



AiiM



PRODUCTOS
DE MADERA
PARA LA
ARQUITECTURA



Entidad Colaboradora



Consejo Superior
de los Colegios de Arquitectos
de España

PRESENTACIÓN

El presente libro se ha preparado exclusivamente en formato digital con el único objetivo de que pueda ser utilizado en la página web del Consejo Superior de Arquitectos en el apartado dedicado a la madera cuya responsabilidad de contenidos corresponde a AITIM. Esta página se ha creado en el ámbito del Convenio suscrito entre el CSCAE y AITIM en diciembre de 2005.

Para realizarlo se han utilizado textos de la Guía de la Madera, editada por AITIM en 2004 y que se va reeditando periódicamente para actualizar sus contenidos. Lógicamente lo que aquí se encuentra es, según los casos, un resumen o parte de la información que aparece en ese libro, que es lógicamente mucho más extenso y profundo. Por otro lado este libro se distingue de la Guía en tres aspectos: primero, que tiene una orientación exclusiva para arquitectos mientras que la Guía se dirige a un espectro de prescriptores más amplio, segundo, que aquí se utilizan fotografías a color mientras que el otro usa exclusivamente dibujos y esquemas en blanco y negro; y tercero que se ha añadido aquí una introducción de tipo histórica para ayudar a comprender el cuándo, el cómo y el porqué del producto de que se trata.

Su carácter es divulgativo pero con un marcado carácter técnico dado al público al que va dirigido.

Un aspecto práctico del libro son los directorios de empresas que figuran al final de cada capítulo.

Por ello, para ampliar información, que pese a lo esquemática nos ha ocupado más de 350 páginas, se ha de acudir a la Guía de la madera de AITIM en versión libro tradicional o a la página web www.aitim.es en cuyo buscador se puede acceder a todo lo publicado desde su fundación en 1962.

Esperamos que este libro sea de utilidad, seduzca de alguna manera y sirva de acicate para profundizar en el conocimiento y uso de los distintos productos.

J. Enrique Peraza
Arquitecto
Secretario General de AITIM
Octubre de 2008

QUÉ ES AITIM

La Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la madera AITIM está formada por empresas y técnicos de la industria de la madera. Fue fundada el 6 de abril de 1962. Es una asociación privada, no oficial ni pública, pese a que está reconocida y registrada en los órganos pertinentes de la Administración.

Sus fines y objetivos son:

- investigación y desarrollo en los productos de la madera.
- normalización.
- control de calidad y certificación.
- promoción de la madera a través de publicaciones periódicas y monografías y cursos de formación.
- asistencia técnica (informes y peritaciones).

Existe una doble vertiente en sus fines y objetivos: hacia la propia industria (mejora de productos y procesos), y hacia los prescriptores (dar a conocer la madera y sus aplicaciones).

AITIM cuenta con un equipo técnico propio formado por ingenieros y arquitectos a los que se añaden colaboradores externos de la Universidad Politécnica de Madrid y de otros centros de investigación, consultoras, etc. en régimen de consultores asociados y con contratos o convenios específicos. Gracias a ellos puede ampliar mucho el espectro de su actividad y acometer tareas innovadoras y proyectos a medida.

AITIM es una Asociación sin ánimo de lucro. Su patrimonio es independiente del de sus asociados para garantizar la independencia en sus actuaciones respecto a ellos. Es decir que AITIM no actúa como lobby de sus asociados sino de la madera en general.

A diferencia de otros centros tecnológicos análogos, AITIM se financia con los recursos que genera su actividad, sin fondos públicos, de los que sólo una parte muy pequeña son las cuotas de sus asociados.

Los socios de AITIM abarcan los siguientes sectores:

Almacenistas de productos de madera
Aserraderos
Asociaciones
Carpintería general de madera

Puertas de madera
Suelos de madera
Tableros derivados de la madera
Ventanas de madera
Muebles de cocina
Productos protectores de la madera
Madera tratada - Tratamiento en autoclave
Tratamientos curativos de la madera
Madera aserrada estructural
Madera laminada encolada
Paneles sandwich
Estructuras de madera
Cubiertas de madera
Ingeniería y montaje de estructuras de madera
Casas de madera
Otros

ACTIVIDADES DE AITIM

INFORMACIÓN

AITIM publica una revista que sale cada dos meses. Además de los suscriptores un número importante de arquitectos y aparejadores la reciben gratuitamente. Los contenidos de la revista se cuelgan en la página web www.aitim.es con un decalaje de meses y es fácilmente utilizable gracias a un buscador temático.

INVESTIGACIÓN

Desarrollo de proyectos de investigación y caracterización de productos de madera en colaboración con el sector industrial.

PUBLICACIONES

Junto a su revista, AITIM edita monografías y libros técnicos y arquitectónicos que supera el centenar de títulos. Así mismo ofrece un servicio de biblioteca especializada que permite a los socios la consulta presencial de los títulos disponibles.

ASISTENCIA TÉCNICA

La asistencia técnica se orienta a la asesoría, la peritación y el análisis de productos y patologías tanto en carpintería como en construcción y estructuras.

ENSAYOS

Los laboratorios de trabajo de AITIM permiten la realización de ensayos especializados según normas UNE y EN



de productos no estructurales y estructurales.

NORMALIZACIÓN

AITIM ostenta la secretaría del Comité Técnico de Normalización 56 – Madera y corcho de AENOR.

CERTIFICACIÓN

La certificación es una de las principales actividades de AITIM. Abarca tanto a productos como sistemas y procedimientos. La certificación se realiza a través del Sello de calidad AITIM se realiza mediante el seguimiento de las empresas, con visitas a fábrica, auditoría de sus sistemas internos de calidad, ensayos y verificación de documentación y proyectos realizados. Para más información, consultar el apartado

específico de Certificación. Los laboratorios de ensayo que utiliza AITIM están acreditados por ENAC.

- o Puertas carpinteras
- o Puertas resistentes al fuego
- o Unidad de hueco de puerta
- o Ventanas
- o Pavimentos de madera
- o Muebles de cocina
- o Tableros de partículas
- o Tableros de fibras de densidad media
- o Tableros contrachapados
- o Tableros con reacción al fuego mejorada
- o Tableros alistonados
- o Madera aserrada no estructural
- o Perfiles laminados no estructurales

TRATAMIENTO DE LA MADERA

- o Productos protectores
- o Madera tratada para clases de uso 3 y 4
- o Madera tratada con reacción al fuego mejorada
- o Registro de empresas de tratamientos curativos y preventivos

SELLOS DE CALIDAD AITIM

PRODUCTOS ESTRUCTURALES

- o Fabricación de madera laminada
- o Tableros estructurales
- o Madera aserrada estructural
- o Tableros contralaminados estructurales
- o Perfiles estructurales

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y DE INGENIERÍA

- o Registro de empresas de ingeniería y montaje
- o Fabricación y construcción de casas de madera

CARPINTERÍA Y PRODUCTOS NO ESTRUCTURALES

- o Puertas planas

MADERA EN ROLLO



Azuela primitiva para corte de troncos

DEFINICIÓN

Se llama madera en rollo a los troncos de los árboles apeados que se desraman y separan de la copa, posteriormente se cortan a unas dimensiones normalizadas. Cada pieza recibe el nombre de troza.

HISTORIA

La madera ha estado presente en la vida del hombre desde la noche de los tiempos. Utilizando piedras afiladas primero y metales, más tarde, el hombre primitivo pudo cortar y trabajar la madera de una forma elemental (pequeñas estructuras) o fina (joyas, herramientas, armas, objetos de culto). Con el tiempo, el trabajo de la madera fue perfeccionándose y extendiéndose su uso a actividades complejas: arquitectura, navegación, armas, instrumentos domésticos, etc. De todo ello han ido apareciendo restos arqueológicos más o menos antiguos.

La forma de apeo, el momento de hacerlo y las técnicas empleadas son temas complejos que ya fueron analizados en los tratados antiguos y que dan lugar a diversos oficios tradicionales que actualmente se han modernizado de forma importante perdiendo esa dureza que tenía en otros tiempos. Su manipulación es compleja y requiere también de técnicas concretas que dan lugar a oficios especializados dentro todavía del ámbito forestal.

La madera en rollo no es un fin en sí misma, normalmente es la materia prima para ulteriores transformaciones

como son el aserrado (industria de aserrado), la obtención de chapa (industria de obtención de chapa e industria de tableros contrachapados), o la trituración (industrias de la pasta de papel y de los tableros derivados de la madera).

APLICACIONES

La madera en rollo, sin posteriores elaboraciones o en todo caso sometida a operaciones básicas (descortezado, cilindrado, ranurado, aplicación de tratamientos protectores etc) que no alteran básicamente la forma cilíndrica del tronco del árbol se pueden utilizar en:

- Mobiliario urbano: bancos, mesas, jardineras, vallados y piquetes de cerca, etc.
- Elementos al exterior: carteles anunciadores, postes indicadores, pasarelas, escaleras, miradores, barreras de paso, instalaciones para animales (nidos de cigüeña, comederos etc).
- Juegos infantiles: columpios, trepadores, balancines, parques multi juego, elementos deportivos, escaleras, etc..
- Construcción: pilares, vigas, cerchas, cobertizos, muros macizos, tablestacas, embarcaderos, etc.
- Postes: para líneas de transmisión de energía eléctrica, telefonía, etc.
- Piecerio con diversas aplicaciones: mangos para herra-



© Miguel Nevado

Bodegas Anta Natura (Villalba del Duero, Burgos). Arquitecto: Federido Ortega. Arquitecto calculista: Miguel Nevado

mientas, elementos de carpintería interior.

Lógicamente el tamaño y diámetro de la troza depende del tipo de árbol. Acostumbrados a ver los diámetros pequeños de nuestros bosques autóctonos, sorprende ver las grandes piezas de maderas tropicales de colores vivos y sin anillos de crecimiento visibles.

DIMENSIONES

La clasificación dimensional que se expone a continuación es la que define la nueva normativa europea, aunque todavía no se ha implantado en el mercado.

a.- Madera en rollo de coníferas (UNE EN 1315-2):

La clasificación se basa en conjugar las clases asignadas a:

- diámetro medio sin corteza (cm): van desde D0, inferior a 10 cm, hasta D6, igual o superior a 60 cm.
- longitud (m): van desde L1 (≤ 3 m) a L4 $> 13,5$ m.

b.- Madera en rollo de frondosas (UNE EN 1315-1):

La clasificación se realiza en un función del diámetro con corteza y sin corteza, siendo independiente de la longitud. La clasificación con corteza se designa con la letra D y la de sin corteza con la letra R. La clases asignadas van desde D0 (o R0), inferior a 10 cm, hasta D6 (o R6), igual o superior a 60 cm.

CLASIFICACIÓN POR CALIDAD

Se realiza de forma individualizada para cada pieza teniendo en cuenta sus dimensiones así como la presencia, tamaño y distribución de las características específicas asignadas a cada especie. La designación normalizada incluye a las siguientes especies:

- Para las frondosas: roble y haya (UNE EN 1316-1)
- Para las coníferas: picea, pino silvestre, pino gallego y pino insigne (ENV 1927-1, 2 y 3)

MECANIZACIONES MÁS HABITUALES

- Retestado
- Biselado

- Achaflanado
- Cilindrado
- Taladrado
- Aserrado longitudinal
- Ranurado
- Protección

SUMINISTRADORES

MADERA EN ROLLO

AYUNTAMIENTO DE CUENCA MADERAS, S.A.

Ctra. de Valencia s/n. 16004 Cuenca

Tel. 969 221 300 Fax 969 228 663

maderas@arrakis.es

ETORKI KOOPERATIBA

Polígono Industrial Murga.01479 Murga. Aiara (Alava)

Tel. 945 399 072 Fax 945 399 223 etorki@bigfoot.com

LÓPEZ PIGUEIRAS S.A.

Lg. de Patarroa, s/nº, 27861 Covas-Viveiro (Lugo)

Tel. 982 561 061 Fax 982 561 460

produccion@lopezpigueiras.com www.lopezpigueiras.com

GABARRÓ HNOS. ,S.A.

Cta. Torre Romeu, s/n 08202 Sabadell (Barcelona)

Tfno: 937 484 830 Fax: 937 260 761

gabarro@gabarro.com <http://www.gabarro.com>

MADERAS SAN IGNACIO S.L.

Nemesio Mogrobojo, 13Bilbao (Vizcaya)

Tfno: 944 483 781 Fax: 944 483 827

alg@maderassanignacio.com

MAJARENA S.L.

Pol. Ind. La Capellanía, Fasell parcela 34, 30600 Archena (Murcia)

Tfno: 902 945 525 - Fax: 968 674 848

marcelo@vimalto.com # www.vimalto.com

MOLDURAS POLANCO ENRI, S.A.

Ctra. Cádiz-Algeciras, Km. 9,5, 11130 Chiclana (Cadiz)

Tfno: 956 491 112 - Fax: 956 49 11 13

vlarrat@polanco.net



Estructura espacial a base de rollizos. Feria de muestras de Valencia

MADERA ASERRADA decorativa

DEFINICIÓN

Piezas de madera maciza obtenidas por aserrado de madera en rollo o trozas de madera con caras paralelas entre sí y cantos perpendiculares a las mismas.

HISTORIA

La madera aserrada es la forma más elemental de aprovechamiento del tronco. En la antigüedad se obtenía por acuñado y desgajado longitudinal del tronco, técnica muy interesante que todavía se usa en las tejuelas ya que no se cortaban las fibras de la madera, con lo que la pieza se conservaba mejor.

Los egipcios y los romanos empleaban sierras cortas de tipo serrucho para piezas pequeñas. Con la sierra de despiezar al hilo en la Edad Media se empezaron a obtener grandes escuadrías y largos ya completamente aserradas (vigas, tablonés, etc.). El aserrado requería un gran esfuerzo. La pieza se colocaba sobre un caballete e intervenían dos hombres (uno arriba y otro abajo) que movían la sierra alternativamente. La sierra tenía un marco de madera que facilitaba el tensionado de la hoja y el manejo de ésta. Este sistema manual se ha empleado casi hasta nuestros días en algunos medios.

De la madera en rollo se escogía la parte del duramen que tenía una protección natural grande, el resto (la albura) se desechaba y en ocasiones ni siquiera se la consideraba madera, algo impensable actualmente.

Lógicamente la tecnología del aserrado evolucionó

mucho: en la edad media se inventó la sierra hidráulica, en el siglo XIX la sierra movida con vapor. Las primeras sierras eléctricas eran las de carro, después vinieron las de cinta pero para tamaños menores, las de disco y en la actualidad las chipper canter que sacan ya el perfil como en una especie de extrusionado de la madera. Con la escasez de madera la tecnología busca un mejor aprovechamiento de las piezas.

El dimensionado de la madera es muy variable y depende de la zona de suministro (las más importantes son los países nórdicos y Norteamérica en madera de coníferas; determinadas regiones de África, Asia y Sudamérica en frondosas templadas y tropicales).

ESPECIES PROTEGIDAS

Debido a los problemas de sobreexplotación de determinadas especies existen en la actualidad limitaciones para el comercio de aquellas maderas que se encuentran registradas en la Guía CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild World Flora and Fauna - www.cites.org).

La creciente demanda de madera debida fundamentalmente al desarrollo económico de muchos países ejerce una presión sobre las especies más valoradas lo que ha obligado al mercado a buscar soluciones por medio de productos composites con menos cantidad de maderas nobles. Las especies de crecimiento rápido explotadas en forma de cultivo son la alternativa a otros muchos usos.



SUMINISTRO DE MADERA ASERRADA: DIMENSIONES

Tanto carpinteros como constructores han de saber que no se puede prescribir alegremente unas dimensiones aleatorias para sus obras sino que han de adaptarse a las gamas dimensionales que existen en el mercado.

- **Gamas dimensionales de maderas españolas:** existen para 3 especies, el pino silvestre (tabla y tablón), el pino radiata (madera larga y madera corta) y el pino gallego (madera limpia y semilimpia, madera normal y encofrado).
- **Gamas dimensionales para el pino y abeto procedente de Suecia y Finlandia:** existen 11 espesores, 9 anchuras y en largo de 1,8 hasta 5,4-6,0 m en tramos de 300 mm o de forma alternativa en módulos de 100 mm.
- **Gamas dimensionales para coníferas procedentes de Norteamérica:** existen multitud de reglas y normas de asociaciones de aserraderos e institutos nacionales.
- **Gamas dimensionales de frondosas europeas:** vienen determinadas en la norma UNE EN 1313-2.
- **Gamas dimensionales de frondosas americanas:** vienen recogidas en la norma NHLA correspondiente.
- **Gamas dimensionales de las frondosas tropicales:** el único documento no oficial es el elaborado por CIRAD-Fôret para las especies tropicales de África.

Para más información consúltese la Guía de la madera de AITIM.

SUMINISTRO DE MADERA ASERRADA: CALIDADES

Antiguamente se mencionaban en ebanistería y carpintería determinadas maderas nobles, que eran aquellas resistentes, estables, de buen acabado y fáciles de trabajar (entre las continentales eran sobre todo el roble y el nogal y entre las tropicales, la caoba,

el palo santo, etc.)

Por desgracia todavía no se han conseguido implantar a nivel internacional unas reglas comunes, existiendo por contra, una gran variedad de clasificaciones dependiendo de la zona de procedencia, que hay que conocer para prescribir con propiedad si no se quiere tener problemas en los contratos.

En Europa existen las siguientes normas comunes:

- Madera para carpintería: Norma UNE EN 942.
- Madera de haya y roble por aspecto: Norma UNE EN 975-1
- Madera de chopo por aspecto: Norma UNE EN 975-2
- Madera de Piceas, Abetos, Pino y Abeto Douglas europeos. Norma UNE EN 1611-1.
- Medida de las singularidades para cada especie de madera: norma UNE EN 1310

Las coníferas en España (pinos silvestre, laricio, gallego, ...) se clasifican en Extra, Primera, Segunda A, Segunda B, tercera y Cuarta. Para más información consúltese la Guía de la Madera de AITIM o la UNE 56.545-94.

Las coníferas norteamericanas (pino amarillo del sur, abeto Douglas, ...) se clasifican por su aspecto de una manera muy compleja para adaptarse a la enorme variedad de consumo existente. Contiene numerosas calidades y combinaciones, que normalmente se particularizan para cada especie o grupos de especie. La norma marco es la PS 20-94 "American Softwood Lumber Standard". Para más información acudir a la Guía de la Madera de AITIM o a la citada norma.

Las coníferas de los países nórdicos (abeto y pino rojo), que son las que más se importan en nuestro país, son relativamente más sencillas.

Anteriormente se clasificaban en seis calidades (de I a VI). En la actualidad se han dejado 4 calidades: A (con 4 subclases), B, C y D.

Para más información consúltese la Guía de la madera de AITIM y la norma INSTA.

Las frondosas norteamericanas (robles blanco y rojo, nogal, etc.) se clasifican según la norma NHLA y está basada en las dimensiones, el número y calidad de las piezas que se obtiene de la original, las cuales se clasifican por la 'peor cara'. Son las siguientes: FAS, FAS



una cara, Calidad nº 1, Calidad nº 2A. Las unidades de medida son el pie para la longitud y la pulgada para el espesor.

Las frondosas tropicales se clasifican con referencia al documento del CIRAD-Fôret (normas SATA) que están poco implantadas. Son las siguientes: Clases Primera, Segunda, Tercera y Cuarta.

PRESCRIPCIÓN DE LA MADERA ASERRADA

La madera aserrada ha de prescribirse de la manera más completa posible para evitar sorpresas en el suministro y las consecuencias económicas de los contratos. Los parámetros a definir son:

- especie: debe denominarse con el nombre botánico en latín, además del comercial.
- calidad: debe referenciarse de acuerdo a alguna norma o reglamento conocido.
- contenido de humedad: debe ser el adecuado a las condiciones de uso.
- tratamiento protector: si se requiere, debe especificarse el tipo de producto, el sistema de aplicación y la clase de uso.
- dimensiones y tolerancias: se hará conforme a norma.

Todos estos aspectos deben comprobarse en la recepción de obras.

MARCAS DE CALIDAD

En todos los países productores desarrollados existen sellos de calidad que garantizan los aspectos mencionados anteriormente. A continuación se incluyen las marcas y sellos de mayor implantación.

- SELLO DE CALIDAD DE AITIM PARA LA MADERA DE PINO SILVESTRE
- MADERA DE PINO Y ABETO PROCEDENTE DE SUECIA
- MADERA DE CONÍFERAS PROCEDENTE DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

SUMINISTRADORES

ASERRADEROS

AYUNTAMIENTO DE CUENCA MADERAS, S.A.
Ctra. de Valencia s/n. 16004 Cuenca
Tel. 969 221 300 Fax 969 228 663
maderas@arrakis.es
Barnizados y Montajes Villacañas S.A. (Barmovi)

DANS, RODRIGUEZ Y CIA. S.L.
Camino del Aserradero. A Xira Sigrás. 15181 Cambre La Coruña
Tel. 981 676 919 Fax 981 676 988

ETORKI KOOPERATIBA
Polígono Industrial Murga.01479 Murga. Aiara (Alava)
Tel. 945 399 072 Fax 945 399 223

FABRICA DE MADERA DE VALSAIN
Primera, 11 La Pradera de Navalhorno, C.P. 40109 Valsain (Segovia)
Tfno: 921 472 275 - Fax: 921 471 286
fabrica.valsain@mma.es

FINSA
Ctra.de La Coruña-Santiago Km.57. Santiago de Compostela (La Coruña). Apartado, 127
Tel. 981 580 055 Fax 981 584 789
www.finsa.es

FORESTAL MADERERA
Carretera C-603, Km. 62,60. 40395 Veganzones (Segovia)
Tel. 921 127 156 Fax 921 127 099

FUSTES SEBASTIA, S.L.
Carretera C-13 Km 133 25594 Rialp (Lleida)
Tel. 973 620 373 Fax 973 621 224
comercial@sebastia.es www.sebastia.es

HAAS HOLZPRODUKTE GMBH
Industriestrasse, 8 D-84326 Falkenberg (Alemania)
Tfno: 0049(0)8727 180 - Fax: 49(0)872718593
haas.madera@haas-fertigbau.de # www.haasholzindustrie.com



MADERAS ANGEL SUAREZ, S.L.
Mestas de Con, 1 33556 Cangas de Onís (Asturias)
Tel. 985 944 098 Fax 985 944 222
sierramestas@yahoo.es www.maderasanelosuarez.com

MADERAS BASAÑEZ, SA.
Barrio Gorosibay,s/n. 48960 Usansolo-Galdacano-
Vizcaya
Tel. 944 560 912/16 Fax 944 567 943

MADERAS BENIGNO MENDEZ S.L.
Cadavedo (Asturias)
Tel. 985 645 057 Fax 985 645 384

MADERAS EL ESPINAR
Ctra. de la Coruña km 64,300. 40400 El Espinar (Sego-
via)
Tel. 921 171 075 Fax 921 171 032
www.maderaselespinar.com info@maderaselespinar.
com

MADERAS MANUEL HERAS GÓMEZ
San Andrés s/n 39573 San Andrés (Cabezón de Liéba-
na) Cantabria
Tel. 942 735 018 Fax 942 735 018
manoloheras@terra.es

MADERAS GARCÍA VARONA, S.L.
Ctra. Burgos-Santander km 136. 39612 Parbayón
(Cantabria)
Tel. 942 369 170 Fax 942 369 304
www.garciavarona.com almacen@garciavarona.com

MOLDURAS POLANCO ENRI, S.A.
Ctra. Cádiz-Algeciras, km 9,5. 11130 Chiclana de la
Frontera (Cádiz)
Tel. 956 491 112 Fax 956 491 113
vlarrat@polanco.net www.polanco.net

MOSSER LEIMHOLZ GMBH
Perwarth 88, 3263 Randegg (Austria)
Tfno: 43 7487 6271-0 - Fax: 43 7487 6271450
office@mosser.at # http://www.mosser.at

PALLE, S.A.
Ctra. Travascan, s/n. 25570 Ribera de Carlos (Lérida)
Tel. 973 623 130 Fax 973 623 131
consultas@fustespalle.com

PAVIMENTOS ARRONDO, S.A.
Camino del Cruce, s/n. 20217 Gabiria. Guipúzcoa
Tel. 943 885 950 Fax 943 886 925
arrondo@suelosarrondo.com www.suelosarrondo.com

SERRADORA BELLVER, S.L.
Avda. de Cataluña 42. 17520 Puigcerdá 42
17520 Puigcerdá (Gerona)
Tel. 973 510 074 Fax 973 511 041
bellver@esmorer.com

SOCIEDAD IBÉRICA DE TRATAMIENTOS DE MADERA,
S.A. (SITAL)
Ctra. de la Estación, Km. 2'5 10163-Aldea del Cano
(Cáceres) Tel. 927 383 000 Fax 927 383 213
sital@impregna.es www.impregna.es

ALMACENISTAS E IMPORTADORES

ALBERCH, S.A.
Apartado 179. 08910 Badalona.Barcelona
Tel. 933 894 200 Fax 933 894 442
www.alberch.com info@alberch.com

B.M.C.MADERAS, S.A.
Polígono Industrial Cerro de San Cristobal. Calle del
Aluminio, Parcela 230. 47012 Valladolid
Tel. 983 291 919/1818/6033 Fax 983 298 100
www.bmcmaderas.es

BARNIZADOS Y MONTAJES VILLACAÑAS S.A. (BAR-
MOVI)
Ctra. de Tembleque, S/n 45860 Villacañas (Toledo)
Tfno: 925-560304 - Fax: 925-160928
barmovi@barmovi.com # http://www.barmovi.com

BOSQUES DEL FUTURO S.A.
Pizarro nº 1-4 pta. 14 Valencia
Tfno: 639 618 330
f.pulpon@bosquesdelfuturo.com www.bosquesdelfu-
turo.com

DITAYMA, S.L.
Avd. Espioca, nº 158, C.P. 46460 Silla (Valencia)
Tfno: 961 210 492 - Fax: 961 212 129
ditayma@ditayma.com # http://www.ditayma.com

EHEMADERAS, S.L.



©Åke E

Villa Roser, Skara (Suecia). Arquitecto. Arquitectos: WINGÅRDH ARKITEKTKONTOR AB, Gert y Karin Wingardh

Portal de Zurbano 21. 01013 Alava (Vitoria)
Tel. 945 267 622 Fax 945 121 133
edorronsor@echemaderas.com www.echemaderas.com

EXPLAR S.L.
Avd. Manoteras, 10 Edf. B loft 409 28050 Madrid
Tfno: 902 104 136 - Fax: 913 831 541
kmoro@tropicaexplar.es # www.tropicaexplar.es

FUSTAKIA S.L.
C/ Dels Sagraments, 16 Polg. Ind. Ermengol, C.P. 08630
Abrea (Barcelona)
Zfno: 902 934 566 - Fax: 937 701 607
mail@fustakia.com # www.fustakia.com

GABARRO HERMANOS, S.A.
Ctra. de Sentmenat 2-4. 8213 Polinya (Barcelona)
Tel. 937 133 134 Fax 937 133 060
toni.martinez@gabarro.com www.gabarro.com

GECOC MADERAS, S.L.
Avda. Camino de lo Cortao, 12 Nave 2 28700 San Sebastian de los Reyes (Madrid)
Tel. 902 193 866 Fax 916 592 388
gecoc@gecoc.net www.gecor.net

FRANCISCO SILVA CASTAÑO. FORESTAL DEL ATLANTICO, S.A.
Punta Promontorio. 15620 Mugaridos. La Coruña
Tel. 981 470 750 Fax 981 470 161
www.forestaldelatlantico.com

HISPANO FRANCESA DE MADERAS, S.A.
Araba 7 Apdo. 108- 20305 Irún (Gipuzkoa)
Irun (Guipúzcoa)
Tel. 943 639 038 Fax 943 630 487
hiframasa@infonegocio.com

MADER - RESTAURACIÓN Y TRATAMIENTO DE LA MADERA S.L.
Castelló, 95 Bº-A, 28006 Madrid
Tfno: 917 817 416 - Fax: 915 777 054
info@mader.es # www.mader.es

MADERAS BESTEIRO, S.L.
Ctra. de Friol, Km. 1 (Camino de Vilaestévez, s/n) 27233 Lugo
Tel. 982 284 455 Fax 982 252 007

www.mbesteiro.com correo@mbesteiro.com

MADERAS GAMIZ
Ctra. Vitoria-Estella s/n 01110-Santa Cruz de Campezo(Alava)
Tel. 945 405 425 Fax 945 415 347
www.grupo-gamiz.com

MADERAS IZUEL
Plataforma Logística Plaza. Trapani 19. 50197 Zaragoza
Tel. 976 333 339 Fax 976 324 803
www.maderasizuel.com

MADERAS J. REDONDO, S.L.
Valle Inclán 11 y Pol. Ind. de Bamio. Villagarcía de Arosa. 36600 Pontevedra
Tel. 986 508444 Fax 976 501 494
jredondo@infonegocio.com

MADERAS MEDINA, S.A.
Ctra. de Cabaña, s/n 45300-Ocaña (Toledo)
Tel. 925 120 229 Fax 925 120 770
maderasmedina@maderasmedina.com www.maderasmedina.com

MADERAS PERARNAU, S.A.
Riera Gabarra, s/n Apartado, 80 08360-Canet de mar (Barcelona)
Tel. 937 940 404 Fax 937 942 451
perarnau3@terra.es

MADERAS RUBEN S.L.
Borulfe-Villamarín. Ourense-España
Tel. 988 286 097 Fax 988 281 980
maderasruben@maderasruben.com www.maderasruben.com

MADERAS SAN IGNACIO, S.L.
Nemesio Mogroviejo, 13. 48015 Bilbao (Vizcaya)
Tel. 944 483 781 Fax 944 483 827
alg@maderassanignacio.com

MAJARENA S.L.
Pol. Ind. La Capellanía, Fasell parcela 34 30600 Archena (Murcia)
Tfno: 902 945 525 - Fax: 968 674 848
marcelo@vimalto.com # www.vimalto.com

MEDIA MADERA. INGENIEROS CONSULTORES, S.L.



Centro de Interpretación de la Naturaleza en Picos de Europa. Arquitectos: Conrado Capilla y Pucho Vallejo

Polg. Ind. Tabaza II - Parcelas, 16-17, C.P. 33430
Carreño (Asturias)
Tfno: 985 516 916 - Fax: 985 516 919
admon@mediamadera.com # <http://www.mediama-dera.com>

PERESTELO, S.L.
Profesor Lozano 34. El Cebadal. 35008 Las Palmas de
Gran Canaria
Tel. 928 463 639 Fax 928 466 471
www.perestelos.com clopez@perestelos.com

PROTEVI S.L.
Paseo del Cordón, 23, 13670 Villarubia de los Ojos
(C.Real) Tfno: 926 897 404 - Fax: 926 266 755
jcbanegas@protevi.net # www.protevi.net

TARIFLEX S.L.
C/Robles, 211 Polg. ind. Nicomedes García, 40140
Valverde del Majano (Segovia)
Tfno: 921 490 990 - Fax: 921 490 747
tariflex@tariflex.com # <http://www.tariflex.com>

TRADING PARK, S.L.
Gran Via, 52 Esquina Igualdad, 08902 Hospitalet de
Llobregat Tfno: 3351445 - Fax: 3355281
info@instalpark.es

TOT MADERA PEGO, S.L.
Pol. Ind. Sector II c/ Benigamin 17. 03780 Pego (Ala-
cant)
Tel. 965 571 000 Fax 965 572 685
www.tot-madera.com fani@tot-madera.com

URUGUAY TRADE & INVEST S.L.
c/ Hilera, nº 8 - portal 8, 2º B 29007 Málaga
Tel. 952 393 549 Fax 952 288 404
gssm@urutrading.com www.urutrading.com



© Guillermo Íñiguez

Sierra de carro. Pavimentos Arrondo

CHAPAS DE MADERA

DEFINICIÓN

Las chapas son hojas finas de madera en torno a 0,6 mm de grueso que se obtienen de la madera mediante cuchilla (no sierra) bien por desenrollo, bien a la plana. En el desenrollo la cuchilla se va acercando hacia el centro de la madera en rollo que gira sobre su eje, mientras que en el corte a la plana la cuchilla se mueve horizontal o verticalmente cortando el trozo de madera en rollo sujeto en una mesa u otro artilugio.

Las chapas a la plana tienen fundamentalmente fines decorativos: se emplean para revestir muebles y elementos de carpintería y economizan madera al utilizar sustratos de menor calidad. Las chapas de desenrollo se utilizan habitualmente para la fabricación de tableros contrachapados.

HISTORIA

Las chapas se emplean desde tiempos inmemoriales. Los primeros en utilizarlas fueron los egipcios, que nos han legado algunos objetos preciosos como las sandalias de Tutankamón o elementos de mobiliario (camas, butacas, etc.). Los romanos inventaron el intersio, taraceas de diversas especies y colores con los que se componían dibujos. Esta técnica se recuperó durante el final de la edad media y el renacimiento, dejándonos ejemplos de una extraordinaria pericia técnica y artística.

El momento de mayor esplendor del chapado fue durante los siglos XVII y XVIII con la decoración barroca y rococó. Los muebles tomaban formas caprichosas y se empleaban para recubrirlas maderas preciosas que llegaban con regularidad y abundancia desde las colonias de ultramar. El mismo principio se aplicó en la construcción de pianos de cola a principios del siglo XIX ya usado en la construcción de clavicordios desde el siglo XVI.

La obtención de la chapa se fue mejorando en paralelo al perfeccionamiento de los útiles de corte: sierras



Sandalias de Tutankamón, adornadas con chapas de madera

cada vez más finas y cuchillas más precisas. La revolución del chapado vino a finales del siglo XIX con la invención del torno de desenrollo, parece que de manos de Emmanuel Nobel (padre del inventor de la dinamita y titular de los famosos premios). El primer desarrollo de estos tornos se produjo en EEUU donde se empezó a utilizar en la fabricación de tablero contrachapado. Junto al torno propiamente dicho y la cuchilla aparece una barra de presión que fuerza a la chapa a salir con un determinado grosor.

En la actualidad, la creciente escasez de maderas decorativas y su carestía ha revalorizado la chapa de madera natural en la fabricación de muebles. Sin embargo le han aparecido competidores en las chapas artificiales, fundamentalmente de dos tipos: los papeles impregnados y el PVC, ambos decorados con imágenes de madera de un realismo tal que a veces es imposible determinar a simple vista cuál es natural y cuál, no, debido a que en ambos casos la superficie es brillante por el acabado que recibe. Para no confundir al consumidor han llegado a aparecer en el mercado marcas de denominación que aclaran este punto, como por ejemplo la denominación "madera auténtica".



© JPM Kymmene

TIPOS

Junto al tipo de obtención antes comentado hay que mencionar que el dibujo de las fibras de madera y de otros elementos anatómicos de las chapas varía enormemente según sea la forma y la parte de la troza que se ofrezca al corte de la cuchilla. Los dibujos varían desde las clásicas formas de U en el corte tangencial a las fibras rectas y paralelas de la chapa radial, pasando por las aguas que se obtienen en el desenrollo de la chapa periférica.

Pero donde la chapa adquiere más valor es en las singularidades que se obtienen por las formas irregulares de la fibra, las impregnaciones desiguales y la constitución anormal de ciertos tejidos.

- Fibras irregulares

Entre ellas destacan las fibras onduladas (que dan lugar al rizo o dibujo en moqueta típicos del arce y en las caobas), las reviradas (que dan lugar a bandas mates y brillantes que se dan en caobas, sapelly, etc. y mallados en corte tangencial), las entrelazadas (que forman una espiral con bandas alternas como las reviradas), las de horquilla o palma (corresponde a bifurcaciones del tronco) y las irregulares (cuando rodean un nudo u otra singularidad).

- Impregnación desigual

Aparecen zonas más oscuras que otras y coloraciones anormales que revalorizan la madera. Se da en una gran cantidad de especies.

- Constitución anormal de los tejidos

Son las más conocidas, destacando especialmente las lupias (proceden de zonas de abultamientos en coníferas sobre todo), las verrugas (proceden de asperezas cónicas que surgen en el tronco) y cepas (proceden de la raíz). Por su dibujo muy llamativo no debe abusarse de ellas y colocarse como motivos centrales.

COMPOSICIÓN DE LAS CHAPAS

Las chapas tradicionalmente se han colocado siguiendo determinados patrones. A este arte de la composición se le denomina estereotomía. Estos patrones, que han demostrado su capacidad de conseguir composiciones armónicas, parten de chapas muy similares (obtenidas por cortes a la plana casi



consecutivos). Los más conocidos son los siguientes:

En libro: chapas simétricas respecto a un eje vertical
En olas: chapas desplazadas paralelamente respecto al eje vertical.

En diamante: cuatro chapas rectangulares simétricas respecto a ejes vertical y horizontal y cuyas fibras forman un rombo.

En caja: cuatro chapas triangulares y corte radial que, al unirse, sus fibras dibujan cuadrados.

En contracaja: idem al anterior pero sus fibras forman diedros abiertos hacia afuera.

En aspa: cuatro chapas rectangulares que al unirse sus fibras forman un ángulo de 45°, aspa o diamante invertido.

En tablero de ajedrez o damero: cuatro chapas con la fibra radial que, al unirse, la fibra de cada chapa queda perpendicular a la de las chapas contiguas.

