

# 353

## Una nueva Industria

### PLIWOOD

Interesante estudio sobre las aplicaciones modernas de la madera por el aventajado estudiante de Química Industrial Sr. William Gaviria G. especial para la revista D Y N A .

Hoy en día, cuando todos los esfuerzos humanos se orientan hacia un mundo mejor, ha surgido una nueva industria denominada "Plywood". En nuestro lenguaje esta acepción no tiene una denominación adecuada pues, aunque en su traducción se designa "Madera de pliegues", es ya tradicional y de costumbre el anunciar este nuevo tipo de madera química y físicamente tratada con el vocablo americano. Orientándonos por terrenos más científicos podemos definir el Plywood como la unión armónica de chapas de madera por medio de un adhesivo, distribuidas en tal forma que, bajo prescripciones y tratamientos adecuados conducen a este tipo de madera industrial. En la actualidad, la denominación de esta nueva industria es de uso muy reciente, aunque desde antaño se sentaron las bases y condiciones de trabajo elementales para trabajar la madera en esta forma. En su forma elemental, el Plywood consiste en tres chapas de madera delgada firmemente unidas con un aglutinante, estableciéndose como condición indispensable que la dirección de la fibra de la chapa del medio se encuentre en ángulo recto con sus dos extremas.

Detallando un poco las características de la madera, debemos hacer notoria la propiedad que ésta tiene de absorber humedad por mera exposición; cuando la humedad penetra en la fibra, la pieza se hincha en el sentido transverso. Ahora bien, cuando la humedad o el jugo que ha entrado en la fibra, se seca, la madera se contrae y en consecuencia, si nos colocamos en el caso de un material adhesivo, el conjunto adquiere una rigidez y resistencia de singular interés como lo veremos más adelante. Es de suma importancia colocar las chapas del Plywood en una forma que queden "balanceadas", es decir, establecer una adecuada distribución de las fibras constituyentes de las chapas; por ejemplo: neutralizar lo mejor posible la tendencia de cambiar en su volumen bajo condiciones variables de humedad. Corroborando esta teoría, es muy aplicable en la práctica el que la chapa central deba ser tan delgada como el espesor total de las dos chapas extremas; tal disposición, acompañada de un buen aglutinante, da una estabilidad y resistencia tales al conjunto que jamás se han encontrado en la madera originalmente sin tratar.

De estos rudimentarios principios y observaciones ha surgido una tremenda industria, acreditada con productos que presentan extensos servicios en todos los campos de la industria, y proporcionando a la vez innumerables economías al comprador, como también un incremento en el confort para el medio en que vivimos.

### Veneer y Plywood

Con el nombre de veneer se designa una hoja delgada o chapa de madera, obtenida de los troncos comunes sin tratar, por medio de sierras y cortadoras especiales. Esta clase de "veneer" o chapa de madera, es la materia prima esencial y básica para la confección del Plywood. Hoy en día se ha standarizado el espesor del "veneer" en dimensiones que fluctúan entre 1/100 — 1/4 de pulgada, de acuerdo con el tipo que se desee obtener. Se ha generalizado tanto esta palabra "veneer" en los mercados americanos y muy especialmente en el Norte, que la mayoría del vulgo denomina el Plywood con el nombre de "veneering" o enchapado, siendo que estas dos acepciones difieren en muchos aspectos. El veneer se usa hoy en los países donde se produce, como material de adorno en muchas construcciones, siendo hasta el momento, sólo de acceso normal entre las clases ricas debido a su alto costo de laboreo y detenida inspección. Pero se ha generalizado tanto este material "embellecedor" que no está lejana la hora en que el veneer y el Plywood entren de lleno en el mercado, como una deducción lógica de superproducción y de las enormes perspectivas que esta industria nos brinda.

#### Historia:

La resistencia y ventajas del Plywood se conocen y se utilizan desde tiempos remotos. Se tiene noticias y pruebas palpables del uso del enchapado de madera entre los egipcios, como material decorativo; pasó luego esta cultura artística en los trabajos con madera a Grecia y el Imperio Romano, extendiéndose más tarde a la Francia del siglo XVI, cuando todo el arte y habilidad decorativas en maderas se concentraron en la fabricación del "Escritorio del Rey", empezado durante el reinado de Luis XV en 1760. Sin lugar a dudas, esta es la obra maestra más antigua del Plywood. Como información curiosa se dice que este artefacto costó al rey más de 1.000.000 de francos. En este trabajo es de admirar la tenacidad e ingenio de aquellos primeros trabajadores de la madera quienes contaban con sistemas de trabajo muy rudimentarios, amén de la cantidad de tiempo utilizado en este menester.

### VENTAJAS DEL PLYWOOD

#### Consideraciones Económicas:

Partiendo de los principios establecidos anteriormente en lo que se refiere a las materias primas necesarias para la confección del Plywood, podemos deducir lo siguiente: El costo de la madera en la forma tratada sobrepasa al mismo de madera sólida, debido al intenso laboreo de corte, unión de las chapas con aglutinante incluyendo por supuesto el costo de la resina o material empleado en la adhesión. Para justificar esta alza en el precio, las razones que capacitan el Plywood para su empleo deben establecerse ya sea por la obtención de un producto que sea más ventajoso en sus propiedades químicas y físicas que la madera misma, o encontrando un medio de utilizar una cantidad menor de Plywood, proporcional a la de madera sólida, haciendo indudablemente esta consideración desde el punto económico.

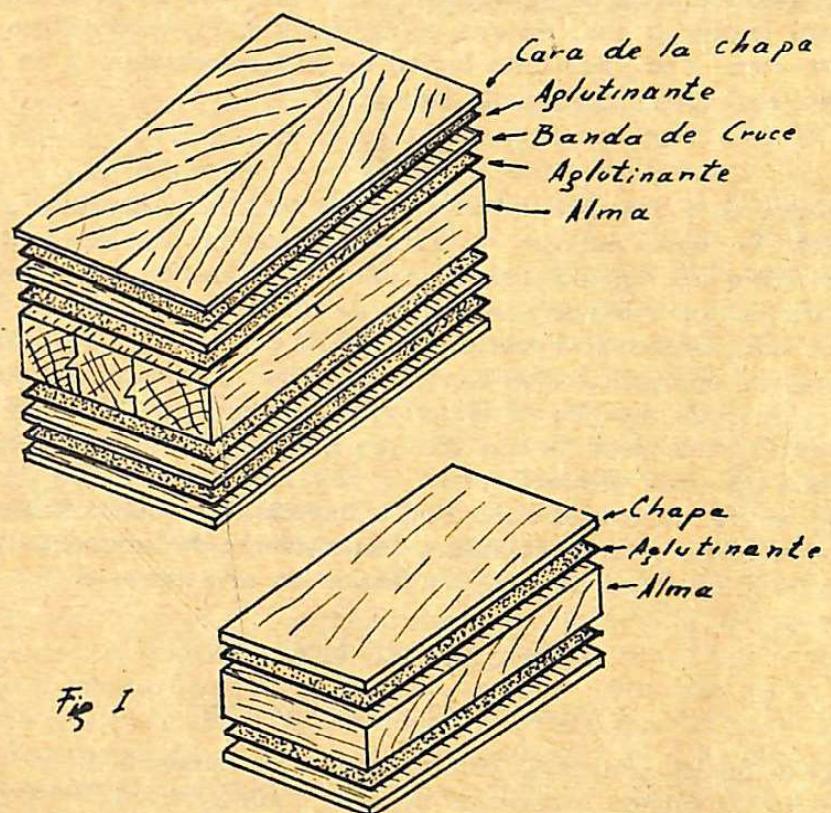
#### Resistencia:

