



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO MONOGRAFICO SOBRE LA APLICACION
DE LAS RESINAS SINTETICAS EN LOS
AGLOMERADOS DE MADERA

M O N O G R A F I A

Que para obtener el titulo de:

Q U I M I C O

p r e s e n t a

MANUEL SAUCEDO GONZALEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

JURADO ASIGNADO

**DEPTO. DE PASANTES Y
EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA**

PRESIDENTE: PROF. JULIO TERÁN ZAVALA
VOCAL: PROF. JORGE A. CASTAÑARES ALCALÁ
SECRETARIO: PROF. ALFREDO R. BARRÓN RUIZ
1ER. SUPLENTE: PROF. MARGARITA GONZÁLEZ TERÁN
2o. SUPLENTE: PROF. ERNESTO IBARRA NUÑEZ

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: BIBLIOTECAS INDUSTRIAS RE
SISTOL, S. A. (PLANTA VALLEJO), INSTITUTO DE BIOLOGÍA E INS-
TITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS.**

SUSTENTANTE: MANUEL SAUCEDO GONZALEZ

ASESOR: PROF. JORGE A. CASTAÑARES ALCALA

Handwritten signatures and stamps. A large, stylized signature is written over a circular stamp. The signature appears to be 'Manuel Saucedo Gonzalez'. The stamp is partially obscured by the signature and other scribbles.

FRENTE A MI SE EXTIENDE EL MUNDO, EL VASTO MUNDO DE LOS GRANDES, PEQUEÑOS Y MEDIANOS. UNIVERSO DE REYES Y PRESIDENTES Y CARCELEROS, DE MANDARINES Y PARIAS Y LIBERTADORES Y LIBERTOS, DE JUECES Y TESTIGOS Y CONDENADOS: ESTRELLAS DE PRIMERA, SEGUNDA, TERCERA Y N MAGNITUDES, PLANETAS, COMETAS, CUERPOS ---- ERRANTES Y EXCÉNTRICOS O RUTINARIOS Y DOMESTICADOS POR LAS - LEYES DE GRAVEDAD, LAS SUTILES LEYES DE LA CAÍDA, TODOS LLEVANDO EL COMPAS, TODOS GIRANDO, DESPACIO O VELOZMENTE, ALREDEDOR DE UNA AUSENCIA.

OCTAVIO PÁZ

NO PERTENEZCO A LOS SEÑORES, NO ME LAVO LAS MAÑOS, PERO NO -
SOY JUEZ, NI TESTIGO DE CARGO, NI EJECUTOR. NI TORTURO, NI
INTERROGO, NI SUFRO EL INTERROGATORIO. NO PIDO A VOCES MI -
CONDENA. NI QUIERO SALVARME, NI SALVAR A NADIE. Y POR TODO
LO QUE HAGO, POR TODO LO QUE NOS HACEN, NI PIDO PERDÓN NI --
PERDONO.

OCTAVIO PAZ

A MIS PADRES Y HERMANOS -
POR SU GRAN AYUDA EN LOS
MOMENTOS DIFÍCILES.

A MI ESPOSA BÁRBARA Y MIS
HIJOS MARIANO M. E ISRAEL.
POR LOS MOMENTOS QUE HE--
MOS COMPARTIDO.

AL ING. JORGE A. CASTAÑA-
RES A.
POR SU AMISTAD Y APOYO DU
RANTE EL DESARROLLO DE ES
TE TRABAJO.

RELACION DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA TABLEROS DE FIBRA PROCESOS HÚMEDO Y SEMIHÚMEDO	32
2. DIAGRAMA DE FLUJO PARA TABLEROS DE FIBRA PROCESOS SECO Y SEMISECO	33
3. DIAGRAMA DE FLUJO PARA TABLERO AGLOMERADO PROCE-- SO SECO	34
4. DIAGRAMA DE FLUJO PARA TABLERO AGLOMERADO	36
5. PLANTA DE AGLOMERADO	38
6. FORMADORA DE COLCHÓN	39
7. PRENSADORA DE PLATOS MÚLTIPLES	41
8. PRENSADORA DE BANDA	43

RELACION DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
1. RECURSOS FORESTALES DE LA REPÚBLICA MEXICANA	5
2. PROPIEDADES DIFERENCIALES ENTRE MADERAS DURAS Y - SUAVES	7
3. CAPACIDAD INSTALADA Y PRODUCCIÓN DE TABLEROS EN - 1978	58
4. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE TABLEROS AGLOMERADOS'	60
5. CONSUMO APARENTE DE TABLEROS DE FIBRA 1969-78	62
6. CONSUMO APARENTE DE TABLEROS CONTRACHAPADOS 1969- 1978	63
7. CONSUMO APARENTE DE TABLEROS AGLOMERADOS 1969-78..	64
8. DINÁMICA DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE TABLE-- ROS	65

CONTENIDO

CAPÍTULO	PÁGINA
I	INTRODUCCION Y OBJETIVOS 1
II	RECURSOS MADERABLES 4
	2.1. MADERAS DURAS Y MADERAS SUAVES 4
	2.2. OTROS RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES .. 9
	2.3. APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LOS RECURSOS - FORESTALES 10
III	RESINAS SINTETICAS 12
	3.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA 12
	3.2. RESINAS FENOL-FORMALDEHÍDO PARA AGLOMERA-- DO 15
	3.3. RESINAS UREA-FORMALDEHÍDO PARA AGLOMERADO. 19
	3.4. ADITIVOS Y CARGAS PARA LAS RESINAS 25
IV	PROCESO DE AGLOMERADO 28
	4.1. DEFINICIONES 28
	4.2. PROCESO DE AGLOMERADO 35
	4.3. VARIABLES DEL PROCESO DE AGLOMERADO 44
V	TENDENCIAS ACTUALES 57
	5.1. MERCADO DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN 57
	5.2. TENDENCIAS ACTUALES 66
VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 72
	APENDICE 78
	BIBLIOGRAFIA 82

C A P I T U L O I

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

LA CRECIENTE DEMANDA DE RECURSOS MADERABLES PARA LAS INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCIÓN, PAPELERA Y DE CELULOSAS MODIFICADAS, CONTRASTA CON EL CONSTANTE DECREMENTO DE LAS ÁREAS FORESTALES SUSCEPTIBLES DE SER APROVECHADAS.

DEBIDO AL ELEVADO CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN URBANA Y RURAL; CADA VEZ, ES MAYOR LA DESTRUCCIÓN DE ZONAS FORESTALES; LAS CUALES, SON DESTINADAS AL CULTIVO DE ALIMENTOS BÁSICOS, LA GANADERÍA E INCLUSIVE PARA FINES HABITACIONALES. ESTE INCONTROLABLE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN NACIONAL, --- TRAE COMO CONSECUENCIA QUE LAS POLÍTICAS APLICADAS A LA DISTRIBUCIÓN DE TIERRAS PARA CADA FIN ESPECÍFICO, RESULTEN OBSOLETAS AL POCO TIEMPO DE QUE SON PUESTAS EN PRÁCTICA. ESTO --- DA POR RESULTADO QUE ZONAS DESTINADAS AL CULTIVO SEAN INVADIDAS POR LOS GANADEROS Y USADAS PARA EL PASTOREO, Y ÁREA DESTINADAS COMO RESERVA FORESTAL, SEAN TALADAS PARA CULTIVAR -- LOS ALIMENTOS BÁSICOS QUE PERMITAN LA SUBSISTENCIA A SUS HABITANTES.

ANTE ESTA SITUACIÓN, ES IMPERATIVO EL ENCONTRAR ALTERNATIVAS QUE AYUDEN A SUBSANAR EL ESTADO DEFICITARIO EN -- QUE SE ENCUENTRA LA INDUSTRIA RELACIONADA CON LOS RECURSOS -

MADERABLES. UNA ALTERNATIVA QUE SE HA INTENTADO PONER EN -- PRÁCTICA DESDE HACE MÁS DE 30 AÑOS, CONSISTE EN OPTIMIZAR AL MÁXIMO LOS RENDIMIENTOS OBTENIDOS POR CADA ÁRBOL QUE SE COR- TA. LO CUAL SE PUEDE LOGRAR ALARGANDO EL TIEMPO DE VIDA DE LOS PRODUCTOS TERMINALES EN LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA MADE- RA; TAMBIÉN, APROVECHANDO ÍNTEGRAMENTE LOS CONSTITUYENTES -- DEL ÁRBOL (TRONCO, RAMAS, CORTEZA Y HOJAS). EN ESTA ÚLTIMA OPCIÓN, TRATAREMOS DE CENTRAR LA EXPOSICIÓN DE ESTE TRABAJO.

LA PRINCIPAL FORMA DE APROVECHAR ÍNTEGRAMENTE CADA ÁRBOL DERRIBADO SE LOGRA MEDIANTE EL AGLOMERADO DE MADERA. ÉSTE AGLOMERADO, PUEDE HACERSE DE LOS RESIDUOS QUE QUEDAN EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE TRANSFORMACIÓN QUE SUFRE LA MADERA, DESDE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA (MADERA ASERRA DA, PULPA, ETC.), HASTA LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACIÓN SECUN DARIA (INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, MUEBLERA, PAPELERA, --- ETC.).

EL FACTOR DETERMINANTE EN LA PRODUCCIÓN DEL AGLOME RADO DE MADERA ES EL ASPECTO ECONÓMICO (COSTOS); EL CUAL, DE PENDERÁ A SU VEZ, Y EN GRAN MEDIDA DE LAS VARIABLES Y LOS PA SOS INTERMEDIOS DE QUE CONSTEN LOS PROCESOS EN SÍ. DE AHÍ, LA IMPORTANCIA Y NECESIDAD PRIMORDIAL DE DISPONER DE TODA LA INFORMACIÓN RELACIONADA CON LOS PROCESOS, PARA LOGRAR ASÍ LA OPTIMIZACIÓN DE LOS MISMOS.

EN MÉXICO, EN LA MAYORÍA DE LAS ACTIVIDADES INDUS-

TRIALES, EXISTE UNA FALTA CRÓNICA DE INFORMACIÓN ADECUADA Y RESUMIDA. ACTUALMENTE, LA INFORMACIÓN EXISTENTE SOBRE LOS PROCESOS DE AGLOMERADO DE MADERA, SE ENCUENTRA DISPERSA EN LAS DIFERENTES FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIA, Y LA ESCASA INFORMACIÓN SECUNDARIA PUBLICADA.

AL EFECTUAR UNA REVISIÓN CRÍTICA SOBRE LO QUE EXISTE PUBLICADO, LA INTENCIÓN DE ESTE TRABAJO ES GENERAR ALTERNATIVAS QUE AYUDEN AL ÓPTIMO APROVECHAMIENTO DE LOS PROCESOS DE AGLOMERADO Y POR ENDE, DE LOS RECURSOS FORESTALES. PRIMAMENTE, SE HARÁ UNA DESCRIPCIÓN SOMERA DE LOS RECURSOS FORESTALES DE LA REPÚBLICA MEXICANA, SEÑALANDO LA IMPORTANCIA DE ELEGIR LA MADERA CON LAS CARACTERÍSTICAS ADECUADAS PARA EL AGLOMERADO. DESPUÉS, UNA BREVE RESEÑA DE LAS RESINAS USADAS EN LOS DIFERENTES PROCESOS DE AGLOMERADO Y LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LAS MISMAS.

LA PARTE MÁS IMPORTANTE, ES LA RELATIVA A LOS PROCESOS DE AGLOMERADO Y LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN Y AFECTAN AL PRODUCTO TERMINADO. FUNDAMENTALMENTE, SEÑALAREMOS LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE LOS PROCESOS, TIPO DE MADERA Y RESINA SELECCIONADAS. DEL CONOCIMIENTO ACTUAL DE LOS PROCESOS, RESERVAS FORESTALES Y NECESIDADES DE LOS CONSUMIDORES, PODREMOS VISLUMBRAR LAS TENDENCIAS ACTUALES Y FUTURAS DE ESTA INDUSTRIA EN CONSTANTE CRECIMIENTO, OBTENDREMOS ASÍ, LAS BASES PARA FORMULAR LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PERTINENTES.

C A P Í T U L O II

RECURSOS MADERABLES

2.1. MADERAS DURAS Y MADERAS SUAVES.-

UNA DESCRIPCIÓN COMPLETA DE LA MORFOLOGÍA, PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE MADERA - QUE EXISTEN, QUEDA FUERA DEL ALCANCE DE ESTE TRABAJO, POR LO TANTO, SÓLO SE HARÁ MENCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES QUE NOS AYUDEN A DIFERENCIAR UN TIPO DE MADERA DE OTRO.

ACTUALMENTE, LA MAYOR FUENTE DE RECURSOS MADERABLES SE ENCUENTRA LOCALIZADA EN LAS GRANDES EXTENSIONES BOSCOSAS DEL HEMISFERIO NORTE, PRINCIPALMENTE EN CANADÁ, NORUEGA, SUECIA, DINAMARCA, EUA Y GRAN BRETAÑA.

DEBIDO A SU POSICIÓN GEOGRÁFICA, NUESTRO PAÍS ES AFORTUNADO EN CUANTO A LA VARIEDAD DE SUS RECURSOS FORESTALES; DISPONEMOS DE EXTENSAS ZONAS ARBÓREAS QUE NO HAN SIDO APROVECHADAS RACIONAL Y TOTALMENTE COMO RECURSOS MADERABLES Y ZONAS ARBUSTIVAS TOTALMENTE OLVIDADAS. LA TABLA No. 1 NOS MUESTRA LOS DIFERENTES TIPOS DE BOSQUES EN LA REPÚBLICA MEXICANA.

OBVIAMENTE LAS DE MAYOR IMPORTANCIA COMERCIAL, TAN

T A B L A 1

RECURSOS FORESTALES DE LA REPUBLICA MEXICANA

TIPOS DE BOSQUE	SUP. TOTAL MILL. HAS.	SUP. F. APROV. COM. MILL. HAS.	INC. ANUAL MILES DE M ³
TEMPLADOS Y FRÍOS (DESDE 1,700 M SNM)	12.3	7.6	24,060.0
DE TRANSICIÓN (800-1500 M SNM)	7.0	5.2	9,800.0
TROPICALES Y SUBTROPICALES (HASTA 800 M SNM)	19.0	11.4	22,670.0
MANGLARES (HASTA 50 M SNM)	1.4	1.4	-----
S U M A	39.7	25.6	56,530.0

FUENTE: SUBSECRETARIA FORESTAL Y DE LA FAUNA. ALBUM FORESTAL 1960.

TO POR SU EXTENSIÓN, COMO POR SU LOCALIZACIÓN CERCANA A LOS CENTROS DE CONSUMO SON LAS PERTENECIENTES A LA ZONA TEMPLADA Y FRÍA Y, EN MENOR PROPORCIÓN, LAS DE LA ZONA DE TRANSICIÓN. ES AQUÍ, DONDE SE ENCUENTRAN LOCALIZADAS LAS MADERAS DURAS Y SUAVES QUE SE UTILIZAN EN LA INDUSTRIA MADERERA Y DE PULPA Y PAPEL Y, POR CONSIGUIENTE, LA FUENTE DE MATERIA PRIMA PARA - EL AGLOMERADO. VEAMOS PUÉS ALGUNAS DEFINICIONES QUE NOS AYU DEN A CLARIFICAR LO QUE ESTAMOS EXPONRIENDO:

MADERA.- LA MADERA ES UNA ESTRUCTURA CELULAR LAMINAR EN COLUMNA, EN LA QUE LA MADERA (SUAVE) DE PRIMAVERA POROSA Y MENOS DENSA ESTÁ COGIDA ENTRE LA MADERA (DURA) DE VERANO, MENOS POROSA Y MÁS DENSA.

MADERAS DURAS.- SON LAS PERTENECIENTES A LAS ANGIOSPERMAS, COMO POR EJEMPLO: EL ÁLAMO, CHOPO, SAUCE NEGRO, NOGAL, ABEDUL, ROBLE, ETC.

MADERAS SUAVES.- PERTENECEN A LAS GIMNOSPERMAS, COMO POR EJEMPLO: EL PINO, PINABETE, ALERCE, ABETO, CEDRO ROJO, ETC.

ALGUNAS DE LAS PROPIEDADES DIFERENCIALES ENTRE UNO Y OTRO TIPO DE MADERA LO PODEMOS APRECIAR EN LA TABLA No. 2.

COMO PUEDE OBSERVARSE EN LA TABLA No. 2, LAS PROPIEDADES DEL AGLOMERADO DEPENDERÁN EN GRAN MEDIDA DEL TIPO -

T A B L A 2

PROPIEDADES DIFERENCIALES ENTRE MADERAS DURAS Y SUAVES

PROPIEDAD	MADERAS DURAS	MADERAS SUAVES
CELULOSA (%)	45-50	40-45
HEMICELULOSA (%)	20-35	20-30
LIGNINA (%)	20-25	25-30
RESISTENCIA AL CORTE (Kg/cm ²)	130	70
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Kg/cm ²)	900-1200	230-400
DENSIDAD (g/cm ³)	0.5-0.7	0.2-0.5

DE MADERA QUE SE SELECCIONE; POR EJEMPLO, LOS AGLOMERADOS FABRICADOS CON ASTILLAS DE MADERAS SUAVES SE MOLDEAN A MAYOR GRAVEDAD ESPECÍFICA (DENSIDAD) CON LA MISMA PRESIÓN USADA PARA MADERAS DURAS; PRODUCEN ARTÍCULOS DE MAYOR DUREZA Y MAYOR ABSORCIÓN DE AGUA. EN CAMBIO, LOS FABRICADOS CON ASTILLAS DE MADERAS DURAS SE MOLDEAN A MENOR GRAVEDAD ESPECÍFICA CON LA MISMA PRESIÓN USADA PARA MADERAS SUAVES, DAN PRODUCTOS DE MENOR DUREZA Y MENOR ABSORCIÓN DE AGUA, ADEMÁS, EL PRODUCTO TIENE MAYOR RESISTENCIA AL AGUA Y SU ALTA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EVITARÁ LA FORMACIÓN DE RESQUEBRAJADURAS POR PERNOS Y CLAVOS, MIDYETTE, A.L. FPJ Z (1) (1957).

POR LO GENERAL, NO ES POSIBLE SELECCIONAR EL TIPO DE ASTILLA QUE SE USARÁ PARA EL AGLOMERADO, PERO EN AQUELLAS PLANTAS EN QUE SE FACTIBLE LA SELECCIÓN, SE PODRÁ CONTROLAR, DENTRO DE CIERTOS LÍMITES, LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PRODUCTO TERMINADO; LO CUAL, NOS PERMITIRÁ OBTENER PRODUCTOS DE MAYOR CALIDAD Y RESISTENCIA, CUANDO ASÍ SE REQUIERAN, O DE MENOR CALIDAD Y RESISTENCIA, PERO CON UN TERMINADO MÁS ESTÉTICO APLICÁNDOLE UN LAMINADO PLÁSTICO. TODO ÉSTO SE HARÁ DE ACUERDO AL USO QUE SE LE DARÁ AL PRODUCTO TERMINADO.

2.2. OTROS RECURSOS FORESTALES NO MADERABLES.-

EXISTEN OTRAS FUENTES FORESTALES DE MATERIA PRIMA NO MADERABLE, PERO QUE PUEDEN SER UTILIZADAS COMO MATERIA -- PRIMA PARA EL AGLOMERADO, YA SEA POR SÍ SOLAS O COMO CARGAS JUNTO CON LA ASTILLA, ASERRÍN O VIRUTA. LA PROPORCIÓN ESTARÁ LIMITADA POR LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DESEADAS PARA LOS PRODUCTOS TERMINADOS.

CÁSCARA DE COCO.- EN LA ACTUALIDAD SE CUENTA YA CON LA IN-- FORMACIÓN NECESARIA PARA UTILIZAR LA CÁSCARA DE COCO, TANTO PARA LA FABRICACIÓN DE PULPA CELULÓSICA, COMO PARA EL AGLOME-- RADO.

HACES VASCULARES DE MONOCOTILEDÓNEAS Y DICOTILEDÓNEAS.- SE HAN REALIZADO INVESTIGACIONES A NIVEL LABORATORIO Y PLANTA - PILOTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS PAJAS DE CEREALES COMO EL TRIGO, ARROZ, AVENA, CENTENO Y CEBADA PARA UTILIZARLAS EN LA OBTENCIÓN DE PULPA CELULÓSICA Y TAMBIÉN COMO CARGAS EN -- LOS PROCESOS DE AGLOMERADO. EN LA INDUSTRIA DE LA PULPA Y - PAPEL SE UTILIZA YA EL BAGAZO DE CAÑA Y EL BAMBÚ PARA OBTE-- NER PULPA Y PAPEL, INCLUSIVE SE HAN FABRICADO AGLOMERADOS DE BAGAZO Y BAMBÚ.

AUNQUE EXISTE UNA BUENA CANTIDAD DE ARTÍCULOS PU-- BLICADOS ACERCA DE LA UTILIZACIÓN DE PAJAS DE CEREALES PARA LA FABRICACIÓN DE AGLOMERADO A NIVEL PLANTA PILOTO, NO EXIS--

TE INFORMACIÓN QUE CONFIRME QUE SE LE ESTÉ UTILIZANDO A NIVEL INDUSTRIAL:

2.3. APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LOS RECURSOS FORESTALES.-

DURANTE EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DEL TRONCO, TANTO PARA ASERRADO, COMO PARA PULPA Y PAPEL, QUEDAN COMO RESIDUOS ASTILLAS DE DIFERENTES TAMAÑOS Y FORMAS GEOMÉTRICAS, VIRUTAS Y ASERRÍN. SE HAN IDEADO MÉTODOS PARA EL APROVECHAMIENTO DE CADA UNO DE ESTOS RESIDUOS EN LAS DIFERENTES INDUSTRIAS; SIN EMBARGO, AÚN FALTA QUE SE APROVECHEN TOTALMENTE LAS RAMAS, HOJAS Y CORTEZA PARA LA FABRICACIÓN DE AGLOMERADO.

