

Por: Florentino González Hernández
Ingeniero de Montes
Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias

REVISION BIBLIOGRAFICA

Aun cuando ya el problema del encolado de madera tratada había llamado la atención hacía veinte años, Thompson (10), 1962, estudia el encolado de chapa de madera de liquidambar, (sweetgum) para la fabricación de tableros contrachapados. Elige para ello tres tipos comerciales de sales de uso corriente en la industria de la protección de madera: Celcure, Chemonite y Bolidén, así como pentaclorofenato sódico, con distintos grados de retención. Como adhesivos, utiliza tres tipos distintos, a base de fenol, melamina y resorcina. El ensayo de envejecimiento consiste en someter el tablero contrachapado a agua hirviendo, según norma. De los ensayos se deduce que, en general, la resistencia del tablero contrachapado disminuye con el tratamiento, principalmente con Celcure. De los adhesivos el de peor comportamiento es el de fenol-formaldehído.

Bergin (1), 1963. Estudia la capacidad para el encolado de chapa de madera de abedul tratada con ignífugos, destinada a la fabricación de tablero contrachapado. Aplica tres tipos de tratamientos con diversas retenciones: el ZAB (cloruro de zin + sulfato amónico + ácido bórico) y dos variantes distintos de: sulfato amónico + fosfato amónico; como adhesivo utiliza una gran variedad de ellos: caseína, urea (curado a temperatura ambiente y elevada), melamina, resorcina, fenol y melamina-urea. Los ensayos de resistencia se realizan con un grado de humedad del tablero contrachapado del 8 %; sumergiéndole en agua durante cuarenta y ocho horas y ensayando en húmedo; y en una tercera forma sometiéndoles a un ciclo de cuatro horas en agua hirviendo y secando en estufa a 62° C durante veinte horas y otro de cuatro horas en agua hirviendo, enfriado a la temperatura ambiente y

ensayado en húmedo. También fueron sometidos a ensayos de deslaminación. El resultado es que el ignífugo ZAB interfiere con el encolado, ninguno de los adhesivos se comporta bien con él. Las colas a base de urea de curado a temperatura ambiente y melamina se comportan bien con los ignífugos a base de sal amónica. Los adhesivos que se comportaron peor con cualquiera de los tres tratamientos fueron los de caseína y resorcina. El encolado se perjudica con el aumento de retención, pero no muy significativamente.

A Selbo (9), 1964, no parece preocuparle la influencia que pueda tener el tratamiento protector sobre la junta de cola. La estructura laminada, formada por tres tableros encolados con fenol-resorcina y curados a 65° C, se impregna con dos tipos de soluciones: Una acuosa de un protector salino comercial y otra orgánica a base de un disolvente derivado del petróleo que lleva disuelto un 5 % de pentaclorofenol. Las vigas con ambos tratamientos expuestas a la intemperie durante diez años muestran que, mientras las impregnadas con el protector hidrosoluble presentan fendas, las tratadas con el protector orgánico no. En ambos casos la junta de cola no presenta delaminación.

Chia M. Chen (4), 1975. En su intento de mejorar la capacidad de encolado de una madera tratada con un retardante al fuego, impregnó chapa de abedul, para la fabricación de contrachapado, con pyresote (cloruro de zinc / sulfato amónico / ácido bórico / dicromato sódico, 35/35/25/5). En general, como ya hemos visto, esta mezcla de sales eficaz como

ingnifugo, da lugar a malas uniones encoladas. Como adhesivo utilizó papel impregnado con resina fenólica. La novedad consiste en que antes de aplicar la cola, la chapa impregnada se trató superficialmente con una solución alcohólica de hidróxido sódico al 5 %.

Mediante este sistema consiguió una mejora en el encolado, debido probablemente, no sólo a la neutralización de las sales ácidas del pyresote, sino también a la liberación de amoníaco de sus sales.

También influyen favorablemente una mayor temperatura de la prensa y una línea de cola más gruesa.