Naturalmente, la madera sólida, es decir el tronco meramente aserrado, tiene su resistencia predominante en una dirección. Por ejemplo: a lo largo de

la fibra; pero esta cualidad desmerece en sumo grado si consideramos el tronco en el sentido transverso debido a la debilidad de su fibra en esta dirección y por consiguiente se raja fácilmente cuando está sometido a condiciones rigurosas de temperatura y presión.

Si dos chapas de igual espesor se aglutan en tal forma que la dirección de sus fibras sean alternas, esta resistencia prominente a lo largo de que hablábamos anteriormente se distribuye uniformemente en ambas direcciones y por consiguiente se refuerza la debilidad que pudiese denotar en alguna dirección. En esta forma, se establece un balance de fuerzas y resistencia, manifestando el conjunto una estabilidad en los cambios de temperatura y presión, bastante deseables en toda clase de estructuras.

Veamos como ejemplo gráfico dos clases de Plywood, siendo la primera de cinco chapas y la segunda de tres. Nótese la dirección de las fibras.



Está probado por la experiencia que se aumenta muchísimo la resistencia con el aglutinante, el cual debe ser acondicionado y escogido en tal forma que sea tan fuerte como la madera.

Como otra enorme ventaja del Plywood podemos destacar la de no rajarse cuando es sometido a acciones punzantes y de penetración (clavos y objetos similares). Por el contrario, en la madera común, se manifiesta este fenómeno especialmente a lo largo de su fibra. Esta cualidad es de inapreciable valor en construcciones.

#### *Estabilidad dimensional:*

La tendencia de la madera común a encogerse e hincharse es un grave problema pues destruye la resistencia de las uniones mecánicas y arruina la

apariencia del conjunto con hendiduras y deterioros de mal aspecto. Como el Plywood tiene la mitad de sus fibras en una dirección, y la otra mitad en ángulo recto con aquellas, la tendencia a encogerse e hincharse se neutraliza enormemente. Lógicamente se deduce entonces, que el Plywood posee una estabilidad dimensional mucho superior a la madera sólida. De hecho, el Plywood es inalterable en sus dimensiones, bajo las condiciones usuales atmosféricas.

Otra evidencia de su estabilidad dimensional, es el comportamiento de éste, tan singular, cuando se le da formas curvas y angulares. La madera sólida, se encoge como decimos vulgarmente, cuando se deja expuesta a la humedad; este es el resultado natural de su tendencia a encogerse e hincharse pues la superficie húmeda tiende a expandirse y la seca a contraerse resultando por consiguiente la torcedura. Cuando el Plywood está balanceado con la estabilidad de sus fibras en ambas direcciones, la tendencia de doblarse o encogerse es mucho menor. Aunque estos factores no se anulan en el Plywood totalmente, este bajo índice se aprovecha muchas veces de acuerdo con determinadas variaciones en la disposición de la fibra, para obtener artefactos de curvas determinadas.

#### Economía Forestal:

Antes de seguir adelante es conveniente estudiar las posibilidades de esta industria en nuestro suelo. Indudablemente que hasta el momento no se tiene noticia industrial de este novísimo adelanto en nuestro país ya que apenas se inicia la producción en los países donde surgió la idea. Pero sí se puede afirmar sin ninguna pretensión, que el país se encuentra capacitado por sí solo para abastecer la demanda en los mercados internos, máxime cuando la materia prima, madera, abunda en nuestros bosques y apenas si se empieza a explotar. Es una lástima que aquí en nuestra tierra se haga tan mal uso de nuestras maderas y se talen los bosques sin ninguna preocupación, siendo que hasta el momento no se ha tenido en cuenta una repoblación forestal. El gobierno debería tomar drásticas medidas, y orientar una legislación experimental y estadística en este sentido como la usada en los Estados Unidos en donde es obligatorio sembrar un nuevo árbol por cada otro que se derribe. En esta forma, los países ricos en maderas han podido defender sus riquezas, y por consiguiente, la industria de la madera y sus derivados ha encontrado enorme apoyo y ha tomado un incremento de magnitudes incalculables.

#### Plywood en formas curvas:

El plegamiento y curvadura de la madera requiere una técnica muy exacta; en cambio, el Plywood se presta admirablemente para darle la forma que se quiera. Esta operación puede acometerse en diversas formas. Un método de bastante aceptación industrial es el de arquear cada chapa antes de unirlas con el aglutinante para someterlas luego al prensado; como resultado de esta unión se obtiene una curva rígida luego de haber secado el material de adhesión y separado el producto del molde. Un tipo descriptivo de esta clase de Plywood podemos apreciarlo en la Fig. II.

Otro método consiste en tratar el alma o corazón del Plywood obteniendo la curvatura deseada y luego cubrirla con dos o más hojas de la chapa mediante presión; en otros casos se acostumbra hacer pasar la madera por rodillos calientes usando disposiciones especiales para obtener el plegamiento deseado.

