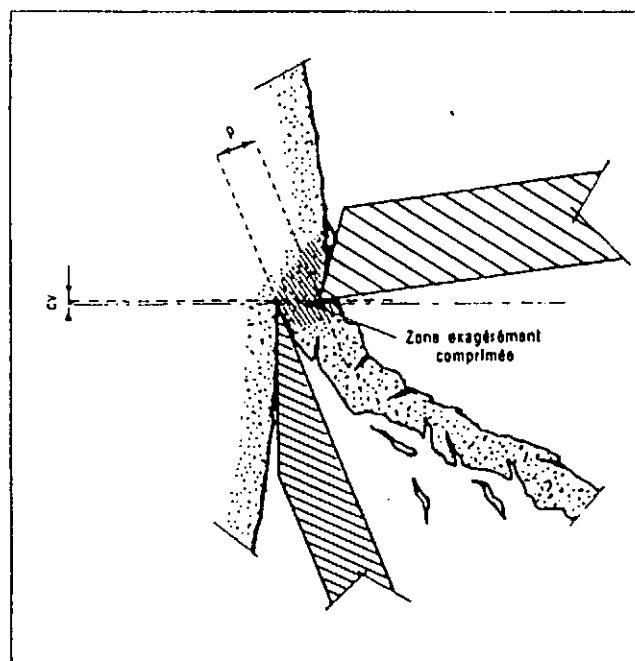
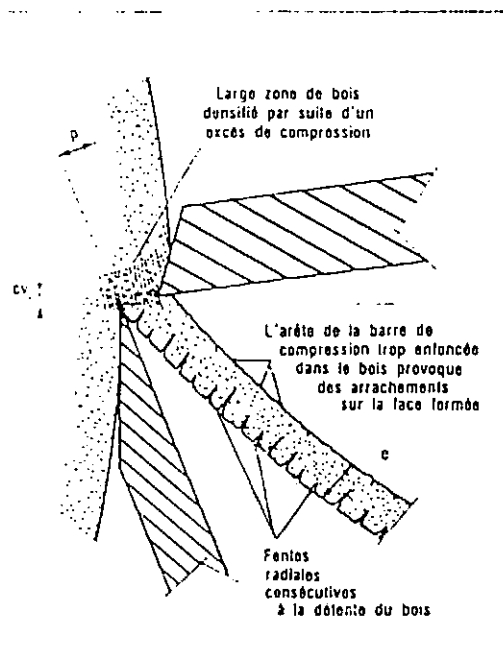
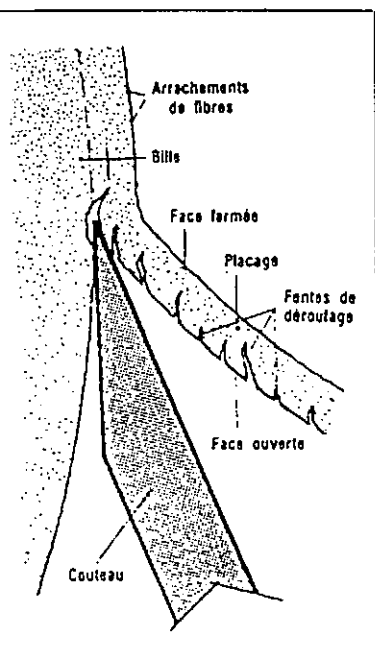
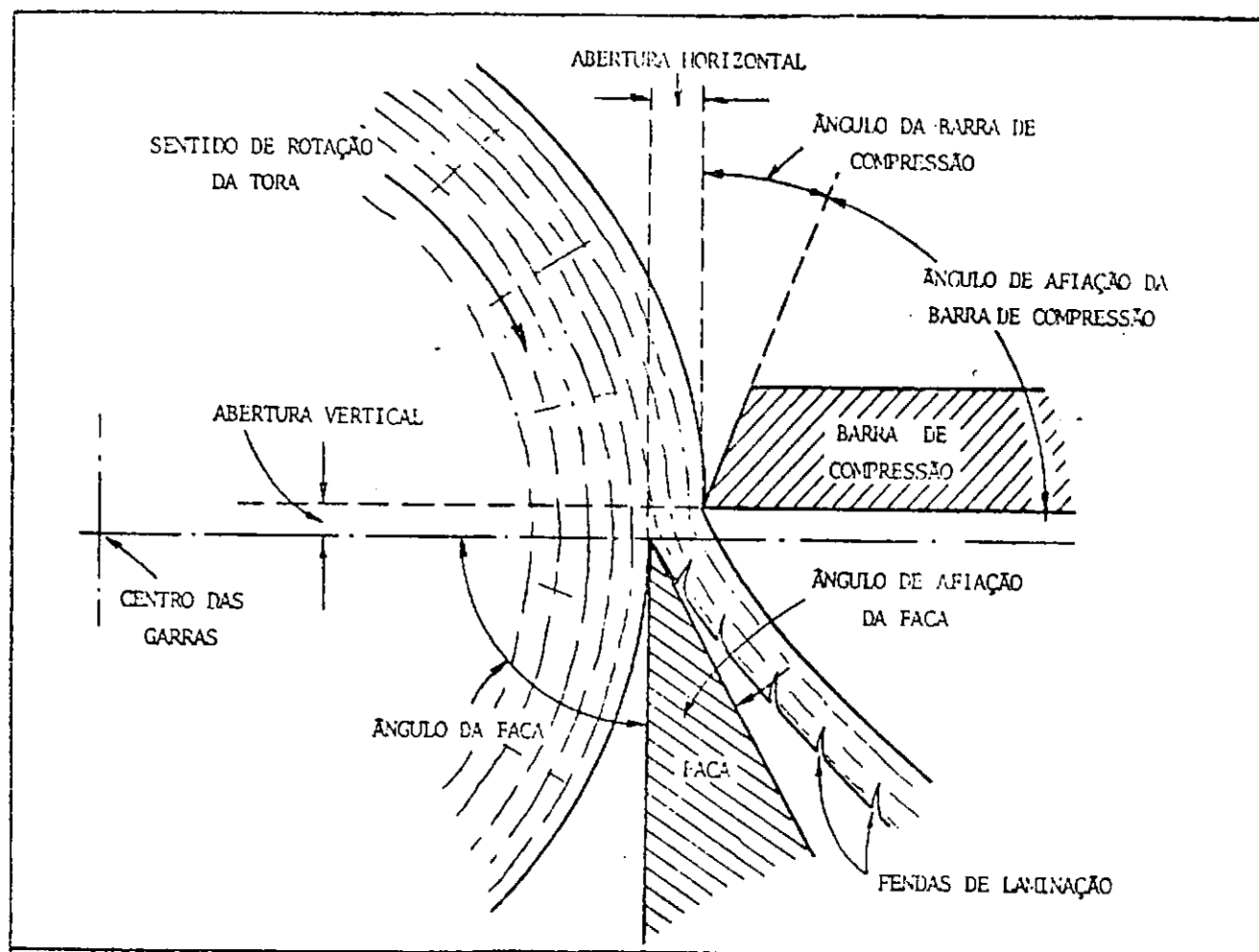


