



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

Aportación al Estudio del Análisis de los Procesos en la Fabricación de Tableros Aglomerados y Posible Utilización de los Residuos Agrícolas de México

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A N
ARMANDO FELIPE HERNANDEZ DE ANDA
JORGE RAMOS ESTRADA
MEXICO, D. F. 1977



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS: Tesis
ADQ. Mt 206
FECHA 1977
PROC. 1977



JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: QUIM. JULIO TERAN ZAVALAETA.

VOCAL: FCO. BARNES DE CASTRO

SECRETARIO: GUILLERMO ALCAYDE LACORTE.

1ER. SUPLENTE: FERNADO ITURBE HERMANN

2o. SUPLENTE: ALFREDO R. BARRON RUIZ.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

CENTRO DE INVESTIGACION DE MATERIALES

SUSTENTANTE ARMANDO F. HERNANDEZ DE ANDA

SUSTENTANTE JORGE RAMOS ESTRADA

ASESOR DEL TEMA ING. GUILLERMO ALCAYDE LACORTE

A mis padres:

Leonardo Hernández Cuevas

y

Flora de Anda de Hernández

Agradeciéndoles su apoyo y consejos, y por haberme
sabido dirigir siempre para mi provecho.

A mis Hermanos:

Leonardo y Gustavo:

Por haberme dado su ejemplo de perseverancia
y por sus consejos.

A mis Maestros

Al Centro de Investigación de Materiales

Al Ing. Guillermo Alcayde L.

A mis Amigos

A la Facultad de Química

I N D I C E

	INTRODUCCION	1
	OBJETIVOS	7
1.	DESCRIPCION GENERAL DE LOS RESIDUOS AGRICOLAS.	
	El Arroz	10
	El Café	15
	Caña de Azúcar	18
	El Cocotero	21
	El Trigo	24
2.	TIPOS DE RESINAS UTILIZADAS EN LA - FABRICACION DE TABLEROS AGLOMERADOS	
	Las Resinas Fenólicas	27
	Resina de Ureaformaldehido	45
3.	TIPOS DE ADITIVOS Y CARGAS EMPLEADAS EN LA FABRICACION DE TABLEROS AGLOMERADOS	
	Generalidades	60
	Agentes Hidrófobos	61
	Insecticidas	64
	Fungicidas	65
	Retardantes de fuego	65
	Rodenticidas	66
4.	SITUACION ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE- LOS TABLEROS AGLOMERADOS EN MEXICO.	
	Generalidades	68
	Capacidades de plantas productoras	69
	Capacidad instalada	70
	Producción nacional	71
	Capacidad de producción de las plan- tas industriales	72

Capacidad utilizada	75
Proyección de la oferta	75
Consumo aparente	78
Consumo aparente	79
Proyección de la demanda	80
Balance oferta-demanda	81
Importaciones	82
Exportaciones y Balanza comercial	83
Usos de los tableros aglomerados	85
5. PAISES PRODUCTORES DE TABLEROS AGLOMERADOS A PARTIR DE FIBRAS CONVENCIONALES NO UTILIZADAS EN MEXICO	
Checoslovaquia	88
Tailandia	90
Irán	94
India	96
Polonia	97
Pakistán	98
6. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS UTILIZADOS EN LA MANUFACTURA DE TABLEROS AGOMERADOS	
Tableros Compuestos	101
Proceso húmedo	104
Proceso seco	105
Tipos de técnicas de procesamiento	110
Tableros hechos de fibra	112
Tableros duros por el proceso húmedo	113
Tablero aislante	116
Tableros duros por el proceso semi-húmedo	118
Tableros duros por el proceso seco	119
Tablero duro por el proceso semiseco	121
Propiedades y usos	121
Tableros de partículas	123
Técnicas de formación de colchón	127
Técnicas de prensado en caliente	130
Prensas de extrusión	134
Prensa de radio-frecuencia	135
Tableros moldeados	136
Propiedades y usos de los tableros de partículas	136
Pruebas de calidad de superficie	139

7.	RESULTADOS DE INVESTIGACIONES EFECTUADAS EN LOS PROCESOS DE FABRICACION DE TABLEROS AGLOMERADOS	
	Tableros duros a partir de fibra - de coco	143
	Tableros de partículas de sub-productos de la industria del bonote.	150
	Tableros de partículas de tres capas con núcleo de partículas de cáscara de coco.	154
	Tableros aglomerados a partir de bagazo de caña	157
	Tableros de partículas a partir de pajas	158
8.	DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO DE FABRICACION DE TABLEROS AGLOMERADOS A PARTIR DE RESIDUOS AGRICOLAS	
	Descripción del proceso	161
9.	ESTUDIO ECONOMICO DE LA FABRICACION DE TABLEROS AGLOMERADOS A PARTIR DE DIFERENTES RESIDUOS AGRICOLAS	
	Tableros de bagazo de caña	168
	Tableros de fibra de coco	195
	Tableros de paja de trigo	203
	Tableros de cascarilla de café	212
	Tableros de cascarilla de arroz	221
10.	CONCLUSIONES	230
11.-	APENDICE	233
12.	BIBLIOGRAFIA	246

I N T R O D U C C I O N

I N T R O D U C C I O N

Bajo el régimen legal y político de economía mixta - que priva en nuestro país, resultan evidentes los alentadores-avances que se han logrado en la mayor parte de sus ramas in-industriales.

No obstante, mientras que algunas ramas industriales han recibido un fuerte apoyo, otras han permanecido al margen de esa ayuda, y consecuentemente de ese progreso.

La Silvicultura es un ejemplo de las actividades que han quedado relegadas, a pesar de que del aprovechamiento racional de los bosques se pueden derivar grandes beneficios económicos y sociales para el país. En todo caso, la atención que se ha prestado a esta importante rama industrial, es desproporcionadamente pequeña en relación con lo que ella exige.

La producción maderable ha crecido muy lentamente en los últimos 15 años, por el medio ambiente adverso en el que se ha desarrollado la Silvicultura e industrias derivadas.

La oferta nacional se ha rezagado mucho frente a la demanda efectiva y ello ha dado lugar a que aumenten los pre-cios de los productos nacionales, que se haya intensificado el

uso de productos sustitutivos y que las importaciones de productos de origen forestal alcancen cifras cercanas a los 1,000 millones de pesos.

Aún cuando se carece de la referencia estadística para comparar la disponibilidad actual con existencias anteriores, la degradación de algunas áreas forestales induce a pensar que el patrimonio boscoso del país debe haber sufrido una merma importante.

Confirma esta suposición la limitación de recursos presupuestales, las escasas inversiones en reforestación y cultivo de los bosques, la proliferación de plagas, enfermedades e incendios en las áreas vedadas, las pequeñas explotaciones forestales que tienen abundantes desperdicios en el aprovechamiento, etc., son entre otros los principales obstáculos y problemas que han determinado el empobrecimiento del patrimonio forestal nacional.

De seguirse manteniendo el actual estado de cosas, puede pensarse en una disminución de los recursos boscosos, como una consecuencia física inmediata.

Sin embargo, las implicaciones económicas, sociales y políticas revisten una gravedad mucho mayor. Entre las que pueden mencionarse: el mayor grado de empobrecimiento de las comunidades campesinas que habitan los bosques; una dependencia mucho más alta del exterior para abastecer la demanda interna de productos de origen forestal; abatimiento de la capacidad de cosecha anual de los bosques; aumento de la presión política y social de los grupos marginados que detentan el usufructo del recurso; incremento del saldo negativo en cuenta corriente, de la balanza de pagos y la pérdida de una parte importante de los actuales recursos de inversión.

En vista de que los problemas antes mencionados no tienen una rápida solución, debido a su naturaleza tan compleja y tomando en consideración la demanda siempre creciente de esta materia prima tanto en la industria mueblera y de la construcción, como en todas sus aplicaciones en general; es de vital importancia pensar en la búsqueda de sustitutos que resuelvan, al menos parcialmente, la demanda insatisfecha de la madera.

México, país eminentemente agrícola, posee grandes volúmenes de residuos agrícolas resultantes de las cosechas anuales. Dichos residuos acarrear grandes problemas de acumulación en las zonas de cultivo, por lo que los agricultores que se enfrentan a este problema, tratan de solucionarlo de diferentes maneras, entre las cuales se encuentran el esparcirlos en las carreteras y caminos, quemarlos en las propias zonas de cultivo, etc.

Actualmente, dichos residuos agrícolas tienen poca o ninguna utilización, puesto que en su mayoría son pobres como abonos orgánicos, como bases para alimento de consumo animal y como combustibles.

En las dos últimas décadas, en diversos países del mundo se han venido efectuando investigaciones con el propósito de aprovechar industrialmente estos residuos agrícolas.

Se ha encontrado que son bastante apropiados para la fabricación de tableros aglomerados; los que se obtienen aglomerando estos residuos con algún adhesivo, que puede ser una cola natural o una resina sintética, sometiendo posteriormente a presión y calor.

Estos materiales así formados, pueden competir venta-

josamente con los tableros hechos a partir de madera, debido a que algunos de ellos poseen propiedades mecánicas superiores a estos últimos.

Ya que México es potencialmente rico en dichas materias primas, pues se estima que su producción anual es de 2.5 veces la producción anual de madera, es factible pensar en la fabricación de tableros aglomerados a partir de residuos agrícolas.

Uno de los principales problemas para la producción -- de tableros aglomerados a partir de esos residuos, en muchos países, lo representa la disponibilidad de las resinas sintéticas que sirven de agente aglomerante.

En México, dicho problema queda solucionado, gracias a que cuenta con una industria química desarrollada, que le permite disponer de estas resinas sintéticas en las cantidades que sean necesarias.

La fabricación de tableros aglomerados a partir de residuos agrícolas en México, permitiría en forma directa, elevar el nivel de vida de los campesinos puesto que representaría un ingreso adicional que obtendrían a través de la venta de sus residuos agrícolas.

Además, se podrían ahorrar y ganar divisas equilibrando favorablemente a la balanza de pagos, actualmente bastante desfavorable en lo que respecta a productos de origen forestal.

Solucionando por otra parte, la demanda insatisfecha de tableros aglomerados que existe en nuestro país y que tiende a incrementarse cada vez más.

Confirma lo anterior el hecho de que la demanda en el año de 1974 es aproximadamente 12 veces mayor que la del año de 1964.

Desde luego, existe la posibilidad de exportar en el futuro a los países Latinoamericanos que por tener una infraestructura deficiente para la explotación de sus recursos forestales o no contar definitivamente con ellos, han desarrollado en forma deficiente su industria de tableros aglomerados; por lo que ofrecen un campo propicio para tal fin.

OBJETIVOS

Investigaciones llevadas a cabo en diversos países - han demostrado que es posible utilizar algunos de los residuos agrícolas para la fabricación de tableros aglomerados.

Esta posibilidad se basa en que se han logrado obtener materiales cuyas propiedades físico-mecánicas pueden competir ventajosamente con los elaborados a base de madera.

Tomando como precedente lo anterior, México como país poseedor de diversos residuos agrícolas en cantidades abundantes, debe comenzar a preocuparse en utilizarlos en la fabricación de tableros aglomerados, ya que actualmente no se obtiene ningún beneficio de ellos.

El objetivo fundamental de este trabajo es mostrar un panorama general de la factibilidad, ventajas y desventajas - del aprovechamiento de estas materias primas.

Se enfocará el presente estudio tomando en consideración los residuos agrícolas más abundantes del país como son: - el bagazo de la caña de azúcar, la paja del trigo, la cáscara de arroz, la cáscara de café y la fibra del coco.

Se hará un estudio de factibilidad para cada uno de estos residuos y se compararán los resultados obtenidos de cada uno de ellos.

Entre las ventajas más importantes pueden mencionarse:

Elevación del nivel de vida del campesino, debido a que puede obtener ingresos adicionales mediante la venta de los residuos obtenidos durante la cosecha.

Reducción de las importaciones de productos forestales, mejorando el déficit que sufre actualmente el país en este aspecto tan importante.

Obtención de productos sustitutivos de la madera, que pueden competir en precio y propiedades con éstos.

Mejorar el patrimonio forestal del país, destinando los productos a base de madera a usos más específicos.

Creación de nuevas fuentes de trabajo, lo que permitiría elevar el nivel de ingresos por habitante de la región donde se localice la industria.

La factibilidad del proyecto y sus desventajas se mencionarán al término del estudio, pues serán resultado directo de las consideraciones que se hagan durante su desarrollo.

C A P I T U L O I

DESCRIPCION GENERAL DE LOS RESIDUOS

AGRICOLAS

la primera.

Se trata de una planta anual, de tallos rectos dispuestos en manojos, de raíces fibrosas, capilares, fasciculadas.

La preparación del suelo del arrozal depende esencialmente del sistema de cultivo.

En el cultivo en secano del arroz, los métodos y el material de preparación del suelo son idénticos a los empleados para otros cereales.

La preparación de los terrenos de arrozales en régimen acuático se compone de dos fases: la labranza propiamente dicha y la formación de una capa de lodo ("puddling") sobre una capa inferior relativamente impermeable.

Como todos los cereales, el arroz puede ser solamente cosechado efectuándose la trilla ulteriormente o, al contrario segado y trillado simultáneamente, combinando las dos operaciones.

CASCARILLA DE ARROZ

La cascarilla de arroz es muy rica en celulosa y cenizas, particularmente, en sílice que es lo que produce su poca digestibilidad; por todo ello, el valor alimenticio de la cascarilla es muy reducido.

UTILIZACION COMO COMBUSTIBLE

Utilización directa. La cascarilla de arroz contiene del 17.5 al 20% de cenizas; su poder calorífico se establece-

de 3,300 a 3,600 cal/kg contra 6,500 del coque y 8,000 del carbón de hulla, arde a los 800-1,000°, con el inconveniente de dejar mucho residuo de cenizas.

La cascarilla puede servir de combustible en los hogares de las máquinas de vapor fijas y semifijas, a pesar de su alto contenido de cenizas, su uso se favorece por la carencia de productos perjudiciales que siempre están presentes en el carbón.

Utilización por gasificación.- La cascarilla puede ser aprovechada para obtener un gas pobre o un gas mixto.

Con 100 kg. de cascarilla se obtienen de 100 a 130 m³ de gas que contiene:

CO ₂	de 4 a 8%
O ₂	de 2.4 a 2.8%
H ₂	de 5 a 8%
CH ₄	de 4.5 a 7%
CO	de 23 a 25%
N ₂	de 54 a 57%
De 2 a 4 kgs. de alquitrán	
De 20 a 25 kgs. de carbón	

El poder calorífico de este gas (de densidad de 1.22-1.25 kg/m³) oscila entre 1,300 y 1,600 calorías.

Utilización como abono.- La cascarilla puede emplearse como abono debido a su contenido de elementos fertilizantes. La ceniza de la cascarilla es un elemento pobre.

De 100 kg. de cascarilla transformadas en cenizas, a-

portan al suelo menos de 1 kg de ácido fosfórico y aproximadamente 1.5 kgs. de potasa. Esta pobreza de materias fertilizantes, limita el uso de la cascarilla como abono mineral.

Materiales aislantes y refractarios.- La cascarilla - mezclada con carbonato de calcio, fluosilicato de sodio, es - prensada y se le da forma de placas o tableros que seguidamente se hacen secar.

Por otra parte, como el sílice de las cenizas es alotrópicamente estable y éstas carecen de arcilla y óxido férri-co, pueden ser empleadas para fabricar materiales refractarios y aislantes que resisten temperaturas del orden de 1,400°C.

Productos abrasivos.- Por su contenido en silicio, la cascarilla puede servir de abrasivo para la limpieza de cier-tos materiales, tales como: Hierro, Acero, Aluminio, Latón, - Bronce, etc. La finura de la sílice es tanta que no raya el - metal, por lo que ésta, es una de las más importantes e intere-santes aplicaciones de tal producto.

Preparación del Furfural.- El método de obtener furfu-ral a partir de cascarilla resulta caro, por cuanto al rendi- miento de furfural que no excede nunca de la mitad de pentosa- nas contenidas en la materia prima, o sea, de 5 a 6 kgs. de - furfural por cada 100 kg. de cascarilla de arroz.

PRODUCCION EN MEXICO

La producción nacional de arroz palay en el año de - 1974 fue de: 458,308 toneladas.

Conversión.- De cada tonelada de arroz palay se obtie

nen aproximadamente 100 kg. de cascarilla.

Se tendrían entonces, potencialmente disponibles alrededor de: 45,831 toneladas de cascarilla.

Los principales estados productores fueron, para el año de 1974:

SINALOA	188,300 tons (41.08%)
VERACRUZ	54,901 tons (11.98%)
MORELOS	51,884 tons (11.31%)
OAXACA	45,452 tons (9.91%)

La mayor parte de la cascarilla no tiene uso. En Veracruz y Morelos una mínima cantidad se destina para alimentar al ganado.

Córdoba, Culiacán y Cuautla son las ciudades que tienen mayores volúmenes de oferta de cascarilla de arroz.

EL CAFE

GENERALIDADES

El café forma parte de la gran familia de las Rubiá - ceas, de las que constituye el género Coffea.

Sean cuales fueren los recursos de la flora silvestre, se puede considerar que en la actualidad se explotan en todo - el mundo fundamentalmente dos especies: Coffea Arabica L. y - Coffea Canephora Pierre.

Las especies comprendidas en el género Coffea se presentan bajo aspectos muy diversos al final de su desarrollo, -- o sea, en su edad adulta, variando desde el arbusto de pocos - centímetros de altura, hasta el árbol que alcanza de 12 a 15 - metros, y presentando también diversas características en su - ramaje, hojas, frutos y semillas.

El C. Arabica no es originario de Arabia, como podría suponerse por su denominación, sino de Etiopía (Abisinia), en - cuyas altiplanicies existen importantes plantaciones de esta - especie.

La disposición de la plantación y la densidad de los - arbustos están en función de numerosos factores: especie, va-

riedad, fertilidad y declive del suelo, sombreado, modo de cultivo, sistema de poda, etc.

El tiempo transcurrido entre la fecundación y la maduración de los frutos varía según las especies y las variedades. Entre los factores cuya influencia se manifiesta de modo más constante pueden citarse:

- a) Condiciones climatológicas locales.
- b) Métodos de cultivo.
- c) La orientación y exposición de la plantación.

Cualquiera que sea la especie cultivada es esencial para lograr la máxima calidad de los frutos, recolectarlos en el momento preciso, cosa que señala su coloración rojo-púrpura.

La recolección se realiza a mano, pues no existe todavía ninguna máquina capaz de realizarla en condiciones aceptables.

La longevidad de los cafetos está, al igual que su productividad, ligada a las condiciones ecológicas y a los cuidados que se les proporcionen.

El cafeto cultivado racionalmente vive 30, 40, 50 años y hasta más, no siendo raros los cafetos centenarios.

Sus enfermedades más importantes son: la producida por hongos microscópicos, la Hemilea Vastatrix o Tizón; el otro es un parásito del grano, Hypothenemus hampai Ferr, conocido como escolite del grano.

PRODUCCION EN MEXICO

La producción total de café en el año de 1974 fue de:

179,372 toneladas.

Conversión.- Cada tonelada de café genera aproximadamente 90 kgs. de cascarilla.

Se tienen disponibles alrededor de 16,144 toneladas de cascarilla. Toda esta cascarilla se encuentra disponible en los Beneficios de Café, que se encuentran cerca de las zonas cafetaleras.

Los principales Estados productores para el año de 1974 fueron:

CHIAPAS	64,487 tons. (35.95%)
VERACRUZ	61,264 tons. (34.15%)
OAXACA	31,198 tons. (17.40%)
PUEBLA	16,014 tons. (8.90%)

La totalidad de la cascarilla se utiliza como abono para los terrenos donde se cultiva el café. La cascarilla que se obtiene de los Beneficios se deja a la intemperie hasta que se pudre, entonces se procede a esparcirla en los terrenos antes mencionados.

CAÑA DE AZUCAR

GENERALIDADES

La caña de azúcar es una planta que pertenece a la familia de las Gramíneas y al género Saccharum.

El trazo inicial de una plantación de caña de azúcar incluye, caminos, canales, drenes, etc. Las guardarrayas deben tener anchura suficiente que permita la movilidad de la maquinaria, así como prevenir incendios, facilitar muestreos, combate de plagas, etc. La distancia entre surco debe ser tal que permita el tránsito de tractores sin que lastimen la semilla y cepas de caña sembradas.

En las regiones cañeras de México, el período de siembras se ha dividido arbitrariamente en dos épocas: invierno y primavera.

En la selección del material para propagación comercial deben tenerse en cuenta las características propias de cada variedad, tales como, adaptabilidad, peculiaridades de soqueo, resistencia a la sequía, bajas temperaturas, floración, contenido de fibra, sacarosa, resistencia a las plagas y enfermedades, etc.

La desinfección de la semilla es práctica muy recomendable desde el punto de vista de cultivo comercial, pues las estacas o trozos de semillas poseen un alto contenido de sacarosa que constituye un alimento ideal para microorganismos que causan deterioro.

El combate de insectos y otras plagas que atacan a las plantaciones debe ser iniciado en forma preventiva oportunamente.

La aplicación de dosis de herbicidas y tratamientos pre-emergentes es aconsejable al hilo de la siembra, si ésta se cultiva posteriormente con maquinaria.

Sus plagas y enfermedades más comunes son:

Plagas de la raíz:

Gallina ciega, tuza y la rata.

Plagas del follaje:

Salivazo, gusano medidor.

Plagas del tallo:

Barrenador de la caña, chinche harinosa, pulgones, picudos.

Enfermedades:

Mancha castaña de la hoja, Pokkahboeng, Carbón, mancha roja de la vaina, pudrición de las cepas, piña, necrosis, etc.

PRODUCCION EN MEXICO

La producción de caña de azúcar para el año de 1974 fue de: 32,998,557 toneladas.

Conversión.- Cada tonelada de caña de azúcar produce alrededor de 400 kgs. de bagazo.

Se dispone entonces de: 13,199,442 toneladas de bagazo por año. Todo el bagazo puede obtenerse de los diferentes Ingenios que existen en toda la República.

Para datos de producción por Ingenio, ver Apéndice.

Los principales productores de caña de azúcar para el año de 1974 fueron:

VERACRUZ	15,176,531 tons. (46.00%)
SINALOA	4,551,469 tons. (13.80%)
JALISCO	2,879,110 tons. (8.72%)
TAMAULIPAS	1,682,470 tons. (5.10%)
MORELOS	1,271,524 tons. (3.85%)
NAYARIT	1,180,615 tons. (3.57%)

Casi todo el bagazo que se obtiene en los Ingenios se utiliza como combustible en el mismo Ingenio.

EL COCOTERO

GENERALIDADES

"El árbol del cielo", "el árbol de los 100 usos" y así, por el estilo existen numerosos sobrenombres evocadores de sus cualidades para designar al cocotero, al que Linneo llamó COCOS NUCIFERA.

El cocotero es conocido universalmente. Sin duda que, en la historia de una parte de la humanidad y de sus necesidades, el cocotero ha jugado un papel esencial.

Primero se ha conocido el aceite de coco como fuente de luz, luego como materia prima para la fabricación de jabón.

Planta oleaginosa de primer orden, el coco es también por las fibras de su fruto una planta textil de notorio interés. Con el nombre comercial de "coir", esta fibra da lugar a un negocio internacional bastante activo.

Las formaciones edáficas sobre las que se encuentra este árbol pueden referirse a cinco tipos: suelos arenosos, suelos lateríticos, suelos aluviales, suelos volcánicos, suelos arcillosos.

Su sistema radical muy desarrollado le permite sacar el mejor partido a los elementos minerales que encuentra en los suelos de arenas costeras muy pobres. Soporta un pH de 5- y da aún producciones aceptables con pH de 8.

Sin embargo valores elevados, superiores a 7.5 no permiten un buen equilibrio en la nutrición, se manifiestan carencias de hierro y en manganeso.

Enemigos-Enfermedades-Accidentes.
Insectos perjudiciales al cocotero:

Oryctes, Rhynchoporus, Orugas, Melittomma insulare, -
termes, Graetia, axiagastus, insectos de la copra, etc.

Otros animales perjudiciales: ratas, murciélagos y -
cangrejos.

Enfermedades del cocotero:

Amarilleo mortal, enfermedades de Kameopé, enfermedad bronceada, punta de lápiz, el rayo, anillo rojo, pudrición del cogollo.

PRODUCCION EN MEXICO

La producción nacional de coco de agua para el año de 1974 fue de: 119,994 toneladas.

Conversión.- Una tonelada de coco produce aproximadamente 80 kgs. de fibra seca.

Se disponen entonces de 9,600 toneladas de fibra seca.

La fibra puede obtenerse por medio de las diversas -

Uniones Regionales de Productores de Coco.

Los principales Estados productores fueron para el año de 1974:

VERACRUZ	38,748 tons. (32.30%)
TABASCO	13,799 tons. (11.50%)
COLIMA	10,756 tons. (9.00%)
GUERRERO	9,087 tons. (7.57%)
SINALOA	7,581 tons. (6.30%)

La mayor parte de la fibra de cocotero no tiene uso en México. Por lo que causa problemas de espacio, viveros de roedores, etc. Solo una mínima parte se utiliza para hacer cuerdas, relleno de colchones, etc.

EL TRIGO

GENERALIDADES

Todos los trigos pertenecen al género *Triticum*, de la familia de las gramíneas y parecen derivar de la misma unidad-específica, originaria de la Mesopotamia.

Los trigos cultivados se clasifican en las ocho especies y subespecies: *vulgare*, *compactum*, *turgidum*, *durum*, *dico*ccum, *spelta*, *polonicum* y *monococcum*.

El trigo es una planta herbácea anual, de raíz fibrosa. El tallo es una caña cilíndrica, hueca o con médula, que termina por una espiga.

El fruto del trigo es un grano o cariósipide cuyo pericarpio está soldado a la almendra, formada por el albumen y el embrión o germen.

Los caracteres ecológicos más importantes son: la - productividad, calidad del grano, precocidad, resistencia a - las heladas, resistencia a la sequía, y resistencia a las en - fermedades. También son importantes la rusticidad, la resis - tencia a los calores fuertes, la resistencia a las lluvias ex - cesivas, la resistencia al granizo, la resistencia al acame y -

la resistencia al desgrane.

En casi todas las zonas trigueras de México es imposible sembrar trigo de temporal porque el Chahuixtle destruye la cosecha año por año, haciendo el cultivo forzosamente de riego.

Aún en los cultivos de riego, frecuentemente falta agua cuando las lluvias han sido escasas. Por lo que la resistencia a la sequía es un factor muy importante para el cultivo de riego en la República.

La inmunidad y la resistencia a las enfermedades puede apreciarse cuando se presentan condiciones favorables al desarrollo de los microorganismos criptogámicos que atacan al trigo. Se conocen variedades inmunes al Chahuixtle (*Puccinia graminis*, *P. triticea*, *P. glumarum*), al tizón (*Tilletia tritici*, *T. leavis*) y al carbón (*Ustilago tritici*).

El carbón y el tizón pueden prevenirse mediante la desinfección de la semilla antes de la siembra, pero no hay remedio para el Chahuixtle.

PRODUCCION EN MEXICO

La producción nacional de trigo durante el año de 1974 fue de: 2,422,315 toneladas.

Conversión.- Cada tonelada de trigo cosechado genera aproximadamente 80 kgs. de paja.

Se tienen disponibles entonces 193,785 toneladas de paja de trigo.

Los principales Estados productores de trigo durante el año de 1974 fueron:

SONORA	1,319,916 tons (54.48%)
CHIHUAHUA	303,457 tons (12.52%)
BAJA CALIFORNIA	287,069 tons (11.85%)
SINALOA	208,613 tons (8.60%)

La paja obtenida del trigo no tiene ningun uso. Se tiene que quemar para evitar que obstruya la nueva siembra.

C A P I T U L O I I

TIPOS DE RESINAS UTILIZADAS EN LA FABRICACION
DE TABLEROS AGLOMERADOS

TIPOS DE RESINAS UTILIZADAS EN LA FABRICACION DE TABLEROS AGLOMERADOS

LAS RESINAS FENOLICAS

Historia.- Las resinas de Fenolformaldehido, conoci - das también como resinas fenólicas, son, actualmente, el grupo más importante de los materiales plásticos.

La resina de Fenolformaldehido fue la primera resina - sintética fabricada, habiendo sido formulada y patentada en - 1908, por Baekeland.

Sin embargo, la historia del Fenolformaldehido data - de tiempo atras pues, Baeyer, en 1872, observó que los fenoles y aldehidos reaccionaban dando productos resinosos. Esta reac - ción no era específica de este par, es decir del fenol y del - aldehido, sino general. No obstante, la reacción no pudo com - probarse hasta la llegada de Baekeland. Entre tanto, se han - llevado a cabo muchos experimentos en el campo de las resinas - de Fenolformaldehido. Por ejemplo, Kleeberg observó que el - formaldehido reaccionaba con el fenol, el resorcinol, el piro - galol, etc., en presencia del ácido clorhídrico concentrado, - dando productos resinosos o viscosos, insolubles.

En 1900, Smith obtuvo resinas del fenol y del paraldehído; un producto muy útil, moldeable y que él propuso fuese utilizado como aislante eléctrico.

Luft empleó catalizadores ácidos, como el ácido clorhídrico o el ácido oxálico, en la reacción, para preparar materiales resinosos que resultaron solubles en la acetona y los álcalis. Propuso añadir cargas a este material y usar los productos para hacer artículos moldeados.

Unos años más tarde, Story preparó materiales viscosos calentando fenol con formaldehído a elevadas temperaturas durante varias horas.

Un considerable trabajo de experimentación se debe a Lebach, el cual compuso resinas de Fenolformaldehído empleando cloruros de ácidos orgánicos y cloruro de aluminio como agente de condensación. Estos ensayos se perfeccionaron con la aportación de los trabajos de Baekeland, quien fué el primero en fijar satisfactoriamente el procedimiento para determinar la reacción entre el fenol y el formaldehído.

El encontró la fórmula adecuada para hacer posible tal determinación. En 1908, obtuvo la patente en la cual se demuestra que por el calor debe producirse una resina solidificable usando un catalizador alcalino en proporción del 0.5 al 10%, lo que es equivalente a una quinta parte del fenol empleado. Demostró también que la porosidad podía evitarse haciendo el calentamiento bajo presión elevada.

PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS

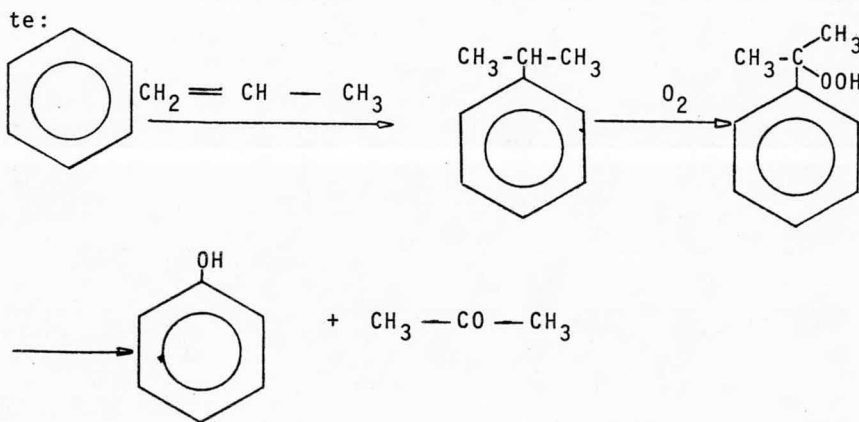
El Fenol.- El fenol es el prototipo de un extenso grupo de compuestos fenólicos, capaces de formar útiles resinas -

sintéticas.

El fenol (peso molecular 94), es un compuesto blanco-cristalino que colora en rosa, al estar expuesto al aire. El fenol comercial usado actualmente en la industria tiene 99.7% de pureza y funde a 40.8°C. Se le ha obtenido siempre como un producto de la destilación del alquitrán de hulla; pero la demanda de fenol ha sido tan grande que el alquitrán, como única fuente de producción, es completamente inadecuado. Como consecuencia, la fabricación sintética del fenol ha aumentado considerablemente.

Obtención del fenol a partir de Cumeno.

Este proceso procede del benceno de la manera siguiente:



En el primer paso, el benceno es alquilado con propileno para dar isopropil benceno (cumeno). La reacción puede ser llevada a cabo en fase vapor o en fase líquida.

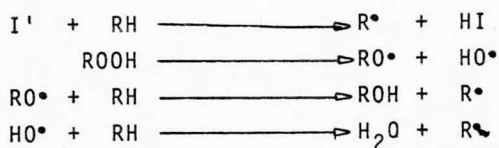
En el proceso en fase vapor (el cual es más común), propileno y un exceso de benceno son pasados por un cataliza -

dor de ácido fosfórico a 250°C y 25 atmósferas. Los gases de salida son fraccionados; el cumeno es retirado y el benceno - que no ha reaccionado se recicla.

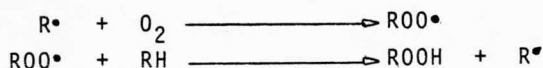
En la alquilación en fase líquida, el catalizador es cloruro de aluminio y la reacción se conduce a 50-100°C a una presión un poco mayor que la atmosférica.

El cumeno se recupera por destilación y el benceno - sin reaccionar se recicla. En el segundo paso de la síntesis del fenol, el cumeno se oxida a hidroperóxido de cumeno con aire. La reacción se lleva a cabo en un sistema anhidro o en la presencia de pequeñas cantidades de agua; la mezcla de reacción se mantiene a un pH de 7 añadiendo pequeñas cantidades de álcali. El cumeno sin reaccionar se remueve por destilación - sobre presión reducida. La oxidación del cumeno procede por un mecanismo de radicales libres, cuyas reacciones más importantes son:

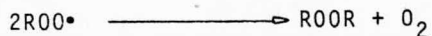
Iniciación:



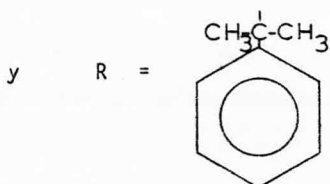
Propagación:



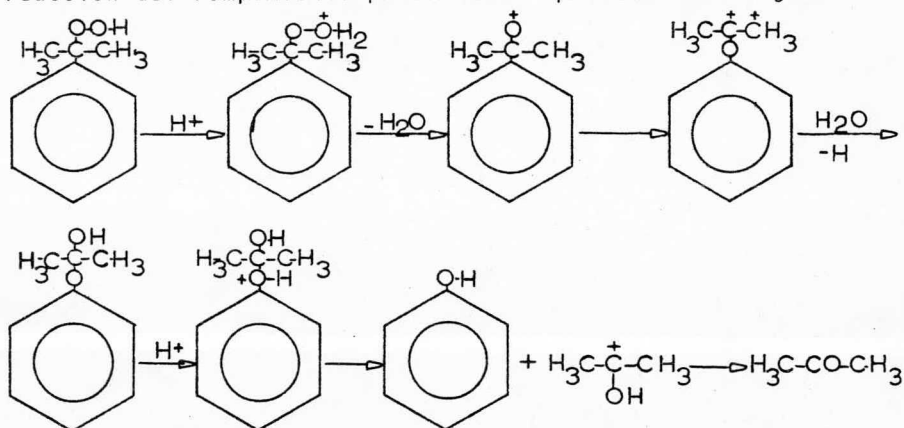
Terminación:



donde I' es un radical de iniciación.



En el tercer paso de la síntesis del fenol, el hidroperóxido de cumeno sufre un rompimiento a fenol y acetona. La reacción del rompimiento posiblemente procede como sigue:



La producción de fenol a partir de cumeno está basado solamente en materiales derivados del petróleo. La economía del proceso está soportada por el valor del co-producto, acetona.

Existen también otros procesos de obtención del Fenol, entre los cuales cabe mencionar:

El Proceso de "Sulfonación" que consiste básicamente en la sulfonación del benceno con ácido sulfúrico, para obtener ácido-bencensulfónico que se extrae con sulfito de sodio acuoso, en forma de bencensulfonato de sodio. Esta sal es fundida con hidróxido de sodio para producir fenato de Sodio que es extin

guida en agua y la solución resultante se acidifica con dióxido de azufre. El fenol obtenido es separado por destilación.

El Proceso de Tolueno que es la oxidación de éste en fase líquida a ácido benzoico, que se calienta en presencia de benzoato cúprico obteniéndose una conversión total del 70 - 75%.

EL FORMALDEHIDO

El formaldehido es el material básico en la producción de la mayoría de las resinas sintéticas. No solo es de capital importancia para las resinas fenólicas, sino asimismo para la obtención de las aminoresinas, resinas de melamina, los formalpolivinilos y muchos otros tipos.

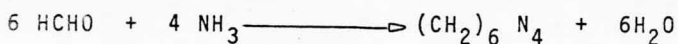
Se presenta en tres formas:

- a) Como gas.
- b) En solución acuosa, conocida por formalina.
- c) Como cuerpo sólido producido con formalina.

El formaldehido es un gas a temperatura normal. Se le obtiene sintéticamente por hidrogenación del óxido de carbono. El método corriente es hacer pasar el alcohol metílico, en forma gaseosa por un lecho catalítico calentado, como óxido de cobre. Los gases pasan luego por agua, en donde quedan absorbidos.

La solución con un 40% de formaldehido es la formalina.

Otra forma de obtener el formaldehido para la producción de resinas fenólicas es la de hexametilentetramino. El formaldehido se combina con el amoníaco con desprendimiento de calor, y



de esta solución así formada se obtiene un material cristalino conocido como hexametilentetraminato o, también, hexamina. Este material suelta fácilmente su formaldehído y puede usarse en la producción de resinas sintéticas. Además, el amoníaco se libera durante la formación de resina, y actúa como un catalizador muy efectivo.

FORMALDEHIDO OBTENIDO DEL PETROLEO

El formaldehído es un derivado del gas natural. El principal componente de este gas es el metano, el cual se convierte en formaldehído por oxidación al aire.

PREPARACION DE LA RESINA

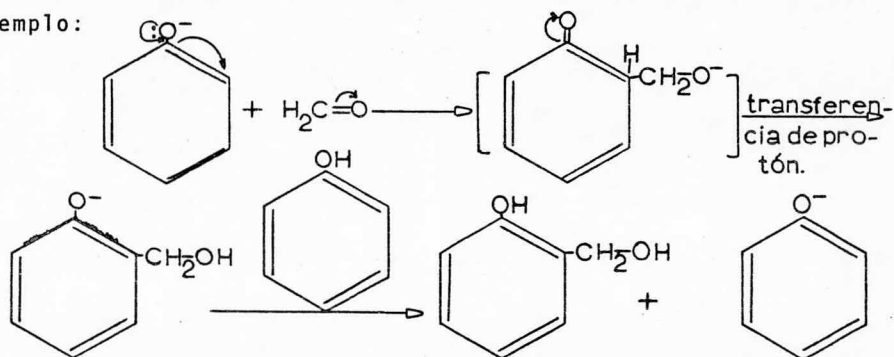
Resoles. Los resoles son preparados por la interacción de fenol con un exceso molar de formaldehído (comúnmente 1:1.5-2) en condiciones alcalinas. Este procedimiento corresponde a la técnica original de Baekeland.

Una mezcla de fenol, formalina y amoníaco (aproximadamente 1-3% del peso del fenol) es calentada sobre reflujo a 100°C durante 0.25-1 hora y entonces el agua es removida por destilación sobre presión reducida (para limitar reacción posterior). La destilación se continúa hasta que una muestra fría de la resina residual tiene un punto de fusión en el rango de 45-50°C.

La resina es entonces descargada rápidamente y enfriada para dar un sólido brillante y duro. En un procedimiento, la eliminación de agua no es completa sino que es detenida cuan

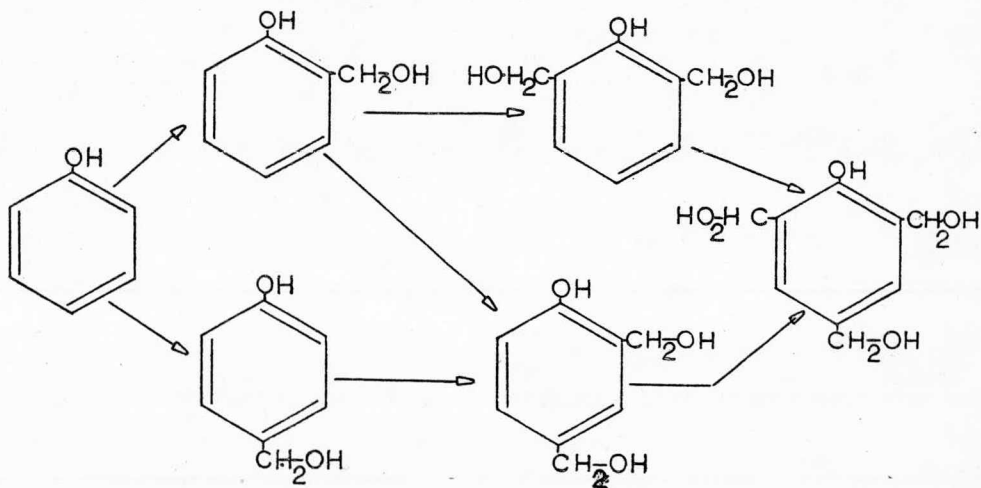
do el contenido de resol de la solución acuosa residual alcanza el 70% aproximadamente. En dicho procedimiento, el catalizador que se prefiere usar es el hidróxido de sodio (aproximadamente 1% del peso del fenol), ya que proporciona resoles con una mayor solubilidad en agua que los producidos por amoníaco.