Mecánicamente hablando, se ha probado que el Plywood es más flexible y se presta más a operaciones de plegamiento que la madera común, pues

esta tiene la tendencia a comprimirse más fácilmente a los lados que a lo largo, no sucediendo esto en el producto tratado. Como la técnica del Plywood ha progresado a partir de la relación original de 90 grados entre las chapas adyacentes (fibra) dentro del campo del plegado estas construcciones se han alterado gradualmente hasta llegar a reconocer especiales derivaciones en el sentido de disposición angular en las fibras de las chapas. A menudo, las construcciones curvas se hacen de dos pliegues, en donde la fibra de la chapa más delgada es paralela al eje del cilindro de curvatura. Cuando las curvas son muy agudas y consecuentemente, de radios muy cortos, una cha-

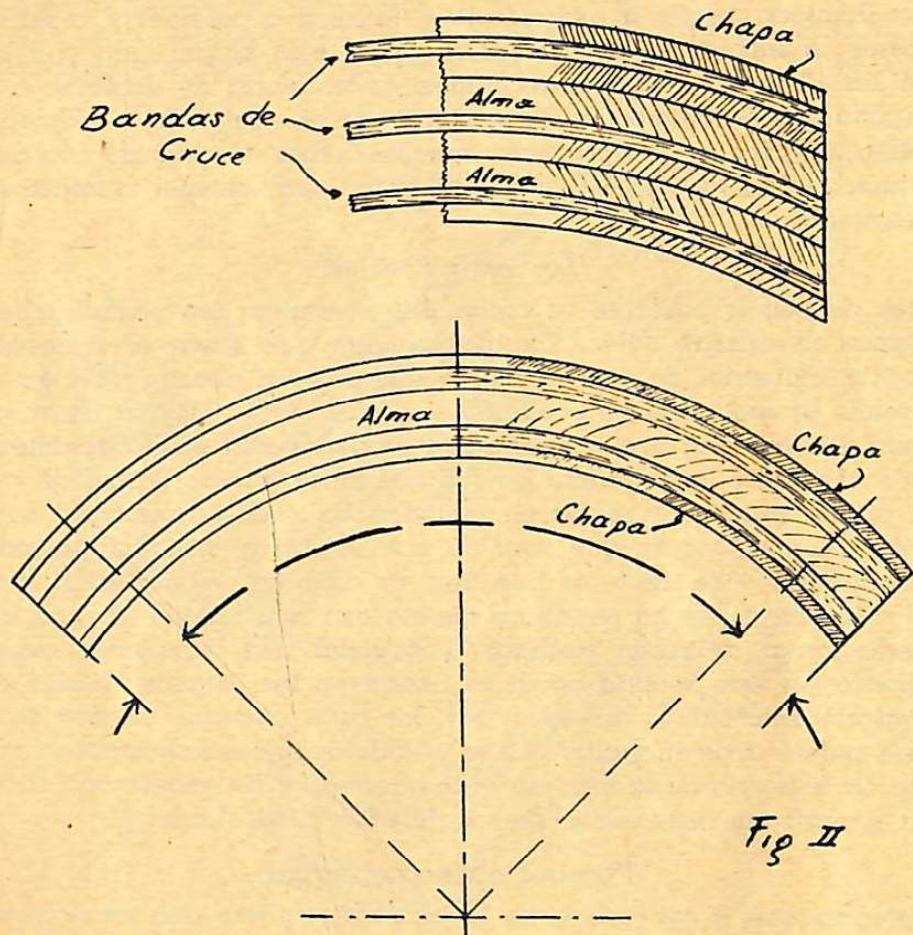


Fig. II

pa interior de 90 grados tiende a quebrarse fácilmente debido a su propia tensión; por tanto, la experiencia ha demostrado que una angularidad de 45 grados es mucho más recomendable.

Una ayuda favorable en el proceso de pliegue y doblado es la de tratar con vapor la parte de mayor curvatura, pero en este caso debe tenerse muy en cuenta la cantidad del aglutinante para que no sufra alteraciones con este tratamiento.

El Plywood plegado tiene posibilidades tremendas en el campo de la navegación aérea debido a su inigualable resistencia con pequeño peso, y a sus superficies tan lisas. En un principio, los ingenieros de aviación probaron en hacer uso del Plywood considerando sus enormes ventajas y haciendo especial hincapié en su peso tan reducido, además de tener en cuenta que la superficie lisa del Plywood posee muchas ventajas sobre el metal con remaches,

pero los experimentadores hubieron de desistir de su intento y regresar al antiguo uso del metal porque el Plywood en ese tiempo no resistía a una exposición fuerte de humedad y cambios atmosféricos, presentándose serias complicaciones en las estructuras cuando los cambios de temperatura oscilaban fuertemente, pues los materiales de adhesión sólo se fabricaban débilmente a base de materias vegetales y proteínas.

Las posibilidades más grandes para el Plywood en el campo de la aviación y aún en la marina e industria automotriz se manifiestan con los recientes adelantos de ingeniería en los procesos de manufactura del Plywood en formas. Este proceso hace posible la unión de las chapas entre sí con adhesivos sintéticos en un molde sometido a presión hidráulica, aboliendo por completo los pegantes anotados anteriormente como también el empleo de vapor sobre la superficie a doblar.