EN LA ACTUALIDAD, YA SE FABRICAN AGLOMERADOS DE RAMAS E INCLUSIVE SE HA INTENTADO HACERLO CON HOJAS Y CORTEZA. DESDE 1959 ANDERSON Y HELGE EN EL FOREST PRODUCTS JOURNAL, ENCONTRARON QUE LA CORTEZA DE PINO PUEDE USARSE COMO CONSTITUYENTE DEL AGLOMERADO EN PROPORCIONES MAYORES AL 25% E INFERIORES AL 50%, OBTENIÉNDOSE PRODUCTOS DE BUENA CALIDAD. EN TODOS ESTOS INTENTOS EL OBJETIVO HA SIDO Y SERÁ SIEMPRE EL HALLAR UN PRODUCTO QUE POR SUS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD SUSTITUYA A LA MADERA ASERRADA EN ALGUNAS DE SUS APLICACIONES TRADICIONALES; DE ESTE MODO, LA MADERA PUEDA A SU VEZ, SER DESTINADA A OTROS FINES.

COMO PODEMOS OBSERVAR, LOS ESFUERZOS PARA EL APRO-

VECHAMIENTO INTEGRAL DE LOS RECURSOS FORESTALES, SE HA ENFOCADO EXCLUSIVAMENTE A LA MASA ARBÓREA, ÉSTO ES DEBIDO A QUE ES LA QUE MÁS SE EXPLOTA COMERCIALMENTE; SIN EMBARGO, SE HACE IMPRESCINDIBLE EL INICIAR LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA UTILIZACIÓN COMERCIAL DE LA MASA ARBUSTIVA E INCLUSIVE HERBÁCEA - COMO FUENTES ALTERNATIVAS DE MATERIA PRIMA PARA EL AGLOMERADO Y OBTENCIÓN DE CELULOSA.

UN EJEMPLO TÍPICO DE POSIBLE MATERIA PRIMA PARA -- AGLOMERADO Y, QUE NO HA SIDO INVESTIGADA, LO TENEMOS EN LAS 1.4 MILLONES DE HECTÁREAS DE MANGLARES (TABLA 1) QUE EXISTEN EN LAS DESEMBOCADURAS DE RÍOS Y COSTAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA. LOS MANGLARES SON ARBUSTOS, QUE DEPENDIENDO DE SU ESPECIE PUEDEN LLEGAR A MEDIR MÁS QUE UN ÁRBOL; NO OBTANTE, - SU APROVECHAMIENTO ACTUAL ES NULO. ESPEREMOS QUE LAS INVESTIGACIONES QUE LLEVA A CABO SOBRE LAS PROPIEDADES DESALADAS DE LOS MANGLARES EL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS, DERIVE TAMBIÉN SOBRE SU POSIBLE UTILIZACIÓN COMO FUENTE DE - MATERIA PRIMA PARA LA OBTENCIÓN DE AGLOMERADO Y CELULOSA.

C A P I T U L O III

RESINAS SINTÉTICAS

3.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA.-

EN LA ACTUALIDAD, AL HABLAR DE RESINAS SINTÉTICAS, NOS REFERIMOS A UNA EXTENSA VARIEDAD DE PRODUCTOS DE TIPO PO LIMÉRICO. DEBIDO AL RÁPIDO AVANCE EN LAS INVESTIGACIONES SO BRE POLÍMEROS, EL TERMINO HA PASADO EN UNAS CUANTAS DECADAS DE DESCRIPTIVO A GENÉRICO. EN ESTE TRABAJO; NOS LIMITAREMOS, CASI EXCLUSIVAMENTE A LAS RESINAS SINTÉTICAS, RESULTANTES DE LAS REACCIONES DE CONDENSACIÓN FENOL-FORMALDEHÍDO Y UREA-FORMA LD EHÍDO, QUE REUNAN LAS CARACTERÍSTICAS NECESARIAS PARA -- USARSE COMO AGLUTINANTES EN EL PROCESO DE AGLOMERADO DE MADE RA.

EL PRIMER TRABAJO SOBRE LA REACCIÓN DE CONDENSA--- CIÓN FENOL-FORMALDEHÍDO CON CATALIZADORES ÁCIDOS, SE ATRIBUYE A A. BAEYER, QUIEN EN 1872 OBTUVO POR CATÁLISIS ÁCIDA LA PRIMERA MASA RESINOSA, SIN APLICACIÓN PRÁCTICA; Y POR LO TAN TO, SIN VALOR COMERCIAL. A. MICHAEL, DEMOSTRÓ POSTERIORMENTE, QUE LA REACCIÓN DE CONDENSACIÓN TAMBIÉN SE PODÍA LLEVAR A CABO CON CATALIZADORES BÁSICOS. EN 1899 SE OTORGÓ A A. -- SMITH, LA PRIMERA PATENTE PARA LA FABRICACIÓN DE UNA RESINA FENÓLICA COMO SUBSTITUTO DEL HULE. SIN EMBARGO, AÚN EXIS---

TÍAN DEFICIENCIAS EN EL CONTROL DE LA REACCIÓN; Y POR LO TANTO, EN LA UNIFORMIDAD Y CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO.

L. H. BAEKELAND, AYUDADO POR N. THURLOW FUE EL PRIMERO QUE LOGRÓ DISTINGUIR LA DIFERENCIA ENTRE CATÁLISIS ÁCIDA Y CATÁLISIS BÁSICA, ENTRE USAR MENOS Ó MÁS DE UNA MOLE DE FORMALDEHÍDO POR MOLE DE FENOL; ADEMÁS, CONTROLÓ EL BURBUJEO QUE OCURRÍA CUANDO LA RESINA CURABA. POR TODO ÉSTO, BAEKELAND OBTUVO LA PRIMER PATENTE DE USO COMERCIAL DE RESINAS FENÓLICAS EN 1909; FUNDÁNDOSE EN 1910 LA GENERAL BAKELITE COMPANY, QUE SE DEDICÓ A LA FABRICACIÓN DE RESINAS PARA MOLDEO, LAMINADOS Y BARNICES AISLANTES.

DE ESTE MODO, AL INICIARSE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL, YA EXISTÍAN EN EL MERCADO LAS RESINAS UREA-FORMALDEHÍDO; LAS CUALES, SE HABÍAN ESTADO INVESTIGANDO DESDE MEDIADOS DE LA DÉCADA DE 1920. LAS CARACTERÍSTICAS MÁS SOBRESALIENTES DE LAS RESINAS UREA-FORMALDEHÍDO SON: SOLUBILIDAD INICIAL EN AGUA, FACILIDAD DE APLICACIÓN POR SISTEMAS ACUOSOS, CONTROL DE POLIMERIZACIÓN EN CADA PASO, COLOR MÁS CLARO, ALTO GRADO DE DUREZA, BUENAS PROPIEDADES TÉRMICAS, NO FLAMABLE Y RESISTENCIA ELÉCTRICA.

DEPENDIENDO DEL MEDIO EN EL CUAL SE LLEVE A CABO LA REACCIÓN DE CONDENSACIÓN Y LA RELACIÓN MOLAR DE LOS REACTANTES; EL PRODUCTO OBTENIDO, QUEDARÁ ENGLOBADO YA SEA COMO

UNA RESINA TERMOPLÁSTICA O RESINA TERMOFIJA. LAS RESINAS -- TERMOPLÁSTICAS, SON SOLUBLES Y FUSIBLES, SE OBTIENEN AL CONDENSAR MENOS DE UNA MOLE DE FORMALDEHÍDO POR MOLE DE FENOL EN MEDIO ÁCIDO. SE LES LLAMA TAMBIÉN NOVOLACAS EN HONOR DE N. THURLOW O DE DOS PASOS, DEBIDO A QUE PUEDEN PASAR A TERMOFIJAS AL MEZCLARSE CON UN DONADOR DE GRUPOS METILO; COMO POR EJEMPLO, LA HEXAMETILENETETRAAMINA (HEXA). LAS RESINAS TERMOFIJAS, SON INSOLUBLES E INFUSIBLES. SE OBTIENEN AL HACER REACCIONAR UNA O MÁS DE UNA MOLE DE FORMALDEHÍDO POR MOLE DE FENOL EN MEDIO BÁSICO. SE LES LLAMA TAMBIÉN DE UN PASO DEBIDO A QUE PASAN A TERMOFIJAS SIN NECESIDAD DE AGREGARLES UN AGENTE RETICULANTE COMO EL "HEXA" (TAMBIÉN SE LES CONOCE COMO BAKELITAS, EN HONOR DE BAEKELAND).

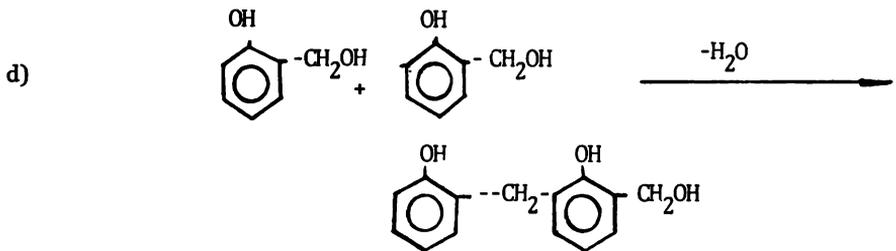
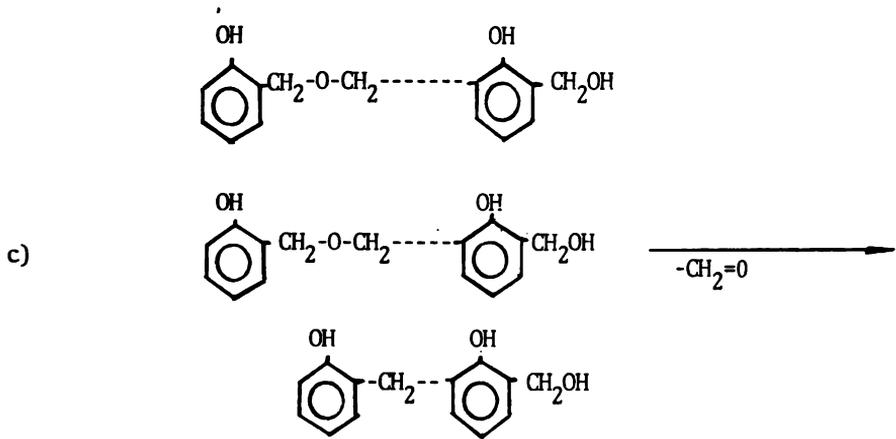
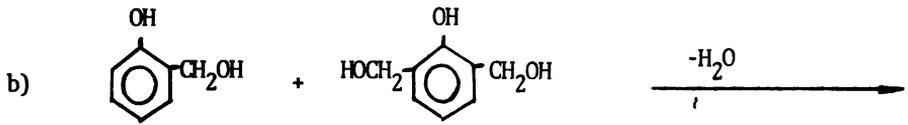
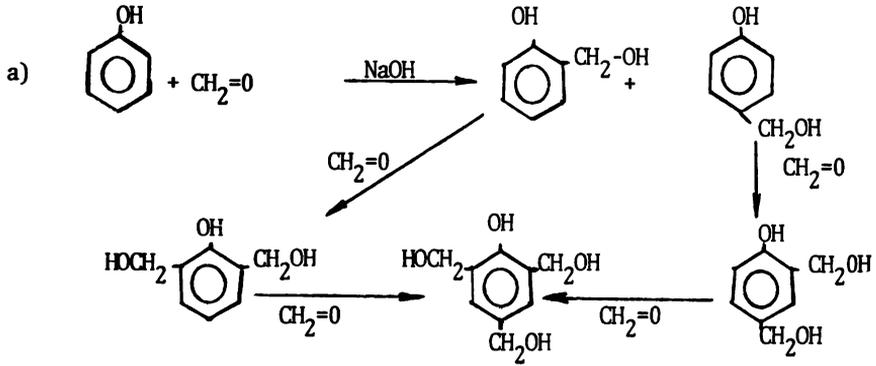
LA PRIMER RESINA SINTÉTICA USADA PARA AGLOMERADO, FUE LA RESINA FENOL-FORMALDEHÍDO; LA CUAL, SE UTILIZÓ PARA LA FABRICACIÓN DE AGLOMERADOS DE FIBRA EN LOS PROCESOS HÚMEDO SEMIHÚMEDO, SECO Y SEMISECO. DESDE SUS INICIOS, LA INDUSTRIA DE LOS AGLOMERADOS DE PARTÍCULA, HA USADO CASI EXCLUSIVAMENTE PARA SU PROCESO EN SECO LAS RESINAS UREA-FORMALDEHÍDO. HOY EN DÍA, SE HA ESTIMADO QUE UN 90% DE LOS AGLOMERADOS DE PARTÍCULA, OBTENIDOS POR EL PROCESO EN SECO, USAN EXCLUSIVAMENTE RESINAS SINTÉTICAS UREA-FORMALDEHÍDO COMO AGENTE AGLUTINANTE. INICIALMENTE, PARA LOS PROCESOS DE AGLOMERADO DE FIBRA, SE USABAN EXCLUSIVAMENTE RESINAS FENÓLICAS; PARA LOS PROCESOS DE AGLOMERADO DE PARTÍCULAS, SE USABAN EXCLU

SIVAMENTE RESINAS UREA-FORMALDEHÍDO. CON EL ADVENIMIENTO DE MEJORES TÉCNICAS DE Prensado y formación de colchón; se ha iniciado, el uso de resinas fenólicas para aglomerados de -- partícula de mediana y alta densidad (del tipo del aglomerado de fibra); sobre todo, en artículos en los cuales se requiere mayor resistencia al intemperismo. La mayoría de las resinas sintéticas usadas vienen al estado líquido; aunque -- también, se han usado resinas sólidas en polvo, tanto de --- UREA-FORMALDEHÍDO, como de FENOL-FORMALDEHÍDO. LA MAYOR VEN TAJA OBTENIDA, AL USAR RESINAS EN POLVO, ESTIBA EN EL AHO-- RRO DEL PROCESO DE SECADO DE LAS PARTÍCULAS (ASTILLA, BRAZUE LOS, ETC.).

3.2. RESINAS FENOL-FORMALDEHÍDO PARA AGLOMERADO.

3.2.1. QUÍMICA DE LA REACCIÓN.-

LAS REACCIONES DE POLIMERIZACIÓN DE LAS RESINAS FE NOL-FORMALDEHÍDO PARA AGLOMERADO, SE LLEVAN A CABO; POR RE-- GLA GENERAL, EN MEDIO BÁSICO. LO MÁS COMÚN, ES UNA RELACIÓN MOLAR DE MÁS DE DOS MOLES DE FORMALDEHÍDO POR MOLE DE FENOL. LAS REACCIONES QUE SE ACEPTAN COMO MÁS PROBABLES, SON LAS -- SIGUIENTES:

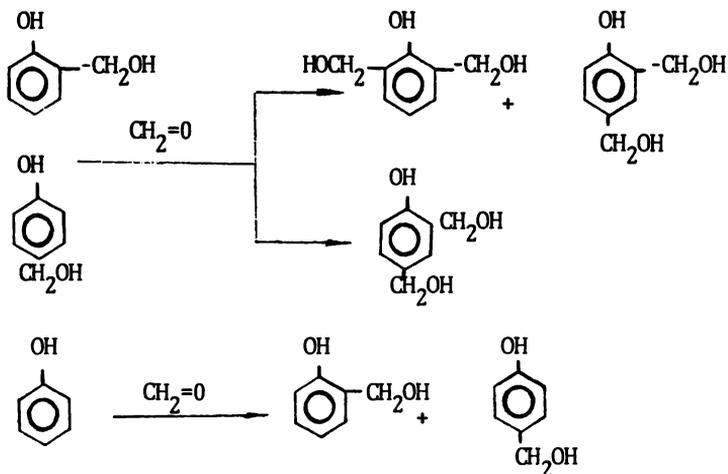


3.2.2. DISCUSIÓN DE LA REACCIÓN.-

CADA UNA DE LAS REACCIONES ANTERIORES SON COMPETITIVAS ENTRE SÍ. LA TENDENCIA A FORMAR MAYOR O MENOR PROPORCIÓN DE CADA UNO DE LOS PRODUCTOS ANTERIORES, ESTARÁ DADA -- POR LAS CONSIDERACIONES SIGUIENTES:

- A UN p^H ENTRE 7-11, LAS DOS POSICIONES ORTO(O) EN EL NÚCLEO DE FENOL SON MÁS REACTIVAS QUE LA POSICIÓN PARA (P); DANDO POR RESULTADO, QUE SE FORME MAYOR PROPORCIÓN DE - O-METILOL AL INICIARSE LA REACCIÓN.

- LOS O- Y P-MONOALCOHOLES SERÁN MÁS REACTIVOS -- QUE EL FENOL MISMO; DANDO POR RESULTADO, QUE LA FORMACIÓN DE LOS O-, Ó- Y O-, P-DIALCOHOLES, SEA UNA A 1½ VECES MAYOR QUE LA FORMACIÓN DE LOS O- Y P-MONOALCOHOLES:



- EL O, P-DIALCOHOL ES MÁS REACTIVO QUE EL O, Ó--DIALCOHOL; LO CUAL, DA POR RESULTADO QUE SEA USADO CON MAYOR RAPIDEZ PARA LA FORMACIÓN DE LOS O, Ó, P-TRIALCOHOLES.

- LOS MONÓMEROS Y DÍMEROS QUE SE FORMAN DURANTE LA REACCIÓN, CONTINUAN INTERACTUANDO ENTRE SÍ PARA FORMAR LAS CADENAS DE POLÍMEROS DE LA RESINA.

- EL PESO MOLECULAR (PM) Y EL GRADO DE POLIMERIZACIÓN (GP) DE LA RESINA, SERÁ CONTROLABLE DENTRO DE LOS LÍMITES DESEADOS; PUDIÉNDOSE OBTENER RESINAS LÍQUIDAS, SEMISÓLIDAS O SÓLIDAS (CONTROLANDO LA TEMPERATURA DE DESHIDRATACIÓN).

- SI NO SE CONTROLA LA TEMPERATURA Y EL P^H DE LA REACCIÓN, SE PODRÍA OBTENER LA ESTRUCTURA RETICULADA. ÉSTA ESTRUCTURA RETICULADA ES INSOLUBLE E INFUSIBLE; Y POR TANTO, SIN VALOR COMERCIAL.

- ES PRÁCTICA COMÚN EL INICIAR LA REACCIÓN A MENOS DE 50°C, DOSIFICANDO LA CANTIDAD DE CATALIZADOR DURANTE EL PROCESO. DE ESTE MODO, SE CONTROLA EL P^H DE LA REACCIÓN Y POR TANTO LA VELOCIDAD DE CONVERSIÓN DE CADA UNO DE LOS --REACTANTES.

- LA TEMPERATURA NO DEBERÁ SOBREPASAR LOS 100°C, SO PENA DE ACELERAR LA REACCIÓN HASTA LA FORMACIÓN DEL PRO-

DUCTO RETICULADO.

- UNA VEZ OBTENIDA LA RESINA, SE ALMACENA A BAJAS TEMPERATURAS, PARA EVITAR QUE CONTINUE LA REACCIÓN DE POLIMERIZACIÓN, PUESTO QUE SE TRATA DE UNA RESINA DE UN SOLO PASO; ÉSTO ES, PASARÁ AL ESTADO INSOLUBLE E INFUSIBLE AL APLICÁRSE LE CALOR.

3.2.3. ESPECIFICACIONES DE LA RESINA PARA AGLOMERADO.-

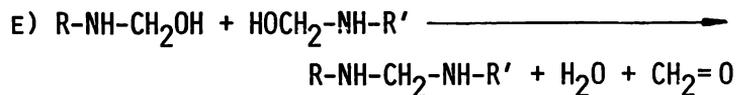
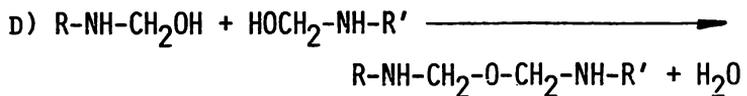
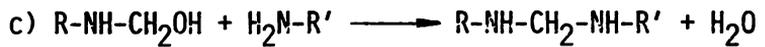
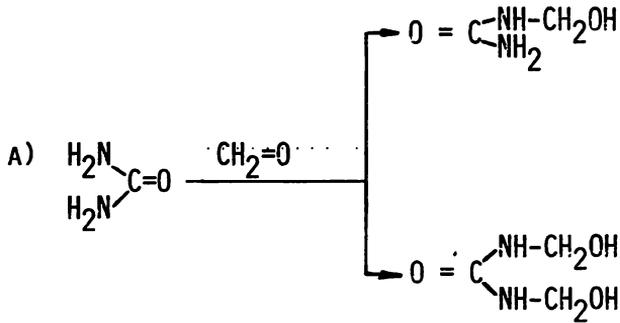
ES COMÚN QUE LAS ESPECIFICACIONES DE LAS RESINAS - PARA AGLOMERADOS, SE DETERMINEN POR LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DE CADA PLANTA EN PARTICULAR. SIN EMBARGO, PODEMOS DETALLAR UNA ESPECIFICACIÓN, QUE SEA USADA POR LA MAYORÍA DE - LOS FABRICANTES DE AGLOMERADOS:

<u>ESPECIFICACION</u>	<u>R A N G O</u>
SÓLIDOS	40-45%
VISCOSIDAD	1.60-4.00 PS
P ^H	NO ESPECIFICADO
DENSIDAD RELATIVA	1.180-1.230
TOLERANCIA AL AGUA	INFINITA
TIEMPO DE GELADO	320-400 SEG.

