

FACTORES DE FABRICACION QUE INFLUYEN EN LAS CARACTERISTICAS  
FISICO-MECANICAS DE UN TABLERO COMPUESTO  
ELABORADO EN UNA SOLA ETAPA

*Manufacturing Factors Affecting Physico-Mechanical Properties  
Of Composite Plywood Made in a Simple Process*

C.D.O.: 832284

Francis DEVLIEGER, Luis INZUNZA, Juan E. EASTON

Instituto de Tecnología de Productos Forestales, Facultad de Ciencias Forestales,  
Universidad Austral de Chile, Casilla 853, Valdivia, Chile.

RESUMEN

Este trabajo analiza la calidad de adhesión entre chapa y alma de tableros compuestos elaborados en una sola etapa, y las características físico-mecánicas de ellos en relación a las variables de fabricación, tales como temperatura de prensado, cantidad y tipo de adhesivo aplicado al alma de los tableros y especies de madera utilizada como cara.

Se estableció que 160°C corresponde a la mejor temperatura de prensado (dentro del rango estudiado) para la elaboración de tablero compuesto en una sola etapa, y que el porcentaje apropiado de adhesivo para la zona chapa-alma corresponde a 14% respecto al peso seco de las partículas.

Se determinó también que los tableros compuestos elaborados con chapas y partículas de la especie Pino insigne, encoladas con Ureaformaldehído fortificada, satisfacen el ensayo de inmersión en agua a 20°C, durante 24 horas, y las exigencias de hinchamiento DIN 68763 tipo V<sub>20</sub>.

SUMMARY

This work was to analyze the glue bond quality between veneer and particle core of composite plywood and their physico mechanical properties according to the pressing temperature, type and amount of adhesive applied to the particle core of the boards and species of wood for veneer faces.

It was established that 160°C corresponds to the best pressing temperature (in the range studied) for the elaboration of composite plywood in a single process and that the appropriate percentage of Ureaformaldehyde adhesive for the veneer-core zone corresponds to 14 percent in respect of the dry weight of particles.

In was also found that the composite ply woods using pine for veneer, particle core and gluing with fortified Ureaformaldehyde comply satisfactorily with the soaking test in cold water for 24 hours and the swelling requirement, DIN 68763 type V<sub>20</sub>.

INTRODUCCION

La problemática del abastecimiento de rollo apto para el debobinado, asociado al costo de fabricación de un tablero a base de chapas, hace que la industria del ramo busque nuevos productos que permitan mantener y/o superar su nivel de competitividad respecto a productos similares usados en la construcción (LYNGCON, 1985).

Así, en los últimos diez años, aparece un nuevo producto derivado de la industria del contrachapado "el comply" o "tablero compuesto" constituido por un alma de partículas y por dos caras de chapas de madera debobinada.

Este tablero presenta características específicas intermedias entre un contrachapado y un tablero de partículas (SNODGRASS, 1977), y según algunos autores como STONE y Mc SWAIN (1980), en la década del ochenta, este producto debería recibir la mayor atención por parte de la industria y de los investigadores de modo que se pueda satisfacer un incremento de la demanda en los mercados de diversificación, constituidos por los tableros estratificados.

Tradicionalmente este tipo de tablero es elaborado en dos etapas, fabricando primero el tablero de partículas y luego enchapándolo (McKEAN, SNODGRASS y SAUNDERS, 1975). En el presente trabajo se utiliza la alternativa de elaboración en una sola etapa, aprovechando el encolado de las partículas para la adhesión entre las

chapas y el alma del tablero.

Esta modalidad implica acortar el proceso de fabricación, con la consiguiente disminución de los costos. No se requiere, además, parchar los huecos dejados por los nudos sueltos en las chapas, por el hecho de que el material del alma puede fluir hacia la superficie del tablero y rellenarlos durante el proceso de prensado (STONE, MC SWAIN, 1980).

Trabajos de investigación sobre este producto (DEVLIEGER, CUEVAS e INZUNZA, 1986) muestran que los mayores problemas se concentran en la obtención de una unión firme entre los elementos chapa y alma de partículas de los tableros. Por esta razón este estudio se plantea como objetivos la evaluación del efecto de las variables, temperatura de prensado, encolado y tipo de chapa utilizada, sobre las propiedades físico-mecánicas del producto final.