La reacción de fenol y formaldehído en condiciones alcalinas resulta en la formación de orto y para metiloles. Por ejemplo:



Los orto y para metilolfenoles son más reactivos con el formaldehído que el fenol original y sufre rápidamente una sustitución posterior con la formación de di y tri metiloles.

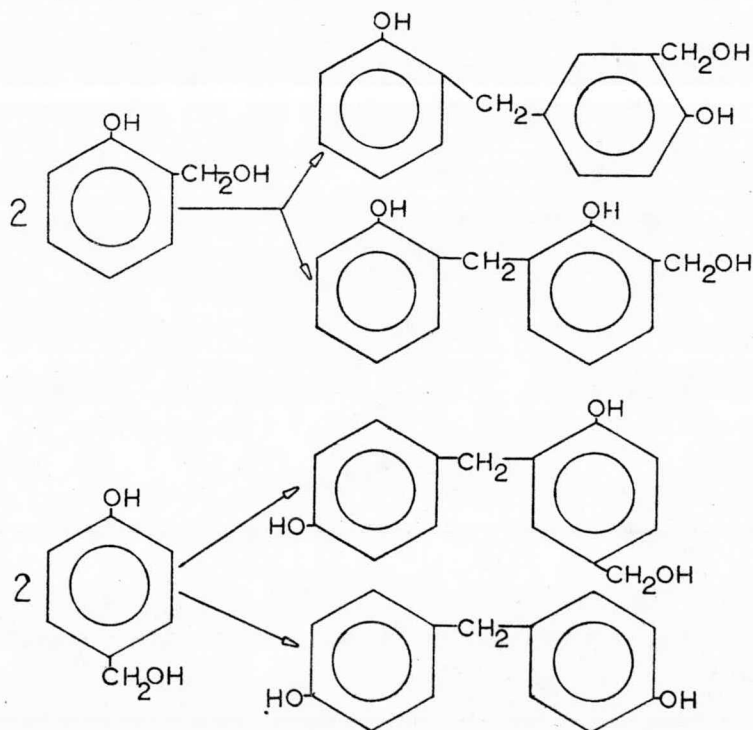
Ya que virtualmente no existe sustitución en la posición meta, los productos posibles son:



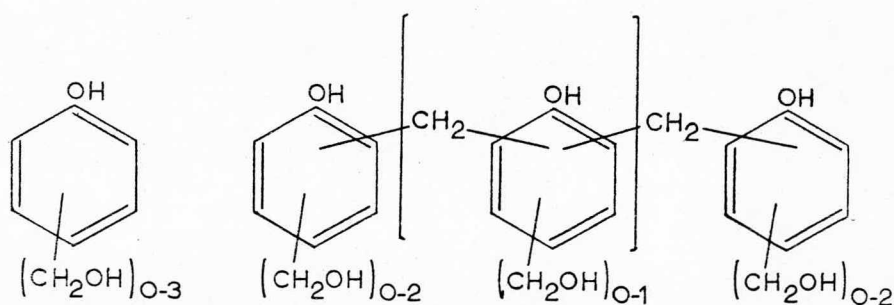
Todos estos compuestos han sido obtenidos de soluciones alcalinas de fenol y formaldehído. Por ejemplo, cuando una mezcla de fenol, formalina e hidróxido de sodio (1:3:1 molar respectivamente) es calentada a 30°C durante 5 horas, la composición molar de la mezcla resultante es aproximadamente como sigue:

Fenol	3%
0-metilolfenol (saligenina)	12%
p-metilolfenol	17%
2,4-dimetilolfenol	24%
2,6-dimetilolfenol	7%
2,4,6-trimetilolfenol	37%

Los metilolfenoles obtenidos son relativamente estables en la presencia de álcali pero pueden sufrir autocondensación para formar fenoles dinucleares y polinucleares.



Las reacciones anteriores, pueden ser repetidas tal-- que se formen fenoles trinucleares, y así sucesivamente. El - producto obtenido por la reacción de fenol y formaldehido so - bre condiciones alcalinas es una mezcla compleja de fenoles mo - no y polinucleares en la cual el núcleo fenólico está eslabonado por grupos metilenos. Las estructuras de los componentes - de tal mezcla puede ser representadas de la manera siguiente:



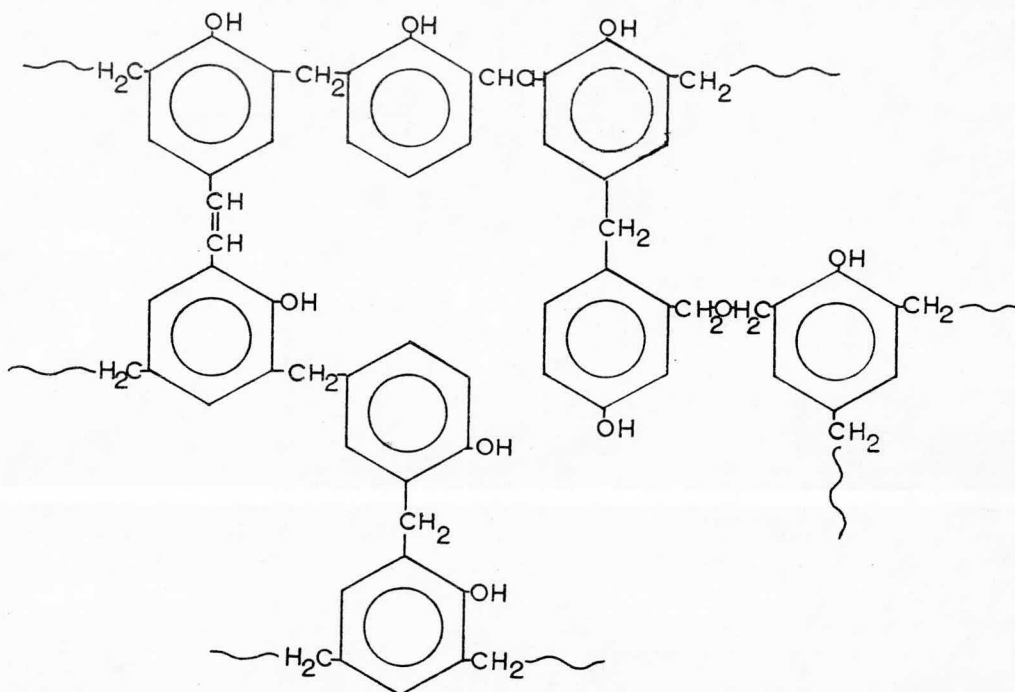
Los resoles líquidos comerciales tienen un promedio - menor a 2 anillos aromáticos por molécula mientras que los resoles sólidos tienen de 3-4.

RETICULACION

Los resoles, los cuales son producidos en condiciones alcalinas, son generalmente neutralizados o hechos ligeramente ácidos antes de efectuarse el curado. Los polímeros reticulados son obtenidos entonces simplemente por calentamiento.

Puede decirse que el polímero reticulado de un resolesta compuesto principalmente de núcleos fenólicos unidos por-

grupos metilenos, pero existe la posibilidad de otros tipos de eslabonamientos, la naturaleza y alcance de los cuales depende de la naturaleza del resol y las condiciones de curado. La posible estructura del polímero reticulado puede ser representada como sigue:



Es práctica común denominar los resoles como resinas-A y al polímero reticulado como Resit o Resina C; materiales-intermediarios son llamados Resitoles o Resinas B.

NOVOLACAS

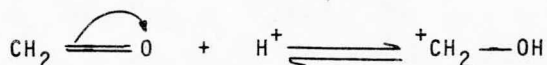
Las novolacas son normalmente preparadas por la inter

- acción de un exceso molar de fenol con formaldehído (común - mente 1.25:1) sobre condiciones ácidas.

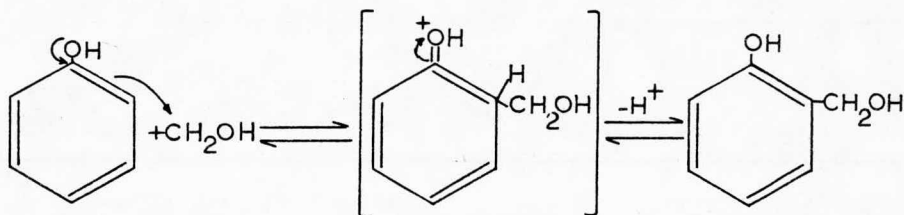
Una mezcla de fenol, formalina y ácido (usualmente - ácido hidroclicórico 0.1-0.3% del peso del fenol) o ácido oxálico (0.5-2%) es calentada sobre reflujo a 100°C. El calenta - miento se continúa por 2 a 4 horas hasta que la resina se torna hidrofóbica y la mezcla aparece turbida. El agua es entonces destilada, normalmente a presión atmosférica, hasta que - una muestra fría de la resina residual tenga un punto de fu - sión en el rango de 65-75°C.

La resina es entonces descargada y enfriada para dar un sólido duro y brillante.

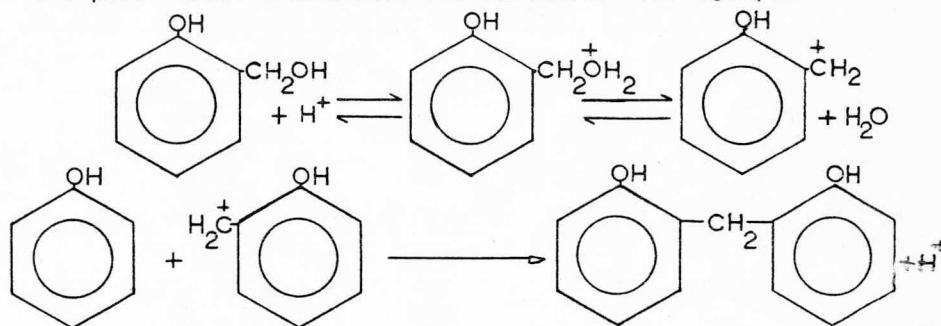
La reacción entre el fenol y el formaldehído en condi - ciones ácidas procede a través de un mecanismo diferente al - descrito previamente para la reacción catalizada con una base. El paso inicial involucra la protonación del formaldehído para dar un ión carbonio:



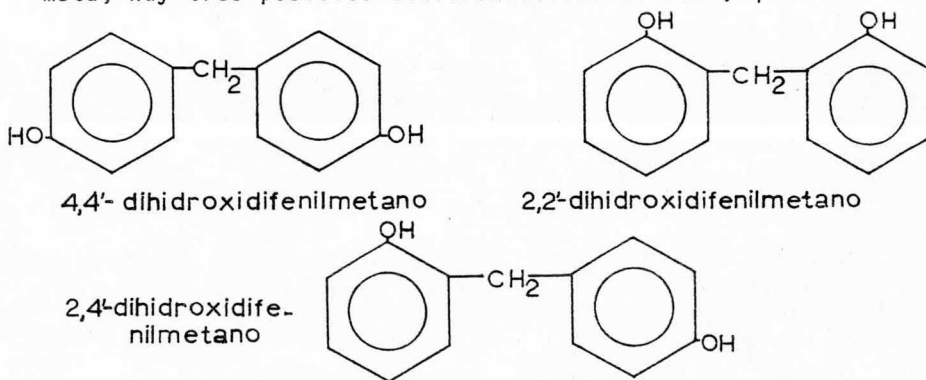
El fenol entonces sufre una sustitución electrofílica con la formación de grupos orto y para metiloles. Por ejem - plo:



En la presencia de ácido los productos iniciales, orto y para metilolfenoles están presentes solo transítivamente - en muy bajas concentraciones. Son convertidos a iones carbo - nio bencílicos los cuales rápidamente reaccionan con el fenol - libre para formar dihidroxidifenilmetanos. Por ejemplo:



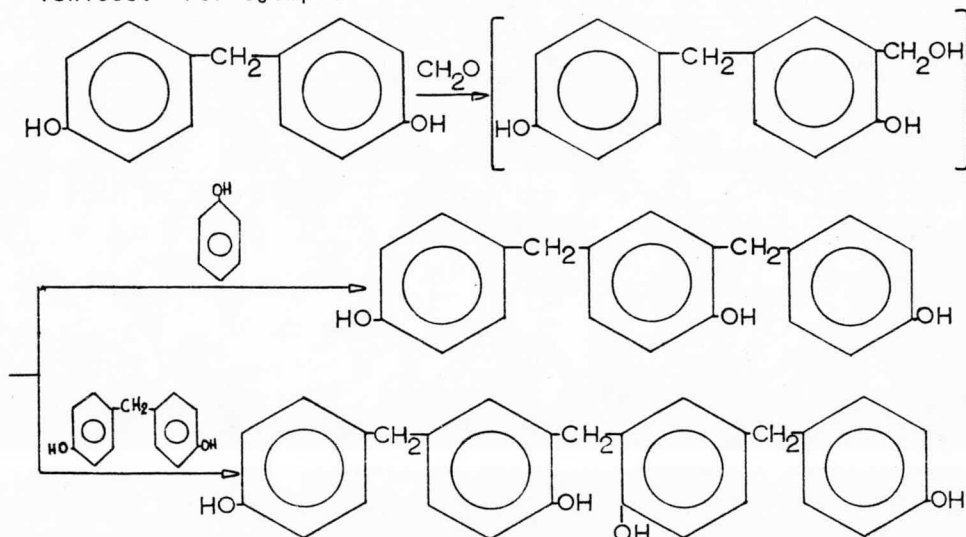
Ya que el fenol no sufre sustitución en la posición - meta, hay tres posibles dihidroxidifenilmetanos, que son:



Las proporciones en las cuales los tres isómeros son - formados dependen de las condiciones usadas, particularmente - de pH. En la reacción catalizada con ácido entre el fenol y - el formaldehído, la primera sustitución en el núcleo fenólico - deactiva sustancialmente al anillo contra sustitución poste - rior (en contraste a la reacción catalizada con base). También, aunque los dihidroxidifenilmetanos formados son activados de -

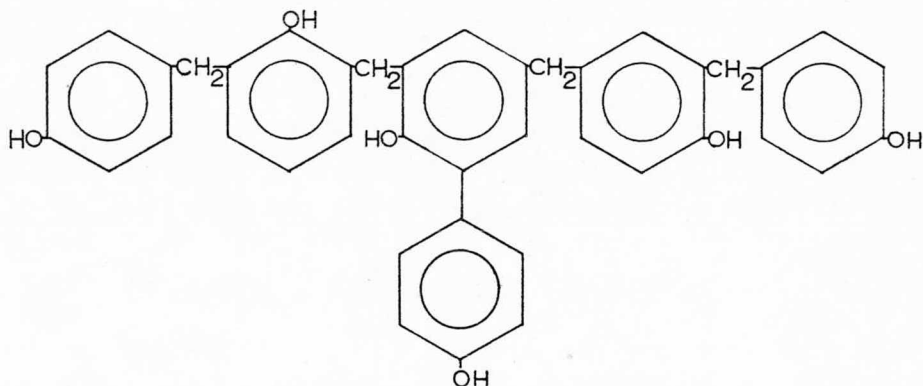
la misma manera que los núcleos fenólicos simples, la activación no es tan fuerte.

La concentración de dihidroxidifenilmetanos subsecuente disminuye tanto como se producen los fenoles polinucleares por posterior metilolación y formación de enlaces metilénicos. Por ejemplo:



Las reacciones del tipo anterior continúan hasta que el formaldehído ha sido consumido. El producto final consiste de una mezcla compleja de fenoles polinucleares unidos por grupos orto y para metilenos. El peso molecular promedio es gobernado por la relación molar inicial de fenol y formaldehído. El peso molecular promedio (M_n) de una novolaca comercial típica es de aproximadamente 600, el cual corresponde a 6 núcleos-fenólicos por cadena; el número de núcleos en cadenas individuales está en el rango de 2-13. Las terceras posiciones potencialmente reactivas de una Novolaca son desactivadas y así las cadenas son esencialmente lineales, aunque ocurre una pequeña cantidad de ramificaciones. La complejidad de las Novo-

lacas se ilustra por el hecho de que para una cadena de 8 núcleos fenólicos hay 1485 posibles isómeros no ramificados y alrededor de 11 000 isómeros ramificados. Una cadena típica de Novolaca puede representarse de la manera siguiente:



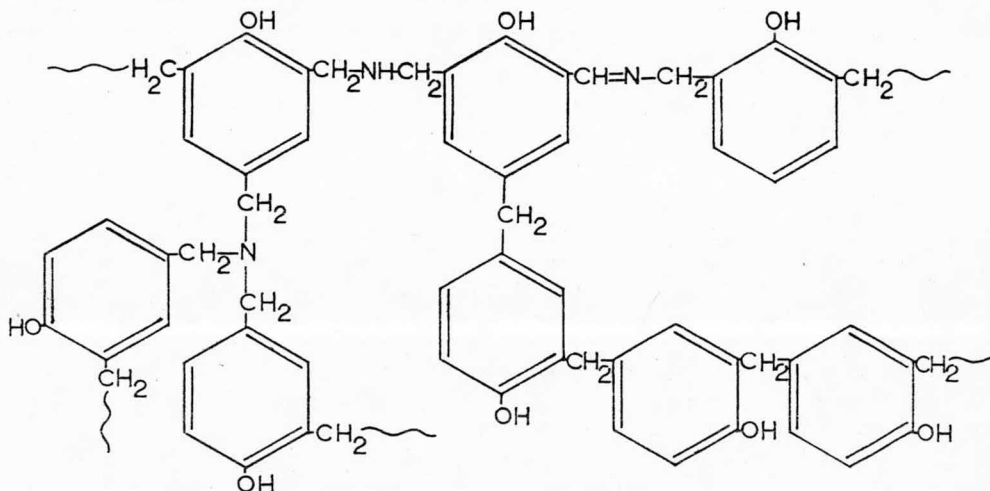
La distinción esencial de las Novolacas es que representan una reacción completa y ellas mismas no tienen capacidad de continuar incrementando su peso molecular promedio. Las resinas son entonces permanentemente fusibles y no hay peligro de gelación durante su producción. En contraste con los resoles que contienen grupos metiloles reactivos que son capaces de reticularse con calentamiento. Para convertir las Novolacas en polímeros reticulados, es necesario adicionar un agente de reticulación. Por este requerimiento, la preparación de las Novolacas se refiere a menudo como proceso en "dos etapas". En conclusión, debe ser notado que las Novolacas pueden ser preparadas usando catalizadores alcalinos como óxido de magnesio y de zinc.

RETICULACION

Aunque las novolacas pueden ser reticuladas por reac-

ción con formaldehído adicional, se usa casi invariablemente - el hexametilentetramina para este propósito. El mecanismo del proceso de curado no está aún bien entendido.

Puede decirse, que el polímero reticulado obtenido de una Novolaca curada con hexametilentetramino está compuesto de núcleos fenólicos unidos principalmente por grupos metílenos - con una pequeña cantidad de eslabones conteniendo nitrógeno. - La estructura posible de tal polímero puede ser representada - de la manera siguiente:



Debe notarse que las cantidades relativas de los eslabones mostrados anteriormente no intentan tener ningún significado cuantitativo. Así que el polímero reticulado obtenido de la reacción de hexametilentetramino-Novolaca tiene una estructura que es predominantemente similar a la del polímero reticulado-derivado de un resol.

PROPIEDADES DE LOS POLIMEROS RETICULADOS

Cuando las resinas fenólicas han sido reticuladas son

rígidas, infusibles e insolubles. Las propiedades mecánicas - de los polímeros reticulados son influenciadas considerablemente por la incorporación de rellenos o cargas. Los polímeros - tienen buena estabilidad al calor, mostrando pequeñas pérdidas de peso arriba de los 200°C. Ya que el polímero es polar, sus propiedades de aislante eléctrico no son sobresalientes pero - son adecuadas para muchos propósitos. También, tienen relativamente una pobre resistencia a la tracción en condiciones de alta humedad.

Los polímeros reticulados de fenolformaldehido son - muy resistentes a la mayoría de los reactivos químicos. No - son afectados por los solventes orgánicos y el agua, aunque la presencia de rellenos celulósicos resultan en una absorción de agua y consecuente hinchazón. Los polímeros son disueltos lentamente por descomposición por fenoles hirviendo como el alfa-naftol. Los polímeros son resistentes a ácidos excepto ácido-fórmico y ácidos fuertemente oxidantes pero la presencia de rellenos celulósicos incrementa la sensibilidad a los ácidos de los compuestos moldeados.

VALORES TIPICOS DE VARIAS PROPIEDADES DE POLIMEROS CURADOS DE -
FENOLFORMALDEHIDO, CON RELLENO Y SIN RELLENO

	FUNDICION SIN RELLENO	MOLDEADO RELLENO-HARI NA DE MADERA	LAMINADO RELLENO - PAPEL
Densidad Relativa	1.3	1.3-1.4	1.3-1.4
Resistencia a la tensión (lb/in ²)	3000-10000	5000-8000	8000-25000
Resistencia a la flexión (lb/in ²)	7000-15000	8000-15000	15000-30000
Resistencia a la compresión (lb/in ²)	10000-30000	15000-40000	20000-40000

Resistencia al impacto (ft/lb/in corte)	0.1-0.5	0.1-0.5	0.2-2.0
Absorción de agua (mg)	2-20	70-150	15-300

RESINA DE UREA-FORMALDEHIDO

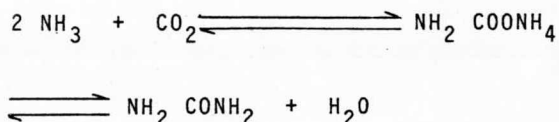
Historia. La reacción entre la urea y el formaldehído fue notada por primera vez en 1884 por Holzer pero su interés comercial se originó en una patente de 1918 de John. John trató urea con formalina para dar soluciones viscosas las cuales fueron sugeridas para emplearse como adhesivos y como impregnantes de textiles. Entre 1920 y 1924 aparecieron algunas patentes que revelaron muchos de los factores que gobiernan la polimerización, sin embargo en ésta época los compuestos moldeados basados en resinas de urea-formaldehído eran muy sensitivas al agua. En 1930 fueron hechos polvos de moldeo satisfactorios basados en resinas de urea-formaldehído por la incorporación de un acelerador ácido, lo que resultaba en curados rápidos y adecuados. Desde entonces los polvos de moldeo de resina de urea-formaldehído se han establecido firmemente para la producción de accesorios domésticos eléctricos, y otros artículos.

Mientras que los polvos de moldeo estaban siendo desarrollados, las resinas de urea-formaldehído eran investigadas para otras aplicaciones tales como adhesivos para madera y recubrimientos de superficie.

MATERIAS PRIMAS

Urea. Todos los procesos ordinarios para la manufactura de urea están basados en la reacción del amoníaco y dióxido de carbono para formar carbamato de amonio el cual se deshi

drata simultáneamente a urea.



La hidratación del carbamato de amonio es apreciable solamente a temperaturas arriba del punto de fusión (alrededor de 150°C) y esta reacción solo puede proceder si la presión parcial combinada del amoníaco y el dióxido de carbono excede la presión de disociación del carbamato de amonio (cerca de 100 atmósferas a 160°C y 300 atmósferas a 200°C).

Así los procesos comerciales son operados en la fase líquida 160-220 grados centígrados y 180-350 atmósferas. Generalmente se emplea un exceso estequiométrico de amoníaco, se usan relaciones arriba de 6:1. La deshidratación del carbamato de amonio es de 50-65% en la mayoría de los procesos. La salida del reactor consiste, entonces, de urea, agua, carbamato de amonio y el exceso de amoníaco. Se usan varias técnicas para separar los componentes. En un proceso, la salida se somete a una reducción de presión y se calienta a 155°C para descomponer el carbamato en amoníaco y dióxido de carbono. Se quitan los gases y se enfrían. Todo el carbón presente reacciona con la cantidad estequiométrica de amoníaco para reformar el carbamato, el cual se disuelve en una pequeña cantidad de agua y se regresa al reactor. El amoníaco sobrante se licúa y se recicla al reactor. Amoníaco y dióxido de carbono se introducen también al reactor.

La eliminación del carbamato de amonio y el amoníaco de la salida de el reactor nos produce una solución acuosa de-

urea. La solución es parcialmente evaporada y la urea es aislada por cristalización. El carbamato de amonio es muy corrosivo. La urea es un sólido cristalino de color blanco, cuyo punto de fusión es 133°C.

FORMALDEHIDO

La obtención del formaldehido ya se mencionó anteriormente. Para la preparación de la resina de urea-formaldehido, el formaldehido se usa normalmente como solución acuosa, formalina. Ocasionalmente se usa paraformaldehido.

PREPARACION DE LA RESINA

Los polímeros de urea-formaldehido encuentran utilización práctica principalmente como polímeros reticulados. La polimerización es normalmente realizada en dos operaciones separadas. La primera operación involucra la formación de una resina de bajo peso molecular y soluble y la segunda operación involucra operaciones de curado las cuales nos conducen al producto reticulado. Varios tipos de resinas son producidas comercialmente pero pueden clasificarse ampliamente en resinas modificadas y no modificadas.

RESINAS NO MODIFICADAS

Las resinas de urea-formaldehido lineales son usadas principalmente en la preparación de composiciones de moldeo y adhesivos. Los métodos empleados para producir estas resinas varían un poco de acuerdo al uso final, pero el siguiente procedimiento, el cual es para adhesivo de madera, ilustra los -

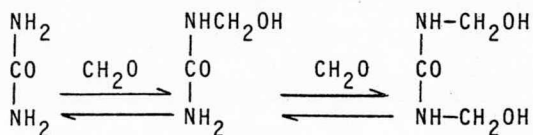
principios generales involucrados.

La formalina se hace ligeramente alcalina (pH=8) con adición de hidróxido de sodio y entonces la urea se añade para dar una relación de urea a formaldehído alrededor de 1:2 molar. La solución resultante es hervida con reflujo durante 15 minutos, acidificada (pH=4) con ácido fórmico y nuevamente hervida durante 5-20 minutos, hasta que el grado requerido de la reacción se logre. El producto es neutralizado con hidróxido de sodio y evaporada sobre presión reducida hasta que el contenido de sólidos requerido se alcanza (cerca de 70% en un adhesivo líquido típico).

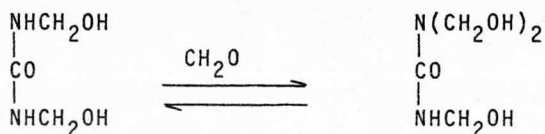
Las reacciones que ocurren en procesos tales como los descritos anteriormente son de dos clases:

(i) FORMACION DE METILOLUREAS

Los productos formados inicialmente en la preparación de las resinas de urea-formaldehído son metilolureas. En las condiciones suavemente alcalinas usadas en la primera etapa de preparación de la resina, metilolurea y dimetilolurea son producidas en producciones altas y pueden ser aisladas en forma pura como compuestos cristalinos:

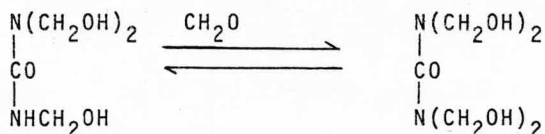


Aunque no ha sido aislada, se cree que la trimetilolurea se forma en estas condiciones:



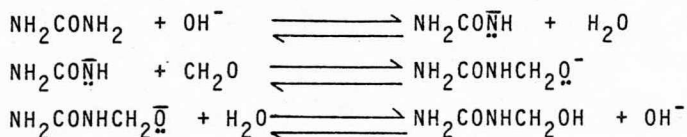
La presencia de trimetilolurea en soluciones que contienen más de 2 moles de formaldehído a 1 mole de urea ha sido inferida de estudios cromatográficos.

Además, la tetrametilolurea ha sido detectada en soluciones fuertemente alcalinas de urea y formaldehído.



Sin embargo, la tetrametilolurea no parece formarse en las condiciones usadas normalmente en la preparación de la resina. Así que después de la reacción inicial, una solución típica de resina contiene mono-, di- y trimetilolureas juntamente con urea y formaldehído.

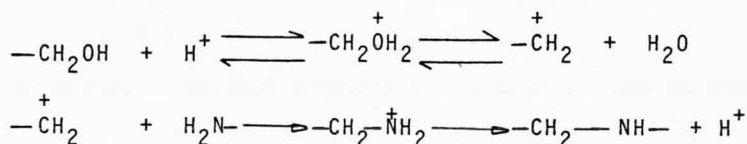
La metilolación de la urea catalizada por una base -- probablemente se efectúe por el mecanismo siguiente:



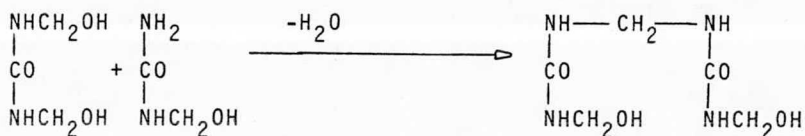
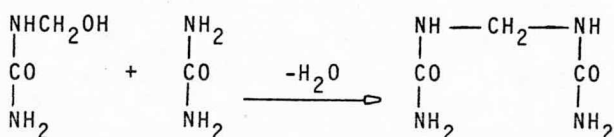
(ii) CONDENSACION DE METIOLUREAS

En la segunda etapa de la preparación de la resina, - la reacción se continúa sobre condiciones ácidas. Se cree que

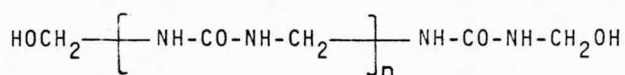
la condensación ocurre entre grupos metiloles e hidrógenos amido para formar enlaces metilénicos de acuerdo al mecanismo siguiente:



Puesto que una solución típica de resina incluye algunas especies las cuales contienen grupos metilol y amido, varios compuestos metilénicos pueden resultar de este tipo de condensación. Por ejemplo:



Los productos del tipo anterior aún poseen grupos metilol y amido; así que la condensación puede continuar para producir compuestos metilénicos poliméricos. Ya que un exceso molar de formaldehído se usa para preparar las resinas, los polímeros terminarán predominantemente en grupos metiloles. Además, puesto que el hidrógeno imido es relativamente poco reactivo a través de los grupos metiloles, los polímeros serán esencialmente lineales con muy pocas ramificaciones. La estructura general de los polímeros que contienen metileno puede ser representada como sigue:



RESINAS MODIFICADAS

Las resinas de urea-formaldehído no modificadas no son adecuadas para usarlas en recubrimientos de superficie porque son insolubles en los solventes comunes, no interaccionan rápidamente con otras resinas y son comparativamente inestables. Estas limitaciones son sustancialmente eliminadas cuando las resinas son modificadas por alcoholes. n-Butanol es el alcohol más ampliamente usado para este propósito y un proceso típico puede ser como sigue.

La formalina se ajusta a un pH 8 y la urea se añade para dar una relación de urea a formaldehído a 1:1.25 molar. La solución resultante se hierve sobre reflujo por un tiempo de 1 hora. Butanol (1.5-2.0 mole por mole de urea) es entonces añadido con un poco de xileno. Se forma, con butanol y agua, un azeótropo ternario que con destilación produce un condensado separado en una capa superior orgánica y una capa inferior acuosa. Descargando la capa inferior y regresando la capa superior al reactor, el agua es progresivamente quitada del sistema. Después que una cantidad sustancial de agua ha sido removida, se añade un catalizador ácido (ácido fosfórico o anhídrido ftálico) y se continúa el calentamiento. Cuando se logra el grado de reacción deseado, la solución se neutraliza y se concentra hasta el contenido de sólidos adecuado.

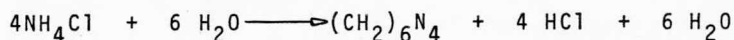
En procedimiento descrito anteriormente, los productos iniciales son metilolureas; el tratamiento con alcohol resulta en la alquilación de una proporción de los grupos metiloles:



Una resina típica contiene 0.5-1.0 mole de butanol - combinado por mole de urea. En la acidificación y posterior ca lentamiento la polimerización ocurre principalmente a través - de los grupos metiloles sobrantes como se describe anteriormente.

RETICULACION

La conversión de resinas de urea-formaldehído de bajo peso molecular en polímeros reticulados de alto peso molecular se hace usualmente por calentamiento en condiciones ácidas. Los compuestos ácidos tales como el anhídrido ftálico son incorporados en los polvos de moldeo mientras que el cloruro de amo - nio se añade comúnmente antes de su uso. El cloruro reacciona con el formaldehído libre para formar ácido hidroclopórico (que sirve como catalizador) y hexametilentetramino:



La naturaleza de las reacciones que ocurren durante - la reticulación de las resinas de urea-formaldehído no ha sido firmemente establecida. Se supone generalmente que en las primeras etapas del proceso, grupos imido en la cadena reaccionan en formaldehído libre presente con la solución para dar grupos-metiloles colgantes.

Después de eso, las reacciones principales se piensan que son aquellas entre los grupos metilol (colgantes o termina les) e hidrógeno imido y aquéllas que involucran semicondensación de grupos metilol. Por ejemplo:

PROPIEDADES DE LOS POLIMEROS RETICULADOS

Cuando las resinas de urea-formaldehído han sido reticuladas son rígidas, infusibles e insolubles. Las composiciones de moldeo son rellenas generalmente con celulosa.

Los compuestos moldeados de urea-formaldehído exhiben una dureza superficial no usual y, en contraste a los compuestos fenólicos, pueden ser producidos en un amplio rango de colores.

Los polímeros de urea-formaldehído tienen relativamente una pobre resistencia al calor y se decoloran y degradan si se mantienen arriba de 80°C. El material curado exhibe buenas propiedades de aislante eléctrico a bajas frecuencias, teniendo particularmente buena resistencia a la tracción. Los polímeros de urea-formaldehído son muy resistentes a la mayoría de los reactivos orgánicos, sin embargo, son atacadas por los ácidos y álcalis y muestran relativamente una alta absorción de agua.

USOS DE LAS RESINAS

Aunque los usos de las resinas de fenol-formaldehído y de urea-formaldehído son innumerables, solamente nos referiremos a los usos que tienen estas resinas en la industria de los tableros aglomerados.

RESINA DE UREA-FORMALDEHIDO

El adhesivo más ampliamente usado en la industria de los tableros aglomerados es la resina de urea-formaldehído. La

mayoría de las plantas que existen actualmente se han diseñado de acuerdo a las propiedades de esta resina. Las principales virtudes de la resina de urea-formaldehído son:

1. Bajo costo. Es la resina termoendurecible de más bajo costo.
2. Curado rápido. Debido a esta propiedad, pueden usarse ciclos cortos de prensado. Con la adición de catalizadores, casi no hay límite teórico a la velocidad de curado, la que puede ser obtenida en una prensa caliente. En la práctica la velocidad es limitada por la necesidad de evitar el tener el curado de la resina sobre las partículas antes de que el colchón sea comprimido en la prensa caliente. Un factor significativo es el hecho de que la temperatura lograda en el mezclador de resina puede alcanzar los 150°F, y los platos usados en la operación multiplatos retornará a la línea de formación a temperaturas arriba de 200°F.
3. Conveniencia del proceso. Tal como es usada, la resina de urea-formaldehído proporciona un "pegado" a las partículas tratadas con resina, causando adhesión unas con otras.
4. Color claro. Una resina de urea-formaldehído no oscurece el color del tablero.

La resina es comúnmente proporcionada en forma de solución acuosa de resina conteniendo 60-65% de sólidos y con una viscosidad en el rango de 200 a 500 cP. Puede ser usada tal como se recibe o puede ser diluida con agua para reducir la viscosidad, lográndose así una mejor condición de espreado-

de la solución. Está también disponible en forma de polvos - que pueden ser reconstituídos a una solución acuosa, una forma más aceptable para el transporte a plantas que están aisladas.

Las dos principales objeciones a la resina de urea---formaldehído con su tendencia a soltar vapores de formaldehído cuando el tablero terminado se expone al calor o a la humedad, y la carencia de durabilidad completa de la resina. La tendencia a soltar vapores de formaldehído es una desventaja la quetiende a ser aparente cuando el tablero se usa en grandes á-reas en un espacio cerrado tal como el revestimiento de un closet. Tales problemas frecuentemente han sido eliminados aplicando pintura o laca al tablero para sellar su superficie. La carencia de durabilidad de la resina radica en la descomposi-ción química de la resina sobre condiciones de humedad y calor. A temperatura ambiente, la resina es a prueba de agua, pero - a 100°F y 100% de humedad relativa, el tablero hecho con la resina de urea-formaldehído pierde una porción sustancial de su resistencia en solo 8 semanas de exposición.

Si la durabilidad del tablero es inadecuada para una aplicación especial, la resina de urea-formaldehído puede ser modificada adicionándole resina de resorcinol-formaldehído o--melamina-formaldehído; el costo total de estas variantes es = mayor que el costo de usar un adhesivo de urea-formaldehído.

RESINA FENOLICA

La resina de fenol-formaldehído está disponible en - dos formas: como resina líquida y como resina en forma de polvo.

La resina líquida es una solución acuosa conteniendo una pequeña cantidad de sosa cáustica. De un modo general el costo de la resina fenólica líquida es 50% mayor que el costo de la resina de urea-formaldehído: el costo de la resina en polvo es 2.5 veces mayor que el costo de la resina de urea-formaldehído, todo comparado en base de resina sólida.

La velocidad de curado de las resinas fenólicas líquidas no puede ser ajustada simplemente por la adición de un catalizador o endurecedor, y es obtenida a través de condensar la resina a un peso molecular favorable. Para tableros, esto resulta en una solución de resina que contiene solamente 35-40% de sólidos, y que tiene una vida útil de 1-2 semanas a 70°F, puesto que la viscosidad aumenta rápidamente en el almacenamiento. De manera aproximada estas resinas curan un 25% más lentamente que las resinas de urea-formaldehído usadas en la producción de tableros.

La resina fenólica en forma de polvo, a pesar de su costo mucho mayor, tiene una ventaja particular de proceso en tableros hechos de hojuelas extremadamente largas. Estas hojuelas no fluyen rápidamente, y es difícil obtener un recubrimiento uniforme con resina aplicada por los métodos convencionales de esparado. Si la resina en polvo es mecánicamente mezclada con estas hojuelas tiende a distribuirse uniformemente sobre las partículas. La uniformidad de la distribución de la resina es mejorada por el hecho de que la resina en polvo no polimerizará rápidamente en la superficie de las partículas en una cantidad no mayor al 4% en peso.

Otro factor importante es el contenido de humedad de las partículas cuando están en la prensa de platos calentados. El exceso de humedad tiende a "plastizar" la resina y puede también retardar el curado de la resina, ya que es una reac -

ción de condensación que produce agua como producto de la -
reacción. Un mecanismo similar se produce en el centro del ta -
blero, habiendo una pérdida de resistencia que se encuentra -
cuando los tableros son presionados con un alto contenido de -
humedad (arriba del 10-11%). Debe notarse que, cuando un ta -
blero de 12% de humedad (por ejemplo) es colocado entre dos -
platos calientes, la humedad de las caras del tablero se con -
vierte en vapor y se dirige hacia el interior del tablero. -
Inicialmente este vapor condensa en el centro relativamente -
frío del tablero. Lo que provoca que la resina del centro del
tablero no cure a la misma velocidad que en el resto, lo que -
provoca que en el tablero se noten manchas que indican un gra -
do menor de curado de la resina.

C A P I T U L O I I I

TIPOS DE ADITIVOS Y CARGAS EMPLEADOS EN LA FA
BRICACION DE TABLEROS AGLOME
RADOS

TIPOS DE ADITIVOS Y CARGAS EMPLEADOS EN LA FABRICACION DE TABLEROS AGOMERADOS

Habiendo descrito, en el Capítulo anterior, a las resinas de urea-formaldehído y fenol-formaldehído, así como las propiedades que dichas resinas le imparten a los tableros aglomerados, tales como: resistencia a la flexión, resistencia a la compresión, resistencia a la tensión, etc., es de interés mencionar otros tipos de aditivos y cargas, gracias a los cuales los tableros aglomerados poseen propiedades que los convierten en materiales altamente competitivos con la madera natural. La adición de los aditivos y cargas depende fundamentalmente del uso a que estará destinado el tablero.