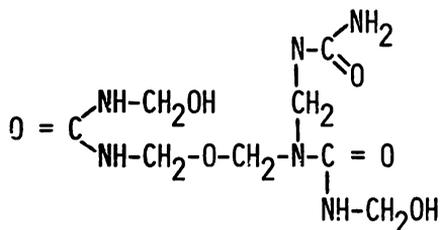
3.3. RESINAS UREA-FORMALDEHÍDO PARA AGLOMERADO.

3.3.1. QUÍMICA DE LA REACCIÓN.-

LAS REACCIONES DE POLIMERIZACIÓN DE LAS RESINAS -- UREA-FORMALDEHÍDO PARA AGLOMERADOS DE PARTÍCULAS DE MADERA, SE LLEVAN A CABO A UN P^H ENTRE 5-9 Y TEMPERATURAS INFERIORES A 90°C. LA RELACIÓN MOLAR FORMOL-UREA ES MAYOR DE 1 Y MENOR DE 2. NO SE CONOCE CON CERTEZA UNA QUÍMICA DE REACCIÓN DEFINIDA, PERO EN LA ACTUALIDAD, LAS REACCIONES GENERALMENTE --- ACEPTADAS SON LAS SIGUIENTES:



LAS REACCIONES ANTERIORES, PUEDEN DAR ORIGEN A MO-
LÉCULAS DE MAYOR PESO MOLECULAR, COMO POR EJEMPLO:



3.3.2. DISCUSIÓN DE LA REACCIÓN.-

AL IGUAL QUE EN LAS REACCIONES DE POLIMERIZACIÓN -
DE LAS RESINAS FENOL-FORMALDEHÍDO, CADA UNA DE LAS REACCIO--
NES ANTERIORES UREA-FORMALDEHÍDO, SON COMPETITIVAS ENTRE SÍ.
A DIFERENCIA DE LAS REACCIONES FENÓLICAS, EN EL CASO DE LAS
UREÍCAS, LA ESTRUCTURA ES MÁS COMPLEJA; E INCLUSIVE, SE HA -
SUGERIDO LA EXISTENCIA DE ESTRUCTURAS TRIDIMENSIONALES. DE
ACUERDO CON LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR GOLDSCHMIDT, KADOWA-
KI, MARVEL, DE JONGE Y DE JONGE, STAUDINGER, ETC. PODEMOS -
SACAR A CONCLUSIÓN LOS HECHOS SIGUIENTES:

- A DIFERENCIA DEL FENOL QUE TIENE UNA FUNCIONALI-
DAD DE 3 Y ESTRUCTURA PLANA, LA UREA TIENE UNA FUNCIONALIDAD
DE 4, DEBIDO A SUS 4 HIDRÓGENOS SUSTITUIBLES EN EL ÁTOMO DE
NITRÓGENO. ESTE PUEDE SER UN FACTOR DETERMINANTE EN LA FOR-
MACIÓN DE ESTRUCTURAS COMPLEJAS NO LINEALES. EN CAMBIO, EN
EL FENOL LA REACCIÓN DE CONDENSACIÓN OCURRE EN UNA ESTRUCTU-

RA PLANA-LINEAL.

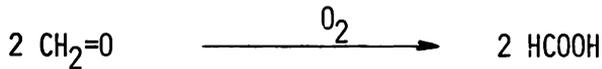
- EL CONTROL DEL p^H DE LA REACCIÓN ES DE FUNDAMENTAL IMPORTANCIA, PARA MANTENER EN LOS LÍMITES DESEADOS EL -- PROCESO DE CONDENSACIÓN.

- UN p^H BAJO PUEDE CAUSAR REACCIONES EXOTÉRMICAS INCONTROLABLES. POR EJEMPLO, A UN p^H DE 5 O MENOR, SE PUEDE PROVOCAR LA FORMACIÓN DE COMPUESTOS DE CONDENSACIÓN QUE CONTIENEN PUENTES DE METILO (REACCIONES C Y E); LOS CUALES, DAN LUGAR A CONDENSACIONES ALTAMENTE EXOTÉRMICAS.

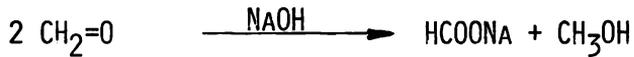
- CUANDO SE CONTROLA EL p^H DE LA REACCIÓN, SE LOGRA REDUCIR LA VELOCIDAD DE CONVERSIÓN DE LOS REACTANTES. - DE ESTE MODO, SE PROVOKA LA FORMACIÓN PREFERENCIAL DE GRUPOS METIOL; LOS CUALES, SON INTERMEDIARIOS PARA TODAS LAS DEMÁS REACCIONES DE CONDENSACIÓN. CON LA FORMACIÓN PREFERENCIAL - DE GRUPOS METIOL, SE ESTABLECE UNA COMPETITIVIDAD ENTRE LOS REACTANTES QUE AYUDA A CONTROLAR LA REACCIÓN DE CONDENSACIÓN.

- EL CONTROL DEL p^H DE LA REACCIÓN; SE LOGRA SE-- GÚN SEA EL CASO, MEDIANTE LA ADICIÓN DE $NaOH$ O $HCOOH$ DURANTE EL PROCESO. ES DE TOMARSE EN CONSIDERACIÓN QUE EL FORMOL CO MERCIAL, CONTIENE EN OCASIONES HASTA 1% DE $HCOOH$; POR LO QUE, SE DEBERÁ DETERMINAR EL p^H ANTES DE INICIAR LA REACCIÓN. -- POR EJEMPLO, PUEDE OCURRIR QUE A UN p^H BAJO, EN PRESENCIA DE

OXÍGENO Y CON TEMPERATURAS DE 40-60°C OCURRA LA REACCIÓN SIGUIENTE:



O CUANDO EXISTE UN P^H MAYOR AL ESTABLECIDO, PUEDE OCURRIR LA REACCIÓN DE CANNIZZARO:



- UNA DE LAS PRINCIPALES FORMAS DE CONTROLAR LA REACCIÓN DE CONDENSACIÓN, CONSISTE EN REGULAR LA TEMPERATURA DEL PROCESO. ES PRÁCTICA COMÚN EL INICIAR LA CONDENSACIÓN A TEMPERATURAS INFERIORES A 30°C Y P^H ENTRE 8.0-8.8. POSTERIORMENTE, LLEVAR A REFLUJO LA REACCIÓN Y DISMINUIR EL P^H ENTRE 6.0-6.8. LA TEMPERATURA DEL PROCESO, NO DEBERÁ EXCEDER NUNCA LOS 90°C; PUES DE LO CONTRARIO, SE LLEGARÁ A LA ESTRUCTURA GELADA (RETICULADA).

- TAMBIÉN ES PRÁCTICA COMÚN, EL LLEVAR A CABO LA REACCIÓN DE CONDENSACIÓN DOSIFICANDO LA UREA; DE ESTE MODO, SE FAVORECE A SU VEZ, LA FORMACIÓN DE CONDENSADOS CON GRUPOS METIOL (METIOL-UREA Y DI-METIOL-UREA). COMO LO HEMOS VECENIDO MENCIONANDO, ESTOS GRUPOS METIOL, SON INTERMEDIARIOS - COMPETITIVOS EN LA FORMACIÓN DE MOLÉCULAS DE MAYOR PESO MOLECULAR Y AYUDAN A REGULAR LA VELOCIDAD DE CONVERSIÓN.

- POR LO GENERAL EL FORMALDEHÍDO COMERCIAL DE 37% CONTIENE UN 7% DE METANOL (FORMOL 37/7); EL CUAL, FUNCIONA - COMO INHIBIDOR DE LA POLIMERIZACIÓN DEL MISMO FORMOL. EN -- PRODUCTOS MOLDEADOS, SE HA ENCONTRADO, QUE ESTE METANOL PRODUCE RESINAS UREA-FORMALDEHÍDO METILADAS. LAS RESINAS UREA-FORMALDEHÍDO METILADAS, SON FÁCILMENTE SOLUBLES EN AGUA. ES TA SOLUBILIDAD EN AGUA, PROVOCA EN EL PRODUCTO MOLDEADO AB--SORCIONES DEL ORDEN DE 6-10%; CUANDO LO MÁS COMÚN, ES UNA AB SORCIÓN DE AGUA CALIENTE DEL ORDEN DEL 2%. ESTO A SU VEZ, - DA POR RESULTADO PRODUCTOS DE BAJA RESISTENCIA AL AGUA Y POR ENDE, ARTÍCULOS DE BAJA CALIDAD. SE HA SUGERIDO POR ALGUNOS INVESTIGADORES, QUE ÉSTO PUEDE OCURRIR IGUALMENTE EN LOS --- AGLOMERADOS.

3.3.3. ESPECIFICACIONES DE LA RESINA UREA-FORMALDEHÍDO.-

AL IGUAL QUE EN LAS RESINAS FENOL-FORMALDEHÍDO; -- LAS ESPECIFICACIONES DE LAS RESINAS UREA-FORMALDEHÍDO, TAM--BIÉN ESTARÁN DADAS POR LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DE CADA PLANTA EN PARTICULAR. ALGUNAS PLANTAS DE AGLOMERADOS, SE EN CUENTRAN INTEGRADAS DE TAL FORMA, QUE CUENTAN CON EL EQUIPO PARA FABRICAR LAS RESINAS QUE REQUIEREN EN SUS PROCESOS. OB VIAMENTE, ÉSTO LES DA MAYOR FLEXIBILIDAD Y CONTROL SOBRE LOS RANGOS DE VARIACIÓN DE SU RESINA EN EL PROCESO. LAS ESPECI FICACIONES USUALMENTE REQUERIDAS SON LAS SIGUIENTES:

<u>ESPECIFICACION</u>	<u>R A N G O</u>
SÓLIDOS	62-69%
VISCOSIDAD	1.9-4.1 PS
p ^H	7.9-8.9
DENSIDAD	1.280-1.325
FORMOL LIBRE	1.2% MÁX.
TIEMPO GELADO	70-120 SEG.

3.4. ADITIVOS O CARGAS PARA LAS RESINAS.-

LA MAYORÍA DE LOS FABRICANTES DE AGLOMERADOS, AGREGAN ADITIVOS O CARGAS A LAS RESINAS CON EL FIN DE MEJORAR -- LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGLOMERADO. ENTRE -- LOS MÁS COMÚNMENTE USADOS TENEMOS A LOS ACELERADORES E INHIBIDORES, EMULSIONES PARA REPELENCIA AL AGUA, INHIBIDORES DEL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS Y RETARDANTES DEL FUEGO. A CONTINUACIÓN, UNA BREVE EXPLICACIÓN DE LOS USOS DE CADA UNO DE ELLOS:

- ACELERADORES E INHIBIDORES.- POR REGLA GENERAL, LOS ACELERADORES SE AGREGAN EN FORMA DE SALES DE AMONIO (CLORURO O SULFATO DE AMONIO). A ELEVADAS TEMPERATURAS, EL AMONIACO REACCIONA CON EL FORMALDEHÍDO LIBRE DE LA RESINA, LIBERANDO EL ÁCIDO CORRESPONDIENTE; EL CUAL A SU VEZ, ACTÚA COMO CATALIZADOR EN EL CURADO DE LA RESINA (E. PLATH, 1958). PA-

RA CONTROLAR LA ACCIÓN DE LAS SALES DE AMONIO Y NO HAYA PRECURADO A BAJAS TEMPERATURAS SE USA AMONIAO; EL CUAL, ACTÚA COMO UN RETARDANTE DE LA ACCIÓN DE LAS SALES DE AMONIO.

- EMULSIONES PARA REPELENCIA AL AGUA.- EL MÁS COMÚN DE LOS ADITIVOS USADOS PARA IMPARTIR REPELENCIA AL AGUA EN EL AGLOMERADO, ES LA EMULSIÓN DE PARAFINA. EL ALTO COSTO QUE REPRESENTABA EL USAR LAS CERAS COMO ADITIVOS, SE HA CONTRARESTADO MEDIANTE EL USO DE EMULSIONES DE CERAS EN AGUA. EL CONTENIDO MÁXIMO DE SÓLIDOS ES DE ALREDEDOR DEL 1%, SUFICIENTE PARA IMPARTIR CUALIDADES DE REPELENCIA AL AGUA EN EL AGLOMERADO.

- INHIBIDORES DEL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS.- CUANDO EN CASOS MUY ESPECIALES SE REQUIERA INHIBIDORES, SE DEBERÁ TOMAR EN CUENTA LA TOXICIDAD DEL PRODUCTO. LAS ELEVADAS TEMPERATURAS ALCANZADAS EN EL PENSADO EN CALIENTE, PUEDEN LIBERAR O CAUSAR LA VOLATILIZACIÓN DE PARTE DEL INHIBIENTE; PROVOCANDO PROBLEMAS DE ENVENENAMIENTO A LOS TRABAJADORES DE ESA ÁREA DE TRABAJO. EL INHIBIENTE MAYORMENTE USADO, ES EL PENTACLOROFENOL, EN PROPORCIONES NO MAYORES AL 2% CON RESPECTO A LA MADERA.

- RETARDANTES DEL FUEGO.- EN CASOS MUY PARTICULARES DE USO DE LOS AGLOMERADOS, SE REQUIERE UN TRATAMIENTO CON SUSTANCIAS RETARDANTES DEL FUEGO. EL TRATAMIENTO SE PUE

DE LLEVAR A CABO CON SUSTANCIAS TALES COMO FOSFATOS DE AMONIO, SULFATOS DE AMONIO, ÁCIDO BÓRICO O BORAX. EL TRATAMIENTO SE HACE POR LO GENERAL ANTES DE APLICAR LA RESINA; PUES - DE LO CONTRARIO, EL PROCESO DE SECADO DESPUÉS DE APLICAR LOS RETARDANTES CAUSARÍA PRECURADO EN LA RESINA, CON LO CUAL SE AFECTARÍA LA CALIDAD DEL PRODUCTO.

A CONTINUACIÓN, TENEMOS UN CASO TÍPICO DE UNA FORMULACIÓN DE RESINA CON ADITIVOS:

FORMULACION RESINA/ADITIVOS

RESINA	200 Kg.
AMONIACO	1"
EMULSIÓN DE CERA	10"
AGUA	21"
CATALIZADOR	18"

CON ESTA VISIÓN GENERAL DE LOS RECURSOS MADERABLES Y LAS RESINAS USADAS EN EL AGLOMERADO DE PARTÍCULAS, PODEMOS INICIAR LA DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EN SÍ. EL USO ADECUADO Y EFICIENTE DE LAS RESINAS SINTÉTICAS, SE TRATARÁ EN FORMA MÁS DETALLADA, AL REVISAR LAS VARIABLES QUE AFECTAN AL PROCESO - DE AGLOMERADO.

C A P I T U L O IV

PROCESO DE AGLOMERADO

4.1. DEFINICIONES.-

EXISTEN EN MÉXICO, DIFERENTES INDUSTRIAS RELACIONADAS CON EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS MADERABLES. DURANTE SU TRAYECTO POR ESTAS INDUSTRIAS, LA MADERA ESTÁ SUJETA A DIVERSOS Y DIFERENTES PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN. UN EJEMPLO LO TENEMOS, CUANDO SE LE UTILIZA COMO MATERIA PRIMA EN PROCESOS FÍSICOQUÍMICOS PARA LA ELABORACIÓN DE CELULOSA, CELULOSAS MODIFICADAS Y PAPEL. OTRO EJEMPLO, LO TENEMOS TAMBIÉN CUANDO SE LE UTILIZA CONSERVANDO ÍNTEGRAMENTE SU ESTRUCTURA FÍSICA, COMO EN EL CASO DE LAS INDUSTRIAS MUEBLERAS, DE CONSTRUCCIÓN Y DE TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA. EN ESTE ÚLTIMO CASO, LA MADERA QUE HA SIDO REDUCIDA A PEQUEÑAS PARTÍCULAS (DESINTEGRADA) EN LAS OTRAS INDUSTRIAS, ES REFORMADA (REINTEGRADA) EN UNA NUEVA ESTRUCTURA CONOCIDA COMO TABLERO DE MADERA AGLOMERADA.

DURANTE BASTANTE TIEMPO, HA EXISTIDO UNA CONFUSIÓN EN CUANTO A TERMINOLOGÍA Y PROCESOS UTILIZADOS PARA LA OBTENCIÓN DE TABLEROS DE MADERA. POR LO GENERAL, LA CONFUSIÓN ESTriba EN EL ORIGEN DE LA MATERIA PRIMA, TIPO DE AGLUTINANTE

(ADHESIVO) Y PROCESOS POR MEDIO DE LOS CUALES SE OBTIENE EL PRODUCTO TERMINAL. CADA PROCESO; COMO VEREMOS MÁS ADELANTE, ES ESPECÍFICO PARA CADA TIPO DE TABLERO EN PARTICULAR. COMO EL OBJETIVO DE ESTE TRABAJO SON LOS TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA; TRATAREMOS DE DEFINIR, ESTE Y LOS OTROS DOS TIPOS DE TABLEROS EXISTENTES. OBIAMENTE, PARA EVITAR CONFUSIONES -- CUANDO DISCUTAMOS DE LLENO EL QUE NOS INTERESA. TOMAREMOS -- EN CONSIDERACIÓN EXCLUSIVAMENTE LA MATERIA PRIMA UTILIZADA Y EL TIPO DE AGLUTINANTE (ADHESIVO) PARA DESCRIBIRLOS.

- TABLEROS CONTRACHAPADOS (TRIPLAY).- EN ESTE TIPO DE TABLERO, LA MATERIA PRIMA ES LA CHAPA DE MADERA; LA -- CUAL, ES IMPREGNADA CON UN ADHESIVO Y UNIDA POR LAMINACIÓN -- TERCIADA AL APLICÁRSELE PRESIÓN Y CALOR. LOS ADHESIVOS GENERALMENTE USADOS SON RESINAS UREA-FORMALDEHÍDO, UREA-MELAMINA -- FORMALDEHÍDO Y FENOL-FORMALDEHÍDO. LA MAGNITUD DE LA PRE-- SIÓN, TIEMPO Y TEMPERATURA DE PENSADO, DEPENDERÁ DE LAS CA-- RACTERÍSTICAS DESEADAS EN EL PRODUCTO TERMINAL.

- TABLEROS DE FIBRA (DENSIFICADOS Y NO DENSIFICADOS).- LA MATERIA PRIMA UTILIZADA PARA LOS TABLEROS DE FI-- BRA, ES PRÁCTICAMENTE LA MISMA QUE SE USA PARA LOS TABLEROS DE PARTÍCULA; DE AQUÍ, LA PRINCIPAL CAUSA DE CONFUSIÓN DE -- TÉRMINOS Y USOS ENTRE UNO Y OTRO. LA MATERIA PRIMA UTILIZA-- DA, SON TRONCOS, RAJAS, PUNTAS Y BRAZUELOS; LOS CUALES, SON REDUCIDOS A SU ESTRUCTURA DE "FIBRA". LA REDUCCIÓN, SE LLE--

VA A CABO YA SEA POR MEDIO DE MOLINOS DE DISCO O MEDIANTE - EL PROCESO MASONITE (EXPLOSIÓN). LA FORMACIÓN DEL COLCHÓN - (MAT FORMING O ALFOMBRADO), SE LLEVA A CABO TANTO EN HÚMEDO, COMO EN SECO. CUANDO LA FORMACIÓN DEL COLCHÓN SE LLEVA A CA BO EN HÚMEDO, EL AGLUTINANTE USADO ES LA PROPIA RESINA NATU- RAL DE LA MADERA (LIGNINA PRINCIPALMENTE). LA LIGNINA ES LI BERADA POR LA ELEVADA PRESIÓN Y TEMPERATURA DEL PROCESO. EN EL PROCESO EN SECO, SE USA UNA RESINA FENOL-FORMALDEHÍDO CO- MO AGLUTINANTE: LA CUAL, ES LA QUE LLEVA CASI ENTERAMENTE LA ACCIÓN ADHESIVA.

EXISTEN PROCESOS SEMIHÚMEDOS Y SEMISECOS; EN LOS - CUALES, SE HACEN COMBINACIONES DE RESINAS NATURALES Y SINTÉ- TICAS COMO AGLUTINANTES. INCLUSIVE EN EL PROCESO EN HÚMEDO, SE AGREGA EN OCASIONES RESINA SINTÉTICA, CON EL FIN DE MEJO- RAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PRODUCTO TERMINADO. EN -- LOS CASOS, EN LOS CUALES NO SE APLIQUE PRESIÓN; SE OBTENDRÁN LOS TABLEROS DE FIBRA PARA AISLAMIENTO. EN LOS CASOS EN QUE SE APLIQUE PRESIÓN Y TEMPERATURA ELEVADA, SE PODRÁN OBTENER PRODUCTOS DE BAJA, MEDIANA O ALTA DENSIDAD. AL IGUAL QUE EN EL TABLERO CONT²ACHAPADO; LAS CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO -- TERMINAL, DEPENDERÁN DE LA MAGNITUD DE LA PRESIÓN APLICADA, DE LOS TIEMPOS Y TEMPERATURAS DE PRENSADO.

