

El tablero contrachapado americano

Por Ignacio Martínez Elcoro.
Representante de la American Plywood Association en
la Región Mediterránea.

Sumario.

- 1.- Evolución de la industria de tableros. Creación de la American Plywood Association.
- 2.- Composición de los tableros contrachapados. Clases de chapas y tableros según la norma de fabricación americana PS 1-83.
- 3.- Clasificación de tableros según su uso previsto-performance rated panels.
- 4.- Control de calidad. Sello APA de calidad.
- 5.- Tableros de uso estructural no contrachapados. Tableros OSB.
- 6.- Características generales de los tableros contrachapados con sello APA.

Ignacio Martín Elcoro.
Representante del APA.



27

Vista general de la máquina
de ensayo a flexión de tableros.
Laboratorios de APA.



Nota.

Las normas de producto definen las características de fabricación de los productos. Las normas de aplicación regulan los requisitos mínimos que los productos deben reunir para determinados usos en lugar de definir el producto en sí.

1.- EVOLUCION DEL TABLERO CONTRACHAPADO AMERICANO.

En su origen la industria del contrachapado se orientaba a un mercado muy restringido. En 1933 cuando se crea la Douglas Fir Plywood Association sólo se producía un tipo de tablero lijado para la fabricación de puertas, fondos de cajones y tableros de automóvil.

Hoy en día el uso de tableros se ha extendido a infinidad de aplicaciones principalmente en la construcción y la industria. La American Plywood Association se crea en 1960 al fundirse la DFPA y los productores del Sureste de USA. APA desarrolla numerosas funciones para la industria del tablero americano como son:

- auditoría y control de calidad
- ensayos
- investigación y desarrollo
- promoción de productos
- servicios de apoyo a la industria

Tablero contrachapado para fachadas.



2.- LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS NORTEAMERICANOS. CLASES DE CHAPAS Y TABLEROS.

La norma de fabricación de tableros PS 1-83 define las siguientes clases de chapas:

N: apta para acabado natural, superficie limpia sin defectos.

A: superficie lisa, sin nudos. Admite parches y reparaciones con material sintético. apta para pintar

B: debe tener una superficie lisa, admite nudos trabados y pequeños defectos de lijado. Se toleran parches y reparaciones con material sintético.

C: admite nudos de 38 mm de diámetro y agujeros de nudos de hasta 25.4 mm de diámetro; grietas y otros defectos hasta de 12.5 mm de ancho.

C-2: plugged: es una chapa de clase c reparada con limitación de grietas a 3 mm de ancho.

D: es la calidad mas baja admitida por la norma PS1-83 en cuanto a los defectos que presenta. Limitación de nudos y agujeros de nudo a 63.5 mm. anchura máxima de grietas limitada a 25.4 mm.

ENCOLADO

Normalmente los tableros contrachapados de construcción se fabrican con cola fenólica, es decir WBP (Water and Boiling Proof). De acuerdo con la norma americana de tableros PS 1-83 todo tablero que lleva en su sello de calidad la palabra "exterior" o "EXPOSURE 1" es un tablero fenólico. En el caso de los tableros "exterior" puede colocarse a plena exposición y los de tipo "EXPOSURE 1" admite exposición a la intemperie durante varios meses.

TABLEROS

Se designan o bien por la clase de chapas que lo componen o por un nombre que hace referencia al uso a que se destina. Cualquier combinación de chapas A, B y C da lugar a tableros con designación "exterior". Si la composición del tablero incluye chapas de la clase D, llevará necesariamente la designación "EXPOSURE 1". así, tableros del tipo A B, A C, B B, B C, etc, son para plena exposición exterior. Combinaciones como A D, B D, C D admiten una exposición temporal. En el segundo caso la designación del tablero indica su uso apropiado, por ejemplo MARINE, STRUCTURAL I, UNDERLAYMENT (base de suelo), etc.

3.- CLASIFICACION DE TABLEROS SEGUN SU USO PREVISTO-PERFORMANCE RATED PANELS.

Con la aparición de nuevos tableros de madera diferentes por completo del contrachapado se impone un nuevo concepto de clasificación por uso. Ahora no se tiene en cuenta cómo se fabrica o su composición. Se establecen unos requisitos que el producto debe reunir y las especificaciones mínimas que debe cumplir. Este sistema permite dar cabida a todo producto nuevo sin necesidad de definir sus características. En definitiva se trata de un procedimiento de clasificación mucho más amplio.