Entre algunas propiedades que poseen los tableros aglomerados comparadas con la madera natural, pueden mencionarse:

- a) Los tableros aglomerados son más resistentes, debido a que sus fibras acomodadas uniformemente en todas direcciones proporcionan una mayor resistencia a la acción de fuerzas en cualquier sentido.
- b) La adición de agentes químicos que evitan la ac -

ción del fuego, la polilla, termitas, hongos, -- etc. Gracias a los cuales los tableros aglomerados son muy versátiles.

- c) Los tableros aglomerados no se astillan y tienen siempre apariencia uniforme y tersa.
- d) Los tableros aglomerados no tienen nudos ni asperezas y cubren superficies mucho mayores que la madera en muy raras veces alcanza a cubrir.

Por estas excelentes cualidades, independientemente de su fácil transformación, los tableros aglomerados poseen un enorme potencial en el mercado nacional y aún en el extranjero.

AGENTES HIDROFOBOS

Uno de los principales problemas con que se enfrentan los tableros aglomerados destinados a usos exteriores es la continua exposición de éstos a la acción del sol, del viento y principalmente la lluvia; por lo que el tablero está sujeto en estas condiciones a la absorción de agua que puede perjudicar su forma original y ocasionar deformaciones posteriores, con los problemas que esto trae consigo en la industria de la construcción.

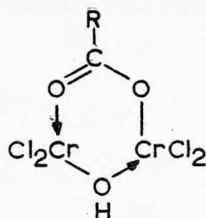
Una posible solución a estos problemas la ofrece el uso de Complejos Crómicos, debido a sus propiedades y a que proporcionan a los tableros aglomerados una mayor repelencia al agua.

Uno de estos agentes es el complejo crómico tipo Werner^{1/} que se presenta en forma de una solución en isopropanol-

^{1/} Conocido bajo la marca comercial de "QUILON".

y tiene apariencia de un líquido verde oscuro y con un ligero olor etéreo.

Su fórmula química es:



donde Res un radical graso.

Los átomos de cromo del complejo se combinan químicamente con la celulosa y otras superficies cargadas negativamente produciendo al secarse recubrimientos insolubles hidrofóbicos.

Estos recubrimientos hidrofóbicos, no afectan la flexibilidad ni la porosidad de los tableros aglomerados.

Gracias a la polaridad molecular del radical graso del complejo crómico, se orienta entonces hacia la superficie del substrato y es precisamente este radical el que proporciona la propiedad de repelencia al agua.

El complejo crómico de tipo Werner puede aplicarse fácilmente, sin equipo ni operaciones especiales. Su aplicación se lleva a cabo en forma de solución acuosa.

Normalmente una solución al 2% dará suficiente protección de repelencia al agua, aunque pueden trabajarse a concentraciones del 10%. El pH de la solución debe ser de 3.2 aproximadamente para obtener las máximas características de repelencia.

La solución debe aplicarse al producto terminado por medio de rodillos, atomizando o por inmersión.

Se estima que con 1.5 kg. de complejo crómico se obtienen magníficos resultados para el efecto de repelencia de 1,000 m² de tablero aglomerado.

Asimismo, el nivel de costo estimado es de \$0.05/m²

Otro agente químico con características hidrofóbicas muy ampliamente usado es la cera parafínica.

En pequeñas cantidades, la cera retarda la absorción de agua durante la exposición temporal del tablero al agua líquida.

El patrón de rendimiento se mide por la prueba de "absorción de agua" descrita en ASTM D 1037: un espécimen de tamaño fijo se sumerge en agua a 70°F durante 24 horas; al final de la prueba se le practican al tablero las mediciones siguientes: incremento de peso, incremento de espesor, y la expansión lineal en la dirección del plano del tablero.

La cera se aplica por aspersión sobre las partículas en forma de cera fundida. Con esta técnica se ha encontrado que la cera fundida es relativamente ineficiente. Probablemente por la dificultad de distribuirla uniformemente sobre las partículas en condiciones de producción.

Se ha preferido entonces aplicarla en forma de emulsión acuosa que puede ser mezclada con la solución de resina; el costo mucho mayor de la cera en forma de solución acuosa (alrededor de 4 veces el de la cera sólida o líquida) es compensado por su mayor eficiencia, puesto que normalmente solo

0.15 a 1.0% de sólidos de cera se requieren para lograr las -
 cualidades requeridas de repelencia al agua en el tablero.

INSECTICIDAS

Para ciertas aplicaciones de los tableros, los resi -
 duos agrícolas no tienen suficiente resistencia al ataque de -
 los insectos, por lo que es necesario proporcionarle al table -
 ro una resistencia mayor. Esto se logra mediante la adición -
 de un agente químico que evite el ataque de los insectos, ésto
 es que actúe como insecticida.

El Bórax, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ y el tetraborato de sodio -
 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ son dos de los compuestos químicos más ampliamente usa
 dos con el objetivo de proteger a los tableros del ataque de -
 los insectos, principalmente de moscas, termitas, cucarachas,-
 etc.

Una propiedad muy notable del bórax es la de cohibir -
 el desarrollo de las bacterias y de los productos tóxicos de -
 su metabolismo.

El ácido silícico SiO_2 ó H_2SiO_3 , muy finamente dividi
 do es un desecante que actúa rápidamente y mata cucarachas, -
 moscas, termitas, etc., por deshidratación.

El azufre y sus compuestos son los pesticidas más an -
 tiguos y ampliamente usados.

El azufre elemental es efectivo especialmente como -
 polvo para el control de insectos y es también un fungicida de
 gran valor.

En nuestro medio existe un producto^{1/} que protege e -

^{1/} (Preservativo Resistol 892).

ficazmente a los tableros aglomerados del ataque de los insectos. Se trata de un compuesto químico que mediante una aplicación con brocha, rociador o por inmersión, penetra por los poros del tablero, inmunizándolo al ataque de insectos, tales como: polilla, comején, etc.

Además no altera el aspecto, color o textura del tablero. Este producto es básicamente pentaclorofenol.

Es un preservativo líquido de color ambarino transparente, de olor característico a solvente. Entre sus ventajas - están las siguientes: está listo para usarse, no mancha, fácil de aplicar, el tablero puede pintarse, laquearse o barnizarse después de la aplicación, es de fuerte penetración.

FUNGICIDAS

Es de vital importancia proteger a los tableros del ataque de los hongos. Esto se logra mediante el empleo de fungicidas. Entre los fungicidas más ampliamente usados están: - el azufre, cloruro de zinc, bórax, ácido bórico, naftenato de cobre, algunos fenoles clorados, sulfato de zinc, compuestos - cuaternarios de amonio, pentaclorofenol, fluoruro de sodio y di-tiocarbamatos.

RETARDANTES DE FUEGO

Para aplicaciones especiales en las cuales los códigos de construcción u otras consideraciones requieren un alto nivel de resistencia al fuego, es necesaria la aplicación de - agentes químicos que proporcionan esta característica.

os retardantes de fuego más usados son: fosfato de-

amonio, sulfato de amonio, ácido bórico, bórax, o cualquiera - de las formulaciones que se dan a continuación:

- a) Bórax, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 7 partes - ácido bórico, - H_3BO_3 , 3 partes.
- b) Bórax, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 7 partes - ácido bórico, - H_3BO_3 , 3 partes - fosfato diamónico, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, - 5 partes.
- c) Fosfato de sodio, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 1 parte - ácido bórico H_3BO_3 , 1 parte - fosfato diamónico, - $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, 1 parte.
- d) Sulfamato de amonio, $\text{NH}_4 \text{OSO}_2$, 1 parte.
- e) Sulfamato de amonio NH_4OSO_2 , 3 partes - fosfato - diamónico, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, 1 parte.
- f) Bromuro de amonio, NH_4Br .

Todas estas formulaciones se aplican por aspersión, - rodillos, etc.

RODENTICIDAS

Los rodenticidas más ampliamente usados son en forma de polvos y los más conocidos son el fluosilicato de sodio, el dieldrin y el endrin y la alfalfarina.

C A P I T U L O I V

SITUACION ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE LOS TABLEROS

AGLOMERADOS EN MEXICO

SITUACION ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE LOS TABLEROS AGLOMERADOS EN MEXICO

En éste capítulo se describirá la situación de la industria de los tableros aglomerados en México, industria que a pesar de su gran desarrollo es cada vez más insuficiente para abastecer el consumo nacional de dicho producto.

Quizá el mayor problema que afecta a esta industria es el mal aprovechamiento de los recursos forestales. La producción forestal en México ha crecido muy lentamente, debido a la acción de numerosos obstáculos.

Los controles administrativos han sido impotentes para frenar el desarrollo de explotaciones clandestinas y menos aún para atenuar la acción de otros agentes que propician la desforestación, como son los desmontes en suelos forestales, los incendios, el pastoreo sin control, las plagas y enfermedades y las explotaciones irracionales. Una elevada proporción de las áreas forestales que están actualmente marginadas se encuentran en zonas de difícil acceso, por lo tanto, para aprovecharlas es necesario incurrir en fuertes inversiones para el trazo de caminos principales. Estas inversiones regularmente corren por cuenta del concesionario y tienen, como efecto di -

recto inmediato, la elevación en los costos de producción, y - como efecto indirecto que repercute también en los costos, el hecho de que generalmente los trazos y materiales empleados en la construcción no son los mejores, provocando demoras en la - entrega de materia prima, exceso de maniobras, rápido desgaste del equipo de transporte, etc.

Las vedas forestales son disposiciones que han tratado de proteger el recurso; sin embargo, hasta el momento nunca han dado los resultados que se esperaban, ya que su aplicación ha sido indiscriminada abarcando no solamente áreas forestales que por su intensidad de explotación demandan un período largo de recuperación, sino que incluyen grandes superficies - de bosques comerciales que para su mejoramiento y conservación requieren que sean explotados y que se apliquen tratamientos - técnicos acordes con su realidad silvícola.

Puesto que es un tanto difícil la solución pronta de tan numerosos problemas con que se enfrenta la situación forestal en México, se plantea entonces como una posible solución a la industria de los aglomerados, el empleo de sustitutos cuyo producto final sea igual o mejor aún en calidad a los fabricados con madera.

CAPACIDADES DE PLANTAS PRODUCTORAS DE TABLEROS AGLOMERADOS

La producción nacional de tableros aglomerados, la - cual se inicia en el año de 1964, creció en el lapso de 10 años en un 398.1%. Sin embargo, la tendencia no ha sido permanentemente creciente; pues en el transcurso de ese período ha experimentado decrementos con respecto a años anteriores, específicamente en 1970, 1972 y 1973.

El mayor volumen de producción se alcanzó durante el año de 1971. Esta producción representó un volumen aproximado de 72,271 m³. Se indica que uno de los factores primordiales que han contribuido a una producción un tanto errática en los últimos años ha sido la carencia de materia prima.

Sin embargo, ya que en un mercado están ligados íntimamente sus componentes, no ha de descartarse la posibilidad de que los oferentes al no querer alterar la tendencia al alza de los precios, sigan una conducta consecuente, como puede observarse por la diferencia considerable entre costos y precios, señal inequívoca de demanda insatisfecha.

CAPACIDAD INSTALADA

La capacidad anual instalada de la industria de los tableros aglomerados era en el año de 1968 de 108,000 m³; para 1970 permaneció sin alterarse, ampliándose en 1972 a 120,000 m³ de tal manera que hubo un incremento del 11%. En el año de 1973 la capacidad instalada de producción tuvo un aumento muy ligero, que pudo ser mucho mayor, pero un siniestro hizo desaparecer una de las plantas del Estado de Chihuahua. El aumento se debió a que en ese mismo año comenzó a operar otra planta Maderas Conglomeradas, S.A. ubicada en el Estado de México.

CUADRO NO. 1

PRODUCCION NACIONAL DE TABLEROS AGLOMERADOS

 (m^3)

1964	14,300
1965	24,900
1966	25,500
1967	35,000
1968	42,000
1969	56,800
1970	55,500
1971	72,271
1972	72,176
1973	71,724

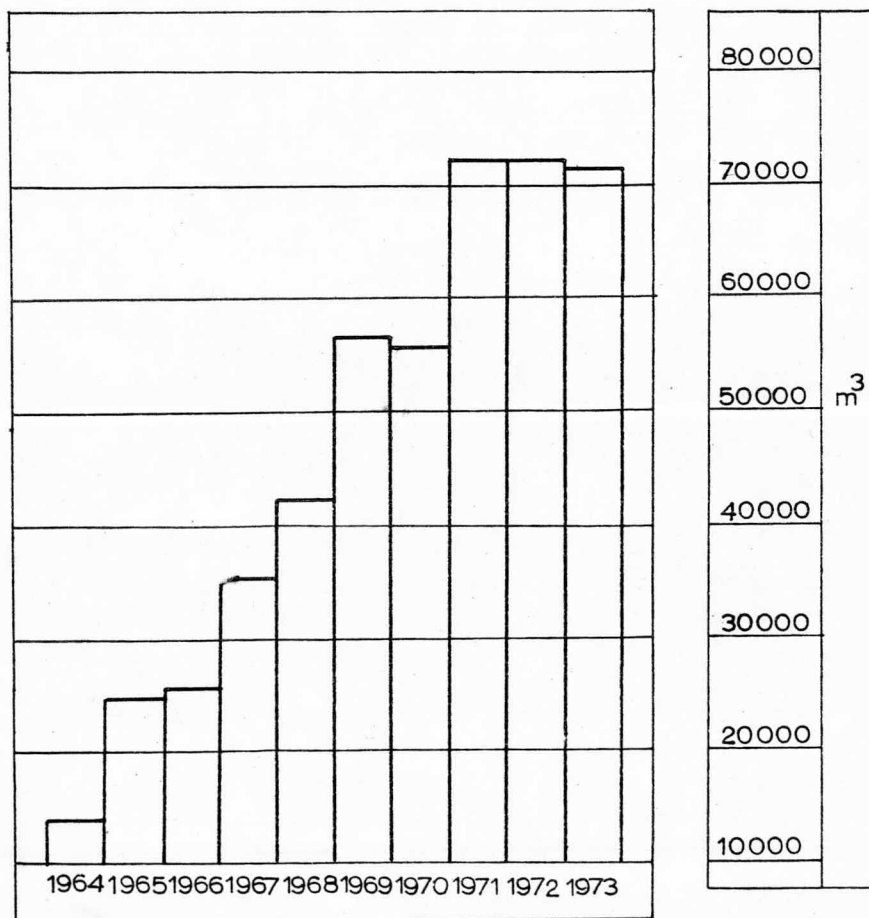
C U A D R O No. 2

CAPACIDAD DE PRODUCCION DE LAS PLANTAS INDUSTRIALES
(miles de m³)

INSTALADA	UTILIZADA	%
108.0	50.0	30.0
108.0	55.0	51.4
120.0	72.2	60.0
120.7	71.7	59.4

C U A D R O No. 3

PRODUCCION NACIONAL DE TABLEROS AGLOMERADOS



LOCALIZACION GEOGRAFICA DE PLANTAS PRODUCTORAS
DE TABLEROS AGLOMERADOS EN LA REPUBLICA MEXI
CANA



Estado de México	2
Yucatán	1
Oaxaca	1
San Luis Potosí	1
Guerrero	<u>1</u>
TOTAL	6

CAPACIDAD UTILIZADA

Es muy interesante destacar que la capacidad ociosa - en la industria de los tableros aglomerados ha sido muy elevada y aunque en los últimos años se ha reducido, el margen es - todavía amplio.

En 1968 solo se aprovechó el 30% de la capacidad y ya para el año de 1973 se utilizó el 59.4%

Los datos anteriores no son plenamente confiables ya que las fuentes que proporcionan información discrepan entre - ellas; por otra parte, hay ciertos intereses que impiden obtener datos adecuados.

PROYECCION DE LA OFERTA

Para proyectar la oferta de este producto se determina cuál es su participación dentro del contexto nacional forestal, el coeficiente calculado resultó ser del orden del 2.115%

A partir de este coeficiente calculado se obtiene el - volumen en m^3 que se canalizará a la industria.

C U A D R O No. 4

PROYECCION DE LA OFERTA
(m^3)

1974	78,020
1975	86,163
1976	95,797

Por lo que se refiere a la ampliación de su aparato-- productivo, la rama industrial contempló un aumento en la capacidad instalada debido a que entraron en funcionamiento 2 plantas que hacen que la capacidad existente se aumentara hasta - 210,750 m³.

En el presente año de 1976 entrarán en funcionamiento 3 nuevas plantas, de las cuales dos fabricarán el tablero aglomerado a partir de la utilización de materia prima distinta a la tradicional; y en su lugar insumirán bagazo de caña y vara de algodón; ambos residuos agrícolas.

A continuación se detalla el nombre y la localización de estas nuevas plantas.

Las que empezaron a funcionar en el año de 1975 fueron:

1. Duraplay en Chihuahua, con una capacidad instalada de 70,000 m³.
2. Tablacel en San Luis Potosí, con una capacidad instalada de 20,000 m³.

Las plantas que iniciarán su operación durante el año de 1976 son:

1. Perlo al sur de Veracruz, Chapas y Maderas Tropicales con una capacidad instalada de 20,000 m³.
2. Ecoplay Ingenio Quesería, con una capacidad instalada de 8,000 m³ utilizando como materia prima el bagazo de caña.

3. Valle de Mexicali, dos empresas ejidales que utilizan como materia prima la vara del algodón.

DEMANDA

Consumo aparente. No habiendo sido posible contar con la información suficiente para calcular la demanda efectiva de tableros aglomerados, se consideró oportuno emplear los datos correspondientes al consumo aparente identificándolo como la demanda ejercida.

C U A D R O No. 5

CONSUMO APARENTE DE TABLEROS AGLOMERADOS

1964	14,300
1965	25,100
1966	25,800
1967	35,696
1968	50,552
1970	72,794
1975	181,131
1980	450,709
1985	1,121,505
1990	1,806,193
1995	2,908,890
2000	4,684,794

FUENTE: Unión Nacional de Productores de Madera

C U A D R O N O. 6

CONSUMO APARENTE DE TABLEROS AGLOMERADOS
(m³)

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	CONSUMO APARENTE
1964	14,300	00		14,300
1965	24,900	200		25,100
1966	25,500	300		25,800
1967	35,000	696		35,696
1968	42,000	550		42,550
1969	56,800	490	5,990	51,300
1970	55,500	310		55,810
1971	75,271	680		75,951
1972	72,176	656		72,832
1973	71,724			



C U A D R O No. 7

PROYECCION DE LA DEMANDA DE AGLOMERADOS
(m³)

AÑO	DEMANDA
1973	76,105
1974	94,053
1975	114,088
1976	135,241
1977	153,478
1978	185,516
1979	210,610
1980	240,094
1981	271,349
1982	305,107
1983	341,873
1984	383,102
1985	422,770

El consumo aparente en los tableros se ha incrementado de 1964 a 1972 en un 409.3%, cifra mayor en mínima cuantía a la experimentada por la producción; de dicho consumo como se desprende del cuadro número 6 se satisface por la producción nacional en un 99% con la totalidad de él.

La demanda experimentará alzas en su ritmo de crecimiento una vez que se resuelvan los problemas de rigidez relativa en la oferta y el posible desarrollo más acorde de los precios.

El consumo aparente, se duplicó de 1964 a 1967, se triplica de 1964 a 1968 y se quintuplica de 1964 a 1973.

Esta situación es de los fenómenos de mercado más interesantes que se han tenido en las actividades silvícolas industriales, ya que para el año de 1966 se consideraba saturada la industria y era mal visto por los industriales la entrada de nuevos fabricantes a la rama de tableros aglomerados.

PROYECCION DE LA DEMANDA

La proyección de la demanda de tableros aglomerados, abre coyunturas muy favorables para la entrada de más industriales a la rama y de mayor magnitud, ya que si tomamos como base 1973, la demanda se duplicará en 1977, en 1980 se triplicará y en 1983 se cuadruplicará.

BALANCE OFERTA-DEMANDA

Es evidente el desequilibrio que existe entre los conceptos que regulan el mercado, ya que como se observa en el cuadro siguiente, el déficit se va incrementando año tras año-

y esto es debido principalmente a la falta de materia prima,-- ya que por lo que se refiere a la capacidad de producción de - la rama, ésta supera ampliamente el volumen demandado.

C U A D R O No. 8

BALANCE OFERTA-DEMANDA

AÑO	OFERTA	DEMANDA	SALDO
1974	78,020	94,053	- 16,033
1975	86,163	114,088	- 27,925
1976	95,797	135,241	- 39,444

COMERCIO EXTERIOR
IMPORTACIONES

Las importaciones de tableros aglomerados presentan - una serie errática más finalmente ha sido creciente como puede observarse en el cuadro No. 9; el incremento total del periodo entre el primer año que se realizaron importaciones (1965)- y el de 1972 fue de 228%, sin embargo las cifras absolutas van de 200 m³ a 656 m³ lo cual resulta reducido máxime si lo comparamos a las importaciones realizadas en el rubro del triplay.

No obstante lo anterior es conveniente tomar las medidas necesarias, no sólo para sustituir las exiguas importaciones, sino tratar de ir penetrando en el mercado internacional,

posibilidad que se puede inferir dada la baja utilización de la capacidad instalada que hace la industria de referencia.

EXPORTACIONES

En el renglón de exportaciones como se desprende del Cuadro No. 9, se señala casi la completa ausencia en el mercado exterior, salvo el año de 1969 que constituye la excepción, en el cual se exportaron 5990 m³.

BALANZA COMERCIAL

El saldo del comercio internacional ha sido desfavorable a nuestro país como se colige del desarrollo de las importaciones o exportaciones, excepto en el año de 1969 en que es superavitorio.

Es de esperar que con la participación del sector gubernamental y el aumento de aprovisionamiento de materia prima, se pueda aprovechar la coyuntura que ofrece el mercado exterior y lograr obtener divisas tan necesarias para mejorar la situación económica en general.

C U A D R O No. 9

BALANZA COMERCIAL DE TABLEROS AGLOMERADOS

(m³)

AÑO	IMPORTACION	EXPORTACION	SALDO
1964	-	-	-
1965	200	-	- 200
1966	300	-	- 300
1967	696	-	- 696
1968	550	-	- 550
1969	490	5,990	+5550
1970	310	-	- 310
1971	680	-	- 680
1972	656	-	- 656
1973	850	-	- 850

USOS DE LOS TABLEROS AGLOMERADOS

Los tableros aglomerados por sus propiedades acústicas y aislantes de temperatura y por su estabilidad dimensional, son de gran atractivo para la industria nacional.

Los usos de los tableros aglomerados se dividen en 3 grandes rubros: Industria de la construcción, industria mueblera y otros usos.

A. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

- Recubrimientos de muros
- Lambrines
- Plafones
- División de habitaciones
- Entrepisos
- Pisos
- Closets
- Puertas
- Cubiertas de fregaderos y aparadores
- Gabinetes
- Casas prefabricadas
- etc.

B. INDUSTRIA MUEBLERA

- Comedores
- Recámaras
- Salas
- Consolas
- Libreros
- Mesabancos escolares
- Pizarrones
- Mesas de billar
- Muebles de cocina
- Escritorios, etc.

C. OTROS USOS

Barcos

Empaques

Interiores de carros de ferrocarril

Remolque de pasajeros y de carga

etc.

Existen posibilidades de uso aún inexploradas para -- los tableros aglomerados pero tomando en consideración dos factores:

PRIMERO: Los elevados precios, resultantes de una capacidad instalada ociosa, como consecuencia de la escasez de materia prima han limitado la demanda, abriendo una posibilidad importantísima para utilizar los tableros aglomerados hechos con residuos agrícolas para satisfacer esa demanda.

SEGUNDO. La carencia de una información sistemática de orientación al insumidor, han limitado la expansión de la demanda hacia nuevos usos; esto último obedece a que no existen investigaciones importantes sobre nuevas aplicaciones de este producto intermedio, dentro de la rama productiva.

C A P I T U L O V

PAISES PRODUCTORES DE TABLEROS AGLOMERADOS A
PARTIR DE FIBRAS CONVENCIONALES NO
UTILIZADAS EN MEXICO

PAISES PRODUCTORES DE TABLEROS AGLOMERADOS A PARTIR DE FIBRAS CONVENCIONALES NO UTILIZADAS EN MEXICO

La industria de los tableros aglomerados en México - utiliza la madera como materia prima para su fabricación. En otros países agrícolas desarrollados y en vías de desarrollo - existen grandes cantidades hasta ahora casi inexploradas de de sechos agrícolas y de otros productos vegetales distintos de - la madera, que representan una reserva de materias primas de - creciente importancia tomando en consideración que cada vez es mayor el consumo de tableros de partículas y de fibras hechos - con madera; y que ya en muchos países esta demanda es insatis fecha.

A continuación se mencionan algunos de los países que se han preocupado en hacer investigaciones para el aprovecha - miento de estas materias primas, haciendo hincapié de cuales - son las más usadas en cada uno de estos países.

CHECOSLOVAQUIA

En Checoslovaquia se está prestando la debida aten - ción a las posibilidades de aprovechamiento industrial de las -

citadas materias primas y no sólo desde el punto de vista científico y de la investigación, pues varios tipos de desechos agrícolas se vienen ya transformando en tableros en escala industrial.

El Instituto Estatal de Investigación sobre Productos Forestales de Bratislava, que tiene a su disposición laboratorios bien equipados y plantas experimentales, se está ocupando de toda la compleja serie de problemas de investigación que plantea la transformación de la madera y de las materias fibrosas distintas de ella, en tableros. Por ejemplo, el Instituto ha desarrollado tecnológicamente y patentado, un método especial, de vía seca, para transformar las materias fibrosas en tableros de fibras.

La Organización de Estudios y Proyectos Técnicos "LIGNOPROJEKT" de Bratislava, posee experiencia en la planificación y establecimiento de plantas manufactureras para la producción de diferentes tipos de tableros.

Hace unos veinte años, se comenzaron a producir tableros de tres capas, con alma de mazorcas de maíz cubierta con chapa de madera, que se vienen empleando con éxito en la construcción.

Constituye un adelanto indiscutible la manufactura de tableros de partículas a partir de la paja de lino y cáñamo, cuya producción alcanza anualmente los 60,000 metros cúbicos. Estos tableros se emplean con éxito para la fabricación de muebles, y una buena parte de ellos se exporta.

De las otras materias fibrosas distintas de la madera que han sido estudiadas cabe mencionar las siguientes: bagazo

de caña de azúcar, tallos de algodón, desechos de palmera datilera, bambú, papiro, cañas y esparto. Los trabajos de investigación relativos a algunas de las materias primas, se realizaron dentro del marco de los estudios de viabilidad llevados a cabo por organismos de las Naciones Unidas.

Tanto los trabajos de investigación, como los estudios económicos han demostrado que todas las materias primas citadas pueden ser transformadas en tableros aglomerados.

Como es lógico, en algunos casos, la calidad de éstos es inferior a la de los tableros similares fabricados a base de madera. Esa diferencia se explica por la estructura morfológica de las materias distintas de la madera, así como por la presencia de algunos componentes químicos específicos que no existen en la madera.

TAILANDIA

En Tailandia una industria "Stramit" fabrica losas de paja comprimida que son paneles para fines de construcción que poseen buenas características térmicas y de insonorización y buenas propiedades ignífugas.

Su ancho y espesor son fijos, pero no así su longitud que puede cortarse a la medida deseada. Sirven para recubrimiento de tejados, tabiquería, techado interior, revestimiento de paredes interiores y para otras aplicaciones menores.

Estos paneles se comercializan principalmente en Tailandia. Si bien, se han utilizado en distintos tipos de construcciones, son especialmente adecuados para edificios públicos, fábricas, viviendas económicas y centros de recreo.

Hay ciertos obstáculos que se oponen a la ampliación del mercado, principalmente la novedad del producto, su aspecto característico, las modalidades poco comunes de aplicación del mismo, y del tipo de materias primas empleadas (pajas).

Los paneles se fabrican por un sencillo proceso de - vía seca, a base de calor y presión. La máquina utilizada tiene un ciclo de producción normal de solamente media hora para todo el proceso.

No existe el problema de la eliminación de desechos.- Las materias primas empleadas son pajas de cereales producidos en el país; y cola y papel que se importan.

La paja ha de tener un contenido de humedad inferior a un 16%; cuando se alimenta a mano, su longitud óptima son - 80 cm.

La disponibilidad y el costo de la paja en los países agrícolas, y se supone que muchos países en desarrollo lo son, no plantearán problemas. La proporción utilizada es de 1 kg.- de cáscara de arroz por 2 kg. de paja. Cuando se utiliza paja de longitud natural, la relación suele ser de 1:8 en algunas - partes.

En Tailandia, también se utiliza la paja de arroz para fabricar pasta de papel, material de embalaje, piensos y -- fertilizantes.

La línea de producción Stramit funciona exclusivamente con electricidad. Un reducido número de operaciones se - efectúan con aire comprimido.

En Tailandia, la mano de obra necesaria para el proceso de producción por alimentación manual es de 21 personas, a-saber: 12 alimentadores/cortadores de paja, 2 operarios de máquina, 1 mezclador de cola, 4 operarios de sierras troceadoras y máquinas selladoras, 1 receptor de paja y 1 electricista.

Esta industria reporta beneficios económicos al país, pues eleva los ingresos de los agricultores, aprovecha los desechos agrícolas evitando su acumulación, permite ahorrar y ganar divisas y proporciona un material útil para la construcción.

Los paneles Stramit de paja prensada consisten en pa-jas sin triturar, con revestimientos lisos, generalmente de - cartón fuerte.

Este panel, es similar en muchos aspectos a un tablón ancho de madera; tradicionalmente se produce con un grosor de 50 mm. y una anchura de 1.20 m., variando la longitud según el trabajo de que se trate.

El proceso Stramit se patentó primeramente en Suecia-hacia el año 1929, y desde entonces se han establecido fábri-cas en más de veinte países de climas diversos y en los que - las técnicas de edificación son diferentes. Hay fábricas pequeñas que producen 300,000 metros cuadrados anuales, utilizan

do aproximadamente 6,000 toneladas de paja de cereales, pero existe una gran instalación con una capacidad teórica de -- 100,000 toneladas anuales.

Durante un largo período de desarrollo tecnológico, - el proceso Stramit no se ha modificado básicamente, pero las - técnicas de fabricación se han simplificado; se han ido conociendo algunas de las precauciones que deben tomarse al utilizar cualquier material orgánico en condiciones adversas, y se ha adquirido experiencia para asegurar la aplicación correcta del panel de Stramit prácticamente en cualquier circunstancia que se presente en la construcción.

En un país en desarrollo en el que se disponga de paja de cereales (trigo, arroz, etc.), se podría establecer una pequeña fábrica que utilizara 6,000 toneladas de paja anuales, funcionando con tres turnos de trabajo; también sería posible hacerla funcionar con un solo turno al principio con lo que la cantidad de paja necesaria sería incluso menor.

En general, lo que plantea problemas no es el suministro de paja ni la fabricación de Stramit, sino la comercialización del producto. Por lo tanto, las mejores perspectivas podrían presentarse donde sea posible organizar un programa de construcción en el que los paneles Stramit sea una parte importante.

Pueden construirse edificios de bajo costo utilizando Stramit para las paredes exteriores y los tabiques, para los tejados, con un revestimiento adecuado para la intemperie.

Estas casas de bajo costo, requieren muy poca armazón rígida y en los casos en que no se disponga de madera se puede utilizar con éxito tubería de acero de diámetro pequeño.

Los paneles Stramit de 50 mm. de espesor tienen un valor de aislamiento igual al de las paredes gruesas de ladrillos y su resistencia al fuego es mejor que la madera de coníferas.

La experiencia muestra que, en condiciones favorables 150,000 podrían bastar para instalar una máquina Stramit y se necesitaría un capital similar para cubrir los demás gastos iniciales.

Un pequeño Chalet requeriría, por ejemplo, 65 paneles lo que equivaldría aproximadamente a 200 metros cuadrados y ésto indica que una fábrica pequeña podría proporcionar anualmente materiales de construcción para 1,000 casas, además de paneles para otros fines. Se indican unos costos de producción de \$0.8 a \$1.0, aproximadamente por metro cuadrado.

Se dan también ejemplos de como las casas fabricadas con Stramit podrían construirse sin utilizar ningún otro material de revestimiento, excepto el material de protección del tejado.

Por lo tanto, el panel de paja prensada Stramit es básicamente un producto de bajo costo, fácil de producir a par-tir de materia prima disponible en muchas partes del mundo.

IRAN

Por otra parte, hasta hace unos años la fabricación de tableros en el Irán se circunscribía a la relacionada con varias fábricas de cerillas en el noroeste del país y a otro a orillas del mar Caspio. La maquinaria para le elaboración de estos tableros, diseñada y construida en el lugar, era de formato rudimentario y de funcionamiento ineficaz.

Como materia prima para la fabricación de estos tableros se utilizaban los desechos de las fábricas de cerillas. - Estas instalaciones producían al día unas 50 toneladas de ta-bleros de calidad inferior a la de los fabricados en el extranjero. El consumo de tableros dentro del país ni siquiera llegaba a absorber tan baja cifra de producción.

Gorgan es una población situada al sudeste del mar - Caspio; las tierras que rodean a esta ciudad son fértiles y - unas 135,000 hectáreas de esta tierra fértil están destinadas - al cultivo del algodón. Recogidas las semillas del algodón, - los tallos se abandonaban, pues no se sabía como utilizarlos.

Ebrahim Mahdavi pensó que sometiendo los tallos del - algodón a algunos procesos químicos y físicos, así como mecánicos, sería posible, seguramente conseguir algo parecido a los - tableros de partículas. En un viaje alrededor del mundo, se - trató este asunto con algunos fabricantes de tableros en Alemania. Les gustó mucho la idea y pidieron que se les enviase - una muestra representativa de tallos de algodón.

Las muestras les fueron enviadas poco después y los - resultados de la prueba resultaron prometedores. Como conse - cuencia de estos resultados y de otros estudios sobre la inver - sión del capital, los costos de producción, el precio de venta y el consumo local de tableros, se encargó a Alemania una planta industrial con una capacidad de producción de 15 toneladas - al día.

Actualmente, las plantas están funcionando a pleno - rendimiento y se han hecho preparativos para elevar su produc - ción, mediante la ampliación de sus instalaciones y equipo, - hasta las 25 toneladas diarias.

INDIA

La producción anual de cocos en la India es de - - - 3,000,000,000 de frutos, pero las cáscaras de solamente - - - 1,500,000,000 de frutos son usadas para hacer bonote, (fibra - extraída del coco).

Las cáscaras de la producción de 1,500,000,000 de frutos, los cuales llegan a pesar sobre 1,000,000,000 de libras - o 446,000 toneladas en condiciones secas, no encuentran algún- uso industrial actualmente.

Las cáscaras de coco aceptables para hacer bonote son sistemáticamente recolectadas de las áreas de plantación de Kerala y compradas para el proceso de enriado (meter en el agua algún tiempo la fibra para su maceración). El mismo sistema - de recolección podría ser usado para recolectar las cáscaras - para fabricar tableros.

Si solamente el 10% de las cáscaras no usadas indus - trialmente se recolectan, la cantidad sería suficiente para lo - gar 44,600 toneladas que producirían 40,000,000 de pies cuadra - dos (3.7 millones de metros cuadrados), de tableros de 3/4 pul - gada de espesor, teniendo una densidad de 40 libras por pie - cúbico (640 kg/m^3).

Este tipo de fibra es muy importante para la fabrica - ción de tableros aglomerados, ya que utiliza solamente 0.5% de adhesivo en comparación a un 6-9% utilizado en otras fibras.

Esta propiedad trae como consecuencia una gran reduc - ción en el costo de producción del tablero de partícula.

Otras ventajas propias de los tableros de cáscara de-

coco son su resistencia al fuego y el desgaste.

POLONIA

Los resultados de las plantas de elaboración de lino y cáñamo de Polonia, podrían aplicarse con ciertas restricciones, a algunos países en desarrollo. Los precios de los tableros de partículas fabricados a partir de agramizas de lino y cáñamo son comparables a los que actualmente se pagan en Polonia por los tableros de partículas de madera. También en este caso se insistió en la necesidad de efectuar investigaciones--económicas y estudios de viabilidad cuidadosos antes de instalar plantas de elaboración.

Con una planificación preliminar esmerada, la producción de paneles a partir de agramizas de lino y cáñamo podría resultar muy ventajoso para los países en desarrollo.

La producción a escala industrial de paneles de partículas a partir de la paja de colza ha resultado un éxito, a pesar del contenido relativamente bajo de celulosa y lignina de esta materia prima. En Polonia, los tableros de partículas fabricados a partir de paja de colza se usan cada vez más en la industria de la construcción y del mueble, para sustituir a tipos de tableros de partículas más caros.

Según estudios efectuados sobre la economía de producción de este vegetal, las fábricas con capacidad de producción de 15,000 metros cúbicos o 9,000 toneladas anuales son económicamente viables en Polonia, a condición de destinar a la colza por lo menos el 6% de la superficie cultivable en un radio de 60 Km. de la fábrica.

PAKISTAN

Los tallos de yute constituyen una buena materia prima para la producción de tableros de partículas, como lo de - muestra su explotación comercial para este fin en una fábrica de Pakistán.

En Asia, los tallos de cáñamo de Bombay no plantean - problemas mayores de preparación como materia prima para fabri - car tableros de partículas.

Otro tipo de interés mundial que se debe tomar en con - sideración es el bagazo de caña, pues la industria de la caña - de azúcar que se halla concentrada en países con pocos recur - sos madereros, produce cantidades considerables de materias - lignocelulósicas que han resultado ser muy adecuadas para la - fabricación de tableros.

El interés se ha centrado en el bagazo de caña de azúcar porque es un subproducto industrial de valor relativa - mente escaso, sobre todo en países en los que el contenido de fibra de la caña es superior al 15% y porque se produce por lo general en países y regiones del mundo en los que escasean los recursos madereros.

El bagazo de las fábricas de azúcar contiene una proporción importante (25-30%) de una materia no fibrosa, la médu - la, la cual debe extraerse.

La separación de la médula del bagazo por vía húmeda - es el sistema más indicado ya que resuelve la eliminación de - la médula, utilizándola como combustible en la planta generadora de vapor en la fábrica de azúcar. La excesiva desintegración de la caña de azúcar antes de la extracción del azúcar, -

originaría una alta proporción de fibras finas que se separarían juntamente con la médula. Ese bagazo muy desintegrado reduciría también el valor de los tableros.

El secado natural del bagazo durante el almacenamiento es el único sistema aplicable, ya que el secado artificial crearía muchos problemas técnicos y económicos.

Los problemas de transporte del bagazo desde la fábrica de azúcar hasta la de tableros, podría reducirse al mínimo - si la fábrica de tableros se construyera en las proximidades - de la de azúcar.

C A P I T U L O V I

DESCRIPCION DE LOS PROCESOS UTILIZADOS EN LA

MANUFACTURA DE TABLEROS AGLOMERADOS

DESCRIPCION DE LOS PROCESOS UTILIZADOS EN LA MANUFACTURA DE TABLEROS AGLOMERADOS

TABLEROS COMPUESTOS

El término tableros compuestos se refiere a un producto el cual fué originalmente hecho reduciendo madera a pequeñas partículas y reformando estas partículas en un panel rígido.

Las partículas son todas confinadas en el panel por una acción adhesiva, la cual es desarrollada ya sea de la acción natural adhesiva de las sustancias de la madera o a través de la adición de diferentes adhesivos. Estos adhesivos, de bajo costo naturalmente, varían desde productos tales como el almidón hasta productos de resinas sintéticas como las hechas de fenol y formaldehído y urea - formaldehído. Aunque la madera es la materia prima más comúnmente usada, los tableros-compuestos pueden hacerse también de materias vegetales, tales como bagazo de caña de azúcar, trigo, lino, etc., cuando estos materiales se encuentran disponibles a precios competitivos con la madera o con los residuos de la madera.

Los tipos de partículas usadas en los tableros com -
puestos o tableros aglomerados caen en dos clases generales:

1. Partículas de madera, las cuales se producen de -
la madera por alguna fuente de corte o alguna téc
nica de rebanar la madera.
2. Un tipo fibroso de materia prima la cual es produ-
cida de la madera u otras materias vegetales por-
la acción de molienda o frotación de un molino de
atrición.
Este tipo de material es conocido generalmente co
mo fibra.