- TABLEROS AGLOMERADOS.- COMO EL OBJETIVO DE ES- TE TRABAJO SON LOS TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA; EL GRUESO DE LA DISCUSIÓN SOBRE ESTE TEMA, ESTARÁ DADO EN LAS PÁGINAS

SIGUIENTES. LA MATERIA PRIMA PARA LOS TABLEROS DE MADERA -- AGLOMERADA, SON LOS TRONCOS, RAJAS Y PUNTAS RESIDUALES DEL -- ASTILLADO DE LA MADERA. TAMBIÉN SE UTILIZAN RAMAS, BRAZUE-- LOS E INCLUSIVE, SE HA USADO LA CORTEZA DEL ÁRBOL EN PROPOR-- CIONES INFERIORES AL 50% CON RELACIÓN A LA ASTILLA. EL PRO-- CESO SE LLEVA A CABO EXCLUSIVAMENTE EN SECO. LA RESINA SIN-- TÉTICA USADA, TAMBIÉN ES CASI EXCLUSIVAMENTE UREA-FORMALDEHÍ-- DO. SE HA INICIADO POR ALGUNOS FABRICANTES, EL USO DE RESI-- NAS FENOL-FORMALDEHÍDO PARA AGLOMERADOS DE ALTA DENSIDAD, EN LOS CUALES SE REQUIERE ALTA RESISTENCIA AL INTÉMPERISMO. LA MAGNITUD DE LA PRESIÓN APLICADA, LOS TIEMPOS DE PENSADO Y -- TEMPERATURA DE PENSADO, SUFREN LIGERAS VARIACIONES, DEPEN-- DIENDO DEL PRODUCTO TERMINAL DESEADO. POR LO GENERAL, EL -- PRODUCTO ES DE MEDIANA DENSIDAD; AUNQUE EN LA ACTUALIDAD, SE HA INICIADO LA FABRICACIÓN DE TABLEROS DE PARTÍCULA DE ALTA DENSIDAD, DEL TIPO DE LOS TABLEROS DE FIBRA.

EN LAS FIGURAS 1, 2 Y 3 SE PRESENTAN LOS DIAGRAMAS DE FLUJO PARA TABLEROS DE FIBRA Y TABLEROS DE MADERA AGLOME-- RADA (PARTÍCULA).

FIGURA 1

DIAGRAMA DE FLUJO PARA TABLEROS DE FIBRA

PROCESOS HUMEDO Y SEMIHUMEDO

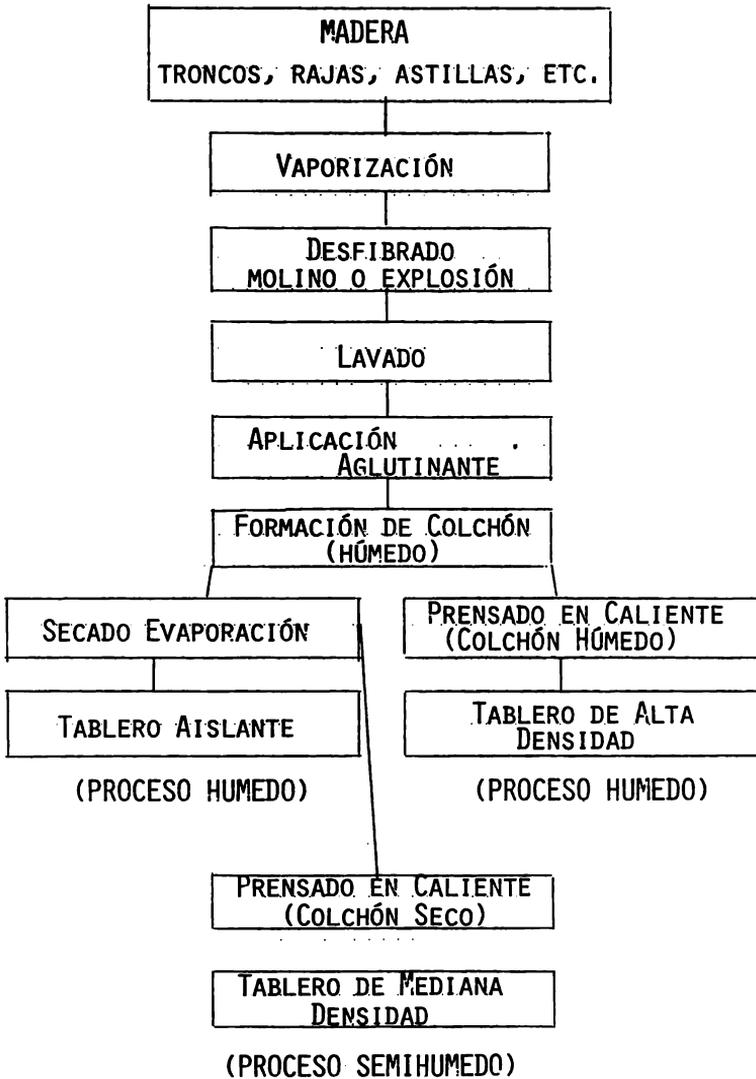


FIGURA 2

DIAGRAMA DE FLUJO PARA TABLEROS DE FIBRA

PROCESOS SECO Y SEMISECO

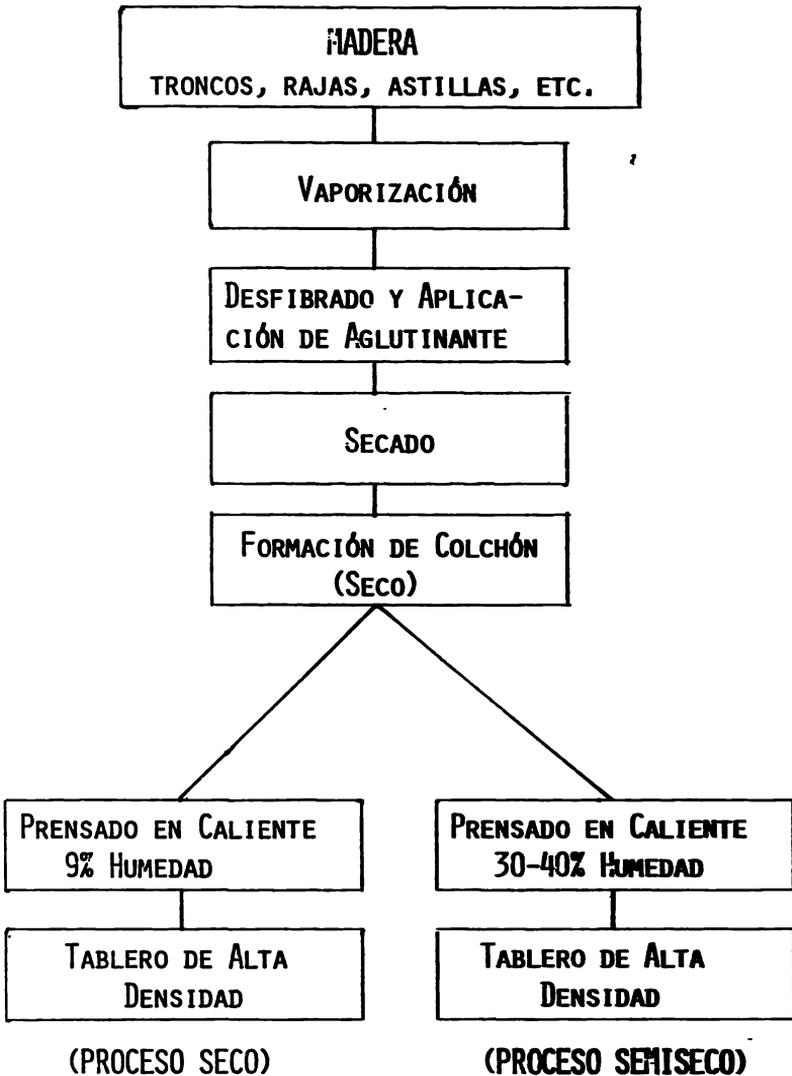
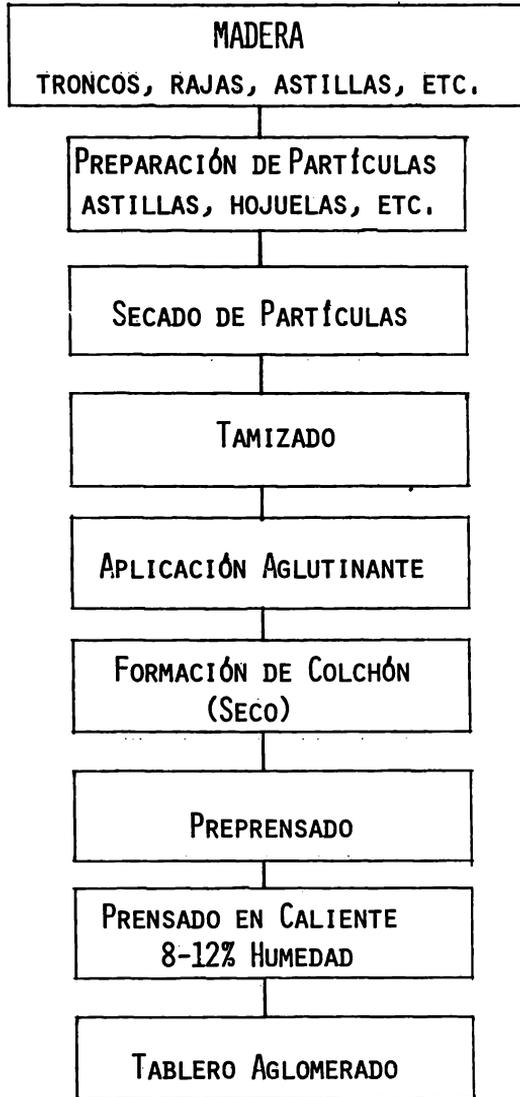


FIGURA 3

DIAGRAMA DE FLUJO PARA TABLERO AGLOMERADO

PROCESO SECO



(PROCESO SECO)

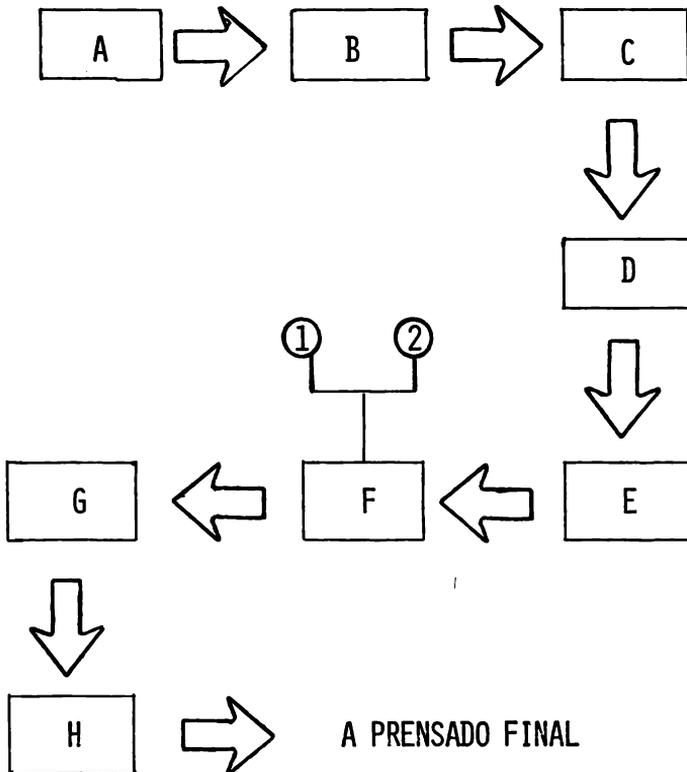
4.2.1. PROCESO DE AGLOMERADO.- AL IGUAL QUE EN LA MAYORÍA DE LAS INDUSTRIAS ACTUALES, LA INDUSTRIA DE LOS TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA, TIENDE A LA AUTOMATIZACIÓN DE SUS PROCESOS. ESTA TENDENCIA A LA AUTOMATIZACIÓN, NO ESTÁ DETERMINADA EXCLUSIVAMENTE POR LA ECONOMÍA; SINO QUE, EL PRINCIPAL OBJETIVO, ES EL MINIMIZAR EL EFECTO DEL ELEMENTO HUMANO; Y OBTENER ASÍ, PRODUCTOS CADA VEZ MÁS UNIFORMES EN PROPIEDADES MECÁNICAS. DEBIDO A ESTA CRECIENTE AUTOMATIZACIÓN EN LOS EQUIPOS PARA LAS NUEVAS INDUSTRIAS, NOS ENCONTRAMOS CON UNA GRAN VARIEDAD DE EQUIPOS EN OPERACIÓN: DESDE LOS MÁS ANTIGUOS, HASTA LOS MÁS MODERNOS. LA RESISTENCIA DE LOS PRODUCTORES PARA CAMBIAR EL EQUIPO ANTIGUO, SE BASA PRINCIPALMENTE EN EL ELEVADO COSTO DEL EQUIPO E INSTALACIONES SEMIAUTOMÁTICAS; ADEMÁS DE QUE, LOS RENDIMIENTOS OBTENIDOS CON EL VIEJO EQUIPO, AÚN SON COMPETITIVOS TANTO EN CALIDAD, COMO EN CANTIDAD DE PRODUCCIÓN. POR LO TANTO, HACER UNA DESCRIPCIÓN DE CADA UNO DE LOS PROCESOS EN USO EN LA ACTUALIDAD, QUEDARÍA FUERA DEL ALCANCE DE ESTE TRABAJO; POR LO QUE, ÚNICAMENTE HAREMOS UNA MENCIÓN GENERALIZADA DE LOS MÁS USADOS ACTUALMENTE.

4.2.2. OPERACIONES COMUNES A LOS PROCESOS.- POR REGLA GENERAL, LA MATERIA PRIMA PARA EL TABLERO DE MADERA AGLOMERADA, SE DESCARGA EN UN PATIO DE ALMACENAMIENTO. EN ESTE PATIO, SE TIENE POR SEPARADO LA MADERA EN FORMA DE TRONCOS, RAMAS, ASTILLAS, BRAZUELOS, HOJUELAS, VIRUTAS Y ASERRÍN. DEPENDIENDO DEL ESTADO EN QUE SE ENCUENTRE LA MATERIA PRIMA; ÉSTA, SE

IRÁ CARGANDO EN LOS DIFERENTES PASOS DEL PROCESO. COMUNMENTE, SE EMPIEZA DESDE LA CONVERSIÓN A ASTILLAS DE LOS TRONCOS Y RAMAS. EN LA FIGURA 4, SE DA UNA REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCESO TOTAL.

FIGURA 4

DIAGRAMA DE FLUJO PARA TABLERO AGLOMERADO

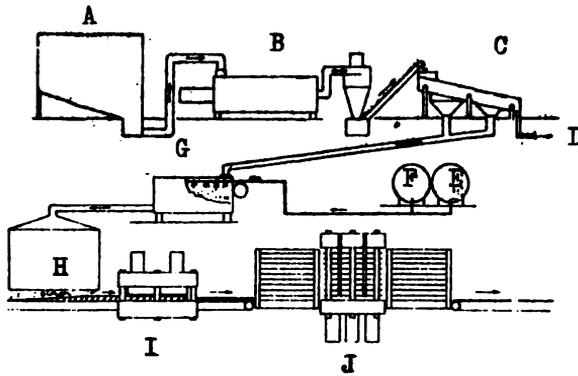


- A: CONVERSIÓN A ASTILLAS EN ASTILLADORA O TROZADORA
- B: REDUCCIÓN A PARTÍCULAS EN MOLINO DE MARTILLOS
- C: SECADO EN SECADOR ROTATORIO
- D: SEGUNDA REDUCCIÓN EN DESGARRADORA O MOLINO
- E: TAMIZADO PARA ELIMINACIÓN DE GRUESOS Y FINOS
- F: MEZCLA CON ADHESIVO Y ADITIVOS
- G: FORMACIÓN DE COLCHÓN
- H: PREPENSADO (EN FRÍO O CALIENTE)
- 1: DEPÓSITO CON RESINA
- 2: DEPÓSITO CON CERA

ALGUNOS DE LOS PASOS ANTERIORES DEL PROCESO, SERÁN TRATADOS CON MÁS DETALLES, EN LA PARTE CORRESPONDIENTE A VARIABLES DEL PROCESO. LAS FIGURAS SIGUIENTES, NOS PRESENTAN EQUIPOS USADOS EN EL PROCESO. LA FIGURA 5 REPRESENTA UNA -- PLANTA TÍPICA DE AGLOMERADO, POR PROCESO INTERMITENTE CON -- PLATOS MÚLTIPLES. LA FIGURA 6 REPRESENTA ESQUEMÁTICAMENTE, UNA FORMADORA DE COLCHÓN, CON TÉCNICA DE SEPARACIÓN DE PARTÍCULAS POR MEDIO DE AIRE.

FIGURA 5

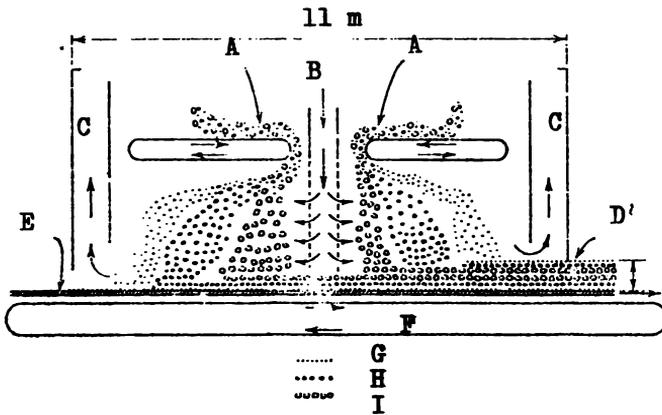
PLANTA DE AGLOMERADO



- A: ALMACENAMIENTO
- B: SECADO
- C: TAMIZADO
- D: RECHAZADOS
- E: RESINA
- F: CERA
- G: MEZCLADOR
- H: FORMACIÓN DE COLCHÓN
- I: PREPENSADO
- J: PRENSADO

FIGURA 6

FORMADORA DE COLCHON



- A: PARTÍCULAS MEZCLADAS
- B: ENTRADA DE AIRE
- C: SALIDA DE AIRE
- D: COLCHÓN TERMINADO
- E: PLANCHA DE METAL
- F: BANDA PARA PLANCHA DE METAL
- G: FINOS
- H: MEDIANOS
- I: GRUESOS

4.2.3. PROCESO INTERMITENTE (PRENSADO EN PLATOS),- ESTE PROCESO, ES EL MÁS USADO ACTUALMENTE, EN LA MAYORÍA DE LAS PLANTAS ALREDEDOR DEL MUNDO. COMO SU NOMBRE LO INDICA, ES UN PROCESO INTERMITENTE, EN EL CUAL SE PUEDE PRENSAR EL COLCHÓN CON UNO O VARIOS PLATOS (HASTA 30 PLATOS EN ALGUNOS EQUIPOS). ES DE GRAN VERSATILIDAD, EN COMPARACIÓN CON EL PROCESO CONTINUO. ALGUNAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS SON LAS SIGUIENTES:

- SE OBTIENEN TABLEROS EN LAS TRES DIFERENTES DENSIDADES POSIBLES: BAJA DENSIDAD 0,59 G.E., MEDIANA DENSIDAD 0,59-0,80 G.E. Y ALTA DENSIDAD 0,80 G.E.

- EL GRUESO DEL TABLERO, DEPENDERÁ DEL NÚMERO DE PLATOS DE LA PRENSADORA. EL RANGO VARÍA DESDE 2 MM HASTA 38 MM.

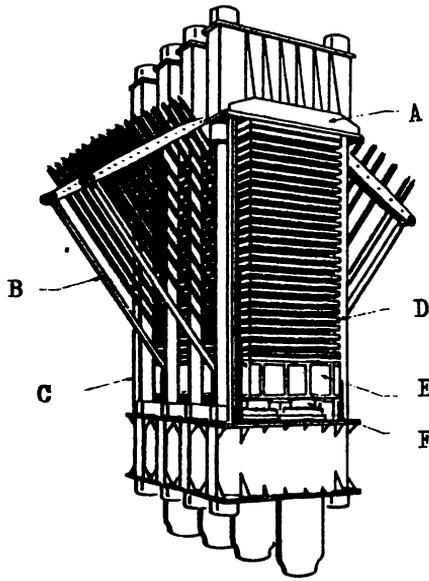
- LOS ANCHOS POSIBLES ESTÁN ENTRE 0,91-2,50 M.

- EL LARGO DEL TABLERO VARÍA ENTRE 1,83-10,0 M PARA PRENSAS DE PLATOS MÚLTIPLES, Y HASTA 20,96 M PARA PRENSAS DE PLATO SIMPLE.

LA FIGURA 7, ES UNA REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UNA PRENSADORA DE PLATOS MÚLTIPLES.