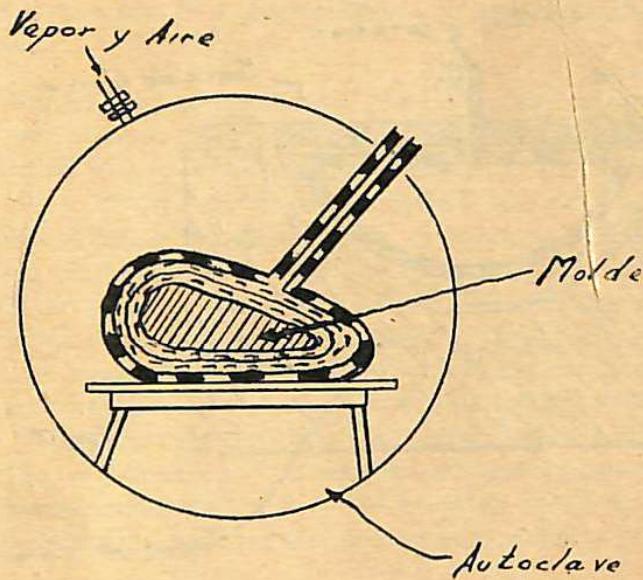


Fig. III

## PROCESO VIDAL

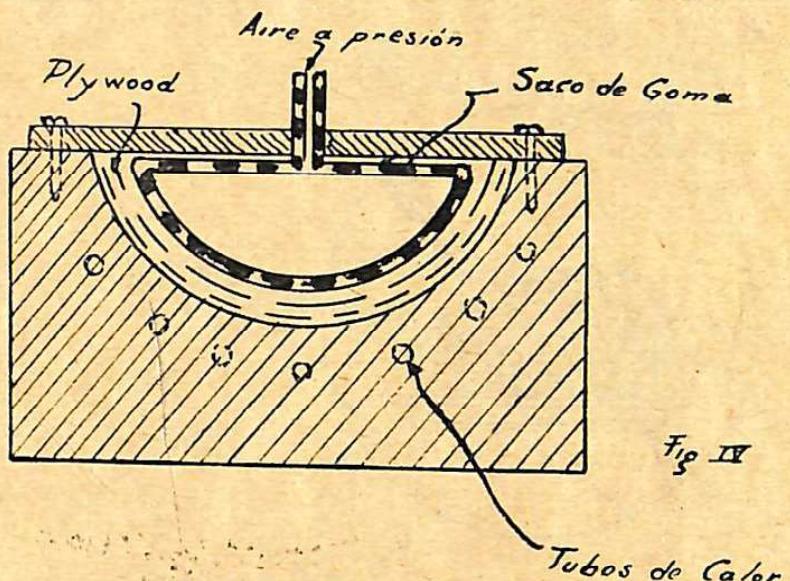
Algunos ensayos de vuelos en aeroplanos han demostrado que la mayor velocidad expresada en kilómetros por caballo de fuerza motriz, lo presentan aquéllos confeccionados con este material, desalojando así cualesquiera de los metales anteriormente usados. Los tan mencionados "aviones plásticos" no son más que uno de los tantos tipos fabricados con Plywood plegado y un adhesivo plástico. Es requisito esencial en la aviación, que los aparatos construidos a base de este producto, posean el adhesivo más durable, y casi siempre se usan resinas del tipo Thermosetting. Con esta designación están amparadas aquellas substancias plásticas que, después de moldeadas y tratadas no se vuelven a blandar al aumentar la rata de temperatura y presión.

Para confeccionar el Plywood en formas definidas en presencia de adhesivos plásticos y en caliente, se han generalizado dos procesos especiales denominados:

## a)—Proceso Vidal

## b)—Proceso Duramold.

a)—El primer proceso consiste en colocar las hojas o chapas debidamente impregnadas con el adhesivo en un molde, según se anota en la figura III. La chapa herméticamente cerrada en el molde se somete a presión, sea ya inyectando vapor caliente o en tanques autoclaves. Como el conjunto a prensar se forra en una tela de caucho, y teniendo en cuenta que la alta temperatura destruye o ataca la acción adhesiva de las resinas fenólicas, se recomienda para este proceso aglutinantes del tipo urea. Con el uso de agua caliente a 100°C y aire comprimido, la resina urea como material adhesivo se presenta muy bien como aglutinante; además, el molde y sus accesorios no sufren casi deterioro alguno.



## PROCESO DURAMOLD

b)—En el proceso Duramold, la chapa se coloca en el molde y se prensa con un saco de caucho inflado con vapor (Ver Fig. IV). Se procura siempre adaptar materiales adhesivos en donde la temperatura sea la más baja posible para que el conjunto no se deteriore y las cualidades adhesivas del material no disminuyan en su efecto. En ambos procesos la presión fluctúa entre las 30-100 Lbs./pulgada cuadrada.

Como la presión es siempre normal a la superficie, presiones excesivas no son necesarias.

### MATERIALES ADHESIVOS

Antes de hablar en sí de los pegantes usuales estudiemos un poco la naturaleza de la adhesión. El arte de unir objetos por medio de una goma o substancia similar se conoce desde tiempos inmemoriales. Muchas teorías, unas de sencilla explicación, y en otros casos supremamente intrincados, han surgido para explicar este fenómeno. Uno de los puntos de vista más antiguos y de más acep-

tación es el que, el aglutinante se pega a la madera debido a su poder penetrante por la fibra de la misma a las cavidades interiores en la estructura de la madera mientras está fluido, solidificándose luego y dejando por consiguiente las propiedades de adhesión con el material que ha entrado en contacto. La resistencia resultante de esta unión se acredita por el entrelazamiento de dos sólidos fuertes: madera y pegante. Este tipo de adhesión se denomina "Mecánica". Naturalmente que en la adhesión hay que tener en cuenta la calidad de la madera, pues existen unas variedades más lisas y compactas en su estructura que otras, y por consiguiente denotan una mayor reacción a la adhesión según sea el caso. Con la experiencia se ha probado que la unión entre dos superficies lisas puede tener una gran resistencia de tensión. En este caso, se denomina el fenómeno de unión como una "Adhesión específica", en donde actúa directamente el film del aglutinante con las caras de unión. En el caso de ajuste de dos piezas de madera, existe una combinación definida de ambas adhesiones —mecánica y específica—, e indudablemente, ésta es más fuerte que una sola.

Descubrimientos recientes han revelado una copiosa información en lo que atañe a la naturaleza de las fuerzas de atracción entre los átomos y las moléculas, particularmente en lo que se refiere a las fuerzas secundarias que existen entre estos. Estas fuerzas secundarias son de dos tipos diferentes y se dividen en: POLARES y NO POLARES, presentando características eléctricas aunque los átomos y moléculas sean de por sí eléctricamente neutros. Los líquidos por ejemplo, se puede catalogar dentro de estas dos derivaciones. Así el agua, alcohol y la glicerina se amparan bajo la denominación Polar, en tanto que la parafina y el benceno responden al grupo de las No-Polares. Dos líquidos del mismo género se mezclan entre sí, pero si tomamos un líquido de la categoría no polar y lo mezclamos con otro del grupo polar, habrá una separación visible inmediata. En el terreno de los cuerpos sólidos se presenta también el mismo fenómeno, distinguiéndose todos los metales como no-polares, en tanto que la madera en su estado natural es fuertemente polar.

Estas consideraciones generales acerca de los líquidos y sólidos polares y no-polares, son una ayuda inmediata para explicar y entender el comportamiento de los aglutinantes en varias de sus fases. En el caso del uso de substancias puras o simples como adhesivos, existe una evidencia grande de que las uniones fuertes no se pueden lograr adherentes polares con adhesivos no-polares. Esta clasificación debe tomarse como una regla básica de adhesión; sin embargo, su aplicación práctica no es muy sencilla, ya que muchos aglutinantes y materiales adhesivos son de un estudio complicadísimo y heterogéneo. No obstante estos obstáculos y demás complicaciones en el estudio de la adhesión, algunos ejemplos pueden servirnos para clarificar estos conceptos. Por ejemplo:

a)—Un pegante de base fenol-formaldehido como el Tego Film, es fuertemente polar; la madera, como lo anotamos anteriormente es fuertemente polar, en tanto que los metales son del género no-polar; por consiguiente, las adhesiones con este pegante serán mucho más fuertes entre dos chapas de madera que entre otras de madera-metal.

b)—El agua es polar como la madera. Cumpliendo cabalmente la teoría expuesta anteriormente, el agua en su forma sólida es un adherente de buenas características para la madera.