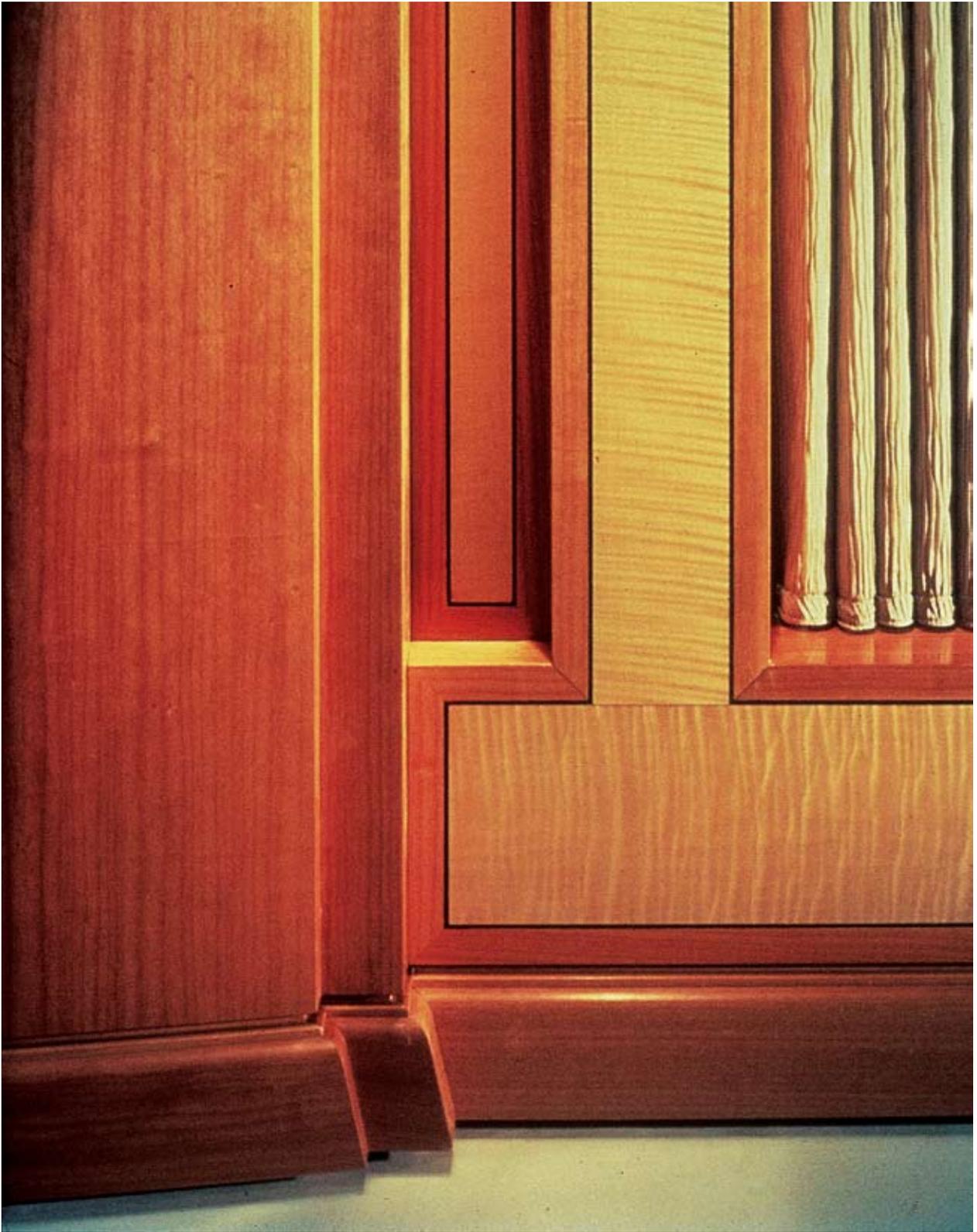
En el centro: cuatro chapas con dos ejes de simetría pero dibujos de fibra libres.

DIMENSIONES

Las chapas se comercializan con diferentes dimensiones en función de su destino final. Los usos más habituales son puertas y tableros y mobiliario.

- Para puertas y tableros son de 10 a 300 mm de ancho y 2.100 mm - 2.500 mm de largo.

- Para mobiliario las longitudes son más variables (450 a 2.000 mm y anchos variables dependiendo si son de desenrollo o a la plana.



© AHEC



© AHEC

PLIEGO DE CONDICIONES

1.- Contenido de humedad:

Se prefiere que la chapa tenga un contenido de humedad alta (11 - 13%). El borrador de la norma ISO 18775 especifica $12 \pm 2 \%$

2.- Dimensiones - Especificaciones según destinos:

En el borrador de la norma ISO 18775 se especifican las tolerancias dimensionales.

3.- Calidades de la chapa de madera

No existe un sistema específico para clasificar las calidades de las chapas decorativas, por lo que el suministrador y el cliente han de acordar las especificaciones de calidad correspondientes. La venta se basa en una inspección personal del comprador o en un claro entendimiento de la calidad solicitada, entre el comprador y el vendedor.

SUMINISTRADORES

F.R. CHAPAS-MADERAS, S.L.

Avda. Espioca nº 17 46460 Silla (Valencia)

Tel. 961 210 912

Fax 961 210 852

r.requeni@fr-chapas.com www.chapas.com

FINANCIERA MADERERA S.A.- FINSA

Ctra. de la Coruña, Km.57, 15700 Santiago de Compostela (La Coruña) Tfno: 981 570 055 - Fax: 981 050 711

finsa@redestb.es

TALLERES BAR-GAR

Arquímedes, 1. Polígono La Grela-Bens. 15008 La Coruña

Tel. 981 274 629 Fax 981 274 991

PLACAR, S.A.

Cobalt 73-77 08907 L'Hospitalet (Barcelona)

Tel. 933 372 724 Fax 933 382 886

info@placar.es www.placar.es



Lámpara Leonardo a base de chapas de abedul

MADERA TRATADA

DEFINICIÓN

Es aquella madera cuya durabilidad natural frente a la acción de los agentes bióticos degradadores (hongos e insectos xilófagos) se ha mejorado. El aumento de durabilidad se puede lograr mediante la introducción de productos protectores o mediante la aplicación de tratamientos externos, como la aplicación de calor, frío, gas y otros.

HISTORIA

La primera muestra de madera protegida, una lanza de tejo endurecida al fuego, data de hace unos 250.000 años. Las primeras construcciones móviles y estables empleaban madera, por lo que no es descabellado pensar que el tiempo y la experiencia hubo de enseñar a aquellos hombres que la madera se pudre en contacto con el suelo y la humedad, aconsejando chamuscar sus extremos o separarlas mediante piedras, etc.

La civilización egipcia avanzó mucho en técnicas de conservación (embalsamamiento, etc.) con principios similares a las que luego se emplearon con la madera, pero la única experiencia que nos ha llegado de ellos es la excepcional conservación de la madera en los recintos funerarios por su ambiente completamente seco. Por su parte la Biblia recoge algunas experiencias como el empleo del bitumen para impermeabilizar el arca de Noé (Gen VI14) o el reconocimiento de las especies con durabilidad natural (Is 4018-20). El empleo del bitumen, pez o brea es corriente en la carpintería naval del mediterráneo y es de suponer que lo fuera para otros usos. De los griegos nos quedan soluciones constructivas de sus órdenes arquitectónicos (los templos primitivamente eran de madera y se traspasan directamente a la piedra). Los romanos (Catón, Plinio) mencionan en sus escritos los aceites protectores y sistemas de penetración en la madera a base de orificios. Vitrubio menciona en su famoso tratado la influencia de la época de corta del árbol en la durabilidad de la madera.

Hasta la edad media no se conocen más avances que los experimentados en la carpintería naval (vikings, normandos, etc.) de los que ya se encuentran restos arqueológicos. Es en este campo donde se empieza a investigar debido a las cuantiosas pérdidas económicas que suponían las degradaciones del teredo navalis. Solamente se podía luchar usando maderas durables o protegiendo el casco con planchas metálicas.

El gran adelanto en la protección de la madera vino de la mano del ferrocarril a través de la creosota (alquitrán de carbón mineral) y de las sales hidrosolubles que se empezaron a utilizar en las traviesas de las vías. El origen de las sales hidrosolubles data de 1841 con el Proceso Payne. La primera referencia de una planta de creosotado es de 1865 en EEUU. Otros hitos importantes en el desarrollo de la protección industrial de la madera fueron los sistemas de tratamiento Bethell y Boucherie que lograron impregnar la madera a presión o por gravedad y que permitieron el desarrollo de los métodos de tratamiento con autoclave y similares. En 1950 aparece el sistema de doble vacío (vac-vac) que emplea protectores orgánicos. En los 60 se desarrollaron las nuevas sales hidrosolubles (CCA, CCB y CFK) y en los 80-90 se empezaron a desarrollar las sales libres de cromo y arsénico.

CLASES DE USO - APLICACIONES

En el mercado se entiende por 'madera tratada' como aquella que permite su utilización en clases de uso 3, 4 y 5 (la 1 y 2 en principio no lo requieren). Las clases de uso que contempla la norma EN 335 son una simplificación y sirven para especificar el tratamiento a aplicar.

- En la clase de uso 3, que incluye las subclase 3.1 al exterior por encima del suelo y protegido y la 3.2 al exterior por encima del suelo no protegido, la madera puede alcanzar ocasionalmente (3.1) o frecuentemente (3.2) una humedad superior al 20% (fachadas y carpintería exterior, porches, pasarelas peatonales,



Termas geométricas (Chile) protegidas mediante pintura. Arquitecto Germán del Sol

etc.).

- En la clase de uso 4, que incluye la subclase 4.1 al exterior en contacto con el suelo y la 4.2 al exterior en contacto intenso con el suelo, la madera supera frecuentemente (4.1) o permanentemente (4.2) el 20% de humedad por estar en contacto con el suelo o con agua dulce (empalizadas, postes, pilotes, etc.).
- En la clase de uso 5, la madera también supera permanentemente el 20% de humedad por estar en contacto con agua salada (muelles, pantalanes, etc.).

Esta frontera de 20-22% de humedad es importante ya que nunca se corresponde a una humedad de equilibrio higroscópico en condiciones normales sino que es necesariamente consecuencia de un contacto con una fuente de humedad: exposición prolongada a la intemperie, contacto con agua o suelo húmedo, condensaciones, etc. Es precisamente este umbral (20-22% de humedad) donde de forma automática y sistemática se desarrollan los hongos (sus esporas, presentes en el ambiente, se pueden depositar sobre la madera y germinar) y pueden empezar a desarrollarse las termitas. Los insectos xilófagos de ciclo larvario pueden actuar con una gran variedad de contenidos de especies y afectar a las coníferas, a las frondosas o a ambas.

No hay que olvidar que una clase de uso no define unívocamente una vida de servicio ya que también hay que considerar la especie, el tratamiento, el protector y los detalles constructivos. Finalmente hay que resaltar que las fronteras entre clases de uso son flexibles: una fachada de madera bien ventilada y con un alero correctamente dimensionado puede pasar de clase 3 a 2 y una cabeza de viga en voladizo puede pasar de 3 a 4 si aparecen fendas que permitan que el agua se deposite ahí de forma permanente. También hay que valorar si una madera que se humedece cíclicamente puede secarse con rapidez, con lo que se limitan sus riesgos. Como se ve, estas consideraciones se pueden aplicar a un elemento o a una parte de él (la punta de un poste o un ensamble).

Nota: En el CTE todavía se hace referencia a las antiguas *clases de riesgo* definidas anteriormente.

LOS PRINCIPIOS DE LA PROTECCIÓN

La protección de la madera debe estar sujeta a una especificación, que una madera esté tratada no significa

nada si no está asociada a una aplicación y a una clase de uso.

En la protección intervienen dos agentes: el proyectista o prescriptor que tiene que definir la especie de madera a utilizar, la clase de uso y los detalles constructivos, y la empresa de tratamiento que es responsable de introducir el protector conforme a las especificaciones requeridas escogiendo el tratamiento más adecuado (inmersión, autoclave, etc.).

- Respecto a la especie de madera hay que tener en cuenta su durabilidad natural y su impregnabilidad; la experiencia de muchos años, a través de ensayos reales y de laboratorio, ha permitido a los expertos asignar en la norma EN 350 la durabilidad natural de las especies más utilizadas en Europa frente a cada agente degradador junto con indicaciones de su impregnabilidad.
- Respecto al volumen a proteger no basta con establecer una simple barrera protectora que podría eventualmente traspasarse (cuanto mayor penetración y retención, mayor durabilidad). Es necesario que la profundidad del tratamiento sea al menos igual a la zona humidificable.
- Respecto a la especificación del tratamiento debe desembocar en tres criterios: qué producto, qué cantidad y qué volumen.

La vida de servicio de la madera debe fijarse previamente para que no haya que prever un mantenimiento que muchas veces no se haría. Por ejemplo, estando ambos clavados en el terreno, no se espera la misma vida para la estaca de un vallado que para un poste telegráfico.

SISTEMAS DE PROTECCIÓN

El método de tratamiento tiene por objeto incrementar de forma artificial la durabilidad de la madera, que se puede lograr utilizando productos químicos o mediante tratamientos físicos o físico-químicos. En los tratamientos químicos, que son los más habituales, se introduce de forma artificial en la madera una cantidad definida de producto de tal forma que alcance la penetración especificada. En los tratamientos físicos y físico-químicos se modifica la anatomía de los elementos de la madera para impedir que el agente pueda introducirse físicamente en la madera o se altera su composición química para evitar que pueda ser degra-



© Inma García

Escalera en el Parque del Drago con Pino canario protegido superficialmente. Arquitectos: AMP Arquitectos

dada por los agentes.

El éxito de la protección depende de la especie de madera (impregnabilidad), de la calidad del protector y del método de tratamiento utilizado. En la práctica la mayoría de los protectores no resultan eficaces si no se elige el método de tratamiento adecuado.

Los trabajos relativos a la mecanización de las piezas (cortes, rebajes, perfilados, taladros, cajeados, etc.) han de realizarse antes de tratar las piezas de madera. Se consigue así una protección más eficaz y no se desperdicia producto protector que se eliminaría al mecanizar la pieza. Si se tienen que realizar mecanizaciones una vez que la madera ha sido tratada, es necesario volver a proteger las zonas afectadas, normalmente mediante pincelado.

Tratamientos químicos | Introducción de sustancias biocidas

Su objetivo es prevenir el ataque de agentes xilófagos mediante la introducción de sustancias biocidas en la madera (que son tóxicas para los agentes degradadores). Se introduce una determinada cantidad de protector por volumen de madera, alcanzando la penetración que especifique el proyecto. Por tratarse de biocidas, su uso está regulado y solamente se pueden utilizar aquellos productos registrados (deben disponer del correspondiente Registro de Sanidad y Consumo, y de los informes de eficacia en los que se especifica la penetración y la retención del producto en el interior de la madera).

Los métodos de tratamiento que permiten conseguir o superar una clase de uso 3 son los siguientes:

- **Inmersión prolongada:** La madera se sumerge totalmente en un protector hidrosoluble o en disolvente orgánico durante un periodo superior a 10 minutos. La madera debe estar seca (es decir, su contenido de humedad debe ser inferior a 18%).

- **Autoclave con presión:** La entrada de protector en la madera se fuerza aplicando presión en un autoclave (cilindro metálico cerrado). Con este procedimiento (hay dos sistemas: de célula llena y célula vacía) se consigue una protección profunda y es apto para

todo tipo de protectores. La presión y el vacío se aplica con distinta duración e intensidad en función de la especie de madera, del grado de protección requerida y del tipo de protector utilizado. Se requiere una humedad inferior al 28%..

- **Autoclave con doble vacío:** Se consigue una protección perimetral en la pared celular sin llegar a rellenar el interior o lumen de las células. Consta de un vacío inicial, introducción del protector a presión atmosférica o ligeramente superior y un vacío final para regular la cantidad del producto introducido. Se requiere que la madera esté seca (inferior a 18%). Se utiliza para elementos carpintería exterior (puertas, ventanas, fachadas, etc.).

CERTIFICADO DE TRATAMIENTO

La empresa que lo realiza deberá disponer de un Sello de Calidad o emitir un certificado en el que se especifiquen la siguiente información:

- Identificación del aplicador (nombre, dirección, número de identificación fiscal, etc.).
- Identificación de la madera tratada (especie, calidad, dimensiones, códigos, etc.).
- Producto protector de la madera empleado (nombre del producto, número de registro).
- Método de tratamiento aplicado.
- Clase de uso (Clase de penetración y Retención) que cubre el tratamiento.
- Año y mes de tratamiento (número de la partida o lote/año).
- Precauciones ante mecanizaciones posteriores al tratamiento.
- Informaciones complementarias.

MARCAS DE CALIDAD

Sellos de Calidad AITIM

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación. Los ensayos que se realizan y las especifi-



© AHEC

Piscina natural en Kastrup (Suecia) con protección superficial. Arquitecto: WHITE ARKITEKTER AB

caciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN.

MARCADO CE

Algunos productos de madera tratada pueden estar afectados por la Directiva Europea de Productos de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE (véase Capítulo Certificación de la madera). La norma armonizada que regulará la implantación de la Directiva todavía se encuentra en fase de borrador.

SUMINISTRADORES

AMATEX, S.A.

Polg. Ind. La nava, Ctra. N-234, 42147 Cabrejas del Pinar (Soria)
Tel. 975 373 049 Fax 975 373 173
amatex@amatex.es

MADERAS E IMPREGNACIONES S.L. - MAIM

Ctra. de Segovia, s/n 40153 Fuentemilanos (Segovia)
Tel. 921 485 176 Fax 921 485 279
maym@auna.com

MADERAS TRANSFORMADAS DE VALDEARCOS, S.L.

c/Camino Real, 17 24330 Valdearcos (León)
Tel.987 310 709 Fax 987 310 028
mtv@mtvsl.e.telefonica.net www.madex.es

MOLDURAS DEL NOROESTE, S.L.

La Barcala, 10, 15660 Cambre (La Coruña)
Tel. 981 661 358 Fax 981 654 552
info@grupomolduras.com www.grupomolduras.com

MOLDURAS POLANCO ENRI, S.A.

Ctra. Cádiz-Algeciras, km 9,5. 11130 Chiclana de la Frontera (Cádiz)
Tel. 956 491 112 Fax 956 491 113
vlarrat@polanco.net www.polanco.net

PROTEC. PROTECCIÓN Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA, S.L.

Prol. c/ Betsaide s/n
Tel. 946 582 040 Fax 946 582 002
protec@protecmadera.com www.protecmadera.com

EXPLOTACIONES E IMPREGNACIONES FORESTALES, S.A.
Navarra, 1.1º. Edificio Sdad. Bilbaina. Apartado, 704.
48080 Bilbao
Tel. 944 240 277/78 Fax 944 235 338

FORESTGREEN by AGROBORKER

Ctra. de Sevilla km 3. Apdo 215. 29200 Antequera (Málaga)
Tel. 952 840 065 Fax 952 700 780
falvear@agrobroker.es www.agrobroker.es

IMPREGNACION DE MADERAS, S.A. IMSA

Postes y crucetas de madera para líneas eléctricas
Ctra. de Berga, s/n. 08680 Gironella (Barcelona)
Tel. 938 250 304 Fax 938 228 175

MIGUEL CATASÚS i ROIG

Maderas para viñas y frutales
Masía La Torre s/n. Ctra. comarcal 243-A Km 6,700.
Avinyonet del Penedés. 08793 Barcelona
Tel. 938 974 078 Fax 938 974 423
e255580@yahoo.es

SANTASUSANA, S.A.

Mn. Jacinto Verdaguer 19.08262 Callus (Barcelona)
Tel. 938 360 025 Fax 938 360 436
santanusana@sct.ictnet.es

Nota: en ROJO, empresas que disponen del SELLO DE CALIDAD AITIM



Zona de descanso en Lillefjord (Noruega). Arquitecto PUSHAK arkitekter

TRAVIESAS DE MADERA

DEFINICIÓN

Son las piezas de madera sobre la que asientan perpendicularmente los raíles de las vías de tren. Para mejorar su durabilidad frente a los agentes degradadores se las protege con productos protectores especiales (normalmente creosota) aplicados en profundidad.

HISTORIA

La historia de las traviesas está estrechamente unida con el descubrimiento de la creosota y el desarrollo del ferrocarril y de los sistemas telegráficos, que necesitaban gran cantidad de durmientes y de postes.

La hulla es el resultado de la descomposición parcial de materias vegetales realizada en el transcurso de millones de años, bajo la acción de una enorme presión y de temperatura elevadísima; y proporciona algunos productos muy valiosos entre los que se encuentra la creosota. No deja de ser aparentemente paradójico que el resultado de la descomposición de la sustancia leñosa en los períodos prehistóricos, constituya la primera materia para la obtención del producto protector de la madera que más se ha utilizado en la historia.

En 1836 Moll fue el primero en sugerir inyectar la creosota (producto obtenido de la destilación del alquitrán) en la madera, lo que no se consiguió hasta la aparición del sistema Bethell (que se denominaba "Especificaciones para obtener Madera, Corcho y otros Artículos con mayor duración"). En 1839 (en el segundo año de reinado de Su Majestad la Reina Victoria), John Bethell inventaba el procedimiento que lleva su nombre para impregnar la madera bajo presión (célula llena). El método consistía en forzar la entrada en la madera de mezclas de varias soluciones utilizando la presión hidrostática o neumática ayudándose en algunos casos con la extracción del aire de los poros del material a tratar. La aplicación de un vacío inicial se conoció como "el proceso de célula llena" y su patente fue la base para el desarrollo de los métodos que utilizaban presión en la protección de la madera. Bethell

empleó preferentemente alquitrán diluido en aceite pesado o creosota (dead oil).

En 1849 la "fiebre del oro" que se produjo en Estados Unidos originó un desarrollo inusitado del ferrocarril para alcanzar la costa oeste, a la que llegó en 1869. El mantenimiento de esta vasta red de transporte impulsó el estudio y desarrollo de traviesas de ferrocarril con más duración. En el libro "Preservación de la madera" se comentan datos muy significativos de Estados Unidos ".... según datos obtenidos en experimentos en que se emplearon más de 9.000 traviesas de veinte clases distintas de madera tendidas en las vías de la "Burlington and Quincy Railroad Company" de Chicago en 1909 y 1910, la duración media de las traviesas no tratadas fue de unos 5,5 años, mientras que la de las traviesas tratadas con cloruro de cinc (8 kg/m³ de madera) y con creosota de alquitrán (de 160 a 190 kg/m³) se calculó en 15 a 16 y 27,6 a 30,5 años respectivamente. Centenares de datos procedentes de otras fuentes, mostrando algunos de ellos una duración media mucha más larga, testimonian el valor del tratamiento preservador para traviesas y otras formas de madera. Un caso notabilísimo de duración de madera creosotada se publicó en Gran Bretaña, en la cual 8.000 postes de telégrafos estaban en servicio desde hacía 70 años. Los ferrocarriles han adaptado la traviesa tratada y ofrecen un ejemplo notable de los beneficios obtenidos con el uso extenso de dicho material. En 1900, el 3,3 % de todas las traviesas empleadas en los ferrocarriles estaban tratadas; en 1910 el porcentaje llegó al 20,6; en 1920, pasó al 43,5%, y en 1930 alcanzó el 78,55. Durante los últimos años la mayoría de los ferrocarriles de los Estados Unidos han empleado muy pocas traviesas sin tratar y declaran que las traviesas tratadas constituyen más del 90% del total de traviesas tendidas".

En cuanto a España es muy probable que el primer autoclave para la impregnación de traviesas fuera el que se instaló en 1896 en Miranda de Ebro (Burgos), por la antigua "Compañía de Ferrocarriles del Norte", que utilizaba el sistema Bethell y creosota. Aunque antes de 1896 la compañía de ferrocarriles "Santan-



der-Mediterráneo" ya impregnaba las traviesas con soluciones de Cloruro de cinc aunque tardó algunos años en pasarse al creosotado en autoclave. En 1906 la "Compañía de Ferrocarriles MZA" montó dos talleres de creosotado en Andújar (Jaén) y en Aranjuez (Madrid). En 1910 la Compañía del Norte trasladó sus instalaciones de Miranda de Ebro a Castejón (Navarra) y montó otro nuevo taller de creosotado en El Grao (Valencia). En 1912 la empresa "Sociedad Bilbaína de Madera y Alquitrane" instala en Castejón (Navarra) y en 1922 en Santas Martas (León) sus fábricas de creosotado de traviesas de madera. En 1934 la compañía de ferrocarriles "Santander-Mediterráneo", mencionada anteriormente, instaló su autoclave del sistema Rüping en Calatayud (Zaragoza), convirtiéndose en la primera española en emplear este sistema de tratamiento. En 1935 la empresa Impregna cerró su fábrica de Calatayud (Zaragoza). En 1936 esa misma empresa, "Impregna S.A.", reconstruyó dos de sus tres fábricas, la de Aranjuez (Madrid) en 1936, que se cerró en 1979, y la de Andujar (Jaén) en 1938, que cerró en 1995.

En 1942 se creó RENFE, que viendo la necesidad de disponer de instalaciones de creosotado por el Sistema Rüping, absorbió y mejoró los autoclaves de las compañías de ferrocarriles existentes ("Andaluces" con autoclaves en Huelva y Campo Real (Córdoba); "Oeste" con autoclaves en Bazagona (Cáceres) y en Aguilar (Córdoba); "Sur de España" con autoclave en Moreda (Granada); "Lorca-Baza" con autoclave en Aguilas (Murcia); "Santander-Mediterráneo" con autoclave en Soria que después trasladó a Calatayud).

APLICACIONES

La aplicación natural de las traviesas está en las vías de ferrocarril dando apoyo a los raíles, transmitiendo el peso del material rodante al balasto y, por intermedio de este, al suelo. Una vez que han cumplido su misión pueden reutilizarse en otras aplicaciones, principalmente en jardinería, como decoración del paisaje, o en vallados, siempre teniendo en cuenta las restricciones normativas de uso vigentes en cada caso.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS TRAVIESAS DE MADERA

Después de haber sido un producto esencial, la traviesa de madera ocupa hoy una posición reducida en el sector del ferrocarril. Esta traviesa, en madera de roble o de pino, es aún empleada en numerosos casos donde sus cualidades la hacen necesaria: desvíos, puentes, sustituciones, vías secundarias, estaciones, etc., representando un 8 % del total del consumo de traviesas en España.

La traviesa de madera tiene cualidades indiscutibles y complementarias frente a las características de la traviesa de hormigón:

- Durabilidad: 30 años, una vez tratada con creosota.
- Elasticidad y resistencia.
- Coste - Fabricación.
- Coste - Transporte: su peso medio es de 90 Kg.

CLASIFICACIÓN

La información de este apartado se ha extraído de las especificaciones técnicas exigidas por RENFE. Las traviesas se clasifican según su longitud, forma, estado y especie de madera.

- Longitud: La más habitual es de 2,6 m, aunque también se fabrican de 3; 3,5; 4; 4,5 m pudiendo llegar hasta los 6,2 m.
- Escuadrías: las más habituales son 210 x 130, 230 x 140, 240 x 150, 240 x 160 mm, etc
- Forma de la sección transversal: Tipo 1 (cantos rectos), Tipo 2 (los dos cantos superiores biselados) y Tipo 3 (un canto superior biselado).
- Estado: verde o madera no secada, blancas (contenido de humedad $h < 18\%$) o creosotadas.
- Especie de madera utilizada.

ESPECIES DE MADERA UTILIZADA

Las propiedades que se exigen a la madera para traviesas son resistencia a la compresión transversal, resistencia al arranque de tirafondos, y excelentes



© Javier Reina

Sendero peatonal del Pinar de la Algaida (Cádiz). Arquitectos: Ramón Pico y Javier López

cualidades de durabilidad natural o adquirida. Las maderas más utilizadas en Europa son los pinos, robles, haya y akoga. Las traviesas de roble y haya deberán estar zunchadas.

TRATAMIENTO

Con objeto de aumentar la durabilidad de las traviesas se tratan en autoclave, generalmente con creosota. La calidad y composición de la creosota está muy regulada ya que es un producto con riesgos potenciales para la salud. El método de tratamiento utilizado es el Rüp-ping y la especificación teórica de retención definida por las empresas que compran las traviesas es de:

- 180 - 200 kg / m³ para las de haya,
- 70 - 80 kg / m³ para las de pino
- 50 kg / m³ para las de roble o akoga y de maderas poco permeables.

La empresa que ha realizado el tratamiento deberá emitir un certificado con los datos más significativos del mismo.

LEGISLACIÓN

Directiva 2001/90/CE (reemplaza a la 94/60 de 26 de octubre de 2001) Creosota . " que limita la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos (creosota)" - Transcrita a la legislación española Orden PRE 2666/2002 (BOE 31.10.2002).

SUMINISTRADORES

MADERAS Y TRANSFORMADAS DE VALDEARCOS

c/Camino Real, 17 24330 Valdearcos (León)
Tel. 987 310 709 Fax 987 310 028
mtv@mtvsl.e.telefonica.net www.madex.es

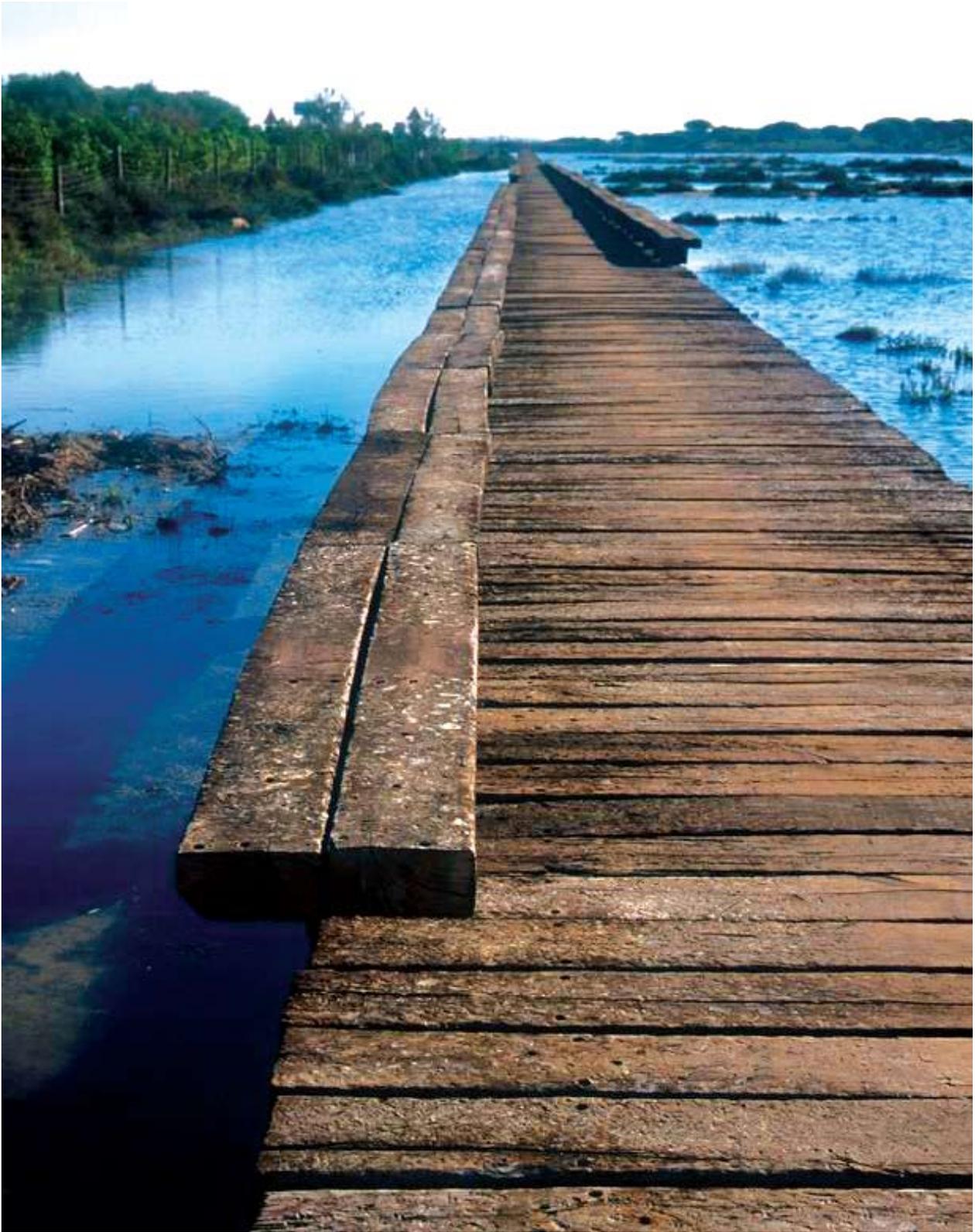
EIFORSA Explotaciones e Impregnaciones Forestales, S.A.

Navarra 1, C.P. 48001 Bilbao
Tel. 944 231 050 Fax 944 235 338
eiforsa@eiforsa.es www.eiforsa.es

POSTES Y MADERAS, S.A.

Bruch, 42. 08240 Manresa (Barcelona)
Tel. 938 720 800 Fax 938 720 516
pymasa@pymasa.com

En ROJO, empresas que disponen del Sello de Calidad AITIM



© Javier Reina

Sendero petonal del Pinar de la Algaida (Cádiz). Arquitectos: Ramón Pico y Javier López

PRODUCTOS COMPUESTOS DE MADERA Y PLÁSTICO

DEFINICIÓN

Es el formado por madera, en cualquier tipo de formato, combinado con materiales termoplásticos. No hay que confundirlos con los productos plásticos que tienen la forma externa de madera maciza.

HISTORIA

La bakelita inventada en 1909 por Leo H. Baekeland, es uno de los primeros compuestos de madera - plástico al estar formada por finas partículas de madera a las que se añaden resinas de fenol y formaldehído. La gran mayoría de los productos de madera-plástico que se fabrican actualmente incorporan los mismos productos: por un lado materiales termoplásticos, en este caso polietilenos de alta densidad (HDPE) y cloruros de polivinilo (PVC) y por otro, madera en forma de polvo. Esta combinación que no parecía muy prometedor, ya que por un lado las fibras de madera son muy cortas, absorben mucha humedad y son menos resistentes que las fibras de vidrio o de carbono; y por otro lado los materiales termoplásticos son más débiles que los termoendurecibles (reblandecen con el calor y se deforman ante los esfuerzos). Sin embargo los resultados de la combinación han sido sorprendentes. Estos compuestos, pese a que utilizan materias primas muy baratas y su proceso de fabricación es de bajo nivel tecnológico, tienen un precio final en el mercado superior al de la madera tratada con productos químicos (si bien sin considerar el ciclo de vida, y su durabilidad mayor). El producto se empezó a usar para terrazas exteriores, pero se ha ido abriendo paso en vallas, barandillas, pasamanos y elementos de fachadas.

COMPOSICIÓN

Las fibras de madera se distribuyen de forma aleatoria dentro de la matriz de materiales plásticos. El porcentaje de fibras de madera varía en función del producto,

desde un 70% (tanto coníferas como frondosas) e incluso porcentaje mayores, hasta llegar a los productos de plástico reciclados que no contienen fibras de madera.

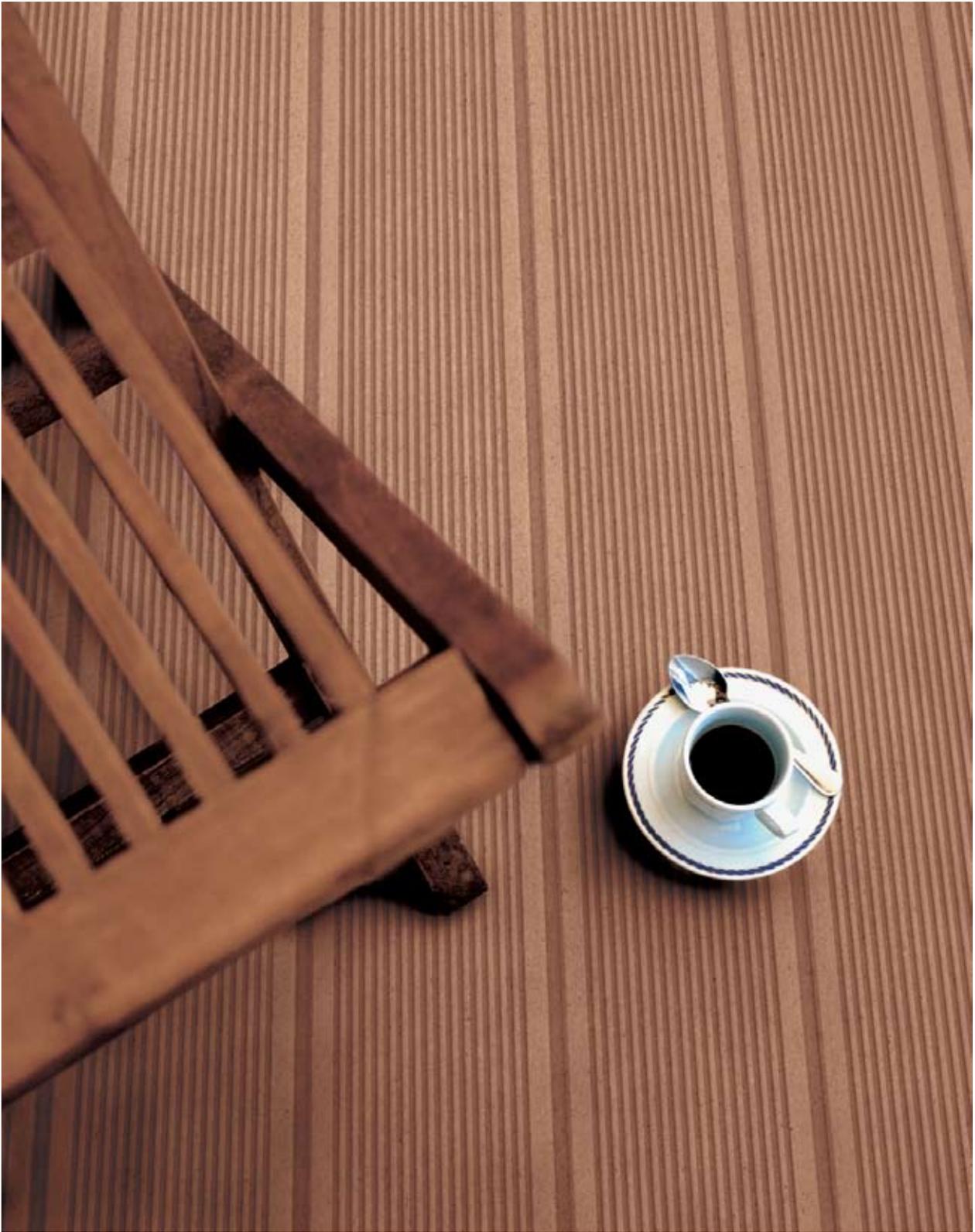
- Materiales plásticos: Se pueden utilizar los termo plásticos (que se reblandecen cuando se les aplica calor) o los termoendurecibles (que no se reblandecen con calor una vez que han fraguado).