FIGURA 7

PRENSADORA DE PLATOS MULTIPLES



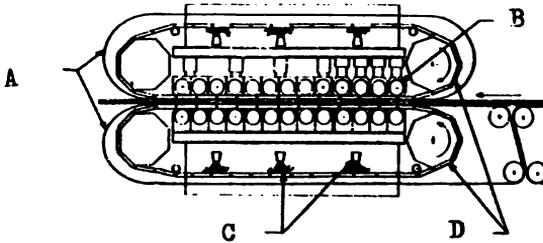
- A: PLATO TOPE O GUÍA
- B: BARRA DE PRENSADO SIMULTÁNEO
- C: COLUMNAS
- D: PLATOS
- E: PLATO MOVIBLE
- F: PLATO FIJO

4.2.4. PROCESO CONTINUO (PRENSADOR POR RODILLOS O BANDA), - ESTE PROCESO, SE APLICÓ POR PRIMERA VEZ EN INGLATERRA POR BARTREV, HACE POCO MÁS DE 25 AÑOS. CONSISTÍA ESENCIALMENTE, DE UN TAMBOR O RODILLO DE 3,05 M DE DIÁMETRO, EL CUAL PRODUÍA TABLEROS DE 1,27 M DE ANCHO A UN GROSOR "STANDARD". POSTERIORMENTE, MENDE HIZO ALGUNAS MODIFICACIONES, CON LO CUAL, LOGRÓ OBTENER TABLEROS DESDE 1,22 M HASTA 2,44 M DE ANCHO. ACTUALMENTE, SE CUENTA CON BANDAS, QUE HAN PASADO A SUSTITUIR A LOS RODILLOS DE LOS PRIMEROS EQUIPOS. ESTO HA DADO UNA MAYOR VERSATILIDAD A LAS DIMENSIONES OBTENIDAS EN EL PROCESO CONTINUO. A CONTINUACIÓN, SE ENUNCIAN ALGUNAS DE LAS CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES DEL PROCESO CONTINUO CON PRENSADO POR BANDAS:

- EL GROSOR DEL TABLERO PUEDE SER DESDE 6,4 MM EN ADELANTE.
- EL ANCHO FLUCTÚA ENTRE 1,22-2,44 M.
- LA VELOCIDAD DE LA LÍNEA DE PRENSADO VARÍA ENTRE 4,6-27,0 M/S; DEPENDIENDO DEL GROSOR DEL TABLERO.
- LA CANTIDAD DE RESINA PUEDE SER ENTRE 5-12%; DEPENDIENDO DE LA GEOMETRÍA DE LA PARTÍCULA Y LAS PROPIEDADES DESEADAS EN EL TABLERO.
- SE PUEDE OBTENER TABLEROS CON DENSIDADES DE HAS

FIGURA 8

PRENSADORA DE BANDA



- A: BANDAS DELGADAS DE ACERO
- B: RODILLOS PARA AJUSTE DE ESPESOR
- C: QUEMADORES DE GAS
- D: PLATOS SEGMENTADOS

TA 0.74 g.e. (TAMBIÉN DEPENDE DE LA GEOMETRÍA DE LA PARTÍCULA).

- LA TEMPERATURA DE PENSADO, DEPENDE DEL GROSOR DEL TABLERO Y DE LA VELOCIDAD DE LA LÍNEA DE PENSADO, EL RANGO MÁS USADO ESTÁ ENTRE 150-200°C.

LA FIGURA 8, ES UNA REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UNA PRESNA CON BANDA.

4.3.1. VARIABLES DEL PROCESO DE AGLOMERADO.- COMO TODO PRODUCTO COMERCIAL, LA MAYOR O MENOR DEMANDA DE TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA, DEPENDERÁ FUNDAMENTALMENTE DE TRES FACTORES: COSTO, CALIDAD Y DURABILIDAD. LA CONJUNCIÓN SIMULTÁNEA DE UN BAJO COSTO, ALTA CALIDAD Y LARGA DURACIÓN, DEPENDERÁ ESENCIALMENTE DEL CONTROL ADECUADO DE CADA UNA DE LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO.

LA EXTENSA VARIEDAD DE VARIABLES QUE AFECTAN, EN MAYOR O MENOR GRADO LAS PROPIEDADES, TANTO FÍSICAS, COMO QUÍMICAS DEL PRODUCTO, NOS IMPIDE EL HACER UNA DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CADA UNA DE ELLAS. SIN EMBARGO, PODEMOS HACER MENCIÓN DE ALGUNAS DE LAS MÁS IMPORTANTES: AGLUTINANTE (RESINA), TIPO DE MADERA (ESPECIES), GEOMETRÍA DE LA PARTÍCULA, DISTRIBUCIÓN DE LAS CAPAS DE PARTÍCULA Y ORIENTACIÓN DE LAS MISMAS, TIPOS DE ADITIVOS, HUMEDAD DE LAS PARTÍCULAS, MAGNITUD Y TIEMPO DE PENSADO, TEMPERATURA DE PENSADO, DENSIDAD

DE LA MADERA, ETC. OBTIENIENDO, ASÍ, UNA GRAN INTERDEPENDENCIA ENTRE TODAS Y CADA UNA DE ESTAS VARIABLES; DE TAL FORMA, QUE LA MANIPULACIÓN Y CONTROL EN LAS LÍNEAS DEL PROCESO, ESTARÁ SUJETA AL CONOCIMIENTO DEL GRADO DE DEPENDENCIA ENTRE UNA Y OTRA VARIABLE. A CONTINUACIÓN, HAREMOS UNA BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES MÁS IMPORTANTES Y SU INTERDEPENDENCIA ENTRE ELLAS MISMAS.

4.3.2. AGLUTINANTE (RESINA).- ACTUALMENTE EL AGLUTINANTE MÁS USADO POR LA MAYORÍA DE LAS PLANTAS DE AGLOMERADOS (90% DE LOS FABRICANTES), ES LA RESINA UREA-FORMALDEHÍDO LÍQUIDA. LOS PORCENTAJES USADOS, VAN DE 6-10%, CON RESPECTO A LA MADERA SECADA AL HORNO.

LA SIGUEN EN ORDEN DE IMPORTANCIA LAS RESINAS FENOL-FORMALDEHÍDO LÍQUIDAS, EN CANTIDADES DE 5-7%, TAMBIÉN EN RELACIÓN A LA MADERA SECA. POR ÚLTIMO, LAS RESINAS FENOL-FORMALDEHÍDO EN POLVO, EN PORCENTAJES QUE VARIAN ENTRE 1.5-5.0%. LA ELECCIÓN DE LA RESINA ADECUADA, PARA CADA TIPO DE AGLOMERADO EN PARTICULAR, SE BASA EN EL USO PARA EL CUAL SE DESTINARÁ EL TABLERO. POR EJEMPLO; PARA TABLEROS DE USO EN INTERIORES, ES COMÚN EL SELECCIONAR UNA RESINA UREA-FORMALDEHÍDO LÍQUIDA. PARA TABLEROS DE USO EXTERIOR, EN LOS CUALES SE REQUIERE MAYOR RESISTENCIA AL INTEMPERISMO, SE USAN LAS RESINAS FENOL-FORMALDEHÍDO, YA SEA LÍQUIDAS O EN POLVO,

LA IMPORTANCIA EN LA SELECCIÓN DEL AGLUTINANTE ADE

CUADO, NO ESTRIBA, ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE EN EL FACTOR COSTOS (30-60% EN COSTOS DIRECTOS DE MANUFACTURA EN ALGUNAS PLANTAS); SINO QUE ADEMÁS, SE TOMA EN CONSIDERACIÓN LA INTERDEPENDENCIA QUE EXISTE ENTRE LA RESINA Y LAS DEMÁS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN. CADA PLANTA EN PARTICULAR, ESTABLECE LOS RANGOS DE VARIACIÓN DE CADA UNA DE LAS VARIABLES ASOCIADAS CON UN DESEMPEÑO EFICIENTE DE LA RESINA COMO AGLUTINANTE. ESTO SE HACE, CON EL FIN DE EVITAR QUE SUS COSTOS DE OPERACIÓN REPERCUTAN NEGATIVAMENTE EN EL COSTO DEL PRODUCTO TERMINAL.

ENTRE LAS VARIABLES QUE ESTÁN ÍNTIMAMENTE LIGADAS AL ÓPTIMO FUNCIONAMIENTO DE LA RESINA, TENEMOS LA GEOMETRÍA DE LA PARTÍCULA, CONTENIDO DE HUMEDAD Y LOS TIEMPOS Y TEMPERATURAS DE PENSADO. A CONTINUACIÓN, DAREMOS ALGUNAS DE LAS OBSERVACIONES FUNDAMENTALES PARA EL CONTROL DE ESTAS VARIABLES, ASÍ COMO LAS CONDICIONES DE MANEJO DE LA RESINA.

- CONDICIONES DE MANEJO DE LA RESINA.- DEBIDO AL CORTO TIEMPO DE VIDA DE LAS RESINAS LÍQUIDAS, SE HACE INDISPENSABLE UN MANEJO ADECUADO, QUE GARANTICE LA MÍNIMA VARIACIÓN POSIBLE, EN LAS ESPECIFICACIONES REQUERIDAS EN LA RESINA ANTES DE ENTRAR A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN. SE RECOMIENDA UTILIZAR LA RESINA ANTES DE QUE LLEGUE A LAS DOS SEMANAS DE ENVEJECIMIENTO. LA TEMPERATURA IDEAL DE ALMACENAMIENTO ES DE 16°C; DE ESTE MODO, SE RETARDA EL PROCESO DE ENVEJECIMIENT

TO, AL MISMO TIEMPO QUE SE EVITA UN AUMENTO EN LA VISCOSIDAD, QUE PUDIERA CAUSAR PROBLEMAS DE MANEJO AL BOMBPEARLA A LOS -- TANQUES DE MEZCLADO. NO DEBE OLVIDARSE, QUE LA RESINA DEBERÁ SER CALENTADA A UNA TEMPERATURA DE APROXIMADAMENTE 27-41°C ANTES DE SER ROCIADA SOBRE LAS PARTÍCULAS; CON ESTO, AYUDAMOS A QUE EL TAMAÑO DE LA GOTA DE ROCÍO, QUEDE DENTRO DEL -- RANGO ESTABLECIDO COMO ÓPTIMO, PARA UNA MÁXIMA EFICIENCIA DE ROCIADO. LA TEMPERATURA DEPENDERÁ A SU VEZ, DEL SISTEMA DE ROCIADO QUE SE UTILICE; LO CUAL, PUEDE SER POR MEDIO DE AIRE A PRESIÓN (20-60 PSI), PRESIÓN HIDRÁULICA (600-800 PSI) O -- POR MEDIO DE DISCO O DISTRIBUCIÓN CENTRÍFUGA.

LAS VENTAJAS QUE REPRESENTA EL USAR UNA RESINA SÓLIDA, CONSISTEN EN QUE SE EVITA EN OCASIONES LA NECESIDAD DE SECADO DE LA MADERA; EVITÁNDOSE DE ESTE MODO, LA PROBABILIDAD DE INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN EN EL SECADOR. ADEMÁS DE QUE EL TIEMPO DE VIDA DE UNA RESINA SÓLIDA ES MUCHO MAYOR QUE EL DE LAS LÍQUIDAS.

- AGLUTINANTE/GEOMETRÍA DE LA PARTÍCULA.- EXISTEN DOS FACTORES BÁSICOS, QUE DEPENDEN DIRECTAMENTE DE LA -- GEOMETRÍA DE LA PARTÍCULA, Y QUE SE DEBERÁN CONSIDERAR PARA LOGRAR LA MÁXIMA EFICIENCIA EN LA IMPREGNACIÓN DE LA RESINA A LAS PARTÍCULAS DE MADERA POR AGLOMERAR: UNO ES LA FINURA O DIMENSIONES DEL ROCIADO, Y EL OTRO, EL TIEMPO DE ROCIADO. ACTUALMENTE, EXISTEN DOS TIPOS DE IMPREGNACIÓN PRINCIPALES:

IMPREGNACIÓN POR MEDIO DE ROCIO DE PEQUEÑAS GOTITAS SOBRE LA SUPERFICIE DE LA PARTÍCULA E IMPREGNACIÓN MEDIANTE LA FORMACIÓN DE UNA PELÍCULA FINÍSIMA SOBRE LA PARTÍCULA. LA IMPREGNACIÓN MEDIANTE FORMACIÓN DE GOTAS PEQUEÑAS, ES EL MÉTODO -- MÁS ACEPTADO EN LA ACTUALIDAD; PRINCIPALMENTE, DEBIDO A QUE REPRESENTA MENOS COSTO EN RESINA Y ADITIVOS, HASTA AQUÍ, PODEMOS OBSERVAR QUE CADA PLANTA ELIGE EL TIEMPO DE ROCIADO Y LAS DIMENSIONES DE LA GOTA DE ROCIO, DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS DE LA RESINA. DE TAL MODO, QUE OBTENGA LA --- MÁXIMA EFICIENCIA, Y CADA PARTÍCULA TENGA ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE LA CANTIDAD DE RESINA Y/O ADITIVOS NECESARIOS PARA UN BUEN AGLUTINAMIENTO,

HAY QUE HACER NOTAR, QUE A MAYOR ÁREA DE CONTACTO EN LAS PARTÍCULAS, HABRÁ MAYOR CONSUMO DE RESINA; A MENOR -- ÁREA DE CONTACTO, MENOR CONSUMO DE RESINA. PARA EL CASO EN EL CUAL, UNA PLANTA FABRIQUE ÚNICAMENTE AGLOMERADOS HOMOGÉ-- NEOS; PODEMOS ASEGURAR, EL MISMO CONTENIDO DE RESINA EN LA - SUPERFICIE DE TODAS LAS PARTÍCULAS. PARA EL CASO DE PLANTAS QUE PRODUCEN AGLOMERADOS DE DOS O MÁS CAPAS, SE DEBERÁ BUS-- CAR LOS MECANISMOS ADECUADOS, QUE ASEGUREN LA DISTRIBUCIÓN - DE RESINA NECESARIA, PARA CADA CAPA EN PARTICULAR. POR EJEM-- PLO, PARA AGLOMERADOS DE PARTÍCULAS GRUESAS EN EL CENTRO Y - PARTÍCULAS FINAS EN LA SUPERFICIE, SE DEBE CONSIDERAR LA NE-- CESIDAD DE APLICAR MAYOR CANTIDAD DE RESINA A LAS PARTÍCULAS FINAS, QUE IRÁN EN LAS CARAS DEL AGLOMERADO. ESTO ES DEBIDO,

A QUE POR SU TAMAÑO, TENDRÁN MAYOR ÁREA ESPECÍFICA. OBVIAMENTE, ESTE EXCESO DE RESINA PROVOCA A SU VEZ, UN MAYOR CONTENIDO DE HUMEDAD; LO CUAL, AYUDA A LA DENSIFICACIÓN APROPIADA DE LAS CARAS. LAS PARTÍCULAS GRUESAS, QUE VAN EN EL CENTRO (CORAZÓN) DEL AGLOMERADO, REQUIEREN MENOR CANTIDAD DE RESINA, DEBIDO A SU MENOR ÁREA ESPECÍFICA,

- AGLUTINANTE/HUMEDAD DE LA PARTÍCULA,- LA IMPORTANCIA DE MANTENER LA HUMEDAD DE LA MADERA, DENTRO DE LÍMITES RÍGIDAMENTE FIJADOS, SE DEBE A QUE UN EXCESIVO CONTENIDO DE HUMEDAD, PROVOCA UN CURADO INADECUADO DE LA RESINA. ESTE INADECUADO CURADO DE LA RESINA; CONTRIBUIRÁ A SU VEZ, A LOS PROBLEMAS DE AMPOLLAMIENTO Y DELAMINADO EN EL AGLOMERADO, OCASIONADOS POR LA EVAPORACIÓN EXCESIVA DE HUMEDAD DURANTE EL PRENSADO.

- AGLUTINANTE/VARIACIÓN DE TEMPERATURA,- LA TEMPERATURA DE SALIDA DE LAS PARTÍCULAS EN EL SECADOR, ES DE VITAL IMPORTANCIA, PARA UN ÓPTIMO FUNCIONAMIENTO DE LA RESINA. CUANDO LAS PARTÍCULAS LLEGAN AL TAMBOR DE ROCIADO A TEMPERATURAS MUY ELEVADAS, PROVOCAN EVAPORACIÓN EN EL AGUA DE DILUCIÓN DE LA RESINA. ESTO A SU VEZ, PROVOCA UNA DISMINUCIÓN EN LA ADHESIVIDAD DE LA RESINA; ADEMÁS DE QUE, AUMENTA LA PÉRDIDA DE RESINA POR PENETRACIÓN EN LAS PARTÍCULAS. INCLUSIVE, EN ALGUNOS CASOS, OCURRE EL PRECURADO DE LA RESINA, POR TODO ÉSTO, SE SUGIERE UNA TEMPERATURA INFERIOR A LOS ---

38°C PARA LAS PARTÍCULAS, ANTES DE ENTRAR AL TAMBOR DE ROCIA DO, EN DONDE SE IMPREGNAN DE RESINA Y ADITIVOS. PARA LOS CASOS, EN LOS CUALES, SE DA UN PREPENSADO DESPUÉS DE LA FORMACIÓN DEL COLCHÓN, TAMBIÉN SE SUGIERE CONTROLAR LA TEMPERATURA, PARA EVITAR EL PRECURADO DE LA RESINA.

4.3.3. GEOMETRÍA DE LA PARTÍCULA.- LA MAYORÍA DE LOS FABRICANTES DE TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA, CONSIDERAN LA GEOMETRÍA DE LA PARTÍCULA, COMO LA VARIABLE MÁS IMPORTANTE, EN CUANTO A PROPIEDADES MECÁNICAS DEL PRODUCTO TERMINADO. YA HABIAMOS MENCIONADO, QUE LA OBTENCIÓN DE LA MÁXIMA EFICIENCIA DE LA RESINA, DEPENDERÁ TANTO DE LA FORMA GEOMÉTRICA DE LA PARTÍCULA, COMO DEL BUEN ESTADO SUPERFICIAL DE LA MISMA (QUE NO EXISTA DAÑO EN LA ESTRUCTURA FIBROSA SUPERFICIAL DE LA PARTÍCULA). ENTRE LAS ESPECIFICACIONES FINALES QUE DEPENDEN DIRECTAMENTE DE LA GEOMETRÍA DE LA PARTÍCULA, TENEMOS LAS SIGUIENTES:

- PROPIEDADES MECÁNICAS.- MÓDULO DE RUPTURA, MÓDULO DE ELASTICIDAD, RESISTENCIA INTERNA, EXPANSIÓN LINEAL, RESISTENCIA A LA EXTRACCIÓN DE TORNILLOS Y DUREZA.

- CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES.- GRADO DE ASPEREZA DE LA SUPERFICIE Y LADOS; LOS CUALES, INFLUYEN EN LOS TRATAMIENTOS POSTERIORES COMO SON LAMINADOS DECORATIVOS, PINTADO, ADHESIVIDAD EN LA LAMINACIÓN TERCIA DA, ETC.

- **ABSORCIÓN DE AGUA,**- DEPENDIENDO DEL TIPO DE PARTICULA Y EL TIPO DE MADERA, SE TENDRÁN DIFERENTES CAPACIDADES DE ABSORCIÓN DE AGUA; LA CUAL, AFECTARÁ LAS PROPIEDADES MECÁNICAS. EL EFECTO TIENE LUGAR TANTO DURANTE EL PROCESO DE FABRICACIÓN, COMO EN EL PRODUCTO TERMINADO. ACTUALMENTE, EL 84.6% DE LA MADERA USADA PARA AGLOMERADOS, CORRESPONDE A MADERAS SUAVES, EL RESTANTE 15.4% A MADERAS DURAS.

- **FACILIDAD DE MAQUINADO,**- DEPENDIENDO DEL TIPO DE MADERA Y GEOMETRÍA DE LA PARTICULA, SE FACILITARÁN LAS OPERACIONES DE LIJADO, CORTADO Y TERMINADO DE CANTOS. LA FACILIDAD DE MAQUINADO AFECTA DIRECTAMENTE LA DURACIÓN DE LA HERRAMIENTA, TANTO EN LA PLANTA, COMO EN LOS USOS PARA LOS CUALES SE DESTINA EL PRODUCTO.

UNA VEZ QUE EL FABRICANTE, DETERMINA LAS CARACTERÍSTICAS QUE DESEA EN EL PRODUCTO TERMINADO; ELIGE TAMBIÉN, EL TIPO DE PARTICULA ADECUADO. PUEDE USAR UN SOLO TIPO DE PARTICULA, COMO EN EL AGLOMERADO HOMOGÉNEO. TAMBIÉN, PUEDE ELEGIR UN AGLOMERADO EN CAPAS; EN EL CUAL, LAS PARTICULAS GRUESAS VAN EN EL CENTRO (CORAZÓN) DEL AGLOMERADO Y LAS MÁS FINAS, SE DISTRIBUYEN UNIFORMEMENTE HACIA LAS CARAS DEL MISMO.