Los tableros que adoptan este tipo de clasificación ya no se clasifican por las chapas con que están fabricados, sino por la aplicación a que se destinan. Por ejemplo:

- RATED SHEATHING (tablero de recubrimiento estructural)
- RATED STUD-I-FLOOR (suelo fuerte)
- RATED SIDING (recubrimiento exterior decorativo)

Pueden estar fabricados con chapas de madera, viruta, madera reconstituida y mezclas de los anteriores.

Los requisitos que deben reunir los tableros así designados son:

- **capacidad estructural:**
 - . carga concentrada
 - . carga uniforme
 - . carga en el plano del tablero
 - . resistencia al arranque de clavos
- **características físicas:**
 - . expansión lineal
 - . estabilidad
 - . estabilidad de cantos
- **durabilidad:**
 - . calidad del encolado
 - . resistencia a mohos
 - . resistencia a bacterias
 - . resistencia a temp. elevadas
- **consistencia dimensional:**
 - . tamaño
 - . grueso
 - . forma y rectitud de cantos
- contenido de humedad

4.- CONTROL DE CALIDAD. SELLO DE CALIDAD APA.

Los sellos APA indican que el fabricante del tablero está sometido a control independiente por parte de APA, con inspecciones de forma aleatoria. Además lleva a cabo su propio autocontrol, cuyos resultados están a disposición de los inspectores de APA. El fabricante es responsable de la calidad de sus productos en cualquier caso. Si se produce una reclamación por parte del cliente sobre tableros con sello APA el fabricante debe responder directamente, aunque puede solicitar a APA la realización de un exámen del material objeto de la reclamación. APA realiza un informe para el fabricante en el que se recogen los hechos que afectan al producto cuya calidad se discute. En ningún caso APA esta autorizada para resolver las diferencias que puedan existir. En este sentido, APA proporciona una seguridad de que la producción está sujeta a controles de calidad, y que el producto reúne las condiciones mínimas establecidas. APA no es responsable de una posible falta de calidad del producto. Si esta circunstancia se comprueba, el fabricante debera hacer honor a las garantías del sello por medio de la adecuada compensación al cliente. En caso contrario, APA procederá a retirar el uso del sello al fabricante en cuestión.

El sello APA además contiene información sobre el tablero al que se aplica, sobre sus características o sobre su utilización. Aunque no toda la información que se describe a continuación está contenida en cada sello, éste debe reunir la mínima imprescindible, que será diferente en cada caso. A efectos ilustrativos exclusivamente, se incluyen a continuación algunos sellos de calidad. (Fig. 1).

- 1.- clase de chapas del tablero
- 2.- tipo de encolado.
- 3.- distancia entre apoyos en pulgadas.
- 4.- clase de madera. (Grupo de especie)
- 5.- grueso nominal en pulgadas
- 6.- dimensionado para espaciamento.
- 7.- machihembrado.
- 8.- norma de fabricación de tableros contrachapados.
- 9.- reconocimiento de APA como agencia de control de calidad
- 10.-reconocimiento del producto para uso en construcción
- 11.-número y naturaleza de reparaciones en la cara del tablero
- 12.-número del fabricante

El tipo de encolado no suele faltar nunca en los tableros. Si se trata de un tablero clasificado por su uso no faltará el dato de la distancia entre apoyos ni el grueso nominal. Si el producto se ha fabricado con arreglo a la norma de fabricación de tableros PS 1-83, no faltará referencia a esta ni la calidad de las chapas. Es asimismo muy frecuente en este caso que se haga una referencia a la clase de madera (ejemplo: GRUPO 1)

5.- TABLEROS DE USO ESTRUCTURAL NO CONTRACHAPADOS. TABLEROS OSB.

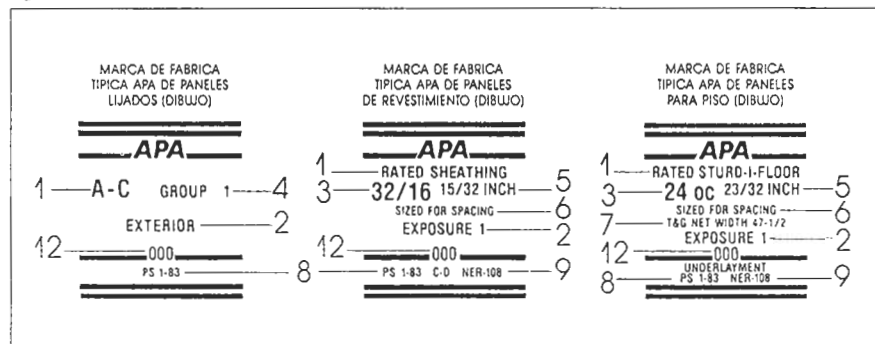
Desde principio de los 80 se empezó a introducir como sustituto del tablero contrachapado un nuevo material que se conoció por sus siglas en inglés como tablero OSB-oriented strand board-, o tablero de viruta orientada. este producto ha comenzado a reemplazar al contrachapado en algunas de sus aplicaciones mas tradicionales como en el forro de la estructura de cubierta, forro de paramentos verticales y tablero para forjado de suelos.