Fig. 8- Esquemas de Cortes Defectuosos en Obtención de Láminas con Grietas Superficiales



ANEXO V

**MAQUINARIA Y EQUIPOS PARA LA PRODUCCION
DE ASTILLAS DE MADERA**

Fig. 1- Astillador de Disco

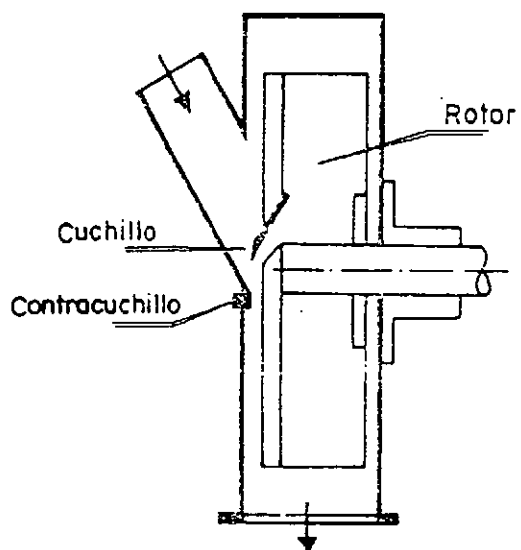


Fig. 2- Astillador de Tambor

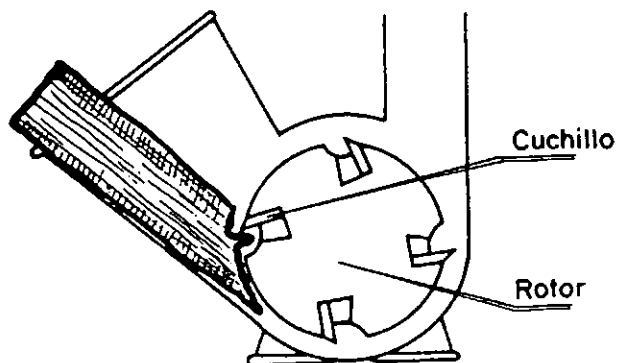


Fig. 3- Esquema del Transporte Neumático de Astillas

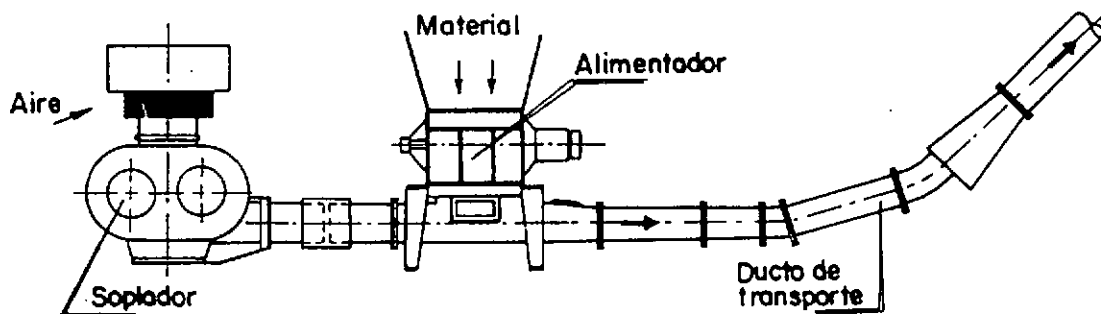


Fig. 4- Chipera de Tambor para Madera(Marca Götttert. Modelo TGT)

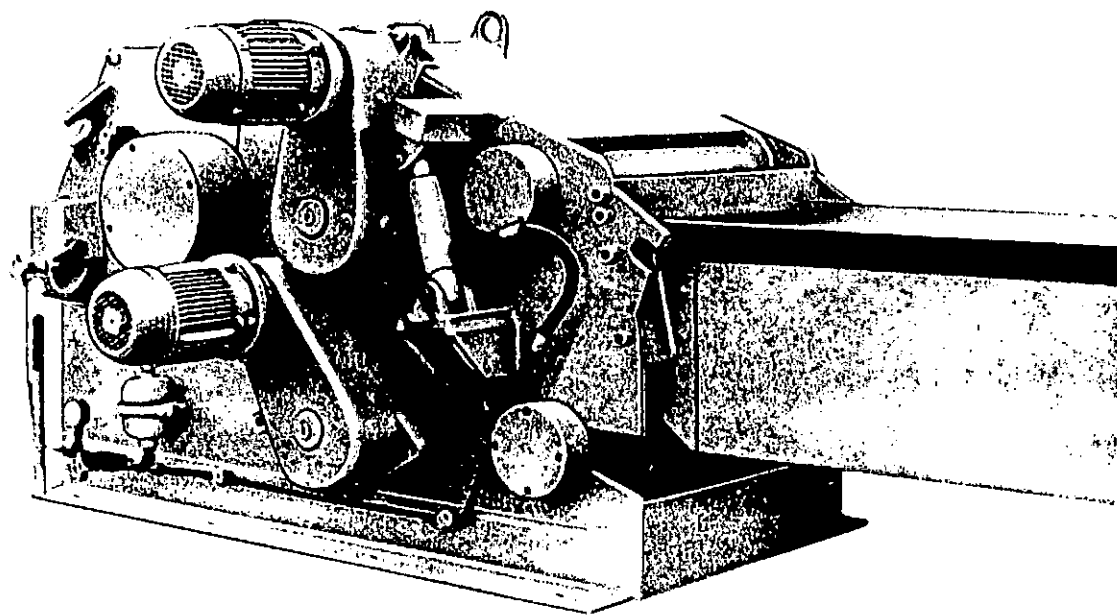
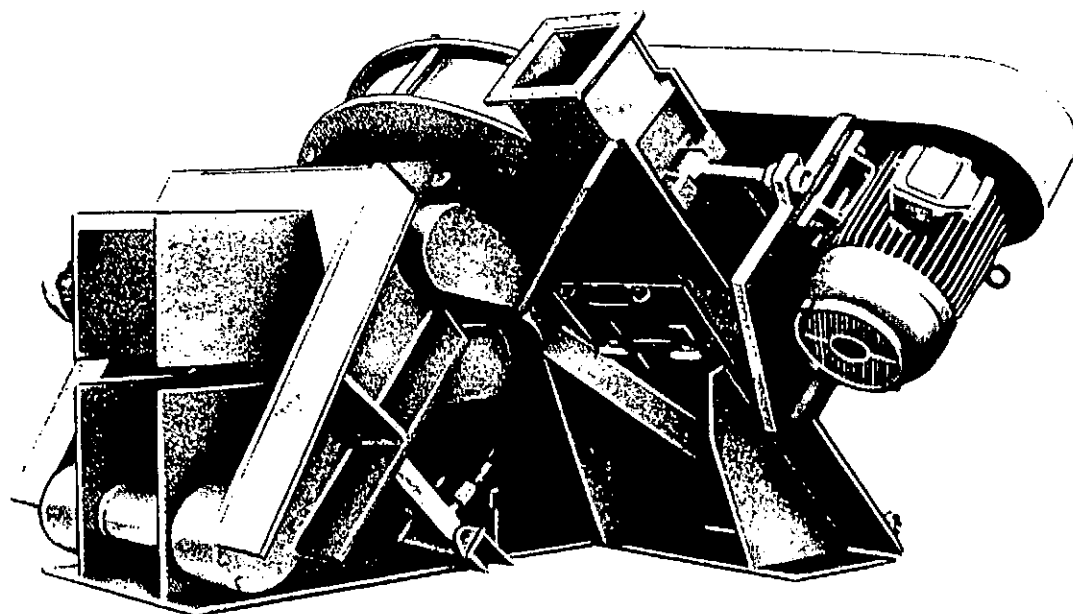


