

DIAGNÓSTICO DE LA INDUSTRIA DE TABLEROS CONTRACHAPADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL D.F.

Zavala Zavala David *

RESUMEN.

El presente trabajo se realizó en el área metropolitana del D.F., con la finalidad de caracterizar los procesos y equipos que se utilizan en la producción de contrachapados. Entre los aspectos más sobresalientes destacan el problema del abastecimiento de trocería en la cantidad, calidad y oportunidad requeridas.

De las operaciones de preparación de la trocería, el descortezado se realiza en la mayoría de los casos con herramientas manuales, las secuelas de calentamiento no están bien definidas en cuanto a temperaturas utilizadas y tiempos del proceso en función de las características de las especies y diámetro de las trozas.

Los tornos carecen de las innovaciones técnicas que permiten obtener más chapa por troza procesada y de mejor calidad. Por la falta de equilibrio entre el torno y otros equipos, su capacidad de producción se reduce hasta en un 70%.

Para el proceso de secado de la chapa se utilizan estufas de combustión directa, de aceite térmico y de vapor, predominando éstas últimas. En general, carecen de sistemas de medición del contenido de humedad de la chapa, ocasionando una tendencia a sobresecarla, sobre todo en las estufas de combustión directa.

Respecto a las características de las prensas, su capacidad de producción varía de 5 a 20 tableros por carga, y en todas, el sistema de carga y descarga es manual. Se considera que operan adecuadamente tanto los equipos para el saneo y ensamblado de chapas, como los usados para el dimensionado y acabado de tableros.

La mayoría de las fábricas tienen potencial de optimización para incrementar su capacidad de producción, en algunos casos a través de la modificación de sus sistemas de trabajo y en otros mediante el mejoramiento de sus equipos.

Palabras clave: Industria forestal, tableros contrachapados, triplay, chapa, Distrito Federal.

* Investigador Titular Proyecto Tecnología de la Madera. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Distrito Federal, INIFAP-SARH.

ABSTRACT.

The characteristics of the equipment and the processes operative in the plywood industry in the metropolitan area were analyzed.

The plants surveyed (seven mills), all have log supply problems related to quantity, quality and time delivery according to the industry needs. Log debarker process is carried out with hand tools, except for one mill. Log softening schedules are not well define regarding time-temperature for species and log characteristics.

Due to the age of the lathes, most of them lack the latest innovations that allow higher veneer recovery and veneer quality from each log. Further more, since there is no balance between the lathe and other machine centers, its production capability is usually reduced to even 70%.

For veneer drying, three types heat transfer of kilns are used: direct combustion, thermal oil and vapor, being the latest one the most common. No moisture content controls are used in any of the kilns, causing veneer surface inactivation problems, specially in the direct combustion ones.

The production capacity of the press varies between 5 to 20 panels, and the pressing time is also widespread, even for similar type of boards. One aspect in common in all the mills is the hand loading and unloading of the press. The equipment for trimming, sanding and finishing of the panels, is adequate and in balance with the rest of the production process.

Most of the mills have a potencial for optimization of the processes for plywood production, that might lead to higher volume output and better quality panels. To achieve this goal however, changes have to be made in the production systems and machine centers, updating them with the latest technology.

Key words: Forest industry, plywood, veneer, Distrito Federal.

INTRODUCCIÓN.

La industria de tableros de madera comprende a los contrachapados conocidos comúnmente como triplay y a los aglomerados de partículas y de fibras.

Tal industria se considera entre las más importantes del subsector forestal debido a los factores siguientes:

- Volúmenes de productos que genera: 702 000 m³.
- Fuentes de trabajo que proporciona: 11 690.
- Inversiones en capital que representa: 1'250 000 millones de pesos¹.
- Las perspectivas de crecimiento que manifiesta.

Desde el punto de vista de desarrollo tecnológico, se considera que los tableros tienden a sustituir a la madera aserrada, debido entre otras causas, al mejor aprovechamiento de los recursos forestales, a sus mejores características tecnológicas y a las ventajas de su utilización en la elaboración de otros productos.

Las características tecnológicas de los tableros contrachapados, superiores a las de la madera aserrada, constituyen un factor que favorece la demanda de estos productos. Ésta puede incrementarse si los tableros se fabrican a precios competitivos en relación a otros materiales sustitutos.

Para que esto sea factible, se requiere optimizar las fases del proceso de elaboración, mejorando el aprovechamiento de la materia prima y la calidad de los productos, aumentando la utilización de la capacidad instalada y los volúmenes de producción.

No obstante las consideraciones anteriores, desde el punto de vista de investigación y de desarrollo tecnológico, en México se ha hecho poco en el área de tableros a base de madera. Los avances logrados en esta industria, o bien han sido adoptados de otros países, o han sido innovaciones surgidas por la iniciativa de unos cuantos industriales.

Con la finalidad de detectar las posibles fases del proceso potencialmente factibles de mejorar, se recopiló información a través de encuestas en visitas realizadas a siete fábricas de chapa y tableros contrachapados del área metropolitana.

OBJETIVOS.

1. Conocer, analizar y evaluar cada una de las fases de los procesos de elaboración del triplay.
2. Definir trabajos específicos de investigación sobre las fases de producción que demanden mayor atención por el efecto que tienen en la productividad de las empresas.

¹ ANAFATA. 1989. La industria de los tableros de madera.

ANTECEDENTES.

Entre los pocos trabajos realizados en México sobre tableros contrachapados, se encuentra el de Moreno y Espejel², quienes determinaron el rendimiento en cada una de las fases del proceso de producción de triplay.

En su estudio señalan que del volumen inicial de las trozas, después del torneado, se obtiene un rendimiento de chapa de 84.40%, y con el saneo y dimensionado se reduce a un 57.74%. Por efecto del secado se pierde 3.37% y por el canteado de la chapa 2.52%, y queda un volumen de 51.85%. Durante el engomado y prensado del tablero el rendimiento se reduce a 47.85% y por efecto del escuadrado y lijado el volumen final es de 40.51%, que constituye el coeficiente de aprovechamiento de la trocería para la producción de triplay.