DESAFORTUNADAMENTE, LOS RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES SOBRE EL EFECTO DE LA GEOMETRÍA DE LA PARTICULA EN

EL AGLOMERADO; ES CONSIDERADO POR ALGUNOS FABRICANTES, COMO UN SECRETO EN EL ARTE DE FABRICAR TABLEROS. SI A ÉSTO AUNAMOS EL GRADO DE INTERDEPENDENCIA QUE EXISTE CON LAS DEMÁS VARIABLES, NOTAREMOS EL POR QUÉ DE LA COMPLEJIDAD Y CONFUSIÓN QUE EXISTE AL RESPECTO. ALGUNOS DATOS AISLADOS, LOS CUALES, SE EXPONEN A CONTINUACIÓN, SE HAN OBTENIDO EN FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIA, COMO EL FOREST PRODUCTS JOURNAL:

- SE HA DEMOSTRADO, QUE EN ALGUNOS TIPOS DE AGLOMERADO, SE OBTIENEN PRODUCTOS DE MEJOR CALIDAD CON PARTICULAS DEL TIPO ASTILLA, QUE CON CUALQUIER OTRO TIPO DE PARTICULA (P.E. HOJUELAS, VIRUTAS, ASERRÍN),

- POR LO GENERAL, LA ASTILLA PRODUCE AGLOMERADOS CON MAYOR ADHESIVIDAD, DUREZA Y ESTABILIDAD LINEAL,

- LA ADHESIVIDAD Y DUREZA DEL AGLOMERADO, AUMENTA CONFORME AUMENTA EL LARGO DE LA ASTILLA (HASTA UN LÍMITE),

- PARA AGLOMERADOS DE BAJA Y MEDIANA DENSIDAD, LA ADHESIVIDAD Y DUREZA DEL AGLOMERADO, AUMENTA CONFORME AUMENTA EL GROSOR DE LA ASTILLA (HASTA UN LÍMITE DETERMINADO),

- TANTO LAS ASTILLAS, COMO LAS HOJUELAS, TIENEN CASI LA MISMA RESISTENCIA A LA EXTRACCIÓN DE TORNILLOS, CUANDO SE AGLOMERAN A UNA DENSIDAD SIMILAR,

4,3,4. CONTENIDO DE HUMEDAD,- EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL COLCHÓN ANTES DE ENTRAR A LAS PRENSAS, DEBERÁ ESTAR ENTRE -- 7-11%. LA IMPORTANCIA EN EL CONTROL DE LA CANTIDAD DE AGUA QUE LLEVE EL COLCHÓN; ESTRIBA FUNDAMENTALMENTE, EN EL HECHO DE QUE LA MAYORÍA DE ESTA AGUA SE TRANSFORMARÁ EN VAPOR, AL ENTRAR EN CONTACTO CON LAS PLANCHAS CALIENTES. ESTE VAPOR, DESARROLLA UNA PRESIÓN DENTRO DEL COLCHÓN; LO CUAL A SU VEZ, PUEDE CAUSAR PROBLEMAS DE AMPOLLAMIENTO O DELAMINADO, SI NO ES ELIMINADO ANTES DE QUE LAS PRENSAS SEAN ABIERTAS, DESPUÉS DEL PRENSADO.

LA HUMEDAD QUE CONTIENE EL COLCHÓN, NO PROVIENE EXCLUSIVAMENTE DE LA MADERA; SINO TAMBIÉN, LA QUE CONTIENE LA RESINA Y LOS ADITIVOS EXTERNOS, QUE SE APLICAN A LAS PARTÍCULAS ANTES DE LA FORMACIÓN DEL COLCHÓN. LO MÁS COMÚN, ES QUE LA RESINA SEA MEZCLADA CON CERA Y CATALIZADORES EXTERNOS, ANTES DE APLICARSE A LAS PARTÍCULAS DE MADERA. OBTIVAMENTE, ÉSO PROVOCA UN DECREMENTO EN LA CANTIDAD TOTAL DE SÓLIDOS DE LA MEZCLA RESINA/ADITIVOS; POR LO CUAL, SE RECOMIENDA TOMAR EN CONSIDERACIÓN ESTE AUMENTO DE HUMEDAD, PARA EVITAR UNA EXCESIVA CONVERSIÓN DE AGUA A VAPOR.

ESENCIALMENTE, LA FUNCIÓN DEL VAPOR ES LA DE ACTUAR COMO UN PLATIFICANTE. EL VAPOR AYUDA EN LA TRANSMISIÓN DE CALOR HACIA EL CENTRO (CORAZÓN) DEL AGLOMERADO; LO CUAL, DISMINUYE EL TIEMPO DE PRENSADO, ES POR ESTA RAZÓN, QUE EN

LA MAYORÍA DE LOS CASOS DE AGLOMERADO DE VARIAS CAPAS; LAS CAPAS SUPERFICIALES, DE MAYOR FINURA, TIENEN UN CONTENIDO MAYOR DE HUMEDAD. ÉSTA HUMEDAD EN LA SUPERFICIE, ES LA QUE -- PRIMERO SE TRANSFORMA EN VAPOR AL CONTACTO CON LAS PLACAS DE LA PRENSA; PLASTIFICANDO ASÍ, LAS PELÍCULAS SUPERFICIALES Y AYUDANDO EN LA DENSIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE. POSTERIORMENTE, ESTE VAPOR AYUDA EN LA TRANSMISIÓN DE CALOR HACIA EL CORAZÓN DEL AGLOMERADO.

HAY QUE HACER NOTAR, QUE CUANDO LAS PARTÍCULAS TIENEN HUMEDAD EXCESIVA DESPUÉS DEL ROCIADO, LA FORMACIÓN DEL COLCHÓN, PRESENTARÁ MAYOR DIFICULTAD, DEBIDO A QUE LAS PARTÍCULAS MÁS PEQUEÑAS, TENDERÁN A ADHERIRSE A LAS MÁS GRANDES.

4.3.5. TIEMPO DE PRENSADO.- EL TIEMPO DE PRENSADO EN EL AGLOMERADO DE MADERA, DEPENDERÁ DE LAS ESPECIFICACIONES DE GROSOR Y DENSIDAD DESEADAS PARA EL PRODUCTO TERMINADO. DEBEMOS HACER NOTAR, QUE DURANTE EL PROCESO EXISTE UNA RELACIÓN DIRECTA ENTRE LOS TIEMPOS DE PRENSADO Y LA TEMPERATURA DE PRENSADO. CUALQUIER MODIFICACIÓN EN UNA DE ESTAS VARIABLES, DEBERÁ TOMAR EN CONSIDERACIÓN LOS EFECTOS PRODUCIDOS SOBRE EL PRODUCTO TERMINADO. ALGUNOS DE LOS PUNTOS MÁS IMPORTANTES, SON CONSIDERADOS A CONTINUACIÓN,

- LA DENSIDAD DE LA MADERA, DEBERÁ TOMARSE EN CUENTA, COMO UN FACTOR QUE DETERMINARÁ LA MAGNITUD DE LA PRE

SIÓN POR APLICARSE EN LAS PLANCHAS. POR EJEMPLO, CUANDO SE USAN ASTILLAS DE MADERA DE ALTA DENSIDAD (MADERAS DURAS) PARA FABRICAR TABLEROS DE MEDIANA DENSIDAD; SE NOTARÁ, QUE SE REQUIERE UNA MAGNITUD DE PRESIÓN BAJA, PARA CONSOLIDAR AL -- AGLOMERADO. ESTO TRAERÁ COMO CONSECUENCIA, QUE LAS PARTÍCULAS DE LOS CANTOS DEL TABLERO, NO TENGAN EL CONTACTO REQUERIDO; CAUSANDO A SU VEZ, UN AGLUTINAMIENTO DÉBIL, QUE PUEDE -- PROVOCAR PROBLEMAS EN EL MAQUINADO POSTERIOR.

- SE RECOMIENDA, QUE LA DENSIDAD DE LA MADERA ELEGIDA, SEA SIEMPRE MENOR A LA DESEADA EN EL TABLERO TERMINADO.

- EL TIEMPO DE PENSADO DEPENDERÁ SIEMPRE DEL GROSOR DEL TABLERO TERMINADO. POR LO GENERAL, LOS TABLEROS DELGADOS REQUIEREN UN TIEMPO MENOR QUE LOS MÁS GRUESOS;

- POR LO GENERAL, LAS PRENSAS DE UN SOLO PLATO, REQUIEREN UNA RESINA ALTAMENTE CATALIZADA, PARA CONTRARRESTAR EL DEFECTO DE FABRICAR UN SOLO TABLERO EN CADA OCASIÓN. DEBERÁ MANTENERSE EN MENTE, QUE LA UTILIZACIÓN DE CATALIZADORES EXTERNOS, SÓLO ES RECOMENDABLE CUANDO SE REQUIERE ACORTAR EL TIEMPO DE PENSADO.

- SE HA OBSERVADO, QUE LOS TIEMPOS LENTOS DE PENSADO, CAUSAN UN DECREMENTO EN LA DENSIDAD SUPERFICIAL Y UN AUMENTO, EN LA DENSIDAD DEL CORAZÓN (CENTRO) DEL AGLOMERADO.

- LAS RESINAS FENÓLICAS REQUIEREN MAYORES TIEMPOS DE PRENSADO, EN COMPARACIÓN CON LAS DE UREA. POR EJEMPLO, - UN TABLERO DE 19 MM DE GROSOR, PUEDE SER CONSOLIDADO EN 4-6 MINUTOS A TEMPERATURAS DE 150-190°C CON UNA RESINA DE UREA. EN CAMBIO, PARA UNA RESINA FENÓLICA, SE REQUERIRÁ DE UN TIEMPO MAYOR; O EN SU DEFECTO, INCREMENTAR LA TEMPERATURA DE --- PRENSADO.

CAPITULO V

TENDENCIAS ACTUALES

5.1. MERCADO DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN.-

LOS TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA, TABLEROS CONTRA CHAPADOS (TRIPLAY) Y TABLEROS DE FIBRA, SON PRODUCTOS COMPETITIVOS ENTRE SÍ, Y CONTRA LA MADERA ASERRADA EN ALGUNOS MERCADOS. A CONTINUACIÓN, ENUMERAREMOS ALGUNOS DE LOS USOS MÁS IMPORTANTES EN LAS DIFERENTES INDUSTRIAS:

- INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.- CIMBRA, RECUBRIMIENTO DE MUROS, LAMBRINES, PLAFONES, DIVISIÓN DE HABITACIONES, ENTREPISOS, CLOSETS, PUERTAS, GABINETES, ETC.

- INDUSTRIA MUEBLERA.- COMEDORES, CONSOLAS, RECAMARAS, SALAS, LIBREROS, MESAS DE COCINA Y BILLAR, ESCRITORIOS, COCINAS INTEGRALES, ETC.

INDUSTRIA DE EMPAQUES Y EMBALAJES.- INTERIORES DE CARROS DE FERROCARRIL, REMOLQUES, BOTES, ETC.

DEBIDO A QUE LOS TRES TIPOS DE TABLEROS, COMPITEN ENTRE SÍ EN EL MISMO MERCADO, SE HA CREADO UNA INTERDEPENDEN

CIA ENTRE ELLOS, EN CUANTO A DEMANDA Y VOLUMEN DE PRODUCCIÓN. POR LO TANTO, LA DISCUSIÓN ENFOCARÁ LA PRODUCCIÓN Y PERSPECTIVAS DEL TABLERO AGLOMERADO; PERO TOMANDO COMO MARCO DE REFERENCIA, EL MERCADO DE LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS Y DE FIBRA.

HASTA EL AÑO DE 1978, LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS, CONSTITUÍAN EL PRODUCTO COMPETITIVO MÁS IMPORTANTE DE LA MADERA ASERRADA EN MÉXICO. ESTO SE PUEDE OBSERVAR, EN LA TABLA 3, QUE SE MUESTRA A CONTINUACIÓN:

T A B L A 3

CAPACIDAD INSTALADA Y PRODUCCIÓN DE TABLEROS EN 1978

PRODUCTO	CAPACIDAD INSTALADA	PRODUCCION
TABLERO CONTRACHAPADO	294.0	187.5
TABLERO AGLOMERADO	255.4	161.9
TABLERO DE FIBRA	35.0	28.2

UNIDAD: MILES DE M³

FUENTE: ASOC. NAL. DE FABR. DE TABLEROS DE MADERA, A. C.;
(ANAFATA), MÉXICO, D. F. (1979).

COMO SE PUEDE APRECIAR EN LA TABLA 3, LAS INDUSTRIAS DE LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS Y TABLEROS AGLOMERADOS, TRABAJARON A UN 64% DE SU CAPACIDAD INSTALADA. EN TANTO, LA INDUSTRIA DE LOS TABLEROS DE FIBRA, TRABAJÓ A UN 81% DE SU CAPACIDAD INSTALADA.

DEBIDO AL INCREMENTO EN LOS PRECIOS DE LA MADERA PARA TABLEROS CONTRACHAPADOS; A PARTIR DE 1970, EL TABLERO AGLOMERADO HA IDO SUSTITUYÉNDOLO EN ALGUNOS DE LOS MERCADOS QUE ANTES LE ERAN EXCLUSIVOS. ESTE CAMBIO, OCURRIÓ PRIMERO A NIVEL MUNDIAL, TAL Y COMO SE PUEDE OBSERVAR EN LA TABLA 4.

DE ACUERDO CON LA TABLA 4, LOS TABLEROS AGLOMERADOS, HAN IDO EMPAREJÁNDOSE EN VOLUMEN DE PRODUCCIÓN, A LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS. EN ESTIMACIONES HECHAS POR LA FAO, SE CONSIDERA QUE PARA 1980-85, LA PRODUCCIÓN A NIVEL MUNDIAL DE TABLEROS AGLOMERADOS, HABLÁ SUPERADO A LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS. OBTIENIENDO; TAL CONSIDERACIÓN, SE BASA EN LA SUPOSICIÓN DE QUE CONTINUARÁ LA ACTUAL TASA DE CRECIMIENTO ANUAL.

PARA 1990, LA FAO ESTIMA QUE EL VOLUMEN TOTAL DE TABLEROS (AGLOMERADOS, CONTRACHAPADOS Y DE FIBRA), IGUALE EL VOLUMEN TOTAL DE MADERA ASERRADA A NIVEL MUNDIAL. ACTUALMENTE EN LOS PAÍSES EUROPEOS, LA PRODUCCIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS, HA SUPERADO EN MUCHO A LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS,

T A B L A 4

PRODUCCION MUNDIAL DE TABLEROS AGLOMERADOS

P R O D U C T O	PROMEDIO ANUAL DE CRECIMIENTO (%)								
	1950	1960	1970	1971	1972	1973	1950-60	1960-70	1970-73
LAMINADO	-	1.2	3.4	3.6	3.8	3.8	-	-	-
T. CONTRACHAPADO	6.1	15.3	32.7	36.1	39.8	42.5	9.6	7.9	9.1
T. AGLOMERADO	0.02	3.1	19.3	22.9	27.2	31.5	-	20.1	17.7
T. FIBRA	5.04	9.5	14.4	16.1	17.1	18.1	5.8	4.2	7.9
TOTAL TABLEROS	11.5	29.1	69.8	78.7	87.9	96.0	9.7	9.1	11.2
MADERA ASERRADA	265.4	343.7	412.6	427.3	433.3	444.2	2.6	1.8	2.5

101

UNIDAD: MILLONES DE M³

FUENTE: PROCEEDINGS OF THE WORLD CONSULTATION ON WOOD-BASED
PANELS. FAO, BASIC PAPER No. 1, FEBRUARY (1975).

HA SIDO TAL EL CRECIMIENTO EN LA PRODUCCIÓN, QUE EL CONSUMO PER CÁPITA DE TABLEROS AGLOMERADOS, ES YA TRES VECES SUPERIOR AL DE LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS. EN LA RFA, EL CONSUMO PER CÁPITA DE TABLEROS AGLOMERADOS, ES 10 VECES SUPERIOR AL DE TABLEROS CONTRACHAPADOS.

ESTE MISMO FENÓMENO DE DESPLAZAMIENTO, HA ESTADO OCURRIENDO EN MÉXICO Y SE ESPERA QUE PARA 1979-80, SE LLEVE A CABO COMPLETAMENTE. A CONTINUACIÓN SE PRESENTAN LAS TABLAS 5, 6 Y 7 CON DATOS QUE CONFIRMAN TAL ASEVERACIÓN,

DE ACUERDO CON LOS DATOS DE LAS TABLAS 5, 6 Y 7, - EL CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL EN LA PRODUCCIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS, HA SIDO DE 15% ANUAL. MIENTRAS TANTO, LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS HAN TENIDO UN CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE PRODUCCIÓN DE 8%. LOS TABLEROS DE FIBRA NO TUVIERON INCREMENTO CONSIDERABLE PARA ESTE PERÍODO; POR LO QUE, PODEMOS CONSIDERAR QUE SU PRODUCCIÓN FUE CONSTANTE,

COMO LO HEMOS MENCIONADO ANTERIORMENTE, DE CONTINUAR EL ACTUAL RITMO DE CRECIMIENTO, SE CONSIDERA QUE PARA 1979-80, LOS TABLEROS AGLOMERADOS PODRÁN SUPERAR EL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS,

CON RESPECTO A LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN FUTURA, SE ESPERA UNA FUERTE EXPANSIÓN EN LA INDUSTRIA DE LOS TABLE-

TABLA 5

CONSUMO APARENTE DE TABLEROS DE FIBRA 1969-78

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION(+)	EXPORTACION	CONSUMO APARENTE
1969	24.0	-	1.5	22.5
1970	26.0	-	1.3	24.7
1971	20.5	-	2.6	17.9
1972	24.3	-	2.5	21.8
1973	28.0	-	1.5	26.4
1974	29.0	-	1.2	27.8
1975	30.0	1.7	2.0	29.7
1976	28.7	0.9	3.6	26.0
1977	30.0	-	3.3	26.6
1978	28.2	0.4	1.8	26.8

(+) INCLUYE IMPORTACIONES PARA CONSUMO EN LAS ZONAS Y PERÍMETROS LIBRES.

FUENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA, SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO Y ASOC. NAL. DE FABR. DE TABLEROS DE MADERA, A.C. MÉXICO, D. F. (1979).

TABLA 6

CONSUMO APARENTE DE TABLEROS CONTRACHAPADOS 1969-78

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION(+)	EXPORTACION	CONSUMO APARENTE
1969	84,4	7,8	2,0	90,2
1970	99,5	5,5	2,2	102,8
1971	115,9	8,6	0,4	124,1
1972	123,6	11,5	0,6	134,5
1973	119,1	9,3	0,9	127,5
1974	130,5	15,1	0,3	145,3
1975	160,0	7,6	0,2	167,4
1976	163,4	12,2	-	175,6
1977	170,5	4,6	9,2	165,8
1978	187,5	4,8	13,9	178,4

(+) CF. TABLA 5

FUENTE: CF. TABLA 5

TABLA 7

CONSUMO APARENTE DE TABLEROS AGLOMERADOS 1969-78

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION(+)	EXPORTACION	CONSUMO APARENTE
1969	56.8	0.5	6.0	51.3
1970	55.5	0.3	...	55.8
1971	75.3	0.7	...	76.0
1972	72.2	0.6	...	72.8
1973	71.7	0.9	...	72.6
1974	88.7	19.1	...	107.8
1975	114.3	5.7	...	120.0
1976	150.7	16.2	...	166.9
1977	154.8	18.3	0.3	172.8
1978	161.9	13.9	0.4	175.4

(+) CF. TABLA 5

FUENTE: CF, TABLA 5

TABLA 8

DINAMICA DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE TABLEROS

P R O D U C T O	PORCENTAJE DE INCREMENTO						
	1977	1978	1979	1981	1978/77	1979/78	1981/77
TRIPLAY	280.5	194.0	304.0	370.4	4.8	3.4	32.0
AGLOMERADOS	215.4	255.4	360.4	486.4	11.8	41.1	125.8
FIBRA	35.0	35.0	35.0	105.0	-	-	200.0
T O T A L	530.9	584.4	699.4	961.8	10.1	19.7	81.0

UNIDAD: MILES DE M³

FUENTE: ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE TABLEROS DE MADERA, A. C.

ROS DE FIBRA PARA 1981, LA TABLA 8, NOS MUESTRA LAS POSIBILIDADES DE PRODUCCIÓN PARA 1981,

COMO SE PUEDE APRECIAR EN LA TABLA 8, PARA 1979 LA INDUSTRIA MEXICANA DE TABLEROS AGLOMERADOS, SEGUIRÁ LA TENDENCIA OBSERVADA EN LOS E.U.A. Y PAÍSES EUROPEOS. ESTO QUIERE DECIR, QUE LOS TABLEROS AGLOMERADOS DESPLAZARÁN AL TRIPPLY, EN CUANTO A VOLUMEN DE PRODUCCIÓN; A SU VEZ, CONTRIBUIRÁN AL DESPLAZAMIENTO DE LA MADERA ASERRADA EN MUCHOS DE SUS MERCADOS ACTUALES.

5.2. TENDENCIAS ACTUALES.-

EN MÉXICO, LA INDUSTRIA DE LOS TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA, HA TENIDO UNA TASA DE CRECIMIENTO, DEL ORDEN DE 15-23% ANUAL, EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS, DOS FACTORES HAN SIDO FUNDAMENTALES, PARA QUE SU TASA DE CRECIMIENTO SUPERE A LA DE LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS, Y A LOS PRODUCTOS DE ORIGEN SINTÉTICO, EN CUANTO A COMPETITIVIDAD EN EL MERCADO;

A) COMO YA LO HABIAMOS MENCIONADO ANTERIORMENTE, EL INCREMENTO CONSTANTE EN LOS PRECIOS, Y LA ESCASEZ DE MADERA PARA LAMINAR, PROVOCÓ UNA ELEVACIÓN EN LOS COSTOS DE MANUFACTURA DE LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS, AUNADO A ÉSTO; OBSERVAMOS EL RELATIVO ESTANCAMIENTO, EN LA TECNOLOGÍA DE LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS, LO CUAL HA REDUCIDO SU COMPETITIVIDAD EN EL MERCADO.