Dentro del grupo de los termoplásticos se encuentran los polietilenos y polipropilenos que se utilizan en multitud de aplicaciones no estructurales, como botellas o contenedores; y en el grupo de los termoendurecibles las resinas estructurales de poliéster y epoxi. Los residuos plásticos se pueden reforzar o aumentar de tamaño con fibras naturales, fibras de vidrio y otros materiales como el caucho.

- Madera: El porcentaje de madera, tanto en forma de harina como de fibras cortas (inferiores a 5 mm), varía normalmente desde el 50 hasta el 80 %. La harina de madera se utiliza para dar cuerpo al producto, pero tiene una misión diferente al de las cargas que se utilizan en los adhesivos ya que en este caso su misión es de armado. Se desaconseja la utilización de polvo de madera o de otros materiales por el riesgo de explosión.

- Aditivos: Los aditivos más frecuentes son los lubricantes, retardadores del fuego, productos que mejoran a unión madera - plástico, estabilizadores de rayos ultravioleta, pigmentos, etc.

La mezcla de materias primas se realiza por lotes o por procesos continuos y se fuerza su paso por una laminadora o por una extrusionadora, para inyectarse en los moldes correspondientes. La gran mayoría de los productos de madera y plástico son perfiles extruidos, macizos o huecos.



© Gabarró Hermanos

Pavimento de madera-plástico

PROPIEDADES

Las propiedades a evaluar dependen de su uso en exterior o en interior, pero todavía no existe norma de especificaciones, aunque hay un primer borrador de las normas de ensayo para comprobar las siguientes propiedades:

- Físicas: densidad, contenido de humedad, etc.
- Mecánicas: resistencia al impacto, tracción, etc..
- Durabilidad: envejecimiento artificial, hinchazón y absorción, etc.
- Térmicas: dilatación lineal, conductividad térmica, acción del calor.
- Fuego: límite de oxígeno, reacción al fuego.
- Otras propiedades

Propiedades mecánicas

Los productos de madera - plástico son menos rígidos que la madera, su resistencia también es menor, se deforman cuando están sometidos a cargas, se reblandecen bajo la acción del calor y son quebradizos a bajas temperaturas. Su resistencia a la tracción y a la compresión son similares a la de la madera de coníferas, pero en la mayoría de las aplicaciones estas propiedades no son relevantes. En aquellas aplicaciones que requieran unas mayores rigideces, como por ejemplo en los suelos de terrazas exteriores, la solución es aumentar su sección transversal o su espesor o reducir la distancia entre apoyos.

Estabilidad dimensional

Aunque no se producen alabeos y la absorción de humedad es inferior a la de la madera maciza, en cualquier caso es necesario dejar juntas para absorber los cambios dimensionales originados por sus mayores coeficientes de dilatación (parecidos a los del aluminio).

Durabilidad y envejecimiento

La acción del sol tiende a oscurecerla motivo por el cual suele ser de color gris claro. Tiene elevadas resistencias frente al ataque de hongos, insectos xilófagos de ciclo larvario, termitas y xilófagos marinos. Algunos productos incorporan protectores para prevenir la aparición de mohos y el crecimiento de hongos aunque en los primeros prototipos para suelos se pro-

ducían pudriciones cúbicas, pudriciones blandas, fendas, deshilachados y meteorizaciones. Posteriormente se perfeccionaron los productos en este sentido.

Trabajabilidad

Se pueden emplear las mismas máquinas que se utilizan para trabajar la madera. No presenta problemas en el clavado y atornillado. Los productos que contienen pocas fibras pueden soldarse entre sí. Algunos tipos de productos pueden pintarse, barnizarse o sellarse con silicona o productos acrílicos. Los perfiles extrusionados se obtienen en una sola operación y no requieren ni pueden hacerse mecanizaciones posteriores.

OTRAS PROPIEDADES

- Su resistencia al deslizamiento es mayor que la de la madera natural.
- En ocasiones se pueden producir descargas de electricidad estática.
- Se pueden reciclar.
- Están considerados como productos compuestos ecológicos.
- Son más caros que la madera natural y tratada, pero al considerar su ciclo de vida y su ausencia de mantenimiento su coste final saldría mejorado.

SUMINISTRADORES

GABARRÓ HERMANOS, S.A.

c/ Paloma 19. Pol. Ind. Los Gallegos. 28946 Fuenlabrada (Madrid)

Tel. 902 266 660 Fax 916 421 516

www.gabarro.com



© Gabarró Hermanos

Pavimento de madera-plástico

TABLEROS DERIVADOS DE LA MADERA

DEFINICIÓN

Se pueden definir como un producto a base de madera presente en diversos formatos (chapa, viruta, partícula), en el que predominan la superficie sobre el espesor. Esta definición engloba a una diferentes productos con propiedades y aplicaciones muy variadas.

En la construcción los tableros se utilizan fundamentalmente en carpintería y en aplicaciones estructurales, pero también tienen otras importantes aplicaciones como encofrados, embalajes, envases, cerramientos provisionales, stands, arquitecturas efímeras, etc.

HISTORIA

Los tableros de madera tienen un origen muy antiguo ya que surgen como necesidad de cubrir amplias superficie planas en puertas, muebles, etc. Antiguamente no había más solución que empalmar tablas de canto y el efecto final siempre estaba en función de la precisión de las herramientas empleadas.

Hubo que esperar prácticamente al siglo XX para que aparecieran primero los tableros contrachapados, después los aglomerados o de partículas y finalmente toda una suerte de tableros a base de madera en diversos formatos. Su nacimiento fue propiciado por la mayor precisión de las herramientas de corte y principalmente por la mejora de los adhesivos industriales y las técnicas de encolado y prensado.

MATERIAS PRIMAS

Las principales materias primas utilizadas son madera, adhesivos y recubrimientos.

-**La madera:** en función del tipo de tablero, la madera aparece en los siguientes formatos: chapas (tableros contrachapados y laminados), listones y tablas (tableros de madera maciza); partículas (tableros de partículas); virutas (tableros de virutas); fibras (tableros de fibras) o tiras de madera (tableros especiales). En todos los casos supone una optimización y aprovechamiento de la materia prima, de forma especial en formatos pequeños como partículas, fibras, virutas o tiras y con especies de crecimiento rápido.

- **Adhesivos y aditivos:** Los adhesivos, utilizados para unir los elementos de madera entre sí y poder darles consistencia y forma están sufriendo avances espectaculares, tanto en eficacia del adhesivo como en requisitos medio ambientales (especialmente en contenido en formaldehído, la mayoría del cual se consume durante el proceso de fraguado del adhesivo).

El adhesivo a utilizar depende del tipo del tablero y de su aplicación. Los más utilizados son: Urea formol (UF) para interiores, Urea - melamina formol (MF) o Fenol formaldehído (PF) para exteriores. Últimamente se están introduciendo los de isocianato (MDI, PMDI).

Los adhesivos pueden incorporar aditivos: ceras



© UPM Kymmene

(para aumentar la repelencia a la humedad); retardantes del fuego (para mejorar la reacción al fuego); insecticidas (para mejorar la resistencia a los insectos xilófagos); fungicidas (para mejorar la resistencia a los hongos xilófagos) y endurecedores (para mejorar las prestaciones del adhesivo).

CLASIFICACIÓN DE LOS TABLEROS

Por los recubrimientos de las caras

Las caras de los tableros se pueden mejorar, ennoblecer o decorar con otros productos dando lugar a los siguientes tipos:

- Tablero desnudo
- Tablero recubierto
- Tablero acabado
- Tablero rechapado

Por el formato de la madera

Pueden clasificarse en:

- Tableros de madera maciza:

A base de tablas, tablillas o listones unidas entre sí por encolado y juntas a tope, machihembradas o con unión dentada. Según sus condiciones de aplicación pueden ser:

- SWP1 ambiente seco
- SWP2 ambiente húmedo
- SWP3 ambiente exterior

Siendo SWP = Solid wood panels.

- Tableros de chapas (contrachapados y laminados):

A base de chapas en capas consecutivas perpendiculares (contrachapados) o paralelas (tableros laminados o LVL = laminated veneer lumber).

Los primeros se clasifican para:

- ambiente seco
- ambiente húmedo
- ambiente exterior

Los segundos se clasifican para:

- LVL/1 estructural en ambiente seco

- LVL/2 estructural en ambiente húmedo
- LVL/3 estructurales al exterior a la intemperie

- Tableros de partículas:

A base de partículas de madera (incluyendo también cáñamo, lino, bagazo y similares), se clasifican en:

- P1 uso general en ambiente seco
- P2 interior en ambiente seco (incluye mobiliario)
- P3 no estructurales en ambiente húmedo
- P4 estructural en ambiente seco
- P5 estructural en ambiente húmedo
- P6 estructural de alta prestación en ambiente seco
- P7 estructural de alta prestación en ambiente húmedo

- Tableros de lino:

A base de partículas de madera más otras de diferente tipo (lino, bagazo, paja, etc.) en un porcentaje especificado. Se clasifican en:

- FB1 uso general en ambiente seco (como relleno)
- FB2 uso general en ambiente seco (para procesos posteriores como rechapado)
- FB3 interior en ambiente seco (incluso mobiliario)
- FB4 no estructural en ambiente húmedo.

Siendo FB = flax board.

- Tableros de virutas:

A base de virutas (considerando como tales las de tamaño 80 x 5-50 x 1 mm). Se clasifican en:

- OSB/1 uso general e interior (incluyendo mobiliario)
- OSB/2 estructural en ambiente seco
- OSB/3 estructural en ambiente húmedo
- OSB/4 estructural de alta prestación en ambiente húmedo

Siendo OSB = oriented strand boarda.

- Tableros de fibras

A base de fibras de madera, bien en proceso seco (para fabricar MDF) o en vía húmeda (para fabricar tableros duros), pero también hay otros intermedios



Tableros de madera maciza



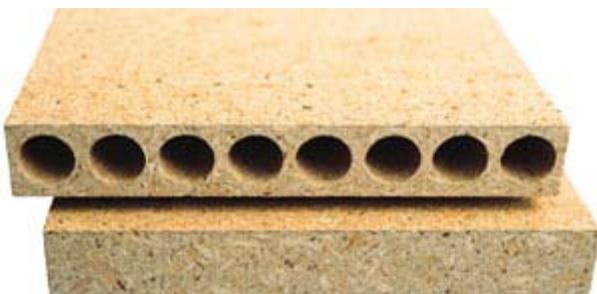
Tableros contrachapados



Tableros laminados (LVL)



Tableros de partículas



Tablero extrusionado



Tableros de lino

(semiduros y blandos).

Se clasifican de forma general en los tipos que se mencionan a continuación, teniendo cada uno de ellos diferentes clases técnicas que se exponen en los capítulos correspondientes:

- Tableros de fibras duros (hard board HB).
 - Tableros de fibras semiduros (de baja densidad o de alta densidad) (MB).
 - Tableros de fibras blando (soft board SB)
 - Tableros de fibras de densidad media (HDF, MDF, MDF ligeros y MDF ultra ligero).
 - Tableros de fibras aislantes
- **Tableros de tiras PSL**

A base de tiras de madera

- **Tableros de madera aglomerados con cemento**

A base de partículas de madera pero el ligante es mortero de cemento, no adhesivo, como los convencionales.



Tablero de viruta orientada OSB



Tableros de fibras



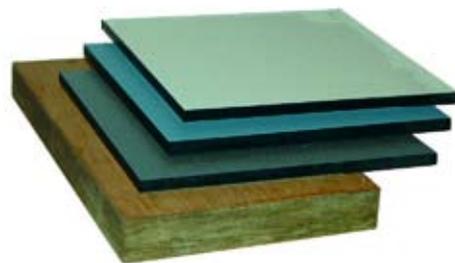
Tableros de fibras aislantes



Tableros de tiras de madera



Tableros madera-cemento



Tableros compactos

TABLEROS DE MADERA MACIZA

DEFINICIÓN

Son tableros fabricados a base de piezas de madera maciza de distinto formato (tabla, tablilla, cuadradillo o listón) encoladas por su caras (contralaminados) o por sus cantos (alistonados).

HISTORIA

El tablero a base de elementos de madera maciza es muy antiguo si bien no hay registros históricos claros. Su aparición está ligada al de la chapa ya que era una forma de conseguir paneles de formas curvas con aspecto de macizo, que posteriormente se recubrían con chapas.

Pensemos en los elementos de carpintería y ebanistería curvos, como peldaños curvos de escalera, volutas, elementos de mueble, etc. que se formaban yuxtaponiendo listones encolados que después se chapaban.

A mediados del siglo pasado empezó a escasear la madera y se potenciaron tableros a base de elementos de pequeña dimensión, como los macizos.

En España se empezó a usar el alistonado para hacer bastidores de puertas desde 1950.

En Alemania a partir de 1960 se desarrolló mucho el mueble con elementos alistonados.

El tricapa ha sido ampliamente utilizado en encofrados, bandejas de andamios y formación de cubiertas.

A partir de 1990, en centroeuropa se empezaron a usar estos tableros en estructuras (muros, forjados y cubiertas)

APLICACIONES

Se utilizan en mueble (alistonados), elementos de carpintería (laminados), encofrados (tricapas) y estructurales (contralaminados).

COMPOSICIÓN

- Piezas de madera maciza
- listón: pieza longitudinal de 3 a 10 mm de grueso y ancho > 25 mm
- cuadradillo: pieza longitudinal de > 40 mm de grueso y ancho < 80 mm
- lámina: tabla de 13 a 34 mm de grueso y ancho y largo variable, pudiendo llevar en la testa unión dentada.

- Capa
Piezas situadas en un mismo plano que pueden estar encoladas por sus cantos.

- Módulos de tablero
Algunos tableros estructurales están formados por módulos multicapa unidos en sus bordes por unión dentada encolada.

- Adhesivo
Dependiendo del tipo de tablero se pueden utilizar adhesivos de acetato de polivinilo (interior), urea formol (interior) y fenol formaldehído (exterior).
La calidad del adhesivo (para interior, semiexterior, exterior) definirá en gran medida las características del tablero en cuanto al tipo de exposición y sus prestaciones.

- Revestimientos
Ocasionalmente se pueden revestir los tableros con chapas de madera, láminas plásticas, papel impregnado, pintura, etc.

TIPOS DE TABLEROS

Tablero monocapa o alistonado

Formado por piezas longitudinales, tanto de madera de frondosas como de coníferas, encoladas por sus



cantos en una sola capa, no admitiéndose juntas abiertas. En los tableros de frondosas no se admite mezcla de especies.

Tablero multicapa

Está formado por dos capas externas de láminas con la dirección de la fibra paralela, y al menos una capa interior perpendicular. Las capas han de tener una composición simétrica. Los tableros pueden formarse por adhesión de piezas completas empalmadas por unión dentada o con elementos de tablero de piezas enterizas. Normalmente las especies utilizadas en las caras exteriores (caras y contracaras) son de la misma especie de madera. Las capas interiores no deben tener juntas abiertas (tanto si están encoladas en sus cantos, como si no), permitiéndose en cambio coloraciones anormales, ligeras pudriciones y orificios pequeños de insectos xilófagos. Los más habituales son los tricapa y los de 5 capas.

- Los tricapa fueron los primeros en aparecer en el mercado, empleándose en andamios, embalajes, encofrados y cubiertas. De este producto partió la idea de los tableros macizos que están teniendo una gran proyección en la construcción y estructuras.

- Dentro de los tableros multicapa hay dos variantes: los que sus piezas tienen juntas de unión dentada (SC) y los de piezas enterizas (SC). Los tableros ensamblados están formados por tablas machihembradas.

CLASIFICACIONES

Clasificación por su uso

Se clasifican según las condiciones de uso en:

- SWP 1: ambiente seco.
- SWP 2: ambiente húmedo.
- SWP 3: ambiente exterior.

Clasificación por aspecto

Se evalúa según las singularidades naturales de la madera que presenten (UNE EN 1310):

- coníferas: encolado, mezcla de especies, aspecto y color, grano y dirección de la fibra, etc.
- frondosas: aspecto y color, grano, corazón, radios medulares, etc.

Clasificación por propiedades mecánicas

Se distinguen dos clases: generales y estructurales

Clasificación por el aspecto de la superficie

En bruto, lijados, texturizados o acabados.

DIMENSIONES

Tableros monocapa (alistonados)

Longitud: 970, 1.000, 1.970 o 2.000 mm

Ancho: 500, 1200, 2500 mm

Grueso: 14, 18, 22, 24, 27, 32, 40, 42, 45, 50, 52 y 54

Tableros multicapa contralaminados

- Modulares: longitud: 16.000 mm; ancho: 295 mm; grueso: de 60 a 240 mm

- Libre: longitud: libre; ancho: libre; grueso: libre.

Tableros tricapa

Longitud: 2.050 mm

Ancho: 500 mm

Grueso: 12, 16, 19, 22, 27, 32, 40 y 50 mm

PROPIEDADES

Densidad

La densidad se corresponde con la especie utilizada (pino insignis, pino gallego, castaño, haya, especies tropicales, etc.)

Estabilidad dimensional

En las piezas de madera encolada el valor de la estabilidad es ligeramente superior a la de la madera maciza debido a la acción del adhesivo.

Resistencia a la humedad

Los tableros que se usan al exterior deben estar encolados con colas fenólicas.

Coductividad térmica y aislamiento acústico

Son similares a los de la madera maciza.

Comportamiento al fuego

La velocidad de propagación de la llama, despreciando los tres primeros minutos de formación del carbón, es de 0,6 mm/min.

En la norma UNE EN 13.986 se establece la euroclase por el ensayo del SBI, con espesores superiores a 12 mm y con una densidad mínima de 400 kg/m³, es D-s2,d0; DFL-s1. Calificación que se puede mejorar mediante productos ignífugos al adhesivo.



Comportamiento frente a los agentes biológicos
En función de las condiciones ambientales o de la zona geográfica en donde se están utilizando, pueden ser degradados por los hongos xilófagos (tanto los que causan las pudriciones pardas como los cromógenos) y por los insectos xilófagos sociales (las termitas).

Propiedades estructurales
Ver capítulo dedicado a tableros estructurales

CALIDAD Y CERTIFICACIÓN

Sellos de Calidad Voluntarios
- Sello de calidad AITIM
Tableros macizos (alistonados y tricapa)
Tableros contralaminados (estructurales)

MARCADO CE

- tableros de madera maciza
Algunos de los tableros utilizados en carpintería y mobiliario pueden estar afectados por la Directiva Europea de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE. La implantación de la Directiva se realizará con la norma armonizada EN 13.986 que define todos los aspectos relativos al mercado CE.
- tableros multicapa contralaminados
No disponen de norma armonizada ni Guía EOTA. Algunos fabricantes, sin embargo, han optado por promover una Guía CUAP para poder acceder al mercado CE.

SUMINISTRADORES

TABLEROS ALISTONADOS

SIEROLAM, S.A.

Los Cuetos. Argüelles. 33188 Siero (Asturias)
Tel. 985 742 003 Fax 985 742 350
siero@sierolam.com www.sierolam.com

MADERERA GERUNDENSE, S.A.

Barri Sant Marçal s/n 17430 Santa Coloma de Farners (Gerona)
Tel. 972 841 354 Fax 972 842 522
www.madegesa.com madegesa@madegesa.com

TABLEROS CONTRALAMINADOS

KLH Massivholz GmbH

Katsch an der Mur, 202 Katsch
Tel. 43 3588 8835 Fax 43 3588 8835 30
office@klh.at www.klh.cc

TABLEROS TRICAPA

LANA, S.COOP.

Barrio Zubillaga, s/n 20560 Oñate (Guipuzcoa)
Tel. 943 780 111 Fax 943 783 222
www.lana-scoop.es

Nota: en ROJO, las empresas que disponen del Sello de Calidad AITIM



TABLERO CONTRACHAPADO

DEFINICIÓN

Tablero obtenido por el encolado de chapas de madera que forman ángulo recto. A veces en lugar de chapas se utilizan capas de chapas.

Las chapas o capas suelen disponerse en número impar para conseguir una sección simétrica.

El tablero queda definido por los siguientes parámetros:

- especie o grupo de especies en chapas o capas.
- calidad de las chapas (normalmente sólo se especifica la de cara y contracara)
- espesor de chapa o capa
- tipo de encolado

HISTORIA

Según algunos autores, los egipcios habrían sido los inventores del tablero contrachapado. En sentido estricto no es así ya que el contrachapado requiere chapas finas, adhesivos fuertes y presiones importantes, medios que no se encontraban al alcance de esta civilización. Es cierto que se trabajaba el chapado con gran maestría en mueble y otros objetos (son famosas las sandalias de Tutankamon a base de madera y otros materiales). En algún relieve egipcio se aprecia la labor de chapado: con unas grandes cuchillas se corta la madera, mientras en un puchero se cuece la cola animal, después se aplica la chapa encolada sobre la superficie y se aplica presión mediante sacos.

Una de las actividades que más hizo adelantar la aparición del contrachapado fue la construcción de claves y pianos a partir del siglo XVII. Las curvadas cajas de armonía y de resonancia de estos grandes instrumentos se solucionaba mediante laminado al hilo de diferentes capas de chapas. También en carpintería y ebanistería se ejecutaban piezas curvas a base de

laminados.

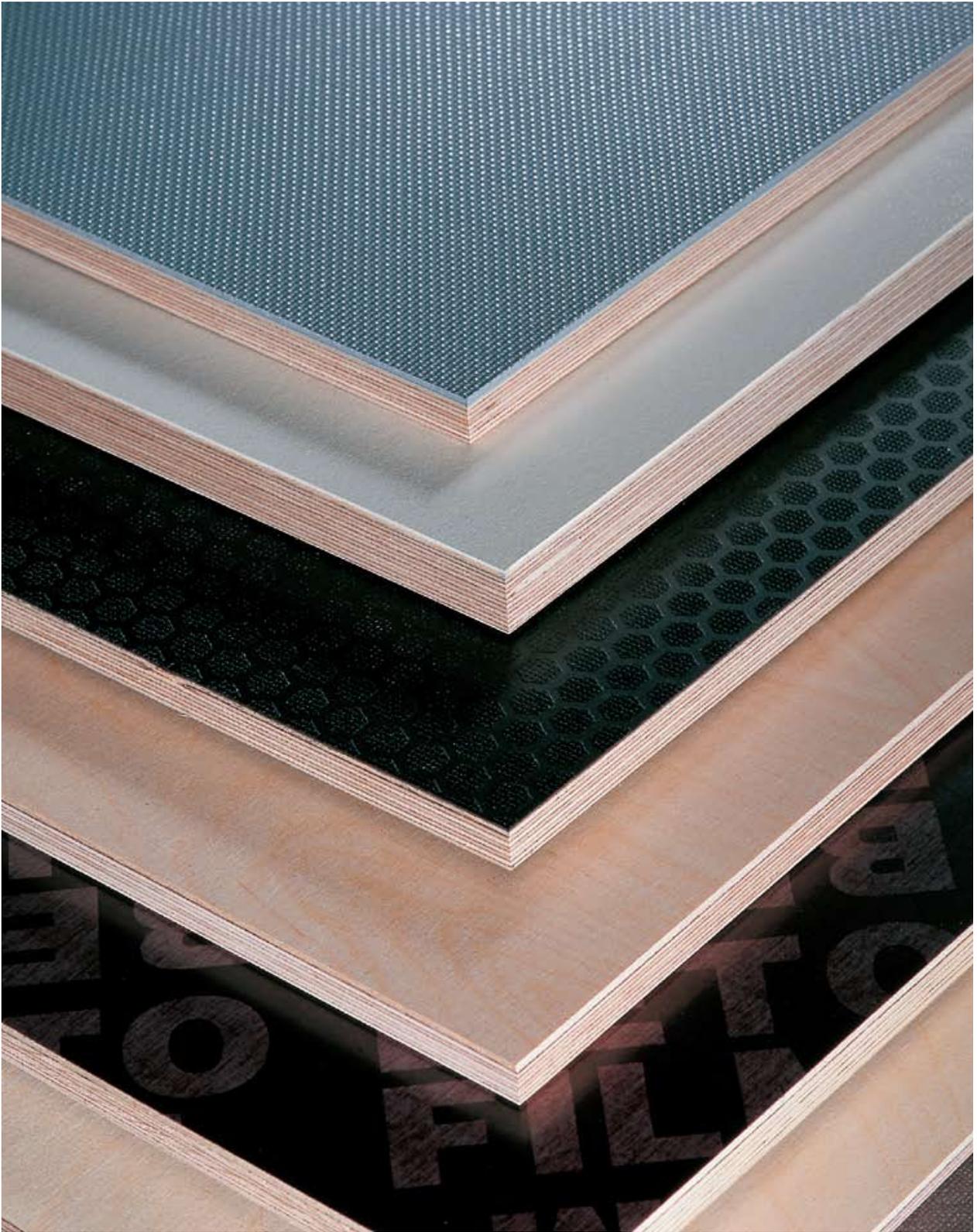
Habría que esperar a mediados del siglo XIX para que Emmanuel Nobel (inventor y padre del fundador de los famosos premios) investigara en la yuxtaposición de sucesivas chapas de madera para obtener un producto superior a la madera natural. Su idea era utilizarlos para suelos y cubiertas. En 1890 se inventa el torno rotatorio para obtener chapa continua de desenrollado, basado en el mismo principio del sacapuntas. En 1905 se instalan las primeras fábricas en Norteamérica y en 1920 ya se acuña el término plywood (madera formada por hojas) que se empieza a utilizar en la fabricación de puertas.

Hasta 1930 se seguían utilizando colas animales y de caseína, que era el punto más débil del producto pero ya se empleaban las prensas de platos calientes. Hasta que en la década de 1930 no se descubrieron las resinas sintéticas las delaminaciones eran frecuentes. La industria del tablero contrachapado fue impulsada de forma importante por la industria aeronáutica (fabricación de aviones albatros, yak, mosquito, hélices,...) y del mueble (donde destacan las figuras de Alvar Aalto y del matrimonio Eames en los años 30 y 40) ya que elevaron notablemente sus exigencias mecánicas y se aprovechaba su capacidad de moldeo y prensado en caliente. También se empezó a utilizar en carrocerías de coches (Ford woody).

A partir de los años 1950 se empezó a utilizar intensamente en la construcción de viviendas, concretamente en EEUU para acoger a los veteranos de la IIª Guerra Mundial.

APLICACIONES

Es un material ideal para usos estructurales debido a su ligereza y elevada resistencia.



Decorativas

Muebles, carpintería (puertas, divisorias), revestimientos (techos, paredes, boiserías, fachadas, ...)

Estructurales

Cubiertas, forjados, cerramiento de muros y tabiques, alma en vigas mixtas, encofrados, cajas de carga, embalajes.

Carpintería naval y aeronáutica

Fabricación de barcos, aviones, etc.

COMPOSICIÓN

Los materiales que entran en su composición son: chapas o capas de madera, adhesivos y revestimientos.

Chapas y capas de madera

Las chapas son láminas de madera que no sobrepasan los 7 mm de espesor.

La gran mayoría de las especies de madera son desenrollables y aptas para obtener chapa pero las más habituales son las 'maderas finas' de haya, nogal, roble, chopo, pinos silvestre, insignis y oregón, chopo, abedul o tropicales como okume, embero, mansonia, monogoy, mukaly, samba, sapelly, ukola, etc.

Las chapas para tableros se clasifican por la presencia de peculiaridades de la madera (principalmente nudos) en tableros estructurales o bien por su estética y figura en tableros decorativos para cara o contracara.

Adhesivos

Dependiendo del uso y de las características del tablero se pueden usar adhesivos de urea formol para interiores y de urea formol reforzadas con melamina o fenol formaldehído, para exteriores.

TIPOS

De acuerdo con las normas europeas, los tableros contrachapados pueden clasificarse de la siguiente forma.

Por su fabricación

Tablero contrachapado de chapas

Tablero contrachapado enlistonado (alma alistonada)

Tablero contrachapado compuesto (el alma no es de

madera)

Por su forma y perfil

Plano: caras planas

Moldeado: caras curvas por proceso de moldeado

Por su aplicación

Por sus propiedades mecánicas

Por el estado de su superficie

Por su aptitud al acabado

Lijado (a una cara y a dos caras)

Escariado (operación de acabado fino realizada con una herramienta multi-filo que permite obtener agujeros de alta precisión)

Preacabado (que ha recibido un tratamiento en fábrica)

Revestido (con una o más láminas de papel impregnado, plástico, etc. en las caras)

Por especificaciones del usuario

Por el aspecto de las caras

Se realiza teniendo en cuenta el número y la importancia de las singularidades de la madera y los defectos de fabricación.

La norma europea distingue cinco clases: E, I, II, III y IV. Primero se evalúa la cara y después la contracara.

Las singularidades se evalúan por metro cuadrado de tablero.

Tableros contrachapados españoles

Las especies más utilizadas son: pino radiata, chopo, eucalipto y frondosas tropicales (principalmente el okume). No hay criterios unificados de clasificación. Cada fabricante tiene los suyos.

Tableros contrachapados finlandeses

Su peculiaridad es que son tableros que pueden emplear especies diferentes y calidades variables con distintas denominaciones.

Las chapas se clasifican en dos grandes grupos: abedul y coníferas, con diferentes clases.

Las combinaciones de las calidades de las chapas en cara y contracara da lugar a diferentes tipos de tableros.



© Jorge Lobos

Contrachapado de coigüe. Casa Chaminza (Chile). Arquitecto Jorge Lobos

Tableros contrachapados norteamericanos

En Norteamérica se clasifican los tableros según dos únicos criterios: exposición y uso.

- Durabilidad y exposición: Interiores y exteriores
- uso o aplicaciones: Marinos, decorativos, base de suelos, encofrados, estructurales, interiores encolados con adhesivos para exterior, exteriores especiales y recubiertos.

Tableros contrachapados de otras procedencias

Suelen ser de maderas tropicales. Los principales proceden del sudeste asiático (principalmente Malasia), pero también se encuentran en el mercado procedentes de América del Sur y África.

Tableros contrachapados marinos

Se fabrican con especies de gran durabilidad natural adquirida de forma artificial utilizando colas fenólicas o melamina para clase de encolado 3 (la norma de referencia es la BS 1088)

DIMENSIONES

Las dimensiones más frecuentes son 1.220 x 2.440 mm que se corresponden a los módulos constructivos más importantes: 300, 400 y 600 mm. También existen dimensiones especiales de 2.500 y 3.000 mm. El grueso varía entre 4 y 50 mm y el número de chapas, normalmente impar puede variar entre 3 y 35.

PROPIEDADES

La principal característica del tablero contrachapado es su uniformidad y su bajo peso. A diferencia de la madera maciza las propiedades mecánicas en ambas direcciones se van igualando a medida que aumenta el número de chapas y el espesor.

Las propiedades mecánicas del contrachapado han de especificarse en relación a la dirección de la fibra.

Densidad

Entre 400 y 700 kg/m³ aunque hay excepciones en ambos extremos. Lógicamente depende de la especie; cuando hay mezcla se tomará el valor de laboratorio.

Contenido de humedad

Se suministra con una humedad del 10 ± 2%.

Estabilidad dimensional

Es un producto muy estable porque se contrarrestan los movimientos de cada capa por el cambio de sentido de la fibra.

Resistencia a la humedad

Los tableros que se usen al exterior deben cumplir con calidad al encolado 3 (UNE EN 314). Normalmente emplean colas fenólicas o superiores.

La madera debe tener una buena durabilidad natural, o adquirida mediante tratamiento.

Conductividad térmica

Depende de su densidad y se puede determinar mediante ensayo.

Comportamiento al fuego

En la norma EN 13.896 se establece la Euroclase por el ensayo del SBI para los tableros de contrachapados. En función de como se instalen la norma especifica una serie de euroclases en función de la densidad, espesor e instalación madera maciza; por ejemplo para espesores superiores a 9 mm, con una densidad mínima de 400 kg/m³ e instalados sin cámara de aire: D-s2, d0; DFL-s1. Esta calificación de euroclases se puede mejorar mediante tratamientos ignífugos de las chapas, de todo el tablero o mediante la adición de productos ignífugos al adhesivo utilizado en su fabricación.

Comportamiento frente a los agentes biológicos

En función de las condiciones ambientales o de la zona geográfica, los tableros pueden ser degradados por organismos xilófagos. Su comportamiento se puede mejorar mediante:

- el empleo de especies con durabilidad natural suficiente
- su tratamiento superficial (clases de uso 1 y 2)
- incorporación de insecticidas y fungicidas en los adhesivos, las chapas o todo el tablero.

Ph de los tableros contrachapados

Los ligantes alcalinos de los adhesivos pueden provocar una migración de sosa a la superficie en caso de humedecimiento del tablero, provocando manchas blancas que estropean el acabado.

Acción de los rayos ultravioletas

En condiciones extremas la acción de la luz puede



© Dansk Museum

Tableros contrachapados vistos en las paredes del Museo Judío de Dinamarca. Arquitecto Daniel Libeskind

provocar la rotura de las fibras de la madera en conjunción con las variaciones de humedad.

Resistencia a los productos químicos

Los tableros contrachapados presentan, en general, buena resistencia frente a la mayoría de los ácidos pero se debe evitar el contacto con agentes oxidantes como el cloro, alcoholes. La utilización de películas fenólicas y fibra de vidrio mejoran su comportamiento.

Radio de curvatura

Los contrachapados se pueden curvar. EL radio de curvatura se obtiene de la siguiente fórmula:

$$R = E \times h / 2 \times n$$

donde

E= módulo de elasticidad

n= resistencia admisible expresada en daN/cm²

h= espesor del tablero en cm

MARCAS DE CALIDAD

Sello AITIM

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación. Los ensayos que se realizan (dimensiones, resistencia y módulo de elasticidad en flexión, y calidad del encolado) y las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN.

Sello APA (American Plywood Association)

El Sello de Calidad APA funciona de una forma muy parecida al Sello de AITIM, pero en este caso la normativa que se aplica es la norteamericana.

MARCADO CE

Algunos de los tableros utilizados en carpintería y mobiliario pueden estar afectados por la Directiva Europea de Productos de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE. La implantación de la Directiva se realizará con la norma armonizada EN 13.986 que define todos los aspectos relativos al marcado CE.

SUMINISTRADORES

FABRICANTES

GARNICA PLYWOOD BAÑOS DEL RÍO TOBÍA, S.A.

Camino de Berceo, s/n 26320 Baños de Rio Tobia (La Rioja)

Tel. 941 375 000 Fax 941 374 184

www.mgarnica.es / m.garnica@mgarnica.es

GARNICA PLYWOOD FUENMAYOR, S.L.U.

Ctra. a Navarrete 20. 26360 Fuenmayor. La Rioja

Tel. 941 450 500 Fax 941 450 693

GARNICA PLYWOOD VALENCIA DE DON JUAN, S.L.

Carretera de Villafer, Km. 2 24200 Valencia de Don Juan (León)

Tel. 987 752 575 Fax 987 752 581

guillermo.hernanz@garnicaplywood.com

www.garnicaplywood.com

INDUSTRIAS JOMAR - MADEIRAS E DERIVADOS, S.A.

Freixieiro 4456-901 Matosinhos (Portugal) Tfno: 0031

229 990 50 - Fax: 00351 229 990 5 lusofinsa@finsa.es #

www.finsa.es

MADERAS DE LLODIO, S.A.

Polígono Industrial Santa Cruz s/n 01400 Llodio (Álava)

Tel. 946 720 100 Fax 946 720 581

info@maderasdelodio.com

www.maderasdelodio.com

UPM KYMMENE WOOD, S.A.

Calle de Caleruega, 102-104 Edificio Ofipinar, Planta 4ª, 28033 Madrid

Tel. 913 609 500 Fax 91 768 49 39

www.wisa.com/iberica woodiberica@upm-kymmene.com.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE TABLEROS ANFTA

Segre, 20, 28002 Madrid

Tfno: 915 647 801 - Fax: 915 647 814

asociacion@anfta.es # <http://www.anfta.es>

DISTRIBUIDORES

B.M.C. MADERAS S.A.



Silla de tablero contrachapado de Hans Wegner

Polg.Ind. Cerro S. Cristobal. c/ Aluminio Parc.230, C.P. 47012 Valladolid Tfno: 983-291919 - Fax: 983-298100
www.bmcmaderas.es

BIOFUSTA, S.L.

Polg. Ind. Uxó-Lanz, calle D nave 15, 12600 Vall de Uxo (Castellón) Tfno: 964 696 850 - Fax: 964 696 758
biofusta@biofusta.com

CARLES SALINAS FUSTER

Antoni Puigvert, 9, C.P. 08460 Sta. M^a de la Palautorde-
ra Tfno: 658 845 821
carlessalinas111@msn.com

DECK & GARDEN

Avd. José Antonio, 103, C.P. 28490 Becerril de la Sierra (Madrid) Tfno: 918 555 055 - Fax: 918 555 054
negocios@deckgarden.es # www.deckgarden.es

DITAYMA, S.L.

Avda. Espioca nº 158. 44460 Silla (Valencia) 961 210 492 K961 212 129 ditayma@ditayma.com www.ditayma.com

ECHEMADERAS S.L.

Portal de Zurbano, 21 Vitoria (Alava)
Tfno: 945 267 622 - Fax: 945 267 262
echemad@terra.es # www.echemaderas.com

GABARRÓ HERMANOS, S.A.

Cta. Torre Romeu, s/n 08202 Sabadell (Barcelona)
Tfno: 937 484 830 - Fax: 937 260 761 gabarro@gabarro.com # http://www.gabarro.com

HAAS HOLZPRODUKTE GMBH

Industriestrasse, 8 D-84326 Falkenberg (Alemania)
Tfno: 0049(0)8727 180 - Fax: 49(0)872718593
haas.madera@haas-fertigbau.de # www.haasholzindustrie.com

JESUS MÉNDEZ MADERAS, S.L.

Ctra. de Serin, s/nº - S. Andrés, 33697 Gijón (Asturias)
Tfno: 985 322 025 - Fax: 985 314707
jmmaderas@teleline.es

MADERAS BESTEIRO S.L.

Ctra. de friol km 1(camino Villaestévez s/n). Apdo. 368, 27233 Lugo Tfno: 982 284 455 - Fax: 982 252 007
correo@mbesteiro.com # http://www.mbesteiro.com

MADERAS J. REDONDO S.L.