En un estudio realizado por la Subsecretaría Forestal y de la Fauna³, se menciona una utilización de la capacidad instalada de las fábricas de tableros de un 60.7%, enfatizando la necesidad de incrementar el desarrollo tecnológico en este tipo de industria.

Los aspectos que demandan mayor atención, así como las posibles alternativas a seguir son: la implantación de controles automáticos de temperaturas para el calentamiento de las trozas; en el proceso de descortezado, la adopción de sistemas mecanizados; en los equipos de cargado y centrado de las trozas en el torno, mecanismos automatizados; en el proceso de secado de la chapa, controles automáticos de humedad en las estufas.

MATERIALES Y MÉTODOS.

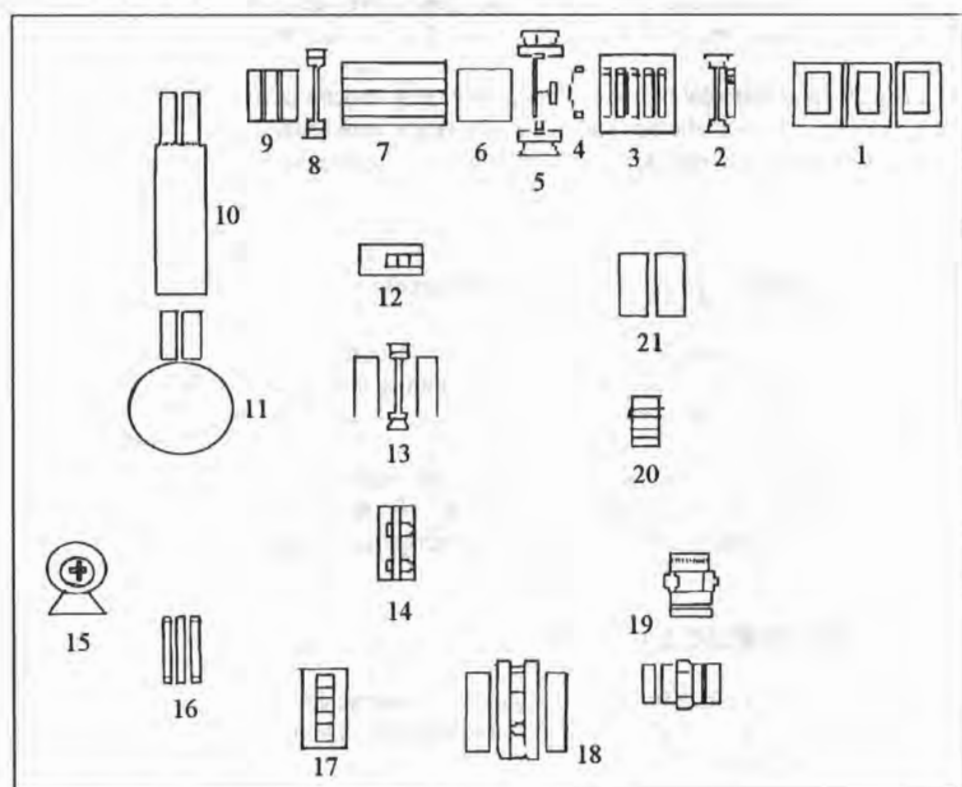
La recopilación de los datos se realizó directamente en siete fábricas, de un total de nueve registradas en el área metropolitana del Distrito Federal; dos de ellas dedicadas a la elaboración de chapa y cinco integradas con producción de chapa y de tableros. Para la captación de la información se utilizaron cuestionarios previamente elaborados sobre los conceptos más relevantes de los sistemas productivos. El trabajo consistió en observaciones directas y en la comunicación personal con los supervisores de producción de las empresas visitadas.

La información recopilada se enfocó sobre los aspectos más importantes de la producción de tableros, entre los cuales destacan: el abastecimiento y el acondicionamiento de la trocería; la elaboración de la chapa y su preparación para la integración del conglomerado,

² Moreno, Z.C. y Espejel, L.A. 1983. Rendimiento y proceso de fabricación de tableros contrachapados, Compañía Forestal de Chiapas, S.A.

³ Subsecretaría Forestal y de la Fauna. 1982. La industria de los tableros de madera en México.

incluyendo el secado y ensamblado de la chapa; la preparación y aplicación del adhesivo; la integración y formación de los tableros; el dimensionado y el acabado. La secuencia y los tipos de equipo más comúnmente utilizados en cada una de las fases de los procesos analizados, se esquematizan a continuación.



- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Descortezadora. | 12. Parchadora. |
| 2. Pilas de ablandamiento. | 13. Canteadora y/o guillotina. |
| 3. Rampa para trocería. | 14. Ensambladora. |
| 4. Cargador y centrador de trozas. | 15. Mezcladora de resinas. |
| 5. Torno. | 16. Engomadora. |
| 6. Lámina continua de chapa. | 17. Pre-prensa. |
| 7. Mesa transportadora de chapa. | 18. Prensa. |
| 8. Guillotina. | 19. Sierras escuadradoras. |
| 9. Mesa clasificadora de chapa. | 20. Pulidora. |
| 10. Estufa de secado. | 21. Saneamiento y clasificación de tableros. |
| 11. Clasificadora de chapa seca. | |

Figura N° 1. Diagrama de flujo en la producción de contrachapados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados de este estudio, así como algunas alternativas que pueden desarrollarse para mejorar las condiciones actuales de los sistemas productivos de las fábricas, se presentan en forma desglosada para cada una de las fases de los procesos analizados.

Algunos de los planteamientos propuestos requieren de trabajos específicos de investigación para definir las mejores alternativas. Se espera que este estudio sea el inicio de una coordinación con los industriales, que permita realizar trabajos de investigación en forma conjunta.