### Clasificación de los Pegantes:

- De origen Animal
- De origen Vegetal
- Caseína
- Soya
- Albúmina de Sangre
- Resinas sintéticas
- Misceláneos.

Aunque algunos miembros de esta clasificación se amparan en el género animal o vegetal, ha sido generalizado ya el hacer esta clasificación dadas las cualidades y características especiales que cada uno de estos pegantes-bases han denotado en el campo industrial.

Detallando un poco más sobre el uso y propiedades de los materiales adhesivos más adecuados, podemos anotar lo siguiente: Los primeros ensayos en el campo de la adhesión se hicieron tomando como base la caseína. Esta substancia es una proteína obtenida de la leche por separación con ácido clorhídrico en casi todos los casos, pero presenta la gravísima inconveniencia industrial de ser atacada por los agentes bacterianos. Aunque hoy en día la caseína como base de pegantes ha sido totalmente desplazada, no por eso ha dejado de atraer atención pues si bien presenta muchos inconvenientes, muchos de ellos se atenuan y aminoran por su gran resistencia al agua. Además, no se necesita calentamiento ni tratamiento especial de la madera para pasar por el tratamiento adhesivo.

La mayor parte de las recientes aplicaciones del Plywood en la industria náutica ha sido con resinas "Cold-setting" del tipo urea-formaldehido, las cuales son muy resistentes al agua lo mismo que a los agentes bacterianos. Esta clase de resinas no contiene proteínas, y al contrario de las aglutinantes a base de caseína y sus similares del reino vegetal y animal, no es atacada por el moho ni por ningún elemento que pueda perjudicar una buena adhesión.

Las resinas Thermosetting, que como lo anotamos, presentan características inalterables al ser sometidas a presión y temperatura, han abierto un enorme campo en estos terrenos. Una vez que cualquiera de estas resinas ha entrado en contacto con las chapas del Plywood, la unión es completamente insoluble y permanentemente infusible.

Los dos tipos más usuales de la variedad Thermosetting son: Fenol-formaldehido y Urea-Formaldehido.

Las resinas fenólicas requieren una temperatura de 300-350 F (154-160 C), para fundir e incorporarse a las chapas; de tal manera que en este caso se requiere una operación de prensado en caliente. En algunas fábricas se usa esta resina en solución alcohólica con el objeto de facilitar mucho más la penetración por los pliegues de la chapa. En otras factorías se emplean más bien delgadas hojas de papel debidamente saturadas con resina, las cuales se intercalan en los sitios donde es menester la adhesión; esta última operación requiere un prensado fuerte aumentando la temperatura hasta unos 300 F. Las resinas del tipo Urea-Formaldehido, como son solubles en agua, se aplican más fácilmente en solución y el material a prensar se puede someter a una operación en frío aunque es de general costumbre apelar al prensado en caliente pues se acelera más el proceso. En este caso, para impregnar las chapas con el material, se usan unos rodillos de caucho por los cuales pasa la chapa continuamente.

Estableciendo un paralelo económico de producción entre estos dos tipos de resinas, podemos observar que es más recomendable este último ya que puede trabajarse en frío, factor de economía que viene a disminuir bastante el costo de trabajo y el montaje de maquinaria. Pero, esta aseveración no excluye la afirmación expuesta de que las resinas urea-formaldeído no se puedan trabajar en caliente pues trabajando en estas condiciones se disminuye el factor tiempo, el cual contrarresta muy bien los egresos en la inversión de más equipo. Se evidencia también la mayor conveniencia en el empleo de esta resina por los márgenes de temperatura a que trabajan; en este caso la temperatura fluctúa entre los 200-220 F, en tanto que en las resinas fenólicas el aumento llega a los 300-350 F.

Como en el caso de las resinas fenólicas, las resinas del tipo urea se ablandan y fluyen por dentro de las fibras de madera sometidas a temperatura y presión, en donde se endurecen luego debido a la reacción química acelerada por el calor continuo. Esto permite al manufacturero el impregnar las chapas de "veneer" dejándolas secar luego antes de prensar. En el caso de prensado en frío, las chapas deben someterse primero a la presión antes de que el film del aglutinante se seque. Cuando no se aplica calor, la solución acuosa del aglutinante debe penetrar en la madera, mientras que en la operación de prensado en caliente, secado antes del prensado, deberá ablandarse a temperaturas elevadas y fluir por sí solo antes de secarse. De estas experiencias se ha deducido que en el proceso de prensado en caliente se requieren períodos de más de 48 horas, mientras que en el proceso de prensado en frío la presión se ejercerá a lo sumo por espacio de una hora. Una de las objeciones que se hacen en la confección del Plywood con resinas fenólicas en caliente, es el sumo cuidado y control exacto de la humedad en las chapas, pues con leves descuidos se pueden obtener rajaduras y grietas en el conjunto que perjudicarían todo el trabajo.

En donde los ligamentos de las chapas no requieren mucha atención se acostumbran los aglutinantes del tipo urea en combinación con harina o centeno. Indudablemente que, la resistencia al agua disminuye a medida que aumenta el contenido de la harina o centeno en la mezcla.

En el campo de las experimentaciones de laboratorios se ha trabajado también con resinas termoplásticas como el Butyrato y la Vinylita, pero dadas las inconveniencias químicas y físicas que presentan, amén de su alto costo, estas resinas no han podido pasar de los terrenos de experimentación científica.

Sería bastante detenido y engorroso el estudio profundo de cada uno de los adhesivos descritos en la clasificación anterior; con lo ya anotado en este campo queda bastante bien detallado el proceso de la adhesión, factor de suma importancia en la fabricación del Plywood.

#### CARACTERISTICAS DEL PLYWOOD

Las cualidades del Plywood dependen de las asignaciones que se le den en cada construcción. Se puede confeccionar como material de embellecimiento, de durabilidad, y resistencia, de calidad liviana o en formas curvas. En fin se puede adaptar a muchas formas de las cuales hablaremos en detalle a continuación.

De estas cualidades se desprende la versatilidad del Plywood comparado con los metales, pues sometido a tratamientos especiales desplaza y va desplazando más y más el empleo de aquellos en construcciones y adornos.

### *El Plywood Como Material Decorativo:*

En esta forma, el Plywood es de una apariencia muy atractiva y lujosa; fue este tipo si se quiere, el que inspiró a los egipcios en el tratamiento laborioso y artístico de las chapas de madera. En todos los casos, luego de hacer una selección cuidadosa de las mejores chapas, se logran diseños de bella presentación, adornados muchas veces con incrustaciones metálicas o de piedra que vienen a realzar las propiedades artísticas del acabado. En los primeros tiempos, las combinaciones y dibujos hechos con el Roble estaban íntimamente ligadas con el estilo gótico, en tanto que el Arce y el Abedul fueron típicos en los estilos de la América Colonial.