Charles B. Vick (2), 1980. Propone, en líneas generales, algo similar al anterior. Aquí se trata de obtener, por un lado estructuras a base de tabloncillos tratados, y por otro, estructuras a base de contrachapados tratados y encolados; para el tratamiento se utilizó el arseniato de cobre cromatado, utilizando como adhesivo cola de fenol-resorcina. El trabajo consiste en mejorar la capacidad de encolado de la madera y contrachapado, tratados con el arseniato. Para ello, antes de aplicar la cola, se le dio un tratamiento superficial con tres soluciones distintas a ensayar de:

1. Solución de hidróxido sódico 1N y 3N.
2. Solución de carbonato sódico 1N y 3N.
3. Solución de fosfato trisódico 1N y 3N.

Las muestras encoladas se sometieron en todos los casos a la acción del agua fría e hirviendo, y condiciones prolongadas de humedad relativa elevada. El efecto de los tratamientos se midió realizando ensayos de resistencia de cizalla, en condiciones de la probeta seca y húmeda.

El resultado es que el tratamiento con hidróxido sódico 3N (120 g/litro) proporciona un encolado de la máxima resistencia y duración.

Chauhan y Gupta (3), 1982. Estos autores plantean el mismo problema: la necesidad de utilizar especies de segundo orden y, por tanto, lo ineludible de un tratamiento protector. Principalmente las estructuras laminadas encoladas situadas en ambiente húmedo están en peligro de pudrición. Ya hay noticias de que estructuras encoladas con urea y caseína y tratadas luego con protectores solubles en agua, han sufrido daños en la junta de cola por la acción primero del agua y luego por el calor al secarla, al contrario de lo que ocurre utilizando colas de fenol, melamina y resorcina. Por otro lado, como ya hemos visto, el encolado de madera tratada puede crear problemas de adhesión. En vista de ello los autores deciden estudiar el problema de dos formas: encolar madera ya tratada y tratar madera encolada. Como tratamientos protectores utilizan:

- 1.º creosota/fueloíl (50/50); 2.º solución de pentaclorofenol al 1,5 %; 3.º celcure y 4.º solución de borax/Zn Cl₂ (1/1) al 3 %.
- Las colas utilizadas son urea formaldehído y caseína. Los resultados indican que el encolado con resina de urea y posterior tratamiento es el mejor, salvo con pentaclorofenol que es indiferente.

En el caso de encolado con caseína y tratamientos con pentaclorofenol o borax + Zn Cl₂, la resistencia de la unión no se afecta, tanto si se da primero el tratamiento y luego se encola o viceversa; pero si el

tratamiento es con Celcure o creosota, el procedimiento favorable es primero encolar y luego tratar.

Finalmente, queremos destacar el trabajo de Neuser y Schall (6), 1983, principalmente en su primera parte, en la que estudia 10 protectores de la madera (cinco hidrosolubles y cinco orgánicos) y cinco tipos de colas con cinco tiempos de presión. Los resultados varían considerablemente; por ejemplo, los encolados con poliuretano de madera tratada con protector orgánico dan resistencias similares y aún mejores que la madera no tratada, sin embargo, un tratamiento de los cinco estudiados, encolado con urea da resistencias del orden del 40 %, respecto a la madera no tratada. Dada la importancia que va teniendo este tema, el Departamento de Maderas del INIA ha iniciado la puesta a punto de la norma D I N 52.179, que describimos a continuación.

RESUMEN DE LA NORMA

DIN 52179.