Almacenamiento y preparación de la trocería.

La programación del abastecimiento de trocería, el control de inventarios y el almacenamiento de las trozas, son aspectos importantes que repercuten en la utilización de la capacidad de producción instalada de las fábricas de triplay.

La preparación de las trozas, para la producción de chapa, incluye el descortezado y el acondicionamiento o ablandamiento de las mismas. Estas etapas son básicas para lograr optimizar tanto la cantidad como la calidad de la chapa producida.

Abastecimiento de trocería.

Se detectó que un factor que limita la utilización de la capacidad de producción instalada en las fábricas de contrachapados, es la falta de abastecimiento de trocería en la cantidad, calidad y oportunidad requeridas.

De las industrias estudiadas, se observó que un 70% de las empresas tienen un abastecimiento de trocería deficiente, lo cual se refleja directamente en la subutilización de la capacidad de producción instalada, que llega a ser hasta de un 50%, lo que a su vez origina volúmenes bajos de producción y precios altos de los productos en el mercado.

Algunas de las alternativas que se pueden adoptar para contrarrestar el efecto de la falta de abastecimiento de trocería serían:

- 1). La integración vertical de las empresas, con lo cual se controlaría el abastecimiento de trocería desde el bosque, por medio de concesiones o con recursos forestales propios.
- 2). Una oferta de trocería mayor, en un mercado más abierto y dinámico, en el cual el precio de las trozas se rija por sus características (calidad y dimensiones), y no

únicamente por el volumen.

En ambos casos el industrial deberá definir la calidad de la trocería requerida, en función del tipo de chapa deseada y acorde a las características de los equipos utilizados para la producción de los tableros.

Especies procesadas.

Las especies utilizadas están relacionadas con las características del proceso de elaboración de la chapa. Las empresas que producen chapa torneada generalmente utilizan de 2 a 3 especies, predominando el pino y la ceiba, (*Pinus spp.* y *Ceiba pentandra*). Algunas empresas utilizan especies en función de sus necesidades específicas para productos terminados, como chapa de caoba africana u okoune (*Aucoumea Klaineana*), para puertas de tambor.

Las empresas que producen chapa rebanada procesan una mayor diversidad de especies; las más comunes son el cedro (*Cedrela odorata*), la caoba (*Swieteniamacrophylla*), el nogal (*Juglans nigra*), el encino (*Quercus spp.*), el fresno (*Fraxinus uhdei*), la ceiba (*Ceiba pentandra*) y el pino (*Pinus spp.*).

Una empresa que está integrada verticalmente, con recursos forestales propios, además de las especies señaladas, también procesa barí (*Calophyllum brasiliense*), amate (*Ficus glauscescens*), primavera (*Tabebuia pentaphylla*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*), nopo (*Cordia collococca*), y cedrillo (*Guarea glabra*). Esta diversificación de especies ha sido posible por el control del abastecimiento de las trozas desde el bosque.

Las ventajas de la integración vertical se manifiestan en una utilización más favorable del aprovechamiento de los recursos forestales, al incorporar al proceso productivo especies que tradicionalmente no se utilizan para la producción de chapa.

Almacenamiento de las trozas.

La conveniencia o necesidad de almacenar la trocería se relaciona con la seguridad de contar con material en el momento en que se requiera, lo cual permite una planeación más adecuada de la producción.

En este estudio se detectó que un 50% de las empresas cuentan con un sistema combinado de almacenamiento de trocería (patios y estanques). Sin embargo, por falta de inventarios adecuados, solamente una empresa utiliza ambos sistemas: las demás almacenan únicamente en patios.

Las posibles ventajas del almacenamiento en estanques no se harán patentes en tanto no se requiera almacenar trocería por períodos prolongados. Los defectos en las trozas por degradación debido al almacenaje en patios, como son las rajaduras en las cabezas, el manchado de la madera, y el ataque de hongos e insectos, no se manifiestan en lapsos cortos de almacenamiento.

Descortezado de las trozas.

Previamente a la producción de la chapa, se requiere descortezar las trozas. Este proceso generalmente se realiza en forma mecánica o con herramientas manuales.

Se encontró que el 85% de las empresas realizan el descortezado con herramientas manuales, y el 15% utilizan procesos mecánicos. Sin embargo, la capacidad de las descortezadoras está subutilizada debido a que se aprovecha sólo un 25% de su capacidad instalada (150 m³/turno).

La secuencia del descortezado varía entre empresas, el 50% lo realizan después del acondicionamiento o ablandamiento de las trozas, mientras que la otra mitad lo lleva a cabo antes de este proceso. Algunas industrias argumentan que es más conveniente efectuarlo después del acondicionamiento por la facilidad con que se desprende la corteza y por la menor cantidad de madera removida.

Las posibles ventajas de realizar el descortezado posterior, se deben equiparar con los efectos negativos que se presentan al calentar las trozas con corteza, los cuales se manifiestan en mayores tiempos de acondicionamiento debido a la barrera que representa ésta para la transferencia de calor a la madera, con lo que se reduce la capacidad de producción del sistema de calentamiento.

Aunado a lo anterior, el agua de las pilas se contamina más rápidamente, lo que demanda mayor frecuencia de limpieza. Por estas razones, se considera que es más conveniente descortezar las trozas antes del proceso de ablandamiento.

Acondicionamiento de las trozas.

La finalidad que se persigue con el acondicionamiento de las trozas es plastificar la madera para facilitar su corte y hacerla más flexible para su manejo, con lo cual se mejora la calidad de la chapa al generarse una textura más tersa y se reduce la formación de grietas o rajaduras. También se logra prolongar el filo y la vida útil de las herramientas de corte, lo que genera un ahorro adicional en el afilado y en la adquisición de cuchillas.

De los procedimientos utilizados para el ablandamiento de la trocería en cámaras de vapor

o por inmersión en estanques o pilas con agua caliente, todas las empresas analizadas utilizan los estanques. El tiempo de calentamiento de las trozas varía en función del tipo de madera por procesar.