### *El Plywood Como Elemento Resistente:*

Hemos visto ya que en determinados tipos de Plywood, la resistencia del conjunto se distribuye en todas direcciones. En este caso, las especies de madera y la dirección del corte no dependen de la apariencia sino de aquellos factores que contribuyan a incrementar la rigidez y resistencia. Estas cualidades se evidencian en muchos casos de construcción. El factor rigidez se requiere y se presenta como caso típico en columnas de sustentación, manifestándose la máxima flexibilidad en aquellas construcciones donde se requieren ángulos muy agudos. El Plywood para pisos y distribuciones murales debe ser fuerte y resistente en todas direcciones. En construcciones aeronáuticas es de suma importancia que la relación de resistencia y peso esté balanceada. En fin, cada tipo de Plywood debe ceñirse a determinadas especificaciones y métodos de laboreo para rendir un máximo de seguridad y rendimiento. Es interesante hacer notar que uno de los factores predominantes en el incremento de la resistencia, es el número de chapas que forman el conjunto, pues claro está que el Plywood de 1/4 de pulgada de espesor es considerablemente más fuerte que el de un espesor de 1/50.

### *Plywood y Madera Laminada:*

Aunque estas dos acepciones se encuentran íntimamente asociadas, no por eso dejan de denotar diferencias específicas. Hemos visto ya, que hojas alternas y cruzadas, son la característica básica del Plywood, ya que así se distribuye su resistencia en cada dirección reforzándose su debilidad en la dirección transversa. Por ejemplo, existe una notoria diferencia de resistibilidad y esfuerzo unitario entre una pieza de Plywood de 1 pulgada de ancho por media de espesor, que una misma de madera sólida.

El Plywood será más flexible, en tanto que la madera, más rígida. Sería más fácil hacer hendiduras en la madera sin tratar que en Plywood. La tendencia de la madera a rajarse y tomar formas arqueadas será un fenómeno normal, mientras que en el Plywood este caso será negligible. Consecuentemente, si la rigidez es el factor esencial en determinado tipo donde la madera sólida no se deseé, será más recomendable entonces, usar una combinación de chapas paralelas en sus fibras, las cuales darán al conjunto una rigidez mayor que en la madera sólida, debido en parte a la presencia de aglutinante en las chapas, como también al hecho de que la continuidad de la fibra en la madera se destruye debido a las chapas independientes.

Las chapas unidas entre sí paralelamente se llaman más correctamente "madera laminada" en lugar de Plywood como generalmente se confunde. De manera que para mayor claridad debe tenerse de presente que la madera la-

minada se destina a construcciones con todas las chapas unidas paralelamente, en tanto que en el Plywood se describe mejor en construcciones donde sus chapas tienen una desviación angular en su fibra variable.

### TIPOS DE PLYWOOD EN CONSTRUCCIONES

En este sentido el Plywood ha tomado posesión de un campo muy basto, máxime si se tiene en cuenta: La calidad de la madera a tratar, los espesores de la chapa y el corazón o corteza central, la distribución angular de las chapas adyacentes, los materiales de adhesión, la rata de presión, la forma de moldeo y, en fin, todos los detalles que juegan en el acabado de la construcción. La clasificación más adecuada es la siguiente:

1º—Construcción de toda clase de chapas (All veneer):

Aquí se incluyen la mayor parte de las construcciones de Plywood en donde sólo se toma en cuenta el número de chapas.

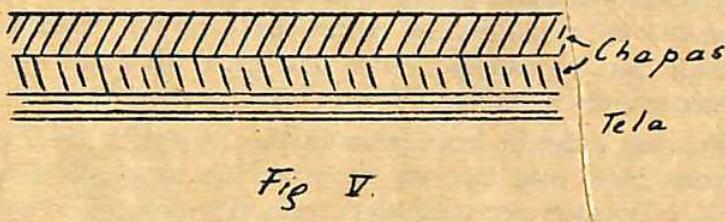


Fig. IV

2º—Construcciones con alma de madera:

Se basa esta clasificación en el uso de una madera central a manera de corazón o vena principal, con el objeto de dar una resistencia predominante en la dirección determinada. En las construcciones de 5 chapas, las caras extremas y el alma tienen sus fibras en direcciones paralelas.

3º—Construcciones de dos pliegues (Two-ply):

Aunque en esta clase no se manifiesta ese equilibrio notorio de resistencia como en las otras formas del Plywood, se aconsejan en muchos casos especialmente para reforzar las caras de una superficie, forro de muros y de objetos de adorno.

Los enchapados para paredes y muros son hoy en día de uso muy frecuente y han llegado a desalojar en gran parte los papeles de colgadura y materiales semejantes. El más conocido de estos tipos es el "Flexwood", fabricado con chapas de 1/80 de pulgada y aglutinadas con una tela adhesiva. Ver Fig. 5.

### Plywood Combinado con Fibras Textiles y Chapas de Metal:

Varias combinaciones de hojas enchapadas con Plywood y chapas de construcción, no leñosas, se pueden confeccionar. Como esta clase de material varía considerablemente en sus propiedades físicas, se han clasificado y detallado varias especies entre las cuales sobresalen en importancia las siguientes:

- a)—Forros para muros: cubiertos o revestidos en la cara opuesta con un paño o papel. (Ver Fig. N° 5).
- b)—Combinaciones de fibras textiles y chapas de madera.
- c)—Combinaciones de chapas de madera con papel.
- d)—Fibreboards: Masonite, Celotex, Insulite etc.
- e)—Combinaciones de Asbesto y chapas de madera.
- f)—Hojas de Metal-Plywood.

*Fibreboards:*

Existe un sinnúmero de tipos muy conocidos catalogados en la serie de Fibreboards. Los de más aceptación en la industria son: Masonite, Celotex, Insulite, Homasote, etc.

El Masonite se fabrica a base de astillas de pino obteniendo los fragmentos por un proceso de explosión.

El Celotex se confecciona a partir de un proceso químico tratando las fibras del bagazo.

El producto denominado Homasote se obtiene por un proceso de conversión de los papeles de periódicos viejos en una forma fibrosa que permite la reagregación en un fibreboard.

El Insulite tiene un proceso de fabricación que se basa en el tratamiento de la pulpa de madera.

Todas estas clases de fibras se hacen en delgadas esterillas, luego se arrollan y se prensan en seco hasta obtener el espesor deseado.