Fig. 5- Chipera de Disco para Madera (Marca Götttert. Modelo TGD)



ANEXO VI

**MAQUINARIA Y EQUIPOS PARA LA PRODUCCION
DE PIEZAS ESTRUCTURALES DE PANELES**

Fig. 1-Eschema del Perfilado de Rollizos Clasificados y Descortezados

Referencias

PS= Astillado de los costaneros

W= Giro de la troza a 90°

Mo= Retorno de la Troza a la Astilladora de Costaneros

Fkr= Fresado de los dos primeros cantos redondeados

F = Fresado de los dos cantos redondeados restantes

Dkr= Aserrado de la troza sin costaneros ni cantos redondeados

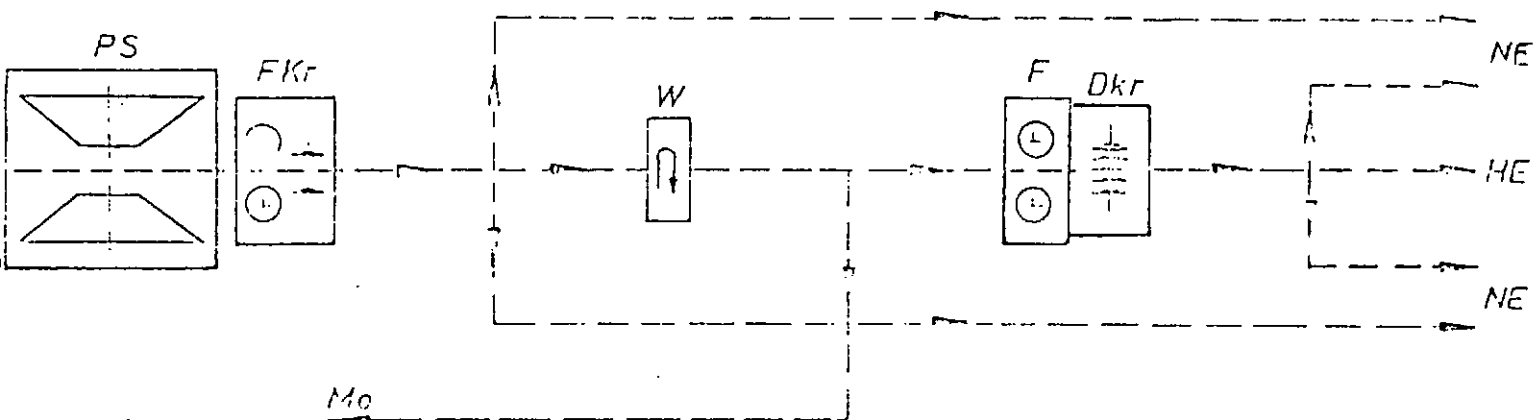


Fig. 2-Esquema del Fresado de Cantos Redondeados y Obtención de Tablas Cortas