Avd. Valle Inclán, 11 Polg. de Bamio, C.P. 36600 Villagarcía de Arosa (Pontevedra)
Tfno: 986 508 444 - Fax: 986 501 494
jredondo@infonegocio.com

MADERAS MEDINA S.A.

Ctra. de Cabaña, s/nº Ocaña (Toledo) Tfno: 925 120 229 - Fax: 925 120 770 maderasmedina@maderasmedina.com # www.maderasmedina.com

MADERAS SAN IGNACIO S.L.

Nemesio Mogrobojo, 13 Bilbao (Vizcaya)
Tfno: 944 483 781 - Fax: 944 483 827
alg@maderassanignacio.com

MAJARENA S.L.

Pol. Ind. La Capellanía, Fasell parcela 34, 30600 Archeda (Murcia) Tfno: 902 945 525 - Fax: 968 674 848
marcelo@vimalto.com # www.vimalto.com

MOLDURAS POLANCO ENRI, S.A.

Ctra. Cádiz-Algeciras, Km. 9,5, 11130 Chiclana (Cadiz)
Tfno: 956 491 112 - Fax: 956 49 11 13
vlarrat@polanco.net

PERESTELO S.L.

Profesor Lozano, 34 El Cebadal Las Palmas de G. Canaria Tfno: 928 463 639 - Fax: 928 466 471
clopez@perestelosl.com # http://www.perestelosl.com

PROTEVI S.L.

Paseo del Cordón, 23, 13670 Villarubia de los Ojos (C.Real) Tfno: 926 897 404 - Fax: 926 266 755
jcbanegas@protevi.net # www.protevi.net

TABLEROS TRADEMA, S.L. (Fábrica Solsona-Lerida)

Ronda de Poniente, 6-B Parq. Empresarial Euronova, 28760 Tres Cantos (Madrid)
Tfno: 918 070 700 - Fax: 918 070 705
comercial@tafibra.es # http://www.tafibra.es

WORK SPIRIT S.L.

Virgen de la Novena, 5, 28027 Madrid
Tfno: 914 057 075 - Fax: 914 042 421
j.rey@work-spirit.com

Nota: Las empresas señaladas en Rojo son las que disponen del Sello de Calidad AITIM



TABLERO LAMINADO o MADERA MICROLAMINADA (LVL)

DEFINICIÓN

Son tableros que se fabrican mediante el encolado a presión y en caliente de chapas paralelas. Además de como tablero pueden utilizarse como perfil estructural (viga, vigueta).

El tablero laminado o perfil queda definido en general por los siguientes parámetros:

- especie o grupo de especies de madera
- calidad de las chapas
- tipo de encolado.

HISTORIA

El tablero laminado surge de forma paralela al contrachapado. Se diferencia de él en que las chapas o capas son más delgadas y se colocan en el mismo sentido por lo que la pieza trabaja mejor en el sentido de la fibra. Esta capacidad anisotrópica se empezó a explotar en objetos como arcos (los primeros ejemplos son egipcios, 3000 años a. de C.), ballestas, muebles, etc.

El despegue de este producto acontece en los años 70 con la invención de las viguetas prefabricadas de madera, antes se había aprovechado también en la fabricación de hélices.

Troutner inventó en 1958 cerchas de alma hueca (metálica) con cordones de madera maciza de 1 x 6". Más tarde el alma pasó a ser también de tablero contrachapado.

Cuando la madera maciza estructural de las almas comenzó a tener problemas de suministro Troutner decidió hacer 'madera reconstituida' a base de chapas encoladas en la misma dirección. El éxito fue rotundo y se patentó con el nombre de microllam® por la delgadez de sus láminas. El producto evolucionó hacia diversas viguetas y cerchas pero no se internó en el terreno de los tableros estructurales. De ello se encargaron otras empresas norteamericanas dando lugar al LVL (laminated veneer lumber) y finlandesas de Metsalito que más tarde se fusionaron en el grupo Finnforest y bautizaron el producto como kerto®. Esto ocurría en

los años 80. El tablero, estructural, empezó a utilizarse como forjado y como vigueta poniéndolo de perfil. Se estaba usando como madera reconstituida.

Pero el producto en sí era conocido en carpintería: en los años 60 la empresa española Peninsular Maderera S.A. utilizó estos perfiles laminados para hacer sus bastidores de puertas. También la fábrica de tableros contrachapados de CAMSA (la actual Puertas Norma) empezó a fabricarlos en su factoría de Sant Boi de Llobregat y los abandonó por problemas de suministro por la pérdida de las colonias españolas en África.

APLICACIONES

Construcción y estructuras

Alas de vigas de doble T y cerchas, cerramiento de forjados, zancas de escalera, muros, cubiertas, etc.

Otras aplicaciones

Barcos, suelos de camiones, embalajes especiales, muebles, etc.

COMPOSICIÓN

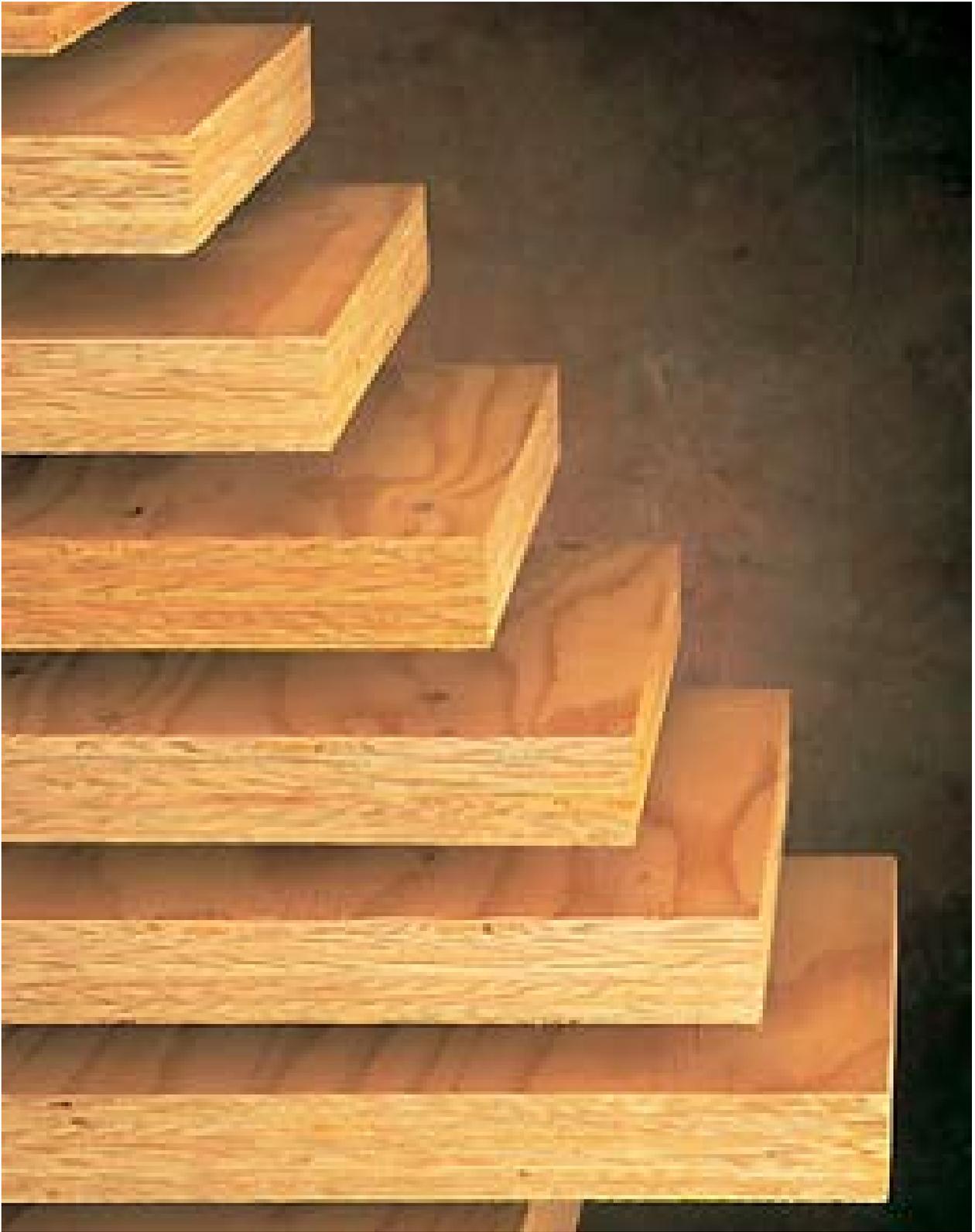
Los materiales que se utilizan son chapas y adhesivos.

Chapas de madera

Son finas láminas de madera cuyo espesor máximo es 5 mm, aunque lo normal es que sea de 2 a 3,5 mm (en Finlandia) y 2,5 a 4,8 mm (en EEUU). Las especies que más se usan son las de crecimiento rápido, de menor calidad y diámetro, con densidades entre 360 y 450 kg/m³. La especie más utilizada en Finlandia es el abeto mientras que en EEUU es el Pino Oregón, alerce y Pino amarillo del sur.

Adhesivos

Dependiendo del destino y propiedades del tablero se pueden usar adhesivos de urea formaldehído (inte-



riores) o fenol formaldehído (exteriores) pudiéndose utilizar aditivos.

TIPOS

La clasificación más frecuente en Europa es relativa a sus características de aplicación.

- LVL / 1 aplicaciones en ambiente seco.
- LVL / 2 aplicaciones en ambiente húmedo.
- LVL / 3 aplicaciones en exterior a la intemperie (sola mente se puede utilizar en exteriores si se certifica que se ha aplicado el tratamiento requerido para asegurar su durabilidad en esta clase de riesgo)

Clasificación según aspecto

Al igual que los contrachapados la norma europea distingue 5 clases: E, I, II, III y IV evaluándose el aspecto de la cara y de la contracara, estableciéndose limitaciones a las singularidades (nudos, fendas y rajaduras, etc.) y defectos de fabricación.

DIMENSIONES

Las dimensiones más frecuentes van desde el espesor de 27 mm hasta el de 75, y en anchura desde 200 hasta 600 mm. Las tolerancias dimensionales definidas en la normas europea prEN 14.279.

PROPIEDADES

La principal diferencia con el tablero contrachapado radica en la orientación de las chapas. La característica más significativa del tablero y perfil laminado es la uniformidad de sus propiedades en el sentido de la fibra y su poco peso. De forma particular sus propiedades resistentes, y en especial la resistencia a cortante.

Densidad

La densidad del LVL de abeto tienen una densidad de 480 Kg/m³.

Contenido de humedad

Se suministra con una humedad entre 6 y 12 %.

Estabilidad dimensional
Es un producto estable.

Resistencia a la humedad

Solamente se pueden utilizar los tableros de la clase LVL / 3, normalmente, encolados con colas fenólicas o superiores. Su resistencia (calidad de su encolado) es alta.

Conductividad térmica

Depende de su densidad y se puede determinar mediante ensayo. A efectos prácticos se pueden utilizar los valores normalizados (EN 13.986).

SELLOS DE CALIDAD

En la actualidad no existe en Europa ningún sello de calidad para este producto.

MARCADO CE

Algunos de los tableros utilizados en carpintería y mobiliario pueden estar afectados por la Directiva Europea de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE. La implantación de la Directiva se realizará con la norma armonizada EN 13.986 que define todos los aspectos relativos al mercado CE.

SUMINISTRADORES

FINNFOREST IBERICA, S.L.

C. de la Mina 25, 1^o-1^a

Tel. 936 756 313 Fax 936 756 314

David.rifa@finnforest.com



Galería Serpentine: (Kensington Garden, Londres). Arquitectos Alvaro Siza y Eduardo Souto de Moura

TABLEROS DE VIRUTAS ORIENTADAS (OSB)

DEFINICIÓN

Es un tablero que se obtiene aplicando presión a virutas de madera encoladas. Dicha virutas están alineadas y forman capas. La dirección longitudinal se corresponde con la dirección perpendicular a la dirección de las virutas de las capas exteriores.

HISTORIA

El origen de este tablero se remonta a 1954. Un ingeniero tejano de origen alemán, Armin Elmendorf patentó un tablero de partículas largas denominado "embed wall board" utilizando como ligante cemento. Posteriormente, en junio de 1965 patentó lo que denominó Oriented Strand Board, un tablero de virutas similares encoladas con adhesivos fenólicos. El objetivo era conseguir un tablero de propiedades parecidas a las del tablero contrachapado, pero utilizando elementos de menor dimensión y por lo tanto aprovechar mejor los recursos forestales. La idea se llevó al ámbito industrial en 1960 en Clairmont (New Hampshire). Se diseñó toda la tecnología para fabricarlo pero la idea fracasó porque se diseñó mal el tamaño del tablero y no se conseguían las productividades adecuadas. La empresa quebró y la idea se aparcó, hasta que la multinacional canadiense Macmillan Bloedel la retomó y montó una fábrica similar en Saskatchewan para fabricarlo pero con una viruta más ancha (la anterior era más alargada, con forma de tira). Macmillan patentó en 1966 este producto con el nombre de Aspenite (ya que utilizaba como materia prima chopo -aspen-), para diferenciarlo del OSB pero tampoco tuvo demasiado éxito.

Paralelamente, en Australia otros investigadores desarrollaron el waferboard, también de viruta ancha pero sin alinear. El producto se quedó parado a nivel de prototipo.

Sin embargo a principios de los años 80 la industria del contrachapado canadiense entró en recesión ante la competencia de precios de otros productores de EEUU, Europa y Asia. Algunas grandes empresas cerraron por culpa de la carestía de la madera.

Los directivos de Macmillan decidieron dar un giro

radical a su producción y dejar de fabricar contrachapado pasando a fabricar el waferboard o el aspenite pero con pino. Finalmente tomaron el nombre que le había dado inicialmente Elmendorf: OSB. El éxito fue fulgurante y en sólo 15 años ya había superado al contrachapado en la construcción (55% frente al 45%).

APLICACIONES

Debido a sus propiedades mecánicas y a su aspecto característico se utiliza en aplicaciones estructurales, (aunque algunos diseñadores sacan partido de su aspecto en aplicaciones decorativas): soporte de cubiertas, entrevigados de forjados, cerramiento de fachadas, como caras de paneles sandwich y en alma de viguetas de doble T. Minoritariamente se usa en carpintería (bastidores de muebles y carpintería) y en embalaje industrial.

COMPOSICIÓN

Virutas

La viruta tiene una dimensión aproximada de 5 a 50 mm de ancho, < 1mm de grueso y cerca de 80 mm de largo. La madera de origen suele provenir de especies de crecimiento rápido (chopo, pino y picea).

Las virutas deben estar alineadas, bien en las capas exteriores, bien en tres capas formando un ángulo recto. Su búsqueda anisotropía es diferente a la homogeneidad de los tableros aglomerados y de fibra. Pretende imitar al tablero contrachapado.

Adhesivos

Depende de las propiedades del tablero y de su aplicación final. Se pueden utilizar las de urea-formo, urea-melamina-formol, isocianato, etc.

TIPOS

La norma europea UNE EN 300 clasifica, según las condiciones ambientales, donde se van a utilizar, en los tipos de la tabla siguiente.



- OSB/1 para uso general y aplicaciones de interior (incluyendo mobiliario) utilizados en ambiente seco.
- OSB/2 estructurales para utilización en ambiente seco.
- OSB/3 estructurales para utilización en ambiente húmedo.
- OSB/4 estructurales de alta prestación para utilización en ambiente húmedo.

DIMENSIONES

El formato más usual es el de 2.440 x 1.220 mm que se corresponde con los módulos constructivos más frecuentes: 300, 400 y 600 mm aunque excepcionalmente se encuentran dimensiones de 3660 x 1220 mm.

PROPIEDADES

Densidad

Las normas no especifican una densidad mínima. Como recomendación los tableros que se utilicen en la construcción deben tener un peso específico mínimo de 650 kg/m³.

Contenido de humedad

La norma UNE EN 300 exige un contenido de humedad entre el 2 y el 12 % para los tableros OSB 1 y OSB 2 y entre el 5 y el 12 % para los tableos OSB 3 y OSB 4.

Estabilidad dimensional

Tienen una buena estabilidad dimensional, aunque inferior a los tableros contrachapados. La variación dimensional unitaria del tablero está definida en la norma ENV 12.872.

Resistencia a la humedad

La resistencia del tablero de virutas depende del tipo de adhesivo utilizado. Su resistencia se puede mejorar con productos especiales. La resistencia al agua se evalúa por la tracción perpendicular a las caras y su hinchazón o su resistencia a la flexión después de someterlos a un envejecimiento artificial. Se utilizan cuando las condiciones higrotérmicas no hagan sobrepasar el 18% en los tableros.

Contenido de formaldehído

En las normas UNE EN 300 y UNE EN 13.986 se especi-

can las clases E1 y E2 determinadas con el método del perforador UNE EN 120.

Conductividad térmica

El coeficiente de conductividad térmica del tablero de virutas OSB, con una densidad de 650 Kg/m³, es de 0,13 Kcal/mh °C = W/ (mK). (Fuente: EN 13986)

Comportamiento al fuego

En la norma EN 13.896 se establece la Euroclase por el ensayo del SBI para los tableros de virutas con espesores superiores a 9 mm y con una densidad mínima de 600 kg/m³: D-s2, d0; DFL-s1.

Comportamiento frente a los agentes biológicos

Dependiendo de las condiciones ambientales o de la zona geográfica en donde se están utilizando, pueden ser degradados por hongos xilófagos (tanto pudriciones pardas como cromógenas) y por termitas. Su constitución impide que sea atacado por los insectos xilófagos de ciclo larvario (carcomas, polillas, etc.).

MARCAS DE CALIDAD

Sellos de Calidad AITIM

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación.

Este producto todavía no se fabrica en España. Suele importarse de Europa, Estados Unidos y Canadá.

Sello de calidad APA

Es un sello de calidad norteamericano que se rige por normativa ASTM.

MARCADO CE

Algunos de los tableros utilizados en carpintería y mobiliario pueden estar afectados por la Directiva Europea de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE. La implantación de la Directiva se realizará con la norma armonizada EN 13.986 que define todos los aspectos relativos al mercado CE.



TABLERO DE PARTÍCULAS

DEFINICIÓN

Se obtiene aplicando presión y calor sobre partículas de madera y/o de otros materiales lignocelulósicos en forma de partículas, a las que se les ha aplicado previamente un adhesivo. Tablero de partículas es sinónimo de tableros aglomerados, que todavía se sigue empleando (la denominación correcta es la primera).

HISTORIA

La aparición del tablero de partículas obedece a una filosofía productiva común a otros materiales y a los tableros mencionados anteriormente: el aprovechamiento de materiales de menor calidad, de los residuos de madera o de los productos de reciclaje de la propia industria de la madera. El desarrollo de la industria de tableros de partículas es un ejemplo alentador del ímpetu de diversas tecnologías bien coordinadas constatándose que la expectativa de la tecnología es un reto al ingenio humano. El término partícula se emplea en oposición a las fibras de madera y a las virutas, y queda definida por sus dimensiones y la esbeltez de las mismas.

“Desde la mitad del siglo XIX se encuentra en muchas patentes la idea de crear «tableros artificiales» que sustituyeran a la madera sólida y convertir así los restos de la madera en superficies con cierto valor y con propiedades incluso mejoradas respecto a la madera natural. No obstante, no se disponía de los conocimientos tecnológicos, de procedimientos y medios apropiados, en este caso maquinaria específica y colas de resinas artificiales. El genio necesario aún no había aparecido” (Kollman, 1967).

Aunque las primeras referencias bibliográficas sobre los tableros aglomerados o de partículas son de 1887, Erns Hubaart, hubo de esperarse a 1910 para ver fabricar partículas con las características adecuadas. (Bermúdez Alvite, 1998). La idea de utilizar el serrín para la producción de tableros de partículas fue siempre factible pero engañosa, ya que los tableros resultantes requerían cantidades enormes de adhesivo (40%

sobre la madera seca) y para que las características mecánicas fueran aceptables. Se acababa produciendo un producto de gran densidad, muy difícil de mecanizar y a un costo prohibitivo. Lo que se necesitaba, como en los tableros antes mencionados era producir astillas y partículas técnicas, con propiedades geométricas definidas o preestablecidas que sirvieran como materia prima adecuada para el tablero de partículas (Kollman, 1967).

Además también se necesitaban ideas ambiciosas para iniciar la industria de fabricación, como la maquinaria para la preparación de la partícula, su selección, su clasificación y su secado. Por otro lado se tuvieron que idear mezcladores de tipo continuo para la distribución rápida y uniforme del aglutinante, amén del cambio de las colas de caseína por las de resinas de urea-formaldehído y fenol-formaldehído, mucho más eficaces para este fin. También tuvieron que crearse instalaciones para formar la estera donde se extendía la manta de partículas. Antes del prensado se vio que era conveniente humedecer las superficies de la estera ya que el contenido de humedad de las partículas, más alto en las capas exteriores que en el interior, garantizaba superficies más suaves, mayor resistencia a la flexión y ciclos de presión más cortos debido a la mejor conducción del calor.

En 1936 se registró la primera patente por parte del científico alemán Wilhelm Kauditz (el Instituto de Investigación de Alemania especializado en tableros de partículas lleva su nombre), que conseguía fabricar tableros de partículas aglomerados mediante adhesivos sintéticos con prensa de platos, que se denominó tablero de partículas. En 1941 el Instituto Fred Fahrni de Zurich patentó el proceso de tres capas con distinto contenido de humedad en las capas interna y externas (Bermúdez Alvite, 1998). En 1949, los tableros de partículas apenas tenían importancia, actualmente tienen un gran peso en la industria de la madera, pero la lignina se sigue considerando como «la clave enigmática de la química de la madera en el futuro». La promesa de las industrias forestales integradas es que constituyen una suma mayor que sus «partes» (Kollmann, 1967).



A partir de la década de 1950 los científicos y tecnólogos de la madera se encontraron de improviso con la escasez de madera. Desde entonces el suministro de madera se ha ido complicando debido al aumento del consumo. Durante las décadas de 1970 y 1980 tuvieron lugar dos acontecimientos trascendentales para esta industria la introducción del proceso de prensado en continuo, en sustitución del sistema de prensa de platos múltiples, y el empleo de resinas UF como adhesivo que lograron una mejor calidad. A partir de entonces el tablero de partículas se empezó a desarrollar en un campo más amplio, variando el tipo y tamaño de la partícula así como su orientación.

Estos tableros se han fabricado tradicionalmente, a partir de madera de coníferas, pero pueden utilizarse también partículas que no proceden de la madera, como la paja, el bagazo de la caña de azúcar y el bambú. Los tableros de partículas contienen 4 veces más resina que los tableros contrachapados debido a la mayor superficie total de las partículas que lo forman.

En España la primera fábrica se instaló en 1951, concretamente la valenciana Vilarrasa Sicra, que fabricaba un tablero con una partícula muy grande que tenía aplicaciones bastante limitadas (Novopan). Era un producto difícil de acabar (lacar o pintar) y su procesamiento era complicado debido a su escasa rigidez y resistencia. Posteriormente fueron apareciendo otros grupos empresariales como Tafisa en 1963, Finsa en 1965, Ecar en 1967, etc.

APLICACIONES

- Carpintería y muebles: fabricación de puertas, fabricación de muebles, mamparas, rodapiés, zócalos, encimeras, etc.
- Construcción: base de cubiertas, divisiones interiores, tabiques, doblado de paredes, falsos techos, prefabricados, base de suelos, encofrados, vigas cajón o casetones.

COMPOSICIÓN

Los materiales que intervienen en su fabricación son partículas de madera, adhesivos, aditivos y recubrimientos.

- Partículas de madera: Las partículas de madera pueden ser astillas, partículas, serrín, virutas y similares. La forma y la dimensión de la partícula de madera tiene una gran influencia en las propiedades del tablero. Las especies más utilizadas en España para la obtención de partículas son los pinos, aunque también se emplea el chopo, el eucalipto, etc.; últimamente también se está incorporando la madera reciclada.

- Partículas de materiales lignocelulósicos: Las partículas de materiales lignocelulósico pueden ser de fibras de cañamo, lino, bagazo, paja y similares.

- Adhesivos: Los adhesivos que se utilizan dependen de las características y de las propiedades del tablero que se quiera obtener, se suelen utilizar los siguientes: Urea - formol, Urea - melamina - formol y Fenol - formaldehído.

- Aditivos: Los aditivos son productos químicos que se incorporan a los tableros durante el proceso de fabricación para mejorar algunas de sus propiedades. Los aditivos más usuales son las ceras y parafinas, los productos retardantes del fuego, los productos insecticidas, los productos fungicidas y los endurecedores.

- Recubrimientos: Los recubrimientos se utilizan para mejorar sus prestaciones y su estética y se adhieren sobre sus caras. Los más habituales son: melamina, chapa sintética barnizable, chapa sintética barnizada, papel lacado, chapas naturales de diferentes maderas, papel fenólico, rechapados con placas de acero o cobre, laminados plásticos.

TIPOS

Los tableros de partículas pueden clasificarse de acuerdo a diferentes criterios según el proceso de fabricación, acabado superficial, su forma, forma y tamaño de las partículas, estructura del tablero y uso. Las clasificaciones más habituales que se recogen en los catálogos de los fabricantes hacen referencia al acabado superficial y a sus usos.

- Según su uso, la norma UNE EN 312 los clasifica en:
P1 tableros para uso general en ambiente seco.
P2 tableros para aplicaciones de interior (incluyendo mobiliario) en ambiente seco.



© Tafibra

Tablero de partículas como base de suelo

P3 tableros no estructurales para utilización en ambiente húmedo.
P4 tableros estructurales para uso en ambiente seco.
P5 tableros estructurales para uso en ambiente húmedo.
P6 tableros estructurales de altas prestaciones para uso en ambiente seco.
P7 tableros estructurales de alta prestación para uso en ambiente húmedo.

- Otras aplicaciones
tableros con resistencia mejorada frente a ataques biológicos.
tableros con mejores prestaciones frente al fuego.
tableros con mejores prestaciones de aislamiento acústico.

- Según la estructura del tablero
En función de la disposición y del tamaño de las partículas a lo largo del espesor del tablero se distinguen los siguientes tipos: homogéneo (una sola capa), multicapas (capas múltiples) y distribución continua de partículas.

DIMENSIONES

Existe una gran variedad de longitudes (desde 2.050 mm hasta más de 4.000 mm), de anchuras (desde 1.220 mm hasta 2.500 mm) y de espesores (desde 3,0 mm hasta 50 mm). Las dimensiones más usuales para la longitud y la anchura son las que correspondían a las dimensiones de las prensas de platos: 2.440 x 2.050 ; 4.880 x 2.050 ; 3.660 x 1.830 mm. Los espesores más habituales son: 16, 19, 22 y 30 mm. Algunos fabricantes suministran los tableros ya despiezados. Para mayor información consúltese con los fabricantes del directorio.

Las tolerancias de las dimensiones nominales definidas en la norma UNE EN 324-1.

PROPIEDADES

Densidad
Normalmente sus densidades varían de 600 a 680 kg/m³.

Contenido de humedad

El tablero se suministrará con un contenido de humedad comprendido entre el 5 y el 13 %.

Estabilidad dimensional (hinchazón)
Los tableros de partículas mantienen el carácter higroscópico de la madera, lo que hace que su contenido de humedad tienda a permanecer en equilibrio con las condiciones higrotérmicas del medio. Esto da lugar a variaciones dimensionales, en especial su espesor si no se controlan las condiciones ambientales de sus aplicaciones. Cuando se prevea que el tablero vaya a estar sometido a unas condiciones higrotérmicas adversas o se requiera una estabilidad dimensional superior, se recomienda utilizar tableros de partículas resistentes a la humedad.

Resistencia a la humedad
La resistencia del tablero de partículas frente a la humedad es relativamente baja debido a la porosidad del tablero y a su propia constitución. Su resistencia se puede mejorar con la incorporación de productos especiales en los adhesivos empleados. Algunas veces todavía se sigue usando la denominación comercial "hidrófugos" (que repelen el agua), que es incorrecta. Se debería utilizar las denominaciones anteriores que hacen referencia a su uso. El hecho de que un tablero haya mejorado su comportamiento frente a la acción de la humedad no le faculta para que sea expuesto a la intemperie sin protecciones adecuadas. Estos tableros suelen tener una coloración verde.

Conductividad térmica
Los valores de conductividad (Kcal/mh °C = W/ (mK)) en función de su densidad son: 0,18 (900 kg/m³), 0,12 (600 kg/m³); 0,07 (300 kg/m³). Fuente: EN 13.986.

Contenido de formaldehído.
La tendencia actual es utilizar tableros con bajo contenido en formaldehído. La norma UNE EN 13.986 establece las clases E1 y E2, determinadas con el método del perforador UNE EN 120 y el de cámara UNE EN 717-1.

Comportamiento al fuego
En la norma EN 13.896 se establece la Euroclase por el ensayo del SBI para los tableros de partículas. En función de como se instalen la norma especifica una serie de euroclases en función de la densidad, espesor e instalación; por ejemplo para espesores superiores



Tablero de partículas en la formación de cubiertas-

a 9 mm, con una densidad mínima de 600 kg/m³ e instalados sin cámara de aire: D-s2, d0; DFL-s1. Esta calificación de euroclases se puede mejorar mediante la adición de productos ignífugos al adhesivo utilizado en su fabricación.

Comportamiento frente a los agentes biológicos
En función de las condiciones ambientales o de la zona geográfica en donde se están utilizando, pueden ser degradados por los hongos xilófagos (tanto los que causan las pudriciones pardas como los cromógenos) y por los insectos xilófagos sociales (las termitas). Su constitución impide que sea atacado por los insectos xilófagos de ciclo larvario (carcomas, polillas, etc.). No se fabrican tableros de partículas que puedan utilizarse en las clases de riesgo 4 y 5.

Propiedades estructurales
Ver capítulo dedicado a Tableros Estructurales.

MARCAS DE CALIDAD

Sellos de Calidad AITIM

- tableros de partículas para ambiente seco (P1 y P2) .
- tableros de partículas con baja hinchazón.
- tableros de partículas con reacción al fuego mejorada.
- tableros de partículas resistentes a la humedad (P3).
- tableros de partículas de bajo contenido en formaldehído (E1).

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación. Los ensayos que se realizan y las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN; aunque en algunos productos se pueda establecer un procedimiento de ensayo y una especificación propia, como es el caso de los tableros con baja hinchazón.

MARCADO CE

Algunos de los tableros utilizados en carpintería y mobiliario pueden estar afectados por la Directiva Europea de la Construcción, por lo que deberán llevar

el Marcado CE. La implantación de la Directiva se realizará con la norma armonizada EN 13.986 que define todos los aspectos relativos al mercado CE.

SUMINISTRADORES

FINSA

Ctra. de Santiago a La Coruña Km. 57 15890 Santiago de Compostela La Coruña
Tel. 981 570 055 Fax 981 584 789
finsa@redestb.es

INAMA, S.A.

Barrio de San Román, s/n 48392 Múgica (Vizcaya)
Tel. 946 251 500 Fax 902 020 940

LUSO-FINSA (TABLERO DE FIBRAS)

Estrada Nacional 234. Km. 92,7 3520 Nelas. Portugal
Tel. 032 949 091 Fax 032 944 770

UTISA (TABLERO DE FIBRAS)

Partida de Hazas, s/n. 44370 Cella (Teruel)
Tel. 978 650 050/1378 Fax 978 650 197
intamasa@finsa.es

MASISA, S.A.

Av. Apoquindo 3650, piso 11. Las Condes, Santiago Region Metropolitana (Chile)
Tel. 56 2 7078800 56 Fax 2 2342666
eduardo.vial@masisa.com www.masisa.com

MOSTOLES INDUSTRIAL, S.A.

Granada, s/n 28935 Móstoles (Madrid)
Tel. 916 130 200 Fax 916 145 108

TABLEROS TRADEMA, S.L.

Ronda de Poniente, 6-B Parque Empresarial Euronova 28760 Tres Cantos. Madrid
918 030 801 Fax 918 032 095

UNION DE EMPRESAS MADERERAS, S.A. UNEMSA

La Canosa-Rus. 15100 Carballo (A Coruña)
Tel. 981 700 100 Fax 981 701 742



© AHEC

Puertas de tablero de partículas rechapadas en madera natural

CON MELAMINA

FINSA

Ctra. de Santiago a La Coruña Km.57 15890 Santiago
de Compostela (La Coruña)
Tel. 981 570 055 Fax 981 050 711
finsa@redestb.es

TABLEROS TRADEMA, S.L.
Ronda de Poniente, 6-B Parque Empresarial Euronova
28760 Tres Cantos. Madrid
Tel. 918 070 700 Fax 918 070 705

MOSTOLES INDUSTRIAL, S.A.
Granada, s/n 28935 Móstoles (Madrid)
Tel. 916 130 200 Fax 916 145 108
moinsa@moinsa.es

CON REACCIÓN AL FUEGO MEJORADA

FINSA (TABLERO DE PARTÍCULAS)

Ctra. de Santiago a La Coruña Km.57 15890 Santiago
de Compostela (A Coruña)
Tel. 981 570 055 Fax 981 557 076
finsa@redestb.es

CON BAJA HINCHAZÓN

FINSA (TABLERO DE PARTÍCULAS)

Ctra. de Santiago a La Coruña Km.57 15890 Santiago
de Compostela (A Coruña)
Tel. 981 570 055 Fax 981 557 076
finsa@redestb.es

INAMA, S.A.

Barrio de San Román, s/n 48392 Múgica (Vizcaya)
Tel. 946 251 500 Fax 902 020 940

UTISA (TABLERO DE FIBRAS)

Partida de Hazas, s/n. 44370 Cella (Teruel)
Tel. 978 650 050/1378 Fax 978 650 197
intamasa@finsa.es

Nota: en este directorio no se incluyen los distribuidores porque son muchos sino sólo los fabricantes.
En ROJO se marcan las empresas con Sello de Calidad AITIM



© AHEC

Tablero de partículas con reacción a la humedad mejorada

TABLEROS DE FIBRAS General

DEFINICIÓN

Se obtienen aplicando calor y/o presión a una base de fibras lignocelulósicas; su fabricación, como se verá más adelante, incluye a los fabricados con el proceso húmedo (no se añaden adhesivos) y con el proceso seco (se añaden adhesivos a las fibras de madera). Su espesor es igual o mayor a 1,5 mm.

HISTORIA

Convencionalmente se piensa que los orígenes del tablero de fibra se encuentran en el siglo VI aunque industrialmente no empezaron a producirse hasta 1920. El origen remoto del producto hay que buscarlo en el papel mediante conversión en pulpa de la madera, adición de agua y posterior secado de la mezcla.

Los primeros en aparecer fueron los tableros aislantes. De 1772 es una patente en Inglaterra de un material a base de pasta de papel que se podía usar en la fabricación de puertas, muebles y carruajes. En EEUU se conocen las patentes de Liman de 1858 y de Fleury de 1866. Los paneles porosos se desarrollan en EEUU con restos de fabricación de papel de periódico dirigiendo la manta húmeda a través de una malla metálica móvil y eliminando posteriormente el agua. Estos tableros, que tuvieron bastante éxito, se utilizaban para aislamiento térmico y acústico.

El resto de la historia se completa en los capítulos dedicados a los tableros de fibras duros (proceso húmedo) y los tableros de fibras de densidad media (proceso seco).

CLASIFICACIÓN

Los tableros de fibras se pueden clasificar, según fabricados por proceso húmedo o fabricados por proceso seco; según condiciones de utilización se clasifican para ambiente seco, ambiente húmedo (código H) y exterior (código E); según los tipos de utilización se clasifican como de aplicación general, de aplicación

estructural (código L), para todas las clases de duración de la carga (código A) y solamente para cargas instantáneas y de corta duración (código S). En las clases estructurales se añade el dígito 1 para los tableros estructurales y el 2 para los tableros estructurales de alta prestación.

TIPOS

1. TABLEROS FABRICADOS POR PROCESO HÚMEDO

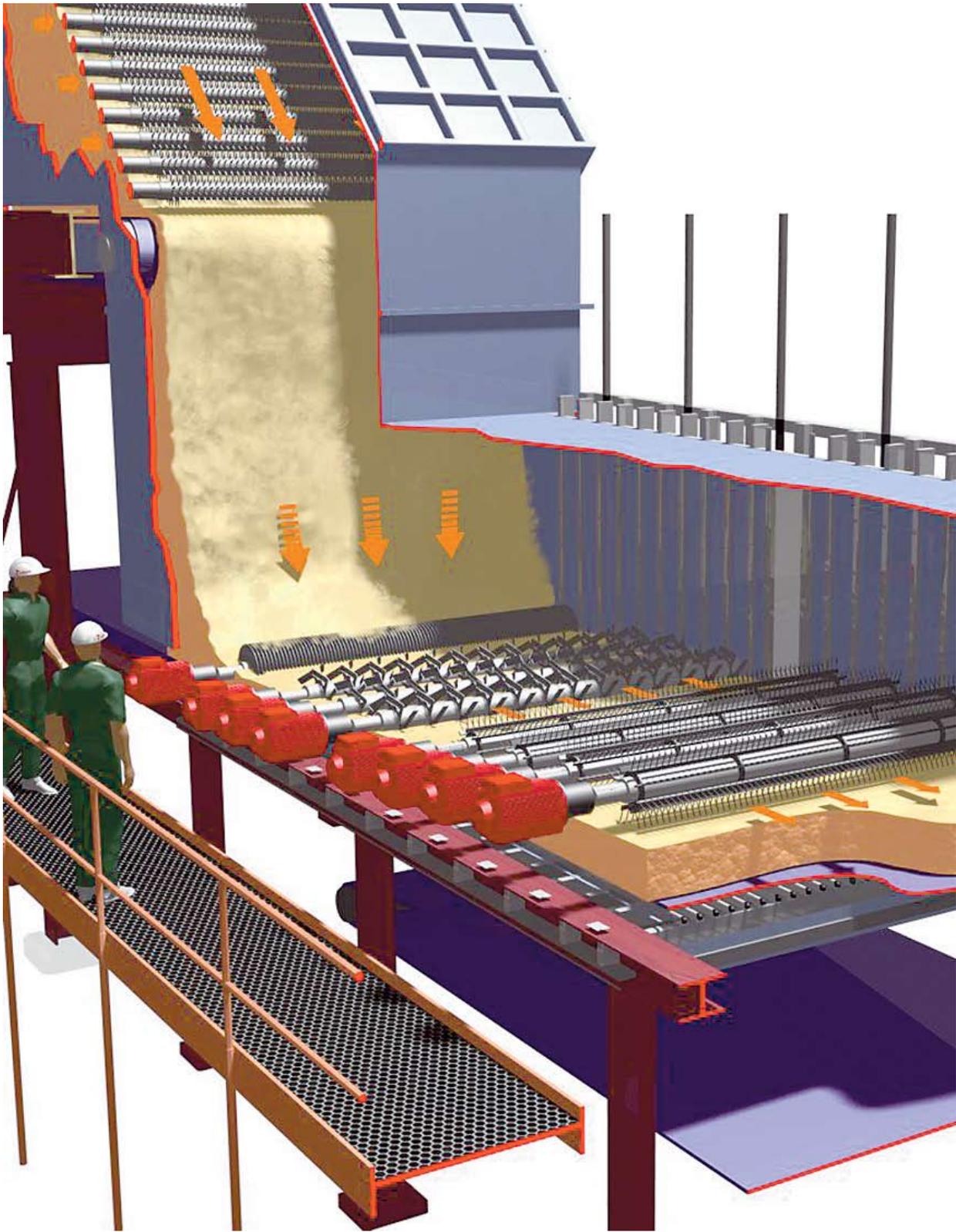
Son los tableros en los que el contenido de humedad de las fibras en el momento de su formación es superior al 20%. En función de su densidad se distinguen los siguientes tipos:

Tableros de fibras duros: su densidad es igual o mayor a 900 kg/m^3 , para denominarlos se utilizan las siglas HB, que significan Hard Board.