B) LA DISPONIBILIDAD; HASTA ANTES DE 1973, DE DERIVADOS PETROQUÍMICOS RELATIVAMENTE BARATOS, FACILITABA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS SINTÉTICOS COMPETITIVOS DE LOS TABLEROS AGLOMERADOS, EN ALGUNOS MERCADOS. A PARTIR DEL INCREMENTO EN LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO; LOS PRODUCTOS DE ORIGEN SINTÉTICO (PLÁSTICOS FUNDAMENTALMENTE), ELEVARON SUS PRECIOS, HACIENDO FACTIBLE QUE FUERAN DESPLAZADOS POR PRODUCTOS DE ORIGEN SEMISINTÉTICO, COMO LOS TABLEROS AGLOMERADOS,

COMO PUDIMOS OBSERVAR EN LA TABLA 7, LA PRODUCCIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS, HABÍA SUFRIDO UN ESTANCAMIENTO EN LOS PERÍODOS 1969-70 Y 1971-73. ESTE ESTANCAMIENTO, FUE SUPERADO MEDIANTE EL INCREMENTO EN LA CAPACIDAD INSTALADA DE PRODUCCIÓN DURANTE EL PERÍODO 1972-79. EN ESTE PERÍODO, 6 PLANTAS INICIARON OPERACIONES EN LA RAMA DE LOS TABLEROS AGLOMERADOS. YA PARA 1974, LA PRODUCCIÓN DE AGLOMERADOS, SE HALLABA EN FRANCA RECUPERACIÓN EN MÉXICO. CONTRARIAMENTE A LO QUE OCURRÍA EN MÉXICO, EN LOS EUA, ESTE MISMO AÑO, SE INICIÓ LA RECESIÓN PROVOCADA POR EL ALZA EN LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO. ESTO TRAJÓ COMO CONSECUENCIA, QUE LA PRODUCCIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS EN LOS EUA, TUVIERA LA BAJA MÁS GRANDE DE SU HISTORIA. EN LOS PAÍSES EUROPEOS, LA BAJA EN LA PRODUCCIÓN, FUE MENOS DRAMÁTICA; PERO TAMBIÉN, DIÓ AVISO DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO QUE SE AVECINABAN,

BAJO LAS CONDICIONES ACTUALES, EL DESARROLLO FUTU-

RO DEL MERCADO DE LOS TABLEROS AGLOMERADOS, DEPENDERÁ ESENCIALMENTE DE LA DISPONIBILIDAD; A COSTOS ACCESIBLES, DE PARTÍCULAS DE MADERA Y RESINA. POR LO TANTO, DISCUTIREMOS BREVEMENTE, LOS FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE ESTAS DOS MATERIAS PRIMAS PARA EL AGLOMERADO,

- DISPONIBILIDAD DE PARTÍCULAS DE MADERA.- LA DISPONIBILIDAD FUTURA DE PARTÍCULAS DE MADERA; DEPENDERÁ FUNDAMENTALMENTE, DE LOS AVANCES TECNOLÓGICOS EN LA PRODUCCIÓN DE CELULOSA, Y LA ESCASEZ DE LOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO TANTO EN LOS MERCADOS MUNDIALES, COMO EN LOS NACIONALES;

EN LA ACTUALIDAD, LAS PARTÍCULAS UTILIZADAS PARA EL AGLOMERADO, PROVIENEN TANTO DE LOS RESIDUOS DEL DESMONTE, COMO DE LOS TRONCOS RECHAZADOS EN LAS PLANTAS DE ASERRADO Y PULPEO. CONFORME AUMENTA EL DÉFICIT DE MADERA PARA LA INDUSTRIA DE LA CELULOSA Y SUS DERIVADOS; SE ACENTÚA, LA BÚSQUEDA DE TÉCNICAS, QUE PERMITAN APROVECHAR LOS TRONCOS RECHAZADOS, ADEMÁS DE LAS RAMAS Y RESIDUOS, QUE ANTES SE CONSIDERABA ANTIECONÓMICO UTILIZAR, COMO FUENTES DE CELULOSA. OBTIENIENDO; EN EL FUTURO, LA INDUSTRIA DE LA CELULOSA Y DERIVADOS, COMPETIRÁ POR LOS RESIDUOS, TRONCOS Y RAMAS, QUE SE UTILIZAN EN LA ACTUALIDAD PARA EL AGLOMERADO.

POR OTRO LADO, EL CONSTANTE INCREMENTO EN LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO, PODRÍA HACERLO PROHIBITIVO; O AL MENOS, -

NO COMPETITIVO COMO COMBUSTIBLE EN ALGUNAS PLANTAS. LA SALIDA MÁΣ LÓGICA, A UNA ESCASEZ DE COMBUSTIBLE, EN LAS PLANTAS, SERÍA EL UTILIZAR LOS DESPERDICIOS, COMO FUENTE ALTERNA DE ENERGÍA; TAL Y COMO SE HACÍA, ANTES DEL SURGIMIENTO DE LA INDUSTRIA DE LOS TABLEROS AGLOMERADOS. SE CONSIDERA, QUE ÉSTO ES MÁΣ FACTIBLE QUE OCURRA EN LOS PAÍSES, QUE NO CUENTAN CON RESERVAS DE PETRÓLEO CRUDO.

- DISPONIBILIDAD DE RESINAS SINTÉTICAS.- LA DISPONIBILIDAD DE RESINAS SINTÉTICAS, A UN COSTO ACCESIBLE, TAMBIÉN DEPENDERÁ DEL INCREMENTO EN LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO. - LA MAYORÍA DE LOS PAÍSES, HAN APLICADO UNA POLÍTICA DE ENCARRECIMIENTO DE LOS PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO, COMO MEDIDA DE CONTROL DE LA DEMANDA. ESTA POLÍTICA, PRETENDE ESTIMULAR LA BUSQUEDA DE FUENTES ALTERNAS, PARA TALES PRODUCTOS. POR OTRO LADO, ACTUALMENTE TODAS LAS MATERIAS PRIMAS, QUE INTERVIENEN EN LA FABRICACIÓN DE RESINAS SINTÉTICAS, DEPENDEN DE UNO, U OTRO MODO, DE LA DISPONIBILIDAD DE LOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO. CONSIDERANDO QUE LA RESINA, CONSTITUYE EL 30-60%, EN LOS COSTOS DE MANUFACTURA DE LOS TABLEROS AGLOMERADOS; TODO INCREMENTO EN LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO, REPERCUTIRÁ FORZOSAMENTE, EN LOS PRECIOS DE LA RESINA Y POR ENDE, EN LOS COSTOS DEL TABLERO AGLOMERADO, YA COMO PRODUCTO TERMINAL.

AUNADO LO ANTERIOR, A LA TENDENCIA ALCISTA EN LOS PRECIOS DE LAS PARTÍCULAS, SE PUEDE APRECIAR QUE LA COMPETI-

TIVIDAD DE LOS AGLOMERADOS DE MADERA, SE VERÁ SERIAMENTE ---
AFECTADA EN LOS PRÓXIMOS 5 AÑOS.

NO OBSTANTE TODOS ESTOS FACTORES EN CONTRA, TODO -
PARECE INDICAR, QUE LA INDUSTRIA DE LOS TABLEROS AGLOMERADOS,
TENDRÁ UN ÍNDICE DE CRECIMIENTO ANUAL, SUPERIOR AL ACTUAL.
DICHO CRECIMIENTO, ESTARÁ BASADO FUNDAMENTALMENTE EN LAS ME-
JORAS TECNOLÓGICAS DEL PROCESO Y EN LOS FACTORES FAVORABLES,
QUE SE MENCIONAN A CONTINUACIÓN:

- LA PRESIÓN Y COMPETENCIA QUE EJERCERÁ LA INDUS-
TRIA DE LA CELULOSA Y SUS DERIVADOS POR LOS DESPERDICIOS, --
FORZARÁ LA BÚSQUEDA DE OTRAS FUENTES DE MATERIA PRIMA PARA -
EL AGLOMERADO. DICHA BÚSQUEDA, SE HARÁ PRINCIPALMENTE EN --
LOS BOSQUES DE TRANSICIÓN, MADERAS TROPICALES Y SUBTROPICA--
LES Y EN LA MASA ARBUSTIVA; ÉSTA ÚLTIMA, CASI TOTALMENTE DE-
SAPROVECHADA EN TODOS LOS PAÍSES.

- ES DE ESPERARSE MEJORAS EN LA TECNOLOGÍA DE LOS
AGLOMERADOS, PRINCIPALMENTE EN LA TÉCNICA DE ROCIADO. LA OP-
TIMIZACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ROCIADO DE LAS PARTÍCULAS, CON-
TRIBUIRÁ A UNA MAYOR EFICIENCIA DE LA RESINA; CON LO CUAL, -
SE OBTENDRÁN PRODUCTOS DE MAYOR CALIDAD, CON UNA REDUCCIÓN -
SUSTANCIAL EN COSTOS.

- EL PROCESO ACTUAL DE AGOTAMIENTO DE LOS RECUR--

SOS NO RENOVABLES, FORZARÁ LA SUSTITUCIÓN DE LOS PRODUCTOS -
SINTÉTICOS (PRINCIPALMENTE PLÁSTICOS) POR PRODUCTOS SEMISIN-
TÉTICOS. ESTOS PRODUCTOS SEMISINTÉTICOS, TENDRÁN SU ORIGEN
EN LOS RECURSOS RENOVABLES; TAL ES EL CASO, DE LOS TABLEROS
AGLOMERADOS.

C A P I T U L O VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

DE ACUERDO CON LA INFORMACIÓN RESEÑADA A LO LARGO DE ESTE TRABAJO, PODEMOS CONSIDERAR QUE, LAS PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA DE TABLEROS AGLOMERADOS SON BASTANTE ALENTADORAS. COMO LO HABIAMOS MENCIONADO EN SU OPORTUNIDAD, EL ACTUAL PROCESO DE AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NO RENOVABLES, FORZARÁ LA BÚSQUEDA DE FUENTES ALTERNAS, TANTO DE ENERGÉTICOS, COMO DE PRODUCTOS CUYO ORIGEN NO SEA TOTALMENTE SINTÉTICO. LA PERSPECTIVA VIABLE HASTA AHORA, SE ENCUENTRA EN LOS RECURSOS RENOVABLES; PARA NUESTRO CASO, LOS RECURSOS MADERABLES DE QUE DISPONE EL PAÍS. EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL Y RACIONAL DE ESTOS RECURSOS, NOS PROVEERÁ DE PRODUCTOS QUE PODRÁN COMPETIR CON AQUELLOS, CUYO ORIGEN ESTÁ DIRECTAMENTE LIGADO AL PETRÓLEO Y SUS DERIVADOS.

EL MERCADO DE LOS TABLEROS AGLOMERADOS, COMO SUSTITUTOS DE LA MADERA ASERRADA Y PLÁSTICOS LAMINADOS (SINTÉTICOS), OFRECEN PERSPECTIVAS QUE NOS OBLIGAN A REALIZAR NUESTRO MÁXIMO ESFUERZO, EN EL ÁREA DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS, CON CARACTERÍSTICAS QUE AL MENOS, IGUALEN, LAS DEL PRODUCTO QUE SUSTITUIRÁN. EL MERCADO ACTUAL DE AGLOMERADOS, ES BASTANTE ESTRECHO AÚN, PERO CON UN -

ESFUERZO ENFOCADO AL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS, SE PODRÁ AMPLIAR SUSTANCIALMENTE EN EL FUTURO. COMPAGINADO A ESTE ESFUERZO TECNOLÓGICO PARA DESARROLLAR NUEVOS PRODUCTOS, SE DEBERÁ BUSCAR LA FORMA DE HACER LLEGAR AL CONSUMIDOR, LAS CUALIDADES MECÁNICAS DE ESTOS NUEVOS PRODUCTOS; ASÍ EL CONSUMIDOR, PODRÁ HACER LA ELECCIÓN DEL PRODUCTO QUE SE ADECUÉ A SUS NECESIDADES.

EN MÉXICO, EXISTEN MERCADOS EN QUE SE PODRÍAN UTILIZAR TABLEROS AGLOMERADOS, EN SUSTITUCIÓN DE LA MADERA ASERRADA O PRODUCTOS SINTÉTICOS. LA FALTA DE INFORMACIÓN, SOBRE LAS VENTAJAS QUE PUDIERA REPRESENTAR DICHA SUSTITUCIÓN, HA RETRASADO LA ENTRADA DE LOS TABLEROS EN ESOS MERCADOS. COMO EJEMPLO, TENEMOS LAS INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y -- MUEBLERA, DONDE POR DESCONOCIMIENTO O SIMPLE "SNOBISMO", SE SIGUE UTILIZANDO LA MADERA ASERRADA, EN LUGAR DE LOS TABLE-- ROS AGLOMERADOS. LOS FABRICANTES DE TABLEROS, DEBERÁN DE -- REALIZAR UNA LABOR DE DIFUSIÓN ENTRE LOS CONSUMIDORES, SOBRE LAS ESPECIFICACIONES Y VENTAJAS DE LOS TABLEROS COMO SUSTITU-- TOS DE LA MADERA ASERRADA O PRODUCTOS PLÁSTICOS.

EN CUANTO A LA INVESTIGACIÓN REALIZADA, HASTA AHORA HA SIDO ESCASA, PRINCIPALMENTE DEBIDO A QUE LOS FABRICANTES, CUANDO COMPRAN EL EQUIPO (POR CIERTO COSTOSO), COMPRAN TAMBIÉN, LA TECNOLOGÍA PARA LA FABRICACIÓN DEL TABLERO. UNA VEZ INICIADA LA FABRICACIÓN, SE OLVIDAN DE LAS MEJORAS TECNO

LÓGICAS, QUE LOS PODRÍAN CONDUCIR A MEJORAR SU PRODUCTO, Y - POR TANTO, AMPLIAR SU MERCADO. POR OTRO LADO, LA INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL, SE LIMITA EN OCASIONES, A REPETIR LO QUE YA SE HA INVESTIGADO EN OTROS PAÍSES 5 Ó 10 AÑOS ANTES; CONFORMÁNDOSE EN REALIDAD CON LA ASIMILACIÓN DE TECNOLOGÍA, EN LUGAR DE LA CREACIÓN DE TECNOLOGÍA.

POR TODO LO ANTERIORMENTE EXPUESTO, SE CONSIDERA - PERTINENTE ENUNCIAR ALGUNAS RECOMENDACIONES, QUE INTENTAN -- COADYUVAR EN LA GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS, A LA YA CRÍTICA ESCASEZ DE MADERA ASERRADA EN NUESTRO PAÍS:

1. RESULTA INDISPENSABLE, EL INICIAR LA INVESTIGACIÓN SOBRE EL POSIBLE APROVECHAMIENTO DE LAS MADERAS TROPICALES Y SUBTROPICALES. PRIMERAMENTE, ENFOCADOS EN EL APROVECHAMIENTO DE LOS DESPERDICIOS QUE QUEDAN EN LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LAS MADERAS PRECIOSAS, POSTERIORMENTE SOBRE LAS MADERAS COMUNES, QUE NO SE APROVECHAN EN LA ACTUALIDAD. DE ---- ACUERDO CON EL ALBUM FORESTAL 1960, TENÍAMOS UNA SUPERFICIE FORESTAL APROVECHABLE COMERCIALMENTE DE 11.4 MILLONES DE HAS, CON INCREMENTO ANUAL DE 22,670.0 MILES DE M³. SI SE LOGRA - CREAR LA TECNOLOGÍA NECESARIA, PARA FABRICAR TABLEROS DE LAS MADERAS TROPICALES Y SUBTROPICALES, SE HABRÁ LOGRADO DAR UN PASO IMPORTANTE EN LA CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES TEMPLADOS Y FRÍOS (7.6 MILLONES DE HAS. APROVECHABLES COMERCIALMENTE). SE SUGIERE INICIAR LA INVESTIGACIÓN, SOBRE LA FABRICACIÓN DE

TABLEROS QUE LLEVEN CARGAS DE MADERAS TROPICALES Y SUBTROPICALES; POSTERIORMENTE, SE PODRÍA INTENTAR LA FABRICACIÓN DE TABLEROS DUROS (ALTA DENSIDAD) EN DONDE PREDOMINEN LAS MADERAS TROPICALES. LA INVESTIGACIÓN DEBERÁ INCLUIR, TANTO TÉCNICAS DE EXPLOTACIÓN, COMO UN PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESTOS RECURSOS MADERABLES.

2. SE HA MENCIONADO EN EL CAPÍTULO II DE ESTE TRABAJO, LA EXISTENCIA DE 1.4 MILLONES DE HAS. DE MANGLARES --- APROVECHABLES COMERCIALMENTE. HASTA LA FECHA, NO SE HA LLEVADO A CABO INVESTIGACIÓN ALGUNA, SOBRE LA FACTIBILIDAD DE UTILIZAR ESTOS RECURSOS FORESTALES PARA ALGÚN FIN COMERCIAL ESPECÍFICO. EXISTEN POSIBILIDADES, DE QUE ESTE RECURSO FORESTAL, PUDIERA SER UTILIZADO COMERCIALMENTE EN LA FABRICACIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS; E INCLUSIVE, PARA LA OBTENCIÓN DE CELULOSA. EN CASO DE QUE SUS PROPIEDADES MECÁNICAS PARA TABLEROS, FUERAN MUY BAJAS, SE PODRÍA INVESTIGAR LA POSIBILIDAD DE MEZCLAR LAS PARTÍCULAS DE MANGLARES CON MADERAS TROPICALES, SUBTROPICALES E INCLUSIVE CON MADERAS DE LOS BOSQUES DE TRANSICIÓN Y TEMPLADOS. AL LLEVAR A CABO ESTA INVESTIGACIÓN, SURGIRÍA LA POSIBILIDAD DE UTILIZAR LA MASA ARBUSTIVA, TAMBIÉN DESAPROVECHADA TOTALMENTE EN NUESTRO PAÍS Y EN TODO EL MUNDO.

3. EN LAS ZONAS MARGINADAS DE NUESTRO PAÍS, SE HA INTENTADO APROVECHAR LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS; TALES COMO LA -

CÁSCARA DE CEREALES, PARA LA FABRICACIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS, CUYO DESTINO ES LA CONSTRUCCIÓN DE CASAS-HABITACIÓN - PARA LOS CAMPESINOS. SERÍA DESEABLE, QUE SIMULTÁNEAMENTE SE INVESTIGARÁ LA POSIBILIDAD DE UTILIZAR ESTOS RESIDUOS COMO - CARGAS EN LA FABRICACIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS OBTENIDOS A PARTIR DE RESIDUOS DE MADERAS SUAVES Y DURAS.

4. HASTA LA FECHA, SE HA CREADO LA TECNOLOGÍA QUE PERMITE LA RECUPERACIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA PARA LA OBTENCIÓN DE CELULOSA Y PAPEL. SIN EMBARGO, EL RESIDUO LLAMADO BAGACILLO, QUE QUEDA DURANTE EL PROCESO DE MOLIENDA, NO SE HA PODIDO RECUPERAR TOTALMENTE. AQUÍ SE PODRÍA INICIAR LA INVESTIGACIÓN, SOBRE LA POSIBILIDAD DE UTILIZAR EL BAGACILLO, COMO CARGA CON LOS FINOS QUE SE UTILIZAN EN LAS CARAS DE LOS AGLOMERADOS, TANTO EN EL PROCESO DE BANDA, COMO EN EL DE PLATOS.

5. POR ÚLTIMO, TAL VEZ LA PARTE MÁS IMPORTANTE, - CONSISTE EN EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL ÁRBOL. LA INVESTIGACIÓN EN ESTE CAMPO, ES PRÁCTICAMENTE NULA EN NUESTRO --- PAÍS. ALGUNOS PAÍSES EUROPEOS, HAN INICIADO LA FABRICACIÓN DE TABLEROS EN LOS CUALES; ADEMÁS DE USAR LAS ASTILLAS PRO-- VENIENTES DE MADERAS SUAVES Y DURAS, SE AGREGAN CARGAS DE -- PARTÍCULAS DE LAS RAMAS Y HOJAS, INCLUSIVE SE HA UTILIZADO LA CORTEZA DEL ÁRBOL. SE HA OBSERVADO, QUE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS SUFREN MENGUA; PERO AÚN ASÍ, SON APROVECHABLES CO-- MERCIALMENTE. ES DE DESEARSE QUE EN MÉXICO, SE INICIE LA IN

-77-

VESTIGACIÓN SOBRE LA UTILIZACIÓN DE ESTOS RESIDUOS; TOMANDO EN CONSIDERACIÓN, QUE YA EXISTE LA INFORMACIÓN NECESARIA, Y ASÍ EVITAR LA DUPLICACIÓN DE TRABAJOS.

;

APENDICE

GLOSARIO DE TERMINOS

EL OBJETO DE ESTE GLOSARIO DE TÉRMINOS, ES PROPORCIONAR UNA BASE COMÚN DE COMPRENSIÓN ENTRE AQUELLOS QUE LEAN ESTE TRABAJO. LAS DEFINICIONES, PROVIENEN TANTO DE LAS NORMAS OFICIALES DE LOS TÉRMINOS EMPLEADOS EN LA INDUSTRIA MADERERA, COMO DE LAS DEFINICIONES ACEPTADAS COMÚNMENTE POR LOS FABRICANTES DE TABLEROS.