En la práctica actual, la madera u otra fuente de ma-
terial no se reduce completamente a las fibras celulósicas in-
dividuales sino a una mezcla amplia de partículas que varían -
en tamaño desde fibras celulósicas individuales hasta paquetes
de fibra sustancialmente más largas, todas estas fibras se en-
cuentran aglomeradas por la lignina.

Así que el término "fibra" puede referirse a una am -
plia variedad de materiales procesados para hacer tableros a -
glomerados.

Los paneles se hacen generalmente en tamaños de 4x8 -
pies o más grandes, y el espesor puede variar de 1/10 a 4 pul-
gadas. Muchos de estos productos se hacen en prensas de pla -
tos calentados capaces de desarrollar arriba de 2,000 psi. Las
técnicas de manufactura hacen posible obtener tableros cuya -
densidad varía desde 15 lb/ft³ hasta 85 lb/ft³.

El uso mayor de estos paneles está en la industria de
la construcción, en la cual sirven para cubrir espacios en pa-

redes, pisos y techos. En esta aplicación pueden desarrollar varias funciones tales como, aislantes del calor, aislantes del sonido, soportes estructurales o decoración.

Son también ampliamente usados en la manufactura de muebles, y una cantidad significativa encuentra aplicación en la industria automovilística.

El amplio espectro de productos abarcados por la descripción general "tableros compuestos" o "tableros aglomerados" se descompone generalmente en tres categorías:

- a. "Tablero aislante" que es de baja densidad y está hecho a partir de fibra.
- b. "Tablero duro" que es de alta densidad y está hecho a partir de fibra.
- c. "Tablero de partículas" el cual se hace de varias fuentes de partículas de madera.

Es importante hacer notar que estas tres categorías--no definen simplemente tres tipos de productos: también definen tres tipos diferentes de técnicas de fabricación.

Las plantas originalmente construídas para fabricar tablero aislante de baja densidad, también han desarrollado productos de densidad mucho mayor en los cuales la función aislante es secundaria a otras propiedades.

Las técnicas de manufactura de tableros de partículas han sido desarrolladas para producir productos que varían desde tableros de baja densidad, cuya función es como tablero aislante, hasta productos de alta densidad comparables en resis-

tencia y dureza al tradicional tablero duro hecho de fibra.

DESARROLLO HISTORICO PROCESO HUMEDO

El primer tablero fue un tablero aislante, el cual empezó a usarse en los Estados Unidos durante la Primera Guerra Mundial. El tablero aislante es un producto de baja densidad hecho de fibra de madera por un proceso similar al empleado en la manufactura de papel. La madera se trata con vapor con el objeto de ablandar la lignina y posteriormente se reduce a la forma fibrosa en un molino de atrición. Estas fibras se dispersan en agua para formar una suspensión, a una consistencia de 1-2 partes de fibra por 100 partes de suspensión. Esta suspensión se drena por una malla para formar una capa de 1/2 pulgada de espesor aproximadamente. La capa se forma en secciones de 4x8 pies; estas secciones pasan a través de un secador con aire caliente en el cual se elimina el exceso de agua por evaporación. La propiedad sobresaliente de este tablero es la combinación de aislante de calor y sonido con la conveniencia de su forma de panel. La densidad de este tipo de tableros varía de 10 a 25 lb/ft³.

En 1924, Mason inventó una técnica de prensado en caliente para producir tablero duro, y la Masonite Corporation empezó su producción en 1926. Para este producto, el panel húmedo descrito en la sección previa es colocado en una prensa de platos calentados. Se aplican altas presiones para exprimir la masa de agua y el calor de los platos de la prensa elimina el agua restante por evaporación. El producto se caracteriza por una superficie extremadamente tersa, alta resistencia a la perforación o punción y a la abrasión. La densidad de este tipo de material es de 60 lb/ft³ aproximadamente.

Estos dos productos son hechos por la técnica de manufactura conocida como "proceso húmedo", la característica de la cual es que el panel se forma drenando la suspensión por medio de una malla.

Como se desarrolló la tecnología de prensado en caliente, otra técnica derivada se usa para la fabricación de tableros duros: el colchón de fibra se seca para formar un panel de baja densidad semejante al tablero aislante. El panel se compacta entonces con altas temperaturas (400-500°F) y altas presiones para formar un tablero duro.

A estas altas temperaturas, la lignina se ablanda térmicamente tal que se comporta como un adhesivo para retener la estructura de las fibras en su forma altamente comprimida. El término "flujo de lignina" se usa comúnmente para describir la acción de unión, la cual se desarrolla por presión y calor.

En un tablero hecho de fibra de madera, el porcentaje de lignina varía de 30-40% en peso del tablero. Esta técnica permite la manufactura de productos de alta resistencia en densidades arriba de 87 libras por pie cúbico.

PROCESO SECO

A finales de la década de los treinta y principios de los cuarenta, las resinas sintéticas de urea y fenol-formaldehído, se desarrollaron como adhesivos para madera. Este desarrollo dió origen a una nueva técnica de manufactura: el proceso seco.

Por medio de esta técnica, un tablero duro puede hacerse a partir de fibra seca. Para tableros duros por el proceso en seco, la fibra no se dispersa en agua para formar una-

suspensión: es manejada como una suspensión en aire, la cual formará un colchón por medio de una técnica de cribado.

El colchón es prensado a altas presiones (1,000 psi) y altas temperaturas (400°F) para comprimir las fibras a la densidad deseada (55 a 75 lb/ft³). Para detener la estructura junta, una resina fenólica (15-30% en peso), se aplica a las fibras antes de que se forme el colchón. En la operación de prensado en caliente el calor de los platos endurece la resina para formar una unión adhesiva a prueba de agua entre las fibras.

La ventaja particular de este proceso seco es que no requiere el enorme volumen de agua de proceso característica del proceso húmedo. La disponibilidad de estas resinas termoestables no solamente hace posible la manufactura de tableros duros por el proceso seco; da nacimiento a una nueva industria, la industria de los tableros de partícula.

En la manufactura de tableros de fibra, la madera se reduce a una forma fibrosa de dimensiones cercanas al elemento fundamental estructural, fibra. En el proceso, la estructura característica de "panal de miel" de la madera se elimina. En la preparación de las partículas usadas para hacer tableros de partículas, se hace un intento para preservar la estructura característica de la madera original tanto como sea posible. El objetivo es producir un tablero que se asemeje bastante al panel tradicional hecho de madera aserrada o madera terciada; que este objetivo sea alcanzado responde al hecho de que los tableros de partículas han encontrado un sustancial mercado de aplicaciones en las cuales ha desplazado a los paneles hechos de madera aserrada o de madera terciada.

El procedimiento de manufactura, en concepto es muy -

simple. Una solución acuosa de resina sintética (usualmente - urea-formaldehído) se roció sobre las partículas de madera en una cantidad de 6-8 partes de sólidos de resina por cien partes de madera seca.

Las partículas tratadas con la resina son colocadas a forma de colchón y prensadas en una prensa de platos calentados hasta alcanzar la densidad deseada. Este tipo de panel se hace normalmente en un intervalo de densidad de 35 a 45 lb/ft³, pero para aplicaciones especiales puede ser hecho a muy altas densidades comparables a las densidades de los tableros duros. Estos tableros de partículas de alta densidad se refieren como tableros de partículas de "alta presión": tienen la resistencia y la dureza de un tablero duro, pero no una alta calidad en la superficie.

Hay una diferencia importante entre esta nueva industria a base del proceso seco y la antigua industria del proceso húmedo:

La técnica de proceso seco es totalmente dependiente de los adhesivos de resinas sintéticas. Más que esto, la industria de proceso seco depende de la existencia de una industria química desarrollada, que produzca las resinas sintéticas en un gran volumen a bajo costo, fijación de nitrógeno para la producción de amoníaco, la combinación del amoníaco y dióxido de carbono para producir urea, la producción de fenol sintético, y la producción petroquímica de metanol y formaldehído.

La técnica de proceso seco requiere una continua demanda de resina sintética, mientras que la antigua técnica del proceso húmedo puede hacer tableros sin ayuda de ninguna resina sintética, pero, desde luego, requiere del abastecimiento de una gran cantidad de agua de proceso.

En la práctica actual, la manufactura de tableros duros por el proceso húmedo usa pequeñas cantidades de resina sintética para elevar las propiedades del tablero, buscando con ésto una mayor demanda para futuras aplicaciones. Sin embargo la proporción de resina usada para este propósito es del orden de 1/10 a 1/20 de la proporción usada en la manufactura de tableros duros por el proceso seco y los tableros de partícula. Las técnicas de proceso seco (particularmente la manufactura de tableros de partícula) ofrecen el mayor desafío para el desarrollo de productos químicos nuevos y más sofisticados.

MATERIA PRIMA

El adoptar un tipo de materia prima para una planta de tableros se basa principalmente en la abundancia y el bajo costo que ésta tenga. Una planta no cautiva puede consumir arriba de 1,000 tons de madera "verde" por día.

La operación de manufactura puede estar basada en el leño mismo, en el caso de que el material proporcionado sea madera en rollo. Una operación de manufactura de tableros puede usar leños que no son aceptables para convertirlos en madera a serrada o madera terciada; troncos que están muy pequeños, o muy curvos, o muy nudosos o parcialmente podridos. En el proceso de convertir la madera en pequeñas partículas y reformarlas para hacer un tablero, defectos tales como nudos y pudrición se eliminan por el cribado.

Otra fuente de materia prima es el residuo de la madera de las primeras operaciones del procesamiento de la madera, aserrado y molienda de la madera terciada. Estas dos operaciones convierten un poco menos del 50% del volumen de los leños en madera aserrada o madera terciada. Los restantes aparecen como formas diferentes de residuos de madera-corteza, aserrín, productos del cepillo, piezas cortas de madera aserrada, etc.-

Estos residuos representan una materia prima más barata que la madera en rollo, puesto que la operación primaria representa - el pago de sacar la madera del bosque.

Un tercer acceso es una operación puramente "cautiva". Un ejemplo típico de esto sería una planta pequeña de tableros de partículas que usara los residuos de una planta de fabricar muebles y produjera tableros para ser usados en la misma fábrica de muebles.

La manufactura de tableros no está restringida a la - madera o residuos de la madera.

Otra fuente de materia prima se encuentra en las fi - bras obtenidas de vegetales. Un ejemplo importante de esto es el bagazo de caña, las fibras ordinarias de este residuo se adaptan bien a la manufactura de tableros por los procesos húme do y seco. El bagazo es una materia prima más conveniente que la madera; puesto que generalmente se obtiene solamente durante una porción del año, durante la estación de la cosecha tie ne que ser acumulado y almacenado suficiente bagazo para ali - mentar la planta durante todo el año, el bagazo es un material voluminoso para manejar y almacenar.

Los tableros aglomerados están siendo ahora hechos de bagazo. En los Estados Unidos una cantidad significativa de la materia prima usada en la manufactura de tableros aislantes se deriva del bagazo. El uso de este material se espera que crez ca, puesto que cientos de millones de toneladas de bagazo se - producen anualmente como un producto lateral de la industria - azucarera en varias partes del mundo. Generalmente la mayoría de este bagazo es quemado con el fin de obtener los requeri - mientos de calor de la misma industria azucarera.

Para aplicaciones especiales en las cuales la resistencia química o la resistencia al fuego de los productos basados en lingnocelulosa no es suficiente, se usan fibras de tipo mineral.

El ejemplo más antiguo es el tablero de asbesto en el cual las fibras de asbesto son unidas para formar el tablero - por medio de un cemento inorgánico.

Los aditivos químicos usados en la manufactura de los tableros varían de materiales naturales de bajo costo, tales - como almidón, asfalto, y cemento portland, a resinas sintéti - cas relativamente costosas, tales como las resinas termoesta - bles que son los productos de reacción del formaldehído con la urea, fenol o melamina.

El uso principal de los materiales químicos es como - adhesivos para mantener la estructura del tablero en su forma - comprimida. Sin embargo, otros materiales se usan para modifi - car las propiedades del tablero; como ceras, aceites impregnan - tes, agentes de resistencia al agua, recubrimientos para la - operación de preterminado de la superficie del tablero, y agen - tes químicos especializados para proteger al tablero del fuego y de los insectos.

TIPOS DE TECNICAS DE PROCESAMIENTO

Para una descripción de las técnicas generales por me - dio de las cuales se hacen las diferentes clases de tableros, - dividiremos el campo en dos clases principales: aquellos he - chos de fibra y aquellos hechos de partículas de madera. La - primera clase comprende los tableros hechos por los procesos - húmedo y seco, mientras que la segunda clase, los tableros de-

partícula, se restringe a los tableros hechos por el proceso - seco. Esta descripción no intenta cubrir todos los diferentes tableros que se hacen, ni detallar todas las técnicas individuales de los procesos que se usan hoy en día. El intento es más que nada describir las partes más importantes e indicar la función de los diferentes productos químicos que son importantes en la manufactura de los tableros.

El elemento fundamental de resistencia de la madera es la fibra celulósica individual.

La "fibra" producida de la madera para usarla en los tableros es el elemento más pequeño en los cuales se conservan aún las propiedades estructurales de la madera. La fineza de estas fibras ayudan por sí mismas a la producción de tableros que tienen una superficie extremadamente tersa.

En un tablero de partícula, puesto que el objetivo es producir tableros de densidad media los cuales se asemejen lo más cercanamente posible a los paneles hechos de madera terciada, es deseable preservar la estructura original de la madera tanto como sea posible. Esto se hace por medio del uso de partículas de madera las cuales son relativamente delgadas comparadas con una fibra. Un tablero hecho de estas partículas desarrolla una adecuada resistencia a la densidad deseada ($35-45 \text{ lb/ft}^3$), pero la tosquedad de las partículas produce una calidad de superficie que es sustancialmente menor que la que puede lograrse con fibra.

En la tecnología moderna de los tableros de partícula, está surgiendo un tipo de arreglo para la estructura del panel en el cual el tablero se forma en "capas".

Las partículas más toscas se colocan en las capas interiores del tablero, mientras que las capas exteriores se for

man de una partícula fina la que tiene una dimensión semejante a la fibra de madera.

Este tablero en multicapas es prensado en caliente en una sola operación. El mismo tipo de tablero podría hacerse - traslapando o mejor dicho sobreponiendo a las caras de un ta - blero de partícula de densidad media, capas delgadas de table - ro duro, pero este producto requeriría tres operaciones separa - das de prensado en lugar de una operación requerida para hacer el producto combinado.

Los tableros aislantes no encajan directamente en este esquema de comparación. En este producto, el objetivo fundamental no es primariamente la calidad de la superficie o la resistencia o la eficiencia del adhesivo -sino el desarrollo - de una estructura de baja densidad que combine las propiedades de aislante y absorbente de sonido. Sin embargo, los fabrican - tes de tableros aislantes han desarrollado tableros de fibra - (25-50 lb/ft³), en los cuales son puestas en relieve las pro - piedades tales como calidad de superficie, resistencia y resis - tencia a la humedad.

TABLEROS HECHOS DE FIBRA

La mayoría de los tableros a base de fibra se hacen - aún por el proceso húmedo.

Los dos productos principales por esta técnica son - los tableros aislantes de baja densidad y los tableros duros - de alta densidad. Sin embargo, las modificaciones de las téc - nicas básicas de manufactura han producido una variedad de pro - ductos sencillos para aplicaciones específicas.

Estas modificaciones incluyen la adición de agentes -

químicos, la técnica de elevar o descender la densidad del tablero, y el uso de técnicas de prensado a altas temperaturas - las cuales producen cambios en la celulosa misma.

TABLEROS DUROS POR EL PROCESO HUMEDO

La principal característica de los tableros aislantes y del tablero duro por el proceso húmedo es que la materia prima es reducida a forma fibrosa.

En el proceso de la Masonite, esta separación se acompaña por una técnica de explosión: la madera se sujeta a una presión superior a 1,200 psi, y la presión se alivia repentinamente tal que la presión interna en la madera hace pedazos la estructura.

En otros procesos, la madera es tratada con vapor a bajas presiones (50 psi), y las astillas de madera son mecánicamente reducidas a fibra mediante alguna forma de molino de atrición tal como el molino de atrición de doble disco, o el desfibrador Asplund que reduce mecánicamente las partículas de madera a fibras en una cámara en la cual se mantiene la presión del vapor. La pulpa resultante se lava y se criba, posteriormente se refina para ajustar la longitud promedio de la fibra, y se transporta a la etapa de formación de colchón en forma de una suspensión de agua que contiene 1-2% de fibra.

En la etapa de formación del colchón, la suspensión se drena sobre una criba para formar un colchón húmedo. En muchos casos el colchón se forma de manera continua.

En la manufactura de tableros húmedos, este colchón se transporta a la prensa caliente sobre una malla metálica. Cuando la prensa se cierra, algo del agua del colchón se expulsa mecánicamente, y el contenido de humedad del colchón se reduce a 40-50% en peso. El agua remanente se

remueve por evaporación, el calor de los platos calentados de la prensa proporciona el calor necesario para evaporar el agua. Una limitación característica de este proceso es que debe proporcionarse algún medio para el escape del agua que es evaporada del colchón -la malla metálica proporciona tal medio. Sin embargo, puesto que la cara superior del tablero tiene marcada la forma de la malla metálica, el tablero que se prensa en forma húmeda se conoce como de "cara tamizada". El espesor de estos tableros varía de 1/10 a 3/16 de pulgada.

La acción adhesiva la cual mantiene al tablero en su forma comprimida se desarrolla primariamente sin el uso de los aditivos químicos.

En la práctica común una pequeña cantidad de resina de urea-formaldehído se usa para mejorar las propiedades físicas del tablero.

Una cantidad tan pequeña como 0.2% de sólidos de resina por 100 partes de fibra pueden elevar la resistencia a la flexión del tablero en un 30%, y cercanamente el doble la resistencia a la tensión perpendicular a la cara del panel. La resina es un producto de condensación de alto peso molecular, del fenol y formaldehído la que se mantiene en una solución acuosa de sosa cáustica. Se añade a la suspensión de fibra antes de que se forme el colchón y se precipita sobre las fibras acidificando la suspensión con alúmina.

Otro aditivo común es una cera, la cual se usa en cantidades de 0.5-1.5% para reducir la tendencia del tablero terminando de absorber agua líquida. Usualmente es una parafina en forma de emulsión.

El producto básico es un tablero de densidad de 62-65

lb/ft³ y que tiene una resistencia a la flexión de 6,000 psi - aproximadamente. Se caracteriza por una superficie extremadamente tersa, superficie vidriada, con la cara inferior llevando la marca de la malla metálica. Este tablero duro estándar es altamente aceptable para muchas aplicaciones interiores, tales como muebles que no están expuestos a la humedad. También puede pintarse imitación madera mediante un patrón de imitación que se pinta directamente en la superficie del tablero duro. Este tablero así pintado encuentra amplia aplicación en cosas como paneles de pared, gabinetes de televisión. La marca de la malla metálica que tiene el panel limita su uso para aplicaciones en las cuales su cara interna no sea visible, pero hay un gran número de aplicaciones en las que nunca se ve esta cara interna.

Para aplicaciones especiales, el tipo básico de tablero puede ser modificado. Una aplicación importante es en la forma de paneles perforados, en los cuales puede incrementarse la cantidad de resina fenólica para incrementar la maquinabilidad del tablero. Otra modificación se hace a una densidad de 53 lb/ft³ y un espesor de 7/16 de pulgada. Este tablero de menor densidad se usa para reforzar pisos y como vía muerta de casas.

Uno de los terminados de superficie más atractivo es el estampado en relieve. Para lograr esto, un plato de acero que está gravado se coloca en la cara superior del colchón húmedo que entra a la prensa.

Así como la malla metálica del drenaje se imprime en la cara inferior del tablero, se imprimen también en la superficie superior patrones estampados altamente decorativos. Si la marca de la malla metálica representa un estorbo, puede eliminarse mediante un lijado. Otra técnica que se usa algunas -

veces es pegar dos tableros por esta parte marcada con la ma -
lla, para formar un tablero con las dos caras tersas, (S2S).

El tablero básico está ascendiendo a una categoría de uso exterior por un pos-tratamiento con combinaciones adecuadas de materiales poliméricos de bajo costo y aceites secantes. En una técnica, el tablero caliente se sumerge en un baño de aceite tal que la superficie y los lados se impregnan con un 6% de aceite. El tablero es entonces tratado a alta temperatura para oxidar (polimerizar) el aceite secante a una forma insoluble y resistente. Este tablero tratado fue registrado por la Masonite Corporation como tablero duro "templado" y es aún más familiar con este nombre. El tratamiento con aceite puede ser aplicado por rociado o con brocha. El tablero tratado tiene una gran resistencia a la humedad, y es usado en aplicaciones como la intemperie y la humedad. Este tratamiento le proporciona también resistencia, capacidad para pintarse y maquinabilidad del tablero.

TABLERO AISLANTE

El producto más común hecho por esta técnica es el tablero de aproximadamente 15 lb/ft^3 hecho secando un colchón de fibra para producir un tablero de 1/2 pulgada de espesor. Tableros similares se hacen en espesores que varían de 5/16 a 1-pulgada, y en densidades que varían de 10 a 26 lb/ft^3 . La resistencia a la flexión de este panel es relativamente baja - del orden de 500 psi- pero es suficiente para que el panel permanezca rígido.

Este tablero básico puede ser laminado para obtener paneles delgados del espesor deseado. Puede ser cubierto por ambas caras con papel, el cual incrementa sustancialmente la resistencia y rigidez del panel, también le proporciona resis-

tencia al desgaste.

Los tableros aislantes siguen las técnicas del proceso húmedo justo como el descrito para el tablero duro, excepto que la fibra se prepara diferentemente en los pasos de desfi - brado y refinamiento, y el colchón no se prensa en caliente - mientras que el colchón está húmedo. En lugar de ésto, el col - chón se transporta a través de un secador sobre un transporta - dor de banda y toda la humedad se elimina por evaporación. La densidad del tablero es aquella que el colchón de fibra adopta durante el secado. Puede ser alterada modificando el tipo de - fibra usada para formar el colchón.

Productos de baja densidad ($5-10 \text{ lb/ft}^3$) hechos por - este proceso son clasificados como tableros aislantes semirígi - dos, y sirven como una forma de tabla aislante que puede ser - deformada en cualquier forma deseada.

La resistencia del tablero aislante también puede ser lograda por la adición de adhesivos. A esta baja densidad, el área de contacto entre las fibras es pequeña. Cualquier adhe - sivo que se añada recubre la superficie de las fibras, tal que bastante adhesivo se pierde en superficies que no están en con - tacto. Como resultado, grandes cantidades de adhesivo tienen - que ser usadas para obtener un efecto significativo.

Uno de los adhesivos que se usa es el almidón, añadi - do a la suspensión de la fibra de tal manera que se incorpora - al colchón de fibra cuando éste se forma por drenaje. Cuando - el colchón pasa por el secador, el almidón es "cocido" para - formar un adhesivo. El almidón es igualmente usado para lo - grar la resistencia seca del papel. El tablero básico aislan - te tiene una limitación característica: la unión formada en - tre las fibras es sensible a la humedad, como resultado, el ta

blero pierde resistencia rápidamente cuando se expone a altas-humedades o agua. La adición de almidón proporciona resistencia seca, pero la unión del almidón es también sensible a la humedad. El tablero entonces se limita grandemente sólo para aplicaciones en las cuales no está expuesto a la humedad o al agua.

La resistencia a la humedad de los tableros aislantes ha sido proporcionada por impregnación de productos termoplásticos de bajo costo tales como un asfalto, el cual se añade a la suspensión y se precipita sobre las fibras.

Durante la operación del secado, el asfalto se funde y fluye a través de las fibras y las cubre, con un producto resultante que tiene una gran resistencia al agua.

TABLEROS DUROS POR EL PROCESO SEMIHUMEDO

Otro producto que se deriva del proceso de tablero aislante es una forma de tablero duro. En este caso el colchón no es prensado húmedo, sino que primero es completamente secado hasta lograr un bajo contenido de humedad a una densidad similar a un tablero aislante. En el paso final, es prensado en caliente hasta una densidad final en el rango de 55 a 85 lb/ft³. Puesto que el colchón de fibra entra a la prensa caliente a un contenido de humedad bastante bajo, no se requiere ninguna malla para permitir el escape de la humedad. El tablero resultante tiene entonces dos caras tersas y se conoce como tablero duro (S2S) para distinguirlo del tablero duro de cara marcada con la malla, el que es conocido como tablero duro (S1S).

El colchón del S2S pasa a través de una operación de secado a alta temperatura antes de entrar a la prensa de platos calentados. El paso de secado también evita el uso de resinas termoestables las que serían inactivadas por el calor del secador. Como resultado, el proceso depende de poder obtener la acción de unión del componente de lignina de la madera. Al bajo contenido de humedad usado (1-2%), altas temperaturas (475°F) y altas presiones se requieren para activar la lignina tal que fluya y efectúe la acción de unir las fibras.

El S2S tiene los mismos usos que el tablero duro S1S - excepto que puede ser empleado en aplicaciones en las cuales ambas caras del tablero sean visualmente aceptables.

Una aplicación especial de este tablero está en la manufactura de cojinetes.

Aunque el tablero no se hace generalmente en espesores mayores de 1/4 de pulgada, puede pegarse para formar tableros de mayor espesor. Un grado eléctrico se emplea para núcleos de transformadores, en espesores mayores de 4 pulgadas. Otra aplicación es el uso de un tablero de 3/4 a 1 pulgada de espesor para tablero de basketball.

TABLEROS DUROS POR EL PROCESO SECO

Con el advenimiento de las resinas sintéticas, las técnicas fueron desarrolladas para la manufactura de tablero duro por el proceso seco. En este proceso, la resina de fenol-formaldehído se aplica a la fibra por rociado o introduciendo la resina en el molino de atrición donde se está produciendo la fibra.

La característica distintiva del proceso seco es que-

produce tableros duros S2S los que se aglomeran con resinas termofijas. Si el contenido de humedad de la fibra que entra a la prensa es de 10% o menos, no es necesario contar con una malla para el escape de la humedad. Sin embargo, la acción de unión es casi la contribuida por la resina, y 2-3% de sólidos de resina fenólica (basado en el peso de la fibra seca) se requiere para desarrollar las propiedades deseadas del tablero.

Este proceso permite hacer tableros duros en espesores superiores a 3/8 de pulgada.

La operación clave de este proceso es la técnica de formación del colchón. Las fibras de madera manejadas como una suspensión de aire tienden a apilonarse y aglutinarse tal como lo harían en una suspensión de agua. En la suspensión de agua, la alta viscosidad del agua permite la aplicación de violentas acciones de mezclado para desintegrar las aglomeraciones. En el manejo de la fibra por el proceso seco, las aglomeraciones son desintegradas en los ventiladores centrífugos empleados para transferir el material dentro de la planta. Las fibras relativamente cortas son fáciles de manejar y tales fibras cortas pueden acomodarse para formar un colchón simplemente cerniéndolas sobre una placa metálica. Las fibras más largas tienen que ser dispersadas con grandes volúmenes de aire. La técnica de formación de colchón para estas fibras utiliza el principio de formación en vacío: el colchón se forma sobre una malla, y se aplica vacío en la parte superior de la malla para quitar o eliminar las grandes cantidades de aire requeridas para dispersar la fibra.

El tablero duro terminado de esta manera difiere del tablero duro hecho por el proceso húmedo en tres aspectos principales:

- (a) Es un tablero S2S, y esto extiende su uso para aplicaciones en las cuales la superficie de la cara posterior necesita tener buena apariencia;
- (b) La superficie de este tablero no es tan tersa ni tan vidriada como el tablero hecho por el proceso húmedo;
- (c) El color del tablero hecho por el proceso seco es generalmente más claro.

TABLERO DURO POR EL PROCESO SEMISECO

Si la característica extrema de tersura del tablero - hecho por el proceso húmedo, se desea, puede ser obtenida por una modificación al proceso seco. Si el colchón de fibra seca se presiona o prensa a altos contenidos de humedad (30-40%), - la acción plastizante de la humedad tiende a vidriar la superficie, y también disminuye la presión requerida para lograr un tablero de densidad dada. Sin embargo, a este contenido de humedad, es necesario usar una malla para permitir el escape de la humedad.

El producto resultante es un tablero duro marcado con la malla en una de sus caras muy similar al tablero obtenido - por el proceso húmedo, aunque de nuevo más claro en el color. - La adopción del término "semiseco" responde al hecho de que - mientras el colchón del tablero se forma seco, las condiciones de prensado se asemejan más a las del proceso húmedo.

PROPIEDADES Y USOS

Tableros aislantes. Como ha sido notado, el término - "aislante" no describe adecuadamente el amplio rango de los -

productos que están siendo producidos ahora por los fabricantes de tableros aislantes. Se fabrican desde el tablero simple, hasta productos de alta densidad diseñados para aplicaciones específicas en la industria de la construcción.

La más familiar de estas aplicaciones es la bien conocida losa acústica. El tablero aislante se corta en forma de losa, se perfora para mejorar la absorción de sonido, y preterminado. Los rangos de preterminado varían desde un simple primer recubrimiento a patrones altamente decorativos. Los usos potenciales de este producto han sido ampliados por tratamientos químicos que imparten resistencia al fuego del producto.

En la industria de la construcción, los tableros aislantes encuentran usos tales como paneles para vaciado del concreto, aislante rígido para cielos, etc. Los paneles de densidad media han encontrado uso como vías muertas. El concepto de mercado más reciente de la industria es la casa "silenciosa", en la cual la transmisión del sonido de un cuarto a otro se reduce por el uso de tableros aislantes.

El más reciente de éstos es el tablero amortiguante de sonido, un tablero aislante usado para bloquear la transmisión del sonido a través de las paredes.

Cada uno de estos productos enfatiza alguna propiedad o conjunto de propiedades que tienen que ser obtenidas por modificaciones del tablero aislante original. La absorción del sonido del tablero aislante es mejorada haciendo perforaciones en la superficie; la resistencia al fuego se logra por tratamiento químico; y la apariencia y resistencia al desgaste se logra por medio de traslapes o sistemas de preterminado. Para uso exterior, la resistencia al agua de los paneles se logra por el uso de asfalto en forma de recubrimiento o impregnado.-

La resistencia del tablero se logra incrementando la densidad.

Tablero duro. El tablero duro, cuando se produce por el proceso seco o húmedo, es un tablero extremadamente versátil. Las propiedades de resistencia dependen en gran forma de la densidad a la cual se hace, y esta densidad puede variar de 55 a 87 lb/ft³.

Correspondientemente, la resistencia a la flexión puede variar de 4,000 a 12,000 psi.

Su bajo costo le asegura un amplio uso, y sus propiedades distintivas son alta resistencia, dureza, resistencia al desgaste, buena maquinabilidad y la capacidad de poder ser transformado en formas curvas (de curvatura simple).

Es ampliamente usado en la industria de la construcción para vías muertas y en la manufactura de productos tales como puertas de garages. Puede servir para gabinetes de todos tipos. En automóviles ha sido usado como paneles de puertas, tablas para empaque.

Para otras aplicaciones especiales, es perforado para formar una variedad de patrones que varían desde el simple "pegboard" producido con agujeros redondos o cuadrados, a patrones de filigrana más complejos usados como divisores de espacios. Los patrones estampados producidos en la superficie del tablero duro son altamente decorativos y pueden ser usados sin acabado. El arte que ha sido desarrollado en el preterminado de tableros duros con imitación madera u otros patrones ha creado un nuevo tipo de tablero duro.

TABLEROS DE PARTICULAS

El nombre tablero de partícula es una traducción del-

término alemán Spanplatte. Los términos tablero de viruta y núcleo de viruta han sido usados para este producto, aunque son términos pobres porque el término tablero de viruta (chipboard) es ya de uso común para un tipo particular de producto de papel. También el término viruta se reserva comúnmente para un tipo particular de partícula de madera -una partícula tosca - que es el punto inicial en la manufactura de pulpa de papel. - La terminología de los diferentes tipos de partículas de madera han sido descritos en Commercial Standard CS 236-61. La nomenclatura de los diferentes tipos de tableros compuestos ha sido bien racionalizada a través de los esfuerzos del ASTM en la especificación D 1554-64.

El término tablero de partícula parece ser la única palabra disponible para usarla como una descripción genérica de los diferentes productos hechos de tableros de partículas por una técnica de manufactura basada en el proceso seco. El término tablero de hojuela es también usado para describir un tipo específico de tablero hecho de partículas de madera en la forma de hojuelas cortadas de madera. Los otros tipos de partículas de madera que son más ampliamente usadas son los residuos del cepillo de carpintería y las astillas. Estas últimas son producidas por reducción de los residuos de la madera en un molino de atrición. Los términos tablero de astilla y tablero de viruta pueden ser usados para distinguir estos dos, pero los tableros hechos comercialmente de mezclas de estos tres tipos de partículas, son difíciles de clasificar por el tipo de partícula.

La tecnología de los tableros de partículas es un desarrollo primordialmente Europeo, y la mejor información de la laboratoria y proceso se encuentran en los boletines técnicos alemanes.

Los tableros compuestos (tableros de fibra y tableros

de partículas) son ahora hechos de casi cualquier residuo de la madera excepto corteza, aserrín, y se espera que cuando la disposición de formas más deseables de residuo de madera sean entregadas será posible usar aserrín en un tablero de partículas en combinación con otros tipos de partículas. El cambio de tablero de partícula (en lugar de tablero de fibra como un medio de utilizar estos residuos depende de la oportunidad de manufacturar un panel de densidad media que es similar en naturaleza a los panales de madera o madera terciada.

Hay muchas circunstancias en las cuales los tableros de partícula de 3/4 de pulgada están reemplazando a la madera terciada de 3/4 de pulgada para aplicaciones en las cuales la alta resistencia del panel de madera terciada no se requiere. Las fibras de madera no se prestan tan fácilmente a la manufactura de este tipo de panel de densidad media, aunque el bagazo y las briznas de lino son aceptables para la construcción de tableros de densidad media.

TIPOS DE PARTICULA

El tipo de partícula de madera que produce un tablero aceptable a una densidad menor y un consumo menor de resina es la hojuela cortada, preparada rebanando la madera en partículas planas delgadas en las cuales la dirección del grano de la madera descansa en el plano de la partícula. Con este tipo de partícula uno puede desarrollar relaciones de espesor-longitud altamente favorables.

Si las partículas se orientan bien en el plano del tablero, puede lograrse la máxima resistencia a la flexión y una gran estabilidad dimensional. Los tableros hechos en el laboratorio de hojuelas cuidadosamente preparadas de 0.01 pulgadas de espesor y 1 pulgada de longitud desarrollan una resistencia

a la flexión del orden de 5,000 psi y una expansión lineal de 0.15% con una densidad de tablero de 40 lb/ft³. Este tipo de hojuela es muy cara de preparar comercialmente.

El siguiente tipo de partícula en orden de mérito es la derivada del cepillo. Las partículas así producidas tienden a tener un gran volumen indeseable debido a su naturaleza curva, y para reducir este volumen, deben someterse a una reducción mecánica para desdoblarlas y eliminar las curvas. Estas partículas pueden contener un 10-15% de partículas de madera extremadamente toscas que tienen que ser separadas con un cribado y reprocesadas. La partícula derivada del cepillo se parece a una hojuela corta la que es igualada en espesor de un final con el otro. Comparada con una hoja delgada de madera sólida, las partículas producidas por el cepillo tienen una relación neta longitud-espesor menor.

Otro tipo de partícula es la astilla, la que es producida de residuos sólidos de la madera por medio de un molino de atrición. La principal distinción de esta partícula de las hojuelas y las virutas es que la astilla es producida sin ninguna operación de corte. La madera es descorazonada por una operación de martilleo. Este proceso tiende a producir partículas obtusas en las cuales la relación longitud-espesor de las partículas es aún menos favorable que la obtenida de virutas. La resistencia a la flexión es una tercera parte de la del tablero de hojuelas, mientras que la resistencia a la tensión perpendicular es de 3 a 4 veces la del tablero de hojuela. La forma actual de la partícula no es totalmente controlable y puede depender de las especies usadas y de cuando el residuo está seco (20% o menos de contenido de humedad) o "verde" (mayor del 30% de contenido de humedad).

El aserrín representa un grado aún menor de residuo -

de madera el que no desarrolla un nivel útil de resistencia - del tablero cuando se hace un tablero de densidad media.

Los dos residuos de menor valor son la corteza y los polvos del lijado. La corteza es generalmente indeseable en los tableros de partícula. La principal objeción es que la corteza no es madera, no tiene la estructura fibrosa orientada de la madera y entonces tiene muy baja resistencia.

El uso de la corteza mezclada con partículas de madera generalmente reduce la resistencia del tablero. La corteza tiende a acumular suciedad y piedras cuando el árbol está siendo leñado, y éstas tienen un efecto adverso en la vida de los instrumentos de corte usados para aserrar. La posibilidad de hacer un tablero totalmente de corteza que sea útil parece ser remota.

TECNICAS DE FORMACION DE COLCHON

Para propósitos descriptivos uno puede definir un tablero ideal como aquel que tiene una combinación óptima de alta resistencia, baja densidad, y superficie tersa, y que es homogéneo a través de todo el tablero. Por supuesto éste no sería el tablero ideal para todas las aplicaciones pero tendría un amplio rango de aplicaciones si pudiera ser producido a bajo costo.

Dicho tablero puede ser preparado en el laboratorio de hojuelas hechas de 0.005 pulgadas de espesor y de 1 a 1.5 pulgadas de longitud. Este es cercanamente el menor espesor al cual es práctico cortar las hojuelas de madera, y la calidad de la superficie es determinada por el hecho de que la máxima dislocación de superficie producida por una hojuela tras-

lapada con otra sería de 0.005 pulgadas.

Tal hojuela es cara de producir comercialmente porque las cuchillas de la máquina de hacer las hojuelas tendrían que cortar tres veces más que las requeridas para producir hojuelas de 0.015 pulgadas de espesor. Sin embargo, la baja calidad de superficie producida por las hojuelas de 0.015 pulgadas de espesor en la superficie del tablero es indeseable para muchos propósitos.

Un compromiso comercial ha sido logrado en un tablero de tres capas en el cual la capa del centro es producida con hojuelas de 0.015 pulgadas de espesor y las caras superficiales se preparan separadamente con hojuelas de 0.008 pulgadas de espesor aproximadamente. Este tipo de tablero de construcción es ampliamente utilizado en Europa. En USA es ejemplificado por el proceso alemán Behr usado para producir un tablero de tres capas registrado con el nombre de Timblend.

Este tipo de plantas se caracterizan por tener dos líneas de manejo de dos tipos distintos de partículas, una para las hojuelas que formarán la capa del centro y otra para las hojuelas que formarán las capas exteriores.

Una de las limitaciones es que las máquinas que producen las hojuelas las producen de un espesor promedio, digamos de 0.008 pulgadas, pero una proporción significativa de las hojuelas tienen un espesor arriba de este promedio.

Un tipo de tablero que se produce en Estados Unidos con la marca de Novoply, es un tablero de tres capas, pero la capa del centro se hace con virutas y hojuelas delgadas (0.010 pulgadas) en la superficie. Las hojuelas de las capas superficiales tienen un alto contenido de resina y son comprimidas se

lectivamente a una alta densidad. De un punto de vista ingenieril, esto proporciona la máxima resistencia a la flexión.

Un desarrollo más reciente es la construcción de un tablero de hojuelas "graduado". La técnica para producir este tablero reconoce la variabilidad en los espesores de las partículas, y combina el paso de clasificación con la operación de formación del colchón.

Una de las técnicas de formación del colchón más ampliamente usadas es la técnica de clasificación con aire usada en el proceso Bison: las partículas caen sobre un plato para formar el colchón, en el momento de estar cayendo son interceptadas por una corriente horizontal de aire, las partículas son clasificadas en una distribución horizontal, con las partículas más finas siendo acarreadas horizontalmente en una distancia mayor que las partículas más toscas.

En una operación continua de formación de colchón, si el plato sobre el cual se forma el colchón viaja en una dirección paralela y opuesta a la dirección de la corriente de aire las partículas más finas son abatidas para formar la cara inferior del tablero.

Progresivamente las partículas más toscas son abatidas. Si este colchón es entonces transportado a través de una segunda sección de formación de colchón en la cual la dirección de la corriente de aire es inversa, la formación del colchón continúa abatiendo las partículas más toscas primero y las más finas a lo último tal que forman la cara superior del tablero.

La ventaja particular de esta técnica es que requiere únicamente una línea de proceso, y no es necesario clasificar-

las partículas en una operación separada.

Otra ventaja es que se adapta rápidamente al equipo - de hacer partículas el que las produce en un amplio rango de - tamaños; no es necesario controlar precisamente el tamaño de - la partícula, aunque puede ser necesario controlar la propor - ción de los tamaños de las partículas.