Tableros de fibras semiduros: su densidad es igual o mayor a 400 kg/m^3 e inferior a 900 kg/m^3 , para denominarlos se utilizan las siglas MB, que significan Medium Board. Dependiendo de su densidad se distinguen:

- semiduros de baja densidad: su densidad es mayor o igual a 400 kg/m^3 e inferior a 560 kg/m^3 , para denominarlos se utilizan las siglas MBL, que significan Medium Board Light.
- semiduros de alta densidad: su densidad es mayor o igual a 560 kg/m^3 e inferior a 900 kg/m^3 , para denominarlos se utilizan las siglas MBH, que significan Medium Board Heavy.

Tableros de fibras aislantes: su densidad es igual o superior a 230 kg/m^3 e inferior a 400 kg/m^3 , para denominarlos se utilizan las siglas SB, que significan Soft Board. Estos tableros tienen propiedades de aislamiento térmico y acústico.



2. TABLEROS DE FIBRAS FABRICADOS POR PROCESO SECO

Son los tableros en los que el contenido de humedad de las fibras en el momento de la formación es inferior al 20% y cuya densidad es mayor o igual a 450 kg/m³. Estos tableros se fabrican principalmente añadiendo un aglomerante sintético y mediante la aplicación de calor y presión. Con fines comerciales se pueden encontrar distintas denominaciones con distintos rangos de densidad:

- HDF MDF con una densidad igual o superior a 800 kg/m³
- MDF ligero MDF con una densidad igual o inferior a 650 kg/m³
- MDF ultra ligero MDF con una densidad igual o inferior a 550 kg/m³

PROPIEDADES

Para conocer las propiedades de los distintos tableros véanse los capítulos específicos de cada tipo de tablero.



TABLEROS DE FIBRAS DUROS | SEMIDUROS | AISLANTES

DEFINICIÓN

Se fabrican mediante la aplicación de calor y/o presión a una base de fibras lignocelulósicas. El contenido de humedad de las fibras en el momento de su formación es superior al 20%, por ese motivo se denominan "fabricados por vía húmeda". La unión de las fibras se realiza a través de la lignina de la madera, que a partir de los 180 °C se vuelve semilíquida, no utilizándose resinas artificiales. Su densidad depende del tipo de tablero variando desde 200 hasta 1.000 kg/m³.

HISTORIA

Los tableros de fibras obtenidos por vía húmeda tienen su origen en la empresa Masonite, creada por William H. Mason en 1926. Mason, un colaborador de Edison, estaba trabajando en el diseño de un equipo (digestor) que fuera capaz de convertir las astillas en fibras sin que estas perdieran su lignina. Gracias a la aplicación de vapor a alta presión y durante cortos periodos de tiempo fue capaz de obtener fibras a partir de astillas, que posteriormente se lavaban para eliminar la hemicelulosa y mejorar la estabilidad dimensional final del producto. Estas fibras no se podían utilizar para la fabricación de papel, pero si se prensaban con una prensa de platos calientes se convertían en láminas duras y rígidas, actuando la lignina como ligante. Es interesante mencionar como se produjo su descubrimiento, que al igual que en otros casos, fue accidental. La leyenda cuenta que un día antes de ir a comer, después de haber obtenido una masa de fibras similar a la de los tableros porosos la colocó en una prensa de platos calientes desconectada para que se secaran. Mason creyó que había desconectado la prensa, pero un fallo en la llave del vapor provocó que se calentaran los platos de la misma. Cuando volvió de comer se encontró con que la masa de fibras se habría convertido en un tablero de fibras duro de alta densidad. A partir de ese momento procedió a desarrollar la tecnología de este tipo de tablero. Por este motivo

durante mucho tiempo el nombre Masonite ha sido prácticamente sinónimo al de tablero de fibras duro.

Mason fue el principal accionista y director general de la empresa que se expandió muy rápidamente, recibiendo multitud de premios. Cuando murió en 1940 vio todas sus esperanzas colmadas.

Los tableros de fibras duros «masonite» se empezaron a utilizar en la construcción, con aplicaciones estructurales en las almas de viguetas de doble T, aunque después el producto se ha ido dirigiendo más hacia la carpintería y el mueble. Actualmente aunque se encuentran con facilidad en la construcción dentro de los ámbitos de la decoración y el mobiliario, es raro verlos en funciones puramente estructurales.

Mientras tanto el ingeniero sueco Asplund, desarrolló en 1931 el defibrador (Defibrator AB) y montó la primera fábrica europea de tableros de fibras duros en Suecia, en 1934. Los defibradores dominan actualmente la fabricación de este tipo de tableros. Posteriormente Mason y Asplund introdujeron los tableros con una cara lisa, mediante la inserción de un malla metálica en la prensa que permitía la eliminación del agua y del vapor durante el proceso de prensado de la manta de fibras húmedas. El paso a la obtención de tableros con dos caras lisas conllevó una gran discusión sobre la patente de la misma entre Mason y la compañía americana de yesos, que fabricaba este tipo de tableros de yeso. Durante los últimos años no se han producido cambios significativos en su fabricación. Actualmente las presiones medio ambientales, originada por las aguas residuales que producen, son un freno importante para las fábricas.

En España la primera línea de tableros de fibras se instaló en Valladolid por la empresa Tafisa a principios de los años 1950. El producto recibió el nombre de Tablex.



Tablero de fibras duro como base de suelo

APLICACIONES

- Carpintería y muebles: fabricación de puertas, fabricación de muebles en general, fabricación de muebles de cocina y de baño, cajones.
- Variadas como fabricación de automóviles, caravanas y fabricación de aparatos de música.
- Estructurales: paredes y cubiertas.
- Los tableros de fibras perforados a veces se utilizan como absorbentes acústicos.

COMPOSICIÓN

Los materiales que intervienen en su fabricación son los siguientes: fibras de madera, recubrimientos y aditivos.

- Fibras: Se obtienen calentando las partículas de madera y forzando su paso a través de los discos rotativos del desfibrador.
- Recubrimientos: Se utilizan para mejorar su estética y se colocan sobre sus caras. Los más habituales son: melaminas, chapas sintética barnizable, chapas sintética barnizada, papeles lacado, rechapados con chapas naturales de diferentes maderas, etc. También se pueden pintar o barnizar con productos en base agua o en disolvente orgánico, pero se aconseja aplicar previamente un sellante o una imprimación.
- Aditivos: Son productos químicos que se pueden incorporar durante su proceso de fabricación para mejorar algunas de sus propiedades. Los más usuales son las ceras, los productos ignífugos, los productos insecticidas, y los productos fungicidas.

TIPOS

1.- Tableros de fibras duros: Para denominarlos se utilizan las siglas HB.

1.1.- Según las condiciones de utilización se clasifican como:

- Tipo HB, para utilización en ambiente seco.
- Tipo HB.H, para utilización en ambiente húmedo.
- Tipo HB.E, para utilización general en ambiente exterior.

1.2.- Según sus propiedades estructurales se clasifican como:

- Tipo HB.LA, para utilización en ambiente seco.
- Tipo HB.HLA.1, para utilización en ambiente húmedo.
- Tipo HB.HLA2, de altas prestaciones para utilización en ambiente húmedo

2.- Tableros de fibras semiduros. Para denominarlos se utilizan las siglas MBL (baja densidad) y MBL (alta densidad).

2.1.- Según las condiciones de utilización se clasifican como:

- Tipos MBL y MBH: para utilización general en ambiente seco
- Tipo MBL.H y MBH.H: para utilización general en ambiente húmedo
- Tipo MBL.E y MBH.E: para utilización general en ambiente exterior

2.2.- Según sus propiedades estructurales se clasifican como:

- Tipo MBH.LA1: para utilización en ambiente seco
- Tipo MBH.LA2: de altas prestaciones para utilización en ambiente seco
- Tipo MBH.HLS1: para utilización en ambiente húmedo
- Tipo MBH.HLS2: de altas prestaciones para utilización en ambiente húmedo

3.- Tableros de fibras aislantes. Para denominarlos se utilizan las siglas SB.

3.1.- Según las condiciones de utilización se clasifican como:

- Tipos SB: para utilización general en ambiente seco
- Tipo SB.H: para utilización general en ambiente húmedo
- Tipo SB.E: para utilización general en ambiente exterior

3.2.- Según sus propiedades estructurales se clasifican como:

- Tipo SB.LS: para utilización en ambiente seco
- Tipo SB.HLS: para utilización en ambiente húmedo



Tablero de fibras duro como fondo de cajón

DIMENSIONES

Las dimensiones habituales de la longitud y anchura son las correspondientes a las prensas de platos: 2440 x 1220 mm y 2750 x 1220 mm. Los espesores habituales son:

- tableros de fibras duros de 1,2 a 9,5 mm.
- tableros de fibras semiduros de 2 a 12 mm.
- tableros de fibras blandos de 8 a 25 mm.

Algunos fabricantes suministran los tableros ya despiezados. Para mayor información consúltese con los fabricantes. Las tolerancias de las dimensiones nominales definidas en la norma UNE EN 622-1.

PROPIEDADES

Densidad

- Tableros de fibras duros: igual o mayor a 900 kg/m³.
- Tableros semiduros: igual o mayor a 400 kg/m³ e inferior a 900 kg/m³.
 - de baja densidad: mayor o igual a 400 kg/m³ e inferior a 560 kg/m³.
 - de alta densidad: mayor o igual a 560 kg/m³ e inferior a 900 kg/m³.
- Tableros blandos: igual o superior a 230 kg/m³ e inferior a 400 kg/m³.

Contenido de humedad

Debe estar comprendida entre 4 - 9 %.

Estabilidad dimensional

Los tableros de fibras mantienen el carácter higroscópico de la madera, lo que hace que su contenido de humedad tienda a permanecer en equilibrio con las condiciones higrotérmicas del medio. Esto da lugar a variaciones dimensionales, en especial su espesor si no se controlan las condiciones ambientales de sus aplicaciones. Cuando se prevea que el tablero vaya a estar sometido a unas condiciones higrotérmicas adversas o se requiera una estabilidad dimensional superior, se recomienda utilizar tableros de fibras resistentes a la humedad.

Resistencia a la humedad

La resistencia del tablero de fibras frente a la humedad es relativamente baja debido a la capacidad de

absorción de agua que tienen las fibras. Su resistencia se puede mejorar con la incorporación de productos especiales durante su proceso de fabricación. Las aplicaciones en las que se exigen unos mínimos de resistencia a la humedad son las que hacen referencia tanto a aplicaciones en carpintería como a usos estructurales. Algunas veces todavía se sigue usando la denominación comercial "hidrófugos" (que repelen el agua), que es incorrecta. Se debería utilizar las denominaciones anteriores que hacen referencia a su uso. El hecho de que un tablero haya mejorado su comportamiento frente a la acción de la humedad no le faculta para que sea expuesto a la intemperie sin protecciones adecuadas. Estos tableros suelen tener una coloración verde. Una mayor coloración verdosa no significa que el tablero sea más resistente a la humedad, ya que el color se usa sólo para distinguir el tablero.

Conductividad térmica

Los valores de conductividad (Kcal/mh °C = W/ (mK)) en función de su densidad son: 0,14 (800 kg/m³), 0,18 (600 kg/m³); 0,07 (400 kg/m³); 0,05 (200 kg/m³).

Contenido de formaldehído

La tendencia actual es utilizar tableros con bajo contenido en formaldehído. La norma UNE EN 13.986 establece las clases E1 y E2, determinadas con el método del perforador UNE EN 120 y el de cámara UNE EN 717-1.

Comportamiento al fuego

En la norma EN 13.896 se establece la Euroclase por el ensayo del SBI para los tableros de fibras. En función de como se instalen la norma especifica una serie de euroclases en función de la densidad, espesor e instalación; por ejemplo para tableros de fibras duros con espesores superiores a 6 mm, con una densidad mínima de 900 kg/m³ e instalados sin cámara de aire: D-s2, d0; DFL-s1. Esta calificación de euroclases se puede mejorar mediante la adición de productos ignífugos al adhesivo utilizado en su fabricación. Para distinguirlos de los estándar a veces suelen tener una coloración roja, aunque en otras ocasiones no incorporan estos pigmentos. Sobre este punto hay que destacar que una mayor coloración roja no significa que el tablero tenga una mejor reacción al fuego, ya que la coloración se obtiene añadiendo pigmentos y estos no influyen en las propiedades del tablero.



© Gutex

Comportamiento frente a los agentes biológicos

En función de las condiciones ambientales o de la zona geográfica en donde se están utilizando, pueden ser degradados por los hongos xilófagos (tanto los que causan las pudriciones pardas como los cromógenos) y por los insectos xilófagos sociales (las termitas). Su constitución impide que sea atacado por los insectos xilófagos de ciclo larvario (carcomas, polillas, etc.). No se fabrican tableros de partículas que puedan utilizarse en las clases de riesgo 4 y 5.

Propiedades estructurales

Ver capítulo de Tableros Estructurales.

MARCAS DE CALIDAD

Sellos de Calidad AITIM:

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación. Los ensayos que se realizan y las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN.

MARCADO CE

Algunos de los tableros utilizados en carpintería y mobiliario pueden estar afectados por la Directiva Europea de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE. La implantación de la Directiva se realizará con la norma armonizada EN 13.986 que define todos los aspectos relativos al mercado CE.



TABLEROS DE FIBRAS DE DENSIDAD MEDIA

DEFINICIÓN

Se obtiene aplicando presión y calor a fibras de madera a las que se ha añadido previamente un adhesivo. El hecho de utilizar fibras de madera seca origina que se denomine como tableros de fibras obtenidos por el proceso "seco". El tablero se caracteriza por tener una densidad \geq a 450 kg/m³. En el mercado se los conoce como tableros MDF, que se corresponden con las iniciales de Medium Density Fiberboards.

HISTORIA

Los tableros de fibras de densidad media MDF (medium density fiberboard) obtenidos por el proceso de vía seca aparecen en los años 1950. El elemento principal que supuso su inicio fue el «refinador presurizado». Con este equipo se obtenían fibras más finas pero con más volumen que las que se obtenían con refinadores que trabajaban a la presión atmosférica.

Tiene su origen en las investigaciones realizadas por Torbin Yates, con la invención de «cultured wood». Y los desarrollos de Miller Hofft y Schuber basados en la obtención de fibras mediante su desfibrado termomecánico utilizando la vía seca. Otros aspectos técnicos que se tuvieron que resolver, se centraban en mantener la suspensión de la masa de fibras en el aire y evitar la tendencia natural a concentrarse y congregarse. En la literatura técnica y en las patentes concedidas se citan las soluciones aportadas por Sandermann y Kunнемeyer (1957), Swiderski (1963) y Lampert (1967), que utilizaban mecanismos para el depósito de las fibras basados en la gravedad o en la utilización de filtros.

La primera fábrica se construyó en 1965, en Deposit - Nueva York, Estados Unidos, los tableros se vendían

con el nombre comercial «Baraboard». En Europa la primera fábrica se instaló en Ribnitz - Damgarten, en la antigua República Democrática Alemana; y en España, en Cella (Teruel), por la empresa Intamasa (actualmente con el nombre de Utisa).

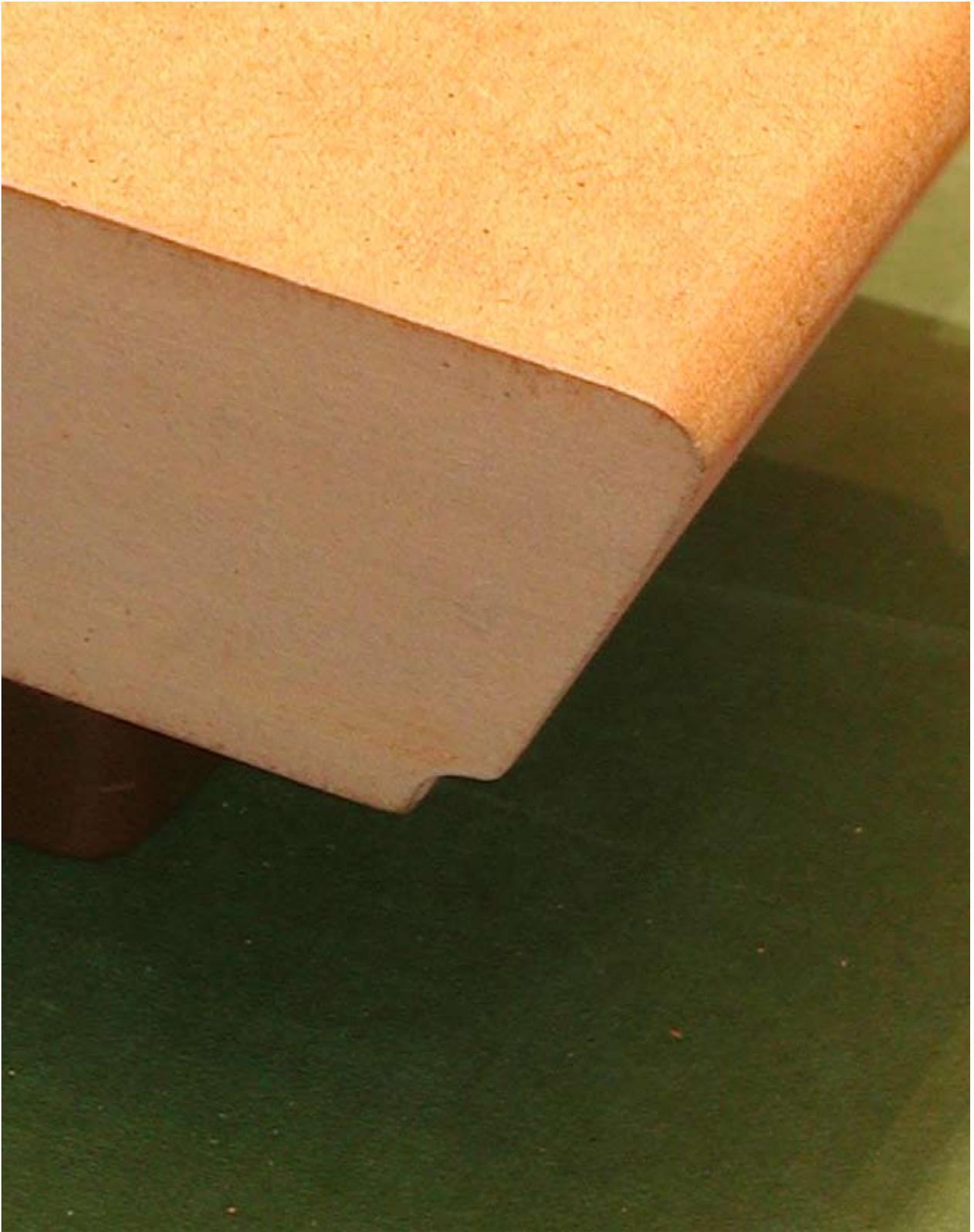
APLICACIONES

- Carpintería y mueble: fabricación de puertas, fabricación de muebles en general, fabricación de muebles de cocina y de baño (en especial para las puertas en relieve), muebles divisorios, elementos mecanizados, molduras, etc.
- Construcción: bases de cubiertas, divisiones interiores, tabiques, prefabricados, bases de suelos.

COMPOSICIÓN

Los materiales que intervienen en su fabricación son fibras de madera, adhesivos, recubrimientos y aditivos.

- Fibras: se obtienen calentando partículas de madera y forzando su paso a través de los discos rotativos del desfibrador, posteriormente se secan, se encolan y se forma una manta de fibras a la que se aplica presión y calor para obtener el tablero.
- Adhesivos: Los adhesivos que se utilizan dependen de las características y de las propiedades que se quieran obtener. Se pueden utilizar los siguientes adhesivos: Urea - formol (UF), Urea - melamina - formol (MUF), Fenol - formaldehído (PF)
- Recubrimientos: Se utilizan para mejorar su estética y se colocan sobre sus caras. Se pueden utilizar los siguientes: melamina, chapa sintética barnizable, chapa sintética barnizada, papel lacado, rechapado con chapas naturales de diferentes maderas, etc. En



muchas ocasiones, y debido a sus buenas propiedades, también se lacan o pintan.

- Aditivos: Son productos químicos que se incorporan durante su proceso de fabricación para mejorar algunas de sus propiedades. Los más usuales son las ceras y parafinas, los productos ignífugos, los productos insecticidas, los productos fungicidas y los endurecedores.

TIPOS

1.- Tableros de fibras de densidad media fabricados por el proceso seco (MDF) se clasifican según su densidad y su utilización en las siguientes clases técnica:

MDF

- MDF para utilización general en ambiente seco.
- MDF.H para utilización general en ambiente húmedo.
- MDF.LA estructurales para utilización en ambiente seco.
- MDF. HLS estructurales para utilización en ambiente húmedo.

L-MDF

- L-MDF ligeros para utilización general en ambiente seco.
- L-MDF.H ligeros para utilización en ambiente húmedo.

UL-MDF

- UL1-MDF ultraligeros para utilización general en ambiente seco.
- UL2-MDF ultraligeros para utilización general en ambiente seco.

- MDF.RWH para utilización como subcapas rígidas en muros y cubiertas.

2.- Otras aplicaciones

- tableros con resistencia mejorada frente a ataques biológicos
- tableros con mejores prestaciones frente al fuego.
- tableros con mejores prestaciones de aislamiento acústico

DIMENSIONES

Existe una gran variedad de longitudes (desde 2.050 mm hasta más 4.000 mm), de anchuras (desde 1.220 mm hasta 2.500 mm) y de espesores (desde 2,5 mm hasta 50 mm). Algunos fabricantes suministran los tableros ya despiezados. Para mayor información consúltese con los fabricantes.

PROPIEDADES

Los tableros de fibras de densidad media se caracterizan por su uniformidad y homogeneidad en todo su espesor, sus caras son lisas y suaves, no presentan problemas para su corte y se mecanizan y molduran con mucha facilidad.

Densidad:

En el caso de los tableros MDF debe ser igual o superior a 450 kg/m³.

Contenido de humedad

Se suministrará con un contenido de humedad comprendido entre el 4 y el 10 %.

Estabilidad dimensional

Mantienen el carácter higroscópico de la madera, lo que hace que su contenido de humedad tienda a permanecer en equilibrio con las condiciones higrotérmicas del medio. Esto da lugar a variaciones dimensionales, en especial su espesor si no se controlan las condiciones ambientales de sus aplicaciones. Cuando se prevea que el tablero vaya a estar sometido a unas condiciones higrotérmicas adversas o se requiera una estabilidad dimensional superior, se recomienda utilizar tableros de fibras MDF resistentes a la humedad.

Resistencia a la humedad

La resistencia del tablero de fibras frente a la humedad es relativamente baja debido a la capacidad de absorción de agua que tienen las fibras que lo constituyen. Su resistencia se puede mejorar con la incorporación de productos especiales en los adhesivos empleados. Las aplicaciones en las que se exigen unos mínimos de resistencia a la humedad son las que hacen referencia tanto a aplicaciones en carpintería como a usos estructurales. Algunas veces todavía se sigue usando la denominación comercial "hidrófugos" (que



repelen el agua), que es incorrecta. Se debería utilizar las denominaciones anteriores que hacen referencia a su uso. El hecho de que un tablero haya mejorado su comportamiento frente a la acción de la humedad no le faculta para que sea expuesto a la intemperie sin protecciones adecuadas. Estos tableros suelen tener una coloración verde. Una mayor coloración verdosa no significa que el tablero sea más resistente a la humedad, ya que el color se usa sólo para distinguir el tablero.

Conductividad térmica

Los valores de conductividad ($\text{Kcal/mh } ^\circ\text{C} = \text{W/ (mK)}$) en función de su densidad son: 0,14 (800 kg/m^3), 0,10 (600 kg/m^3); 0,07 (400 kg/m^3); 0,07 (400 kg/m^3). Fuente: EN 13.986.

Contenido de formaldehído.

La tendencia actual es utilizar tableros con bajo contenido en formaldehído. La norma UNE EN 13.986 establece las clases E1 y E2, determinadas con el método del perforador UNE EN 120 y el de cámara UNE EN 717-1.

Comportamiento al fuego

En la norma EN 13.896 se establece la Euroclase por el ensayo del SBI para los tableros de MDF. En función de como se instalen la norma especifica una serie de euroclases en función de la densidad, espesor e instalación; por ejemplo para espesores superiores a 9 mm, con una densidad mínima de 600 kg/m^3 e instalados sin cámara de aire: D-s2, d0; DFL-s1. Esta calificación de euroclases se puede mejorar mediante la adición de productos ignífugos al adhesivo utilizado en su fabricación.

Comportamiento frente a los agentes biológicos

En función de las condiciones ambientales o de la zona geográfica en donde se están utilizando, pueden ser degradados por los hongos xilófagos (tanto los que causan las pudriciones pardas como los cromógenos) y por los insectos xilófagos sociales (las termitas). Su constitución impide que sea atacado por los insectos xilófagos de ciclo larvario (carcomas, polillas, etc.). No se fabrican tableros de partículas que puedan utilizarse en las clases de riesgo 4 y 5.

Propiedades estructurales

Ver capítulo dedicado a Tableros Estructurales.

MARCAS DE CALIDAD

Sellos de Calidad AITIM

- Tableros de fibras de densidad media
- Tableros de fibras de densidad media resistentes a la humedad
- Tableros de fibras de densidad media con reacción al fuego mejorada
- Tableros de fibras de densidad media con reacción al fuego mejorada y resistentes a la humedad
- Tableros de fibras de densidad media de bajo contenido de formaldehído
- Tableros de fibras de densidad media de bajo contenido de formaldehído y resistentes a la humedad

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación. Los ensayos que se realizan y las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN; aunque en algunos productos se pueda establecer un procedimiento de ensayo y una especificación propia, como es el caso de los tableros con baja hinchazón.

MARCADO CE

Algunos de los tableros utilizados en carpintería y mobiliario pueden estar afectados por la Directiva Europea de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE. La implantación de la Directiva se realizará con la norma armonizada EN 13.986 que define todos los aspectos relativos al mercado CE.



SUMINISTRADORES

FIBRAS DEL NOROESTE, S.A. (FIBRANOR)

Polígono Industrial de Rabade 27370 Rábade (Lugo)
Tel. 982 011 261 Fax 902 020 821
fibranor@finsa.es www.finsa.es

LUSO-FINSA. Industria e Comercio de Madeiras, Lda.

Estrada Nacional 234. Km. 92,7 3520 Nelas. Portugal
Tel. 032 949 091 Fax 032 944 770

MDF-FINSA

Ctra. de Santiago a La Coruña Km.57 15890 Santiago
de Compostela (La Coruña)
Tel. 981 570 055 Fax 981 050 711
finsa@redestb.es

OREMBER, S.A.

Pol. Ind. San Cibrao das Viñas. 32911 Ourense
Tel. 988 223 450 Fax 988 223 462
orember@finsa.es www.finsa.es

UTISA

Partida de Hazas, s/n. 44370 Cella (Teruel)
Tel. 978 650 050/1378 Fax 978 650 197
intamasa@finsa.es

INTASA. Industrias del Tablero.SA

AFraga.15560.S.Sadurniño. A Coruña Apto de Correos
460 El Ferrol
Tel. 981 490 250 Fax 981 490 108

TABLEROS TRADEMA, S.L.

Ronda de Poniente, 6-B Parque Empresarial Euronova
28760 Tres Cantos. Madrid
Tel. 918 070 700 Fax 918 070 705

Nota: En este directorio sólo se incluyen fabricantes,
no distribuidores, que son muy abundantes. En ROJO,
se resaltan las empresas que disponen del Sello de
Calidad AITIM



Puerta de MDF lacada. Vivienda en Santa Cruz de Tenerife. Arquitectos: AMP Arquitectos

TABLEROS DE PARTÍCULAS CEMENTO

DEFINICIÓN

Se obtiene aplicando presión a partículas de madera u de otra naturaleza vegetal, que han sido aglomeradas previamente con cemento.

HISTORIA

Las primeras patentes de fabricación datan del año 1880, si bien entonces el aglomerante utilizado era el yeso. Posteriormente se empleó como aglomerante la magnesita y el cemento (1928). Ciñendonos a los aglomerados con cemento, su aparición data de los años 30 en los que aparece un tablero fabricado con lana de madera, conocido comercialmente en Europa con el nombre de «Heraklith» y en Norteamérica con el de «Excelsior». La adición de partículas de madera al anterior permitió el desarrollo de un tablero de alta densidad, apto para su empleo en la construcción, existiendo numerosas patentes desde 1954 a 1965, la mayoría de ellas del ingeniero tejano Armin Elmendorf.

En los años 1968 y 1969 la empresa suiza Durisol AG instaló una planta con una producción diaria de 20 m³. El tablero era de 3 capas, constituido por partículas de 30 mm de longitud, normalmente homogéneamente distribuidas, pero en algunos casos también orientadas. Esta misma compañía perfeccionó el sistema apareciendo en el mercado, en 1974, con un nuevo tablero denominado Duripanel. Era el primer tablero aglomerado con cemento de superficies lisas, tal y como hoy se conocen en el mercado. La producción de este tablero ha crecido lenta pero constantemente. Actualmente hay cerca de 30 fábricas en todo el mundo, la mayoría de las cuales se encuentran en la antigua Unión Soviética. Este tipo de fábricas suelen ser pequeñas si se las compara con las de tableros de

partículas, su producción suele ser de 100 - 150 m³/día.

APLICACIONES

Estos tableros tienen muchos usos:

Transporte:

Suelos camiones pesados, trailers, vagones de trenes, camiones frigoríficos, remolques para caballos, autobuses y caravanas. Puertas de vehículos, divisiones y recubrimientos interiores de trenes, laterales de camiones frigoríficos, remolques de caballos y caravanas.

Construcción:

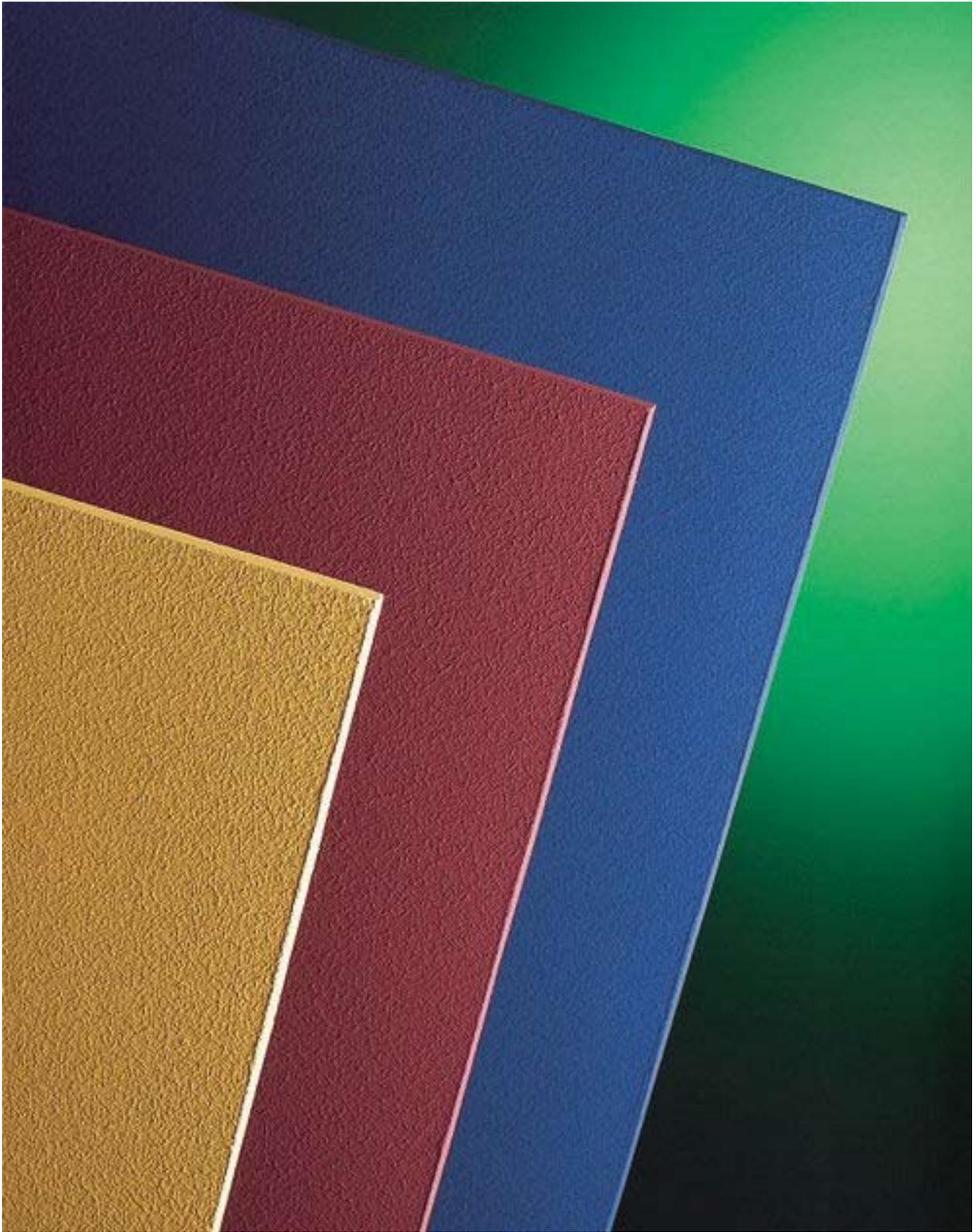
Encofrados, cubiertas, paneles sandwich, revestimientos, tabiques-particiones, casas prefabricadas, falsos techos, suelos de gran tránsito, suelos elevados

Carpintería:

Puertas resistentes al fuego

COMPOSICIÓN Y FABRICACIÓN

El tablero está formado por partículas de madera, cemento Portland y aditivos químicos cuya misión es acelerar el proceso de fraguado del cemento. Las partículas se suelen obtener de madera de coníferas, de longitud 10 a 35 mm y espesor de 0,2 a 0,35 mm, según se utilicen en el centro o en las caras del tablero. Tras mezclarse con cemento Portland y agua y añadir aditivos químicos, la mezcla pasa a las formadoras, donde se crea una manta que es cortada a las dimensiones de los platos de la prensa donde se aplican presiones de 2,4 a 3,0 N/mm² durante 2 o 3



minutos tras las cuales se fragua el cemento y se deja "curar", durante 8 a 18 días.

TIPOS

Se clasifican según el aglomerante; el estado superficial (lisos o moldurados, lijados, pintados, revestidos, etc.); la forma (planos y cantos lisos, cantos mecanizados)

La clasificación más habitual es la que hace referencia a las condiciones de utilización: ambiente seco, ambiente húmedo y exterior.

DIMENSIONES

Las dimensiones habituales de fabricación son de 1.200 x 2.440 mm, aunque también se pueden fabricar con longitudes de 3.500, 2.600 y 2.800 mm. Sus espesores varían de 8 a 40 mm.

PROPIEDADES

Se caracterizan por su elevada rigidez, buena resistencia a la humedad, excelente comportamiento al fuego y buenas propiedades de aislamiento acústico.

Densidad

Debe ser de 1.000 kg/m³.

Contenido de humedad

Se suministran con humedades comprendidas entre el 6 y el 12 %.

Estabilidad dimensional

Sus cambios de dimensiones para un incremento de una unidad en el contenido de humedad del tablero son los siguientes:

- longitud: 0,05 %
- anchura: 0,05 %
- espesor: 0,04 %

Resistencia a la humedad

Su resistencia es alta. Su hinchazón después de someterlos a un envejecimiento artificial acelerado, cuyos valores se evalúa con la prEN 634-2.

Conductividad térmica

En la norma UNE EN 13.986 se especifica, para una densidad de 1.200 kg/m³, el coeficiente de conductividad térmica de 0,23 Kcal/mh °C (W/ mK)

Aislamiento acústico

Los tableros de 18 mm y con densidades próximas a los 1.200 kg/m³, tienen un aislamiento acústico de 31 a 33 dB RW.

El Coeficiente de absorción acústica de los tableros se puede determinar mediante ensayo (UNE EN ISO 354) o utilizar los valores que se recogen en la norma UNE EN 13.986.

En algunas aplicaciones se realizan perforaciones especiales sobre el tablero para mejorar su comportamiento acústico.

Permeabilidad al vapor de agua.

Se puede determinar de acuerdo con la norma UNE EN ISO 12.572 o utilizar los valores que se recogen en la norma UNE EN 13.986.