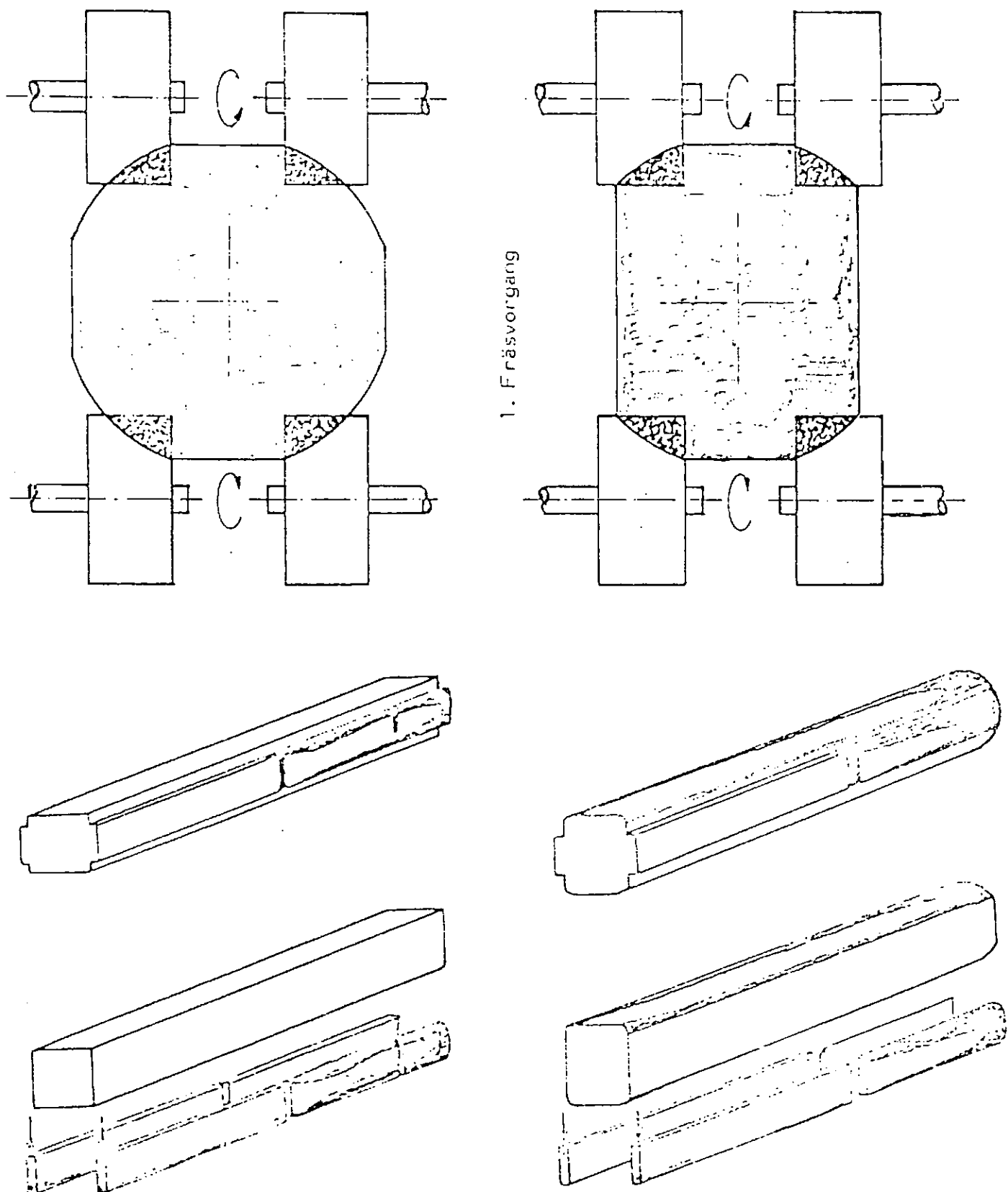


Fig. 3-Esquema del Astillado de los Costaneros de la Troza

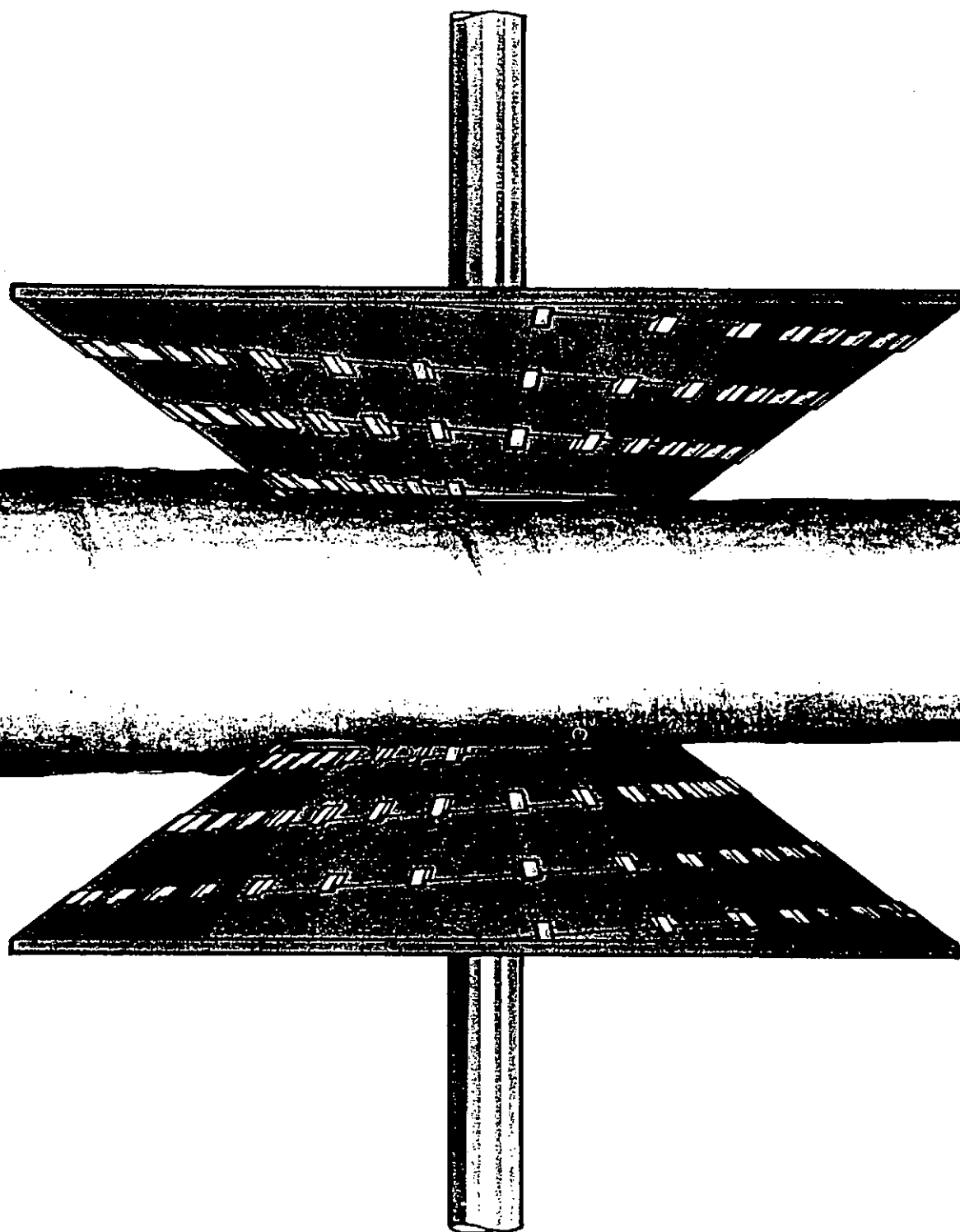


Fig. 4-Máquina Astilladora de Costaneros de Trozas

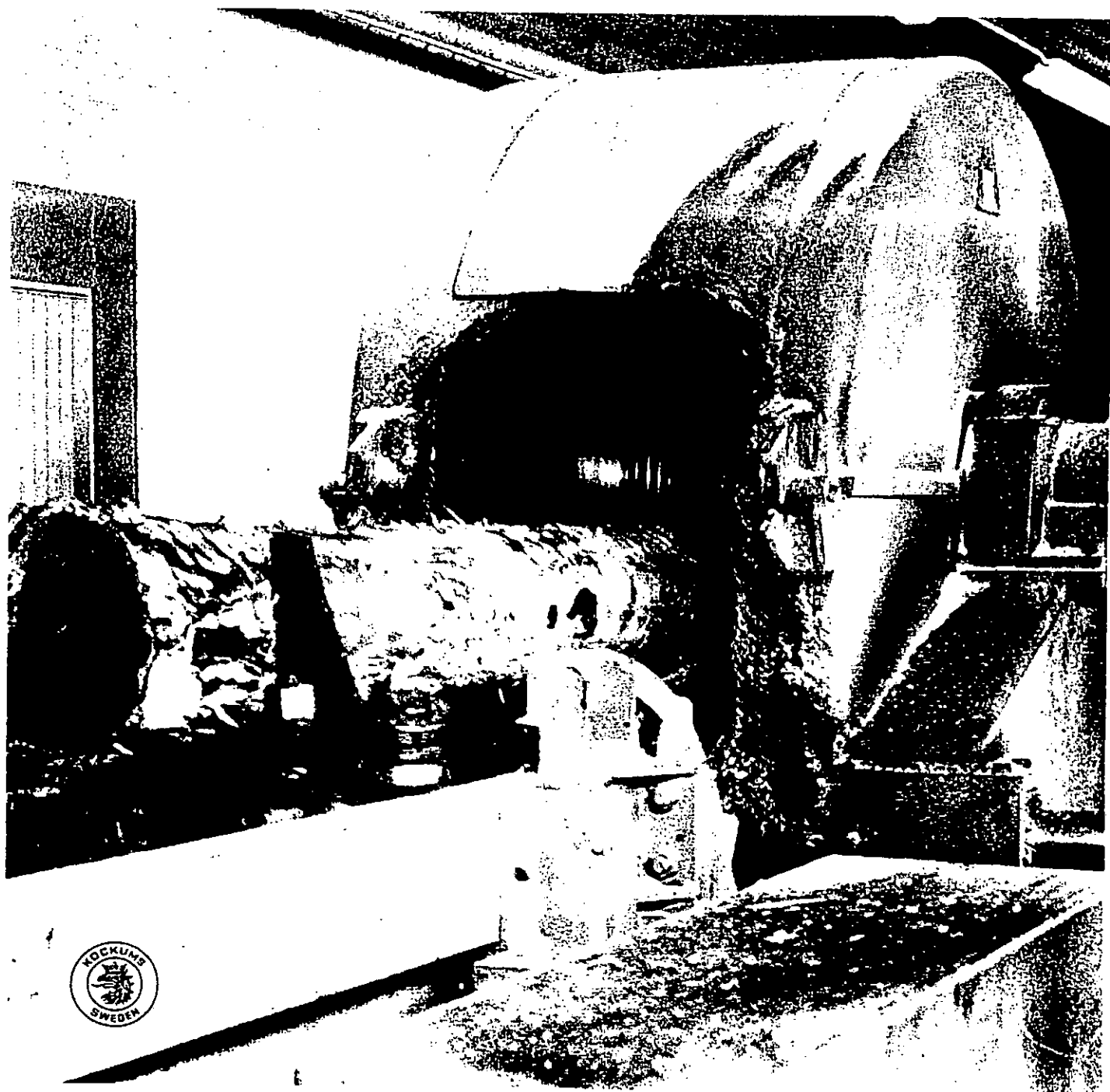
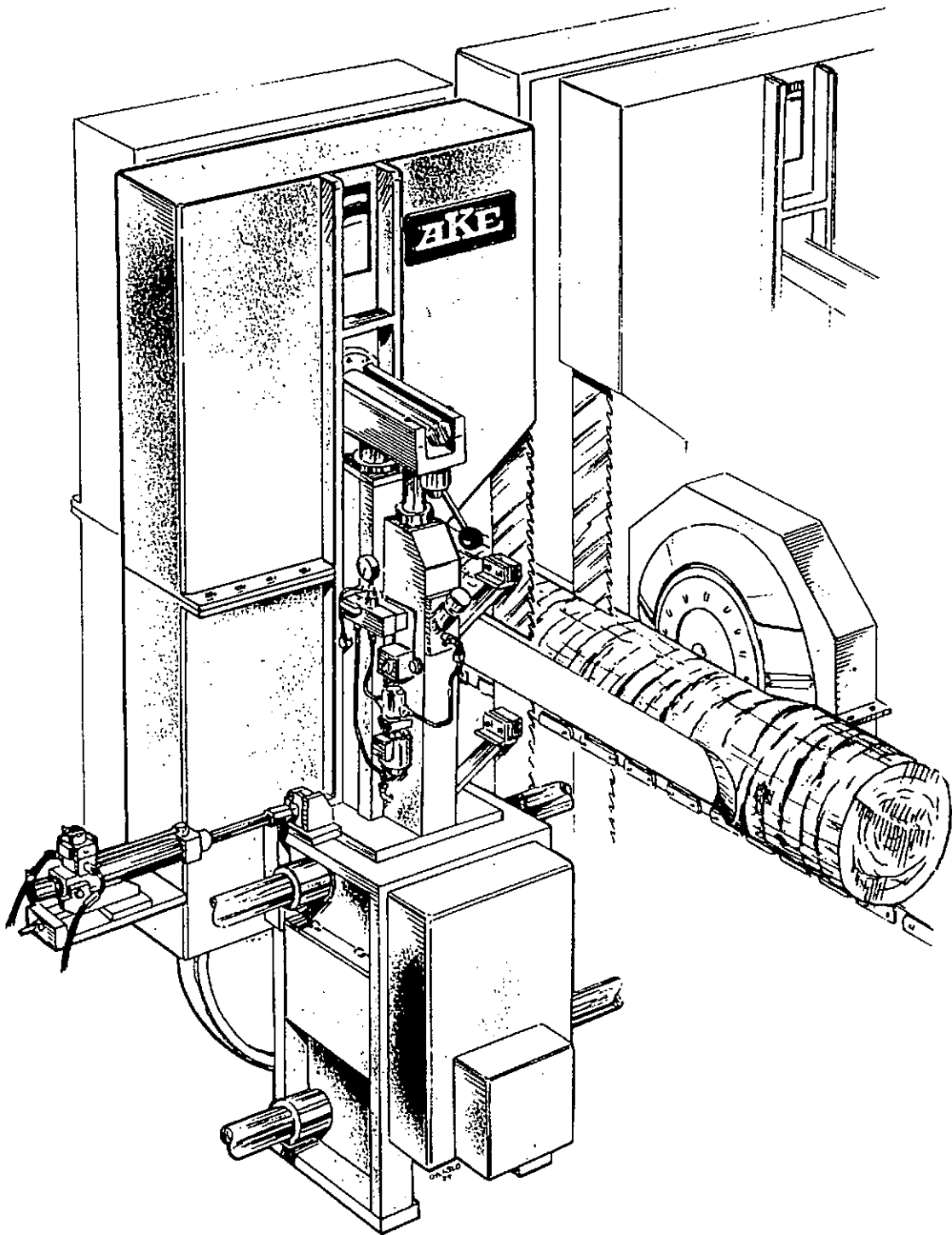