La partícula parecida a las hojuelas producida por el escamador centrífugo se adapta particularmente a este proceso - de formación de colchón, puesto que proporciona el extenso ran - go de espesores de partícula deseadas para formar una transi - ción gradual de tamaño de partícula del núcleo a la superficie del tablero.

En el proceso Bison este tipo de clasificación por ai - re se combina también con la operación de aplicación de la re - sina. Las partículas más finas pueden ser recicladas en el - mezclador, tal que puedan recibir una mayor proporción de la - resina.

La técnica más simple de formación de colchón se usa - para la construcción de tableros de partícula homogéneos. Se - usa una sola línea de proceso, y el rango de los tamaños de - las partículas no se clasifica en la operación de formación de colchón. La materia prima pueden ser hojuelas, virutas, o as - tillas, y estas partículas pueden ser usadas solas o como mezcla -

TECNICAS DE PRENSADO EN CALIENTE

Dos tipos principales de tablero de partícula se ha - cen por las técnicas de prensado en caliente: el tablero -- "prensado en platinas" y el tablero "extruído". La diferencia

entre estos consiste no sólomente en la técnica de prensado si no en la estructura del panel mismo. En el tablero prensado por platinas la dirección de la fibra de la madera está en la dirección del plano del tablero. En el tablero extruído, la dirección de las fibras de las partículas está en una direc -- cción perpendicular al plano del tablero. Así que las propieda des del tablero prensado en platinas se asemejan más cercana - mente a las própiedades de los tableros de madera aserrada o - tableros de madera terciada; el tablero extruído se parece - más al panel que se forma aserrando una delgada sección trans - versal a la fibra de un árbol. En el tablero extruído, la ma - yor resistencia a la tensión está en la dimensión más delgada - del panel. Las temperaturas usadas en el prensado en caliente de los tableros de partícula varían de 285 a 380°F.

Prensas. La mayoría de la producción de los tableros de partículas es un tablero de densidad media ($37-50 \text{ lb/ft}^3$). - Estos son prensados en prensas de multiplatos calentadas con - vapor o agua caliente. En muchos casos estas prensas están - equipadas con topes, barras de acero montadas a lo largo de - las orillas de cada plato para mantener una abertura uniforme - entre cada par de platos cuando la prensa es totalmente cerra - da. Si el espesor del tablero que está siendo prensado se cam - bia, es necesario cambiar los topes a la abertura de prensa co - respondiente.

Estas prensas fueron primeramente diseñadas para hacer el tablero tradicional de 4 x 8 pies, usado en la construcción de casas, pero en años recientes el tamaño del plato ha sido - incrementado para hacer un tablero de 5 pies de ancho y en lon - gitudes que varían de 16 a 19 pies. El número de platos varía normalmente de 14 a 24.

Un rasgo importante de las prensas de platos calenta - das es que llevan algo de tiempo en comprimir al tablero de su

espesor original a su espesor final. Para un tablero terminado de espesor de 5/8 pulgadas, el espesor del colchón será de 2 a 4 pulgadas dependiendo del tipo de partícula y la cantidad de preprensado aplicado al colchón. Después de que el colchón es insertado en la prensa, una pequeña cantidad de tiempo se requiere para elevar el plato del fondo. Durante este tiempo, la cara inferior del colchón está en contacto con un plato caliente, y sujeto al calor radiante del plato que está sobre él.

Si la resina cura muy rápidamente, las caras del ta - blero curarán prematuramente. La velocidad a la cual la prensa puede ser cerrada es limitada un poco por el aire atrapado entre el colchón y el plato que está sobre él.

Si se imparte mucha velocidad, el aire que escapa vaciará una parte del colchón. Esta dificultad ha sido minimiza da a través del uso de aparatos de cerrado simultáneo.

La segunda parte del ciclo de cerrado es el tiempo re querido para comprimir físicamente el colchón a su espesor final. Una cantidad significativa de trabajo debe hacerse para comprimir el colchón. Además, si se usan capacidades de bom - beo excepcionalmente altas, la mayor parte de la compresión se realiza en las capas exteriores del tablero; la capa central del tablero permanece a una densidad relativamente baja, y la resistencia de unión interna del tablero es también baja por la baja densidad del núcleo.

La principal significancia del tiempo finito de cerra do de la prensa es la tendencia de la resina a curar prematu ramente. Esto se marca particularmente en tableros muy delga - dos; un tablero de 9/8 de pulgadas de espesor puede requerir un tiempo de cerrado de 8-10 minutos para obtener la densifica

ción propia del núcleo del tablero. Como una regla de trabajo, la velocidad de curado de una resina de urea-formaldehído debe ser ajustada tal que el tiempo total de prensado para el tablero no sea menor que dos veces el tiempo de cerrado de la prensa.

Una creciente proporción de la producción de tableros de partícula se produce en una prensa de abertura única usando una técnica desarrollada por la firma Bahre Metallwerk en Alemania.

Para esta prensa de abertura simple, el colchón es transportado hacia la abertura de la prensa sobre una terminal de un transportador de acero. La productividad de estas prensas de abertura única se mantiene alta por el uso de ciclos de prensado extremadamente cortos y grandes tamaños de tablero - (arriba de 8 x 24 pies).

Un tipo único de prensado en platinas es el obtenido mediante una prensa especial usada en el proceso Chapman. En contraste con las prensas calentadas convencionales, esta prensa se diseña para operar a bajas presiones (50-75 psi) y largos tiempos de prensado (del orden de 45-60 minutos). (La prensa de abertura única descrita anteriormente puede operar con ciclos de prensado de 3 minutos). La característica distintiva de esta prensa especial es que tiene platos removibles: el colchón se transporta hacia la prensa por el plato mismo. El plato se inserta en el fondo de una pila de 48 a 60 platos. La altura de la pila permanece constante, puesto que, cuando un plato se añade al fondo de la pila, otro plato es removido en el tope de la pila, con el tablero terminado. Una porción sustancial de la presión aplicada al tablero es el peso acumulado de la pila de platos que está sobre él. A medida que el tablero sube, esta presión disminuye. Una presión adicional se aplica por medios hidráulicos.

La técnica del proceso para la prensa con una pila de platos puede ser solamente descrita como un híbrido que incorpora rasgos de las técnicas de proceso seco y húmedo. Con estos largos ciclos de prensado, es posible empezar con colchones con alto contenido de humedad (20-25%), puesto que el exceso de humedad tiene tiempo suficiente para escapar a través de las orillas del tablero. Esta técnica también se presta para el uso de adhesivos de curado más lento que los usados comúnmente en la manufactura de tableros de partícula por el proceso seco.

El tipo de tablero producido por el proceso Chapman es también un híbrido, teniendo un núcleo hecho de partículas de madera y las capas superficiales de fibra.

Además mientras el núcleo es formado en seco, las caras son formadas en húmedo: las caras se derivan de periódicos aprovechables los cuales son hechos pulpa en agua. La pulpa de periódico se forma en una lámina sobre una malla cilíndrica y colocada a ambos lados del núcleo del tablero de partícula.

En la operación de prensado en caliente, esta cara de fibra fina se prensa para formar una superficie tersa de alta densidad similar en calidad a la superficie desarrollada en un tablero duro hecho por el proceso húmedo. Para obtener la durabilidad requerida, el abastecimiento se fortifica por la adición de resina, y las partículas de madera para el núcleo se unen con resina de fenol-formaldehído.

PRENSAS DE EXTRUSION

Un medio alternado para el prensado de tableros de partículas en densidades medias es la técnica de extrusión ori

ginada por Kreibaum en Europa. En este proceso, las partículas de madera tratadas con la resina se comprimen y se fuerzan a través de un molde calentado de extrusión. El material emerge del molde calentado en la forma de banda continua la cual se corta entonces al tamaño de panel deseado. Esta técnica se presta particularmente a la manufactura de tableros delgados de baja densidad que tienen aberturas tubulares en el centro del tablero. En este tablero, la dirección de las fibras de las partículas de madera se orientan en un plano que está a ángulos rectos a la dirección plana del tablero y también a ángulos rectos a la dirección de la extrusión. El producto resultante tiene una resistencia a la flexión muy baja, y es normalmente laminado con una sobrecapa de chapa. Este tipo de tablero no se usa ampliamente en los Estados Unidos.

PRENSA DE RADIO-FRECUENCIA

El calentamiento por radio-frecuencia es relativamente caro comparado con otras fuentes de calentamiento. Ha sido usada como un medio de calentamiento para el material que entra a la prensa continua usada en el Proceso Bartrev desarrollado en Inglaterra.

Más recientemente el uso de la radio-frecuencia como medio de calentamiento ha sido desarrollado por la compañía Miller Hofft de Richmond, Virginia, para la manufactura de tableros delgados (1-4 pulgadas) hechos de fibra. La ventaja de la radio-frecuencia como medio de calentamiento en esta aplicación es que pueden ser establecidos ciclos de prensado relativamente cortos para tableros delgados, porque el calor no tiene que ser conducido de los platos al centro del tablero, sino que es generado dentro del tablero mismo.

TABLEROS MOLDEADOS

Técnicas han sido desarrolladas para el prensado de formas moldeadas relativamente complejas de fibra y partículas de madera. Compuestos curvados pueden hacerse, puesto que el material inicial es relativamente "fluido". Dos procesos de gran producción han sido desarrollados en Europa con esta técnica: el proceso Collipress y el proceso Werzalit.

Hay otro tipo de producto moldeado que puede mencionarse. Este producto se moldea a partir de harina de madera finamente dividida. El adhesivo es una resina sintética. La técnica de manufactura consiste en dispersar la resina sobre la harina de madera en una simple operación de mezclado, llenando a mano el molde con el material tratado con resina, y aplicando calor y presión al molde para compactar la masa y fijar la resina.

La técnica es usada para formas moldeadas simples que no requieren una alta resistencia a la tensión y que pueden tolerar la alta densidad del producto final.

La técnica de moldeo de tableros de partícula se distingue de la técnica de moldeo de la harina de madera en que usa partículas que tienen una relación significante de longitud-espesor y pueden desarrollar un alto nivel de resistencia y rigidez a un nivel moderado de densidad. Estos productos no se hacen en forma de panel o tablero, pero el proceso es idéntico al proceso seco de los tableros de partícula excepto por la forma de la prensa calentada.

PROPIEDADES Y USOS DE LOS TABLEROS DE PARTICULA

La propiedad fundamental de los tableros de partícula

o tableros duros es simplemente que también las partículas se unen entre sí. Si un tablero es hecho con un bajo nivel de resina, o con un nivel normal de resina pero también una baja densidad, las partículas individuales no estarán firmemente unidas. Esto parecerá como una pérdida de maquinabilidad -el filo aserrado del tablero no desarrollará delicadeza, pero tenderá a rasgarse como resultado del desgarramiento de las partículas del tablero. La eficiencia de la unión de la resina se incrementa rápidamente al elevarse la densidad, e incrementando la densidad es el camino más efectivo para incrementar la maquinabilidad del tablero.

Para un tipo dado de partícula de madera, las propiedades de resistencia del tablero de mínimo costo será determinado por la combinación óptima del nivel de resina y la densidad del tablero el cual justamente llenará el criterio de maquinabilidad.

Así, para la producción de tableros homogéneos hechos del pino Douglas (virutas), la combinación óptima parece ser - un nivel de resina de 5-6% y una densidad de 40 lb/ft³.

Este tablero tendrá una resistencia a la flexión de - 2,000 psi y una resistencia de unión interna (tensión perpendicular al plano del tablero) de 70-100 psi.

En la Federal Housing Administration en sus especificaciones estándar (UM28), el nivel mínimo de resistencia aceptable en el tablero ha sido establecido en 1,800 psi para resistencia a la flexión y 70 psi para la unión interna. Estas propiedades son fácilmente medibles, e indirectamente aseguran una unión adecuada de partícula-partícula. Cualquier pérdida en la eficiencia de la unión se mostrará como un decremento en la resistencia medida, así como una pérdida de maquinabilidad.

Aunque las propiedades de este tablero son adecuadas para usarlo como recubrimiento, pueden no ser adecuadas para otras aplicaciones tales como en muebles o gabinetes. Estas aplicaciones involucran operaciones de maquinado más rebuscadas, y también requieren que el tablero tenga en principio una mínima capacidad para retener tornillos los cuales son clavados en la cara o filo del tablero.

Por ejemplo, en una puerta de un gabinete soportada en dos bisagras, los tornillos que unen las bisagras con el borde del tablero se requiere que soporten el peso de la puerta misma, más el peso de cualquiera que se recarge en la puerta al abrirla, para tal aplicación la resistencia a la perforación del tablero puede ser el criterio que define la calidad del tablero. El logro de este alto nivel de resistencia a la perforación requiere el uso de más resina y/o una mayor densidad del tablero.

En otra aplicación, la estabilidad dimensional en el plano del tablero (a cambios en el contenido de humedad) puede ser el criterio de definición. En paneles que son usados en pequeñas secciones para muebles, la estabilidad dimensional tiene una mínima significancia. Si, en lugar de ésto, el tablero es usado en forma de paneles de gran tamaño en una aplicación en la cual se sujeta a amplias variaciones en la humedad, la estabilidad dimensional inherente del tablero toma una gran significancia.

Un alto grado de estabilidad dimensional no se obtiene en el tablero por modificación del nivel de resina y densidad del tablero -más bien depende del tipo de partícula de madera usada.

La más alta estabilidad dimensional se obtiene de un-

tablero de construcción en el cual las fibras en las partículas de madera se orientan principalmente en el plano del tablero y se orientan al azar dentro de este plano. El tablero resultante tiene el movimiento dimensional concentrado en la dirección del espesor del tablero.

El nivel requerido de resistencia de este tablero dependerá de la aplicación.

Una fracción sustancial de los tableros de partícula de hoy se usa como "tablero de núcleo" en el cual se recubre con placas de madera, metal o plástico. La adición de una cara a un núcleo de tablero de partícula resulta en un producto en el cual la resistencia a la flexión es determinada principalmente por las propiedades del recubrimiento, y la resistencia a la tensión del tablero mismo, es de importancia secundaria.

PRUEBAS DE CALIDAD DE SUPERFICIE

Los procedimientos de prueba para medir las propiedades de los tableros de partícula se describen principalmente en ASTM D 1037, con las especificaciones trazadas en especificaciones comerciales -Commercial Standard CS 236 y Federal Housing Administration UM 28 y UM 32. Estas incluyen pruebas para resistencia a la flexión, dureza, rigidez, resistencia de unión interna, resistencia a la perforación, resistencia al clavado, estabilidad dimensional con cambios en contenido de humedad, una prueba de envejecimiento acelerado para predecir la durabilidad de los tableros hechos para uso exterior, etc.- Estas pruebas tienen una función muy importante en controlar la uniformidad del producto, y las especificaciones tienen límites en la variabilidad que será tolerada en cualquier propie

dad dada.

No han sido desarrolladas pruebas para dos propiedades muy importantes: maquinabilidad y calidad de superficie. Como se notó, previamente, la calidad de maquinabilidad es controlada indirectamente por las propiedades de resistencia del tablero; algunos avances se están haciendo sobre el desarrollo de pruebas apropiadas de maquinabilidad. La calidad de la superficie es una propiedad que no está sujeta a medidas indirectas, y un patrón para calidad de superficie no ha sido aún desarrollado, o establecido.

El trabajo experimental está también progresando con el uso de técnicas para medir la calidad de superficie. Con el profileómetro, las irregularidades superficiales son medidas y grabadas. Esta es una medida objetiva que puede desarrollarse en una prueba objetiva para calidad de superficie.

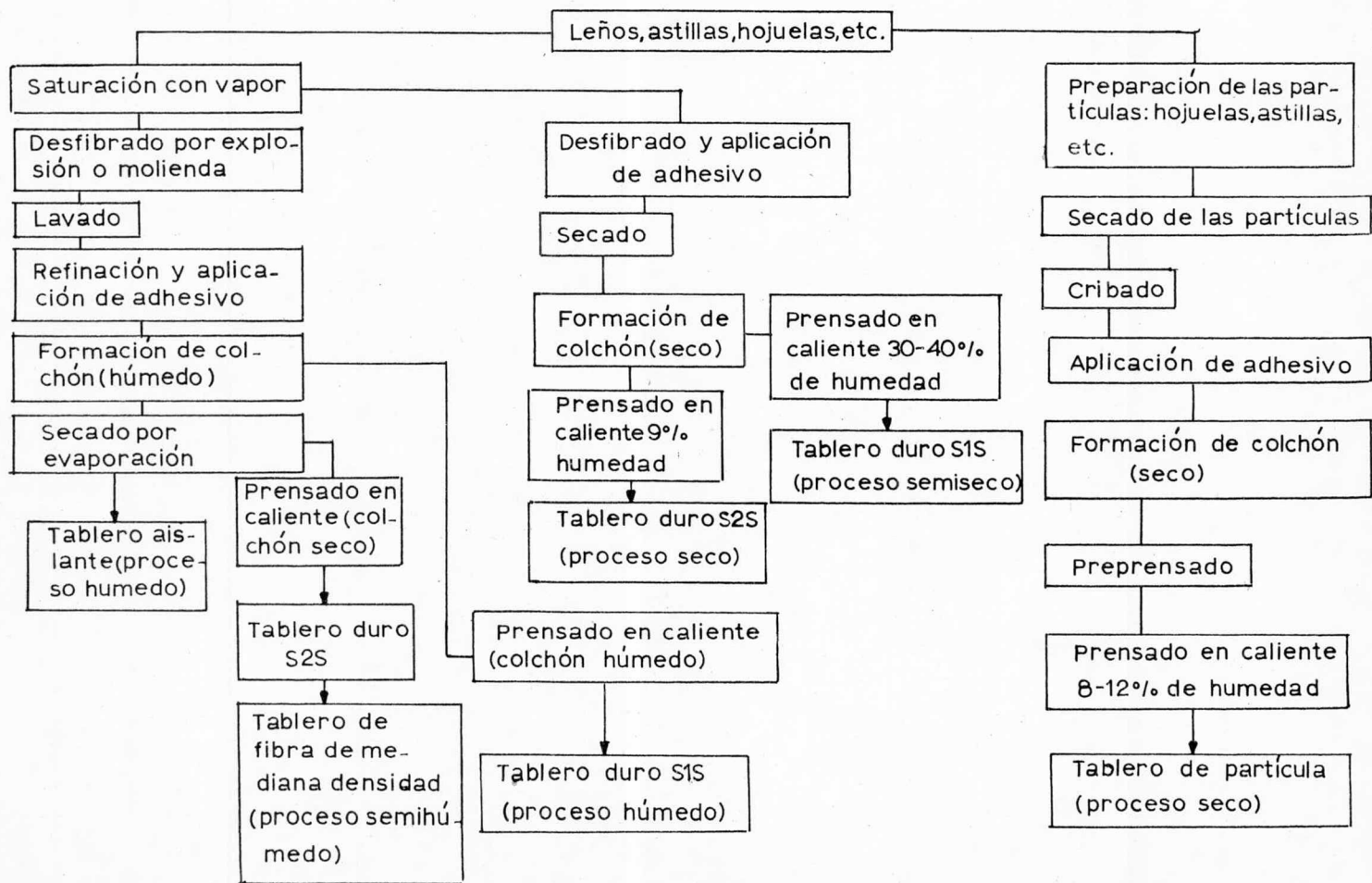
La calidad de la superficie de un tablero de partícula no involucra solamente la rugosidad de la superficie pulida del tablero, sino también la rugosidad que desarrolla cuando se expone a la humedad. La humedad tiende a aliviar la compresión cedida a las partículas durante la operación de prensado en caliente. Generalmente, las partículas en la superficie no están o no son de la misma forma y tamaño, y no todas tienen la misma orientación, e, individualmente han sido comprimidas en un grado diferente.

Como resultado, cuando la compresión es aliviada por la humedad, las partículas individuales se hinchan en grados diferentes e imparten rugosidad a la superficie. Incluso si el tablero no es expuesto en servicio a altas humedades, el agua del pegamento usado para aplicar una cubierta es suficiente para producir algo de hinchazón de las partículas de la su-

perficie.

La importancia de un grado dado de rugosidad superficial variará con la aplicación del tablero.

Sin embargo, muchos de los tableros de partícula usados hoy en día se recubren con cubiertas decorativas de plástico que son bastante rígidos. Uno de los recubrimientos más ampliamente usados es la cubierta de papel-plástico de alta densidad vendido con nombres diferentes -Formaica, Nevamar, Conolite, etc. Esta cubierta se usa en espesores de 1/16 de pulgada.



CAPITULO VII

RESULTADOS DE INVESTIGACIONES EFECTUA
DAS EN LOS PROCESOS DE FABRICACION DE
TABLEROS AGLOMERADOS

RESULTADOS DE INVESTIGACIONES EFECTUADAS EN LOS PROCESOS DE FABRICACION DE TABLERO A - GLOMERADOS

TABLEROS DUROS A PARTIR DE FIBRA DE COCO

Tableros duros de propiedades de resistencia bastan -
tes satisfactorios han sido preparados de cáscara de coco sin
"enriar" y del desperdicio del corte del bonote (fibra extraí-
da del coco).

Un tratamiento aceptable de ablandamiento a las fi -
bras proporciona la calidad del fieltro a la pulpa. Los table
ros de fibra sin enriar tienen mejores propiedades de resisten
cia que aquellos de residuos del corte del bonote.

Ambos tienen alta absorción de agua que puede ser re-
ducida a un nivel suficientemente bajo por medio de un aceite-
temperante o usando agentes de apresto aceptables.

DESCRIPCION DEL PROCESO

Materias Primas. La fibra de coco es preparada de -

cáscara de coco seca sin enriar. Las cáscaras se cortan en piezas de tres a cuatro centímetros de longitud y posteriormente son desmenuzadas en un molino.

El material desmenuzado es tamizado para separar la médula de la cáscara de la fibra. La fracción que pasa a través de veinte mallas se desecha.

ABLANDAMIENTO Y REDUCCION A PULPA

La fibra de coco (1.5 kg.) es introducida en un recipiente de acero inoxidable con camisa de vapor. Después de una empapada durante toda la noche en agua, 12 litros de una solución de hidróxido de sodio al 1% debe añadirse. La mezcla se mantiene hirviendo suavemente durante 4 horas, las pérdidas de agua debidas a la evaporación son repuestas añadiendo agua fresca. Después de enfriarse durante toda la noche, la solución de álcali se vacía y la fibra lavada con agua hasta la eliminación total del álcali.

La fibra es entonces desfibrada en un molino.

Para el desperdicio del corte del bonote, una suspensión del 2% de cal apagada en agua es también usada como un agente de ablandamiento.

La producción de pulpa es de 65% de la fibra de coco y del 70% del desperdicio del corte del bonote, comparada con la producción usual de 60-75% de materiales fibrosos. La baja producción de pulpa comparativamente hablando a partir de la fibra de coco es debida a la presencia de material soluble en álcali de ella.

PREPARACION DE LOS TABLEROS

Una cantidad de pulpa correspondiente a 200 gramos de material seco, se usó para la preparación de un solo tablero - (23.5 x 23.5 x 0.3 cms.), 0.5% de resina de fenol-formaldehido con respecto al peso de la pulpa seca se utilizó como agente - aprestante para algunos tableros.

La pulpa fue formada en un fieltro de una máquina formadora de tableros de laboratorio. El fieltro fue removido y prensado en una prensa de platos calentados con vapor a 145 - 150°C durante 15 minutos a presiones de 17.5-50 Kg/cm².

TEMPERACION

Algunos tableros fueron temperados por el calentamiento en una corriente de aire de 160°C durante 4-6 horas.

La temperación con aceite fue usada para algunos otros tableros los cuales fueron calentados en un horno a 100°C y - 4-5% de líquido de la corteza de anacardo o aceite de linaza - fue aplicado en las superficies.

Después de secarlos al aire durante algunos días, los tableros fueron calentados en un horno a 160°C durante 6 horas.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

Los tableros fueron acondicionados en el laboratorio a un contenido de humedad del 8-10%.

Fueron cortados y probados para módulos de ruptura y-

absorción de agua.

Los especímenes de prueba para tensión fueron de 1.2- de ancho.

Para las pruebas de absorción de agua, especímenes de 5 x 5 cm. fueron humedecidos en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.

Las características de los tableros preparados de fibra de coco sin enriar están dados en la Tabla 1. Por este proceso se obtuvieron tableros de resistencia satisfactoria.

La absorción de agua fue alta, excepto cuando fue hecha la temperación con aceite o cuando fue usado un agente de apresto.

El tratamiento de calor, por si mismo no reduce la absorción de agua a un nivel suficientemente bajo. También el tratamiento con calor no parece afectar la resistencia de los tableros. Las propiedades de los tableros hechos con los residuos del corte del bonote después de tratarlos con sosa cáustica y cal están dados en las tablas 2 y 3 respectivamente. Los tableros tienen una resistencia satisfactoria pero en el total no fueron tan fuertes como los hechos a partir de fibra.

La absorción de agua fue alta para los tableros tratados con cal; la temperación proporciona la resistencia al agua. El aceite de linaza parece no ser tan efectivo como el líquido de la corteza de anacardo en reducir la resistencia a la absorción de agua.

T A B L A NO. 1A

PROPIEDADES DE TABLEROS DUROS DE FIBRA DE COCO SIN ENRIAR

PRESION Kg/cm ²	DENSIDAD g/ml	MODULO DE RUPTURA KG/CM ²			ABSORCION DE AGUA %			TEMPERADAS CON LIQUI- DO DE LA - CORTEZA DE ANACARDO
		NO TRATA DA	TRATADA CON CALOR DURAN TE 4 HRS.	TRATADA CON CALOR DURAN TE 6 HRS.	NO TRATA DA	TRATADA CON CALOR DURAN TE 4 HRS.	TRATADA CON CALOR DURAN TE 6 HRS.	
50.0	1.09	618	610	577	87.2	48.7	43.0	18.8
40.0	1.06	480	489	481	77.7	44.0	47.4	13.9
40.0	1.04	653	-	720	61.9	-	57.2	--
25	1.01	474	522	501	65.5	37.2	31.2	19.0
25	1.08	427	-	427	27.8	--	24.3	--
25	1.14	688	-	750	47.7	--	19.5	--

T A B L A No. 1B

CARACTERISTICAS DE LOS TABLEROS DUROS DEL RESIDUO DEL CORTE DEL BONOTE TRATADOS
CON SOSA CAUSTICA

PRESION Kg/cm ²	DENSIDAD g/ml	MODULOS DE RUPTURA KG/CM ²		ABSORCION DE AGUA %	
		NO TRATADO	TRATADO CON CALOR DURAN TE 4 HRS.	NO TRATADO	TRATADO CON CALOR DURAN TE 4 HRS.
40	1.06	368	314	96.5	41.6
40	1.1	264	316	43.7	23.1
25	1.08	351	322	123.3	59.3
17.5	0.98	246	249	109	53.7
17.5	0.94	249	252	43	17.9

T A B L A No. 1C

CARACTERISTICAS DE TABLEROS DUROS DE RESIDUOS DEL CORTE DEL BONOTE TRATADOS
CON CAL

PRESION Kg/cm ²	DENSIDAD g/ml	MODELO DE RUPTURA KG/CM			ABSORCION DE AGUA %			TEMPERADO CON ACEI- TE DE LI- NAZA
		NO TRATA DO	TRATADO CON CALOR DURAN TE 4 HRS.	TRATADOS CON CALOR DURAN- TE 6 HRS.	NO TRATA DO	TRATADO CON CALOR DURAN TE 4 HRS.	TRATADO CON CALOR DURAN TE 6 HRS.	
40	1.15	490	505	500	72.8	54.2	33.1	27.5
40	1.06	512	540	512	56.4	53.8	32.6	24.7
40	1.10	548	573	560	55.8	43.1	31.0	29.3
40	1.10	598	610	580	41.1	33.4	28.4	24.1

TABLEROS DE PARTICULA DE SUB-PRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DEL BONOTE

Este proceso trata de la preparación de tableros du - ros, similares a los tableros de partículas a partir de resi - duos de médula de cáscara de coco y residuos del corte del bo - note, los cuales son subproductos de la industria del bonote.

Las investigaciones de Heyn hechas en Java de 1937 - hasta 1940 han contribuído en mucho al entendimiento de los - cambios que toman lugar en la cáscara de coco durante el enri - do.

Heyn hizo el enriado de la cáscara de coco en condi - ciones controladas y comparó la composición química de cásc - ras frescas y fibras procesadas de manera de determinar las - reacciones que ocurren en el proceso de enriado.

Durante el proceso de enriado, los taninos y las pec - tinas presentes en la cáscara de coco se disuelven y se reduce el contenido de hemicelulosa. Con una eliminación óptima de - agua, la pectina en la cáscara sufre un decremento de 9.63% a - 1.68% y las hemicelulosas de 7.83% a 1.47% en 50 días. El con - tenido de materia curtiente se reduce a cero en las mismas con - diciones.

Las sustancias tánicas y otras sustancias solubles en agua que están presentes en la cáscara del coco, indudablemen - te juegan un papel importante en la formación del tablero cuan - do la cáscara sin enriar o médula son prensadas en caliente. - La ausencia de estos materiales en la cáscara enriada resulta - en un tablero la formación más pobre que cuando la médula sin - enriar o la fibra es prensada en caliente en las mismas condi - ciones.

Por otro lado, la adición de un extracto acuoso de cáscara fresca o médula, a médula enriada, produce un tablero de formación satisfactoria. Resultados similares se obtienen si una mezcla de médula enriada y sin enriar es completamente humedecida con agua y la mezcla es prensada en caliente después de un ajuste aceptable del contenido de humedad.

Aparte del extracto acuoso de cáscara de coco sin enriar, adhesivo de fenol-formaldehído y adhesivos basados en taninos indígenas fueron también empleados como agentes de unión para la preparación de tableros de partículas.

La conveniencia del adhesivo de resina de fenol-formaldehído es bien conocida, pero Narayanamurti ha delineado que el uso de adhesivos basados en taninos indígenas sería muy económico en comparación con el uso de adhesivos de resinas sintéticas. Los taninos empleados con más frecuencia son los extraídos de las semillas del tamarindo, corteza del Bruguiera y desperdicios de té.

Todos estos taninos han sido encontrados aceptables para usarlos como adhesivos.

Para la preparación de tableros de partículas, el desperdicio de la cáscara o el desperdicio del corte fueron primero tratados con un adhesivo. El material tratado fue entonces acondicionado a un contenido de humedad del 12-20%, se esparció en un molde de madera y se prensó en frío para obtener una placa de material.

La placa fue posteriormente prensada en una prensa caliente operando a una temperatura de 145°C y una presión de 50 Kg/cm². La duración del prensado fue de 15 minutos, para un tablero de 6 mm. de espesor. Los tableros de residuos de

médula fueron de un color gris oscuro uniforme, pero los tableros del residuo del corte tenían una atractiva apariencia moteada.

Los tableros fueron acondicionados a un contenido de humedad cercano al 8%, se cortaron especímenes de prueba de tamaño aceptable y se probaron para módulos de ruptura a la flexión y para absorción de agua. Los resultados de las pruebas están dados en la Tabla 2.

El espectro de uso de propiedades de los tableros duros parecidos a los tableros de partícula se dan también en la tabla para comparación.

Los resultados muestran que tableros de partículas de resistencia satisfactoria y resistencia al agua pueden ser preparados a partir de residuos de médula de cáscara de coco y del residuo del corte del bonote usando ya sea resina sintética o taninos como adhesivos. Entre los taninos adhesivos, el tanino de la semilla del tamarindo y el de la corteza del Bruquiera producen tableros de alta resistencia al agua, mejores que los producidos con el tanino del té. Los tableros de partículas del residuo del corte del bonote son aceptables para una gran variedad de aplicaciones.

TABLA 2

PROPIEDADES DE LOS TABLEROS DE PARTICULAS HECHOS
CON RESIDUOS DE MEDULA Y DEL CORTE

MATERIAL	ADEHSIVO	PROP. ADHE SIVO (%)	DENSIDAD (G/CM ³)	MODULOS DE RUP- TURA ² KG/CM ²	ABSORCION DE AGUA %
Residuo de médula	Extracto acuoso de igual peso de médula sin enriar		1.12	303	21.6
"	Fenol-formaldehido	10	1.1	394	17.8
"	Tanino de la semi- lla del tamarindo	15	1.1	380	31.2
"	Tanino del Bruguie ra	15	1.15	380	25.3
"	Tanino del Té	15	1.06	218	48.8
Residuo de médula y me dula - sin en- riar 1:1	---	-	1.08	258	16.5
Residuo del cor te	fenol-formaldehido	10	0.97	307	23.5
"	Tanino de la semi- lla del tamarindo	10	0.91	203	56.5
"	*****	15	0.90	258	33.5
"	Tanino del Bruguie ra	15	1.03	244	27.9
"	Tanino del té	15	1.05	209	45.4

TABLEROS DE PARTICULAS DE TRES CAPAS CON NUCLEO DE - PARTICULAS DE CASCARA DE COCO

Este proceso trata de la preparación de los tableros de partícula de tres capas de densidad media, teniendo partículas de madera en las caras y partículas de cáscara de coco en el núcleo.

Se ha observado que la fibra o médula de la cáscara de coco sin enriar pueden ser unidas mediante calor y presión con poca o ninguna adición de resina adhesiva. Parece entonces posible, preparar tableros de tres capas unidos con resina de urea-formaldehído, con bajo contenido de resina y teniendo superficies tersas características de los tableros hechos de hojuelas de madera.

Una gran variedad de resinas de fenol-formaldehído fue preparada y usada para este propósito. En adición a la resina de fenol-formaldehído se usó también para preparar tableros.

EXPERIMENTACION

Los tableros de partícula fueron preparados generalmente como es descrito por Prasad. La madera fue convertida en partículas en un astillador; cáscara de coco seca sin enriar fue cortada en piezas de 3-4 cm. de longitud y las piezas cortadas fueron revueltas con un mazo de madera y desmenuzadas a mano en fibras delgadas. La médula que se separó como finos fue desechada. Las partículas fueron cargadas a un tambor rotatorio y la resina fue rociada sobre ellas. Del peso de cada carga de partículas antes y después de la adición de la resina se calculó el contenido de resina de los tableros.

La relación de partículas de madera a partículas de cáscara de coco se mantuvo de 1:4. Los dos tipos de partículas fueron mezcladas separadamente con la resina. Las partículas de madera fueron separadas en dos partes iguales y usadas para las dos cargas del tablero a la vez que el colchón era formado por presión; después del prensado, los tableros fueron acondicionados en el laboratorio, antes de ser convertidos en especímenes de prueba. Los tableros fueron hechos de 1.5 cm. de espesor aproximadamente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de las pruebas están dados en la Tabla 3. El rango usual de resistencia y propiedades físicas de tableros de densidad media también se dan en la tabla con el propósito de comparación. Es claro que los tableros de partículas de tres capas, de madera y cáscara de coco, tienen propiedades verdaderamente satisfactorias.

Los valores de absorción de agua son altos, pero en vista de que las partículas no fueron sometidas a ningún tratamiento para proporcionarles resistencia al agua, se consideran a estos valores como aceptables. Comparado con el 6-9% de sólidos en la resina que es usual, sobre el peso seco de partículas, los tableros preparados con resina de fenol-formaldehído tienen bajo contenido de sólidos. Estos tableros son altamente resistentes a la acción del fuego. Son muy resistentes. Tienen superficies tersas muy aceptables para cubrir enchapados. Los tableros pueden entonces ser usados de la misma manera que un tablero de capa única de partículas de madera.

T A B L A N O . 3

RESISTENCIA Y PROPIEDADES FISICAS DE LOS TABLEROS DE PARTICULAS

NO.	ESPECIES	ADHESIVO	PESO ADHE- SIVO EN - TABLERO %	PESO ADHE- SIVO EN - PARTICU- LAS DE MA- DERA %	DENSIDAD TABLERO- r G/CM ³	MODULO DE RUP- TURA - KG/CM ²	RESIST. TENSION KG/CM ²	ABS. H ₂ O %	CONTENI- DO DE- HUMEDAD EN LA - PRUEBA- %
1.	Cedrela toona	fenol- form.	2.8	10.0	0.74	176	-	56.3	10.4
2.	Dysoxylum Ma- labaricum (ce- dro blanco)	"	3.2	7.1	0.68	210	-	58	10.5
3.	Cedrela Toona	"	3.3	10.0	0.79	211	-	58	9.3
4.	Tectona Gran- dis (teca)	"	3.9	8.2	.55	115	-	76.5	10.6
5.	Garuga pinna- ta	"	4.2	8.1	0.54	111	-	84.5	10.1
6.	Mangifera in- dica (mango)	urea- form.	7.1	12.00	.70	165	-	59.4	11.3
7.	Lanea Grandis	"	7.7	12.1	0.60	116	-	65.9	11.6
8.	Mangifera in- dica	"	8.2	11.8	0.73	226	81	36.9	9.2
9.	Tectona Gran- dis	"	8.4	11.7	0.89	324	-	25.4	10.5
10.	Tectona Gran- dis	"	8.7	13.4	0.78	214	-	37.9	10.4

TABLEROS AGLOMERADOS A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA

DESCRIPCION DEL PROCESO

Por medio de calentamiento solar se seca bagazo de caña con humedad inicial de 50%, durante varios días, obteniéndose se una humedad promedio de 20%. Porciones de bagazo con una humedad inicial de 20% fueron colocados en una estufa de secado obteniéndose una humedad promedio del 10%.

Porciones de humedad de 20% y de humedad de 10%, se desmenuzan lo mejor posible y se muelen en un molino. A ambas partes se les hace pasar por un sistema de cernidores vibratorios.

El bagazo que se obtiene en mallas de 10 y 16 se mezcla y se coloca en un recipiente de vidrio.

Por otro lado, resina de urea-formaldehído se coloca en un vaso de precipitados de 2 litros y se le adiciona la cantidad de catalizador necesario, y por medio de un agitador mecánico de vidrio, se agita la mezcla para obtener una separación homogénea del catalizador dentro de la resina.

Hecho todo lo anterior, se lleva a cabo el mezclado del bagazo con la resina-catalizador, circulando constantemente el bagazo de un lado a otro, para obtener una impregnación lo más homogénea posible, y así obtener un producto de características más homogéneas. Se obtiene una tabla de 8 mm. de espesor, la cual se prensa en frío bajo una fuerza de 1,500 kg. para posteriormente ser prensadas en caliente a una temperatura aproximada de 150°C, y bajo una fuerza de 1,500 kg.

TABLEROS DE PARTICULAS A PARTIR DE PAJAS
(Trigo, arroz, cebada, etc.)

DESCRIPCION DEL PROCESO

La producción de tableros compuestos de pajas es similar a la producción de tableros de madera, y de cáscara de a - arroz. Puede ser empleada la maquinaria convencional para producir tableros de madera con excepción de las operaciones de d - desembarco, astillado y molienda, las cuales pueden suprimir s - se. Estos pasos son reemplazados por un simple pretratamiento que consiste en asegurarse que las longitudes de la paja estén comprendidas en un rango de 1/4 a 1/2 pulgada, seguido por la e - eliminación de polvo y la clasificación del material fino y g - grueso por separación con aire. Una vez cortada, la paja puede necesitar ser secada. Debido a que la paja es tan delgada y contiene poca o ninguna cantidad de agua, es fácil de secar a un contenido de humedad uniforme.

La resina es esparcida sobre la paja cortada y seca - usando piezas estándar del equipo usado corrientemente por la industria de los tableros de partículas, tales como un mezclador Grencó o Keystone.

La paja cubierta con la resina es depositada en un m - molde, el molde se cura bajo calor y presión para dar tableros de partículas de un tamaño, densidad y espesor dados.

Pueden hacerse tableros convencionales con finos en l - la superficie usando el mismo formador de colchón que se usa e - en la industria de los tableros de partículas de madera. T - a - les tableros presentan una superficie muy fina, necesitando p - o c o nada de lijado.

Las presiones requeridas para el prensado en caliente son relativamente bajas: aproximadamente 300 psi. Para prevenir el precurado sobre la superficie del tablero, se usan tiempos de prensado de alrededor de 30 segundos. La temperatura de las platinas es de 390-410°F. Estas temperaturas son necesarias para el curado de esta resina y obtener tiempos de prensado económicamente competitivos. Estas presiones y temperaturas pueden ser logradas en muchas plantas existentes de tableros de partícula de madera.

Los tableros, tan pronto como se reciben de la prensa caliente, necesitan pasar a través del ciclo usual de apilamiento, enfriado, recorte de los bordes y lijado.

Este proceso ha sido encontrado aceptable para la manufactura de paneles tan delgados como 1/4 de pulgada hasta espesores de 1.5 pulgadas, con un rango de densidad de 30 lb/ft³ a 65 lb/ft³.