INFLUENCIA DEL PROTECTOR EN EL ENCOLADO

DE MADERA TRATADA

1. El objeto de la norma es medir la influencia que puede tener un protector aplicado a la madera, sobre su capacidad de encolado, mediante un ensayo de resistencia a la tracción.
2. El ensayo se realiza con la cola determinada que se desee, en las condiciones que se estipulen, o bien, siguiendo una norma determinada. Lo mismo ocurre con el protector, aplicando, según indicación del fabricante o según norma.
3. La probeta de ensayo será de madera de haya no vaporizada. La madera extraída para el ensayo tendrá una resistencia a la tracción perpendicular a las fibras de 6-10 N/mm², determinándose igualmente su densidad (todo a 20° C y 65 % de humedad relativa, humedad de equilibrio higroscópico 12 % aproximadamente). De tres troncos distintos, se sacarán tres tablas que se climatizarán a 20° C y 65 % de Hr, cada una de las cuales tendrá la forma y dimensiones que indica la figura 2. De cada tabla a su vez se sacarán ocho piezas de dimensiones 400 × 60 × 30 mm, con una inclinación de veta de 45° ± 10° (figura 3). Las piezas a tratar se protegen del protector hasta unos 10 mm de la testa. Se pesan (± 0,1 g), se impregnan con el protector, por inmersión o en la forma que se desee, de manera que se alcance una retención una o dos veces mayor que la más alta que se vaya a aplicar.

Terminada la impregnación, se espera un minuto y se vuelve a pesar para averiguar la retención obtenida que se expresará en g/m² (habrá que conocer previamente el resto sólido del protector).

4. Una vez aplicado el protector se mantienen las piezas veinticuatro horas a 20° C y 65 % de Hr, se lijan con lija de grano 60, se quita el polvo y se encolan las piezas de la misma letra, A con A, por ejemplo. Para el encolado se siguen las

indicaciones del fabricante, dejando un tiempo abierto de diez minutos. Mantener las caras encoladas unidas a una presión de 80 N/cm² durante dieciséis horas. De esta forma se obtendrán seis piezas tratadas y encoladas.

5. De la misma forma se procederá, pero sin tratamiento protector para obtener otras seis piezas no tratadas y encoladas.

6. Las 6 + 6 piezas, terminada la presión, se mantendrán siete días a 20° C y 65 % de Hr y, a continuación, se procede a su mecanizado para obtener las probetas de ensayo (tracción perpendicular a las fibras). Para ello se reduce el espesor de la pieza encolada de 60 mm a 50 mm; se le dan 10 taladros de 25 milímetros de diámetro y se corta la pieza, según indica la figura 4. (Boletín AITIM 127, pág. 24).

Se obtienen así, en total, 30 probetas tratadas y otras 30 no tratadas, teniendo en cuenta que de cada pieza, la probeta del centro es la destinada a una climatización corta (de las seis piezas salen seis probetas); las dos próximas tendrán una climatización larga (salen en total 12 probetas) y las dos extremas tendrán una climatización cíclica (total otras 12 probetas).

7. Respecto a la climatización:

— Las seis probetas de climatización corta se mantendrán durante siete días a 20° C y 65 % de Hr.

— Las 12 probetas de climatización cíclica se mantienen, después de su mecanización, siete días a 20° C y 65 % de Hr, y a continuación se las somete a cuatro ciclos, siendo cada ciclo:

- a) Veinticuatro horas 50° C - 100 % Hr.
- b) Ocho horas 10° C - 100 % Hr.
- c) Dieciséis horas 50° C - 20 % Hr.

(Las condiciones a y b pueden obtenerse simplemente colocando las probetas en un recinto cerrado dentro del cual hay también un recipiente con agua. Las condiciones c en una estufa eléctrica).

Después de los ciclos, las probetas se mantienen a 20° C y 64 % de Hr antes del ensayo de tracción, hasta peso constante.

8. Terminada la climatización, las probetas se someten a un ensayo de tracción perpendicular a la fibra, utilizando las garras adecuadas, según se indica en la figura 5, a una velocidad de carga de 600 N/minuto.

9. Se halla la media de los resultados de las distintas probetas expresándose el resultado en N/mm². Los valores obtenidos de las probetas tratadas se comparan con las no tratadas, expresando el resultado en %.

10. En la exposición y redacción del ensayo se incluirán los siguientes puntos:

- Tipo, descripción y características del protector.
- Tipo y características de la cola empleada y cantidad de cola aplicada.
- Peso específico de la madera (kg/m³).
- Procedimiento de impregnación.
- Retención del protector (ml/mm²) (valor unitario y medio).
- Resistencia a la tracción en N/mm² de probetas tratadas y no tratadas (valor unitario y medio).

TABLA 1. COLAS EMPLEADAS EN LA TECNOLOGIA DE LA MADERA.