El elemento de partida es una viruta de grandes dimensiones en la que predomina su largo y ancho frente al grueso. Aunque

Ensayo de tablero bajo carga uniformemente repartida, aplicada en vacío. APA.



fig. 1, Sellos de la APA.



Los sellos APA indican que el fabricante del tablero está sometido a control independiente por parte de APA, con inspecciones de forma aleatoria. Además lleva a cabo su propio autocontrol, cuyos resultados están a disposición de los inspectores de APA. El fabricante es responsable de la calidad de sus productos en cualquier caso. Si se produce una reclamación por parte del cliente sobre tableros con sello APA el fabricante debe responder directamente, aunque puede solicitar a APA la realización de un exámen del material objeto de la reclamación.

de tamaño variable, la viruta aprovechable para este tipo de tablero comienza a partir de 5 cm de largo, 0.5 cm de ancho y no más de 1 mm de grueso. Esta partícula no es un subproducto de la fabricación de contrachapado. Las propiedades estructurales del tablero mejoran con el aumento del tamaño de la viruta. Variando el tamaño y forma de la viruta se consiguen tableros con unas características predecibles. El encolado del tablero OSB utiliza adhesivos fenólicos o isocianatos, lo que produce un tablero altamente resistente a la humedad. No se recomienda su utilización permanente a la intemperie por aparición de repelo y pérdida de calibración en bordes, aunque no pierde su integridad estructural. Debido al tipo de colas empleadas el tablero OSB no emite gases de formaldehído.

Respecto a la utilización de los recursos forestales permite un aprovechamiento eficaz de madera de pequeñas dimensiones y la explotación de especies de escaso o nulo valor comercial hasta ahora. Las virutas están orientadas con su dirección longitudinal en el sentido del eje del tablero. La manta de virutas suele tener de tres a cinco capas alternadas en cuanto a la orientación lo que proporciona una gran resistencia estructural al conjunto. Esta disposición es idéntica a la de las chapas en el tablero contrachapado.

Tiene una gran resistencia al arranque de clavos, incluso superior al tablero contrachapado de igual grosor. Admite clavado hasta a 6 mm del borde, sin rajar. Contrariamente no se recomienda el clavado en canto por la disposición de las virutas, que produce una capacidad de agarre baja. En cuanto al encolado de piezas, es compatible con cualquier cola para madera.

Por su proceso de fabricación, el OSB tiene una humedad de partida en fabrica muy baja. Se recomienda equilibrar su humedad antes de proceder a la colocación. Para ello se coloca el paquete horizontalmente sobre rastreles de 10 x 10 cm con una protección contra lluvia aireada para prevenir la formación de condensaciones en el interior. También se recomienda cortar los flejes del paquete para evitar daños en los bordes. Una vez estabilizado el contenido de humedad del tablero se puede proceder a su colocación. Debe dejarse siempre una holgura perimetral de 3 mm.

El tablero OSB se comercializa en bruto y lijado. en el primer caso se utiliza para construcción. Por su proceso de fabricación presenta un lado muy rugoso, característica muy adecuada para una instalación segura como material de cubierta. Si se trata de tablero lijado se destina a carpintería interior para recubrir y sustitutivo de la madera maciza en bastidores de mobiliario.

Puede tener los costados machihembrados cuando se utiliza como base de suelos. Esto elimina la necesidad de soportes en la unión de dos tableros y produce un suelo de madera libre de crujiidos, en definitiva muy silencioso. Para aumentar la rigidez y prevenir la salida de los clavos debido a los movimientos naturales de la madera con las variaciones de la humedad ambiente, es buena práctica de construcción colocar cordones de cola en las viguetas a las que posteriormente se clava el tablero. Si además se aplica otro cordón de cola en la zona del machihembrado se consiguen unos suelos de madera extremadamente rígidos y silenciosos.