De las industrias estudiadas, se detectó que un 85% utilizan vapor como fuente de transferencia de calor para calentar el agua, y un 15% utilizan aceite térmico, el cual tiene mejores características de calentamiento que el vapor y menor tiempo de recuperación de su temperatura.

Las secuelas de ablandamiento varían entre empresas. Se registraron temperaturas del agua de 70°C a 90°C. Los tiempos de calentamiento fluctúan, aun cuando se trate de la misma especie y se apliquen temperaturas similares, como se muestra en el cuadro N° 1.

A C E I T E T É R M I C O		V A P O R							
80° - 90°C		70° - 80°C		75° - 90° C		80° - 90° C		80° - 90° C	
SP	t	SP	t	SP	t	SP	t	SP	t
Pino	72 hrs	Nogal	72 hrs	Pino	72 hrs	Pino	24 hrs	Pino	26 hrs
Nogal	72	Caoba	36						
Caoba	24	Encino	24						
Encino	24								
Bari	72								
Amate	48								
Bejuco	48								
Cedro R.	24								
Primavera	24								
SP. = Especie.		t = Tiempo.							

Cuadro N° 1. Interrelación de especies con temperaturas y tiempos de calentamiento en el proceso de ablandamiento de las trozas.

Algunas empresas utilizan, para la misma especie, temperaturas de calentamiento similares, pero períodos de tiempo distintos. Esta discrepancia se refleja en el grado de dificultad de corte de la chapa y en la calidad de la misma (tersura y/o grietas de la chapa).

Se manifiesta la necesidad de definir secuelas de ablandamiento en los aspectos de temperaturas y tiempos utilizados, en función de las especies procesadas, diámetro de las trozas, temperatura de las trozas al momento del corte, facilidad del corte y características de la chapa (tersura y grietas).

Como alternativas para mejorar el proceso de transferencia de calor hacia las trozas, además

de segregarlas por especie y por diámetros, se considera conveniente descortezarlas antes de iniciar el calentamiento. Se facilita así la transferencia de calor, se reducen los tiempos de calentamiento, se abate la contaminación del agua y aumenta la capacidad de producción de las pilas.

A través de tratamientos químicos del agua se puede controlar su pH para mejorar la transferencia de calor. Con la instalación de sistemas de control automatizados para temperaturas y para el retorno de vapor condensado, se lograría incrementar la eficiencia de los recursos utilizados para generar calor.

Producción de chapa.

La chapa se puede producir por medio de tornos y rebanadoras; éstas últimas pueden ser de tipo horizontal o vertical. Las características de los equipos y la selección de las especies utilizadas están íntimamente ligadas con el tipo de tableros que se desea producir. La chapa rebanada se utiliza comúnmente en tableros para muebles o ebanistería, y la torneada, tanto para muebles como para la construcción en general.

De las empresas estudiadas en este trabajo, el 67% producen chapa torneada y el 33% chapa rebanada.

Producción de chapa torneada.

Los aspectos más sobresalientes y comunes en todas las fábricas estudiadas, en lo referente a las características de los equipos de torneado, son: los usillos o flechas fijas; las mordazas intercambiables manualmente con diámetros de 6", 7", 12", y 16"; las contracuchillas o barras de presión fijas y romboides; la capacidad de producción de 150 m³/turno, con características para procesar trozas de 2.60 m de longitud y hasta de 1.5 m de diámetro.

El proceso de torneado se caracteriza por utilizar un sistema de carga de las trozas al torno con grúa viajera, el centrado de las trozas en las mordazas se realiza en forma manual. Algunas empresas dejan durante períodos prolongados de espera a las trozas en la plataforma o rampa previa al torno, con lo que se pierden las ventajas del ablandamiento previo. Las temperaturas de desenrollado varían de 25° C a 45° C, las más bajas afectan la calidad de la chapa.

De la capacidad de producción del torno (150 m³/turno), se aprovecha solamente de un 25% a un 30%, debido a la falta de sincronización o de equilibrio de la capacidad del torno con la guillotina. El coeficiente de aprovechamiento de la trocería fluctúa de 75% a 85%, en función del diámetro y de la calidad de las trozas procesadas.

Algunas alternativas que se podrían aplicar para mejorar el proceso de torneado serían:

- a) Realizar el centrado de las trozas en forma automatizada, para evitar errores de colocación por los operarios.
- b) Utilizar usillos telescópicos con mordazas de 3" de diámetro para obtener mayor volumen de chapa por troza procesada.
- c) Instalar rodillos de presión de rollete o bolo para evitar que se doble y así lograr un buen contacto del rollete con la cuchilla, para producir chapa más uniforme en espesor.
- d) Utilizar contracuchillas fijas para chapa con espesores menores de 2mm y contracuchillas cilíndricas giratorias para chapa con espesor mayor de 2 mm con la finalidad de mejorar la textura de la misma.
- e) Adaptar contracuchillas con cámara de vapor para calentar el área de corte de la chapa al momento del desenrollado, lo que permitiría temperaturas de corte adecuadas y aumentaría la calidad de chapa.
- f) Evitar el tiempo de espera de la troza en la rampa, para que no se enfríe y se pierdan las cualidades logradas con el calentamiento.
- g) Analizar en forma periódica la calidad de la chapa, para determinar las variables que están fuera de control y se proceda a su respectiva corrección.

Transporte de la chapa del torno a la guillotina.

Todas las empresas cuentan con mesas de transporte de la chapa del torno a la guillotina. Algunas de las características de estas mesas son: el número de niveles de transporte, que generalmente es de cuatro; la longitud que varía de 12 a 40 m; la capacidad de transporte de las mesas que es de 120 a 150 m³/turno, de la cual se aprovecha de un 35% a un 45%, resultados que son similares a los del torno.