Tipos de Colas	RESISTENCIA			Carga constante	% Humedad Madera	oC Temperatura Prensa	MADERA - MADERA			MADERA - OTROS MATERIALES							
	Exterior	Interior					Tiempo Pensado Largo	Tiempo Prensa $\leq 1'$	Encolado por Alta Frecuencia	Junta de Cola Gruesa $> 0,25$ mm	Tipo Formica	Lámina Termoplástica	Chapa Metálica	Placa Asbeato Cemento	X	X	
		Húmedo	Seco														Variable
COLAS TERMOESTABLES	X ¹	X	X	X	7-22	10-120	X		X				X	(X)	(X)	(X)	
Urea, E		X	X	X	7-12	60-140	X		X				X	(X)	(X)	(X)	
Melamina, E		X	X	X	7-10 ⁴	110-150	X		X				X	(X)	(X)	(X)	
Fenol, (E)		X	X	X	7-26	10-130	X		X				X	(X)	(X)	(X)	
Resorcina, E		X	X	X	7-14	100-130 ²	X		X				X	(X)	(X)	(X)	
Tanino, E		X	X	X	7-15	10-30 ⁵	X		X				X	(X)	(X)	(X)	
Isocianato, (E)		X	X	X	5-15	10-30 ⁵	X		X				X	(X)	(X)	(X)	
Epoxi, E	X	X	X														
COLAS TERMOPLASTICAS	X ¹		X	X	7-14	10-30	X		X				X ³				X ³
P. Ac. V. Normal		X	X	X	7-14	10-120	X		X				X				X
P. Ac. V. Reticulado		X	X	X	7-14	10-30	X		X				X				X
Copolímero de P. Ac. V.		X	X	X	7-14	10-30	X		X				X				X
Contacto, (E)		X	X	X	7-14	10-30	X		X				X				X
COLAS DE ALBUMINA																	
Animal		X	X		7-15	60 ⁵	X		X				X				X
Caséina		X	X		7-15	10-30 ⁵	X		X				X				X

E Con endurecedor
 (E) Algunos tipos con endurecedor, el valor del pH de la junta de Cola debe tenerse en cuenta
 (X) Buena
 (X) Buena, bajo determinadas condiciones
 Resistencia Exterior La bondad está experimentada
 Interior Húmedo Se refiere a una Hr. = 80 % sostenida
 Carga constante Estructuras bajo carga, así como tensión por hinchamiento

1 Empleo restringido
 2 Hay formulaciones que se desunen a 60°C
 3 Solo con formulaciones especiales
 4 Vale solo para Colas que fraguan con calor
 5 Existen tipos especiales que fraguan con calor

— Valor medio de la resistencia a la tracción de las probetas tratadas, respecto al valor medio de las no tratadas en %.

TABLA 2. RESISTENCIA DE UNIONES ENCOLADAS.