En general, tableros más delgados tales como 1/8 pulgadas o menores requieren densidades más altas de manera de lograr características adecuadas de resistencia.

C A P I T U L O V I I I

DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO DE FABRICACION
DE TABLEROS AGLOMERADOS A PARTIR DE RESIDUOS A
GRICOLAS

DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO DE FABRICACION DE TABLEROS AGLOMERADOS A PARTIR DE RESIDUOS AGRICOLAS

Básicamente, la tecnología empleada para la producción de tableros aglomerados a partir de residuos agrícolas, se deriva de la tecnología de fabricación de tableros de partículas de madera por el proceso seco.

Uno de los aspectos importantes que debe tomarse en consideración, es la localización de la planta, la cual debe situarse cerca de las zonas de producción de la materia prima.

Esto se debe primordialmente a las diferencias en los costos de transportación de materia prima y producto terminado. Puesto que el volumen de la materia prima es considerablemente mayor que el del producto terminado, sus costos de transportación serían bastante elevados en comparación con los del producto terminado, lo que causaría una elevación del costo de fabricación de los tableros.

Esta elevación en el costo del tablero, sería un factor negativo; si se toma en cuenta que el principal objetivo es producir materiales de bajo costo y con propiedades mecánicas, que los hagan competitivos con los tableros de madera.

El proceso se inicia propiamente con el almacenaje de la materia prima. Ya que la materia prima es producto de plantaciones anuales, es indispensable almacenar la cantidad suficiente para asegurar la producción continua de la planta a través de todo el año. El almacenaje puede hacerse a granel o en cargas unitarias, es decir, en forma de pacas. Actualmente, - no existe un criterio bien definido acerca de la forma de almacenar la materia prima, pues mientras algunas opiniones recomiendan hacerlo a granel, muchas otras se inclinan por las cargas unitarias.

Sería conveniente efectuar un estudio más a fondo, - respecto a la forma más adecuada de almacenar, de acuerdo a las condiciones específicas que predominan en la región.

El aspecto de seguridad, es otro factor que debe tomarse muy en cuenta.

Las bodegas deben contar con un equipo eficiente contra incendios, puesto que la existencia de cargas electrostáticas podría ocasionar un incendio que se propagaría rápidamente a toda la bodega, debido a las características del material. - Además, la bodega debe contar con alarmas para la detección de incendios.

Si el almacenaje es en forma de cargas unitarias, debe hacerse de tal manera que permita la circulación de montacargas y otros equipos.

La siguiente fase del proceso consiste en el acondicionamiento físico de la materia prima. La operación de quitar el fleje a las pacas y desmenuzar el material, se logra mediante una desmenuzadora-abrepacas. Este aparato consiste en un cilindro rotatorio, que tiene integrados machetes de longi-

tud apropiada.

Un transportador de banda recoge el producto obtenido de la desmenuzadora-abrepacas y lo lleva a la siguiente fase - del proceso, donde ocurre el primer cambio físico. Este transportador debe contar con dispositivos imantados que permitan - la eliminación de materiales metálicos, que podrían dañar los - equipos utilizados en las operaciones posteriores.

El primer cambio físico del material se lleva a cabo - en un molino de atrición de disco simple. Este cambio físico - consiste en una reducción de longitud, la cual se logra median - te la frotación que produce el giro de un disco, contra otro que está fijo. La relación de reducción de longitud se obtiene por medio del ajuste de la - abertura de los discos.

El molino debe tener una tolva de alimentación que - permita una alimentación continua a él. La continuidad de ope - ración se realiza gracias a la acción de un gusano alimenta - dor, que dosifica la entrada del material a los discos del mo - lino.

Es conveniente aclarar, que no todas las materias pri - mas requieren del proceso de molienda. Por ejemplo, la casca - rilla de arroz y café no se someten a esta operación, debido a que sus dimensiones naturales son bastante aceptables para la - producción de tableros aglomerados.

El material que sale del molino es llevado mediante - un transportador ciclónico hasta la tolva de alimentación del - secador. Este ciclón efectúa además la separación de partícu - las muy finas, que pueden eliminarse del proceso, o bien utili - zarse en el caso de fabricación de tableros de superficies muy - tersas.

La operación de secado se efectúa con el objeto de disminuir y controlar el contenido de humedad de las partículas, pues si éste es alto, aparecerán manchas oscuras en el centro del tablero. Esto se debe principalmente, a que durante la operación de prensado en caliente, el vapor formado tiende a condensar en el centro relativamente frío del tablero, ocasionando un retardo en el tiempo de curado de la resina, produciéndose las manchas antes mencionadas, que aparte de darle al tablero una mala apariencia le disminuyen sus propiedades mecánicas.

La disminución del contenido de humedad se realiza con un secador tipo Buttner, que es uno de los más eficientes para este tipo de material. La humedad del producto obtenido debe estar entre 8-10% en peso.

Este secador cuenta con equipo automatizado de seguridad que le permite detener su operación en el caso de aumentar la temperatura permisible o en el caso de incendio.

El producto seco se transporta con un ciclón a un separador por gravedad específica, donde se efectúa una selección más precisa del material con el que se van a hacer propiamente los tableros. Este equipo, permite la separación, gracias a la acción de una corriente ascendente de aire que arrastra a las partículas de tamaño adecuado, mientras que las de longitud mayor caen debido a su mayor peso; éstas se recirculan nuevamente al molino con el fin de que obtengan la longitud apropiada.

Las partículas que son arrastradas por la corriente ascendente de aire llegan al mezclador resina-materia prima (Zig-Zag), donde se les adiciona la cantidad necesaria de resina, que es variable según el tipo de desecho agrícola usado.

La resina utilizada es en realidad una mezcla homogénea de resina y catalizador, que proviene de un tanque de mezclado, adyacente al Zig-Zag.

La mezcla materia prima-resina se envía a un formador de colchón (Mat Former), que distribuye al azar las partículas sobre una charola que sirve de base al colchón.

Los colchones así formados se introducen en una prensa, donde se efectúa la operación de pre-prensado en frío, que tiene como objetivo principal darle consistencia al colchón haciéndolo más manejable y reduciendo el tiempo consumido en cerrar los platos de la prensa de platos calentados, donde ocurre la última fase del proceso.

El prensado en caliente proporciona la energía calorífica necesaria para el curado de la resina, lográndose la formación del tablero aglomerado.

La fuente de calentamiento de la prensa puede ser vapor o resistencias eléctricas.

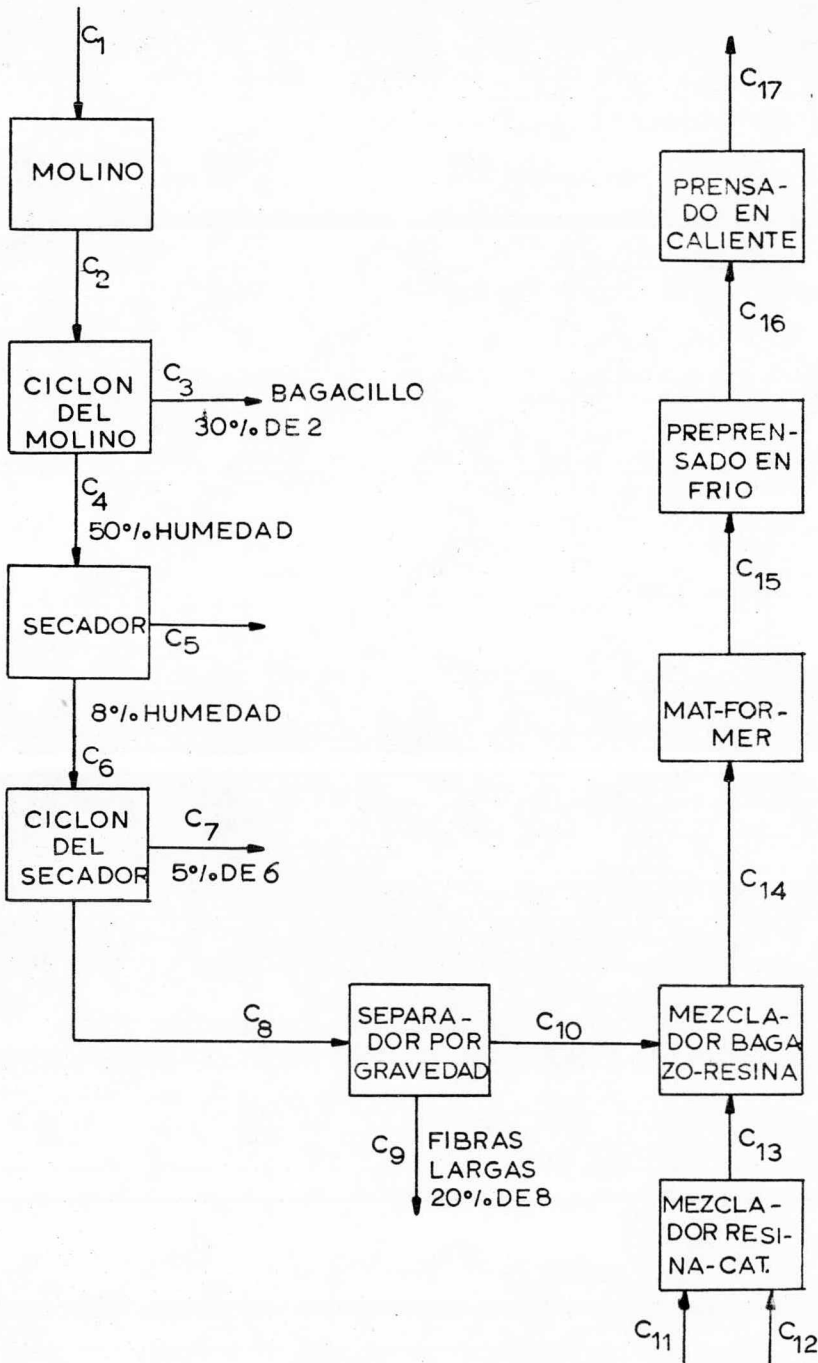
Es una de las operaciones más importantes de todo el proceso, debido a que en ella se logran las propiedades mecánicas requeridas. De acuerdo al tipo de tablero que se desee obtener, varían los ciclos de prensado, que se controlan automáticamente.

Los tableros, finalmente se someten a un proceso de acabado, que consiste en recortar los bordes irregulares por medio de sierras eléctricas; una operación de pulido para mejorar su apariencia y por último un barnizado, que puede ser con una laca común o agentes químicos que lo preserven de la humedad, hongos, insectos, etc.

La fábrica debe contar con un almacén de producto terminado, donde se disponga para su transportación a los centros de consumo. Además, debe existir un laboratorio bien equipado para efectuar constantemente pruebas de calidad, con el fin de producir tableros de calidad uniforme.

C A P I T U L O I X

ESTUDIO ECONOMICO DE LA FABRICACION DE TABLEROS
AGLOMERADOS A PARTIR DE DIFERENTES RESIDUOS
AGRICOLAS



BALANCE DE MATERIA

La capacidad escogida de 50 m³/día, fue tomada arbitrariamente.

$$C_{17} = 50 \text{ m}^3/\text{día de tableros de 4 pies x 8 pies y .5 pulgadas de espesor}$$

$$C_{17} = 50 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times \frac{1}{.5 \text{ pulg}} \times \frac{1 \text{ pulg}}{.0254 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 164.04 \text{ m}^2/\text{hora}$$

$$C_{17} = 164.04 \text{ m}^2/\text{hora de tableros de 4'x8'x.5"}$$

$$C_{17} = C_{16}$$

Los tableros fabricados tendrán una densidad media $\rho = 40 \text{ lb pie}^3$

$$\rho = 640.82 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{16} = C_{15} = C_{14}$$

$$C_{14} = 50 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 640.82 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ hrs.}} = 1335.04 \text{ Kg/hora de bagazo-resina-catalizador}$$

$$C_{13} = C_{11} + C_{12} \quad ; \quad \begin{array}{l} C_{11} = \text{Resina urea-formaldehido} \\ C_{12} = \text{Catalizador hidróxido de amonio} \end{array}$$

Los tableros llevan un contenido de resina = 12% en peso.

$$C_{11} = (.12) C_{14} = .12(1335.04) = 160.2 \text{ kg/hora de resina urea-formaldehido}$$

Relación de Resina-catalizador:

9.9:1

$$C_{13} = \frac{C_{11}}{.99} = \frac{160.2}{.99} = 161.81 \text{ kg/hora de resina-catalizador}$$

$$C_{12} = C_{13} - C_{11} = 161.81 - 160.2 = 1.61 \text{ kg/hora de catalizador}$$

$$C_{14} = C_{10} + C_{13}; \quad C_{10} = C_{14} - C_{13} = 1335.04 - 161.81 = 1173.23 \text{ kg/hora}$$

de bagazo de caña
con 8% de humedad

$$C_8 = C_9 + C_{10}; \quad C_8 = \frac{C_{10}}{.8} = \frac{1173.23}{.8} = 1466.53 \text{ kg/hora.}$$

$$C_9 = C_8 - C_{10} = 1466.53 - 1173.23 = 293.3 \text{ kg/hora de fibras largas de}$$

bagazo con 8% de hu
medad

$$C_6 = C_8 + C_7; \quad C_6 = \frac{C_8}{.95} = \frac{1466.53}{.95} = 1543.71 \text{ kg/hora}$$

$$C_7 = C_6 - C_8 = 1543.71 - 1466.53 = 77.18 \text{ kg/hr}$$

$$C_4 = C_5 + C_6$$

BALANCE DE AGUA

$$C_4(.5) = C_5 + C_6(.08); \quad C_4(.5) = C_4 - C_6 + C_6(.08)$$

$$.5C_4 = .92C_6; \quad C_4 = \frac{.92C_6}{.5} = \frac{.92(1543.71)}{.5} = 2840.72 \text{ kg/hora de baga-}$$

zo con 50% de hu
medad

$$C_5 = C_4 - C_6 = 2840.42 - 1543.71 = 1296.71 \text{ Kg/hora agua}$$

$$C_2 = C_4 + C_3; \quad C_2 = \frac{C_4}{.7} = \frac{2840.42}{.7} = 4057.74 \text{ Kg/hora de bagazo con 50% de -}$$

humedad

$$C_3 = .3C_2 = .3(4057.74) = 1217.32 \text{ kg/hora de bagacillo}$$

$$C_2 = C_1 = 4057.74 \text{ kg/hora de bagazo alimentado con 50% de humedad}$$

$$\text{PRODUCCION} = 164.04 \text{ m}^2/\text{hora de tableros de 4'x8'x.5"}$$

$$\text{CICLO DE PRENSADO} = 10 \text{ min.}$$

$$\text{AREA DEL TABLERO} = 32 \text{ pies}^2 = 2.974 \text{ m}^2/\text{tablero}$$

$$\text{NUMERO DE TABLEROS} = \frac{164.04 \text{ m}^2/\text{hora}}{2.974 \text{ m}^2/\text{tablero}} = 55.15 \text{ tableros}$$

$$\text{SE TIENEN:} \quad \frac{60 \text{ min}}{10 \text{ min}} = 6 \text{ ciclos/hora}$$

$$\text{NUMERO DE PLATOS} = \frac{55.15 \text{ tabl/hora}}{6 \text{ ciclos/hora}} = 9.19 \text{ tableros/ciclo}$$

$$\text{NUMERO DE PLATOS} = 10$$

EQUIPO COMPRADO*

Desmenuzadora-abrepacas	22,831
Transportador de banda	95,561
Molino	375,000
Ciclón primario	30,850
Secador	1,148,125
Ciclón secundario	17,277
Separador por gravedad	214,278
Mezclador resina-bagazo	612,586
Tanque de mezclado(resina-cat)	21,380
Transportador bagazo-resina	21,530
Mat-Former	30,230
Prensa para prepresado	1,907,954
Prensa de platos calentados	2,850,708
Caldera	788,410
2 Montacargas	426,640
Equipo contra incendio	28,753
2 Sierras automáticas	198,494
Máquina afiladora	13,356
Moldes	80,000
	<hr/>
TOTAL	\$8,883,963.-
	=====

* VER APENDICE

ESTIMACION DEL CAPITAL FIJO

INSTALACION DE EQUIPO.

Los costos de instalación del equipo de proceso pueden ser calculados como una cantidad equivalente al 43% del costo del equipo adquirido.

COSTOS DE INSTALACION

(equivalentes a porcentajes del costo del equipo adquirido)

	MATERIAL, %	MANO DE OBRA, %	TOTAL, %
Cimientos	4	3	7
Plataformas y soportes	7	4	11
Montaje e - quipo	-	25	25
Instalación Total	11	32	43

Costos de Instalación = 43% del costo del equipo adquirido.
= $.43 \times 8,883,963 = \$ 3,820,104.=$

Costos de Instalación = \$3,820,104.=

TUBERIAS

El costo de tuberías, dependiendo del tipo de proceso involucrado puede ser estimado como porcentajes del costo del equipo adquirido.

COSTO DE TUBERIAS

(equivalente a porcentajes del costo del equipo adquirido)

PROCESO	MATERIAL, %	MANO DE OBRA, %	TOTAL %
Sólido	8	6	14
Sólido-fluido	21	15	36
Fluido	49	37	86

$$\begin{aligned} \text{Costo de tuberías} &= \text{Costo equipo adquirido} \times .14 \\ &= 8,883,963 \times .14 = \$ 1,243,754.= \end{aligned}$$

Pero en vista de que el proceso requiere un mínimo de tuberías, se tomará como valor aceptable de \$ 100,000.=

$$\text{Costo de tuberías} = \$ 100,000.=$$

INSTRUMENTACION

Los costos de instrumentación pueden ser calculados - del costo del equipo adquirido como porcentajes equivalentes, - dependiendo del grado de automatización empleado.

COSTOS DE INSTRUMENTACION

(Equivalente a porcentajes del costo del equipo adquirido)

	MATERIAL, %	MANO DE OBRA, %	TOTAL, %
Pocos controles	4	1	5
Algunos controles específicos	12	3	15
Amplio grado de control	24	6	30

En nuestro caso un valor del 5% es suficiente ya que el proceso requiere pocos controles; y además algunos de los equipos cotizados incluyen sus propios controles.

$$\begin{aligned} \text{Costo instrumentación} &= \text{costo equipo adquirido} \times .05 \\ &= 8,883,963 \times .05 = \$ 444,198.= \end{aligned}$$

$$\text{Costo instrumentación} = \$ 444,198.=$$

AISLAMIENTO

El único equipo que necesita aislamiento, es el secador y la tubería de salida de éste.

Se estima que un 5% del costo del secador será suficiente para cubrir este gasto.

$$\begin{aligned} \text{Costo de aislamiento} &= \text{costo del secador} \times .05 \\ &= 1,148,125 \times .05 = \$ 57,406.= \end{aligned}$$

$$\text{Costo de aislamiento} = \$ 57,406.=$$

AUXILIARES ELECTRICOS

El costo total de subestaciones instaladas, alimentadores e instalación de alambres, puede ser estimado como equivalente al 10-15% del valor del equipo adquirido.

Se tomará un 12%

$$\begin{aligned} \text{Costo auxiliares eléctricos} &= \text{costo equipo adquirido} \times .12 \\ &= 8,883,963 \times .12 = \$1,066,075. \end{aligned}$$

$$\text{Costo de auxiliares eléctricos} = \$ 1,066,075.=$$

EDIFICIOS

El costo total de construcción de edificios, puede -- ser estimado como un porcentaje del valor del equipo adquirido.

COSTOS TOTALES DE CONSTRUCCION DE
EDIFICIOS

(Equivalente a porcentajes del costo del equipo
adquirido)

COSTO EQUIPO	CONSTRUCCIONES EXTERIORES, %	CONSTRUCCIONES INTERIORES, %
Menos que 3,125,000	50	80
Entre 3,125,000 12500000	40	65
Mayor que 12500000	30	50

$$\begin{aligned} \text{Costo de edificios} &= \text{costo equipo adquirido} \times .4 \\ &= 8,883,963 \times .4 = \$ 3,553,585.= \end{aligned}$$

TERRENO Y ACONDICIONAMIENTOS

Tomando en cuenta que la localización de la planta se rá en áreas rurales, donde el costo de la hectárea es de aproximadamente \$ 50,000.

Cinco hectáreas serán suficientes.

$$\text{Costo del terreno} = 50,000 \times 5 = \$ 250,000.=$$

El costo de acondicionamiento puede calcularse como - un porcentaje igual a 6-10% del costo equipo adquirido.

$$\text{Costo de acondicionamiento} = 8,883,963 \times .06 = \$ 533,037.=$$

Incluyen:

Espuela de Ferrocarril

Aceras de concreto

Pavimento de Asfalto
Bordes, etc.

Costo de terreno y acondicionamiento = 250.000 + 533.037
= \$ 783,037.=

SERVICIOS

El costo total de la instalación de los servicios pue de determinarse como un porcentaje del costo del equipo adquirido.

COSTO TOTAL DE SERVICIOS
(Equivalente a porciento del costo del equipo adquirido)

Tipo de Servicios	Costo, %
Mínimo de servicios adicionales	15
Servicios promedio	40
Servicios completamente nuevos	75

Costo de servicios = costo equipo adquirido x .15
= 8,883,963 x .15 = 1,332,594.=

COSTO FISICO DE LA PLANTA

Equipo Adquirido	8,883,963.=
Instalación	3,820,104.=
Tuberías	100,000.=
Instrumentación	444,198.=
Aislamiento	57,046.=
Auxiliares eléctricos	1,066,075.=
Edificios	3,553,585.=
Terreno y acondiciona miento	783,037.=
Servicios	<u>1,332,594.=</u>
COSTO FISICO DE LA PLANTA	\$ 20,040,602.= =====

INGENIERIA Y CONSTRUCCION

Los costos de Ingeniería y Construcción se calculan - como un porcentaje del costo físico de la planta.

COSTOS DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION
(Equivalente a porcentaje del costo físico)

COSTO FISICO	COSTO INGENIERIA Y CONSTRUCCION %
Menor que \$ 12,500,000	30
Entre \$ 12,500,000 y 62,500,000	25
Mayor que \$ 62,500,000	20

Costo Físico de la planta = \$ 20,040,602.=

Costo de Ingeniería y Construcción = Costo Físico x .25
= 20,040,602 x .25 =
= \$ 5,010,150.=

COSTO DIRECTO DE LA PLANTA

Costo Físico de la planta	20,040,602.=
Costo de Ingeniería y Construcción	5,010,150.=
COSTO DIRECTO DE LA PLANTA	<u>\$25,050,752.=</u>

HONORARIOS DEL CONTRATISTA

Dependen del tamaño, complejidad y localización de la planta. Pueden ser estimados como equivalentes a 4-10% del costo directo de la planta.

$$\begin{aligned} \text{Honorarios del contratista} &= \text{costo directo de la planta} \times .05 \\ &= 25,050,752 \times .05 = \$1,252,537.= \end{aligned}$$

$$\text{Honorarios del contratista} = \$ 1,252,537.=$$

CONTINGENCIAS

Pueden ser calculadas como equivalentes a un porcentaje del costo directo de la planta.

COSTOS DE CONTINGENCIAS

NIVEL DE CONTINGENCIA	COSTO CONTINGENCIA, %
Bajo	10
Promedio	15
Alto	25

$$\text{Costo de contingencias} = 25,050,752 \times .1 = \$ 2,505,075.=$$

CAPITAL FIJO

Costo directo de la planta	25,050,752.=
Honorarios del contratista	1,252,537.=
Contingencias	<u>2,505,075.=</u>
CAPITAL FIJO	<u>\$28,808,364.=</u>
	=====

COSTOS DE MANUFACTURA

Materias Primas

Materias Primas para 1 hora de producción:

Resina de urea-formaldehido = 160.2 kg.

Bagazo de caña = 4057.74 kg.

Catalizador hidróxido de amonio = 1.61 Kg.

Costo resina de urea-formaldehido = \$16/kg x 160.2 kg. =
= \$ 2563.2

Costo del Bagazo de caña = \$.4/kg x 4057.74
= \$ 1623.09

Costo de catalizador de hidróxido
-de amonio = \$ 30/Kg x 1.61 Kg = \$ 48.3

Costo Total de Materia Prima por
Hora = \$ 4234.59

Producción de tableros = 55 tableros/hora

Costo de Catalizador de hidróxido
de amonio = \$30/kg x 1.61 kg =
\$48,3

Costo de Materia prima por table
ro = $\frac{4234.59}{55} = \$76.99$

MANO DE OBRA

La planta funcionará con tres turnos de 8 horas.

El segundo costo de importancia es el de la mano de obra, el cual consiste de los salarios pagados a los empleados que intervienen directamente en la manufactura del producto.

PERSONAL EMPLEADO POR TURNO

CANTIDAD	DESCRIPCION	SUELDO/TURNO
2	Operadores de Montacargas	\$ 200.=
8	Obreros no especializados	\$ 560.=
1	Ayudante de electricista	\$ 70.=
1	Electricista	\$ 100.=
	T O T A L	<u>\$ 930.=</u> =====

Costo de Mano de Obra por turno = \$ 930.=

Costo de mano de obra por hora = \$ 116.25

Costo de mano de obra por tablero
ro = $\frac{116.25/\text{hora}}{55 \text{ tableros/hora}}$ = \$2.11/tablero

SUPERVISION

Los gastos de supervisión son los salarios de todo el personal responsable de la supervisión directa de las operaciones de producción.

Para la supervisión se requiere solamente de:

1 Ingeniero de planta Sueldo/turno = \$250.00

Costo de supervisión por turno = \$ 250.=
 Costo de supervisión por hora = \$ 31.25
 Costo de supervisión por tablero = \$.57

MANTENIMIENTO

Los costos de mantenimiento pueden estimarse como un porcentaje del capital fijo.

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO
 (Equivalente a porcentaje del capital fijo)

TIPO DE EQUIPO	MANTENIMIENTO ANUAL, %
Simple	2-4
Promedio	6-7
Complicado	8-10

Capital Fijo = \$ 28,808,364.=

Se consideran 11 meses de operación (330 días)

Costo mantenimiento por hora = $\frac{\$28,808.364 \times 0.02}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{330 \text{ días}}$
 $\times \frac{1 \text{ día}}{3 \text{ tur}} \times \frac{1 \text{ turno}}{8 \text{ horas}}$
 = \$ 72.74

$$\text{Costo mantenimiento} = \frac{\$72.74/\text{hora}}{55 \text{ tab./hora}} = \$ 1.32 / \text{tablero}$$

SUMINISTROS A LA PLANTA

Pueden calcularse como una cantidad equivalente al 15% de los costos de mantenimiento.

$$\text{Costo de mantenimiento} = \$ 1.32/\text{tablero}$$

$$\text{Costo de suministros} = \$1.32 \times .15 = \$.2/\text{tablero}$$

SERVICIOS

Para este tipo de industria pueden estimarse como un 7% del Capital Fijo.

$$\text{Costo de servicios anuales} = 28,808,364 \times .07 = \$ 2,016,585.=$$

$$\text{Costo de servicios por hora} = \$ 254.61$$

$$\text{Costos de servicios por ta-} \\ \text{blero} = \$ 4.62$$

REGALIAS Y PATENTES

El costo de regalías y patentes será el 5% de las ventas totales anuales.

El precio de venta* de los tableros aglomerados de madera de caoba de 4' x 8' (1.22 x 2.44 m) y .5 pulgadas de espesor = \$ 155.25.

Se tomará este precio de venta para los tableros de - bagazo de caña.

*El precio de venta considerado se tomó igual a los de madera- para fines comparativos.

Costo de regalías y patentes por tablero = $155.25 \times .05$
 = \$ 7.762

COSTOS DIRECTOS DE MANUFACTURA POR TABLERO

Materias Primas	77.00
Mano de obra	2.11
Supervisión	.57
Mantenimiento	1.32
Suministros a la planta	.2
Regalías y patentes	7.762
Servicios	<u>4.62</u>

COSTOS DIRECTOS \$ 93.58
 =====

NOMINA DE GASTOS GENERALES

Pueden ser estimados como una cantidad equivalente al 15-20% de los costos de mano de obra.

Nómina de gastos generales = $\$2.11 \times .2 = \$.422$

COSTOS DE LABORATORIO

Pueden ser estimados como una cantidad equivalente al 10-20% de los costos de mano de obra.

Costos de laboratorio = $2.11 \times .2 = \$.422/\text{tablero}$

GASTOS GENERALES DE LA PLANTA

Pueden estimarse como una cantidad equivalente al -
50-100% de los costos de mano de obra.

Gastos Generales = $2.11 \times .75 = \$ 1.58/\text{tablero}$

COSTOS INDIRECTOS DE MANUFACTURA POR
TABLERO

Nómina de Gastos Generales	\$.422
Laboratorio	.422
Gastos Generales de la planta	1.58
COSTOS INDIRECTOS DE MANU_	
FACTURA	<u>\$ 2.424</u>
	=====

DEPRECIACION

Puede estimarse como una cantidad equivalente a 8-10%
del capital fijo.

Depreciando a 10 años:

Costo de Depreciación Anual = Cap. Fijo x .10
= $28,808,364 \times .1 = \$2,880,836.=$

Costo de depreciación = \$ 6.61/tablero

IMPUESTOS SOBRE LA PROPIEDAD

Pueden estimarse como una cantidad equivalente a 1-2%

del capital fijo.

$$\text{Impuestos sobre la propiedad por tablero} = \frac{28,808,364 \times .01}{435,600} = \$.66$$

PRIMA DE SEGUROS

Puede ser estimada como el 1% del capital fijo.

$$\text{Prima de seguros por tablero} = \$.66$$

COSTOS FIJOS DE MANUFACTURA POR TABLERO

Depreciación	6.61
Impuestos sobre la propiedad	.66
Prima de seguros	<u>.66</u>

COSTOS FIJOS DE MANUFACTURA \$ 7.92
=====

Costos Directos de Manufactura	93.58
Costos indirectos de manufac- tura	2.424
Costos fijos de manufactura	<u>7.92</u>

COSTOS DE MANUFACTURA POR
TABLERO \$103.924
=====

GASTOS GENERALES

ADMINISTRACION

Pueden ser estimados como una cantidad igual a 3-6% - del costo de manufactura.

$$\begin{aligned} \text{Gastos de administración por tablero} &= 103.924 \times .05 \\ &= \$5.19 \end{aligned}$$

VENTAS

Pueden estimarse en un rango del 5-22% del costo de - manufactura.

$$\text{Gastos de ventas por tablero} = 103.924 \times .10 = \$10.39$$

INVESTIGACION

Se puede estimar como un 2% de los costos de manufac- tura.

$$\begin{aligned} \text{Gastos de investigación por tablero} &= 103,924 \times .020 \\ &= \$2.078 \end{aligned}$$

FINANCIAMIENTO

Si se recurre a un préstamo equivalente al 30% del ca pital fijo; con un interés anual del 8%

$$\text{Capital Prestado} = 28,808,364 \times .3 = \$ 8,642,509.00$$

Interés anual = \$ 691,400.=

Interés por
Tablero = \$1.587

ESTIMACION DE GASTOS GENERALES POR
TABLERO

Administración	5.19
Ventas	10.39
Investigación	2.078
Financiamiento	<u>1.587</u>

GASTOS GENERALES	\$19.245
	=====

ESTIMACION DE UTILIDAD

VENTAS ANUALES		67,626,900.=
Costo de manufactura	45,269,294.=	
Gastos Generales	<u>8,383,122.=</u>	
Costo total	53,652,416.=	<u>53,652,416.=</u>
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		13,974,484.=
IMPUESTOS 42% DE UAI		<u>5,869,283.=</u>
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS		\$ 8,105,201.=
		=====

PORCIENTO DE GANANCIAS SOBRE VENTAS

$$Psb = \frac{Pb}{S}$$

Psb = por ciento de ganancias sobre-ventas antes de impuestos, expresado como decimal.

S = precio de venta por unidad de producción

Pb = Ganancias antes de impuestos- por unidad de producción.

$$Psb = \frac{32.08}{155.25} = .206$$

$$Psa = \frac{Pa}{S}$$

Psa = Por ciento de ganancias sobre -ventas después de impuestos.

Pa = Ganancia después de impuestos- por unidad de producción.

$$Psa = \frac{18.5}{155.25} = 0.119$$

PORCIENTO DE RETORNO SOBRE LA INVERSION

$$Pra = \frac{Para}{If}$$

Pra = Por ciento de retorno sobre inversión después de impuestos, expresado como decimal.

Pa = Ganancias después de impuestos por unidad de producción.

ra = Velocidad anual de producción.

If = Inversión del capital fijo

$$Pa = 18.6$$

$$ra = 435,600$$

$$If = 28,808,364$$

$$Pra = \frac{8,105,201}{28,808,364} = 0.281$$

P.O.T.

$$D = \frac{If}{Pbra + 0.1 If}$$

D = POT en años

$$D = \frac{28,808,364}{13,974,484 + 2,880,836} = 1.7$$

CAPITAL DE TRABAJO

INVENTARIO DE MATERIA PRIMA:

Para bagazo de caña se tomarán 7 meses de producción.

$$\begin{aligned} \text{Inventario de bagazo de caña} &= 4057.74 \times 24 \times 210 \times .4 \\ &= \$ 8,180,403.= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Inventario de resina de urea-} \\ \text{formaldehído} &= 160.2 \times 24 \times 30 \times 16 \\ &= \$ 1,845,504.= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Inventario de catalizador} &= 1.61 \times 24 \times 30 \times 30 \\ &= \$ 34,776.= \end{aligned}$$

Para resina y catalizador se tomará 1 mes de producción.

$$\text{Inventario de materia prima} = \$ 10,060,683.=$$

INVENTARIO EN PROCESO

Puede considerarse despreciable.

INVENTARIO DE PRODUCTO

Puede considerarse como costo de manufactura mensual.

$$\begin{aligned} \text{Inv. producto} &= \frac{\$103.924}{\text{tablero}} \times \frac{55 \text{ tabl.}}{\text{hora}} \times \frac{24 \text{ hrs.}}{\text{día}} \times \frac{30 \text{ días}}{\text{mes}} \\ &= \$ 4,115,390.= \end{aligned}$$

CREDITO EXTENDIDO

Puede ser estimado como un mes de producción a valores de venta.

$$\text{Crédito extendido} = 39600 \frac{\text{tabl.}}{\text{mes}} \times \frac{\$155.25}{\text{tabl.}} = \$ 6,147,900.=$$

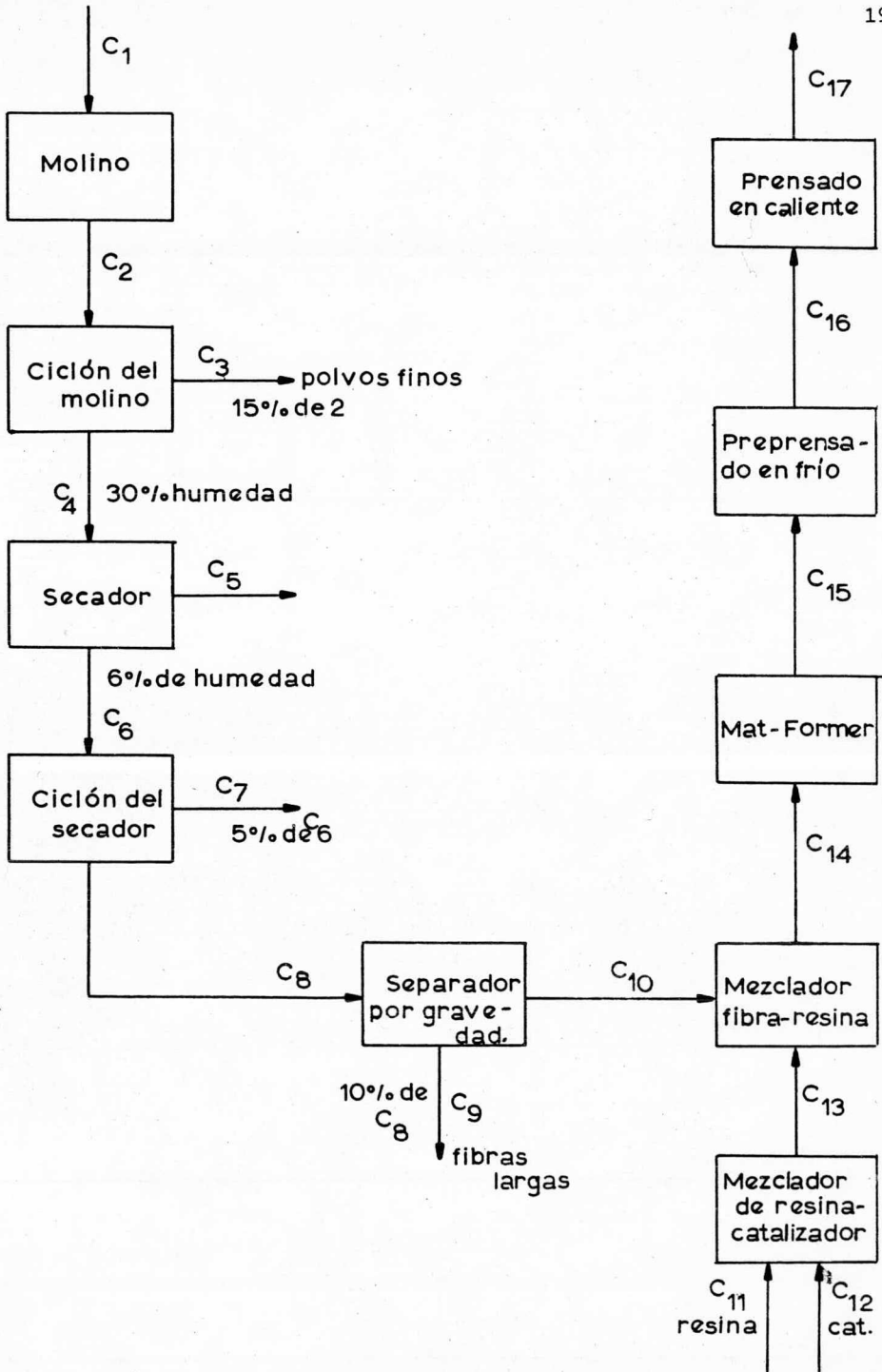
DINERO DISPONIBLE

Puede suponerse igual a un mes de producción, valuado a - costo de manufactura.