Los bajos niveles de aprovechamiento se deben a la falta de equilibrio o sincronización con la capacidad de producción de la guillotina, lo cual ocasiona que la chapa tenga que permanecer almacenada en la mesa transportadora el tiempo necesario para que la guillotina pueda efectuar los cortes de saneo y dimensionado a la chapa procesada.

Saneo y dimensionado de la chapa.

El saneo de la chapa y el dimensionado de la lámina continua de chapa generada en el torno, se efectúa por medio de la guillotina. Los aspectos más sobresalientes de las guillotinas, comunes a todas las empresas estudiadas, están en la forma de operarlas para hacer los cortes: manualmente para sanear la chapa y semiautomáticamente para cortar dimensiones constantes de chapa sin defectos. Están equipadas con una cuchilla romboide y procesan de 15 a 25 m³/turno, que representa de 20% a 40% de la capacidad de producción del torno.

Esta fase del proceso en general representa un cuello de botella por no estar equilibrada la capacidad de la guillotina con la capacidad de producción del torno, ni con la mesa transportadora de chapa. Para corregir esta deficiencia se podría adoptar el sistema de corte con el uso de 2 a 3 cuchillas giratorias, accionadas por un sistema electrónico automatizado para cortes de saneo y dimensionado; o instalar otra guillotina para formar dos líneas de producción, una de saneo y otra de dimensionado.

Producción de chapa rebanada.

En el área metropolitana del Distrito Federal, 33% de las empresas producen chapa rebanada. El 50% de las rebanadoras son de tipo horizontal, las cuales en general se pueden considerar menos eficientes que las verticales, por el número de cortes por minuto que es de 40 en las horizontales, mientras que en las verticales es de 60. La forma de sujeción del cuadrado en todas las rebanadoras es en forma mecánica por medio de cuñas.

Las características de la chapa producida son muy similares tanto en dimensiones como en textura. Los espesores más comunes son de 0.7, 0.8, 1.0 y 1.5 mm y la longitud de 2.60 a 2.70 m. La temperatura de rebanado de los cuadrados o "flitches" varía de 35° C a 45° C.

Secado de la chapa.

Generalmente para poder utilizar la chapa se requiere eliminarle el exceso de agua, el contenido de humedad (CH) sugerido es de entre 3% y 7%. Con las técnicas actuales de producción de contrachapados, cualquier CH superior al indicado genera problemas durante el prensado del tablero.

La forma más utilizada para eliminar el exceso de agua de la chapa, es a través de estufas de secado, las cuales presentan diferencias en sus características y por lo tanto difieren en la eficiencia del proceso.

Estufas de secado.

De las empresas estudiadas, en lo relativo a sistemas de transferencia de calor, 14% utilizan estufas de combustión directa, 21% aceite térmico y el 65% restante emplean vapor. La eficiencia en la transferencia de calor es mejor en las estufas de combustión directa, siguiéndoles las de aceite térmico y al final las de vapor.

Con base en el sistema de transporte de la chapa dentro de la estufa, 65% utilizan mallas para chapa hasta de 2 mm de espesor. El otro 35% emplean rodillos que permiten procesar chapa con espesores mayores de 2 mm.

En relación a la circulación del aire, 70% de las estufas tienen circulación transversal y 30% longitudinal. Debido al efecto que tiene la velocidad del aire en el secado de la chapa, las de circulación transversal resultan más eficientes debido a que tienen mayor capacidad de remoción de humedad de la superficie de la chapa.

Secuelas de secado.

Los factores que determinan el secado de la chapa son:

- Las características de la madera de las especies procesadas.
- El C H inicial de la chapa.
- Las temperaturas de secado utilizadas.
- La velocidad del aire.
- El tiempo de secado

Con la combinación y arreglo de estos factores, se definen las secuelas de secado. (*vid., infra*, cuadro N° 2).

TIPO ESTUFA	TEMPERATURAS (° C)			ESPECIES Y ESPESTORES (mm)	TIEMPOS (minutos)	
COMBUSTIÓN DIRECTA	160	170	200	Pino	1.0	8
				Pino	4.0	28-30
ACEITE TÉRMICO	140	160	185	Nopo	0.8	4
				Ceiba	3.0	24
VAPOR	140	145	150	Pino	1.1	10-15
				Pino	4.0	60-70
VAPOR	120	125	130	Pino	1.2	15
				Pino	4.0	60-70
				Ceiba	3.0	60
VAPOR	80	90	110	Encino	1.0	8

Cuadro N° 2. Secuelas de secado para chapa de distintas características procesadas en diferentes tipos de estufas.

Se observó que para las mismas especies con condiciones similares de C H, el tiempo de secado es menor en las estufas de combustión directa, siguiéndoles las de aceite térmico, y las que requieren mayor tiempo son las de vapor. Para poder hacer una comparación más precisa de los diferentes procesos, es necesario analizar los otros factores que intervienen en el secado.

Se considera que el proceso se puede mejorar adoptando algunas modalidades a la forma tradicional de trabajo como:

a) Segregar la chapa por tipo de madera (albura vs. duramen), lo cual es un indicador de diferencias en C H, que permitiría procesar chapa con C H similar en lugar de mezclarla como se hace comúnmente, lográndose en consecuencia un secado más rápido y uniforme, lo que repercutiría a su vez en un aumento de la capacidad de secado.

b) Controlar el C H al final del secado, a través de medidores de humedad automatizados, lo que facilitaría ajustar los tiempos de secado en función del C H real de la chapa, y a la vez permitiría segregar a la que sale con humedad más alta que la requerida.

c) Secar a la chapa en dos fases, procurando que en la primera etapa 85% quede con el C H requerido (4 - 7% C H), y el 15% restante con un C H superior. Este volumen se reciclaría nuevamente por la estufa a una velocidad mayor que en la primera fase. Con este procedimiento se incrementaría la capacidad de secado al aumentar la velocidad de

avance de la chapa dentro de la estufa, y a la vez se eliminarían los problemas de sobresecado e inactivación de la superficie de la chapa debido a temperaturas altas y a tiempos excesivos de secado.