Fig. 5-Máquina de Sierras Sinfin Doble con Astilladora de Disco



**Fig. 6-Tecnología de Punta para la Obtención
de Piezas Estructurales de Paneles**

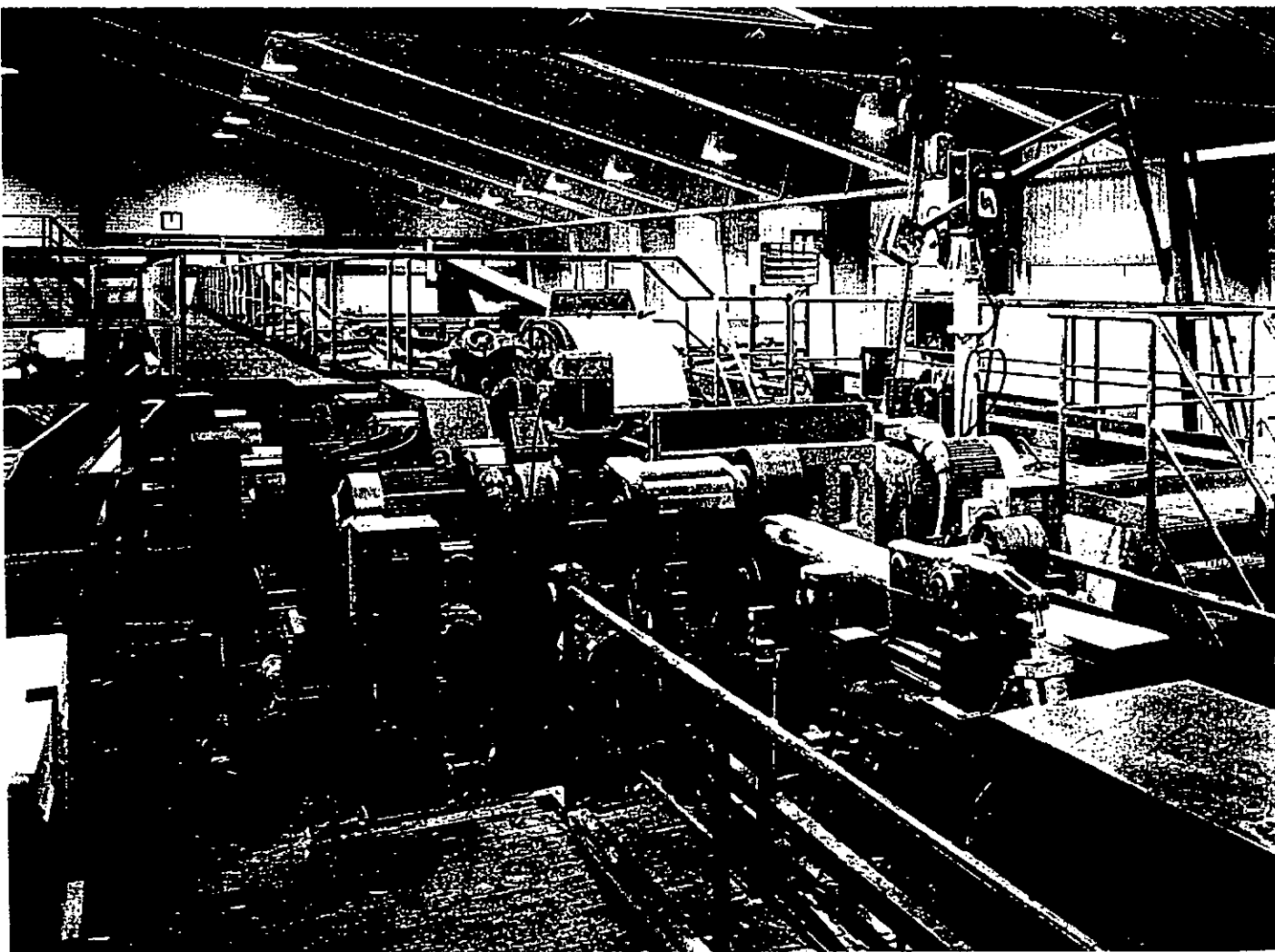
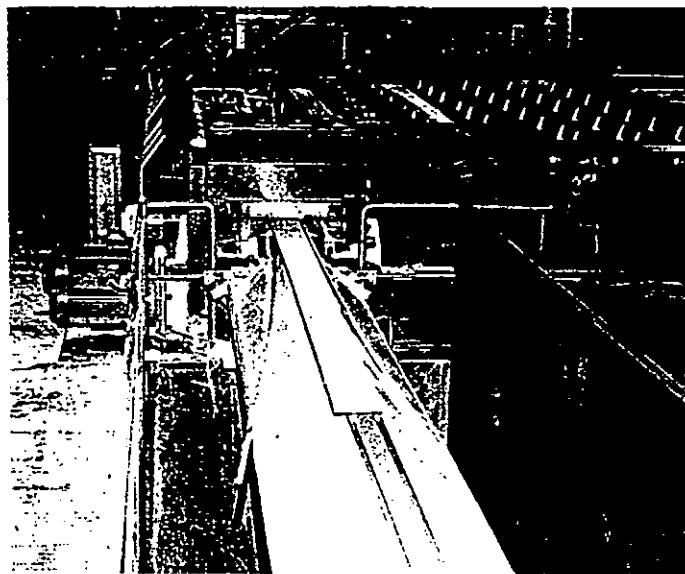
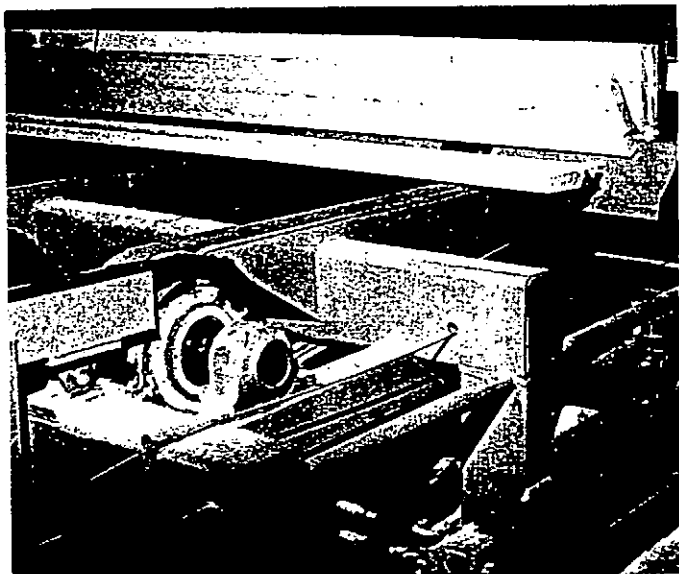


Fig. 7-Esquemas de Corte Para la Obtención de Piezas Estructurales y Tablas Laterales