Dinero disponible = \$ 4,115,390.=

CAPITAL DE TRABAJO

Inventario de Materia Prima	10,060,683.=
Inventario de producto	4,115,390.=
Crédito extendido	6,147,900.=
Dinero Disponible	<u>4,115,390.=</u>
Capital de Trabajo	\$24,439,363.=
Capital fijo	<u>28,808,364.=</u>
CAPITAL TOTAL	<u>\$53,247,727.=</u> =====



BALANCE DE MATERIA

$$C_{17} = 50 \text{ m}^3/\text{día} \quad \text{de tableros de } 4' \times 8' \times .5''$$

$$C_{17} = 164.04 \text{ m}^2/\text{hora}$$

$$\begin{aligned} \text{Se fabricarán tableros con una densidad media } \rho &= 40 \text{ lb/pie}^3 \\ &= 640.82 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$C_{17} = C_{16} = C_{15}$$

$$C_{15} = \frac{50 \text{ m}^3}{\text{día}} \times 640.82 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ hrs}} = 1335.04 \text{ Kg/hora}$$

$$C_{15} = C_{14} = 1335.04 \text{ kg/hora de fibra de coco + resina + cat.}$$

$$C_{13} = C_{11} + C_{12} \quad ; \quad \text{se usará 5\% en peso de resina}$$

$$C_{11} = .05 C_{14} = .05 \times 1335.04 = 66.75 \text{ kg/hora de resina}$$

RELACION DE RESINA-CATALIZADOR 9.9:1

$$C_{13} = \frac{C_{11}}{.99} = \frac{66.75}{.99} = 67.42 \text{ kg/hora de resina + catalizador.}$$

$$C_{12} = C_{14} - C_{11} = 67.42 - 66.75 = .67 \text{ kg/hora de catalizador.}$$

$$C_{10} = C_{14} - C_{13} = 1335.04 - 67.42 = 1267.62 \text{ Kg/hora de fibra de coco con - 6\% en peso de humedad}$$

$$C_8 = \frac{C_{10}}{.9} = \frac{1267.62}{.9} = 1408.46 \text{ kg/hora}$$

$$C_9 = .1C_8 = .1 \times 1408.46 = 140.84 \text{ kg/hora de fibras largas de coco}$$

$$C_6 = C_8 / .95 = \frac{1408.46}{.95} = 1482.58 \text{ kg/hora de fibra de coco con 6\% en peso - de humedad}$$

$$C_7 = .05C_6 = .05 \times 1482.58 = 74.12 \text{ Kg/hora de polvos finos}$$

$$C_4 = C_5 + C_6$$

BALANCE DE AGUA:

$$.3C_4 = C_5 + .06C_6 \quad ; \quad .3(C_5 + C_6) = C_5 + .06C_6$$

$$.3C_5 + .3C_6 = C_5 + .06C_6$$

$$.24C_6 = .7C_5$$

$$C_5 = \frac{.24C_6}{.7} = \frac{.24 \times 1482.58}{.7} = 508.31 \text{ kg/hora de agua}$$

$$C_4 = C_5 + C_6 = 508.31 + 1482.58 = 1990.89 \text{ Kg/hora de fibra de coco con } - \\ \text{30\% en peso de humedad}$$

$$C_2 = C_3 + C_4 \quad ; \quad C_3 = .15 C_2$$

$$C_2 = .15 C_2 + C_4 \quad ; \quad C_4 = .85 C_2$$

$$C_2 = C_4 / .85 = \frac{1990.89}{.85} = 2342.22 \text{ Kg/hora de fibra de coco con 30\% en pe-} \\ \text{so de humedad}$$

$$C_2 = C_1 = 2342.22 \text{ Kg/hora.}$$

EQUIPO COMPRADO

Desmenuzadora-abrepacas	16,418.=
Transportador de Banda	68,720.=
Molino	269,673.=
Ciclón primario	22,185.=
Secador	927,658.=
Ciclón secundario	16,863.=
Clasificador	209,146.=
Mezclador Resina-Fibra	641,697.=
Tanque mezclador (Res-cat.)	21,380.=
Transportador fibra-resina	21,530.=
Mat-Former	30,230.=
Prensa de pre prensado	1,907,954.=
Prensa de platos calentados	2,850.708.=
Caldera	788,410.=
2 Montacargas	426,640.=
Equipo contra incendio	28,753.=
2 Sierras automáticas	198,494.=
Máquina afiladora	13,356.=
Moldes	80,000.=

EQUIPO COMPRADO

\$ 8,539,815.=

=====

ESTIMACION DE CAPITAL FIJO

Equipo comprado	8,539,815.=
Instalación	3,672,120.=
Tuberías	100,000.=
Instrumentación	426,990.=
Aislamiento	46,382.=
Auxiliares eléctricos	1,024,777.=
Edificios	3,415,926.=
Terreno y acondicionamiento	762,388.=
Servicios	1,280,972.=
	<hr/>
Costo Físico de la Planta	19,269,370.=
Ingeniería y construcción	<u>4,817,342.=</u>
Costo directo de la planta	24,086.712.=
Honorarios del contratista	1,204.335.=
Contingencias	<u>2,408,671.=</u>
CAPITAL FIJO	\$27,699,718.=
	=====

COSTOS DE MANUFACTURA POR
TABLERO

Materias Primas	36.81		
Mano de Obra	2.11		
Supervisión	.57		
Mantenimiento	1.27		
Suministros a la planta	.19		
Servicios	4.45		
Regalfas y patentes	<u>7.762</u>		
Costos directos de manufactura	\$53.162	\$53.162	
Nómina de gastos generales	.422		
Laboratorio	.422		
Gastos generales de la planta	<u>1.58</u>		
Costos indirectos de manufactura	\$ 2.424	\$ 2.424	
Depreciación	6.35		
Impuestos sobre la propiedad	.63		
Prima de seguros	<u>.63</u>		
Costos fijos de manufactura	\$ 7.61	<u>\$ 7.61</u>	
COSTOS DE MANUFACTURA		\$63.196	=====

GASTOS GENERALES POR TABLERO

Administración		3.15
Ventas		6.31
Investigación		1.26
Financiamiento		<u>1.52</u>
Gastos Generales		\$12.24

ESTIMACION DE LA UTILIDAD

Ventas anuales		67,626,900.=
Costos de manufactura	27,528,177.=	
Gastos generales	<u>5,331,744.=</u>	
Costos totales	32,859,921.=	<u>32,859,921.=</u>
Utilidad antes de impuestos		34,766,979.=
Impuestos, 42% UAI		14,602,131.=
Utilidad después de impuestos		<u>\$20,164,848.=</u> =====

PORCIENTO DE GANANCIAS SOBRE VENTAS

$$Psb = \frac{Pb}{s} = \frac{79.81}{155.25} = .514$$

$$Psa = \frac{Pa}{s} = \frac{46.29}{155.25} = 0.298$$

PORCIENTO DE RETORNO SOBRE LA INVERSION

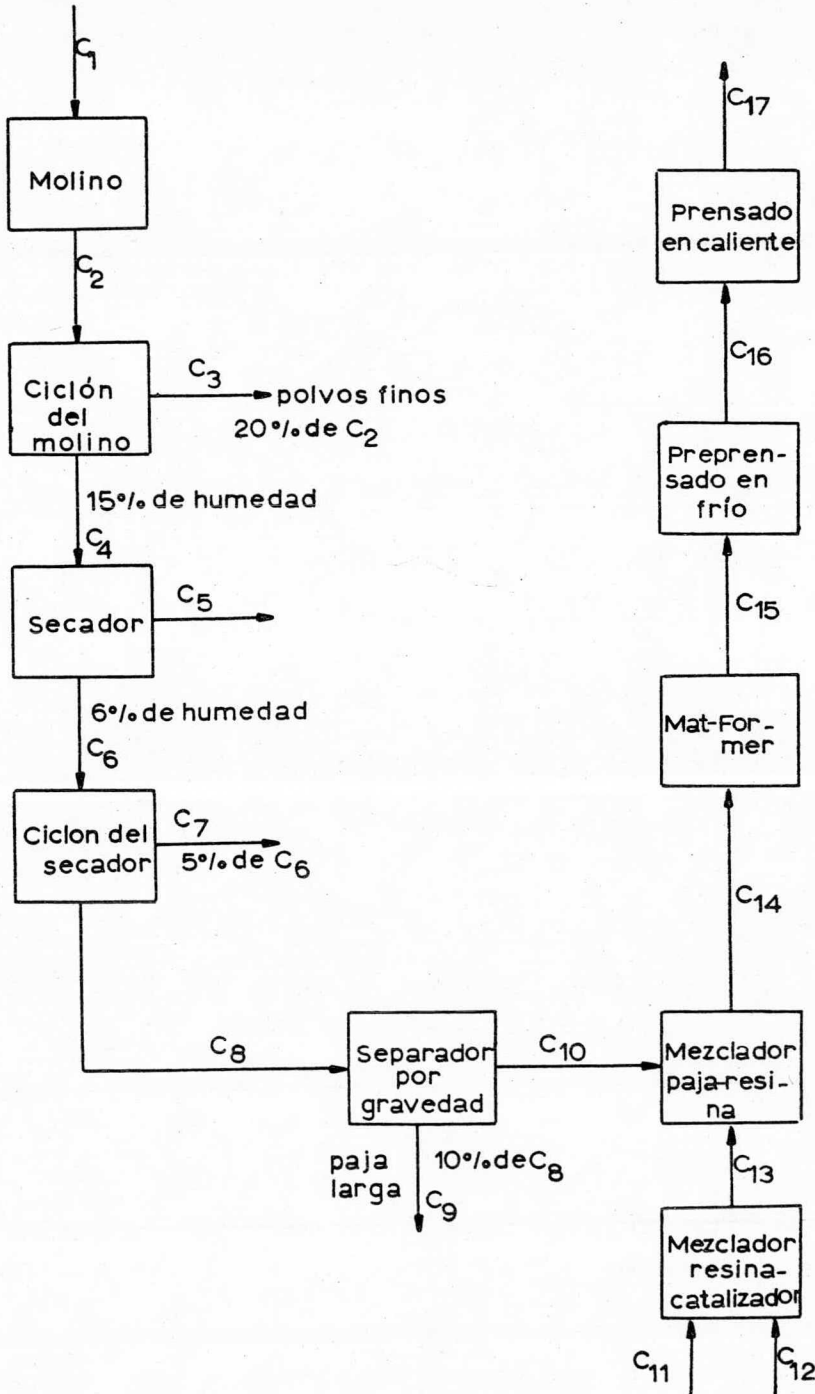
$$Pra = \frac{Pa \text{ ra}}{I \text{ f}} = \frac{20,164,848}{27,699,718} = 0.727$$

P.O.T.

$$D = \frac{27,699,718}{34,766,979 + 2,769,971} = .737$$

CAPITAL DE TRABAJO

Inventario de materia prima	5,505,307.=
Inventario de producto	2,502,561.=
Crédito extendido	6,147,900.=
Dinero Disponible	<u>2,502.561.=</u>
Capital de Trabajo	16,658,329.=
Capital Fijo	<u>27,699,718.=</u>
CAPITAL TOTAL	<u>\$44,358,047.=</u> =====



BALANCE DE MATERIA

$$C_{17} = 50 \text{ m}^3/\text{día de tableros de } 4' \times 8' \times .5'' \text{ de espesor.}$$

$$C_{17} = 164.04 \text{ m}^2/\text{hora}$$

$$C_{17} = C_{16} = C_{15}$$

Se fabricarán tableros con una densidad media $\rho = 40 \text{ lb/pie}^3$

$$\rho = 648.82 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{15} = 50 \text{ m}^3/\text{día} \times 640.82 \text{ kg/m}^3 \times 1 \text{ día}/24 \text{ hrs.} = 1335.04 \text{ kg/hora}$$

$$C_{15} = C_{14}$$

$$C_{13} = C_{11} + C_{12} \quad C_{11} = \text{Resina de UF}$$

$$C_{12} = \text{Catalizador}$$

Los tableros llevan un contenido de 13% en peso de resina

$$C_{11} = .13C_{14} \quad ; \quad C_{11} = .13(1335.04) = 173.55 \text{ kg/hora}$$

RELACION DE RESINA-CATALIZADOR = 9.9:.1

$$C_{13} = \frac{C_{11}}{.99} = \frac{173.55}{.99} = 175.3$$

$$C_{12} = C_{13} - C_{11} = 175.3 - 173.55 = 1.75 \text{ kg/hora de hidróxido de amonio}$$

$$C_{14} = C_{13} + C_{10}$$

$$C_{10} = C_{14} - C_{13} = 1335.04 - 175.3 = 1159.74 \text{ Kg/hora}$$

$$C_8 = C_{10} + C_9 \quad ; \quad C_9 = .1C_8$$

$$C_8 = C_{10} + .1C_8 \quad ; \quad .9C_8 = C_{10}$$

$$C_8 = \frac{C_{10}}{.9} = \frac{1159.74}{.9} = 1288.6 \text{ kg/hora}$$

$$C_9 = (.1) (1288.6) = 128.86 \text{ kg/hora}$$

$$C_6 = C_7 + C_8$$

$$C_6 = \frac{C_8}{.95} = \frac{1288.6}{.95} = 1356.42$$

$$C_7 = 1356.42 - 1288.6 = 67.82$$

BALANCE DE AGUA:

$$C_6 + C_5 = C_4$$

$$C_6 (.06) + C_5 = .15 C_4$$

$$1356.42 (.06) + C_4 - 1356.42 = .15C_4$$

$$.85C_4 = 1275.03$$

$$C_4 = 1500.03 \text{ Kg/hora}$$

$$C_5 = 1500.03 - 1356.42 = 143.61$$

$$C_2 = C_4 / .8 = \frac{1500.03}{.8} = 1875.03 \text{ kg/hora}$$

$$C_3 = C_2 (.2) = 1875.03 \times .2 = 375.006$$

$$C_2 = C_1 = 1875.03 \text{ Kg/hora.}$$

EQUIPO

Desmenuzadora-abrepacas	14,366.=
Transportador de banda	60,133.=
Molino	235,975.=
Ciclón primario	19,412.=
Secador	782,743.=
Ciclón secundario	15,986.=
Clasificador	198,277.=
Mezclador resina-paja	608,349.=
Tanque de mezclado	21,380.-
Transportador paja-resina	21,530.=
Mat-Former	30,230.=
Prensa pre prensado	1,907,954.=
Prensa platos calentados	2,850,708.=
Caldera	788,410.=
2 Montacargas	426,640.=
Equipo contra incendio	28,753.=
2 Sierras automáticas	198,494.=
Máquina afiladora	13,356.=
Moldes	80,000.=
	<hr/>
	\$ 8,302,696.=
	=====

CAPITAL FIJO

Equipo comprado	8,302,696.=
Instalación	3,570,159.=
Tuberías	100,000.=
Instrumentación	415,134.=
Aislamiento	39,137.=
Auxiliares eléctricos	996,323.-
Edificios	3,321,078.=
Terreno y acondicionamiento	748,161.=
Servicios	<u>1,245,404.=</u>
Costo físico de la planta	\$18,738,092.=
Ingeniería y construcción	<u>4,684,523.=</u>
Costo directo de la planta	\$23,422,615.=
Honorarios del contratista	1,171,130.=
Contingencias	<u>2,342,261.=</u>
CAPITAL FIJO	\$26,936,006.=
	=====

COSTOS DE MANUFACTURA POR TABLERO

Materias Primas	63.37	
Mano de obra	2.11	
Supervisión	.57	
Mantenimiento	1.236	
Suministros a la planta	.1854	
Regalfas y patentes	7.76	
Servicios	<u>4.328</u>	
Costos Directos de manufactura		\$ 79,559
Nómina de gastos generales	.422	
Laboratorio (gastos)	.422	
Gastos generales de la planta	<u>1.58</u>	
Costos indirectos de manufactura		\$ 2,424
Depreciación	6.18	
Impuestos sobre la propiedad	.618	
Prima de seguros	<u>.618</u>	
Costos fijos de manufactura		<u>\$ 7,416</u>
Costos de manufactura		<u>\$ 89,399</u> =====

ESTIMACION DE GASTOS GENERALES POR TABLERO

Administración		4.469
Ventas		8.939
Investigación		1.787
Financiamiento		<u>1.484</u>
		\$ 16.679

ESTIMACION DE LA UTILIDAD

Ventas anuales		67,626,900.=
Costo de manufactura	38,942,204.=	
Gastos Generales	<u>7,265,372.=</u>	
Costos totales	46,207,576	<u>46,207,576.=</u>
Utilidad antes de impuestos		21,419,324.=
Imp. 42% de UAI		<u>8,996,116.=</u>
Utilidad después de impuestos		<u>\$12,423,208.=</u> =====

PORCIENTO DE GANANCIAS SOBRE VENTAS

$$P_{sb} = \frac{P_b}{s} = \frac{49.17}{155.25} = .316$$

$$P_{sa} = \frac{P_a}{s} = \frac{28.519}{155.25} = 0.1837$$

PORCIENTO DE RETORNO SOBRE LA INVERSION

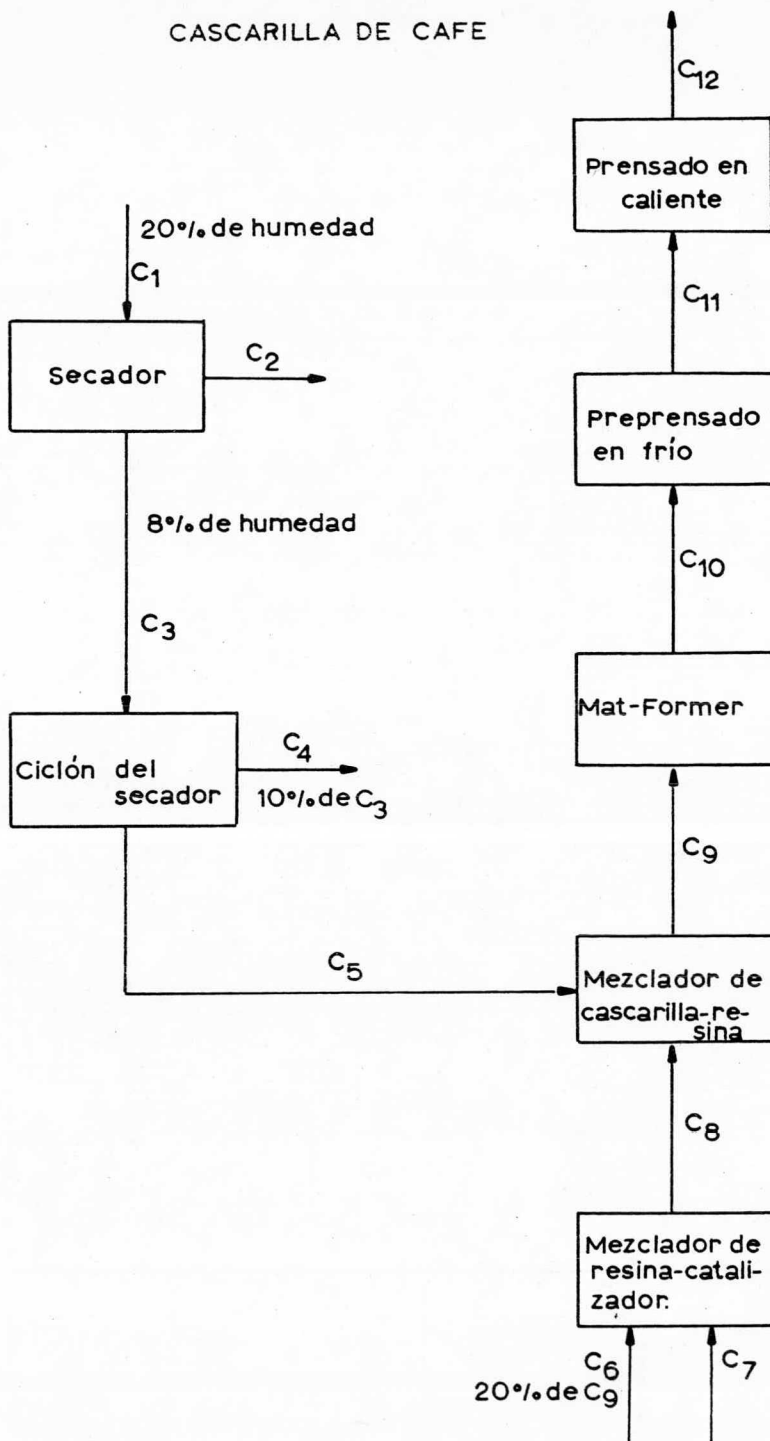
$$P_{ra} = \frac{P_{a r a}}{I_f} = \frac{28.519 \times 435,600}{26,936,006} = .461$$

P.O.T.

$$D = \frac{26,936,006}{49.17 \times 435,600 + 2,693,600} = 1.117$$

CAPITAL DE TRABAJO

INVENTARIO DE MATERIA PRIMA	5,344,648. =
Inventario de producto	3,540,200. =
Crédito extendido	6,147,900. =
Dinero disponible	<u>3,540,200. =</u>
CAPITAL DE TRABAJO	\$18,572,948. =
CAPITAL FIJO	<u>26,936,006. =</u>
CAPITAL TOTAL	\$45,508,954. = =====



$$C_1 = C_2 + C_3 \quad ; \quad .2C_1 = C_1 - C_3 + C_3 \quad (.08)$$

$$.8C_1 = .92C_3$$

$$C_1 = \frac{.9 C_3}{.8} = 1361.27 \text{ kg/hora}$$

$$C_2 = C_1 - C_3 = 1361.27 - 1183.72 = 177.5 \text{ kg/hora de agua}$$

$$C_1 = 1361.27 \text{ kg/hora de cáscara de café con 20\% de humedad}$$

EQUIPO ADQUIRIDO

Desmenuzadora-abrepacas	11,855.-
Transportador de banda	49,622.-
Secador	738,458.-
Ciclón del secador	14,732.-
Mezclador resina-cascarilla café	578,139.-
Tanque mezclado (Resina-Cat.)	21,380.-
Transportador cascarilla-resina	21,350.-
Mat-Former	30,230.-
Prensa prepresado	1,907,954.-
Prensa de platos calentados	2,850,708.-
Caldera	788,410.-
2 Montacargas	426,640.-
Equipo contra incendio	28,753.-
2 Sierras automáticas	198,494.-
Máquina afiladora	13,356.-
Moldes	80,000.-
	<hr/>
EQUIPO ADQUIRIDO	\$ 7,760,261.=

=====

CAPITAL FIJO

Equipo comprado	7,760,261.=
Instalación	3,336,912.=
Tuberías	100,000.=
Instrumentación	388,013.=
Aislamiento	36,922.=
Auxiliares eléctricos	931,231.=
Edificios	3,104,104.=
Terreno y acondicionamiento	715,615.=
Servicios	<u>1,164,039.=</u>
Costo físico de la planta	17,537,097.=
Ingeniería y construcción	<u>4,384,274.=</u>
Costo directo de la planta	21,921,371.=
Honorarios del contratista	1,096,068.=
Contingencias	<u>2,192,137.=</u>
CAPITAL FIJO	\$25,209,576.=
	=====

COSTOS DE MANUFACTURA POR TABLERO

Materias primas	87.8	
Mano de obra	2.11	
Supervisión	.57	
Mantenimiento	1.15	
Suministros a la planta	.172	
Servicios	4.05	
Regalías y patentes	<u>7.76</u>	
Costos directos de Manufactura	103.61	\$ 103.61
Nómina de gastos generales	.422	
Laboratorio	.422	
Gastos generales de la planta	<u>1.58</u>	
Costos indirectos de Manufactura	2.424	\$ 2.424
Depreciación	5.78	
Impuestos sobre la pro piedad	.578	
Prima de seguros	<u>.578</u>	
Costos fijos de manu factura	6.936	\$ <u>6.936</u>
Costos de Manufactura		\$ 112.97
		<u>-----</u>

GASTOS GENERALES POR TABLERO

Administración	5.648
Ventas	11.29
Investigación	2.259
Financiamiento	<u>1.388</u>
Gastos Generales	\$20.585

ESTIMACION DE LA UTILIDAD

Ventas Anuales		\$ 67,626,900.=
Costos de manufactura	49,209,732.=	
Gastos generales	<u>8,966,826.=</u>	
Costos totales	58,176,558	\$ 58,176,558.=
Utilidad antes de impuesto		<u>9,450,342.=</u>
Impuestos 42% UAI		<u>3,969,143.=</u>
Utilidad después de impuestos		\$ 5,481,198.=
		=====

PORCIENTO DE GANANCIAS SOBRE VENTAS

$$Psb = \frac{Pb}{s} = \frac{21,695}{155.25} = .1397$$

$$Psa = \frac{Pa}{s} = \frac{12,583}{155.25} = .081$$

PORCIENTO DE RETORNO SOBRE LA INVERSION

$$Pra = \frac{Pa_{ra}}{I_f} = \frac{5,481,198}{25,209,576} = 0.2174$$

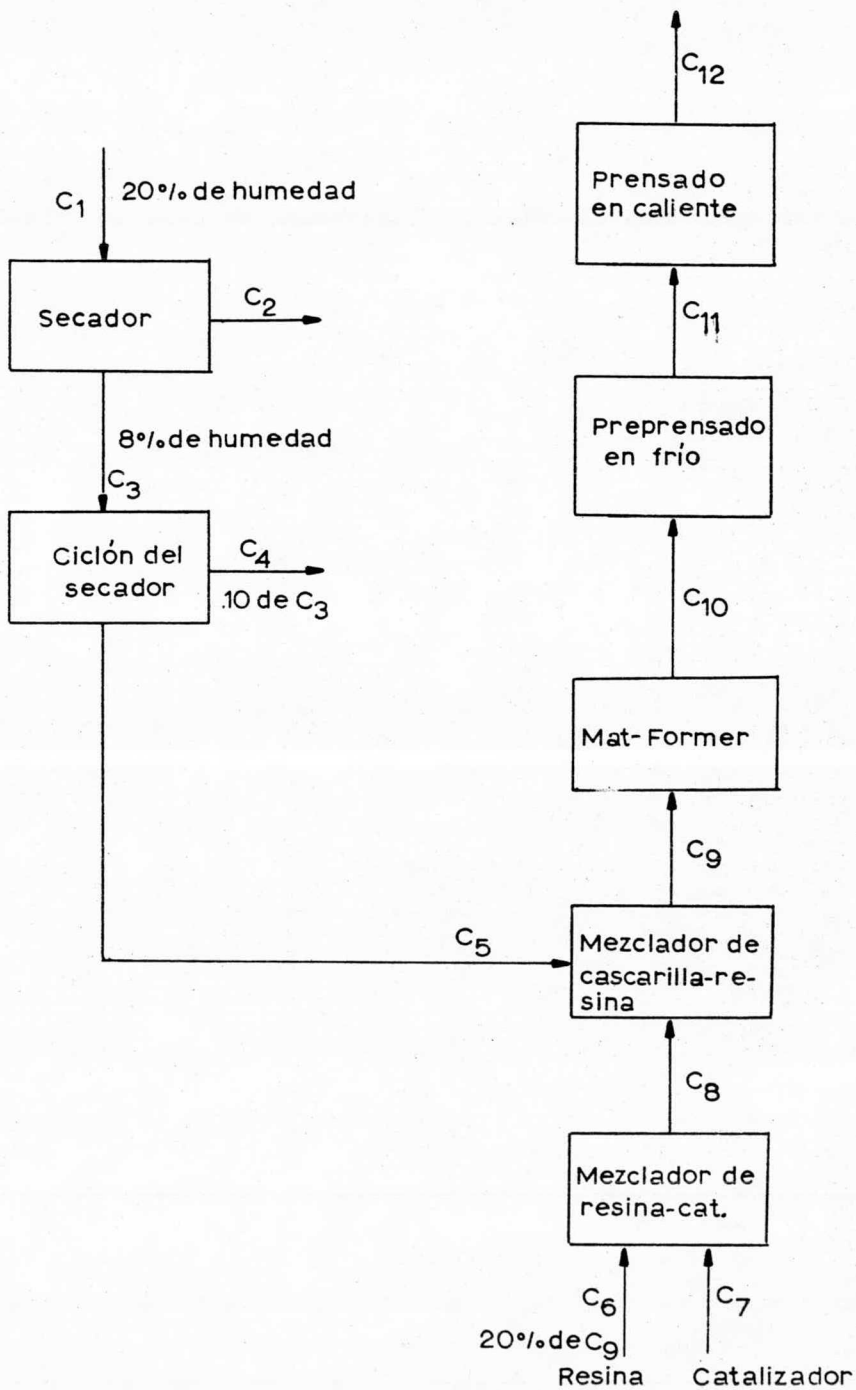
P.O.T.

$$D = \frac{25,209,576}{9,450,342 + 2,520,957} = 2.105$$

CAPITAL DE TRABAJO

Inventario de materia prima	5,535,224.=
Inventario de producto	4,463,316.=
Crédito extendido	5,940,000.=
Dinero Disponible	<u>4,463,316.=</u>
Capital de Trabajo	\$20,401,856.=
Capital Fijo	<u>25,209,576.=</u>
CAPITAL TOTAL	\$45,611,432.= =====

CASCARILLA DE ARROZ



BALANCE DE MATERIA

$$C_{12} = 50\text{m}^3/\text{día de tableros de } 4' \times 8' \times .5'' \text{ de espesor}$$

$$C_{12} = 164.04 \text{ m}^2/\text{hora}$$

$$C_{12} = C_{11}$$

$$\text{Densidad del tablero} = \rho = 40 \text{ lb/pie}^3 = 640.82 \text{ Kg/m}^3$$

$$C_{11} = 50\text{m}^3/\text{día} \times 640.82 \text{ kg/m}^3 \times 1 \text{ día}/24 \text{ horas} = 1335.04 \text{ Kg/hora}$$

$$C_{11} = C_{10} = C_9$$

$$C_9 = C_8 + C_5 ; C_8 = C_6 + C_7$$

Los tableros tendrán un contenido de resina de 20% en peso.

$$C_6 = .2C_9 = .2(1335.04) = 267 \text{ kg/hora de resina}$$

RELACION DE RESINA-CAT. = 9.9:.1

$$C_8 = \frac{C_6}{.99} = \frac{267}{.99} = 269.69 \text{ kg/hora} \quad C_7 = 269.69 - 267 = 2.69$$

$$C_7 = 2.69 \text{ kg/hora de catalizador}$$

$$C_5 = C_9 - C_8 = 1335.04 - 269.69 = 1065.35 \text{ kg/hora}$$

$$C_3 = \frac{C_5}{.9} = \frac{1065.35}{.9} = 1183.72 \text{ kg/hora}$$

$$C_4 = 1183.72 \times .1 = 118.37 \text{ kg/hora}$$

BALANCE DE AGUA:

$$C_1 = C_2 + C_3 \quad ; \quad C_2 = C_1 - C_3$$

$$C_1(.2) = C_2 + C_3(.08) \quad ; \quad .2C_1 = C_1 - C_3 + C_3(.08)$$

$$.8C_1 = .92C_3$$

$$C_1 = .92C_3/8 = 1361.27 \text{ kg/hora}$$

$$C_2 = C_1 - C_3 = 1361.27 - 1183.72 = 177.55 \text{ kg/hora de agua}$$

$$C_1 = 1361.27 \text{ kg/hora de cascarilla de arroz con 20\% de humedad}$$

EQUIPO ADQUIRIDO

Desmenuzadora abrepacas	11,855.=
Transportador de banda	49,622.=
Secador	738,458.=
Ciclón del secador	14,732.=
Mezclador resina-cascarilla de arroz	578,139.=
Tanque de mezclado (resina-cat.)	21,380.=
Transportador cascarilla-resina	21,530.=
Mat-Former	30,230.=
Prensa prepresado	1,907,954.=
Prensa platos calentados	2,850,708.=
Caldera	788,410.=
2 Montacargas	426,640.=
Equipo contra incendio	28,753.=
2 Sierras automáticas	198,494.=
Máquina afiladora	13,356.=
Moldes	<u>80,000.=</u>
 EQUIPO ADQUIRIDO	 \$7,760,261.=
	=====

CAPITAL FIJO

Equipo comprado	7,760,261.=
Instalación	3,336,912.=
Tuberías	100,000.=
Instrumentación	388,013.=
Aislamiento	36,922.=
Auxiliares eléctricos	931,231.=
Edificios	3,104,104.=
Terreno y acondicionamiento	715,615.=
Servicios	<u>1,164,039.=</u>
Costo físico de la planta	17,537,097.=
Ingeniería y Construcción	<u>4,384,274.=</u>
Costo directo de la planta	21,921,371.=
Honorarios del contratista	1,096,068.=
Contingencias	<u>2,192,137.=</u>
CAPITAL FIJO	\$25,209,576.=
	=====

COSTOS DE MANUFACTURA POR TABLERO

Materias Primas	87.8	
Mano de obra	2.11	
Supervisión	.57	
Mantenimiento	1.15	
Suministros a la planta	.172	
Servicios	4.05	
Regalías y patentes	<u>7.76</u>	
Costos directos de manufactura	103.61	\$ 103.61
Nómina de gastos generales	.422	
Laboratorio	.422	
Costos generales de la planta	<u>1.58</u>	
Costos indirectos de manufactura	2.424	2.424
Depreciación	5.78	
Impuestos sobre la propiedad	.578	
Prima de seguros	<u>.578</u>	
Costos fijos de manufactura	6.936	<u>6.936</u>
COSTOS DE MANUFACTURA		\$ 112.97 =====

GASTOS GENERALES POR TABLERO

Administración		5.648
Ventas		11.29
Investigación		2.259
Financiamiento		<u>1.388</u>
Gastos Generales		\$20.585

ESTIMACION DE LA UTILIDAD

Ventas anuales		\$ 67,626,900.=
Costos de manufactura	49,209,732.=	
Gastos Generales	<u>8,966,826.=</u>	
Costos Totales	58,176,558.=	<u>58,176,558.=</u>
Utilidad antes de impuestos		9,450,342.=
Impuestos, 42% UAI		<u>3,969,143.=</u>
Utilidad después de impuestos		\$ 5,481,199.=
		=====

PORCIENTO DE GANANCIAS SOBRE VENTAS

$$Psb = \frac{Pb}{s} = \frac{21.695}{155.25} = .1397$$

$$Psa = \frac{Pa}{s} = \frac{12.583}{155.25} = .081$$

PORCIENTO DE RETORNO SOBRE LA INVERSION

$$Pra = \frac{Para}{If} = \frac{5,481,199}{25,209,576} = 0.2174$$

P.O.T.

$$D = \frac{25,209,576}{9,450,342 + 2,520,957} = 2.105$$

CAPITAL DE TRABAJO

Inventario de materia prima	5,535,224.=
Inventario de producto	4,463,316.=
Crédito extendido	5,940,000.=
Dinero Disponible	<u>4,463,316.=</u>
Capital de trabajo	\$20,401,856.=
Capital Fijo	<u>25,209,576.=</u>
CAPITAL TOTAL	<u>\$45,611,432.=</u>
	=====

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Al final del estudio puede apreciarse que las rentabilidades obtenidas en cada una de las fibras tomadas en consideración son bastante aceptables si tomamos en cuenta que el promedio de rentabilidad en las industrias de tableros aglomerados a base de madera oscila entre 18-20%.

Pero a pesar de estos resultados alentadores, se debe de considerar que antes de establecer una planta para producir tableros a base de las nuevas materias primas, habrá que evaluar detenidamente todo el complejo de problemas que plantea la producción y la comercialización del producto. Se habrá de prestar la debida atención a la selección del tipo de tablero más adecuado y a la capacidad óptima de la instalación productora.

Según parece, los tableros a base de desechos agrícolas, así como de materias fibrosas distintas de la madera, susceptibles de introducirse en los mercados de los países desarrollados, deben asimilarse, en su producción y sus aplicaciones, a los tableros de partículas.

Por otra parte, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo se fabrican ya corrientemente -

tableros de partículas a base de paja de lino y de bagazo.

Si se trata de fabricar tableros de partículas a base de desechos agrícolas aglutinados con resinas sintéticas, en los países en desarrollo, es preciso saber primero si la mayor parte de la producción se utilizará en el mercado interior del país en desarrollo o será exportada a países desarrollados.

En este último caso, hay que tener presente que en los países desarrollados abundan los tableros de partículas de madera y que en la mayoría de éstos, la fabricación se ha mejorado mucho y tiene características muy definidas, sobre todo en las categorías de tableros utilizados en la fabricación de muebles y en ciertas construcciones.

También se debe tener muy en cuenta que, en los países desarrollados que disponen de las maderas necesarias, los usuarios prefieren los tableros de partículas de madera, por "estimar" que se trata de madera mejorada.

Sin duda, para que los tableros de partículas a base de desechos agrícolas, pudieran penetrar en los mercados de los países desarrollados, tendrían que ofrecer ciertas ventajas técnicas y económicas, ya que en estos mercados habrían de competir con los tableros de partículas de madera.

Ahora bien, si la mayor parte de los tableros a base de desechos agrícolas, se destina a los mercados interiores del país en desarrollo y únicamente para ciertos fines, no es necesario que cumplan con los requisitos de calidad ni las características exigidas en los países desarrollados.

Para concluir, se considera que antes de lanzarse a proyectos de producción de nuevos tableros a base de desechos-

agrícolas, es preciso informarse, apelando a los servicios de organismos e institutos especializados, sobre las salidas que existen para estos tableros en el país en vías de desarrollo - y en los países desarrollados, habida cuenta de las posibilidades de fabricación. Por posibilidades de fabricación entendemos: abundancia e idoneidad de la materia prima, capacidad de fabricación y un nivel tecnológico más o menos alto, las inversiones necesarias y rentabilidad.