**METODOLOGIA**

Para el alma se utilizó una mezcla de partículas de Pino insigne (*Pinus radiata* D. Don) de tres tamaños, en proporciones iguales, obtenidas por tamizado, eliminando el polvo (Cuadro 1).

Las partículas se encolaron empleando distintos porcentajes respecto a su peso seco con adhesivos Ureaformaldehído (UF) y además con Ureaformaldehído fortificada (UFF) para los tableros encolados a razón de 14% y prensados a 160°C.

Los tableros (530 x 530 x 14 mm) se conformaron por un alma de partículas encoladas y por dos caras constituidas por chapas, no encoladas, de Tapa (*Laurelia philippiana* Looser) y de Pino (*Pinus radiata*) de 3,2 mm de espesor, con sus fibras orientadas en una misma dirección. La densidad del alma, constituida de partículas no orientadas, corresponde al rango de densidad media de 700 kg/m3.

En el cuadro 2 se muestran las características de elaboración de los distintos tableros compues-

tos.

La evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los tableros se realizaron según Norma DIN 68763 para tableros de partículas V<sub>20</sub>, por no existir normas específicas para tableros compuestos.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

**RESISTENCIA A TRACCION PERPENDICULAR.** Para segregar las mejores condiciones de elaboración se consideran únicamente los tableros que resultan ser los más satisfactorios en cuanto a sus características.

Así, al observar los valores mínimos (Cuadro 3) de resistencia de cada tablero se aprecia que sólo 4 tipos de ellos han cumplido los requisitos de la norma con cada una de las probetas obtenidas de ellos y corresponden a los tableros B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, C<sub>3</sub> y E<sub>3</sub>.

Tomando en cuenta estos cuatro tipos de tableros se concluye, además, que los tableros C<sub>3</sub> y E<sub>3</sub> obtuvieron los mejores resultados, lográndose frecuencias de rotura a nivel de unión chapa alma similares o inferiores a las que se produjeron en el alma de los tableros. Al lograrse frecuencias de rotura mayor en el alma, se puede afirmar que se logró, en estos tableros, entre alma del tablero y las chapas, una unión tan firme como la unión entre partículas del alma.

En general, se visualiza que entre las tres temperaturas utilizadas, 160°C es la más apropiada para la obtención de mejores resistencias a la tracción perpendicular en la elaboración de tableros compuestos. Se observa también un fuerte incremento en la resistencia a la tracción cuando el porcentaje de adhesivo aumenta de 10 a 12%, y que esta se mantiene en el caso de un encolado con 14%. La ventaja de usar 14% de adhesivo en la zona de contacto chapa alma, radica en la obtención de un encolado más homogéneo.

Cuadro 1. Características de las partículas.  
Characteristics of the particles.

Tipo de partículas	Largo (1)	Ancho	Espesor (2)	Coef. esbeltez (1) : (2)
Pequeña	2,9 mm	0,8 mm	0,25 mm	12
Mediana	10,6 mm	1,4 mm	0,35 mm	30
Grande	22,1 mm	4,9 mm	0,35 mm	63

Cuadro 2. Características de elaboración de los tableros compuestos.  
*Manufacturing characteristics of composite plywood.*

Tipo de Tablero	Cantidad de Adhesivo en %		Temperatura de prensado	Chapa utilizada
	Capa ext	Capa media		
A <sub>1</sub>	UF 10	UF 8	140	Tepa
A <sub>2</sub>	UF 10	UF 8	150	Tepa
A <sub>3</sub>	UF 10	UF 8	160	Tepa
B <sub>1</sub>	UF 12	UF 8	140	Tepa
B <sub>2</sub>	UF 12	UF 8	150	Tepa
B <sub>3</sub>	UF 12	UF 8	160	Tepa
C <sub>1</sub>	UF 14	UF 8	140	Tepa
C <sub>2</sub>	UF 14	UF 8	150	Tepa
C <sub>3</sub>	UF 14	UF 8	160	Tepa
D <sub>3</sub>	UFF 14	UFF 14	160	Tepa
E <sub>3</sub>	UFF 14	UFF 14	160	Pino

Cuadro 3. Resistencia a la tracción perpendicular de los tableros.  
*Tensile strength perpendicular to board.*