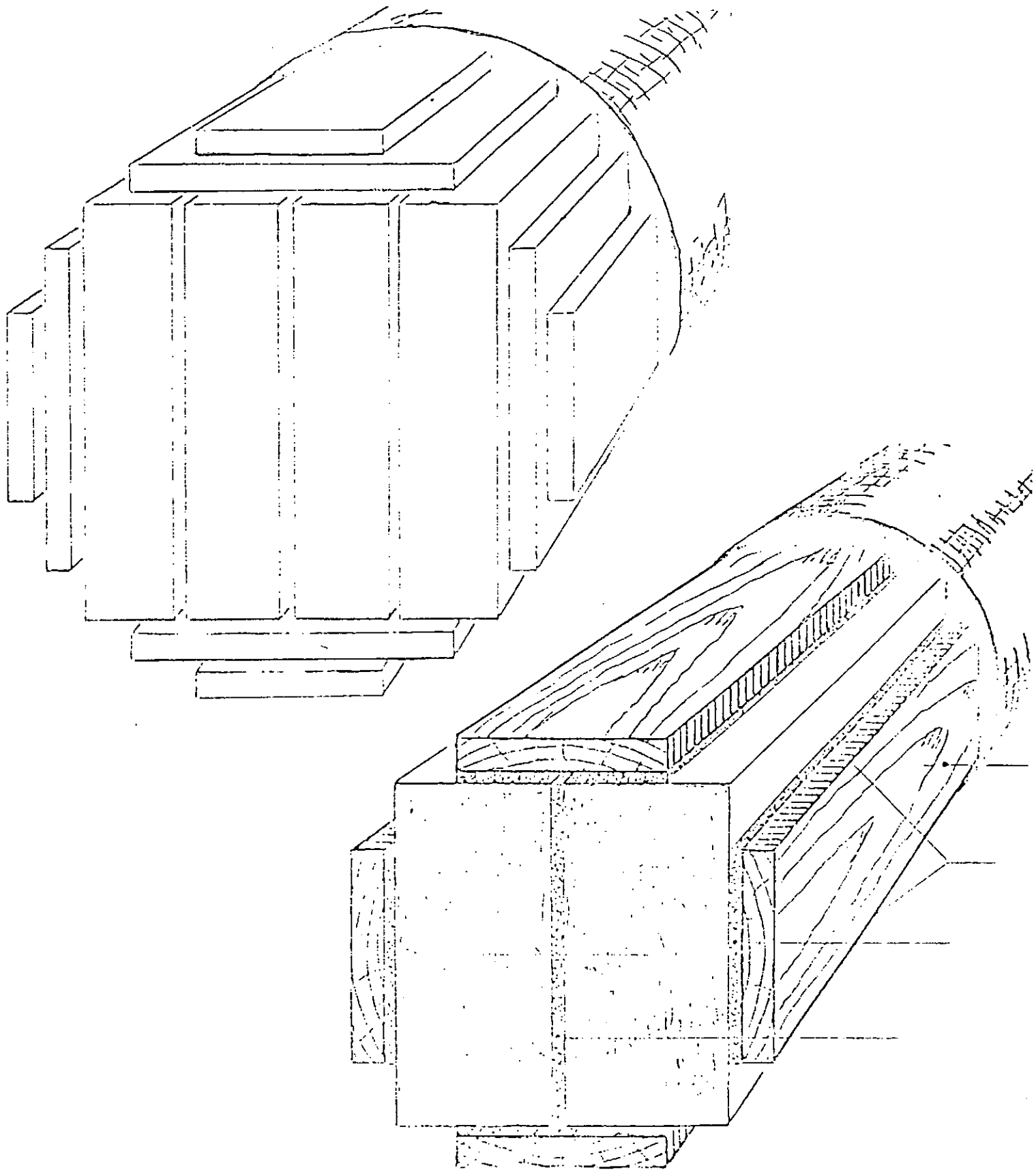


Fig. 8-Máquinas de Sierras Circulares Múltiples

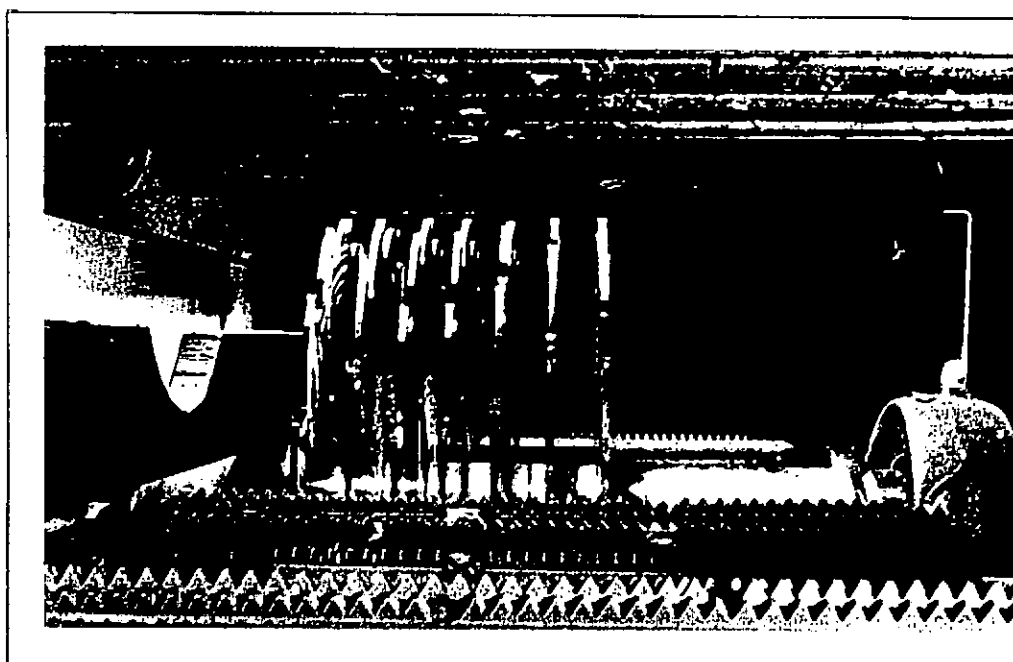
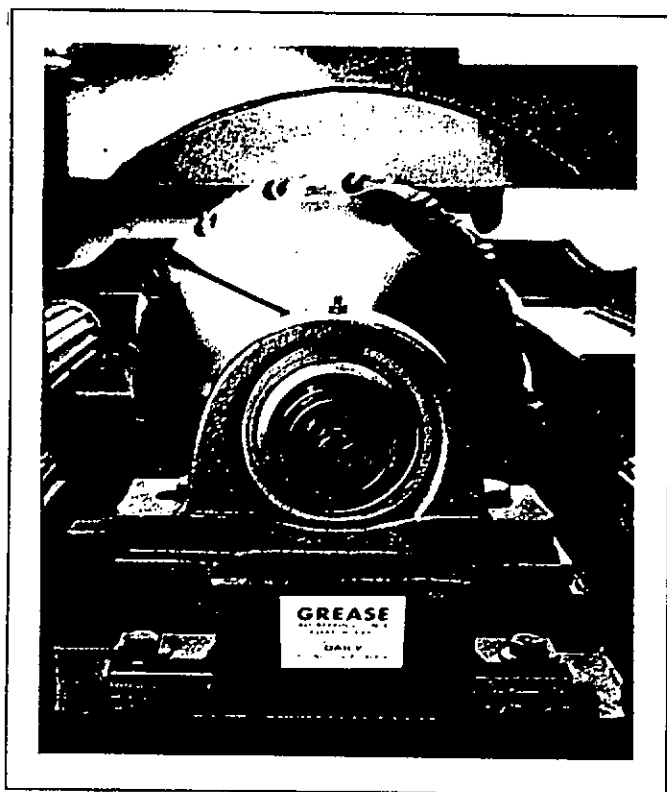