d) Evitar el sobresecado de la chapa, que se presenta cuando se seca a un C H menor de 3%; y la inactivación de su superficie por el uso de temperaturas superiores a 200° C en las últimas etapas del secado. La inactivación de la superficie se detecta por el cambio de coloración debido a la descomposición química de la celulosa por efecto de temperaturas altas. Estos dos aspectos tienen un efecto negativo en la chapa, que se manifiesta al momento de la formación del tablero, el cual requiere someterse a mayores tiempos de prensado para compensar la incompatibilidad de la chapa con el adhesivo.

e) Controlar la apertura de las ventilas, con las cuales se elimina el exceso de humedad del interior de la estufa, pero que a la vez representa pérdidas de calor cuando se abren en forma inadecuada. Se debe evitar un intercambio excesivo de aire caliente del interior por aire fresco del exterior, para reducir, además de la pérdida de calor, el oxígeno y con ello, el riesgo de un incendio.

f) Aumentar la velocidad del aire, que se relaciona directamente con la de secado de la chapa. Una de las formas más eficientes de incrementar la capacidad de remoción de humedad de la superficie de la madera, es inyectar el aire directamente y en forma perpendicular a la superficie de la chapa, con lo que se logra un mayor contacto entre los dos componentes.

Saneamiento y ensamblado de las chapas.

Debido a que un gran porcentaje de la chapa, tanto torneada como rebanada, no reúne las características para ser utilizada directamente en la elaboración de tableros, es necesario sanearla para eliminar nudos, rajaduras u otros defectos y la que no tiene las dimensiones adecuadas requiere de ensamblarse. Para sanear y ensamblar las chapas normalmente se utilizan parchadoras, canteadoras y ensambladoras.

Parchadoras.

Se utilizan para eliminar los nudos y agujeros de las chapas, al colocar en su lugar un parche. Además de mejorar la apariencia de la chapa, también se evitan acumulaciones excesivas de adhesivo en los agujeros, que podrían causar concentraciones de vapor durante el prensado, lo que ocasionaría explosiones y perforaciones en el tablero al momento de abrir la prensa.

Con la tecnología tradicional, las parchadoras utilizadas que operan a base de un

mecanismo de troquel y fijación o sujeción del parche con papel pegol, logran los objetivos de esta fase del proceso. La capacidad de producción de las parchadoras oscila entre 700 y 1 000 parches por turno.

Canteadoras.

Su finalidad es igualar los cantos de las chapas, para posteriormente facilitar su ensamble y obtener las dimensiones requeridas.

En las empresas estudiadas existen dos tipos: las de cizalla que representan 78%, y las de cadenas transportadoras que abarcan 22%. Generalmente las primeras se utilizan en chapa para vistas y las segundas para centros.

La capacidad de producción y la calidad del corte en ambos tipos de canteadoras son adecuadas y están en equilibrio con el resto de los equipos de producción de tableros.

Ensambladoras.

En las empresas donde se realizó el presente trabajo se observaron tres tipos:

- Las de pegado directo y alimentación en el sentido longitudinal y transversal de las fibras de la chapa, que representan 36%.
- Las de pegado a base de hilo fusible en forma de zigzag, que comprenden 57%.
- Las ensambladoras que utilizan papel engomado, que constituyen 7%.

La tendencia en general es utilizar ensambladoras a base de hilo fusible en chapa delgada para vistas. Este tipo prácticamente sustituyó a las de papel engomado, por su eficiencia en cuanto a la calidad de la unión y a la velocidad del ensamble.

Las ensambladoras de pegado directo, también realizan un trabajo satisfactorio, la calidad del ensamble depende del tipo de adhesivo utilizado.

Preparación y aplicación del adhesivo.

Generalmente los diferentes componentes que integran a los adhesivos, se comercializan en forma separada, con la finalidad de que el industrial prepare la mezcla en las proporciones requeridas para el tipo de tablero procesado, al momento y de acuerdo a las características de las especies y a los equipos utilizados. La preparación del adhesivo se

hace con una mezcladora y la aplicación a las chapas a través de una engomadora.

Mezcladoras.

Las características de las mezcladoras varían entre empresas. Las capacidades más comunes son de 40 a 200 litros, se emplean secuelas de mezclado que duran de 20 a 40 minutos.

En cuanto a su ubicación, en 90% de las industrias se encuentran colocadas en la parte superior de las engomadoras, para que la alimentación a estas últimas sea por gravedad y en forma directa.

Algunos análisis que podrían realizarse para eficientar el proceso de mezclado serían la determinación de la viscosidad y reactividad del adhesivo, así como su vida útil a partir del momento de su preparación.

Engomadoras.

Todas las engomadoras utilizadas por las empresas estudiadas son del tipo de rodillos, con aplicación del adhesivo en ambas caras de la chapa. En general, son equipos con buenas características y eficientes.

La cantidad de adhesivo que se aplica varía entre empresas, de 270 a 490 g/m² en doble línea de pegamento. Estas cantidades las definen los proveedores o fabricantes de las resinas. La variación en las proporciones aplicadas puede manifestarse en problemas durante la formación del tablero, requiriéndose mayores tiempos de prensado cuando se aplica más adhesivo, debido a la mayor proporción de humedad.

Las propiedades del adhesivo y la cantidad que se aplica, deben ser acordes a las características de la chapa (especie, tersura, CH, inactivación de la superficie). La cantidad mínima de adhesivo se debe determinar en función de la calidad de adherencia de la chapa, la cual se puede evaluar inmediatamente después del prensado.

Adhesivos.

Se le denomina adhesivo a la mezcla de los distintos componentes utilizados para lograr un producto adecuado para el ensamble de las chapas y generación del tablero (resina, agua, catalizadores, extendedores y rellenos).