Con carácter orientativo se incluyen unos datos técnicos provisionales.

TABLA 1. Propiedades de la sección efectiva del tablero contrachapado. Chapas de las caras de diferente grupo de especies de las chapas interiores.

1 Nominal Thickness (mm)	2 Approximate Weight (kg/m ²)	3 Effective Thickness For Shear (mm)	Stress Applied Parallel to Face Grain				Stress Applied Perpendicular to Face Grain			
			4 A Area (mm ² /m)	5 I Moment of Inertia (mm ⁴ /mm)	6 KS Effective Section Modulus (mm ² /m)	7 lb/Q Rolling Shear Constant (mm ² /m)	8 A Area (mm ² /mm)	9 I Moment of Inertia (mm ⁴ /m)	10 KS Effective Section Modulus (mm ² /m)	11 lb/Q Rolling Shear Constant (mm ² /m)
UNSANDED PANELS										
8.0-U	4.9	6.81	3,160	30,000	6,020	5,440	1,400	1,370	1,240	9,520
9.5-U	5.4	7.06	3,950	50,500	8,280	6,580	1,690	2,730	1,670	11,500
12.0 & 12.5-U	7.3	7.57	4,850	101,000	13,300	8,300	2,130	5,460	2,740	5,190
15.0 & 16.0-U	8.8	8.10	4,930	199,000	19,100	11,200	2,870	13,700	4,890	6,620
18.0 & 19.0-U	11.	11.3	6,870	310,000	26,700	13,900	3,310	45,100	11,200	7,650
22.0-U	13.	15.4	7,430	464,000	36,500	15,200	4,130	153,000	21,300	10,800
25.5-U	15.	21.4	8,290	673,000	46,200	19,600	7,640	287,000	35,500	15,100
28.5-U	16.	21.8	10,000	923,000	56,300	21,100	6,520	393,000	41,300	18,700
SANDED PANEL										
6.5-S	3.9	6.78	2,110	10,900	3,170	4,250	.740	1,370	.480	4,280
8.5-S	4.9	7.21	2,110	25,900	5,000	5,850	.880	1,370	.860	5,480
9.5-S	5.4	7.32	2,770	36,900	6,720	6,550	1,330	2,730	1,240	7,430
12.0-S	6.8	10.7	4,120	90,100	11,500	8,700	2,650	8,190	3,600	6,000
12.5-S	7.3	10.8	4,120	105,000	12,700	9,450	2,980	12,300	4,680	6,560
15.0-S	8.3	13.9	5,130	157,000	16,900	11,600	2,940	28,700	7,370	6,060
16.0-S	8.8	14.0	5,240	176,000	18,200	12,300	3,230	36,900	8,820	6,600
18.0-S	10.	14.3	5,970	244,000	20,900	14,200	3,680	68,300	12,400	8,080
19.0-S	11.	14.4	6,100	269,000	22,200	15,100	4,410	86,000	15,300	8,630
22.0-S	13.	14.9	6,230	380,000	27,700	17,300	6,010	167,000	25,300	10,700
25.5-S	15.	20.8	7,880	578,000	35,700	18,800	6,700	253,000	31,800	14,900
28.5-S	16.	21.2	8,160	748,000	44,100	20,900	6,730	370,000	40,000	17,800
TOUCH-SANDED PANELS										
12.5-T	7.3	8.69	5,710	113,000	14,600	9,000	2,450	8,190	3,280	5,810
15.0 & 16.0-T	8.8	10.4	4,980	167,000	15,600	11,300	3,290	23,200	7,420	6,820
18.0 & 19.0-T	11.	11.2	5,750	268,000	21,400	13,900	4,260	43,700	11,800	7,700
2-4-1 28.5-T	16.	21.3	9,630	864,000	52,500	23,800	8,610	371,000	40,000	18,100

TABLEROS OSB

- dimensiones normales: 2.44 x 1.22 m
- gruesos habituales: 9.5, 11, 12, 12.5, 15 y 18 mm.
- peso/m²: 9.15 kg para 15 mm. de grueso 10.7 kg para 18 mm de grueso
- encolado : fenólico, o isocianato
- densidad : 610 kg/m³ para 15 mm.
- agarre clavo en cara: 8.7 kg
- máxima hinchazón 24 h. remojo: 6%.

6.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS TABLEROS CONTRACHAPADOS CON SELLO APA.