Fig. 9-Máquinas de Sierras Sinfin Doble

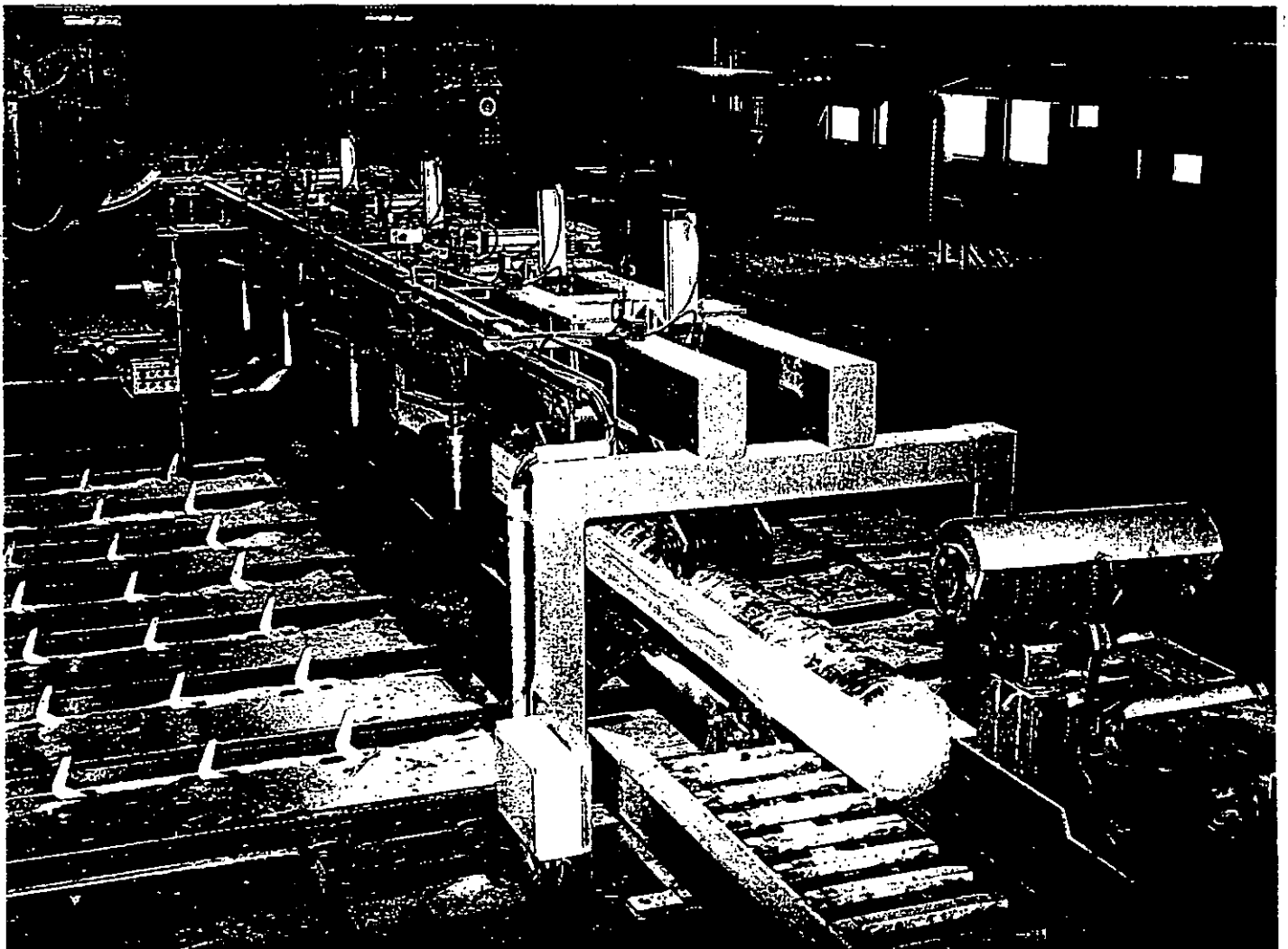
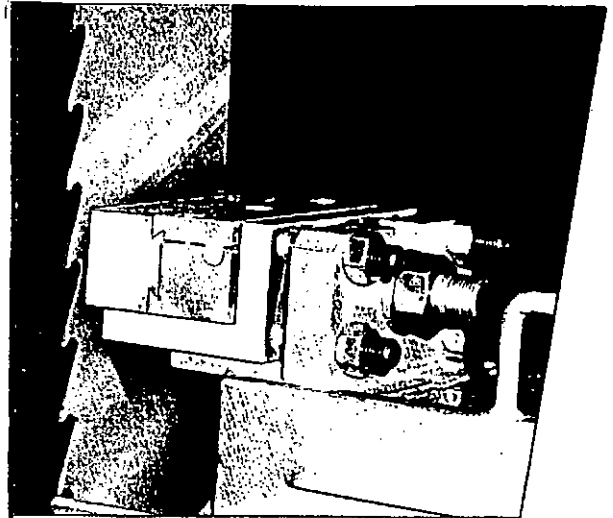


Fig. 10-Sistemas de Transporte Longitudinal y Transversal en la Obtención de Piezas Estructurales

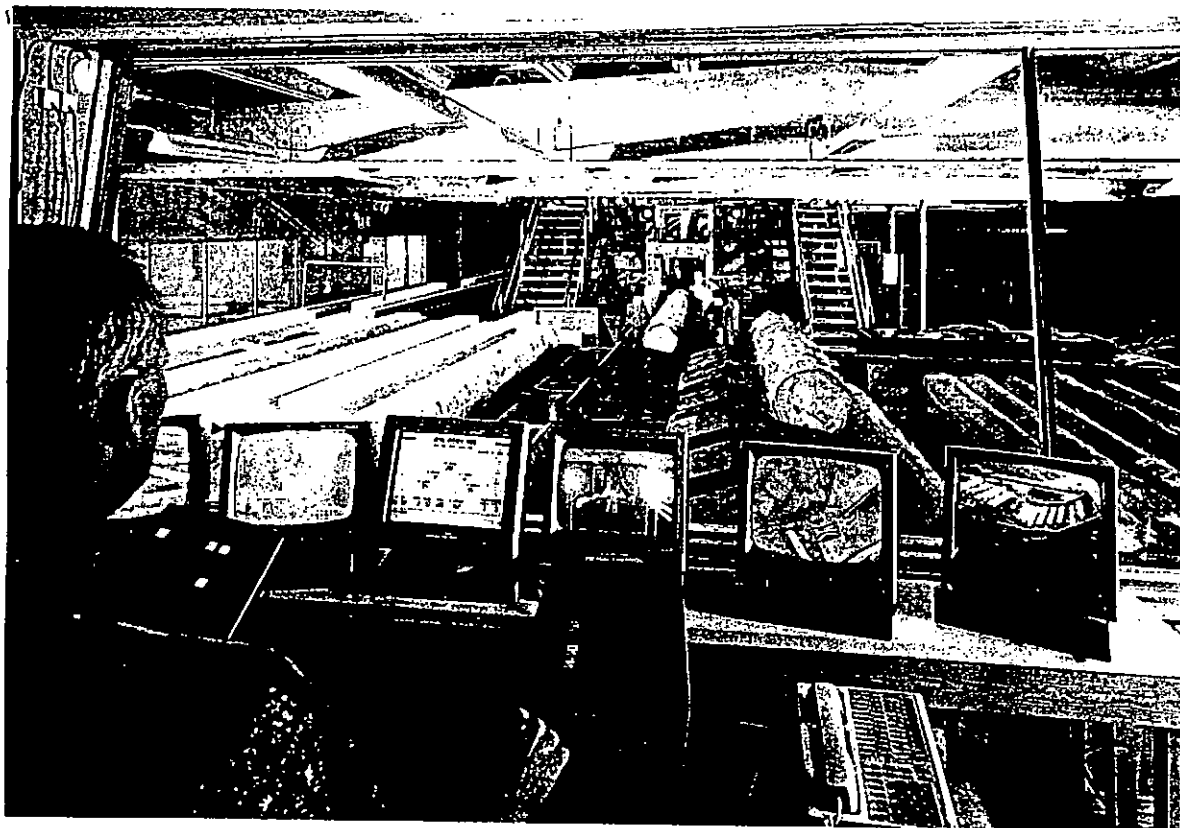


Fig. 11-Esquemas Alternativos para la Producción de Piezas Estructurales