Tipo de Tablero	Media N/mm <sup>2</sup>	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	% Rotura unión chapa	% Rotura alma
A <sub>1</sub>	0,14	0,049	0,050	0,240	56	44
A <sub>2</sub>	0,39	0,103	0,160	0,560	97	3
A <sub>3</sub>	0,50	0,092	0,340	0,700	97	3
B <sub>1</sub>	0,45	0,236	0,130	0,910	53	47
B <sub>2</sub>	0,64	0,127	0,370	0,910	59	41
B <sub>3</sub>	0,81	0,182	0,410	1,140	91	9
C <sub>1</sub>	0,46	0,187	0,190	0,800	62	38
C <sub>2</sub>	0,52	0,146	0,300	0,960	91	9
C <sub>3</sub>	0,82	0,074	0,670	1.030	44	56
E <sub>3</sub>	0,68	0,125	0,46	0,90	19	81

DIN 68763 Tracción mínima admisible: 0,35 N/mm<sup>2</sup>.

Cuadro 4. Resistencia a la flexión longitudinal.  
*Longitudinal bending strength of the board.*

Tipo Tablero	Media N/mm <sup>2</sup>	Desviación estándar	Valor	
			Mín.	Máx.
A <sub>1</sub>	25,2	7,65	13,39	44,39
A <sub>2</sub>	43,4	7,33	33,67	58,16
A <sub>3</sub>	59,6	8,29	46,53	72,55
B <sub>1</sub>	50,4	19,90	29,39	93,37
B <sub>2</sub>	54,7	13,66	17,04	72,55
B <sub>3</sub>	78,7	14,61	43,78	99,80
C <sub>1</sub>	51,2	15,68	19,90	82,04
C <sub>2</sub>	61,7	12,56	35,20	81,73
C <sub>3</sub>	77,3	5,92	67,35	88,16
E <sub>3</sub>	72,3	9,11	56,40	86,70

DIN 68705. Flexión mínima admisible para contrachapado: 40 N/mm<sup>2</sup>.

**RESISTENCIA A FLEXION LONGITUDINAL**  
 Todos los tipos de tableros, a excepción del tipo A<sub>1</sub>, cumplen con la exigencia mínima de la norma para tableros de partículas, como puede apreciarse en el Cuadro 4.

Los tableros A<sub>3</sub>, B<sub>3</sub>, C<sub>3</sub> y E<sub>3</sub> prensados a la temperatura de 160°C presentan los mejores valores de resistencia y a la vez menos variabilidad en los resultados.

Son los únicos tipos de tableros que cumplen con la exigencia de la norma para tablero contrachapado con todas las probetas extraídas de ellos.

Al observar los resultados obtenidos para la resistencia a la flexión longitudinal, se presenta la misma situación del ensayo de tracción perpendicular. Los tableros encolados con un 14% de adhesivo y prensado a 160°C presentan una alternativa de fabricación más segura. Técnicamente los tableros C<sub>3</sub> y E<sub>3</sub> presentan las mejores características.

**RESISTENCIA A FLEXION TRANSVERSAL**  
 Ningún tipo de tablero logró cumplir con las exigencias establecidas por las Normas DIN para tablero de partículas y contrachapados, aunque se

observan valores cercanos a los requeridos de ellas.

Cabe destacar que nuevamente los tableros prensados a la temperatura de 160°C lograron las resistencias mayores sin presentar diferencias significativas entre ellas (Cuadro 5).

Los tableros C<sub>3</sub> y E<sub>3</sub> ratifican su posición como mejores tipos de tableros compuestos al lograr las dos más altas resistencias medias a la flexión transversal.

La resistencia a flexión transversal es inferior a la de flexión longitudinal, debido a la baja resistencia mecánica de la chapa en el sentido transversal. Las características de las chapas se ven afectadas por la presencia de grietas de debobinado que afectan con mayor intensidad los resultados de resistencia mecánica a flexión transversal.

Esta leve deficiencia puede corregirse al utilizar, por ejemplo, partículas con un coeficiente de esbeltez mayor y/o orientándolas perpendicularmente en la dirección de las fibras de las chapas de la cara del tablero.

**HINCHAMIENTO Y ABSORCION DE AGUA.**  
 Se han podido medir valores de hinchamiento solamente para los tableros E<sub>3</sub> encolados con Urea

Cuadro 5. Resistencia a flexión transversal.  
Transversal bending strength.