(Nota: la información tabulada es resultado de muchos años de ensayos de la APA, otras asociaciones de la madera y el laboratorio de productos forestales de EEUU. Es congruente con el tablero contrachapado para construcción sin tratamiento contra hongos ni contra fuego, fabricado según la norma americana de tablero contrachapado PS 1-83 con sello de calidad APA)

CALIDAD DE LA CHAPA

Como se ha descrito anteriormente existen 5 clases de chapas a los efectos de su utilización como material estructural:

- N y A

sin nudos y número de reparaciones limitado

- B

superficie lisa. Con pequeños nudos redondos. Con parches reparaciones sintéticas redondas.

- C plugged

es una clase c mejorada.

- C

pequeños nudos, agujeros de nudo y parches. Es la mínima calidad admisible para tableros de uso exterior.

- D

nudos grandes, agujeros de nudo. Calidad no admisible para tableros de uso exterior.

CLASIFICACION POR TIPO DE MADERA.

Existen 5 grupos de especies de madera según su módulo de elasticidad a flexión y otras propiedades interesantes. Se considera que todas las especies del mismo grupo poseen las mismas características a efectos de cálculo. el agrupamiento de especies de madera pretende simplificar el cálculo y la identificación que sería necesaria si se consideraran por separado las más de setenta especies con las que se puede fabricar contrachapado. El último grupo de especies (grupo 5) no tiene asignado tensiones de cálculo. De esta forma sólo se ha de tener presente el grupo de especie con cuatro posibilidades. La clasificación del tablero por grupo de especies se asigna en función de las chapas de la cara y contracara pudiendo ser las chapas interiores de otro grupo. Algunos tipos de tableros requieren que todas las chapas sean del grupo 1.



PROPIEDADES DE LA SECCION

Se presentan las propiedades de la sección de manera que el cálculo se realiza como si se tratara de una placa ortotrópica y homogénea con diferentes propiedades en las tres direcciones. Utilizando los datos para las secciones corregidas o "efectivas" no es necesario conocer la disposición de las chapas en el tablero. Las propiedades "efectivas" de la sección tienen en cuenta la naturaleza ortotrópica de la madera, el grupo de especie de las chapas exteriores e interiores y otras variables de fabricación asociadas con la clase de chapa. Estas propiedades que se presentan son los mínimos esperables. Cualquier tablero tendrá unas propiedades de sección mayores de las que se muestran. La tabla distingue tres situaciones en función de la superficie del tablero: lijado, en bruto, y calibrado; y la aplicación del esfuerzo paralelo o perpendicular a la dirección de las fibras en las chapas exteriores. Las propiedades de la sección de la tabla 1 son independientes del número de chapas del tablero.

Normalmente, los tableros con las caras de clase A y B están lijados. Los del tipo APA RATED SHEATHING tienen sus caras en bruto y los denominados APA RATED STUD-I-FLOOR, UNDERLAYMENT y los que se denominan "PLUGGED" (reparados) están calibrados, por lo que sus propiedades de sección serán diferentes. Los tableros revestidos tipo HDO y MDO son tableros lijados.

DIRECCION DE LA FIBRA

Las propiedades de la sección se obtienen según la composición y estructura del tablero que proporciona los valores más bajos. Por tanto se trata de valores conservadores. El cálculo debe tener en cuenta en que dirección se aplican los esfuerzos. Si son esperables solicitaciones en las dos direcciones (longitudinal y transversal) se comprobarán ambas. Las propiedades de la sección en direcciones ortogonales no son aditivas.

GRUESO

Se utilizará el grueso nominal para el cálculo que aparece en la columna 1 de la tabla 1, excepto para el cortante a través del grueso en que se utiliza el valor de la columna 3 de la misma tabla.

SECCION DE RODADURA

La sección efectiva se tendrá en cuenta junto con la tensión a cortante de la tabla 2 correspondiente. Para la determinación de esta sección se ha considerado el efecto contrapuesto de la mezcla de especies en las chapas interiores y el aumento de la capacidad a cortante que producen las líneas de cola.

AREA EFECTIVA DE TRACCION Y COMPRESION

Las áreas efectivas se muestran en la columna 4 de la tabla 1. Las áreas efectivas son las de las chapas paralelas al esfuerzo, ya que las chapas perpendiculares se asume que no contribuyen en absoluto a la resistencia a tracción y compresión.

MOMENTO DE INERCIA

El momento de inercia de las columnas 4 y 9 (tabla 1) se utilizará junto con el módulo de elasticidad (tabla 2) para el grupo de especie de la cara del tablero en el cálculo de la rigidez. No debe utilizarse este momento de inercia para los cálculos de resistencia a flexión.