APENDICE

A P E N D I C E

		1970		1971		1972		1973		1974	
		TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1
<u>AGUASCALIENTES</u>											
Trigo	P	3,150	1.0	1,248	0.4	1,227	0.39	1,363	0.43	1,833	0.60
	S	1,050	1.0	960	0.91	1,057	1.01	940	0.90	1,214	1.16
<u>BAJA CALIFORNIA</u>											
Trigo	P	240,506	1.0	190,172	0.79	186,977	0.78	207,750	0.86	287,069	1.19
	S	76,913	1.0	54,366	0.71	59,900	0.78	53,293	0.69	68,833	0.89
<u>CAMPECHE</u>											
Arroz Palay	P	9,601	1.0	14,306	1.49	15,693	1.63	16,301	1.70	18,009	1.88
	S	5,986	1.0	11,500	1.92	12,574	2.10	12,848	2.15	13,910	2.32
Coco de Agua	P	3,802	1.0	3,804	1.0	3,899	1.03	3,899	1.03	4,069	1.07
	S	6,348	1.0	6,351	1.0	6,744	1.06	6,348	1.0	6,494	1.02
Caña de Azúcar	P	300,380	1.0	271,324	0.90	240,284	0.80	246,892	0.82	246,892	0.82
	S	6,530	1.0	6,009	0.90	5,293	0.81	5,423	0.83	5,274	0.81
<u>COAHUILA</u>											
Trigo	P	91,015	1.0	35,469	0.39	34,873	0.38	39,747	0.43	53,541	0.59
	S	70,995	1.0	31,059	0.44	34,220	0.48	30,445	0.43	39,322	0.55
<u>COLIMA</u>											
Arroz Palay	P	4,576	1.0	5,142	1.12	5,641	1.23	5,859	1.28	6,473	1.41
	S	2,615	1.0	3,025	1.16	3,307	1.26	3,379	1.29	3,658	1.40
Café	P	308	1.0	409	1.33	423	1.37	425	1.38	382	1.24
	S	753	1.0	795	1.06	801	1.06	814	1.08	844	1.12
Caña de Azúcar	P	360,489	1.0	360,665	1.0	319,404	0.89	328,188	0.91	328,188	0.91
	S	7,150	1.0	7,211	1.01	6,352	0.89	6,508	0.91	6,330	0.89
Coco de Agua	P	9,900	1.0	10,056	1.01	10,308	1.04	10,308	1.04	10,756	1.09
	S	13,718	1.0	22,570	1.65	23,967	1.75	22,560	1.64	23,078	1.68
<u>CHIAPAS</u>											
Arroz Palay	P	9,433	1.0	12,999	1.38	14,259	1.51	14,811	1.57	16,364	1.73
	S	6,700	1.0	7,000	1.04	7,653	1.14	7,819	1.17	8,465	1.26
Caña de Azúcar	P	295,785	1.0	326,876	1.11	289,481	0.98	297,442	1.01	297,442	1.01
	S	4,936	1.0	5,060	1.03	4,457	0.93	4,567	0.93	4,442	0.90
Café	P	72,673	1.0	68,945	0.95	71,296	0.98	71,652	0.99	64,487	0.89
	S	108,468	1.0	108,503	1.0	109,360	1.01	111,208	1.03	115,411	1.06
Coco de Agua	P	6,500	1.0	6,497	1.0	6,660	1.02	6,660	1.02	6,950	1.07
	S	950	1.0	948	1.0	1,006	1.06	946	1.0	967	1.02
<u>CHIHUAHUA</u>											
Caña de Azúcar	P	591	1.0	798	1.35	706	1.20	726	1.23	726	1.23
	S	115	1.0	65	0.57	57	0.50	58	0.50	56	0.49
Trigo	P	138,430	1.0	201,028	1.45	197,650	1.43	219,609	1.59	303,457	2.19
	S	74,027	1.0	89,515	1.21	98,616	1.33	87,738	1.19	113,322	1.53
<u>DURANGO</u>											
No produce nada											

		1970		1971		1972		1973		1974	
		TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1
<u>GUANAJLATO</u>											
Trigo	P	166,846	1.0	165,795	0.99	163,009	0.98	181,120	1.09	259,271	1.50
	S	48,757	1.0	47,370	0.97	52,192	1.07	46,435	0.95	59,975	1.23
Caña de Azúcar	P	40,382	1.0	10,339	0.26	9,156	0.23	9,408	0.23	9,408	0.23
	S	820	1.0	250	0.30	220	0.27	225	0.27	218	0.27
<u>GUERRERO</u>											
Arroz Palay	P	17,371	1.0	19,174	1.10	21,034	1.21	21,848	1.26	24,138	1.39
	S	6,260	1.0	6,260	1.0	6,844	1.09	6,993	1.12	7,571	1.21
Caña de Azúcar	P	320,372	1.0	304,454	0.95	269,624	0.84	277,039	0.86	277,039	0.86
	S	4,040	1.0	3,840	0.95	3,383	0.84	3,466	0.86	3,371	0.83
Café	P	6,962	1.0	5,111	0.73	5,285	0.76	5,311	0.76	4,780	0.69
	S	13,262	1.0	13,294	1.0	13,399	1.01	13,625	1.03	14,140	1.07
Coco de agua	P	8,400	1.0	8,495	1.01	8,708	1.04	8,708	1.04	9,087	1.09
	S	56,814	1.0	56,811	1.0	60,327	1.06	22,560	1.64	23,078	1.68
<u>HIDALGO</u>											
Caña de Azúcar	P	195,420	1.0	189,721	0.97	168,016	0.86	172,637	0.88	172,637	0.88
	S	6,514	1.0	6,525	1.0	5,748	0.88	5,889	0.90	5,728	0.88
Café	P	3,486	1.0	2,850	0.82	2,948	0.85	2,962	0.85	2,666	0.76
	S	7,748	1.0	7,747	1.0	7,708	1.01	7,939	1.02	8,239	1.06
Trigo	P	17,996	1.0	18,831	1.05	18,515	1.03	20,572	1.14	28,427	1.58
	S	6,890	1.0	7,560	1.10	8,329	1.21	7,410	1.08	9,570	1.39
<u>JALISCO</u>											
Caña de Azúcar	P	3,117,131	1.0	3,164,018	1.02	2,802,054	0.90	2,879,110	0.92	2,879,110	0.92
	S	36,890	1.0	37,186	1.01	32,755	0.89	33,564	0.91	32,647	0.88
Café	P	824	1.0	737	0.89	762	0.92	766	0.93	689	0.84
	S	1,852	1.0	1,852	1.0	1,866	1.01	1,897	1.02	1,968	1.06
Coco de Agua	P	5,290	1.0	1,021	0.19	1,046	0.20	1,046	0.20	1,092	0.21
	S	1,370	1.0	905	0.66	961	0.70	904	0.66	924	0.67
Trigo	P	49,795	1.0	43,458	0.87	42,727	0.86	47,474	0.95	65,600	1.32
	S	16,800	1.00	14,486	0.86	15,960	0.95	14,199	0.85	18,339	1.09
<u>EDO. DE MEXICO</u>											
Arroz Palay	P	6,357	1.0	2,700	0.42	2,961	0.47	3,076	0.48	3,398	0.53
	S	9									
	S	2,155	1.0	900	0.42	984	0.46	1,005	0.47	1,088	0.50
Caña de Azúcar	P	38,963	1.0	25,500	0.65	22,582	0.58	23,203	0.60	23,203	0.60
	S	548	1.0	425	0.78	374	0.68	383	0.70	372	0.68
Café	P	147	1.0	98	0.67	101	0.69	102	0.69	92	0.62
	S	233	1.0	243	1.04	244	1.05	248	1.06	257	1.1
Trigo	P	23,966	1.0	8,502	0.35	8,359	0.35	9,287	0.39	12,833	0.54
	S	11,900	1.0	6,000	0.50	6,610	0.56	5,000	0.49	7,594	0.64

		1970		1971		1972		1973		1974	
		TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1
<u>MICHOACAN</u>											
Arroz Palay	P	26,039	1.0	22,247	0.85	24,405	0.94	25,350	0.97	28,006	1.08
	S	8,346	1.0	6,555	0.79	7,167	0.86	7,323	0.88	7,928	0.95
Caña de Azúcar	P	1,187,941	1.0	1,212,960	1.02	1,074,197	0.90	1,103,737	0.93	1,103,737	0.93
	S	16,990	1.0	17,328	1.02	15,265	0.90	15,642	0.92	15,214	0.90
Café	P	190	1.0	168	0.88	174	0.91	174	0.92	157	0.83
	S	320	1.0	336	1.05	338	1.06	343	1.07	355	1.11
Coco de Agua	P	4,200	1.0	4,251	1.01	4,358	1.04	4,358	1.04	4,547	1.08
	S	4,120	1.0	4,215	1.02	4,475	1.09	4,212	1.02	4,308	1.05
Trigo	P	74,015	1.0	44,562	0.6	43,813	0.59	48,681	0.66	67,268	0.91
	S	45,745	1.0	34,869	0.76	38,418	0.84	34,180	0.75	44,146	0.97
<u>MORELOS</u>											
Arroz Palay	P	65,464	1.0	41,183	0.63	45,178	0.69	46,926	0.72	51,844	0.79
	S	12,085	1.0	8,474	0.70	9,265	0.77	9,466	0.78	10,248	0.85
Caña de Azúcar	P	1,337,500	1.0	1,397,350	1.04	1,237,493	0.93	1,271,524	0.95	1,271,524	0.95
	S	13,375	1.0	14,530	1.09	12,800	0.96	13,166	0.98	12,757	0.95
Café	P	148	1.0	132	0.89	137	0.92	138	0.93	124	0.84
	S	350	1.0	361	1.03	163	1.04	369	1.05	382	1.09
Coco de Agua	P	90	1.0	94	1.05	97	1.07	97	1.07	101	1.12
	S	6	1.0	6	1.0	6	1.0	5	0.83	5	0.83
<u>NAYARIT</u>											
Arroz Palay	P	4,681	1.0	4,806	1.03	5,227	1.13	5,476	1.17	6,050	1.29
	S	3,096	1.0	2,461	0.79	2,690	0.87	2,748	0.89	2,975	0.96
Caña de Azúcar	P	1,218,720	1.0	1,297,445	1.06	1,149,017	0.94	1,149,017	0.94	1,180,615	0.97
	S	19,200	1.0	20,178	1.05	17,776	0.93	17,776	0.93	17,717	0.92
Café	P	1,743	1.0	1,619	0.93	1,674	0.96	1,683	0.97	1,514	0.87
	S	4,380	1.0	4,449	1.02	4,484	1.02	4,559	1.04	4,731	1.08
Coco de Agua	P	7,280	1.0	3,498	0.48	3,586	0.49	3,586	0.49	3,742	0.51
	S	463	1.0	405	0.87	430	0.93	404	0.87	413	0.89
<u>NUEVO LEON</u>											
Caña de Azúcar	P	351	1.0	600	1.71	531	1.51	545	1.56	545	1.56
	S	78	1.0	210	2.69	185	2.37	189	2.42	183	2.35
Trigo	P	53,049	1.0	21,204	0.40	20,847	0.39	23,163	0.44	32,007	0.60
	S	33,224	1.0	19,000	0.61	20,934	0.67	18,624	0.60	24,054	0.77
<u>OAXACA</u>											
Arroz Palay	P	21,295	1.0	36,105	1.70	39,608	1.86	41,140	1.93	45,452	2.13
	S	9,610	1.0	23,848	2.48	26,075	2.71	26,643	2.77	28,846	3.00
Caña de Azúcar	P	1,158,638	1.0	1,169,650	1.01	1,035,863	0.89	1,064,350	0.92	1,064,350	0.92
	S	17,165	1.0	17,192	1.0	15,146	0.88	15,520	0.90	15,096	0.88
Café	P	23,765	1.0	33,354	1.40	34,492	1.45	34,664	1.46	31,198	1.31
	S	57,965	1.0	58,048	1.0	59,506	1.01	59,494	1.03	61,742	1.07
Coco de Agua	P	6,420	1.0	6,278	1.01	6,436	1.03	6,436	1.03	6,716	1.08
	S	1,560	1.0	1,583	1.01	1,680	1.08	1,581	1.01	1,617	1.04
Trigo	P	11,624	1.0	8,031	0.69	7,896	0.68	8,773	0.75	12,123	1.04
	S	16,190	1.0	12,830	0.79	14,136	0.87	12,576	0.78	16,243	1.00

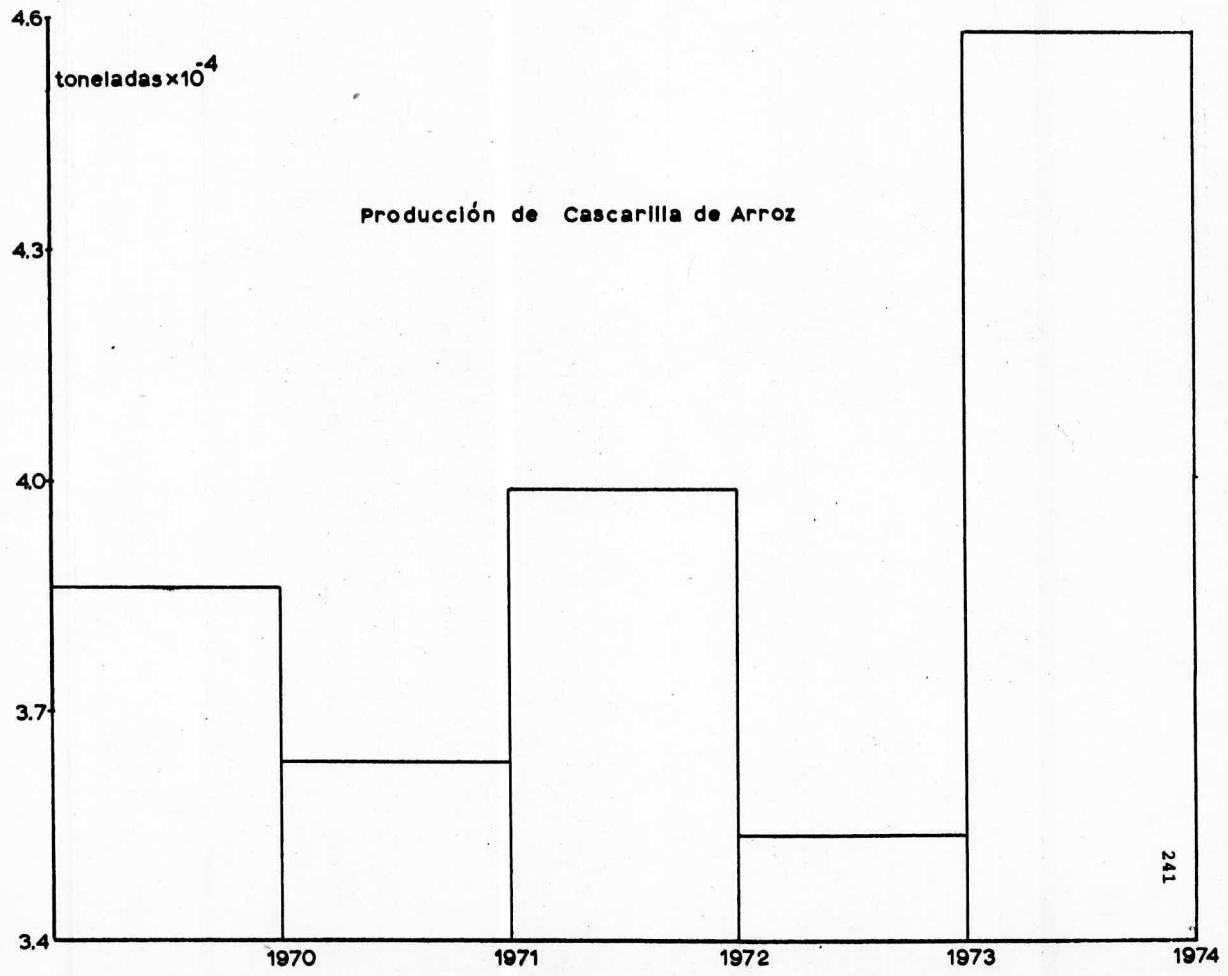
		1970		1971		1972		1973		1974	
		TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1
<u>PUEBLA</u>											
Arroz Palay	P	8,713	1.0	5,060	0.58	5,550	0.64	6,436	1.03	6,716	1.08
	S	2,294	1.0	5,200	0.75	2,405	0.82	1,581	1.01	1,617	1.04
Caña de Azúcar	P	1,092,700	1.0	1,057,436	0.97	936,465	0.86	936,465	0.86	962,218	0.88
	S	9,800	1.0	9,860	1.01	8,686	0.89	8,686	0.89	8,900	0.91
Café	P	14,894	1.0	17,122	1.15	17,705	1.19	17,794	1.19	16,014	1.08
	S	1,220	1.0	29,308	1.0	29,539	1.01	30,038	1.03	31,173	1.07
Trigo	P	1,710	1.0	1,014	0.59	997	0.58	1,108	0.65	1,531	0.90
	S	1,220	1.0	950	0.78	1,046	0.86	930	0.76	1,201	0.98
<u>QUERETARO</u>											
Caña de Azúcar	P	3,252	1.0	4,051	1.25	3,587	1.10	3,685	1.13	3,688	1.13
	S	200	1.0	220	1.10	193	0.97	197	0.99	191	0.96
Trigo	P	17,480	1.0	12,000	0.69	11,789	0.67	13,109	0.75	18,114	1.04
	S	6,893	1.0	6,000	0.87	6,610	0.96	5,880	0.85	7,594	1.10
<u>QUINTANA ROO</u>											
Coco de Agua	P	5,900	1.0	5,992	1.02	6,144	1.04	6,143	1.04	6,410	1.09
	S	2,845	1.0	2,947	1.04	3,129	1.10	2,945	1.04	3,012	1.06
<u>SAN LUIS</u>											
<u>POTOSI</u>											
Caña de Azúcar	P	1,129,450	1.0	1,155,600	1.02	1,023,399	0.91	1,051,542	0.93	1,051,542	0.93
	S	23,050	1.0	23,112	1.0	20,361	0.88	20,863	0.91	20,293	0.88
Café	P	1,929	1.0	2,235	1.16	2,311	1.20	2,323	1.20	2,091	1.08
	S	3,640	1.0	3,647	1.00	3,675	1.01	3,737	1.03	3,878	1.07
Trigo	P	597	1.0	1,200	2.01	1,179	1.98	1,310	2.19	1,811	3.03
	S	295	1.0	600	2.03	661	2.24	588	1.99	759	2.57
<u>SINALOA</u>											
Arroz Palay	P	115,167	1.0	149,579	1.30	164,088	1.42	170,438	1.48	188,300	1.64
	S	35,048	1.0	42,737	1.22	46,728	1.33	47,746	1.36	51,694	1.47
Caña de Azúcar	P	4,037,587	1.0	5,001,868	1.24	4,429,654	1.10	4,551,469	1.13	4,551,469	1.13
	S	42,738	1.0	59,500	1.39	52,419	1.23	53,713	1.26	52,246	1.22
Coco de Agua	P	2,275	1.0	7,088	3.11	7,265	3.19	7,265	3.19	7,581	3.33
	S	945	1.0	945	1.00	1,003	1.06	944	1.0	965	1.02
Trigo	P	162,285	1.0	138,198	0.85	135,876	0.84	150,972	0.93	208,613	1.29
	S	41,410	1.0	34,123	0.82	37,596	0.91	33,449	0.81	43,202	1.04
<u>SONORA</u>											
Caña de Azúcar	P	943	1.0	5,200	1.05	4,605	0.93	4,731	0.96	4,731	0.96
	S	64	1.0	70	1.09	61	0.95	62	0.97	60	0.94
Trigo	P	1,495,680	1.0	874,392	0.58	859,702	0.57	955,215	0.64	1,319,916	0.88
	S	380,290	1.0	226,997	0.60	250,105	0.66	222,518	0.59	287,404	0.76

		1970		1971		1972		1973		1974	
		TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1	TNS/HTS	T/1
<u>TABASCO</u>											
Arroz Palay	P	11,835	1.0	6,663	0.56	7,309	0.62	7,592	0.64	8,387	0.71
	S	9,863	1.0	6,663	0.68	7,285	0.74	7,443	0.75	8,058	0.82
Caña de Azúcar	P	722,265	1.0	728,339	0.98	645,017	0.87	662,754	0.89	662,754	0.89
	S	10,600	1.0	10,390	0.98	9,153	0.86	9,379	0.88	9,122	0.86
Café	P	492	1.0	412	0.84	427	0.87	429	0.87	386	0.78
	S	870	1.0	873	1.00	879	1.01	893	1.03	926	1.06
Coco de Agua	P	12,800	1.0	12,900	1.01	13,223	1.03	13,799	1.03	13,799	1.08
	S	19,890	1.0	24,000	1.21	25,485	1.28	23,989	1.21	24,540	1.23
<u>TAMAULIPAS</u>											
Caña de Azúcar	P	1,949,250	1.0	1,848,962	0.95	1,637,440	0.84	1,682,470	0.86	1,682,470	0.86
	S	34,500	1.0	35,353	1.02	31,145	0.90	31,914	0.93	31,042	0.90
Trigo	P	21,514	1.0	15,000	0.70	14,748	0.69	16,386	0.76	22,642	1.05
	S	11,999	1.0	6,000	0.50	6,610	0.55	5,880	0.49	7,594	0.63
<u>TLAXCALA</u>											
Trigo	P	791	1.0	421	0.53	414	0.52	460	0.58	636	0.80
	S	875	1.0	460	0.53	506	0.58	450	0.51	581	0.66
<u>VERACRUZ</u>											
Arroz Palay	P	86,411	1.0	43,612	0.50	47,842	0.55	49,693	0.58	54,901	0.64
	S	38,235	1.0	29,749	0.78	32,527	0.85	33,236	0.87	35,984	0.94
Caña de Azúcar	F	16,063,865	1.0	16,679,350	1.04	14,770,346	0.92	15,176,531	0.94	15,176,531	0.94
	P	290,150	1.0	285,100	0.98	251,173	0.87	257,376	0.89	250,349	0.86
	S	57,725	1.0	59,243	1.03	61,264	1.06	61,570	1.07	55,413	0.96
Café	P	99,527	1.0	99,596	1.00	100,382	1.01	102,078	1.03	105,936	1.06
	S	11,242	1.0	36,224	3.22	37,133	3.30	37,133	3.30	38,748	3.45
Coco de Agua	P	11,242	1.0	36,224	3.22	37,133	3.30	37,133	3.30	38,748	3.45
	S	2,740	1.0	3,240	1.18	3,440	1.26	3,238	1.18	3,312	1.21
<u>YUCATAN</u>											
Caña de Azúcar	P	21,862	1.0	15,848	0.72	14,034	0.64	14,420	0.66	14,420	0.66
	S	515	1.0	450	0.87	396	0.77	405	0.79	393	0.76
Coco de Agua	P	5,028	1.0	5,979	1.19	6,129	1.22	6,129	1.22	6,396	1.27
	S	1,876	1.0	2,201	1.17	2,337	1.25	2,199	1.17	2,249	1.20
<u>ZACATECAS</u>											
Caña de Azúcar	P	33,585	1.0	36,616	1.09	32,427	0.97	33,318	0.99	33,318	0.99
	S	745	1.0	796	1.07	701	0.94	718	0.96	698	0.94
Trigo	P	25,004	1.0	8,586	0.34	8,442	0.34	9,380	0.38	12,692	0.52
	S	10,900	1.0	4,587	0.42	5,053	0.46	4,495	0.41	5,805	0.53

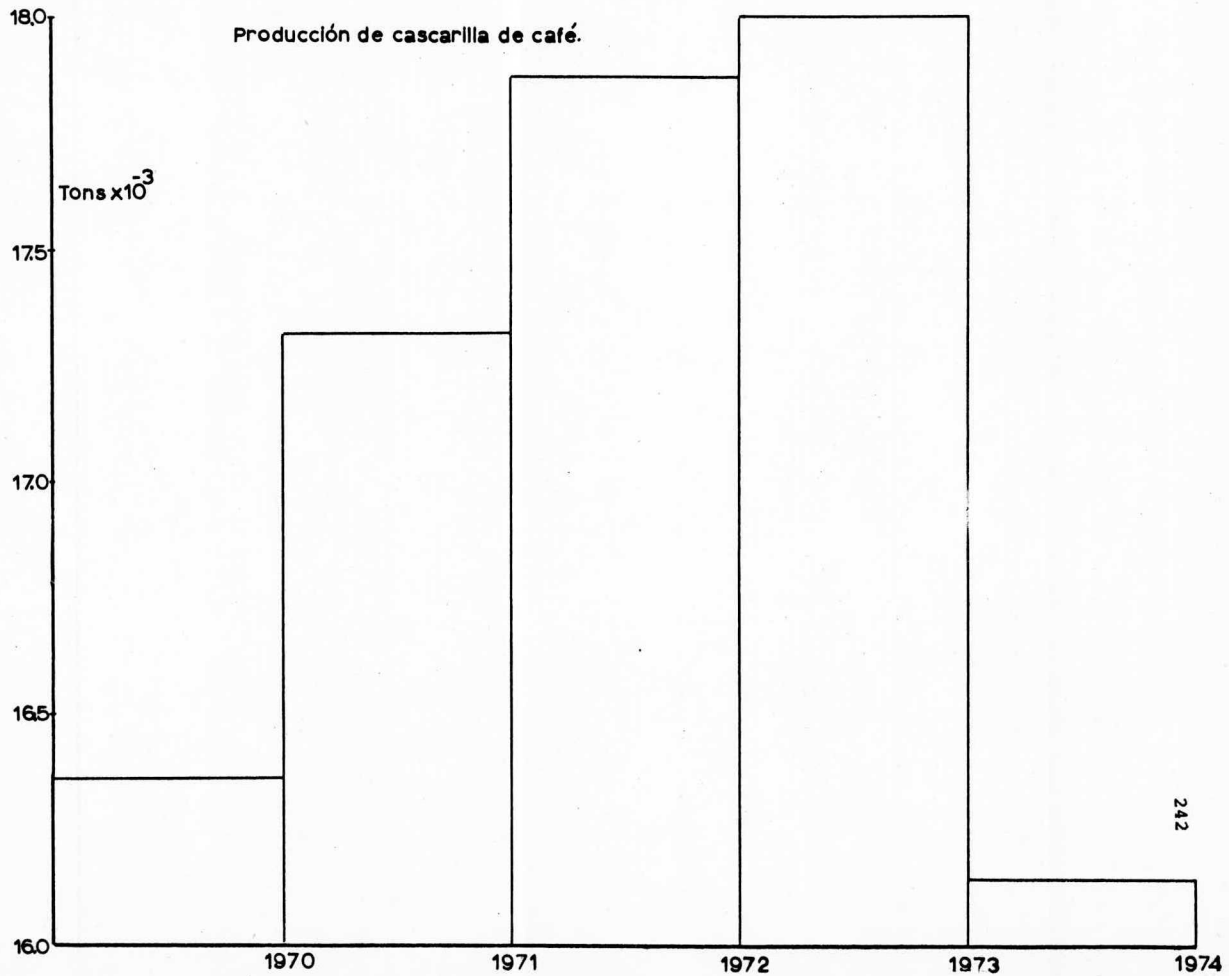
PRODUCCION FINAL DE BAGAZO - ZAFRA 1973-1974

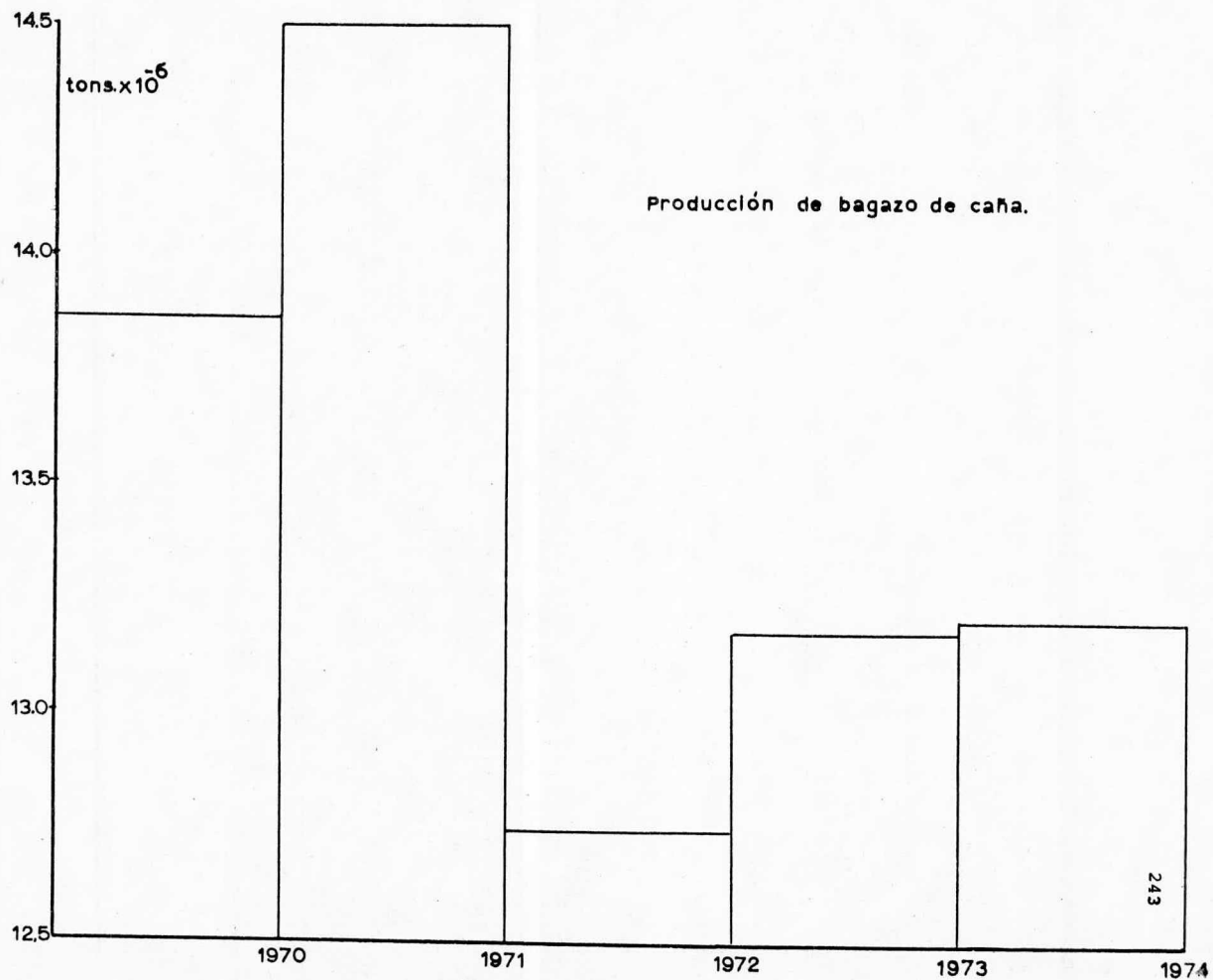
ENTIDADES E INGENIOS	BAGAZO (TONELADAS)
CAMPECHE	
La Joya	97,364
COLIMA	
Quesería	152,950
CHIAPAS	
Pujiltic	111,526
GUERRERO	
San Martín	12,074
JALISCO	
Bellavista	69,456
Estipac	32,448
Guadalupe	27,327
José María Morelos	124,794
Melchor Ocampo	39,252
Purísima	37,645
Santiago	18,164
San Francisco Ameca	118,670
San José Del Tule	-
Tala	265,659
Tamazula	366,495
MICHOACAN	
Lázaro Cárdenas	43,746
Pedernales	53,667
Puruarán	41,119
San Sebastián	80,299
Santa Clara	115,690
MORELOS	
Casasano	87,507
Emiliano Zapata	384,257
Oacalco	82,602
NAYARIT	
El Cora	23,219
El Molino	120,871
Puga	165,970
OAXACA	
Adolfo López Mateos	158,193
El Refugio	101,415
Margarita	212,061
Santo Domingo	29,077

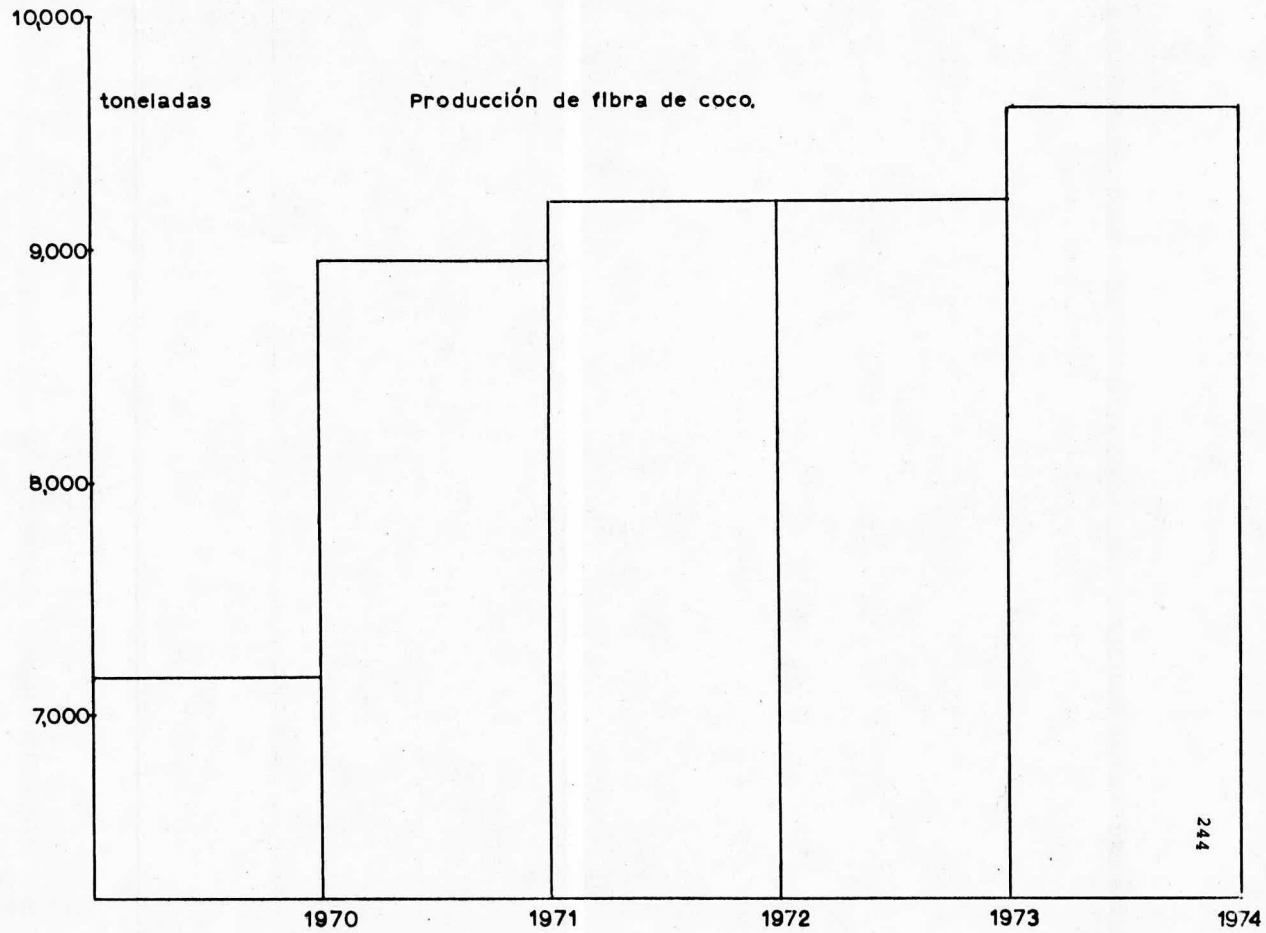
ENTIDADES E INGENIOS	BAGAZO (TONELADAS)
PUEBLA	
Atencingo	196,625
Calípam	77,494
SAN LUIS POTOSI	
Agua Buena	52,284
Plan de Ayala	340,431
SINALOA	
El Dorado	142,785
La Primavera	266,332
Los Mochis	484,126
Rosales	- - -
TABASCO	
Dos Patrias	32,81
Hermenegildo Galeana	70,82
Nueva Zelandia	39,48
Santa Rosalía	157,35
TAMAULIPAS	
El Mante	418,186
Xicoténcatl	415,972
VERACRUZ	
Central Progreso	69,145
Constancia	147,333
Cuatototapam	190,488
El Carmen	127,303
El Higo	97,215
El Modelo	126,019
El Potrero	345,265
Independencia	196,625
La Concepción	64,151
La Gloria	75,987
Mahuixtlán	82,780
Motzorongo	311,474
Providencia	128,315
San Cristóbal	844,046
San Francisco Naranja	189,560
San Gabriel	101,882
San José de Abajo	84,297
San Miguelito	130,660
San Nicolás	69,051
San Pedro	322,105
Zapoapita-Pánuco	225,112



Producción de cascarrilla de café.

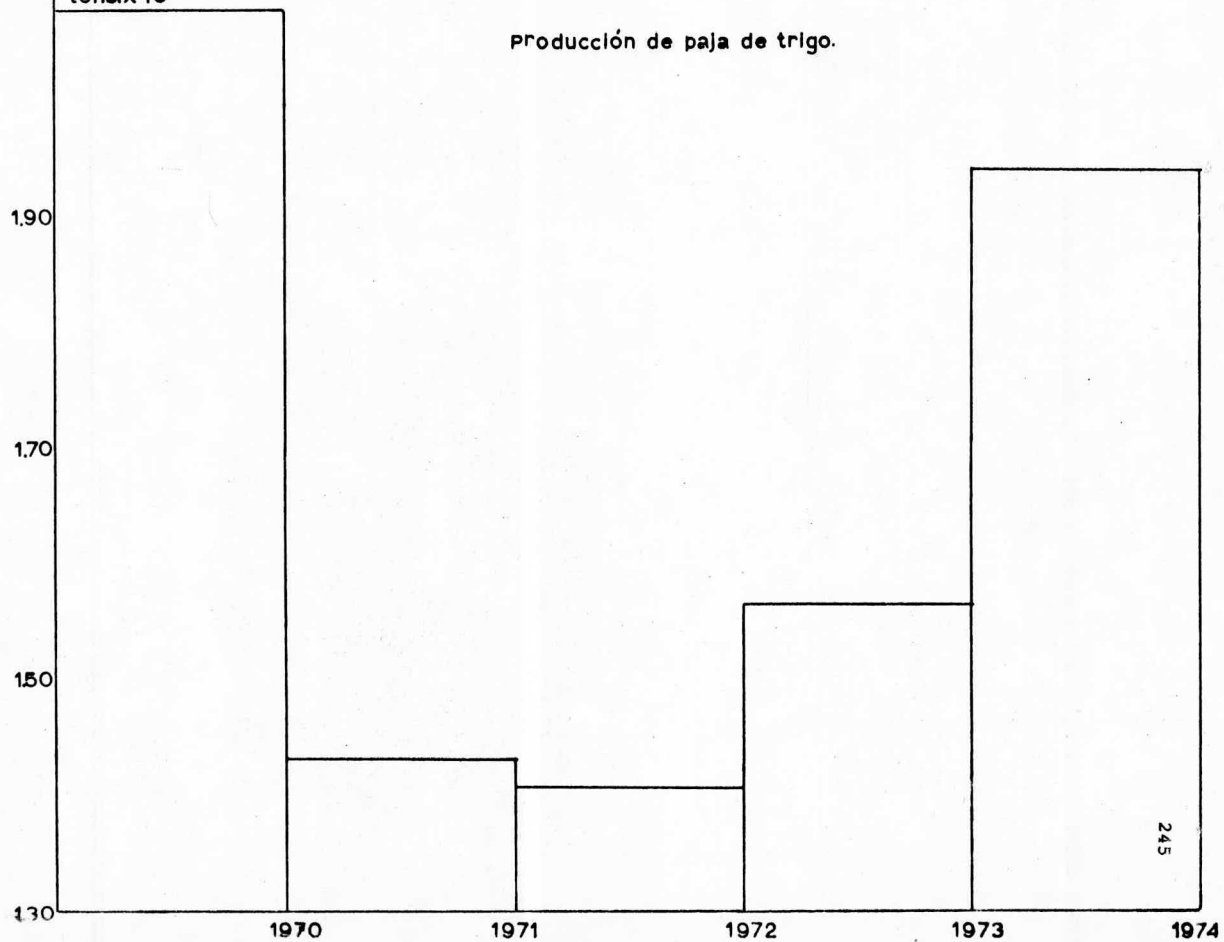






210 tons.x 10³

Producción de paja de trigo.



BIBLIOGRAFIA

1. MEMORIA ECONOMICA 1973-1974
Cámara Nacional de las Industrias
Derivadas de la Silvicultura
2. MEMORIA ECONOMICA 1974-1975
Cámara Nacional de las Industrias
Derivadas de la Silvicultura
3. MANUAL DE PLASTICOS
Saechtling-Zebrowski
Ed.
4. ENCYCLOPEDIA OF POLYMER SCIENCE AND TECH
NOLOGY.
Ed. Herman F, Mark, New York, Interscience 1964
5. PHYSICAL PROPERTIES OF POLYMERS
F. Bueche
New York, Interscience Pub. 1962
6. IMPREGNACION DE MADERAS CON RESINAS
UREA-FORMALDEHIDICAS
José Lanuza Escobar
Tesis Facultad de Química
7. GUIA A LOS MERCADOS DE MEXICO
Marinka Olizar
8. PLASTICOS MODERNOS
Harry Barron.
Vers. de la 2a.ed. inglesa por Barcelona, G.
Gili, 1952
9. ORGANIC POLYMER CHEMISTRY
K. J. Saunders.
London, Chapman and Hall, 1973

10. TRATADO GENERAL DE PLASTICOS
Herbert Simonds. (Vers. de la 2ed. americana
por M. Kraemer) Barcelona Ec. Reverté, 1953
11. PLANT DESIGN AND ECONOMICS FOR CHEMICAL
ENGINEERS
M. S. Peters and K. Timmerhaus
2a. ed. New York, Mc. Graw-Hill, 1968
12. CHEMICAL ENGINEERING COST ESTIMATION
Robert S. Aries
Ed. Mc-Graw-Hill
13. INFORMATION SOURCES ON BUILDING BOARDS
FROM WOOD AND OTHER FIBROUS MATERIALS
ONUUDI
14. EL COCOTERO
Fremond Ziller De Lamothe
Ed. Técnicas Agrícolas y Producciones
Tropicales
15. MATERIA PRIMA: CAÑA DE AZUCAR
Dr. Federico Sánchez N.
Dist. Librería Porrúa, Hnos. y Cía., S.A.
16. EL ARROZ
André Angladette
Ed. Blume
17. EL CAFE
René Costle
Ed. Blume
18. DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE LOS TABLEROS
A BASE DE MADERA EN AMERICA LATINA
CEPAL/FAO/ONUUDI
19. INDUSTRIAL DRYING
A. Williams-Gardner
Cleveland, CRC Press, 1971

20. LA INDUSTRIA FORESTAL DE MEXICO. 1968
CNIDS
21. LA SIVICULTURA NACIONAL
CNIDS
22. EVALUATION OF FIBROUS AGRICULTURAL
RESIDUES FOR STRUCTURAL BUILDING
BOARD PRODUCTS
Paper Trade Journal Vol. 127, 1948
23. COMPLETE UTILIZATION OF COCONUT HUSK
Parte I Building Boards from Coconut
Husk
Joseph George and H. E. Joshi
Indian Pulp and Paper (15:507-10(1961) Feb.1961
24. COMPLETE UTILIZATION OF COCONUT HUSK
Parte II
Joseph George and H. E. Joshi
Indian Pulp and Paper, Marzo 1961
25. COMPLETE UTILIZATION OF COCONUT HUSK
Parte III Particle Boards from By-Products
of the Coir Industry
Joseph George
Indian Pulp and Paper Abril 1961
26. COMPLETE UTILIZATION OF COCONUT HUSK
Parte IV Three Layer Particle Boards with
Coconut Husk Particle Core
Joseph George
Enero 1962
- 27.- INTERNATIONAL CONSULTATION ON INSULATION
BOARD, HARDBOARD AND PARTICLE BOARD
F. A. O. 1957
28. WATER RESISTANT COMPOSITE BOARD FROM RICE
HUSKS
UNIDO REPORT NO. ID/WG89/23 Octubre, 1971
Vasishth, R.C.

29. MANUFACTURE OF COMPOSITE BOARDS FROM RICE HUSKS USING A BATHWISE, LABOUR ORIENTED PLANT-FEASIBILITY STUDY-INDIA
Cor Tech. Research Ltd. Canada
30. NEW PANEL BOARDS FROM RICE HUSKS AND OTHER AGRICULTURAL BY-PRODUCTS
F. A. O. Report
Vasishth, R.C. and Chandramouli, P.
31. THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PARTICLE BOARD IN BELGIUM 1963
FAO/PPP CONS/PAPER 5.14
Madoux, E.
32. INDUSTRIALIZACION DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR EN LA MANUFACTURA DE TABLAS DURAS
José Luis Andreu Pérez
FACULTAD DE INGENIERIA. UNAM. 1973 TESIS
33. EFFICIENCY OF UREA AND PHENOL FORMALDEHYDE IN PARTICLEBOARD
Forest Products Journal, 113, 1963
Carroll, M.
34. EFECTO DE LAS SALES DE WERNER (COMPLEJOS CROMICOS) SOBRE LAMINADOS DE FIBRA DE MADERA Prensada
Cordero García Julio
FACULTAD DE QUIMICA 1966, TESIS
35. MANUEL AZUCARERO MEXICANO 1975
Unión Nacional de Productores de Azúcar, S.A.
36. CONVEYORS AND RELATED EQUIPMENT
A. Spivakovsky
37. PRODUCCION DE PANELES A PARTIR DE RESIDUOS AGRICOLAS
ONUDI

**EXCLUSIVAMENTE PARA CONSULTA
DENTRO DE LA BIBLIOTECA**