TIPOS DE UNION (A, B, C, D, E, F, G) 1. Superficie de Cola 2. Dirección de Tensión	TIPOS DE COLAS	Carga de Rotura Inicial		Resistencia Final, después de Tres Años de Envejecimiento					
		25 °C - 30 % Hr.		Ciclo 1 25 °C - 65 % Hr. 25 °C - 30 % Hr.		Ciclo 2 25 °C - 80 % Hr. 25 °C - 30 % Hr.		Ciclo 3 25 °C - 90 % Hr. 25 °C - 30 % Hr.	
		Kp.	Kp/cm ²	%	Kp/cm ²	%	Kp/cm ²	%	Kp/cm ²
A) Unión con Espiga Redonda 1. 15 cm ² 2. Cizalla por Tracción	Resorcina	525		77		64		28	
	Resorcina-Fenol	475		101		54		56	
	Fenólica con endurecedor ácido ...	475		80		9		23	
	Urea	410		63		37		20	
	Poliacetato de Vinilo	515		98		93		65	
	Caseína	325		107		8		21	
	Animal	400		77		9		2	
	\bar{X}	446	30	86	26	35	10,5	31	9,2
	B) Unión de Caja y Espiga 1. 17 cm ² 2. Cizalla por Tracción	Resorcina	1280		89		55		48
Resorcina-Fenol	1105		98		64		64		
Fenólica con endurecedor ácido ..	1195		89		(49)		64		
Urea	1160		82		(44)		47		
Poliacetato de Vinilo	1175		57		47		41		
Caseína	1165		86		(18)		30		
Animal	995		63		31		18		
\bar{X}	1153	67	81	54	44	29	45	30	
C) Unión de Canto con Barrotillo 1. 55 cm ² 2. Compresión por el Vértice	Resorcina	945		61		46		15	
Resorcina-Fenol	550		103		41		20		
Fenólica con endurecedor ácido....	815		86		29		3		
Urea	955		57		7		4		
Poliacetato de Vinilo	885		39		16		0		
Caseína	740		48		8		0,5		
Animal	900		49		5		3		
\bar{X}	827	15	63	9,5	22	3,3	6,5	1,0	
D) Unión de machihembrado de ángulo con cola recta 1. 35 cm ² 2. Compresión por el Vértice	Resorcina	565		99		82		52	
Resorcina-Fenol	510		97		90		63		
Fenólica con endurecedor ácido ..	590		(79)		83		56		
Urea	610		82		57		41		
Poliacetato de Vinilo	585		100		81		60		
Caseína	400		95		83		28		
Animal	565		87		50		27		
\bar{X}	546	16	91	15	75	12	47	7,5	
E) Unión a Tope con ángulo de 90° 1. 3,6 cm ² 2. Cizalla por Tracción	Resorcina	225		135		50		(9)	
Resorcina-Fenol	160		117		46		20		
Fenólica con endurecedor ácido ..	145		150		74		14		
Urea	99		180		76		11		
Poliacetato de Vinilo	190		62		97		46		
Caseína	150		111		69		14		
Animal	110		150		32		0		
\bar{X}	154	43	129	55	63	27	16,3	7,0	
F) Unión a tope con ángulo de 45° 1. 3,6 cm ² 2. Cizalla por Tracción	Resorcina	205		100				82	
Resorcina-Fenol	180		133					105	
Fenólica con endurecedor ácido ..	140		138					66	
Urea	115		137					39	
Poliacetato de Vinilo	155		85					75	
Caseína	140		131					11	
Animal	110		134					0	
\bar{X}	148	41	122	50				54	22
G) Unión de Empalme en ancho a tope 1. 57 cm ² 2. Cizalla por Compresión	Resorcina		155	136				132	
Resorcina-Fenol		175	105					123	
Fenólica con endurecedor ácido ..		155	117		(126)			112	
Urea		180	108					71	
Poliacetato de Vinilo		200	104					0	
Caseína		210	112					92	
Animal		220	105					81	
\bar{X}		185	112	208				88	162

% Respecto a la carga inicial

\bar{X} Valor Medio

() Dudoso

TABLA 3. INFLUENCIA DEL CLIMA Y DEL AGUA SOBRE EL NIVEL DE RESISTENCIA
Se dan los valores Bajo, Medio y Alto, dentro de cada tipo de Cola
(100 % = Resistencia a 20°C, 65 % Hr.)

PROBETAS	COLAS	RESISTENCIA RESIDUAL %											
		Humedad de la Madera 11 % al 30 %			Acción del Agua a 20 °C (24 horas)			Acción del Agua Hirviendo a 100 °C (2 x 4 horas)			Acción del Calor de 20 °C a 80 °C		
		Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Probetas con Fibra Paralela	Fenólica	81	96	109	58	72	88	53	17	85	78	110	132
	Poliuretano	56	65	78	39	49	58	54	44	66	31	48	59
	Epoxi	53	83	102	40	61	75	54	64	74	28	55	90
	Urea	56	80	110	27	54	64	0	1	9	90	95	97
	Poliacetato de Vinilo más Endurecedor .	23	38	61	20	30	36	0	32	49	10	35	50
	Poliacetato de Vinilo .	8	11	14	0	0	0	0	0	0	7	29	40
Probetas con Fibra Cruzada	Fenólica				68	83	105	59	64	68			
	Poliuretano				40	54	68	0	23	48			
	Epoxi				22	51	68	0	9	36			
	Urea				17	61	84	0	0	0			
	Poliacetato de Vinilo más Endurecedor .				28	45	59	0	0	0			
	Poliacetato de Vinilo .				0	0	0	0	0	0			

TABLA 4.