Contenido de formaldehído

En la norma UNE EN 13.986 se especifican dos clases: E1 y E2.

Comportamiento al fuego

Su comportamiento al fuego es excelente. En la norma EN 13.896 se establece que las Euroclases, con espesores superiores a 9 mm y una densidad mínima de 1.000 kg/m³ son:

B-s1, d0 (excluyendo suelos) y BFL-s1 (para la clase suelos).

Comportamiento frente a los agentes biológicos

Debido a la presencia de cemento el riesgo de ataque por agentes xilófagos es despreciable. Además su alta alcalinidad favorece su gran durabilidad frente a las pudriciones blandas y termitas.

Los ensayos realizados en varios centros europeos estiman una vida de servicio superior a los 30 años.

Otras propiedades

Su resistencia al impacto inferior a la de los tableros de partículas, pero superior a los de los tableros de yeso. Una de sus principales desventajas es su difícil manejo, ya que un tablero estándar tiene un peso de 45 kg.



Aunque se pueden mecanizar en caras y cantos, requieren útiles de carburo de tungsteno o impregnadas con diamantes además de un correcto sistema de extracción de polvo.

Se pueden encolar entre sí o a otros tableros con adhesivos compatibles con los álcalis.

Se pueden atornillar y clavar, pero en tableros con espesores superiores a 12 mm es necesario pretaladrar a no ser que se utilicen tornillos autoroscantes.

MARCAS DE CALIDAD

No existen sellos de calidad sobre este producto.

MARCADO CE

Algunos de los tableros utilizados en carpintería y mobiliario pueden estar afectados por la Directiva Europea de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE. La implantación de la Directiva se realizará con la norma armonizada EN 13.986 que define todos los aspectos relativos al marcado CE.



TABLEROS COMPACTOS

ESTRATIFICADOS DE MADERA Y COMPUESTOS CON HPL

DEFINICIÓN

También llamados tableros estratificados, son tableros formados por un núcleo de resina de fenol armado con fibras celulósicas o por un tablero de madera revestido por las dos caras. El conjunto se prensa a alta presión y temperatura. Son tableros de densidad y peso elevados, de ahí su denominación comercial.

En el mercado predominan las denominaciones comerciales concretas por lo que no está muy extendido el concepto de tablero compacto.

HISTORIA

Los laminados de alta presión, que son la base de este producto, son relativamente recientes. Las resinas fenólicas fueron desarrolladas por el químico belga Leo Baekeland condensando fenol y formaldehído produjo el primer plástico totalmente sintético denominado "bakelita". El material era resistente al calor, agua, productos químicos y la corriente eléctrica; por lo que podía sustituir al caucho que se utilizaba para el aislamiento de componentes eléctricos. Otros experimentos de Baekeland incluyeron la impregnación de papeles con resinas de bakelita y su moldeo con altas presiones y temperaturas conocidos como proceso termoendurecedor.

En 1913 dos investigadores norteamericanos, Herbert A. Faber y Daniel J. O'Connor, integrantes de un equipo de investigadores que estaban trabajando sobre materiales aislantes y laminados de resinas fenólicas, descubrieron que utilizando alta presión y resinas plásticas se podían fabricar materiales de aislamiento de alta calidad para componentes eléctricos. En ese año fundaron la compañía Formica Insulating Company en Cincinnati - Ohio. Al principio se dedicaron a fabricar anillos y tubos de plástico para la industria

eléctrica, pero en 1914 utilizaron prensas para obtener láminas, que permitió ampliar sus aplicaciones para aislar las radios de los barcos.

En 1927 siguieron avanzando en este tipo de productos con la incorporación de los laminados decorativos, litografiando imágenes, introduciendo el diseño que posteriormente marcaron los rasgos distintivos de las diferentes empresas fabricantes. A partir de 1930 se empieza a añadir a los productos capas de melamina resistentes al desgaste, con lo que se consigue mejorar las características de durabilidad y facilidad de mantenimiento. Después de la II Guerra Mundial la demanda de este tipo de productos se dispara, entrando en el mercado europea a partir de 1946. A partir de 1970 aumenta la tendencia de utilizar colores más brillantes, imitaciones de madera y una apariencia más natural. En 1980 se incorporan colores más sólidos

Así mismo se destaca que establecer una denominación para este tipo de tableros resulta complicado, ya que en el mercado predominan las denominaciones comerciales de las empresas que los fabrican (por ejemplo y entre otras "Trespa", "Parklex", "Prodema", "Formica", etc.)

APLICACIONES

- Interior: revestimientos de paredes, techo y suelos; mobiliario de oficina, mobiliario de laboratorios, baños, cocinas; taquillas de vestuarios; revestimientos interiores de piscinas; encimeras, etc.
 - Exterior: cerramientos de fachadas, cerramientos, elementos de guardería, juegos infantiles, etc.
- Nota: En este capítulo se contemplan, principalmente los utilizados como cerramientos.



COMPOSICIÓN

Los principales materiales que intervienen en su fabricación son:

- Laminados: están formados por capas de material de fibra celulósica (normalmente papel) impregnadas con resinas termoestables y unidas entre sí mediante un proceso de presión. Se pueden distinguir los siguientes tipos.
 - Laminados a baja y alta presión para la cara
 - Laminados a baja presión (LPL)
 - Laminados a alta presión (HPL)
- Chapas de madera: Chapas de madera impregnadas de resina empleados como cara vista con la misma función y en lugar de un laminado HPL. Puede ser lisa o gofrada.
- Núcleo: puede estar formado por tableros de madera (partículas, fibras MDF, fibras HDF, contrachapados, alistonados) o por capa de una resina termoendurecible (fenólicas, acrílicas, bakelita, etc.).

TIPOS

En función de sus aplicaciones se definen los de construcción interior, construcción exterior, transporte, mobiliario y revestimiento de suelos.

También se pueden clasificar como:

- H = laminados para aplicación horizontal
- V = laminados para aplicación vertical
- C = laminados compactos
- E = laminados para exteriores
- AC (dese AC1 a AC5)= clase de abrasión para un revestimiento de suelo

Incluyendo las siguientes subclasificaciones:

- D = servicio intenso o severo
- G = uso general o moderado
- S = laminado estándar
- F = laminado ignífugo
- P = laminado postformable

HIGIENE, SALUD Y SEGURIDAD

Sustancias peligrosas: Los tableros revestidos con HPL

no contienen pentaclorofenol, amianto, halógenos o metales pesados (antimonio, bario, cadmio, cromo III y IV, plomo, mercurio, selenio).

Limpieza y mantenimiento: La naturaleza no porosa de la resina superficial impide a la suciedad penetrar. Las manchas que se producen se lavan fácilmente con una esponja no abrasiva en agua y detergente.

DIMENSIONES

En su utilización en formato tablero existe una gran variedad de longitudes (desde 2.150 mm hasta más de 4.200 mm), de anchuras (desde 950 mm hasta 1.610 mm) y de espesores (desde 6,0 mm hasta 25 mm). Las dimensiones más usuales para la longitud y la anchura son las que corresponden a las de las prensas de platos: 2.440 x 1.220. Para mayor información consúltese con los fabricantes. Para las tolerancias de las dimensiones nominales se ha de utilizar la norma correspondiente al espesor del laminado.

PROPIEDADES

Densidad: 1.400 kg/m³

Reacción al fuego

En la norma EN 438-7 se establecen las Euroclases por el ensayo del SBI para los tableros de laminados decorativos de alta presión, que se puede mejorar mediante tratamientos ignífugos añadiendo productos retardantes del fuego al adhesivo. Algunos fabricantes poseen la calificación B-s2-d0.

Resistencia a flexión en tracción

Esta propiedad solamente se exige a los paneles que se utilicen en techos suspendidos.

Se determinará como la resistencia de la superficie encolada de acuerdo con la norma ISO 13.984-1.

Conductividad - Resistencia térmica

La determinación de esta propiedad es necesaria para los paneles utilizados en muros y techos a los que se exige un determinado aislamiento térmico y cuando el tablero intervenga en esta propiedad. Se determinará de acuerdo con la norma EN 12.664. También se puede calcular de forma teórica tomando los valores de la norma EN 12.524 (cuando el HPL forme parte de un



Sede MSC Laminite

© Tafbra

producto se puede tomar su conductividad térmica igual a 0,3 W/(m·k).

Contenido de formaldehído

Esta propiedad solamente se tendrá en cuenta en aplicaciones de interior. La tendencia actual es utilizar productos con bajo contenido en formaldehído. En la norma armonizada UNE EN 438-7 se especifican las clases E1 y E2 determinadas con los métodos de cámara UNE EN 717-1 y el de análisis de gas UNE EN 717-2.

Durabilidad

Es un producto formulado para optimizar la resistencia a la intemperie y la inercia a la humedad. Existe una experiencia de más de 30 años de este tipo de productos en fachadas al exterior. Los resultados son en general buenos si bien en algunos casos se aprecian fenómenos de decoloración según la severidad de la exposición a los rayos UV.

Estabilidad dimensional

Los tableros compactos sufren variaciones dimensionales en torno a 2,5 mm por metro lineal, lo que debe tenerse en cuenta en las fijaciones al exterior.

INSTALACIÓN

Paredes y fachadas

La instalación de estos productos principalmente en fachadas exteriores, falsos techos, etc., suele estar especificada en la documentación técnica de los fabricantes, ya que cada uno tiene su sistema, aunque todos tienen características comunes. Estos catálogos ofrecen información muy completa sobre todos los aspectos del montaje.

- Rastreles
- Fijaciones
- Juntas
- Accesorios: Perfiles metálicos

Suelos

Los tableros compuestos pueden ser instalados como parquet flotante o como parquet encolado.

Carpintería y mueble

Pueden usarse para la fabricación de puertas lisas (formando los paramentos), para encimeras de mue-

bles de cocina y baños, mesas (para formar el sobre), frentes de armario, etc.

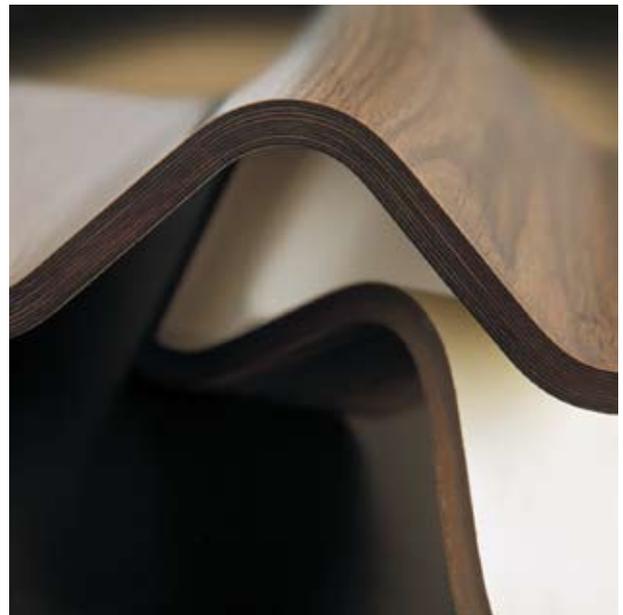
MARCAS DE CALIDAD

Sellos de Calidad Voluntarios

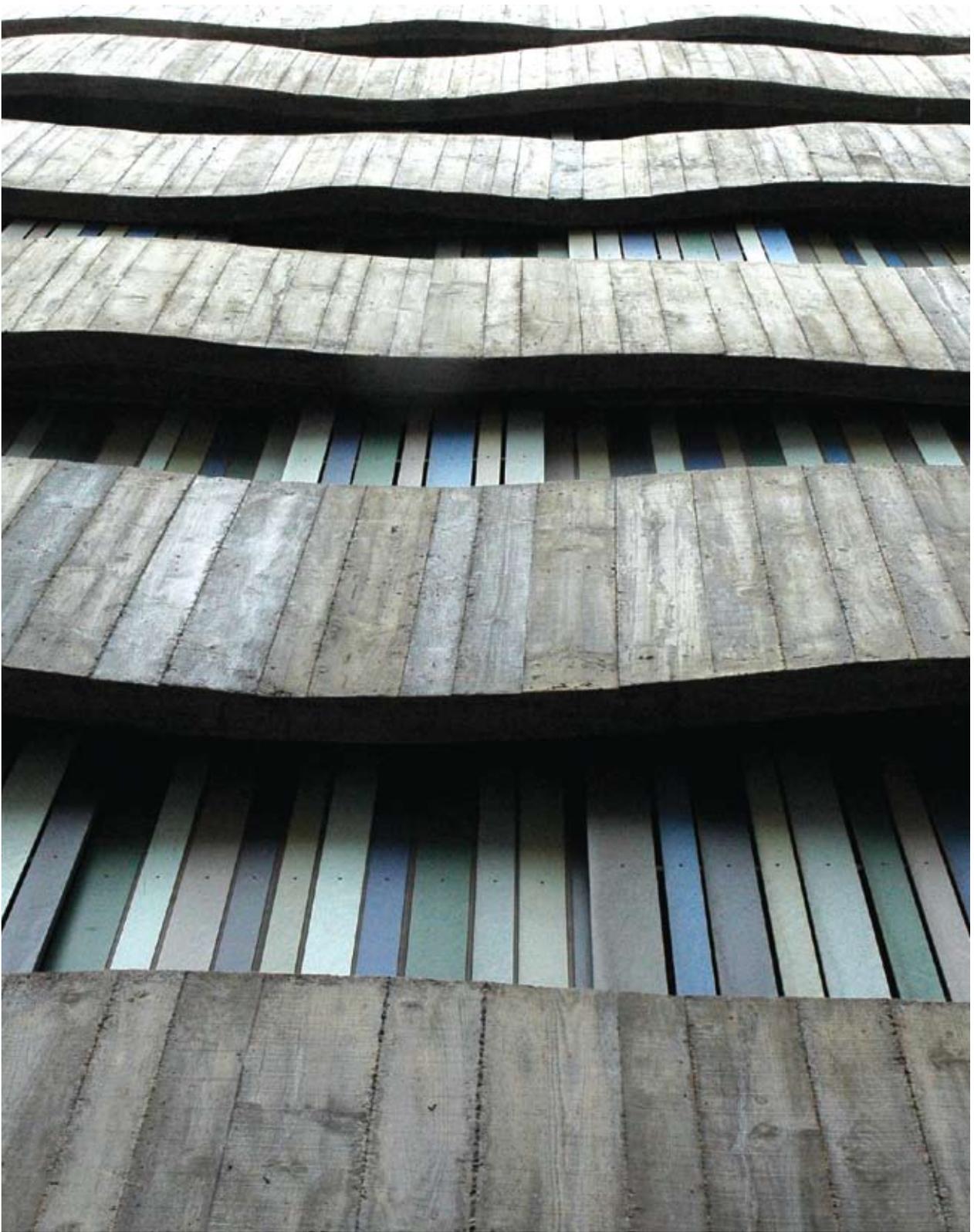
En España existe el DIT - Documento de Idoneidad Técnica emitido por el Instituto Eduardo Torroja. En Francia hay 3 fabricantes que disponen del Avis Technique específico, el equivalente al DIT.

MARCADO CE

Algunos de los tableros compuestos y de los tableros HPL utilizados en la construcción pueden estar afectados por la Directiva Europea de Productos de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE. La implantación de la Directiva se realizará con la norma armonizada EN 438-7 que define todos los aspectos relativos al mercado CE.



Tablero contrachapado de alta densidad



Contraventanas de tableros compactos en vivienda Bouza (Santa Cruz de Tenerife). Arquitectos: AMP Arquitectos

PERFILES DE MADERA LAMINADOS

para carpintería y Mueble

DEFINICIÓN

Piezas formadas por el encolado de láminas de madera con la dirección de la fibra básicamente paralela al eje del perfil. Normalmente solamente se encolan 3 láminas.

HISTORIA

La historia de este producto corre de forma paralela con la de la madera laminada y con la de las ventanas de madera. De la primera se destacan la aparición de los adhesivos, principalmente los que se pueden utilizar al exterior, junto con la tecnología de fabricación. De la segunda se destaca el auge de su aplicación en la fabricación de las ventanas de madera, ya al ser cada vez más caras las maderas de calidad con la técnica del laminado se pueden utilizar especies de calidad inferior, acortar los tiempos de secado (en espesores más pequeños la madera seca antes) y obtener una mayor estabilidad dimensional por compensación de tensiones internas del laminado.

APLICACIONES

Se utilizan principalmente como elementos auxiliares o principales en la fabricación de elementos de carpintería, como ventanas y puertas, y de muebles de madera.

MATERIALES

- Láminas de madera aserrada: En principio se puede utilizar cualquier especie de madera que no presente problemas de encolado, aunque lo más habitual es utilizar las coníferas y algunas frondosas como el

roble, iroko, etc. Se permite la mezcla de especies siempre y cuando se disponga de información que corrobore el correcto encolado entre ambas especies y que son dimensionalmente compatibles entre sí. El espesor mínimo admitido de la lámina es de 7 mm y su calidad estética se clasificará de acuerdo con la norma UNE EN 942. Por motivos estéticos, las uniones dentadas de testa únicamente están permitidas en las láminas internas, no en las externas

- Formación de perfiles - Anillos de crecimiento: El ángulo que formen los anillos de crecimiento entre dos láminas consecutivas puede influir en la estabilidad y en las prestaciones del perfil y deben considerarse de acuerdo con lo establecido en el Anexo A de la norma UNE EN 13307 -1.

- Adhesivos: El adhesivo se seleccionará de acuerdo a la aplicación final, que a su vez depende de los requisitos de la clase de servicio y de la clase de uso.

DIMENSIONES

Las características geométricas y físicas deben referirse a un contenido de humedad del 12%. Las piezas se pueden suministrar aserradas o cepilladas, según se especifique en los contratos. Las tolerancias dimensionales para la sección transversal, longitud y deformaciones (flecha de cara, flecha de canto, abarquillado) están definidas en la norma UNE EN 13.307-1.

CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad de la madera será el acordado con el cliente y dependerá de la clase de servicio y de la exposición final.



© Sierolam

PRESTACIONES

La prestación más importante que se exige a este producto es su calidad de encolado, para el resto de propiedades veáse el capítulo de Madera Aserrada - decoración, carpintería y mueble. La calidad de encolado se evalúa midiendo el espesor de la línea de adhesivos, el porcentaje de arrastre de madera en el ensayo de adhesión y las delaminaciones producidas después de un ensayo de envejecimiento acelerado (ensayo de delaminación).

TRATAMIENTO

Si la madera requiere, según su lugar de aplicación, protegerse o tratarse con productos protectores, el tipo de tratamiento y el producto utilizado deberá elegirse de acuerdo con lo especificado en el apartado de Protección de la Madera.

SELLO DE CALIDAD AITIM

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación. Los ensayos que se realizan y las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN.

SUMINISTRADORES

SIEROLAM, S.A.

Los Cuetos. Argüelles. 33188 Siero (Asturias)
Tel. 985 742 003 Fax 985 742 350

LANA, S.COOP.

Barrio Zubillaga, s/n 20560 Oñate(Guipuzcoa)
Tel. 943 780 111 Fax 943 783 222
www.lana-scoop.es

MADERERA GERUNDENSE, S.A.

Barri Sant Marçal s/n 17430 Santa Coloma de Farners (Gerona)
Tel. 972 841 354 Fax 972 842 522
madegesa@madegesa.com
www.madegesa.com



Edificio ACUNSA. Pamplona (Navarra)

PANELES PARA CERRAMIENTOS

DEFINICIÓN

Son productos prefabricados formados por un alma de un material aislante generalmente espumas sintéticas y dos paramentos bien de tableros derivados de la madera o bien de frisos de madera. También pueden añadirse barreras de vapor y enrastrelados o rigidizadores, o bien reducirse a paneles con tableros en una sola cara.

ADECUACIONES

- Cerramiento de cubiertas.
- Techos, tabiques y muros exteriores.
- Cerramientos y revestimientos exteriores e interiores.

Cerramientos de cubiertas / techos: definidos en la Guía ETAG nº 16 parte 2.

Cerramientos y recubrimientos de muros exteriores: definidos en la Guía ETAG nº 16 parte 3.

Cerramientos y revestimientos de muros interiores: definidos en la Guía ETAG nº 16 parte 4.

MATERIALES

Entre los materiales que pueden intervenir en la formación del panel solamente se hará referencia a los productos derivados de la madera y a los tableros de yeso. Aunque también se pueden utilizar otros elementos como chapas metálicas en los paramentos, no se hace mención de ellos ya que están fuera del alcance de esta Guía.

- Madera aserrada: Se utiliza, normalmente de coníferas, en las caras como frisos - acabado estético, o bien en forma de listones como refuerzos longitudinales.
- Tableros de madera: Se emplean en las caras del panel. Al corresponderles una clase de servicio 2, solamente se podrán utilizar los tableros estructurales definidos en el capítulo de "Tableros estructurales":

- Tablero contrachapado : calidad de encolado interior, semiexterior y exterior; Tablero de virutas orientadas: OSB 3 y OSB 4; Tablero de partículas: (P4), P5 y P7; y Tablero de fibras de densidad media: MDF.HLS
- Tableros de cartón-yeso: A veces se utilizan en la cara interior para reforzar o mejorar su reacción al fuego.
- Materiales para el alma: Se utilizan espumas rígidas de poliestireno extrusionado o expandido, de poliuretano proyectado, aglomerados de corcho natural, etc.
- Adhesivos: Específicos para el encolado entre los tableros y la espuma.

DIMENSIONES

Las dimensiones más habituales son:

- longitud: 2.400 - 2.430 - 2.490 - 2.990 - 3.290 - 3.590 - 4.190 - 4.990 mm
- anchura: 600 mm
- espesor: variable, depende fundamentalmente del espesor del alma y de el de las caras y contracaras.

PRESTACIONES | PROPIEDADES

Las propiedades de los paneles sandwich debe definirlas el fabricante en su documentación técnica. La información que se expone a continuación procede de las Guías EOTA. Además los paneles deben cumplir las especificaciones definidas en los respectivos códigos de edificación nacionales.

Cerramientos de techos - cubiertas

Además de cumplir con las características generales especificadas en la guía ETAG 16, deben cumplir las siguientes condiciones:

- Uso limitado a cubiertas ligeras no transitables, salvo mantenimiento por un operario.
- soportar cargas permanentes, sobrecargas de



© Ignacio Martínez Elcoro. APA

- nieve y viento.
- soportar sobrecargas de uso de mantenimiento iguales o inferiores a 1 kN/m²
- estar instalados sobre tres apoyos, salvo los casos inevitables por razones constructivas en los extremos de la construcción.
- cumplir los requerimientos de seguridad en caso de incendio definidos en la legislación vigente (reacción y/o estabilidad al fuego, resistencia, etc.), según el uso definido: vivienda unifamiliar, edificio de pisos, uso comercial, etc.
- No desempeñan ninguna función de rigidización de la estructura ni soportan otro tipo de cargas fuera de las antes mencionadas.
- Deben aportar al conjunto de la edificación un determinado aislamiento térmico y acústico, o una determinada reacción al fuego, según los correspondientes códigos de la edificación de cada país.
- Normalmente se disponen apoyados sobre las correas o pares de la estructura de la cubierta, salvando luces de hasta 2 o 3 m. Si una de las caras va a quedar vista, suele incorporar el acabado final. sin necesidad de realizar operaciones posteriores; en el caso de que queden ocultos las caras no suelen incorporar ningún tipo de acabado. Es posible disponer teja sobre un enrastrelado fijado a la cara superior del panel, que en algunos casos se coloca en fábrica.
- De acuerdo con las definiciones de las Guías, si los paneles se instalan con una pendiente igual o superior a 70° de la horizontal se deben considerar como "ceramientos de muros" y se aplicarían las Guías 16 - 3 o 16 - 4.
- En todos los casos se pueden colocar aislados o fijados al soporte mediante rastreles, fijaciones metálicas o encolados.

APROBACIÓN TÉCNICA EUROPEA - ETA (European Technical Approval)

El documento tiene que aportar, según se requiera, la información sobre los puntos que se mencionan a continuación:

- 1_ Campo de aplicación.
- 2_ Vida de trabajo (estimada).
- 3_ Identificación de los materiales - componen-

tes.
4_ Prestaciones - propiedades.

- 4.1_ Reacción al fuego
- 4.2_ Resistencia a fuego
- 4.3_ Prestaciones frente a fuegos exteriores (cuando afecte).
- 4.4_ Información sobre su infiltración al agua junto con el valor de su permeabilidad al agua.
- 4.5_ Condensación junto con el valor de su permeabilidad al vapor de agua.
- 4.6_ Presencia de sustancias peligrosas junto con el valor de su concentración.
- 4.7_ Cambios dimensionales.
- 4.8_ Resistencia mecánicas.
- 4.9_ Resistencia al impacto.
- 4.10_ Resistencia de los fijaciones.
- 4.11_ Valor de su transitabilidad.
- 4.12_ Aislamiento a ruido aéreo.
- 4.13_ Absorción acústica.
- 4.14_ Resistencia térmica medida o calculada.
- 4.15_ Permeabilidad al aire.
- 4.16_ Durabilidad.
- 4.17_ Idoneidad al uso.
- 4.18_ Identificación completa del producto.

5_ Dibujos.

6_ Instalación.

7_ Mantenimiento y reparaciones.

8_ Información adicional.

Información adicional para la valoración de los Requisitos Esenciales (RE) y sobre otras propiedades

A continuación se amplía la información sobre las propiedades, ordenadas de acuerdo con el orden definido para los Requisitos Esenciales (RE) para paneles de cubierta, que es la aplicación principal.

- Seguridad en caso de incendio (RE 2)

Para todos los tipos de paneles se ha de aportar clasificación de su reacción al fuego, su resistencia a fuego y sus prestaciones frente a fuegos exteriores, indicando métodos de ensayo, de acuerdo con la legislación de cada país. En el caso de España, aparte de consultar el Código Técnico



© Ignacio Martínez Elcoro. APA

de la Edificación, se adelanta la siguiente información:

Los paneles para cubiertas y techos deben tener las siguientes reacciones al fuego:

- Clase C-s2,d0 conforme a UNE EN 13501-1:2002, si va a ser techo (visto) de espacios ocupables, excluido techo de viviendas, donde no se exige nada.
- Clase B-s1,d0 si va a ser techo (visto) de recintos de riesgo especial (almacenes, talleres, cocinas, etc.) o de pasillos o escaleras protegidas.
- Clase B-s3,d0 si va a ser techo (visto) de cámaras de falso techo (bajo cubierta)

La reacción al fuego se comprobará de acuerdo con la norma EN 13.501.

Como cerramiento de cubierta no precisa, en general, aportar ningún grado de resistencia al fuego (actuando este por la cara inferior de la cubierta), salvo una de franja de un 1 m de anchura paralela a la medianería del edificio colindante o en encuentro con la cubierta de una pared que delimite interiormente un sector de incendio. En dicha franja el conjunto de la cubierta debe ser EI 60, conforme a UNE EN 13501-2:2004

Si el panel nunca va a estar expuesto directamente a la acción de un fuego exterior, porque siempre estaría recubierto por un acabado de cubierta, no precisa aportar ninguna clasificación al respecto. En caso contrario, debe ser Broof (t1) conforme a UNE ENV 1187:2002 y EN 13501-5.

- Seguridad de uso (RE 4)

La eficacia resistente del panel se funda en el modo de trabajo en viga de doble T, en la que las alas de la viga son los tableros de los paramentos y la espuma el alma, que debe resistir los esfuerzos rasantes generados. Los fabricantes ofrecen generalmente tablas para el cálculo de la separación entre apoyos en función de las cargas aplicadas, el espesor del panel y la limitación de deformación exigida. En algunos casos se aportan datos de la rigidez a flexión aparente (EI) del conjunto del panel. El fabricante ha de suministrar los valores de ensayo de las propiedades definidas en las Guías EOTA.

- Protección frente al ruido (RE 5)

Para los tres tipos de paneles se ha de determinar su aislamiento a ruido aéreo (Rw), de acuerdo con la norma EN ISO 140-3, y su absorción acústica, solamente cuando contribuyan a su reducción, de acuerdo con la norma EN 354.

- Ahorro de energía y aislamiento térmico (RE 6)
Para los tres tipos de paneles se han de determinar sus propiedades de aislamiento térmico y su permeabilidad al aire. Los métodos de ensayo para calcular el valor de dichas propiedades están definidos en las Guías EOTA nº 16 - 1, 2, 3 y 4.

- Aspectos de durabilidad, servicio e identificación de los productos (RE 7)

- Durabilidad:

Los paneles autoportantes tienen que asegurar que cualquier degradación de los materiales y de sus componentes no afectará al cumplimiento de sus prestaciones relacionadas con los requisitos esenciales, durante la vida útil de trabajo estimada. Los componentes del panel deberán ser compatibles entre ellos, tanto física como químicamente.

- Idoneidad para su uso:

Los paneles tendrán la suficiente rigidez para evitar que se produzcan flechas, vibraciones y deformaciones durante su utilización normal y deberán cumplir las especificaciones de las respectivas regulaciones de la construcción de cada país.

MARCAS DE CALIDAD

Sello de Calidad AITIM

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación. Los ensayos que se realizan y las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las Guías EOTA nº 16.



© Ángel Baltanás

Paneles sandwich en el techo del Aula de la Naturaleza en Valle de los Perales. Arquitectos: Javier Bernalte y José Luis León

MARCADO CE

Este producto está afectado por la Directiva Europea de la Construcción, su Guía EOTA o DITE es obligatorio desde noviembre de 2006.

El sistema de evaluación de la conformidad que le corresponde dependerá de las propiedades exigidas al panel en su lugar de aplicación.

TEZNOCUBER COMPOSITES, S.L.

Pol. Ind. Cantabria I, c/ Majuelo 2

Tel. 941 260 846 Fax 941 260 847

teznocuber@grupotezno.com ana@grupotezno.com)

www.grupotezno.com

SUMINISTRADORES

AUXILIAR DE TEJADOS, S.L. (THERMOCHIP)

La Medusa s/n. Sobradelo de Valdeorras

32330 Ourense

Tel. 999 335 585 Fax 988 335 599

:aarias.thermochip@cupagroup.com www.auxitesa.com

COVERCLIM - T.M. EUROPANEL, S.A.

Polígono Aldaiturraga 9, 01470 Amurrio (Álava)

Tel. 945 890 022 Fax 945 890 608

coverclim@coverclim.com ww.converclim.com

CUBIERTAS ALIGERADAS TERMOACÚSTICAS, S.L.

Pol. Ind. del Bierzo, Parcela 21 24560-Toral de los Vados (León)

Tel. 987 544 845 Fax 987 544 720

info@caliplac.com www.caliplac.com

FIGUERAS TECNIFUSTA, S.L.

Closa d'en Llop, 109, 17130 L'escala - Gerona

Tfno: 972 770 066 - Fax: 972 770 066

info@tecnifusta.com # http://www.tecnifusta.com

METAZINCO AISLANT, S.A.

Polígono de Olloniego, Parc. 21 33660 Olloniego (Asturias)

Tel. 985 732 110 Fax 985 987 028

metazinco@metazinco.com www.metazinco.com

Simonin

Montlebon, 25500 Morteau (Francia)

Tfno: 00 333 81 67 01 - Fax: 686870042

simonin.bois@wanadoo.fr # http://www.simonin-bois.com



VENTANAS DE MADERA

DEFINICIÓN

Elemento constructivo que cierra huecos de fachada dejando pasar la luz, permite las vistas hacia el exterior y ventila, en su caso, la estancia. Es un elemento compositivo de primer orden.

HISTORIA

Ventanas muy antiguas aparecen ya en Mesopotamia en torno al siglo IX a. C. Se trata en realidad de pequeñas troneras.

Con los hititas la arquitectura mesopotámica cambia apareciendo por primera vez verdaderas ventanas, no meros tragaluces, de alféizar bajo, si bien desconocemos qué cerramiento usaban.

Los fenicios construyen en altura (según testimonia Estrabón) y la iluminación interior la consiguen con clerestorios (ventanas abocinadas colocadas en la cubierta o en muros altos), terrazas y balcones.

La ventana egipcia es también el clerestorio.

Por la Biblia conocemos que las famosas murallas de Jericó derribadas por Josué disponían de ventanas ya que tenían viviendas adosadas (Josué 2, 15-16) y se cerraban con celosías (1 Reyes 6,5) o enrejados (Ezequiel 41,15)

Las viviendas griegas no tenían ventanas, como tampoco las etruscas ni las romanas primitivas y sólo empiezan a aparecer con el tiempo en las bóvedas de los tepidarium con bastidor de bronce y paneles de vidrio. El vidrio soplado se empleaba para copas y vasos pero sólo los ricos lo utilizaban plano en las ventanas e invernaderos porque requerían una elaboración mucho más costosa. En las viviendas en altura, en ciudades como Roma o Ostia, las ventanas son meros huecos que se cierran con postigos de madera o celosías de piedra. A veces son articulados. En Roma se empiezan a usar minerales translúcidos como el ágata, la mica, el ónix o el alabastro que daban una luz tenue y actuaban como acumuladores de calor. Por todo lo dicho las casas romanas eran inhóspitas (tenían el mismo frío -o calor- dentro que fuera), y sólo se aclimataban con ropas de abrigo y braseros. Para los herrajes (tiradores,

goznes, rejas) se utiliza el bronce.

La ventana árabe se caracteriza por el empleo de la celosía, torneadas, formando redes, a veces tienen portillos practicables. Reciben el nombre de ajimeces en Al-Andalus y Moucharabieh en el mundo árabe. Habría que esperar a la baja edad media para que se introdujera la vidrieras a partir del siglo XII. Lo hace en Francia en las catedrales de transición del románico al gótico. Se utilizan en grandes superficies: Chartres, por ejemplo tiene más de 2500 m².

En la vivienda popular se usa a veces papel engrasado o pergamino, el hule (lino empapado en aceite de linaza) y telas. Se trata de un lienzo tensado sobre un bastidor.

No mucho más tarde, pero sólo en las viviendas nobles y palacios, se incorpora la vidriera fija, con la posibilidad de maniobra de una contraventana o postigo por la cara interior.

El cerco de esta hoja vidriada es inicialmente la propia fábrica, a la que se sujeta con perfiles clavados.

La ventana renacentista alcanza su cénit en el Valle del Loira (Francia). Los chateaux y muchas ciudades conservan gran cantidad de estas ventanas, verdadera edad de oro de la ventana de madera.

La primera ventana renacentista es una hoja móvil con cerco directo sobre la fábrica colgada en pernios clavados.

El renacimiento en Inglaterra adopta la ventana bay-window o isabelina.

En los Países Bajos las ventanas flamencas de vidriera están formadas por dos cuerpos (Jan Vermeer).

En España, el Renacimiento tiene su paradigma en El Escorial para el que se fabricaron 2.700 unidades modulares con abundante uso de cuarterones en los postigos.

La gran novedad tecnológica de las ventanas del Escorial es la eliminación de mainel gracias al cierre solapado de las hojas, posible gracias a la españoleta, una cremona a presión que mejora notablemente la estanqueidad del conjunto. Este sistema se extendió por toda Europa y dió nombre al herraje que se sigue usando.

Las primeras ventanas del tardo Renacimiento (Miguel Angel, Alberti, Palladio) aprovechan la nueva mo-



Ventanas emplomadas en El geógrafo, de Jan Vermeer (1668)

dulación de los cristales para conseguir huecos más amplios y limpios: en Venecia se produce vidrio más grande que en Francia, España e Inglaterra.

En el siglo XVII se producen en Centroeuropa dos cambios fundamentales en las ventanas. Por un lado se independizan definitivamente el cerco de madera de la obra, y por otro, aparece el vidrio de mayor superficie (40-50 cm²), que desplaza progresivamente al vidrio emplomado. Las escuadrías aumentan pero sigue habiendo problemas de infiltraciones por falta de sellantes o juntas. El Palacio de Versalles (1661-1708) marca la pauta estilística y define grandes ventanales divididos en paneles cuadrados.

De esta misma época es la ventana de guillotina, que es un verdadero prodigio de diseño, eficacia y economía ya que no necesita herrajes. Se extiende por el litoral en España (especialmente Canarias), Portugal (especialmente Madeira) y Reino Unido, de donde pasa a las colonias de América.

Una ventana parecida, pero corredera horizontal es, en el extremo oriente, la ventana japonesa con entramado de madera y papel de arroz.

Del siglo XVIII es la ventana a la francesa cuyos batientes se cierran sobre sí mismos mediante solape de los perfiles, sin necesidad de maineles ni montantes intermedios.

La ventana en el siglo XIX recoge las pautas marcadas en el XVIII pero mejora su nivel tecnológico gracias a las herramientas de cepillado y moldurado que proporcionan perfiles y juntas cada vez más intrincadas y precisas. En las ciudades se impone el tipo de la ventana balconera.

A finales del siglo XIX irrumpe lentamente la carpintería metálica siguiendo la estela de las grandes obras civiles de acero y cristal a precios más competitivos, aunque con bajas calidades.

Al margen del Modernismo que, por su decorativismo, mantiene la madera, el Movimiento Moderno somete la carpintería a los cánones de serialización, industrialización, sencillez y modulación. La ventana pasa a ser una franja corrida de perfiles ligeros (normalmente metálicos). Para el racionalismo, la madera, producto natural y heterogéneo debe dar paso al hierro, material homogéneo, más resistente e industrializable con secciones más esbeltas que se adaptan mejor a la estética de líneas sencillas y sobriedad de este movimiento. Este prejuicio quedará desgraciadamente en el subconsciente colectivo hasta la actualidad.

La carpintería de madera, de producción artesanal,

cede ante la ventana metálica.

A pesar de que los grandes arquitectos racionalistas desecharon la madera en carpintería exterior, otros maestros como F. L. Wright o A. Aalto la mantuvieron en algunas obras.

La ventana sufrió una transformación radical desde mediados de siglo XX por la aparición de nuevos productos que mejoraron su comportamiento y su maniobrabilidad: perfiles, sellantes, vidrios mejorados y herrajes más seguros propiciaron nuevas tipologías. La madera cedió el puesto al hierro primero, y luego al aluminio, el PVC y a otros materiales sintéticos.