Los valores del momento de inercia de la tabla se han ajustado teniendo en cuenta diferentes variables y el efecto de la reducción por la posición perpendicular de las chapas interiores.

Ello se debe a que el módulo de elasticidad real de una chapa obtenida por desenrollo en su sentido transversal es del orden de 1/35 del longitudinal. También está compensado el empleo del más débil grupo de especies. (Tabla 3)

Este momento de inercia sólo se emplea para calcular la rigidez.

Para el cálculo de la tensión a flexión se utilizará el valor tabulado de la expresión k_s (tabla 1). La causa es que en algunas aplicaciones el módulo de sección no es igual al momento de inercia I dividido por la distancia a la fibra extrema c . el momento de inercia de la tabla se refiere a tablero cargado perpendicularmente.

MODULO DE SECCION

Se utiliza junto con las tensiones admisibles correspondientes a la clase de grupo de especie de las caras del tablero, según los valores de la tabla 1, columnas 6 y 10. Se ha calculado de acuerdo a la especie de madera, su dirección y un factor empírico k de corrección. El valor tabulado k_s se usará

TABLA 2.

Tensiones admisibles para el tablero contrachapado (N/mm^2). Conforme a norma PSI-83, para tablero contrachapado de construcción e industrial. Tensiones referidas a duración normal de la carga aplicaciones comunes estructurales donde los paneles tienen anchos iguales o superiores a 600 mm.

Type of Stress	Species Group of Face Ply	Grade Stress Level			
		S - 1 ^(a)		S - 2 ^(b)	
		Wet	Dry	Wet	Dry
EXTREME FIBER STRESS IN BENDING	1	9.86	13.8	8.21	11.4
TENSION IN PLANE OF PLYS (F_t)	2, 3	6.76	9.65	5.65	8.27
Face Grain Parallel or Perpendicular to Span (At 45° to Face Grain Use 1/6 F_t)	4	6.48	9.17	5.38	7.65
COMPRESSION IN PLANE OF PLYS Parallel or Perpendicular to Face Grain	1	6.69	11.3	6.21	10.6
(At 45° to Face Grain Use 1/3 F_c)	2	5.03	8.27	4.69	7.58
	3	4.21	7.31	4.00	6.83
	4	4.21	6.90	4.00	6.55
SHEAR THROUGH THE THICKNESS Parallel or Perpendicular to Face Grain	1	1.07	1.31	1.07	1.31
(At 45° to Face Grain Use 2 F_v)	2, 3	0.827	0.965	0.827	0.965
	4	0.758	0.896	0.758	0.896
ROLLING SHEAR (IN THE PLANE OF PLYS) Parallel or Perpendicular to Face Grain	F_r	0.434	0.517	0.434	0.517
(At 45° to Face Grain Use 1-1/3 F_r)	MARINE & STRUCTURAL I				
	ALL OTHER ^(c)	0.303	0.365	0.303	0.365
MODULUS OF RIGIDITY (OR SHEAR MODULUS) Shear in Plane Perpendicular to PLYS	1	483	621	483	621
	2	414	517	414	517
	3	345	414	345	414
	4	310	345	310	345
BEARING (ON FACE) Perpendicular to Plane of PLYS	1	1.45	2.34	1.45	2.34
	2, 3	0.931	1.45	0.931	1.45
	4	0.724	1.10	0.724	1.10
MODULUS OF ELASTICITY IN BENDING IN PLANE OF PLYS Face Grain Parallel or Perpendicular to Span	1	10,300	12,400	10,300	12,400
	2	8,960	10,300	8,960	10,300
	3	7,580	8,270	7,580	8,270
	4	6,210	6,890	6,210	6,890

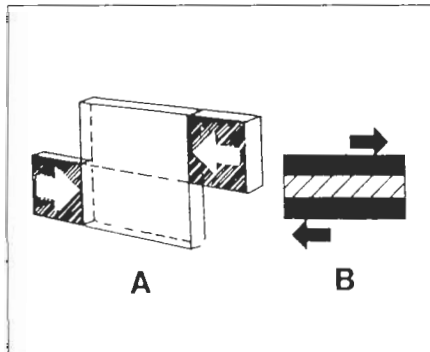


fig. 2.