COLAS, TIPO DE HOJAS Y PROCEDIMIENTOS DE ENCOLADO PARA CUBRIR MADERA Y TABLEROS

COLAS (Según DIN 7728)	TIPO DE HOJA						PROCEDIMIENTO DE ENCOLADO (Cubrición en Caliente)					
	Papel	Chapa	P. C. V.	A. B. S.	P. P.	Metal	1	2	3	4	5	6
Urea	X	X					X	X	X	X		X
Melamina	X	X					X	X	X			X
Fenol	X	X				X	X	X	X		X	X
Poliacetato de Vinilo ..	X	X	X	X			X	X	X		X	
Polimetacrilato	X	X	X	X			X	X	X		X	
Poliuretano	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Poliéster No-Sat.			X	X			X	X	X			
Epoxi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Polietileno	X	X									X	X
Neopreno	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X

X : Buena

P. C. V. : Policloruro de Vinilo

A. B. S. : Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno

P. P. : Polipropileno

1 : Se aplica a la Cola sobre el Tablero

2 : Se aplica la Cola sobre el envés de la hoja

3 : Sistema de contacto (Se aplica una fina capa de Cola, lo mismo sobre el Tablero que sobre el envés de la hoja)

4 : Sistema de dos componentes (Se aplica la mezcla de los dos componentes)

5 : Procedimiento más reactivo (Se aplica la Cola en el envés de la hoja y se reactiva antes del encolado)

6 : Procedimiento de película de Cola seca (Se aplica una película de Cola más seca entre el Tablero y el material cubriente)

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:

- 1) BERGIN, E. G. - 1983
"The gluability of fire-retardant treated wood".
Forest Products Journal. Diciembre. Vol. XIII, n.º 12.
- 2) CHARLES B. VICK - 1980
"Structural Bonding of CCA-treated wood for foundation systems".
Forest Products Journal. Septiembre. Vol. XXX, n.º 9.
- 3) CHAUAN y GUPTA - 1982
"Studies on glued laminated constructions"
Plywoods"
Part I.
Forest Products Journal. Febrero. Vol. XXV, n.º 2.
- 4) CHIA M. CHEM - 1975
"Gluing study of pyresote-treated, fire retardants
wirtschaft"
Eine systematische Übersicht.
Holz-Forschung und Holz - Verwertung 30 jahrgang, Heft 1.
- 5) NEUSSER y SCHALL - 1978
"Leime und Verleimung in der Holzverarbeitenden
"Effect of preservatives on bonding of"
"Manginifera indica (Mango)"
Holzforschung ung Holz Verwertung 33 jahrgang, Heft 1.
- 6) NEUSSER y SCHALL - 1983
"Verleimung von impragniertem Holz, vorwiegend für
tragende bauteile"
Holz-Forschung und Holzverwertung
Teil I. 35 jahrgang, Heft 3.
Teil II. 35 jahrgang, Heft 5.

- 7) NORMA DIN 52179
Taschenbuch 132
Holzschutz - Normen
- 8) SELBO y OLSON - 1953
"Durability of woodworking glues in different-types
of assembly joints"
Journal of the Forest Products Research Society
Vol. III. Diciembre, n.º 5.
- 9) SELBO - 1964
"Ten years exposure of laminated beams treated with
oilborne and waterborne preservatives"
Forest Products Journal. Noviembre. Vol. XIV, n.º 11.
- 10) THOMSON, S. - 1962
"Gluing characteristics of treated sweetgum veneewarren"
Forest Products Journal. Septiembre. Vol. XII, n.º 9.

A VENDER:

**Máquina Descortezadora, Móvil,
usada, con cambio 66**

CHEJ

Maschinen Vertriebs-GmbH

D-8118 Schlehdorf

Tel. 08851 - 1492. Télex: 59311