Otra construcción particular es la combinada con asbesto la cual es altamente recomendable en aparatos en donde se requiere resistencia máxima al calor. Es de anotar que, el asbesto tiene una gran afinidad con las resinas fenólicas y por consiguiente la adhesión con éstas es de excelente calidad.

En la clasificación anterior habíamos hecho mención del Plywood con chapas de metal; pues bien, este tipo de construcción se emplea enormemente en cabinas fuselajes y cuerpos para aviones, carros y trenes. Practicamente todas estas combinaciones se hacen en tamaños ya estipulados por las fábricas pues es muy engorroso el cortar luego la lámina sin presentarse gravísimos inconvenientes.

El problema básico en esta clase de laminado radica en una adhesión exactamente calculada de los materiales con los coeficientes de reacción a la expansión opuestos. Ejemplo: El metal expande con el calor y en cambio la madera tiende a contraerse o dilatarse en una forma muy inferior; de manera que los coeficientes de elasticidad deben tenerse muy en cuenta para no concluir con un rotundo fracaso en el conjunto. Otro problema que debe tenerse en cuenta es el de unir un metal poroso con otro que no lo es, cuando el adhesivo tiende a ser absorbido en un solo sentido de penetración. Una buena adhesión sería imposible si el metal se encuentra grasoso pues debe estar completamente limpio para que la penetración del adhesivo sea perfecta. Las mejores uniones se alcanzan con el acero y el aluminio.

**BREVES ASPECTOS EN LA CONFECCION DEL PLYWOOD**

La fabricación de Plywood está sometida a dos etapas de elaboración especialmente definidas:

- a)—Obtención de la chapa (Veneer).
- b)—Obtención del Plywood.

*Obtención de la chapa:*

La obtención mecánica del veneer no pasa de los 100 años, aunque hojas delgadas de madera se habían logrado mediante primitivos medios de aserrar y cortar, hace más de mil años. Hoy en día se han puesto en uso cuatro métodos típicos de cortar el veneer: son ellos:

- 1º—Rotatory Veneer: Este proceso se basa en el sistema de torno y abarca el 90% de toda la producción.
- 2º—Sliced Veneer: Es un sistema de rebanado.
- 3º—Half round Veneer: Obtención de chapa semi circular.
- 4º—Sawn veneer: Sistema de aserrado común.