Los dos tipos de cortante en el tablero

A: cortante a través del grueso

B: cortante de rodadura

Group 1	Group 2		Group 3	Group 4	Group 5 ^(a)
Apitong ^{(b)(c)} Beech, American Brich Sweet Yellow Douglas Fir 1 ^(d) Kapur ^(b) Keruing ^{(b)(c)} Larch, Western Maple, Sugar Pine Caribbean Ocote Pine, Southern Loblolly Longleaf Shortleaf Slash Tanoak	Cedar, Port Orford Cypress Douglas Fir 2 ^(d) Fir Balsam California Red Grand Noble Pacific Silver White Hemlock, Western Lauan Almon Bagtikan Mayapis Red Lauan Tangile White Lauan	Maple, Black Mengkulang ^(b) Meranti, Red ^{(b)(c)} Mersawa ^(b) Pine Pond Red Virginia Western White Spruce Black Red Sitka Sweetgum Tamarack Yellow-poplar	Alder, Red Birch, Paper Cedar, Alaska Fir, Subalpine Hemlock, Eastern Maple, Bigleaf Pine Jack Lodgepole Ponderosa Spruce Redwood Spruce Engelmann White	Aspen Bigtooth Quaking Catio Cedar Incense Wester Red Cottonwood Eastern Black (Western Poplar) Pine Eastern White Sugar	Basswood Poplar, Balsam
(a) Design stresses for Group 5 not assigned.		(d) Douglas fir from trees grown in the states of Washington, Oregon, California, Idaho, Montana, Wyoming and the Canadian Provinces of Alberta and British Columbia shall be classed as Douglas fir No. 1. Douglas fir from trees grown in the states of Nevada, Utah, Colorado, Arizona and New Mexico shall be classed as Douglas fir No. 2.		(b) Each of these names represents a trade group of woods consisting of a number of closely related species.	
(c) Species from the genus Dipterocarpus are marketed collectively: Apitong if originating in the Philippines; Keruing if originating in Malaysia or Indonesia.		(e) Red Meranti shall be limited to species having a specific gravity of 0.41 or more based on green volume and oven dry weight.			

TABLA 3.
clasificación de especies.

siempre para el cálculo de la resistencia a flexión en lugar del cociente I/c . los módulos de sección perpendiculares a la fibra se han calculado ignorando la chapa exterior de la parte traccionada. Su contribución a la resistencia del tablero es prácticamente nula.

La expresión k_s se utiliza para tableros cargados en posición horizontal.

CONSTANTE DEL ESFUERZO DE RODADURA

La expresión lb/Q , en la columna 7 y 11 (tabla 1) se utiliza en combinación con la tensión admisible a cortante de rodadura (tabla 2) según clase de madera y nivel de sollicitación. (Figura nº 2).

TENSIONES DE CALCULO

Las tensiones de trabajo calculadas no deben superar las admisibles de la tabla 2 excepto cuando se diga expresamente. Se utilizará el módulo de elasticidad y las tensiones admisibles correspondientes al grupo de maderas de las caras del tablero en ambas direcciones paralela y perpendicular al eje del mismo. Estas tensiones son de aplicación para el diseño de elementos de construcción y estructuras.

NIVELES DE SOLICITACION

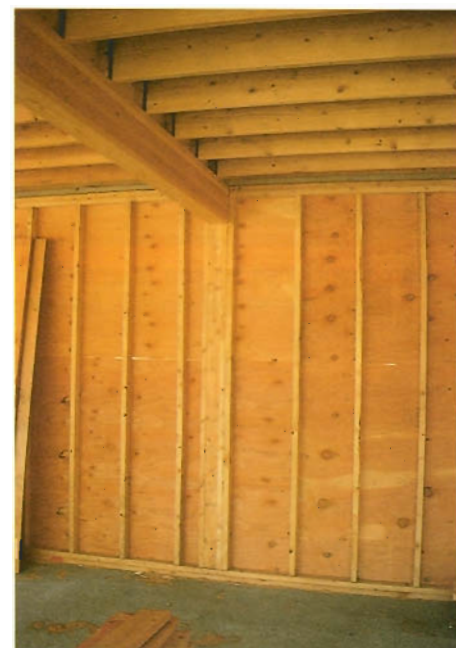
Las tensiones admisibles de la tabla 2 se dividen en tres categorías relacionadas con la calidad de las chapas del tablero.

Así el contrachapado cuyas caras son de calidad N, A o C y con cola para exterior tiene un nivel de sollicitación S-1. Si se trata de caras de calidad B, C reparada (PLUGGED) y D con cola exterior se utilizaran los valores para el nivel de sollicitación S-2. Si el tablero lleva cola para interior cualquiera que sea la calidad de las caras se utiliza el nivel S-3.