Prácticamente 100% de las empresa estudiadas utilizan urea formaldehído como resina, lo

cual es un indicador directo del uso final del tablero (para interiores). Únicamente 15% de las empresas emplean eventualmente y sobre pedido, fenol formaldehído en tableros para exteriores.

Las proporciones de los componentes de los adhesivos, sus características y nombres comerciales, varían entre empresas de acuerdo al proveedor, predominan las siguientes relaciones:

Urea formaldehído	24.0% a 52.0%
Agua	20.0% a 44.0%
Harina de trigo	24.0% a 29.0%
Harina de cáscara de nuez	1.6% a 2.3%
Catalizador	0.5% a 1.5%

Por lo general se desconoce la cantidad de sólidos del adhesivo, su relación molar formaldehído/urea o formaldehído/fenol, su pH y viscosidad. Estos factores están relacionados directamente con su reactividad, la facilidad de su aplicación en la chapa, la integración del tablero al momento del prensado con la celulosa de la madera y con el efecto de la temperatura en su fraguado.

Integración del tablero.

Para la integración del tablero se requiere la aplicación de temperatura para activar la polimerización o fraguado del adhesivo y la aplicación de presión para forzar o favorecer el contacto entre el adhesivo y la chapa. Ambos parámetros (temperatura y presión), varían en función del tipo de adhesivo y de las características de la chapa.

Pre-prensado o prensado en frío.

Con esta operación se evita el presecado o sobresecado del adhesivo, se inicia su transferencia en las chapas por la presión ejercida que favorece el contacto entre ellas y el adhesivo y facilita el manejo del tablero para la siguiente fase del proceso, prensado en caliente.

De las empresas estudiadas, 20% cuentan con pre-prensas, con una capacidad de producción de 80 tableros por hora, base 9 mm de espesor, o de 40 tableros base 19 mm, aplicando presiones de 7.03 kg/cm² (100 lb/pulg²).

Aun cuando este tipo de equipos no son indispensables en la elaboración de tableros contrachapados, las empresas que los tienen logran una mayor producción por las ventajas arriba señaladas.

Prensado en caliente.

La temperatura generada por las prensas se considera necesaria para acelerar la polimerización de los adhesivos utilizados en tableros contrachapados.

Las características más sobresalientes de las prensas utilizadas son:

a) El sistema de calentamiento, 83% de las empresas emplean vapor como medio de transferencia de calor, 17% utiliza aceite térmico.

Se considera que las que usan aceite operan mejor por las propiedades de transferencia de calor de éste y por la recuperación de la temperatura en relación al vapor.

b) El número de luces o de platos de las prensas determinan la capacidad de producción de tableros. El 50% de las prensas tienen 10 luces, 33% poseen 20 y 17% cuentan con 5. Para una prensa de 10 luces, la capacidad de producción es de 240 tableros de pino por turno, base 16 mm de espesor.

c) El sistema de carga y descarga en todas las prensas es manual, lo que incide en los volúmenes de producción procesados, debido a los tiempos de maniobra requeridos; lo anterior repercute en la calidad de los tableros, a causa de la falta de uniformidad del cargado a la prensa, con lo que se inicia más rápidamente la polimerización de la resina en los tableros que hacen contacto primero con los platos de la prensa.

Algunas alternativas que se pueden llevar a cabo para mejorar la capacidad de producción de las prensas y la calidad de los tableros son:

1. Utilizar como medio de transferencia de calor en los platos de la prensa aceite térmico.
2. Realizar la carga y descarga de la prensa en forma mecánica, para uniformizar el tiempo de contacto de los tableros con los platos de la prensa y eliminar los tiempos de maniobra.
3. Aplicar presión al tablero en dos fases. En la primera utilizar presiones altas para forzar el contacto entre el adhesivo y las chapas. En la segunda fase reducir la presión para evitar una compactación excesiva de las chapas, con la finalidad de no rebasar el punto elástico de las fibras de la madera y recuperar la deformación ejercida por la presión de la primera fase.

El exceso de presión se manifiesta como un factor negativo al generar una pérdida de espesor del tablero durante el prensado.

4. Definir secuelas de prensado acordes a las propiedades de los adhesivos utilizados, a las características de las chapas (especie, tersura, C H., inactivación) y a los equipos disponibles.

Dimensionado y acabado de los tableros.

Una vez integrado el tablero, se requiere dimensionarlo en las medidas comerciales y cantearlo para eliminar las orillas que normalmente son de forma irregular; estas operaciones se efectúan en desorilladoras de tres a cuatro sierras circulares.

El acabado del tablero consiste en lijar una o dos caras, para después sanear la cara y trascara con resanador. El proceso de lijado y saneamiento está en función de las características comerciales del tablero.

Dimensionado.

Los equipos de dimensionado consisten en juegos de 3 ó 4 sierras circulares. De las empresas estudiadas, 75% de los equipos constan de cuatro sierras, dos para efectuar el corte a lo largo del tablero y dos más para cortar a lo ancho. El otro 25% son de tres sierras, dos para los cortes longitudinales y una para los cortes transversales. La capacidad de producción de los equipos de cuatro sierras es de 10 tableros por minuto, de la cual se utiliza únicamente 25%.

Lijado.

La operación de lijado se realiza para eliminar las asperezas de las superficies del tablero, con la finalidad de lograr un acabado terso, sobre todo en los contrachapados destinados a la elaboración de muebles.

Todas las lijadoras utilizadas en las empresas estudiadas son de rodillos, la combinación del tipo de lija en cada rodillo varía entre empresas, dependiendo del tipo de acabado que se le da al tablero. Las lijas más comunes son del número 60, 80 y 120.

Aunque se considera que las lijadoras de banda son mejores que las de rodillos, la eficiencia y calidad de trabajo de éstas últimas son adecuadas.

CONCLUSIONES.

1. La mayoría de las empresas tienen problemas de abastecimiento de trocería, lo cual incide en una baja utilización de la capacidad de producción instalada.