Tipo de Tablero	Media N/mm <sup>2</sup>	Desviación estándar	Valor Mín.	Valor Máx.
A <sub>1</sub>	9,0	1,955	6,12	12,55
A <sub>2</sub>	11,9	2,126	6,57	16,84
A <sub>3</sub>	12,7	1,857	9,18	15,31
B <sub>1</sub>	11,2	1,671	8,57	14,39
B <sub>2</sub>	11,1	2,287	8,88	13,78
B <sub>3</sub>	13,7	1,606	11,63	16,22
C <sub>1</sub>	11,5	1,631	9,18	15,81
C <sub>2</sub>	11,0	1,772	8,57	17,14
C <sub>3</sub>	12,8	1,621	10,10	17,14
E <sub>3</sub>	14,4	1,518	12,50	16,50

Flexión mínima según DIN 68705 y 68761 para Contrachapado = 15 N/m<sup>2</sup>; para Tablero de partículas = 16 N/mm<sup>2</sup>

Cuadro 6. Características físicas del tablero E<sub>r</sub>.  
Physical properties of the board E<sub>r</sub>.

		Media	Desviación estándar
Hinchamiento	2 h (°/o)	11,1	2,4
Hinchamiento	24 h (°/o)	12,9	3,3
Absorción agua	2 h (°/o)	62,3	7,3
Absorción agua	24 h (°/o)	76,8	8,4
Densidad en clima normal	(Kg/ m <sup>3</sup> )	630	34,5

Requisito Norma DIN 68763 de hinchamiento 24 h para tablero V<sub>2</sub> : inferior a 16% .

fortificada. En todos los otros casos las chapas de las probetas se despegaron después de un inmersión de 24 horas bajo agua.

Se debe concluir que, a pesar de obtener valo-

res de resistencia a la tracción perpendicular muy superior a las exigencias de la norma, el ensayo de tracción perpendicular al plano de los tableros en seco no es un indicador fiable de la calidad de

la unión entre los elementos encolados para los tableros compuestos.

Los valores de hinchamiento obtenidos para el tablero E<sub>3</sub> cumplen las exigencias de la Norma DIN (Cuadro 6), sin la necesidad de agregar emulsión parafínica al adhesivo, cuya práctica es usual en la fabricación de tableros de partículas.

Los tableros tipo D<sub>3</sub> encolados con Ureaformaldehído fortificada y prensados en las mismas condiciones que el tablero anterior se delaminan al ser sumergidos en agua. Este caso confirma que la unión de los elementos constitutivos del tablero en la zona chapa alma presenta dificultades al utilizar chapas de la especie Tapa en lugar de Pino, independiente del tipo de adhesivo utilizado.

#### CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, es posible concluir:

1. Dentro del rango de temperaturas de prensado utilizadas, 160°C entrega los mejores resultados para resistencias a tracción perpendicular, flexión longitudinal y transversal de tableros compuestos.
2. Los tableros compuestos elaborados con un encolado a razón de 14% respecto al peso seco de partículas en las capas externas del alma

permite la obtención de tableros con características físico-mecánicas más homogéneas y apropiadas.

3. Los tableros compuestos elaborados con partículas de Pino encoladas con Ureaformaldehído fortificada y chapas de Pino en su cara, son los únicos que presentan un interés práctico una vez corregida su leve deficiencia de resistencia mecánica a la flexión transversal.

#### REFERENCIAS

- DEVLIEGER, F. CUEVAS, H., INZUNZA, L. 1986. "Tableros compuestos fabricados en una sola etapa". *Bosque* 7 (1): 46-49.
- LYNGCOLN, K. 1985. "The properties and end uses of a range of wood-based panel products", *Timber engineering for developing country*. Part 2 UNIDO/10607.
- McKEAN, H., SNODGRASS, J., SAUNDERS, R. 1975. "Comercial Development of Composite Plywood". *For. Prod. J.* 25 (9): 63-68.
- SNODGRASS, J. 1977. "Manufacture of Oriented-Strand core for composite plywood", In. *Eleventh Washington State University Symposium on particle-board*. Pp. 453-470.
- STONE, R., Mc SWAIN, G. 1980. "Wood based panels products. A changing industry in the United States". *Forest Products Lab.* Madison, 17 pp.

Recibido: 23-07-1987.