La tabla de tensiones admisibles está basada en los resultados de años de investigación. Se deduce que la resistencia está directamente relacionada con la calidad de la chapa y el tipo de cola.

La resistencia a flexión, tracción compresión dependen de la calidad de la chapa. Los tableros con caras N, A y C son los de mayor resistencia que los de caras de calidad B, C reparado o D.

Aunque las clases B y C reparado tienen un mejor acabado que la C se clasifican como inferiores a ésta a causa de que las reparaciones y parches que mejoran su superficie reducen en alguna medida su resistencia. La resistencia al esfuerzo cortante no depende de la calidad de la chapa pero varía con el tipo de cola. Por otra parte la rigidez y la capacidad de carga no depende de la clase de cola ni de la calidad de la chapa sino del grupo de especies de madera.



MODULO DE ELASTICIDAD

Se utilizarán los valores de la *tabla 2* según el grupo de especie de madera de las caras del tablero. Si se calcula por separado la deformación por cortante de la que produce la flexión los valores se pueden incrementar en un 10%. Los valores de la *tabla 2* incluyen la deformación por cortante media si no se calcula por separado. El tablero de forro se considera sometido a cargas uniformes y las distancias entre apoyos oscilan entre 30 y 50 veces el grueso del tablero. Los ensayos demuestran que para estas luces la deformación por cortante contribuye en pequeña medida a la total.

En ocasiones en que la distancia entre apoyos es pequeña (relación separación/grueso del tablero entre 15 y 20 o menor) se calculará la deformación por cortante separada de la de flexión por medio de la fórmula

$$DC = WxTxT^2xL/(1270xEI)$$

donde :

DC = deformación por cortante en pulgadas

W = carga uniforme

C = constante igual a 120 para tableros apoyados perpendicularmente a los apoyos, 60 si es paralelo a ellos

T = grueso del tablero

E = módulo de elasticidad no ajustado

I = momento de inercia efectivo

En estos casos la deformación por flexión se calcula utilizando un módulo de elasticidad verdadero en flexión, que se obtiene multiplicando el valor de la *tabla 2* por 1.1

TENSIONES DEL TABLERO CONTRACHAPADO A FLEXION

Las tensiones admisibles a flexión en la fibra extrema se elegirán de la *tabla 2* según la clase de tablero (nivel de solicitación), condiciones de humedad y duración de la carga. Igualmente se debe tener en cuenta si el tablero se apoya de forma transversal o paralela a aquellos. Para determinar la tensión en la fibra extrema se utilizarán los módulos de sección (ks) de la *tabla 1* y no por medio de los valores del momento de inercia.

TABLERO CONTRACHAPADO Y ESFUERZO CORTANTE

Los valores de la *tabla 2* para el cortante a través del grueso se basan en las aplicaciones del tablero más habituales en que este se clava a la estructura. Si además se encola en todo su perímetro a la estructura se incrementará el valor en un 33%. Si el encolado se limita a los lados largos del tablero se puede incrementar en un 19%. Para ello el ancho de encolado de ser como mínimo de un 30% de la distancia interior entre apoyos. El cortante por rodadura en el plano del tablero se estimará en las zonas sometidas a este esfuerzo.

FACTORES DE VARIACION DE LAS TENSIONES ADMISIBLES

Humedad.

La *tabla 2* incluye provisión para el estado de humedad. Se distinguen dos: seco cuando el contenido de humedad está por debajo del 16% y húmedo cuando es superior o en aplicaciones en que el tablero esta expuesto a la intemperie.

DURACION DE LA CARGA.

Se entiende por duración normal cuando se aplica carga hasta el máximo de diseño durante un periodo de 10 años. Para periodos inferiores se introducen las siguientes correcciones a las tensiones admisibles:

- + 15% para dos meses (ejemplo: nevada)
- + 25% para siete días
- + 33.33% para carga de viento o terremoto
- + 100% para impacto

Estas correcciones no son acumulativas. Tampoco deben ser inferiores las secciones que las calculadas para condiciones normales.

TAMAÑO DEL PANEL

Las tensiones admisibles a flexión, tracción y compresión de la *tabla 2* suponen un ancho mínimo para el tablero de 60 cm. o más. Si se somete a tensión elevada pequeñas piezas de contrachapado existe mayor posibilidad de contar con un defecto reductor de la resistencia de la pieza en una sección crítica.