AGENTE RETICULANTE.- SE LE UTILIZA PARA DEFINIR, A TODA ---AQUELLA SUSTANCIA, CAPAZ DE RETICULAR (INTERCONECTAR) LAS CADENAS DE UN POLÍMERO; TRANSFORMANDO ASÍ, UN POLÍMERO TERMO--PLÁSTICO, EN UN POLÍMERO TERMOFIJO.

ASERRÍN.- EN LA INDUSTRIA MADERERA, SE LE UTILIZA PARA DESCRIBIR TODA CLASE DE MATERIAL RESIDUAL, PROVENIENTE DEL ASE--RRADO DE LA MADERA.

ASTILLA.- PARTÍCULA CUYA ANCHURA Y ESPESOR, SON APROXIMADAMENTE IGUALES, Y CUYA LONGITUD ES POR LO MENOS CUATRO VECES MAYOR QUE EL ESPESOR, EN EL SENTIDO DEL HILO DE LA MADERA.

BRAZUELOS.- POR LO GENERAL, SE REFIERE A PARTÍCULAS DE MA--



DERA, EN LAS CUALES EL GROSOR, ES CASI IGUAL A LA ANCHURA Y AL LARGO.

COLCHÓN.- SE REFIERE POR LO GENERAL, A LA DISTRIBUCIÓN QUE SE HACE DE LAS PARTÍCULAS; YA SEA EN FORMA DE LÁMINA O TABLA.

FIBRA.- SON LOS ELEMENTOS DE LAS ESPECIES HOJOSAS, FORMADAS POR CÉLULAS, GENERALMENTE MUERTAS, LIGNIFICADAS, ALARGADAS, PUNTIAGUDAS Y DE PAREDES GRUESAS.

GRADO DE POLIMERIZACIÓN (GP).- ES EL NÚMERO DE UNIDADES REPETITIVAS EN LA CADENA DE UN POLÍMERO.

GRÁNULO.- PARTÍCULAS CUYA LONGITUD, ANCHURA Y ESPESOR SON APROXIMADAMENTE IGUALES, COMO LAS DE ASERRÍN (CF. BRAZUELO).

HOJUELA.- PARTÍCULAS PLANAS Y DELGADAS, HECHAS ESPECIALMENTE CON EL HILO DE LA MADERA PARALELO FUNDAMENTALMENTE A LA SUPERFICIE DE LA HOJUELA; SE PREPARAN HACIENDO QUE LA ACCIÓN CORTANTE DE LA CUCHILLA SIGA UN PLANO PARALELO AL HILO DE LA MADERA, PERO NO AL EJE DE LA FIBRA.

LAMINACIÓN TERCIA DA.- SE CONSTITUYE GENERALMENTE DE UN NÚMERO IMPAR DE CHAPAS, ESTANDO LA DIRECCIÓN DE LA FIBRA DE CADA CHAPA EN ÁNGULOS RECTOS A LAS ADYACENTES. LA VISTA Y LA TRASCARA Y TODAS LAS CAPAS NUMERADAS EN NÓN, GENERALMENTE --

ESTÁN ORIENTADAS CON LA DIRECCIÓN DE LA FIBRA PARALELA A LA DIMENSIÓN LARGA DEL TABLERO. LAS CHAPAS SON UNIDAS BAJO PRESIÓN POR UN ADHESIVO, PARA CREAR UN TABLERO CON UNA UNIÓN -- ADHESIVA TAN FUERTE O MÁS QUE LA MADERA.

MASONITE.- SE REFIERE POR LO GENERAL, AL PROCESO POR MEDIO DEL CUAL, LAS PARTÍCULAS SON REDUCIDAS A FIBRA. EL PROCESO REQUIERE VAPOR A PRESIONES SUPERIORES A 1200 PSI.

PARTÍCULA.- PORCIÓN BIEN DEFINIDA DE MADERA U OTRO MATERIAL LIGNOCELULÓSICO PRODUCIDO MECÁNICAMENTE PARA CONSTITUIR LA MASA CON QUE SE FABRICA UN TABLERO DE PARTÍCULAS.

PRECURADO.- SE DICE QUE EXISTE PRECURADO, CUANDO LA RESINA PRESENTA EL FENÓMENO DE RETICULADO PARCIAL, DURANTE LA FABRICACIÓN DEL TABLERO O DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE LA RESINA.

PUNTAS.- SE REFIERE POR LO GENERAL, A PARTÍCULAS DELGADAS - RELATIVAMENTE LARGAS EN COMPARACIÓN CON LA ANCHURA Y ESPESOR.

RETICULADO (CROSSLINKING).- SE REFIERE AL ENTRECruzAMIENTO DE LAS CADENAS DE UN POLÍMERO; LO CUAL, HACE QUE EL POLÍMERO SEA INFUSIBLE E INSOLUBLE (TERMOFIJO),

TIEMPO DE GELADO (CURADO).- SE REFIERE AL TIEMPO NECESARIO PARA QUE LAS CADENAS DE UN POLÍMERO PASEN AL ESTADO TERMOFI-

JO. POR LO GENERAL SE LE RELACIONA CON UNA TEMPERATURA DETERMINADA DE ANTEMANO,

TROZAS.- SON LOS FUSTES O PORCIONES DE TRONCOS DE ÁRBOLES - APEADOS, CUBIERTOS O NO DE CORTEZA,

VIRUTA.- PARTÍCULA DELGADA O TIRA DE MADERA CORTADA CON UN CUCHILLO, CEPILLO U OTRO INSTRUMENTO CORTANTE, EN EL CUAL, - EL CORTE PUEDE SER ATRAVESADO, PARALELO O AL ÁNGULO DEL EJE DE LAS FIBRAS.

BIBLIOGRAFIA

DEBIDO A QUE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA SOBRE AGLOMERADOS DE PARTÍCULAS, ES BASTANTE ESCASA EN MÉXICO; SE INTENTÓ SUBSANAR ESTA DEFICIENCIA, REALIZANDO UNA INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIA, EXISTENTES EN NUESTRAS BIBLIOTECAS. COMO RESULTADO DE ESTA INVESTIGACIÓN, SE OBSERVÓ, QUE ADEMÁS DE INCOMPLETA, LA INFORMACIÓN SE ENCUENTRA DISPERSA EN LAS DIFERENTES BIBLIOTECAS DEL DISTRITO FEDERAL. POR LO TANTO, LA OPCIÓN FUE RESEÑAR LA REVISTA FOREST PRODUCTS JOURNAL, PUESTO QUE RESULTÓ SER LA MÁS COMPLETA. EL PERÍODO RESEÑADO COMPRENDE DE 1957 A 1980, LAS REVISTAS SE ENCUENTRAN EN LAS BIBLIOTECAS DE INDUSTRIAS RESISTOL, S. A. (PLANTA VALLEJO), INSTITUTO DE BIOLOGÍA (UNAM) Y EN EL INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS. DEBIDO A LO VOLUMINOSO DE LA INFORMACIÓN, SE OPTÓ POR MENCIONAR EXCLUSIVAMENTE EL VOLUMEN, PÁGINAS Y AÑO DE LOS ARTÍCULOS RESEÑADOS.

A CONTINUACIÓN, SE MENCIONA LA INFORMACIÓN SECUNDARIA, LA INFORMACIÓN PRIMARIA Y ALGUNAS PATENTES RELACIONADAS CON LOS AGLOMERADOS.

MALONEY, T.M., MODERN PARTICLEBOARD & DRY PROCESS FIBERBOARD MANUFACTURING. MILLER FREEMAN PUBLICATIONS, CALIFORNIA, -- USA (1977).

HOUWINK, R., SALOMON, G. (ED). ENCICLOPEDIA DE LA QUÍMICA INDUSTRIAL. ADHERENCIA Y ADHESIVOS. TOMO 4. VOL. 2. EDICIONES URMO. BILBAO (1973).

CAGLE, C.V., ADHESIVE BONDING. TECHNIQUES AND APPLICATIONS. MC GRAW-HILL BOOK CO. NEW YORK (1968).

MARK, H.F., GAYLORD, N.G. (ED). ENCYCLOPEDIA OF POLYMER --- SCIENCE AND TECHNOLOGY. VOLS. 1 Y 10. INTERSCIENCE PUBLISHERS. NEW YORK (1969).

KIRK-OTHMER (ED). ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY. 2ND EDITION. NEW YORK (1968).

CAMARA NACIONAL DE LAS INDUSTRIAS DERIVADAS DE LA SILVICULTURA. LA INDUSTRIA FORESTAL DE MÉXICO. MÉXICO (1968).

AID. EL ASERRADO EN TROZOS. MÉXICO (1963).

BROWN, N.C., BETHEL, J.S. LA INDUSTRIA MADERERA. LIMUSA-WILEY, S. A. MÉXICO (1973).

LIBBY, C.E. (ED). CIENCIA Y TECNOLOGÍA SOBRE PULPA Y PAPEL. TOMOS I Y II. CECSA. MÉXICO (1976).

BILLMEYER, F.W. TEXTBOOK OF POLYMER SCIENCE, 2ND EDITION, - WILEY-INTERSCIENCE, NEW YORK (1971).

SECRETARÍA DE ECONOMÍA, DGN, NORMA G-1-1949, NORMA OFICIAL DE NOMENCLATURA DE LOS TÉRMINOS EMPLEADOS EN LA INDUSTRIA MADERERA, MÉXICO (1958).

SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, NORMA DGN-G-13-1970, NORMA OFICIAL DE CALIDAD DE TABLEROS DE PARTÍCULAS DE MADERA TIPO COLCHÓN, MÉXICO (1970).

SECRETARÍA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, NORMA G-14-1978, NORMA OFICIAL MEXICANA PARA MADERA CONTRACHAPADA DE PINO (TRIPLAY), MÉXICO (1978).

SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, NORMA DGN-G-17-1976, TABLEROS DE FIBRA DE MADERA, MÉXICO (1976).

SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, NORMA DGN-G-18-1976, TABLEROS CONTRACHAPADOS (TRIPLAY) DE MADERAS FINAS (CEDRO Y CAOBA) Y DURAS TROPICALES, MÉXICO (1976).

INDUSTRIAS RESISTOL, S. A. SUGERENCIAS PARA UNA FABRICA DE TABLERO AGLOMERADO, INFORMACIÓN INTERNA.

INDUSTRIAS RESISTOL, S. A. RESINAS SINTÉTICAS PARA LA FABRICACIÓN DE TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA, INFORMACIÓN INTERNA.

INDUSTRIAS RESISTOL, S. A. RESINAS TERMOFIJAS RESISTOL EN LA INDUSTRIA MADERERA, INFORMACIÓN INTERNA.

BORDEN INC. CHEMICAL DIVISION, PARTICLEBOARD MANUFACTURE, (1968).

BORDEN CHEMICAL, ADHESIVES & CHEMICALS DIVISION. HOW TO MAKE LOW-DENSITY PARTICLEBOARD BY DRY PROCESS FROM WOOD PARTICLES. JUNE (1964)."

CONTRERAS, A. H. EVOLUTION OF REQUIREMENTS FOR FOREST PRODUCTS IN LATIN AMERICA. DEVELOPMENT AND INVESTMENT OUTLOOK. FOREST PRODUCTS JOURNAL, 30(10) 70-74 (1980)."

CASTAÑARES, A. J. CONSIDERACIONES TÉCNICO ECONÓMICAS SOBRE EL EMPLEO DE AGAVACEAS EN LA PRODUCCIÓN DE PULPA Y PAPEL. LANFI 3(3) (1977)."

ASTM. D-1037-64. EVALUATING THE PROPERTIES OF WOOD-BASE FIBER AND PARTICLE PANEL MATERIALS. USA (1964)."

ARTS. SOBRE AGLOMERADOS DE PARTÍCULA, FOREST PRODS, JOURNAL:

7(1) 1-6 (1957)."

7(1) 6-9 (1957)."

7(2) 32-A-34-A (1957)."

7(3) 91-95 (1957)."

7(3) 95-100 (1957)."

7(4) 121-123 (1957)."

7(5) 155-158 (1957)."

7(5) 159-162 (1957)."

7(9) 16-A-17-A (1957)."

7(10) 53-A-54-A (1957)."

7(10) 55-A-56-A (1957)."

7(10) 395-398 (1957)."

7(11) 20-A-23-A (1957)."

7(12) 27-A-30-A (1957)."

8(2) 27-A-30-A (1958)."

8(2) 35-A-37-A (1958)."

8(2) 72-79 (1958)."

8(3) 26-A-28-A (1958)."

8(6) 18-A-20-A (1958)."

8(6) 172-176 (1958)."

8(6) 177-180 (1958)."

8(8) 219-224 (1958)."

8(10) 317-322 (1958)."

8(11) 30-A-39-A (1958)."

8(12) 11-A-16-A (1958),
8(12) 357-360 (1958),
9(2) 103-106 (1959),
9(3) 29-A-30-A (1959),
9(4) 131-134 (1959),
9(7) 11-A-14-A (1959),
9(7) 197-203 (1959),
9(7) 203-215 (1959),
9(9) 5-A-6-A (1959),
9(10) 42-A-46-A (1959),
10(4) 200-204 (1960),
10(5) 243-246 (1960),
10(5) 263-272 (1960),
10(8) 379-388 (1960),
10(9) 434-438 (1960),
10(11) 567 (1960),
11(1) 27-33 (1961),
11(1) 34-37 (1961),
11(3) 149-155 (1961),
11(5) 226-227 (1961),
11(5) 234-235 (1961),
11(9) 395-406 (1961),
11(9) 406-408 (1961),
11(9) 433-435 (1961),
11(10) 463-466 (1961),
12(2) 59-64 (1962),
12(7) 305-310 (1962),
12(12) 577-584 (1962),
12(12) 585-588 (1962),
13(1) 31-38 (1963),
13(3) 113-120 (1963),
13(4) 163-167 (1963),
13(5) 169-174 (1963),
13(11) 483-488 (1963),
14(1) 33 (1964),
14(6) 261 (1964),
14(6) 273 (1964),
14(7) 277 (1964),
14(10) 486 (1964),
15(1) 28 (1965),
15(4) 143 (1965),
15(4) 155 (1965),
15(5) 223 (1965),
16(3) 37 (1966),
16(4) 46 (1966),
16(6) 19 (1966),
16(6) 40 (1966),
16(11) 45 (1966),

17(1) 59 (1967),
17(2) 51 (1967),
17(7) 10 (1967),
17(8) 49 (1967),
17(9) 77 (1967),
17(11) 15 (1967),
17(11) 27 (1967),

18(1) 73 (1968),
18(6) 33 (1968),
18(8) 24 (1968),
18(10) 32 (1968),

19(1) 44 (1969),
19(2) 53 (1969),
19(3) 39 (1969),
19(7) 27 (1969),
19(7) 54 (1969),
19(8) 17 (1969),
19(11) 17 (1969),

20(1) 43 (1970),
20(3) 19 (1970),
20(3) 24 (1970),
20(3) 31 (1970),
20(4) 42 (1970),

20(6) 30 (1970),
20(6) 53 (1970),
20(7) 28 (1970),
20(8) 39 (1970),
20(10) 26 (1970),
20(10) 39 (1970),

21(2) 30 (1971),
21(5) 30 (1971),
21(5) 44 (1971),
21(6) 40 (1971),
21(9) 101 (1971),
21(10) 38 (1971),
21(10) 46 (1971),
21(11) 39 (1971),
21(11) 59 (1971),
21(12) 29 (1971),

22(4) 17 (1972),
22(4) 41 (1972),
22(5) 44 (1972),
22(6) 11 (1972),
22(6) 23 (1972),
22(7) 53 (1972),
22(8) 46 (1972),
22(9) 67 (1972),

22(11) 28 (1972),
22(11) 33 (1972),
22(12) 30 (1972),
22(12) 48 (1972),

24(10) 36 (1974),
24(10) 55 (1974),
24(11) 22 (1974),
24(12) 37 (1974),

23(2) 28 (1973),
23(6) 24 (1973),
23(6) 29 (1973),
23(7) 26 (1973),
23(8) 30 (1973),
23(8) 52 (1973),
23(9) 66 (1973),
23(10) 14 (1973),
23(12) 24 (1973),

25(1) 33 (1975),
25(2) 55 (1975),
25(3) 19 (1975),
25(3) 48 (1975),
25(4) 10 (1975),
25(4) 42 (1975),
25(6) 30 (1975),
25(8) 13 (1975),
25(9) 44 (1975),
25(9) 69 (1975),

24(1) 13 (1974),
24(1) 19 (1974),
24(1) 27 (1974),
24(1) 51 (1974),
24(2) 38 (1974),
24(3) 40 (1974),
24(4) 48 (1974),
24(5) 52 (1974),
24(6) 29 (1974),
24(6) 36 (1974),
24(7) 22 (1974),

25(11) 32 (1975),
25(12) 36 (1975),
26(1) 48 (1976),
26(3) 53 (1976),
26(4) 35 (1976),
26(5) 45 (1976),
26(6) 24 (1976),
26(6) 32 (1976),
26(7) 41 (1976),
26(10) 16 (1976),

26(11) 26 (1976).
26(11) 42 (1976).
26(11) 46 (1976).
26(12) 43 (1976).

27(1) 32 (1977).
27(3) 50 (1977).
27(9) 49 (1977).
27(11) 37 (1977).
27(12) 31 (1977).

28(1) 31 (1978).
28(2) 26 (1978).
28(2) 36 (1978).
28(2) 43 (1978).
28(2) 49 (1978).
28(3) 33 (1978).
28(4) 21 (1978).
28(4) 33 (1978).
28(5) 36 (1978).
28(6) 19 (1978).
28(6) 23 (1978).
28(6) 36 (1978).
28(8) 38 (1978).
28(9) 34 (1978).
28(9) 51 (1978).

28(10) 42 (1978).
28(10) 53 (1978).
28(11) 44 (1978).
28(11) 55 (1978).
28(12) 21 (1978).
28(12) 28 (1978).
28(12) 33 (1978).
28(12) 35 (1978).
28(12) 42 (1978).
28(12) 48 (1978).

29(1) 21 (1979).
29(1) 43 (1979).
29(1) 52 (1979).
29(2) 35 (1979).
29(3) 29 (1979).
29(3) 34 (1979).
29(5) 28 (1979).
29(5) 49 (1979).
29(7) 39 (1979).
29(9) 43 (1979).

30(2) 33 (1980).
30(3) 39 (1980).
30(4) 38 (1980).
30(6) 42 (1980).

30(7) 37 (1980),

ARTS. SOBRE ALGOMERADOS DE FIBRA, FOREST PRODS, JOURNAL:

<u>10</u> (3) 145-148 (1960),	<u>18</u> (8) 51 (1968),
<u>10</u> (4) 193-195 (1960),	<u>18</u> (9) 60 (1968),
<u>10</u> (7) 336-341 (1960),	<u>18</u> (9) 71 (1968),
<u>10</u> (9) 438-440 (1960),	<u>18</u> (10) 13 (1968),
	<u>18</u> (10) 57 (1968),
<u>11</u> (6) 248-250 (1961),	<u>18</u> (12) 19 (1968),
<u>11</u> (11) 519-522 (1961),	<u>18</u> (12) 47 (1968),
<u>12</u> (3) 108 (1962),	<u>19</u> (1) 52 (1969),
<u>12</u> (5) 228 (1962),	<u>19</u> (2) 12 (1969),
	<u>19</u> (7) 56 (1969),
<u>14</u> (7) 282 (1964),	<u>19</u> (9) 103 (1969),
<u>14</u> (8) 337 (1964),	<u>19</u> (9) 108 (1969),
<u>14</u> (9) 425 (1964),	
	<u>20</u> (1) 53 (1970),
<u>15</u> (5) 206 (1965),	
<u>15</u> (8) 335 (1965),	<u>21</u> (9) 96 (1971),
	<u>21</u> (11) 24 (1971),
<u>17</u> (1) 25 (1967),	
<u>17</u> (10) 35 (1967),	<u>22</u> (5) 44 (1972),
	<u>22</u> (6) 32 (1972),
<u>18</u> (5) 51 (1968),	<u>22</u> (10) 17 (1972),
<u>18</u> (7) 28 (1968),	<u>22</u> (11) 19 (1972),

23(1) 37 (1973).
23(3) 50 (1973).
23(4) 26 (1973).
23(9) 72 (1973).
23(12) 24 (1973).

24(2) 29 (1974).
24(5) 45 (1974).
24(11) 41 (1974).

25(4) 10 (1975).

26(2) 39 (1976).
26(4) 31 (1976).
26(5) 48 (1976).
26(7) 32 (1976).

27(1) 46 (1977).
27(6) 31 (1977).
27(8) 29 (1977).
27(9) 28 (1977).

28(3) 48 (1978).
28(5) 42 (1978).
28(7) 30 (1978).
28(8) 29 (1978).

28(9) 45 (1978).
28(10) 77 (1978).

29(2) 40 (1979).
29(5) 44 (1979).
29(7) 39 (1979).
29(8) 21 (1979).

30(1) 37 (1980).
30(1) 43 (1980).
30(2) 26 (1980).
30(3) 22 (1980).
30(3) 24 (1980).
30(6) 27 (1980).
30(7) 30 (1980).
30(10) 57 (1980).

P A T E N T E S

683,842 CANADÁ (1964)

2,975,470 USA (1961)

2,944,291 USA (1964)

3,164,511 USA (1965)

3,899,559 USA (1975)