2. El 85% de las empresas realizan el descortezado con herramientas manuales, lo que refleja el bajo desarrollo tecnológico del proceso, tanto en productividad como en infraestructura.

3. Las deficiencias del proceso de ablandamiento de las trozas se manifiestan en temperaturas inadecuadas al momento del torneado, lo que se traduce en la producción de chapa de mala calidad.

4. Las características de los tornos limitan el coeficiente de aprovechamiento y la calidad de la chapa; específicamente en los aspectos relativos a la falta de usillos telescópicos, de rodillos de presión del bolo, de versatilidad para el cambio de barras de presión y de inyectores de vapor en la barra de presión y en la cuchilla.

5. De la capacidad de producción del torno, se utiliza únicamente el 30% debido, entre otras causas, a la falta de sincronización o equilibrio con los demás equipos, como la guillotina, las estufas de secado y la prensa de tableros.

6. Las guillotinas limitan considerablemente la capacidad de producción del torno, debido a sus características y sistema de operación.

7. El proceso de secado de la chapa es el aspecto que demanda más recursos económicos tanto en inversión como en operación de los equipos, porque requiere de dos o más estufas que trabajen de dos a tres turnos para poder procesar la chapa generada por el torno.

8. Las estufas más eficientes en la remoción de humedad de la chapa son las de combustión directa, siguiéndoles las de aceite térmico y por último las de vapor.

9. La capacidad de secado se puede incrementar al segregar y procesar la chapa por la albura y el duramen, así como con el control automatizado del CH de la chapa y la apertura de las ventilas.

10. Los equipos de saneamiento y ensamblado de chapas (parchadoras, canteadoras, ensambladoras), operan adecuadamente para procesar, tanto en cantidad como en calidad, la chapa producida.

11. Los equipos para la preparación y aplicación de los adhesivos (mezcladoras y engomadoras), satisfacen las necesidades actuales de las empresas y realizan un trabajo

adecuado.

12. Básicamente la resina utilizada como adhesivo en tableros para interiores, es urea formaldehído. Se encontró que tanto en la secuela de mezclado, como en la proporción de sus componentes, estos dos aspectos varían entre empresas.

13. La utilización de pre-prensas favorece la adhesión de las chapas y facilita el manejo de los conglomerados de chapas previo al prensado, lo que aumenta la calidad y la capacidad de producción de tableros.

14. Las características de las prensas y la forma de operarlas, limita la capacidad de producción de tableros, específicamente en los aspectos relacionados con el número de luces o platos con que cuentan, la transferencia de calor por medio de vapor, el cargado y descargado en forma manual y la aplicación de presión en una sola fase.

15. Los equipos y procesos de dimensionado y acabado de los tableros son adecuados para los sistemas de producción empleados.

BIBLIOGRAFÍA.

- Asociación Nacional de Fabricantes de Tableros de Madera, 1989. La industria de los tableros de madera. ANAFATA. México. 17 p.
- Baldwin, F.R. 1975. Plywood manufacturing practices. Miller Freeman Publications, Inc. USA. 255 p.
- Bergin, E.G. 1965. Glue bond failures. Their causes and prevention. Department of Forestry of Canada. Ottawa Lab. Contribution N°. P.102. 5 p.
- Bryan, L.E. and Ridgeway, R.E. 1979. "Factors affecting plywood profitability: logs, equipment, and product mix". Proceedings of the Seventh Plywood Clinic. Portland, OR. Miller Freeman Publications. USA. pp. 43-50
- Carroll, M.N. and Dokken, R.E. 1970. Veneer drying problems in perspective. Can. For. Ser. Eastern For. Prod. Lab. Inform. Rep. OP-X-32. Canada. 14 p.
- Chow, S. et al. 1973. Quality control in veneer drying and plywood gluing. Can For Serv. Western For Prod. Lab. Inform. Rep. VP-X-113. Canada. 33 p.
- Feihl, O. and Godin, V. 1962. Peeling defects in veneer. Their causes and control. Forest Products Research Branch. Ottawa Laboratory. Canada. 18 p.

- Feihl, O. and Godin V. 1975. Heating veneer logs: A practical guide. Can. For. Serv. Technical Report 9, Ottawa, ON. Canada. 20 p.
- Lutz, F.J. 1978. Wood veneer: log selection, cutting, and drying. USDA Forest Service. For. Prod. Lab. Technical Bulletin No. 1577. USA. 137 p.
- Moreno, Z.C. y Espejel, L. A. 1983. Rendimiento y proceso de fabricación de tableros contrachapados, Compañía Forestal de Chiapas, S. A. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 96 p.
- Palka, L.C. 1974. Venner cutting review - Factors affecting and models describing the process. Can For. Serv. Western For. Prod. Lab. Inform. Rep. VP-X-135. Canada. 54 p.
- SARH. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. 1982. La industria de los tableros de madera en México. SAM-SARH. México. 99 p.
- Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Normas. 1978. Norma Oficial Mexicana. Tableros contrachapados de pino. DGN-G-14-1978. México. 28 p.
- Springate, C. N. and Roubicek, T. T. 1979. "Improvements in lathe and clipper production." Proceedings of the Seventh Plywood Clinic. Poland, OR. Miller Freeman Publications. USA. pp. 51-61.
- Watkins, E. 1980. Principles of plywood production. Reinchhold Chemicals, Inc. N.Y. USA. 39 p.
- Zavala, Z.D. 1984. Factors controlling the adhesion characteristics of phenolic resins on veneer for plywood production. Oregon State University. Corvallis, OR. USA. Inédito. 12 p.
- Zavala, Z.D. 1986. Analysis of processes operative within plywood during hot pressing. Ph. D. Thesis. Oregon State University. Corvallis, OR. USA. 201 p.
- Zavala, Z.D. 1990. Tableros contrachapados. Alternativas de optimización del proceso de producción. Seminario Interno del CIFAP-D.F. Inédito. 12 p.