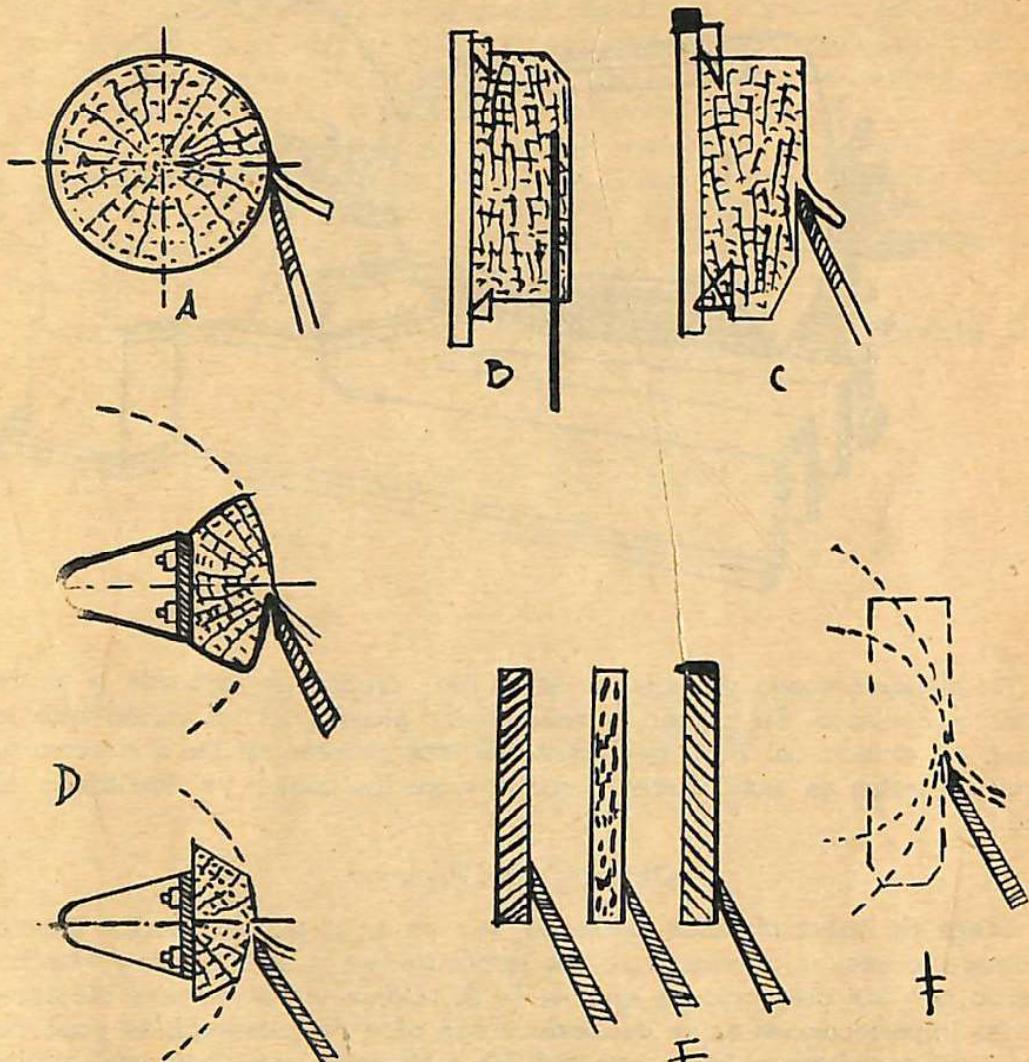


Fig. VII

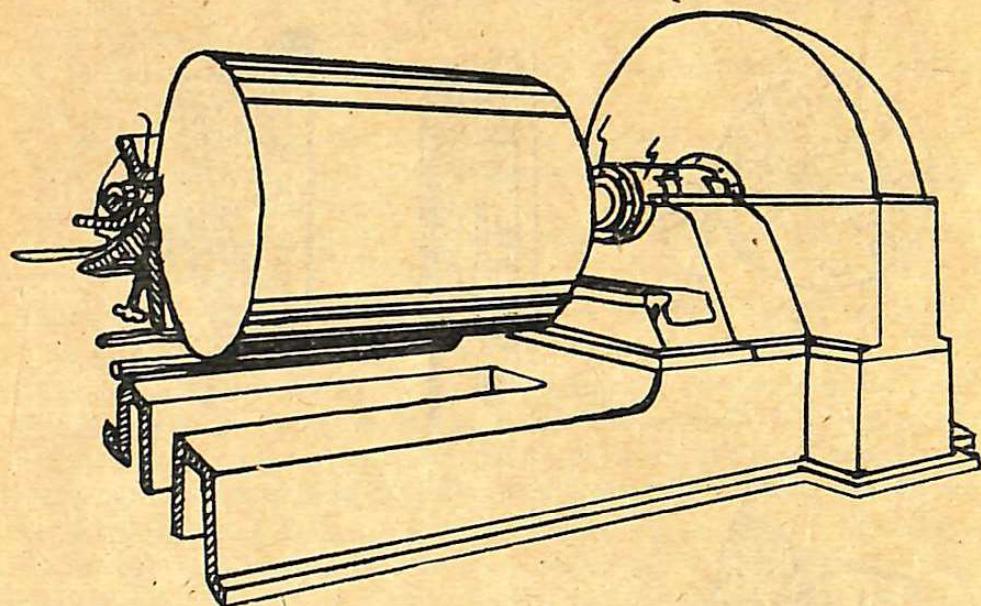
Métodos típicos para cortar el Veneer.

Aunque el método de torno es el más usado, no por eso desaloja al sistema de rebanado pues este último proporciona una chapa de mejor acabado en su aspecto y resistencia. (Ver Fig. N° 7).

En el proceso de rotación generalmente el espesor de la chapa varía entre 1/40 y 1/4 de pulgada, la longitud standard del tronco a tratar fluctúa entre los 8-10 pies.

Antes de ser sometidos al corte, estos troncos resisten un tratamiento de cocción en agua caliente por espacio de varias horas con objeto de dar a la fibra una adecuada limpieza. Algunas compañías utilizan más bien vapor caliente el cual se hace pasar por el recipiente en donde se encuentran apila-

dos los troncos; a continuación se recortan mecánicamente las partes más prominentes en el tronco, como los nudos, para pasarlos luego al torno si es que se tratan por el sistema (1), el cual tiene una velocidad promedio que oscila entre las 30 y las 60 r. p. m. (Ver Fig. N° 7).



(Fig. N° 7).

En seguida, luego de obtener la chapa "cruda", se procede a su refinamiento y acabado. En primer término, debe secarse en tal forma que la humedad no exceda del 10%; generalmente este proceso se lleva a cabo en cámaras provistas de ventiladores y rodillos por los cuales va desfilando el material.

#### Obtención del Plywood:

Luego de haber obtenido la chapa, sea ya en la misma fábrica u obtenida de otros lugares, se almacena en los depósitos, se le selecciona y clasifica de acuerdo con las asignaciones que se le dé. Como la chapa sale siempre con muchas imperfecciones en su acabado y con algo de humedad, se pasa nuevamente por secadores y luego por rodillos especiales con objeto de suavizar y allanar la superficie; en seguida, siguiendo un proceso continuo se pasan las chapas a las máquinas de corte y empalme; por último se somete a una inspección visual detenida para dar los últimos toques a la chapa.

Existen también otras dependencias en las fábricas dedicadas a la obtención de las maderas centrales o almas para el Plywood reforzado, en donde los factores de rigidez y resistencia son predominantes.

Lista ya la chapa, se sigue el proceso adhesivo y de prensado, sea ya por un sistema en frío o por prensado en caliente. Si deseáse tipos de Plywood con formas curvas y ángulos especiales, se pasa el material laminado y prensado a otro sistema de prensas de moldeo en caliente en donde se obtiene el material requerido.

Como último proceso, se saca el Plywood de las prensas, se deja secar y se somete a un posterior acabado para almacenarlo luego y destinarlo al mercado.

*Usos del Plywood:*

Además de las cualidades y asignaciones anotadas al Plywood en páginas anteriores, debemos hacer incipie en el empleo enorme que con la guerra tuvo el Plywood. En los astilleros, el Plywood encontró infinidad de aplicaciones. Usos de mayor provecho se recomendaron en la aviación en donde sin duda alguna ha encontrado su mejor campo de acción. Como material de construcción y decorativo, el Plywood abarca un extenso ramo; asimismo como artículo de fácil acceso en el mercado, como cajas para radios, pianos, mesas, forros de todas las especies, e infinidad de artículos caseros.

En esta forma, queda concluído el estudio que sobre esta nueva industria hemos querido hacer, haciendo resaltar en una forma tal vez apasionada las múltiples aplicaciones y enormes cualidades que el "Plywood" proporciona a nuestro medio, contribuyendo en buena forma por una vida más apacible, confortable, y económica.

Willian Gaviria G.

*BIOGRAFIA:*

Modern Plywood. — Thomas D. Perry  
 Handbook of Plastics. — Simonds-Elis  
 Industrial Plastics. — Herbert R. Simonds.  
 Synthetic Resins and Rubbers. — Paul. O. Powers  
 Revista. Ind and Eng. — Chemistry 1945  
 Modern Methods of Manufacturing Veneer and Plywood  
 (Catálogo de la United States Machinery Co. New York).

---

**FIBRAS ARTIFICIALES OBTENIDAS DE LAS PROTEINAS  
CORPUSCULARES Y FIBROSAS**

Por regla general, las proteínas se prestan a la formación de fibras. Mediante la manipulación adecuada de las proteínas obtenidas de los residuos y sobrantes de productos agrícolas e industriales, se han hecho fibras de orientación molecular y características de resistencia mecánica y de absorción de la humedad, comparables a las de las fibras de proteína natural. Estas fibras se han obtenido con agentes dispersores que son débiles en comparación con los generalmente usados para las fibras comerciales de proteína. El agente empleado (un detergente), no sólo sirve de disolvente de las proteínas, sino que en las debidas proporciones de la mezcla, también reacciona con ellas, formando complejos que contienen proteína sin desdobljar. Las soluciones que contienen complejos de composición apropiada pueden emplearse para hacer fibras, ya sea haciéndolas pasar por una hiladora a un baño coagulador directa del silicio contenido en las aleaciones a base de cobre. La determinación del silicio en un grupo de muestras de bronce al manganeso, que contenían hasta el 0.15% de silicio, resultó bien de acuerdo con los resultados obtenidos por el método gravimétrico ordinario. Se exponen las condiciones óptimas para la obtención y la evaluación del complejo de color del silicomolibdato en presencia del cobre. Se describe un método para contrarrestar la interferencia del fósforo.

(Industrial and Engineering Chemistry.)