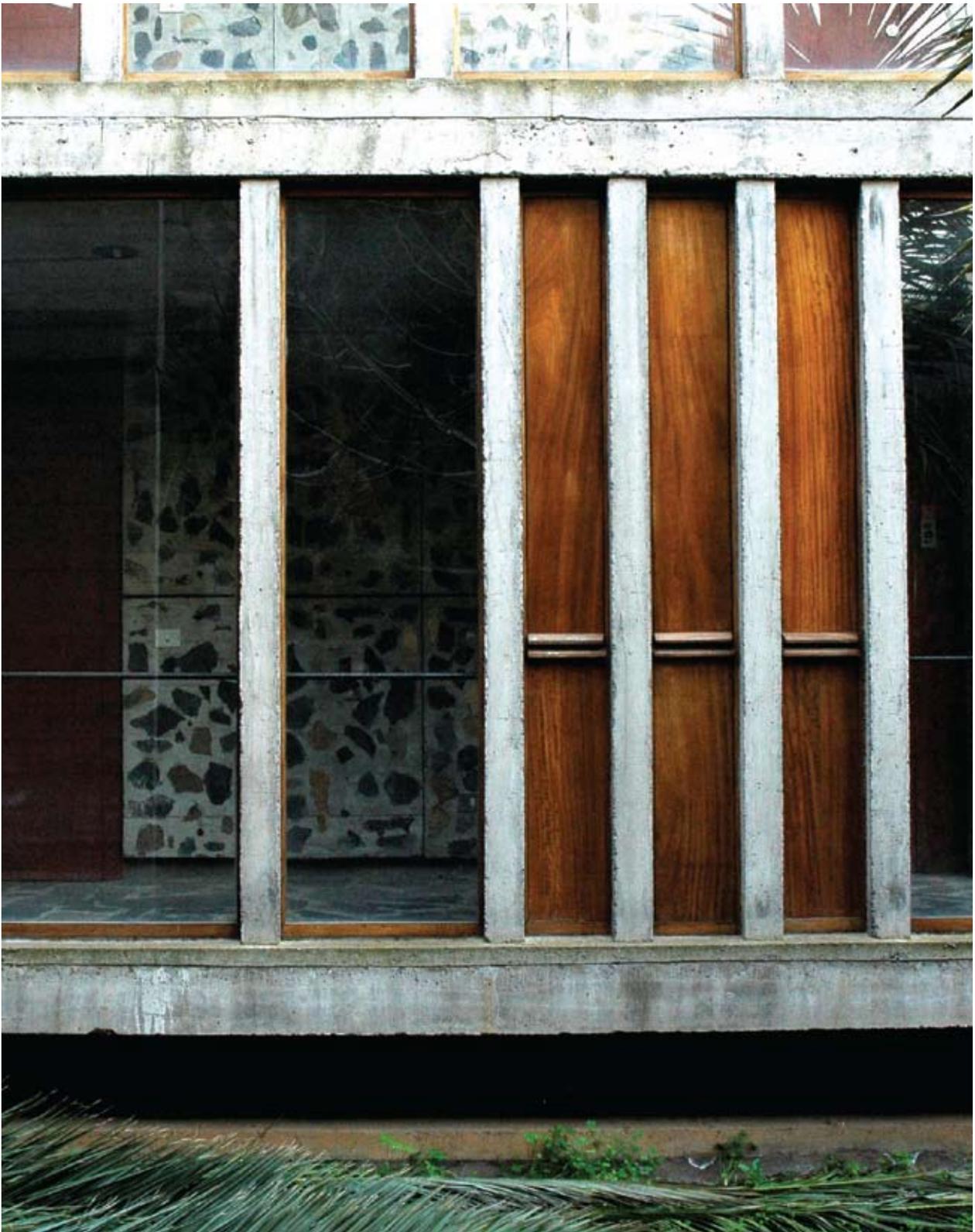
En España la ventana de madera empezó a perder mercado por su baja calidad, en los años 60 y 70. Las promotoras, constructoras y un amplio sector de usuarios, se inclinó a favor del aluminio, primero y el PVC después por precio, aspecto y aparente falta de mantenimiento.

Pero el siglo XX ha sido el de la industrialización para todos los materiales de carpintería y todos los materiales han debido adaptarse a los crecientes requerimientos de confort, aislamiento y ahorro de energía de las viviendas, especialmente a partir de la crisis energética de los años 70.

Los ensayos de laboratorio permitieron a los fabricantes de maquinaria y a los carpinteros afinar sus diseños. Hasta ese momento, los arquitectos diseñaban los perfiles de sus ventanas con criterios empíricos o simplemente estéticos. A partir de entonces son los fabricantes de maquinaria quienes realmente han sabido diseñar perfiles, herrajes y juntas, quedando para los arquitectos la definición y configuración del hueco. La ventana de madera, que hasta entonces había tenido un sistema de fabricación casi artesanal, se vio forzada, por esta competencia a su industrialización, gracias a la cual ha recuperado su competitividad, beneficiándose de los mismos avances técnicos que los otros materiales: herrajes, juntas y productos de sellado.

Pero no todo han sido malas noticias para la carpintería de madera, ya que la creciente conciencia ecológica, los primeros análisis de ciclo de vida del producto y el desarrollo sostenible de la producción de materiales, la han devuelto al primer plano en la carpintería.

El empleo de frondosas tropicales de gran durabilidad y magnífico aspecto, de los perfiles laminados y mixtos madera-aluminio, han sido las grandes bazas para los carpinteros.



El mainel de obra (en este caso de hormigón) sigue mostrando su vigencia en estas ventanas del Colegio Mayor San Agustín (La Laguna, Tenerife). AMP Arquitectos

COMPONENTES

Los componentes de la ventana de madera hacen referencia al hueco y a la propia ventana:

Hueco:

Es la abertura reservada en el muro para alojar la ventana. Los distintos componentes del hueco son:

- Recercado: partes del hueco en contacto con los perfiles de la ventana.
- Jambas: partes verticales del hueco.
- Dintel: parte horizontal superior del hueco.
- Alféizar: parte horizontal inferior del hueco.
- Mocheta: Entalladura del muro para alojar la ventana.

Ventana:

Los distintos elementos que constituyen la ventana son:

- Precerco: perfiles que eventualmente se interponen entre el hueco y la ventana para facilitar la fijación.
- Cerco: perfiles de la ventana que quedan en contacto con el muro ("cerco directo").
- Bastidor: perfiles sin paneles que constituyen tanto partes fijas como practicables de la ventana y que quedan dentro del cerco.
- Hoja: bastidor con panel, ciego o acristalado. Puede ser fija o practicable.
- Montante: perfil vertical integrado en cualquier parte de la ventana.
- Travesaño: perfil horizontal integrado en cualquier parte de la ventana.
- Mainel: elemento vertical que divide la luz o anchura de una ventana. Puede ser de obra o parte de la carpintería.
- Peana: travesaño horizontal inferior del cerco. Suele tener una forma diferenciada respecto al resto del cerco y más gruesa.
- Vierteaguas: pieza horizontal colocada en el travesaño inferior del cerco o de la hoja, que sirve para evacuar de la ventana el agua que resbala por la misma.
- Herrajes: conjunto de piezas metálicas utilizadas como elementos de enlace, movimiento o maniobra de la ventana.

Hoja de la ventana:

Los distintos componentes que la integran son:

- Batiente: montante de la hoja, que solapa sobre el cerco o sobre un durmiente.
- Durmiente: montante de la hoja que recibe al batiente.
- Peinazo: pieza de pequeña sección vertical u horizontal, que subdivide los paneles.

Otros elementos

- Galce: rebaje en el bastidor destinado a alojar el vidrio o un panel; rebaje en el cerco o en el bastidor con el fin de mejorar la estanqueidad del solape.
- Calzos: elementos de apoyo y sujeción del panel o vidrio en el bastidor.
- Drenajes: orificios en el fondo del galce que sirven para equilibrar la presión con el exterior, limitando la posibilidad de condensaciones y favoreciendo la evacuación de eventuales filtraciones de agua.
- Juntas de sellado panel-bastidor: elemento de sellado para garantizar la estanqueidad entre panel y bastidor impidiendo la entrada de humedad.

Herrajes de cierre

Para las ventanas de eje de giro vertical abatibles hacia el interior, que son las más comunes en madera, el herraje de cierre más habitual es la cremona embutida y enrasada en el perfil. El material más empleado es el acero, cincado, cromado o latonado-barnizado. Las manillas suelen ser de aluminio anodizado o lacado y latón.

Herrajes de cuelgue: Bisagras y pernios

En las ventanas de madera, gracias a la automatización del proceso de fabricación, se han impuesto los pernios autorroscados que se fabrican con los mismos materiales empleados en los herrajes de cierre.

Vidrio o acristalamiento:

El acristalamiento puede ser simple o doble. El acristalamiento doble es el que se ha impuesto en el mercado porque mejora considerablemente el comportamiento térmico y acústico de la ventana, evitando además condensaciones al eliminar el efecto de la «pared fría» en las proximidades del acristalamiento.



Parlamento de Escocia. EMT Arquitectos

La separación entre lunas se aprovecha para introducir un relleno desecante. La estanqueidad se garantiza mediante un doble sellado perimetral.

TIPOLOGÍA

Por su sistema de apertura las ventanas se clasifican en: batiente (o abatible de eje de giro vertical) practicables al interior o al exterior; deslizantes horizontales (o correderas) y deslizantes verticales (o de guillotina); oscilobatientes (abatibles de eje vertical y basculantes de eje horizontal); fijas, que no incorporan sistemas de apertura.

Según el material utilizado en los perfiles, las ventanas pueden ser de madera maciza, de perfiles de madera laminados y de perfiles mixtos madera y aluminio.

Ventanas de perfiles de madera laminados
En las ventanas de perfiles laminados ha de controlarse la disposición de los dientes en los empalmes de testa, los cuales deben manifestarse sobre el canto de la lámina o dentado horizontal, lo que obliga a un tamaño de diente menor, o «microdentado». Por otro lado ningún plano de encolado debe quedar expuesto al exterior.

Ventanas de madera aluminio

Las ventanas fabricadas con perfiles de madera aluminio tienen su origen en Suiza entre 1.920 y 1.930. La ventilación entre la madera y el aluminio es fundamental para evitar condensaciones que dañarían la madera por lo que se suelen separar al menos 5 mm. Además las uniones entre el aluminio y la madera deben ser elásticas debido al distinto coeficiente de dilatación entre el aluminio y la madera (5 veces superior el del aluminio).

PRESTACIONES

El comportamiento de una ventana de madera ha de evaluarse como la de cualquier otro material, comprobando los requisitos básicos y características armonizadas todas ellas referidas a la norma EN 14351-1: comportamiento al viento (apdo 4.2 de la norma), resistencia a la nieve, cargas permanentes y de uso (apdo. 4.3), reacción al fuego (apdo. 4.4), estanqueidad

al agua (apdo. 4.5), emisión de sustancias peligrosas (apdo. 4.6), resistencia al impacto (apdo. 4.7), mecanismos de seguridad (apdo. 4.8), prestaciones acústicas (apdo. 4.9), aislamiento térmico (apdo. 4.12, 4.13 y 4.14), sistema de apertura y resistencia a repetidas aperturas y cierres (apdo. 4.21).

Permeabilidad al aire. Clases 1 a 4

La junta de estanqueidad es el elemento determinante en la clasificación de la permeabilidad al aire.

La permeabilidad al aire de una ventana queda definida por el volumen de aire por unidad de tiempo (m³/h) que se filtra a través de sus juntas para determinadas presiones de aire.

Para establecer la permeabilidad mínima exigible, el CTE establece por un lado unos valores determinados según las 12 zonas climáticas de España y por otro las características y situación del edificio.

Resistencia al viento. Clase C desde C1 a C5

La acción del viento se transforma en esfuerzos de presión o depresión que se transmiten a la fachada.

La ventana debe tener una resistencia al viento tal que ninguno de sus perfiles sufra deformaciones superiores a 1/300 de su longitud.

La determinación de la resistencia al viento de una ventana comprende tres ensayos distintos y sucesivos: deformación, ciclos de presión - succión y seguridad.

Estanqueidad al agua. Clases A desde 1 a 9

La estanqueidad al agua se define como la capacidad de evitar filtraciones de agua en la cara interior, cuando la cara exterior está sometida a un efecto combinado de agua y viento.

Aislamiento térmico

El Código Técnico de la Edificación (CTE) especifica la demanda energética que debe tener el edificio, que depende de la permeabilidad al aire, la transmitancia térmica, y el comportamiento frente a la radiación solar. Otros autores (ASEFAVE) mencionan también la condensación.

Transmitancia térmica

La transmitancia térmica que cuantifica la cantidad de calor que se intercambia con el exterior depende del material y de la geometría de los perfiles. En el caso de la madera se toma como 2,0 W/m²°K para maderas coníferas con densidad mayor de 500 kg/m³ y 2,2 W/



Muro cortina de madera laminada en el Parlamento de Escocia. EMT Arquitectos

m²°K para maderas frondosas con densidad mayor de 700 kg/m³ (norma UNE EN ISO 10.077-1).

Propiedades frente a la radiación solar

En España, de forma general, la mayoría de los edificios están sometidos a fuertes soleamientos. A través de los huecos, y principalmente a través de los vidrios, se producen los mayores aportes de energía hacia el interior del edificio. La influencia de la radiación solar sobre el comportamiento de los edificios y su confort interno se mejoran mucho con acristalamientos dobles, de control solar, de baja emisividad y de ambas. En el CTE - Ahorro de Energía se exponen las fórmulas para calcularlo.

La condensación

La condensación puede producirse en función de los valores que alcancen la temperatura y humedad relativa del aire interior y la temperatura de las superficies interiores de los materiales.

Aislamiento acústico al ruido aéreo

Los ensayos acústicos se realizan de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 140-3 y los resultados se expresan de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 717-1, proporcionando el índice ponderado de reducción sonora RW (C; Ctr) expresado en dB.

A título informativo los ensayos realizados por AITIM con ventanas de madera, con la calificación 4 - 9 A - C5, han dado unas prestaciones acústicas medias de Rw = 35,6 dB; RA = 35 dB y RA, tr = 32,6 dB.

Es importante tener en cuenta que la ejecución e instalación tienen una gran incidencia sobre las características acústicas y en algunos pueden reducirlas considerablemente.

Resistencia de los sistemas de apertura y cierre

La resistencia a repetidas aperturas y cierres (UNE EN 1191 y UNE EN 12.400) especifica 4 clases de durabilidad: 5000 (ligero), 10.000 (moderado) y 20.000 (pesado).

Resistencia a la efracción

La resistencia a la efracción o robo con forzamiento (UNE ENV 1627) se clasifica en 6 tipos de resistencia.

Resistencia al impacto

No es exigible por el momento.

Emisión de sustancias peligrosas

En el caso de la madera no suele haber dificultad más que por parte del adhesivo y del acabado utilizado, pero los productos que se utilizan habitualmente en el mercado no suelen presentar problemas.

SUMINISTRADORES

ARAMBARRI CARPINTEROS, 2000S.L.

Polg. Ind. la Portalada- C/ Collado nº 7 26006 Logroño (La Rioja)

Tel. 941 234 509 Fax 941 234 510

info@arambarricarpinteros.es

BENITO SISTEMAS DE CARPINTERÍA, S.A.

Polígono Industrial de Villaoril s/n, Navia (Asturias)

Tel. 985 630 134 Fax 985 630 039

www.benito-sdc.es info@benito-sdc.es

CARPINTERIA CADAMA, S.A.

Barrio San Martín 225 48016 Zamudio (Vizcaya)

Tel. 944 520 262 Fax 944 521 318

CARPINTERIA EBANISTERÍA EREKONDO, S.L.

Bº Murtatza, s/n. Pabellón nº 7 48390 Bedia (Vizcaya)

Tel. 946 313 570 Fax 946 313 593

CARPINTERIA FELIX LANDA, S.A.

Polígono Irigorriti, 9 48480 Arkotxa Zaratamo (Vizcaya)

Tel. 944 565 604 Fax 944 575 052

CARPINTERÍA FERNANDEZ CASAS, SL.

Ctra. de Sisante, 8. 02630 La Roda, Albacete

Tel. 967 440 643 Fax 967 443 660

CARPINTERIA GARCIANDIA, S.L.

Lurlodia, 2 31820 Echarri-Aranaz, Navarra

Tel. 948 460 559 Fax 948 460 964

CARPINTERIA INDUSTRIAL BINEFAR, S.A. CARINBISA

Ctra.N.240 punto K.128 Apartado, 57 22500 Binefar (Huesca)

Tel. 974 429 955 Fax 974 429 482

www.carinbisa.com pedidos@carinbisa.com



Villa María, Nacka (Suecia). Arquitectos: Mats Fahlander y Thomas Marcks

CARPINTERIA INDUSTRIAL TAUSTE, S.A.

Camino del Indio s/n. 50660 Tauste. Zaragoza
Tel. 976 859 192 Fax 976 859 225

CARPINTERIA LLODIANA

Vitoria 17, 01400 Llodio. Alava
Tel. 946 722 458 Fax 946 725 864

CARPINTERIA MALMASIN, S.COOP.

Pol. Ind. El Campillo. Parc. C-J, Pab 4-7 48509 Abanto
(Vizcaya)
Tel. 946 363 927 Fax 946 363 972

CARPINTERIA Y TAPICERÍA IRASTORZA, S.A.

Artike Bidea, 31. 48370 Bermeo (Vizcaya)
Tel. 946 883 301 Fax 946 186 182

COBALTO-ALUMINIO, S.A.

Polígono Industrial San Cristóbal C/Cobalto 17 47012
Valladolid
Tel. 983 204 844 Fax 983 205 011
cobal@cobalmix.es www.cobalmix.es

EZEGUI, S.A.

Pol. Ind. Torrelarragoiti, P-6-G 48170 Zamudio
Tel. 944 522 601 Fax 944 522 592

FABRICA DE MUEBLES VIRGEN DEL PRADO, S.L.

C/ La Portiña, 20 Pol. Ind. Valdefuentes 45638 Pepino
(Toledo)
Tel. 925 709 702 Fax 925 701 718
info@fmvirgendelprado.com www.virgendelprado.com

GERARDO ORCOS, S.L.

Ctra. Logroño-Zaragoza km. 37. Pol. Roturo. 26511 El
Villar de Arnedo. La Rioja
Tel. 941 159 153 Fax 941 159 153

HIGUERASA, S.A.

Avda.Candina RioPas,7 39011 Santander
Tel. 942 331 619/8911Fax 942 330 610

**INDUSTRIAS DE CARPINTERIA DE ARTESANIA JOSE
CEDRES, S.A.**

Parque Empresarial de Jinámar Calle Procesador nº 1.
35220 Telde. Las Palmas de G.C.
Tel. 928 717 800 K928 717 801
www.feim.org/josecedres carpintería.josecedres@

terra.

METAZINCO AISLANT, S.A.

Polígono de Olloniego, parcela C-1 33660 Olloniego
(Asturias)
Tel. 985 676 000 Fax 985 266 741 jacinto@metazinco.com
www.metazinco.com

PEDRO DE LA TORRE, S.A.

Avda. de Madrid, 70 24005 León
Tel. 987 202 586 Fax 987 209 322

**PREFABRICADOS DE MADERA LAJJ, S.I. (EVARISTO
RUIZ,S.A.)**

Pol. Ind. s/n. Ctra. de Tafalla km 1. 31132 Villatuerta
(Navarra). Apdo 66. 31200 Estella (Navarra)
Tel. 948 552 661 Fax 948 551 858

ROMÁN CLAVERO

Paraje del Puerto de Ronda. Ctra. de Enlace Manilva-
Gaucín MA 528. 29690 Casares (Málaga)
Tel. 952 894 149 Fax 952 894 223
roman@romanclavero.com

CARPINTERIA BIENZOBAS, S.L.

Pol. Industrial Ctra. del Villar. 31591 Corella (Navarra)
Tel. 948 780 748 Fax 948 700 748

CARPINTERIA COUTO, S.L.

San Miguel de Acha 4, bis. 01010 Vitoria (Álava)
Tel. 945 214 800 Fax 945 214 801
carpinteriacouto@jet.es www.carpinteriacouto.com

CARPINTERÍA PARQUE TECNOLÓGICO, S.L.

Polígono Industrial Torrelarragoiti, 3. 48179 Zamudio
(Vizcaya)
Tel. 944 522 744 Fax 944 520 452

FEMASA

Alfred Nobel 27 Las Palmas G.C.
928 410 590/96 Fax 928 412 831

GUILLEN INDUSTRIAS DE LA MADERA, S.A.

Avda de Europa 34, Bloque B. Esca dcha 1ª 28023
Aravaca. Madrid
Tel. 913 516 795 Fax 913 516 792



La Maison flottante. Diseñadores: Hermanos Boullourec

HERMANOS GARCIA SANTIAGO,S.A.
Ctra. Cuéllar-Olmedo Km. 22,200. Apdo. 18 47420 Iscar
(Valladolid)
Tel. 983 611 833/1986 Fax 983 620 128

MADERAS POLANCO, S.A.
Ctra. Cádiz-Málaga,Km.9,5 11130 Chiclana de la Fron-
tera (Cadiz)
Tel. 956 491 111 Fax 956 531 176
maderas.polanco@polanco.es www.polanco.net

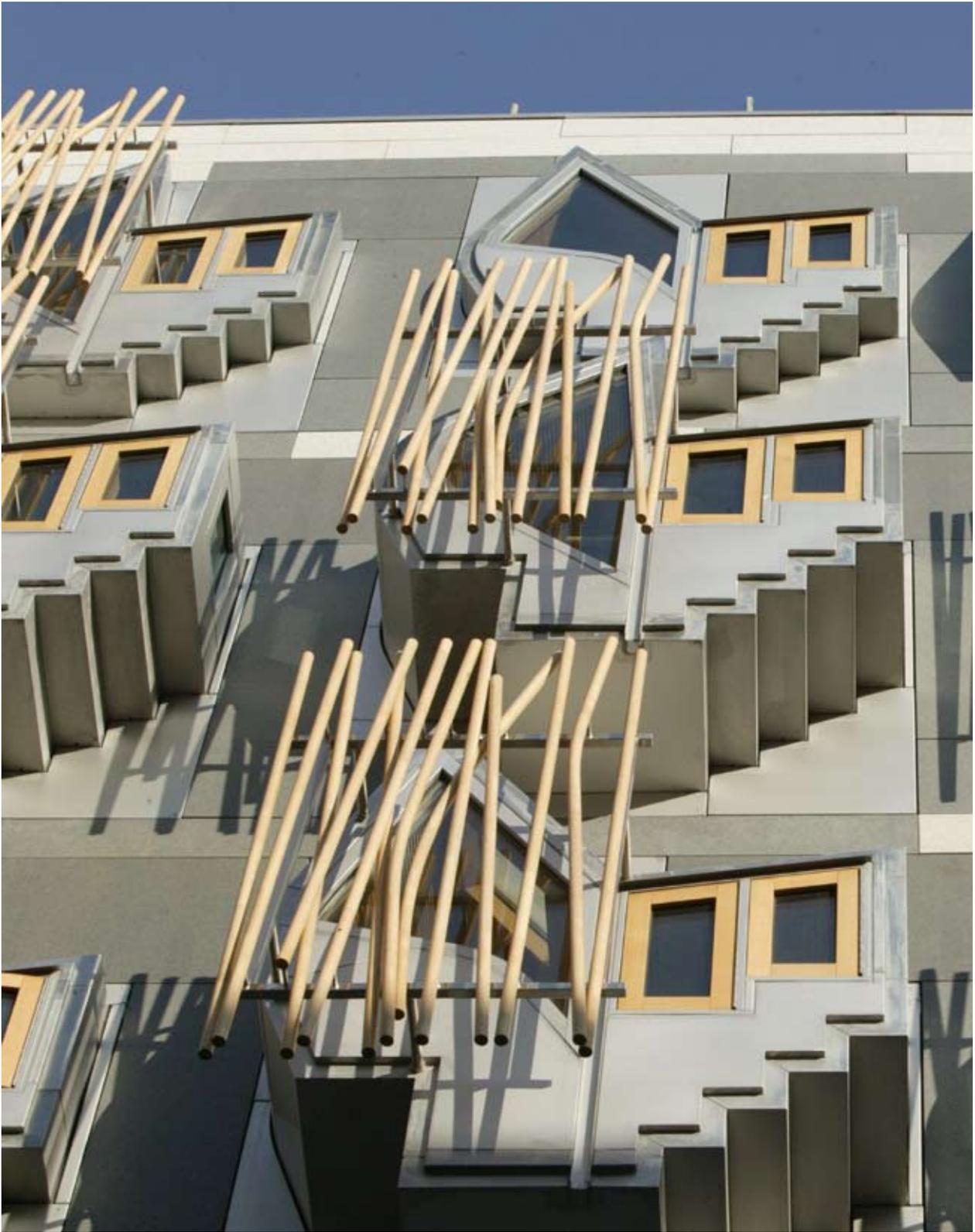
MEJIAS Y RODRIGUEZ, SL
Crtra Antigua de la Esperanza, 18 La Laguna, Sª Cruz
de Tenerife. Apto 188
Tel. 922 261 511 Fax922 262 280

PANTO - IMAZ Y ÁLVAREZ, S. L.
Portuetxe, 47 Bajo 20018 Donostia
Tel. 943 452 788 Fax 943 472 704
info@pantoesp.com www.pantoesp.com

RUFINO GARCIA SANCHEZ, S.L. RUGASA
Avda.San Miguel 15 47420 Iscar(Valladolid)
Tel. 983 611 347 Fax 983 620 163

UESMADERA, S.A.
c/ Monte Esquinza, 34 bajo B 28010 Madrid
Tel. 917 001 153 Fax 917 001 153
www.uesmadera.com

Nota: las empresas que figuran en ROJO son titulares
del sello de calidad AITIM



Parlamento de Escocia. EMT Arquitectos

PUERTAS DE MADERA

DEFINICIÓN

Elemento de carpintería que permite el acceso a un edificio o la intercomunicación de las dependencias de un mismo edificio especialmente las que se utilizan en la viviendas y otros edificios, excluyendo las puertas industriales (naves o garajes).

HISTORIA

A diferencia de la ventana, inexistente en muchas culturas antiguas, la puerta es un elemento permanente en la arquitectura.

Los requerimientos del binomio resistencia/ligereza, disponibilidad de la madera y fácil labrado hicieron de la madera el material más idóneo en la construcción de puertas desde la noche de los tiempos.

Cuando el hombre primitivo abandonó las cuevas para construirse sus primeros refugios a base de materiales leñosos: un cono hecho con ramas o troncos finos cuajados con hojas, fieltros, musgo, cortezas, etc., por seguridad disponía de una puerta rígida: una pieza de madera que gira sobre goznes en el umbral, alrededor de una madera horadada.

La puerta antigua

Mesopotamia, cuna de la civilización, se caracteriza por la valoración de la puerta monumental aunque no nos han llegado restos de madera sino solamente los marcos (de piedra o de cerámica).

De Egipto nos han llegado diversos modelos de puertas, todas provenientes de tumbas donde destaca la de Tutankamon, exhumada en 1923 por Howard Carter, están datadas en 1350 a. de C. Son de madera revestida de oro y con incrustaciones. También presentan interesantes cerraduras de madera.

En la Biblia aparecen diferentes referencias a puertas y cerrojos, la más antigua en Jueces 2, 24 (1200 a.C.) y en el capítulo dedicado a Sansón, se menciona que 'a media noche se levantó, cogió las hojas de la puerta de la ciudad con sus dos jambas, las arrancó, junto con la barra, se los cargó a la espalda, y las subió hasta la cumbre del monte que está en frente a Hebrón' (Jueces 16, 1-4)

En la construcción del Templo de Jerusalén se detalla

cómo se construían (bronce y madera de cedro) (Cr 22 3-5, II Cr 2 15, II Cr 4 19, Sal 14, 12-13, I Reyes 31-35, Nehemías 3 1-2, I Reyes 6,31, II Crónicas 4,9). En la Biblia aparece la referencia a que las puertas nobles y portones se revisten de bronce, un tipo que se repite a lo largo de todas las culturas.

De los griegos sabemos pocas cosas en cuanto a carpintería. Por la Odisea conocemos sus largas llaves, sus cerrojos de madera y que la acción de aquellas no rotativa sino de giro vertical, siguiendo el principio de brazo de palanca de los egipcios. Virgilio, en la Eneida, recoge formas y materiales de las puertas griegas.

De los romanos procede básicamente la puerta plafonada tal como la conocemos hoy. El tablero del plafón se formaba con tablas grapadas y un escueto ensamble de borde.

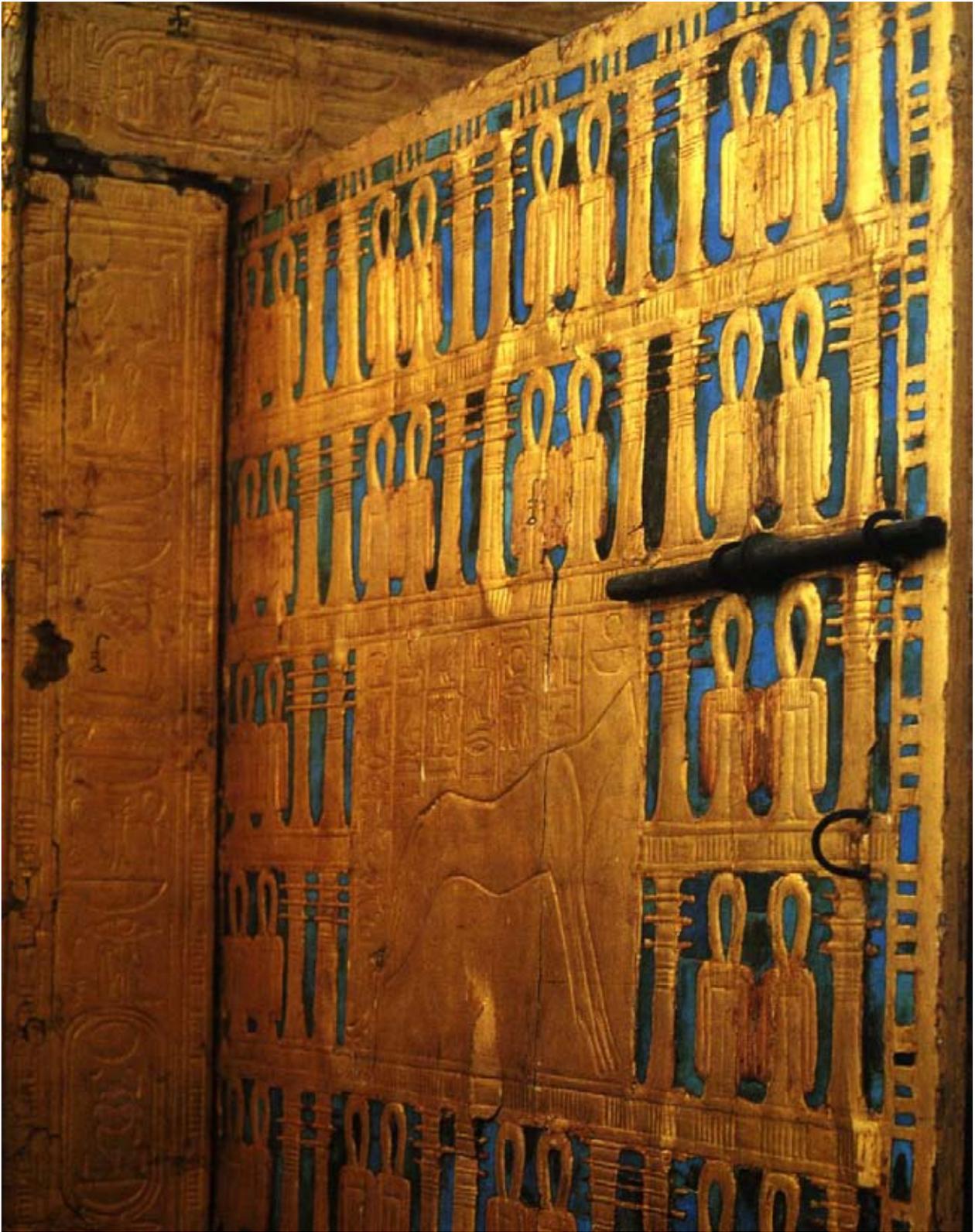
Como curiosidad sabemos únicamente que los romanos llamaban a la puerta con el pie.

La puerta toda de madera más antigua que se conserva es precisamente la de una domus pompeyana.

Es una puerta de doble hoja, cada una de las cuales está formada por un bastidor perimetral y tres aspas interiores separadas por dos travesaños horizontales. También utilizaban puertas correderas y plegables (Pompeya).

Además del Pantheon, se ha conservado de la fase final del Imperio y del arte paleocristiano, la puerta de la iglesia de Santa Sabina en Roma (siglo V). En madera de ciprés vista, que nos muestra la habilidad en la talla y motivos decorativos más parecidos a la escultura funeraria, de un barroquismo poco acorde con la presunta sobriedad del canon clásico que reivindicó el renacimiento. Atravesando los siglos oscuros nos desplazamos hasta la edad media. La puerta entablada medieval está formada por tablas unidas con elementos transversales clavados, bien metálicos o de madera.

Las escuadrías son generosas, especialmente en las puertas de exterior, lo que convenía a sus funciones de protección en una sociedad muy violenta. Los dispositivos de cierre son trancas, cerrojos y cerraduras de diversos tipos. Son puertas muy severas y muy sólidas aunque en ocasiones se decoran con motivos ojivales o plafones alargados (gótico). No hay herrajes de giro. La rotación de la hoja se realiza en quicios insertados en la fábrica, donde encajan dos pivotes provenientes



Puerta en la cámara de Tutankamón

del larguero. La hoja queda, pues, solapada a haces interiores.

Puertas tachonadas

Las puertas tachonadas parecen una invención medieval. El entablado se refuerza con clavos de cabeza ancha, densamente dispuestas y encuadrando tableros. El refuerzo del empanelado (alguazas) es una suerte de blindaje en este punto vulnerable del edificio, con diseños simples o complejos que alcanzan su cenit en iglesias y catedrales. Se sigue usando recubrimiento de bronce. Las aldabas, tiradores y pomos tuvieron también un gran desarrollo y eran ocasión de ricas ornamentaciones.

Pese a lo que podría suponerse, el renacimiento no sólo produce sobrias puertas plafonadas a la romana ya que abundan las ricamente decoradas y las entabladas. En España se produce un tipo singular: la puerta de cuarterones o castellana, que se adapta bien tanto a la escasez de madera como al gusto de lacerías y trabajo de peinazos enmarcando cuarterones o cojinetes de dibujos variados. Los cuarterones pueden recibir un sencillo labrado central, con formas geométricas y aristas molduradas.

Es la puerta española por excelencia y así es conocida fuera de nuestras fronteras. Su presencia en el Escorial con cerca de 1.200 unidades revela que era una puerta muy apreciada frente a las entabladas y plafonadas. Con el Barroco los peinazos se complican, pasando de simples tramas rectangulares a complejos ensambles de lacería, de influencia árabe.

En Inglaterra, el renacimiento se recibe a través de los estilos Tudor y Estuardo. Los empanelados son sensiblemente cuadrados y a veces decorados con paño plegado.

En Francia el renacimiento también tiene un aire 'mediaval del que quedan magníficos ejemplos en los chateaux de la época. Los plafones empiezan a ponerse en diagonal, con formas de rombo, etc.

La puerta plafonada barroca en Italia es recargada con relieves decorativos mientras en Francia los plafones o bien rematan con la clásica moldura de contorno de ballesta (contour á l'arbalète) o bien siguen rectos pero rellenos de ornamentación múltiple. En la decoración palacial (Versalles) las puertas se mimetizan con las boiserías de las paredes con estucados de color blanco y molduras doradas.

La junta entre hoja y cerco también se hace más compleja con perfiles a resalvo (galceado), en cuello de cisne o en boca de lobo.

El siglo XIX se caracteriza por la sucesión de estilos historicistas (imperio, neoclásico, neogótico) y diversos eclecticismos.

En el Reino Unido el estilo victoriano pone de moda las puertas vidrieras y una vuelta al pasado.

El paso del siglo XIX al XX es también una época convulsa y de dudas a nivel estilístico: el Art Nouveau supone una cierta recuperación de la carpintería tradicional (Antonio Gaudí), Art Déco, ...

La puerta plafonada mantiene su estructura, pero es el bastidor o el plafón el que recibe la ornamentación, naturalista o geométrica según la moda.

El Movimiento Moderno, y su consecuencia, el estilo internacional es el que se acaba imponiendo finalmente a lo largo del siglo XX. Es el momento de la industrialización de las puertas.

En los años 40 y 50 se introduce el tablero contrachapado en la fabricación de puertas plafonadas. El tipo que se acaba imponiendo es la adaptación del tipo clásico de 4 plafones alargados y estrechos, más un travesaño central.

Puerta plana

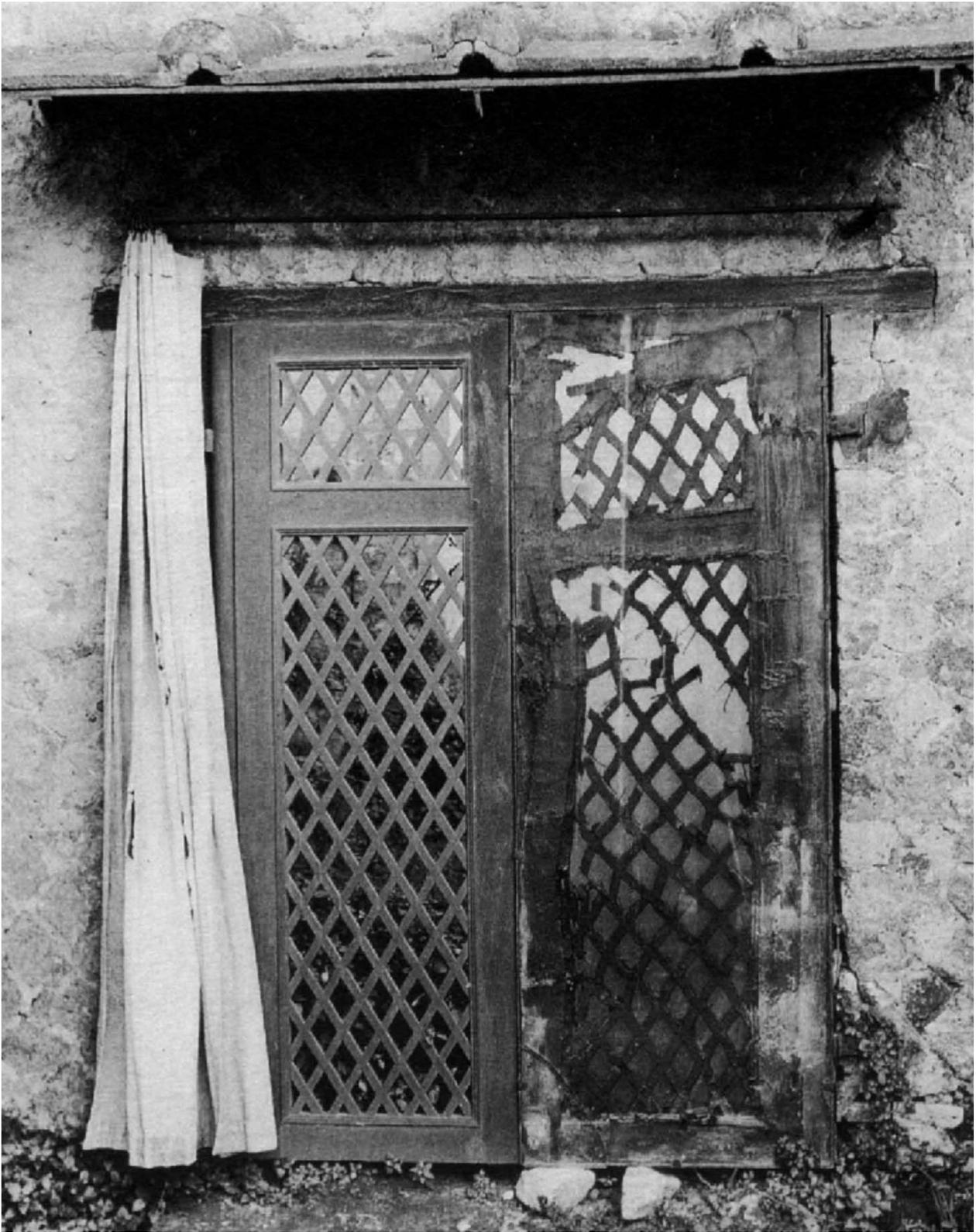
Pero la puerta que más se ha impuesto en el siglo XX ha sido la plana, que emplea el sistema de estructura ligera y paramentos delgados: alma de trillaje o alveolar (papel, cartón, etc.) y paramentos de tablero contrachapado, todo ello prensado en caliente.

Tras ella se desarrolló la puerta denominada carpintera que reproduce la estructura clásica de bastidor y plafones pero sustituyendo la madera maciza por tableros de partículas.

Tras ella han seguido la puerta moldeada donde el tablero de paramento incorpora ya el moldurado de la carpintería clásica. Finalmente, gracias a los tableros ligeros, la puerta en muchos casos ha pasado a ser un tablero macizo mecanizado en sus caras o pantografiada.

En todos los casos (a excepción de la puerta lacada que tiene su mercado) estos tipos dependen de la chapa de recubrimiento que es la que da la cara de madera al producto.

En la actualidad, tras el agotamiento de estos mode-



Puerta romana (Herculano)

los nos encontramos en un momento de revisión de estilos pasados: fundamentalmente Art-déco. A nivel de instalación, la tendencia actual es a entregar el bloque-puerta terminado o en kit, para ser instalado directamente en obra sin necesidad de una instalación manual artesana.

TIPOLOGÍA

Hay que distinguir en primer lugar entre hoja de puerta y la unidad completa, que incluye además: cerco y herrajes de cuelgue y cierre (esta última es la tendencia actual bien a través de la unidad completa -o block- o bien en sistema kit)).

Las hojas de puerta (UNE 56.801) pueden ser:

- Planas: formada por dos paramentos planos encolados a un alma dentro de un bastidor.
- Carpintera o en relieve: sus paramentos presentan combinaciones de superficies planas y molduradas.
- Vidriera: incorpora huecos para acristalar.

Por el aspecto y acabado se distinguen en puerta para barnizar, para pintar y revestidas (chapa de madera, materiales sintéticos melaminizados o PVC.)

Por la forma y apariencia del canto de la hoja pueden ser enrasadas (todo el canto de la hoja queda alojado en el galce del cerco) y solapada (la hoja resalta y solapa sobre el cerco). Se suele utilizar para el aislamiento térmico y acústico (es más delicado de manipulación)

Por la apariencia del canto, puede ser oculto (la chapa o el recubrimiento cubre el canto superpuesto) y visto (la chapa exterior o el paramento no cubre el canto superpuesto).

Por su situación se clasifican como interior (separa locales interiores de un mismo edificio); entrada a piso (separa una vivienda de los espacios comunes interiores del edificio) y exterior (separa una vivienda o local del exterior).

Por sus prestaciones los más importantes son los siguientes (todas ellas en unidad completa de hueco: hoja, cerco y herrajes): resistentes al fuego, resistentes a la efracción o de seguridad (robo con forzamiento o

de seguridad) denominadas en el mercado blindadas y acorazadas; aislantes (acústicas, térmicas, contra radiaciones, etc.) , que ha de estar perfectamente definido en el correspondiente informe de ensayo.

Por su sistema de apertura se distinguen la siguiente tipología: de apertura ordinaria o abatible (apertura en un solo sentido. Puede ser a derechas o a izquierdas), de vaivén; corredera; plegables y pivotante (no figura en la norma pero es una puerta abatible que gira sobre dos únicos pivotes superior e inferior pudiendo girar en uno en los dos sentidos).

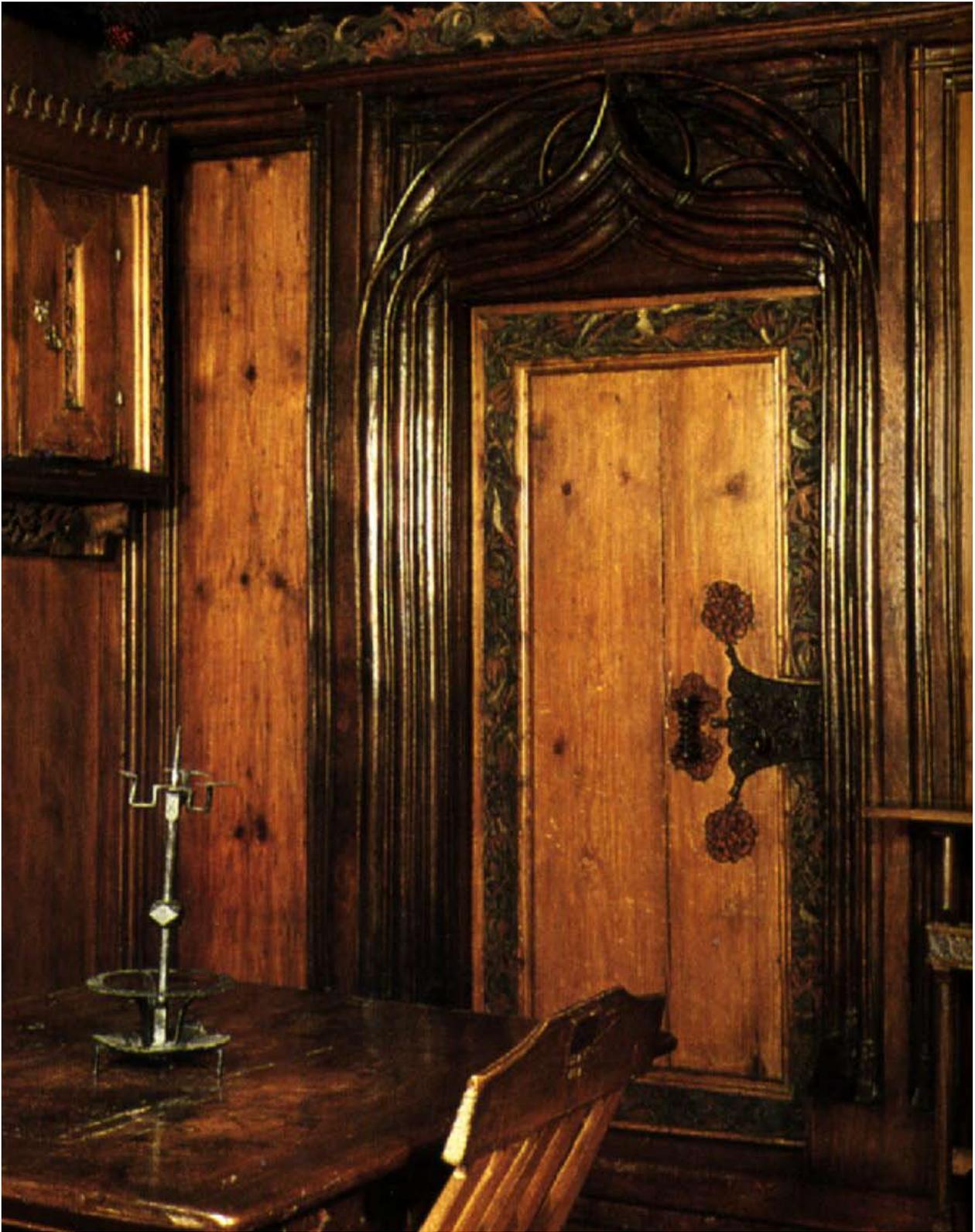
COMPONENTES

Elementos principales

- precerco (cuando existe): perfil de madera formado por dos largueros y un testero que recibe al cerco a modo de plantilla para el hueco.
- cerco: parte que queda fija en la obra, sobre la que apoya la hoja y donde se fijan los mecanismos que permiten el movimiento de ésta. Consta de dos largueros y un testero. Se une a la obra de forma directa o por medio de precerco.
- hoja: parte móvil de la puerta.
- galce: rebaje practicado en el perfil del cerco que sirve de apoyo y tope a la hoja.
- tapajuntas: piezas generalmente molduradas que tapan la junta entre la carpintería y la obra.
- herrajes: piezas que facilitan el movimiento (pernios, bisagras, goznes) y el cierre (cerraduras).

Componentes específicos de la puerta plana

- alma: es la parte interior de la hoja sobre la cual se encolan los dos paramentos. Puede ser llena (homogénea con superficie continua: tableros de partículas o de fibras ligeros); alveolada (celdillas o alveolos de cartón, papel, madera, etc.); enlistonada (listones de madera formando calles o celdas);
- bastidor: marco de madera que forma el perímetro de la hoja dentro del cual se sitúa el alma. Está compuesto por dos largueros y dos testeros. El bastidor debe tener un ancho ≥ 30 mm para garantizar su resistencia mecánica (UNE 56.803-90).
- paramento: conjunto de elementos, generalmente tableros desnudos o recubiertos, que se encolan sobre el alma y el bastidor. La superficie exterior o



Puerta entablada plafonada gótica (Suiza)

paramento, que en algunos casos pueden presentar mecanizaciones que simulan plafones.

- canto: es la cara estrecha de la hoja. Los cantos paralelos a la mayor dimensión se denominan costados. En la mayoría de los casos la madera utilizada en los cantos va a juego con la madera del paramento.
- refuerzo para la cerradura: ensanchamiento del larguero que permiten fijar la cerradura y sus accesorios. Generalmente se adosan al larguero, y deben tener una longitud igual o superior a 300 mm y una anchura igual o superior a 90 mm (UNE 56.803-90)

Componentes de la hoja carpintera o en relieve

- bastidor: estructura principal formada por dos largueros y dos testeros, y normalmente un tercer travesaño central. Puede ser de madera maciza, tablero alistonado, de partículas, de fibras de densidad media o de estructura alveolar. Los ensambles entre los largueros, testeros y travesaños han ido evolucionando desde la caja y espiga hasta el simple encolado a tope, pasando por las falsas espigas, dependiendo del material con el que se fabrican. Cuando se emplea tablero de partículas o de fibras se recerca (o cantea) el perímetro exterior con la misma madera de las caras.
- parte central: está constituida por plafones o entrepaños de madera, de tableros de partículas o de fibras fijados al bastidor mediante cajeadado, o bien encolado a tope más molduras.

DIMENSIONES

En la actualidad, la práctica totalidad de la producción de puertas se ajusta a las dimensiones normalizadas (UNE), salvo las de dimensiones especiales para reposición: anchos de 625, 725 y 825 mm, altura de 2030 y gruesos de 35, 40 y 45 mm.

De mismo modo se definen las dimensiones nominales de cercos, precercos, galces y tapajuntas así como del hueco de hoja, que se mide entre galces.

PUERTAS ESPECIALES

Puertas especiales son las aislantes (acústicas, térmicas -especialmente las PRF- y a radiaciones) y las de

seguridad.

Se trata en todos los casos de unidades completas, es decir, hoja, cercos y herrajes ya que la holgura entre hoja y cerco arruinaría la prestación especial que aporta la hoja.

Puertas resistentes al fuego

Puertas resistentes al fuego se fabrican desde hace más de un siglo pero sólo en los últimos años, con una mayor conciencia de la seguridad, reflejada en las normas, se han generalizado en la edificación.

El diseño de estas puertas es relativamente sencillo.

Por un lado se ha de procurar la estanquidad entre cerco y hoja para que no haya puente térmico ni pasen las llamas o el humo, lo que se logra mediante tiras intumescentes en los bordes de la hoja o en el cerco que se expanden con el calor.

Por otro lado hay que mejorar la resistencia de la hoja, lo que se logra con estructuras sandwich con capas más o menos intumescentes: tableros madera-cemento, yeso, etc.)

La norma europea UNE-EN 13501-2, que sustituyó a la norma española UNE 23.093, introduce nuevos conceptos y criterios de:

- Capacidad portante (R)
- Integridad (E)
- Aislamiento térmico (I)
- Radiación (W)
- Cierre automático (C5)

De esta forma las unidades de hueco de puertas resistentes al fuego se clasificarán de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación (CTE) en su parte Documento Básico de Seguridad frente al Incendio (DB - SI):

- riesgo bajo: EI2 45 - C5
- riesgo medio y riesgo alto: 2 x EI2 30 - C5

Puertas con aislamiento térmico mejorado

El CTE, para limitar la demanda energética del edificio, contempla, como en el caso de ventanas, dos propiedades: la permeabilidad al aire y la transmitancia térmica. Se exige a las puertas de exterior y, en menor medida, a las de entrada a piso.

La permeabilidad al aire evalúa la cantidad de aire que deja pasar una puerta cerrada cuando se encuentra



Puertas soji de madera y papel de arroz en el Palacio de Katsura (Japón)

sometida a una presión diferencial. El CTE limita la permeabilidad al aire a 50 m³/h m², en zonas climáticas A y B (lo que implica que las puertas deben ser, como mínimo, de clase 1) y 27 m³/h m², para las zonas climáticas C, D y E (las puertas deben ser, como mínimo, de clase 2).

En España se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra, correspondiente a invierno, y un número, correspondiente a verano.

La transmitancia térmica (U) cuantifica la cantidad de calor que se intercambia con el exterior. Los huecos son el punto más débil de la fachada y los muros de un edificio, cuya transmitancia se calcula a partir de la de la carpintería. Esta depende de la carpintería, y por lo tanto del material y de la geometría de los elementos. El valor de U de la madera se puede tomar como 2,0 W/m²°K (norma UNE EN ISO 10.077-1).

Con el fin de limitar la demanda energética del edificio, el CTE establece unos valores límite de la transmitancia térmica, en función de las zonas climáticas; que para los huecos dependen de las características del muro (parte ciega) y del uso (residencial o no residencial del edificio).

Puertas con aislamiento acústico mejorado

Las puertas acústicas tratan de evitar que pasen las ondas sonoras de un recinto a otro, bien por peso o bien por entrar su estructura en vibración a través de una estructura elástica y materiales absorbentes: en ambos casos disipando la energía incidente en forma de calor. Evidentemente esta segunda solución es la más adecuada en el ámbito residencial ya que las puertas pesadas son de difícil maniobra y requieren herrajes y cercos especiales.

Los materiales absorbentes más empleados en el alma son las fibras minerales, los tableros perforados (en general los que tienen el poro abierto) y las cámaras de aire.

Junto al tratamiento de la hoja hay que hermetizar la junta hoja-cerco mediante el empleo de burletes que se accionan al cerrar la puerta.

Las puertas con aislamiento acústico mejorado son bastante antiguas y existen decenas de patentes en todo el mundo aunque en nuestro país apenas han

entrado hasta el momento.

Puertas resistentes a la efracción o de seguridad

Las puertas de seguridad incorporan diversos sistemas de refuerzo. En primer lugar un cerco directo de madera maciza fijado con pletina metálica y patillas. Toda la anchura del galce del cerco se refuerza con una pletina metálica, perforada a la altura de los resbalones de la cerradura que previene aplastamientos por forzamientos perpendiculares al plano de la puerta, especialmente por destornillador o pata de cabra.

Hay dos tipos de puertas de seguridad: blindadas y acorazadas.

- Puertas blindadas

Las hojas de las puertas blindadas generalmente están constituidas por un bastidor de madera maciza; un alma llena de tablero de partículas, fibras o alistonado; dos chapas metálicas de entre uno y dos milímetros de espesor; y dos paramentos de tablero con recubrimiento. La separación entre las dos chapas metálicas debe permitir mecanizar los cantos de las hojas para colocar los herrajes. La anchura del bastidor debe ser tal que, por lo menos en todo su perímetro, las chapas metálicas monten sobre el mismo al menos 10 mm dado que si no el larguero podría girar con suma facilidad cuando se aplican fuerzas perpendiculares al plano de la hoja.

Los herrajes de las puertas de seguridad tienen las siguientes características:

- pernios antipalanca

- fallebas con tres o cinco resbalones que penetren sobre el larguero del cerco

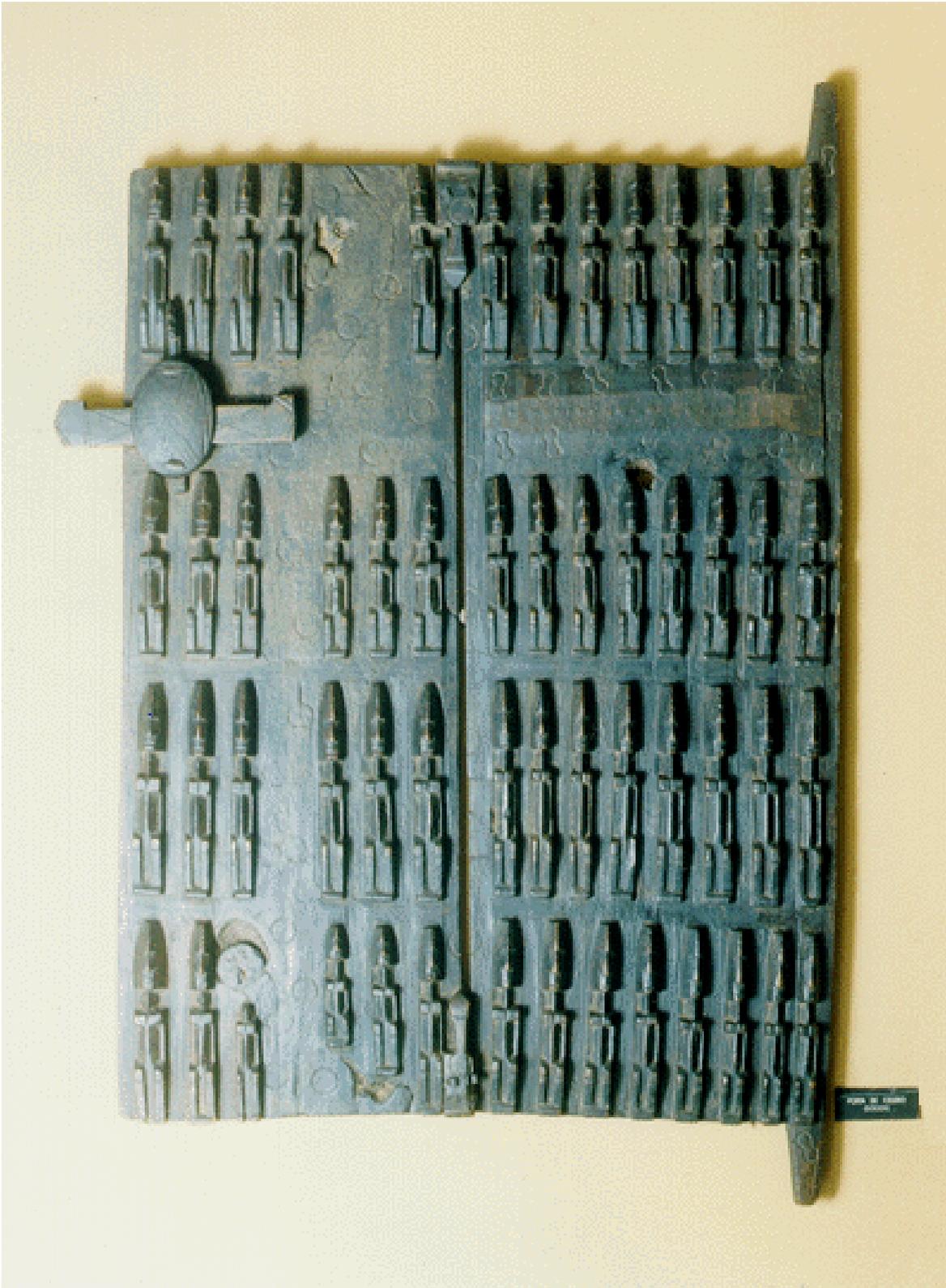
- escudos de los bombillos enrasados con la cara exterior de la hoja, o de giro libre para no transmitir esfuerzos al bombillo.

- Puertas acorazadas

Las puertas acorazadas tienen otra estructura: parten de un armazón metálico: por ejemplo un entramado tubular revestido con chapa metálica. Las caras son de tablero de madera delgado rematado con chapa o con recubrimiento imitando madera.

Puertas resistentes a las radiaciones

Este tipo de puertas incorporan materiales como



Puerta dogón (Mali)

planchas de plomo que son capaces de absorber radiaciones.

COLOCACIÓN

No existe una norma específica de instalación de puertas sino especificaciones basadas en la experiencia.

En las puertas de interior el cerco se clava o atornilla al precerco, si éste se ha instalado

previamente. El desplome del cerco o precerco será inferior a 6 mm. La deformación del cerco o precerco (falta de planimetría) tendrá una flecha inferior a 6 mm. La falta de perpendicularidad entre largueros y testereros en el cerco, determinado por la diferencia entre las dimensiones de las dos diagonales, será menor a 6 mm. La holgura entre el cerco y la hoja será inferior a 3 mm. No se admitirán roces entre partes fijas y móviles.

En las puertas de entrada a piso, la seguridad prima. Si se utiliza precerco, éste no desempeñará ninguna función de resistencia, es decir, los elementos de fijación del cerco (atornillado o clavado), deben traspasar el precerco y anclarse en la obra.

En cuanto a las puertas de exterior, la seguridad y el aislamiento priman. Si se utiliza precerco, éste no desempeñará ninguna función de resistencia por lo que la fijación debe traspasar el precerco y anclarse en la obra. El desplome del cerco o precerco será inferior a 6 mm. Las tolerancias son iguales a las puertas anteriores. La holgura entre el cerco y el precerco debe rellenarse con espumas sintéticas o material similar, con objeto de evitar filtraciones de aire y sellar la unión.

En las puertas resistentes al fuego hay que introducir un producto intumescente entre el precerco y el cerco, para evitar el paso de la llama. Las tolerancias son iguales a los casos anteriores.

MARCAS DE CALIDAD

Sello de calidad AITIM

Es una marca de conformidad a norma UNE EN que se basa en el establecimiento por parte del fabricante de un autocontrol de materias primas y producto acabado y en la realización de varias inspecciones anuales.

Marca AENOR para hojas de puertas

Es una marca de conformidad a normas UNE EN, que

se diferencia fundamentalmente en que el fabricante debe implantar un Sistema de Aseguramiento de la Calidad ISO 9000.

MARCADO CE

El Mercado CE de puertas empezará a entrar en vigor de forma voluntaria a partir de 2007. Su norma armonizada constará de varias partes, independientes entre sí, que regularán su marcado según su aplicación, situación o función. Afecta a los productos pero no a la instalación.

El sistema de evaluación de la conformidad de las puertas normales:

- sistema 1 cuando se exijan prestaciones especiales frente al fuego y al humo.
- sistema 3 (para prestaciones especiales como aislamiento acústico, térmico, seguridad, etc.)
- sistema 4 (sin prestación especial)

SUMINISTRADORES

PUERTAS ACÚSTICAS

PLANET GDZ AG (Burletes de guillotina)
Eigentalstrasse, 7. 8309 Nürens Dorf, Suiza 0041
Tel. 432 662 222 Fax 00 41 432 662 223
mail@planet.ag www.planet.ag

SAUERLAENDER SPANPLATTEN GmbH & Co. KG (table-ros)
PO Box 5553 59821 Arnsberg - NRW (Alemania)
Tel. 00 492 931 876 123 Fax 00 492 931 876 119
thomas-floetotto@sauerland-spanplatte.de
www.sauerland-spanplatte.de

TECNOLOGIA Y SISTEMAS CORTAFUEGOS, S.L.
Avda. Vilafranca, nº 9 Pol. Sant Pere Molanta
08734 Olerdola (Barcelona)
Tel. 938 182 360 Fax 938 924 387 ellopert@puertastecor.com
www.puertastecor.com



Puerta entablada en la parroquia San Pedro Mártir. Alcobendas (Madrid). Arquitecto: Miguel Fisac

PUERTAS CARPINTERAS

ARTEMA PUERTAS

Ctra. de Villacañas-Quintanar s/n. 45850 Villa de Don Fadrique. Toledo
Tel. 925 195 979 Fax 925 195 993
www.reticulo.com/artema/ artema@eims.net

ARTESEMA, S.A.

c/ Luis Montoto nº 88, 5º A. 41018 Sevilla. Apdo. de C. 5056 Sevilla
Tel. 954 124 443 Fax 954 124 489
www.artesema.com exterior@artesema.com

BARMOVI, S.A.

Ctra. de Tembleque, s/n 45860 Villacañas (Toledo)
Tel. 925 560 304 Fax 925 160 928
www.barmovi.com / barmovi@barmovi.com

BASTECO, SDAD. COOP. LTDA.

Ctra. Benamaurel Km.1,600 18800 Baza(Granada)
Tel. 958 700 862 Fax idem
www.basteco.es

BASTIDORES VALVERDE, S.L.

Juan Pérez 46. Valverde de Júcar. Cuenca
Tel. 969 201 410 Fax 969 200 433

CARPINTERIA MEDALL 2, S.A.

Avda. Hermanos Bou, ZH94 12003 Castellón.
Tel. 964 221 459 Fax 964 224 659
medall@infonegocio.com

CIFEMA, S.L.

Ctra. de Fortuna, Km. 0,5 30163-El Esparragal (Murcia)
Tel. 986 851 252 Fax 986 853 436
CIFEMA@terra.es

COBALTO MADERA ALUMINIO, S.L.

Polígono Industrial San Cristóbal C/Cobalto 17. 47012 Valladolid
Tel. 983 204 844 Fax 983 205 011
cobal@cobalmix.es www.cobalmix.es

DERMACO, S.L.

Ctra. de Tembleque s/n 45860 Villacañas. Toledo
Tel. 925 201 348/49/50 Fax 925 201 347
www.dermaco.com

FEMASA

Alfred Nobel 27. Las Palmas G.C.
Tel.928 410 590-96 Fax 928 412 831
femasa1@infonegocio.com

GUILLEN INDUSTRIAS DE LA MADERA, S.A.

Avda de Europa 34, Bloque B. Esca dcha 1ª - 28023 Aravaca. Madrid
Tel. 913 516 795 Fax 913 516 792
www.guillen-carpinteria.com comercial@guillen-carpinteria.com

HEREDEROS DE MANUEL SERRA, S.A.

Carlos Marx, 73 - 46026 Horno de Alcedo-Valencia
Tel. 963 766 823 Fax 963 766 777
www.hmserra.com hmserra@hmserra.com

HERMANOS GARCIA SANTIAGO,S.A.

Avda. de San Miguel 88. Apartado de Correos, 18. 47420-Iscar (Valladolid)
Tel. 983 612 702 Fax 983 620 128
www.hgssa.com

INDUSTRIA DE CARPINTERÍA JOSÉ CEDRÉS, S.A.

Parque Empresarial de Jinámar Calle Procesador nº 1. 35220 Telde. Las Palmas de G.C.
Tel. 928 717 800 Fax 928 717 8 01
www.feim.org/josecedres JCEDRESCANARIAS@terra.es

INDUSTRIAS DE TRANSFORMACION MADERAS DEL ATLANTICO, S.L.

Veigas dee Almorzar 31. 36650 Caldas de Reyes. Pontevedra
Tel. 986 539 027 Fax 986 540 915
intrama@terra.es

JHER, S.L.

Fausto Herrero, 8 - Apartado, 1 47420 Iscar (Valladolid)
Tel.983 612 940 Fax 983 612 959
www.jher.com

MARCOS MARTINEZ MINGUELA, S.A.

Avda. de San Miguel, 94 Apdo 43 47420 Iscar (Valladolid) Tel.983 611 863 Fax 983 620 149
www.mmminguela.com

PARYMON, S.L.

Camino del Pantano, 46. 30140 Santomera (Murcia)



Puerta plana en el Colegio Mayor San Agustín, La Laguna (Tenerife). Arquitectos: AmP Arquitectos

Tel. 968 865 209 Fax 669 394 794
parymon@teleline.es

PUERTAS ARTEVI, S.A.

Ctra.Navahermosa a Quintanar Km.109 45860
Villacañas(Toledo)
Tel. 925 161 275/160 100 Fax 925 160 732
www.artevi.com dpto.comercial@artevi.es

PORTAS DO NOROESTE, S.L.

Cellas de Culleredo s/n. 15189 Culleredo. A Coruña
Tel. 981 647 603 Fax 981 668 050
puertasdelnoroeste@infonegocio.com

PUERTAS EURODOOR, S.A.L.

Ctra. N-IV Km 94,300. 45780 Tembleque (Toledo)
Tel. 925 145 771 Fax 925 145 908
www.eurodoor.es / eurodoor@eurodoor.es

PUERTAS JEYMA JULIAN MOLINA, S.A.

Ctra. Cuellar-Olmedo Km.21,600 47420
Iscar(Valladolid)
Tel.983 611 260/66 Fax 983 620 129
www.jeyma.com

PUERTAS PROMA. S.A.

Avda. de Tembleque 87-95 45860 Villacañas. Toledo
Tel.925 200 533 Fax 925 200 701
www.proma.es

PUERTAS TEJADA, S.L

Polígono Industrialde Pazos. Parcela A-3
Tel.988 590 712 Fax988 412 312
puertastejada@grupotejada.com

PUERTAS TREN, S.A.

Isaac Peral 9. Polígono de Espiritu Santo. 15660 Cam-
bre. La Coruña
Tel. 981 649 977 Fax 981 649 975
info@puertastren.com www.puertastren.com

PUERTAS UXAMA, S.A.

P. I. Dehesa de Osma s/n. 42300 El Burgo de Osma
(Soria)
Tel. 975 340 614 Fax 975 340 533
puertasuxama@uxama.e.telefonica.net

PUMADE, S.A.

Polígono Industrial de Botos s/nº 36500 Lalín, Ponte-

vedra
Tel. 986 787108 Fax 986 781799
comercial@portadeza.com www.portadeza.com

RUFINO GARCIA SANCHEZ, S.L. RUGASA

Avda.San Miguel,26 47420 Iscar (Valladolid)
Tel. 983 611 347 Fax 983 620 163
www.rugasa.com

VISEL PUERTAS, S.A.

Avda. Tembleque nº 85. 45860 Villacañas.Toledo
Tel. 925 161 312 Fax 925 027 200
www.visel.com

A&B MADERAS Y DERIVADOS

Ctra. de La Unión km 4,400. 30392 Cartagena (Murcia)
Tel. 968 504 028 Fax 968 505 043
www.gerencia@aybpuertas.com www.aybpuertas.
com

ANGEL CABRERO E HIJOS, S.A.

La Varga, 9, 47420 Iscar(Valladolid)
Tel.983 611 829/2218 Fax983 620 181

EBANISTERIA Y MOBILIARIO, S.L.

Manuel de Falla 33. 35013 S. Antonio de Telde. Las
Palmas de G.C.
Tel. 928 695 401 Fax 928 695 390

IBERCAUX 99, S.L.

Ctra. de Mérida, Km. 0,07 06470 Guareña (Badajoz)
Tel. 924 350 328 Fax 924 351 564
central@ibercaux.es www.ibercaux.es

MEJÍAS Y RODRIGUEZ, SL.

Ctra. Antigua de la Esperanza, 38. Aptdo.188
La Laguna. Sª Cruz de Tenerife
Tel. 922 261 511 Fax 922 262 280

NOVAMAD, NUEVA ARQUITECTURA, S.L.

Ctra. Sevilla-Utrera, km 8,2 Alcalá de Guadaira (Sevilla)
Tel. 954 124 471 Fax 954 122 514
info@novamad.com www.novamad.com

PUERTAS NAVARRO, SA.

Alacant, nº 2 y 4. Polígono Industrial RAGA. 46210 Pica-
ña, (Valencia)
Tel.961 591 202/1 591 300 Fax 961 594 049



Puerta plafonada en la Casa Batlló (Barcelona). Arquitecto: Antonio Gaudí

PUERTAS NORMA , S.A.
San Miguel s/n 42140 San Leonardo de Yagüe. Soria
Tel. 975 376 000 Fax 975 376 208
www.norma-doors.com comercial@norma-doors.com

puertanavarro@teleline.es

PUERTAS PUIG OLIVER, S.A.
Oscar Esplá,14 03330 Crevillente (Alicante)
Tel. 965 406 464 Fax 965 404 412
www.luvipol.com

PUERTAS CARPINTERAS MACIZAS

HEREDEROS DE MANUEL SERRA, S.A.
Carlos Marx, 73 46026 Horno de Alcedo-Valencia
Tel. 963 766 823 Fax 963 766 777
www.hmserra.com

MARIANO SANGUINO, S.A.
Avda. de San Miguel, 25. Apartado nº 24 47420
Iscar(Valladolid)
Tel. 983 620 155 Fax 983 612 021
sanguino@sanguino.net www.sanguino.net

MUEBLES MUÑOZ SANTANA
General Bravo 8. Urb. Ind. Bco. Gallina. 35200 Telde
(Las Palmas de G. C.)
Tel. 928 710 194 Fax 928 717 179
erimusa@ole.com

PUMADE, S.A.,
Polígono Industrial de Botos s/n 36500 Lalín, Pontevedra
Tel. 986 787108 Fax 986 781 799
comercial@portadeza.com www.portadeza.com

PUERTAS CASTELLANAS

MARIANO SANGUINOS.A.
Avda. de San Miguel, 25. Apartado nº 24 47420
Iscar(Valladolid)
Tel. 983 620 155 Fax 983 612 021
sanguino@sanguino.netwww.sanguino.net

VICENTE SAEZ IGLESIAS S.L.
Ctra. Cuellar-Olmedo, Km. 20, 47420 Iscar (Valladolid)

Tfno: 983 605 570 - Fax: 983 605 318
comercial@puertascastellanas.com # www.puertascastellanas.com

PUERTAS KIT

M.C.M. MADERAS, S.A.
c/ Callejón del convento 5. 28380 Colmenar de Oreja
(Madrid)
Tel. 918 943 417 Fax 918 944 702
www.mcmmaderas.com mcm@mcmmaderas.com

VISEL PUERTAS, S.A.
Avda. Tembleque nº 85. 45860 Villacañas.Toledo
Tel. 925 161 312 Fax 925 200 004
www.visel.com

PUERTAS PLANAS

ALFONSO Y GASPAR CABRERO,S.A.
Apartado 35. Avda. Puente Blanca nº 2 47420 Iscar
(Valladolid)
Tel. 983 612 900 Fax 983 612 999
www.agcsa.com agcsa@agcsa.com

ARTEMA PUERTAS
Ctra. de Villacañas-Quintanar s/n. 45850 Villa de Don
Fadrique. Toledo
Tel. 925 195 979 Fax 925 195 993
www.artema.es

BARMOVI, S.A.
Crtra. de Tembleque, s/n 45860 Villacañas. Toledo
Tel. 925 100 306 Fax 925 160 928
www.barmovi.com

BASTECO, SDAD. COOP. LTDA.
Ctra.Benamaurel Km.1,600 18800 Baza(Granada)
Tel. 958 700 862 Fax 958 701 655
www.basteco.es

BLOCK CARPINTARIL, S.A.
Ctra. de Chaparras-Calicasas, Paraje Los Tantos, parcela
14. 18220 Calicasas (Granada)
Tel. 607 262 582 Fax 958 465 935

CARPINTERIA MEDALL 2, S.A.
Avda. Hermanos Bou ZH 94 12003 Castellón



Puerta plafonada en la Mezquita Al Aqmar. El Cairo, 1125

Tel. 964 221 459 Fax 964 224 659
medall@infonegocio.com

CIFEMA S.L.

Ctra. de Fortuna, km. 0,5 30163 El Esparragal (Murcia)
Tel. 968 851 252 Fax 968 853 436
CIFEMA@terra.es

COBALTO MADERA ALUMINIO, S.L.

Polígono Industrial San Cristóbal C/Cobalto 17. 47012
Valladolid
Tel.983 204 844 Fax 983 205 011
cobal@cobalmix.es www.cobalmix.es

FEMASA

Albert Einstein, 30 Zona Industrial Los Tarahale 35013
Las Palmas G. Canaria
Tel. 928 410 590 Fax 928 412 831
femasa1@infonegocio.com

FEMAZA, S.A.

Paseo de Colón 1.23740 Andújar (Jaén)
Tel. 953 503 040 Fax 953 504 203
femaza@femaza.net www.femaza.net

GUILLEN INDUSTRIAS DE LA MADERA, S.A.

Avda de Europa 34, Bloque B. Esca dcha 1ª 28023
Aravaca. Madrid
Tel. 913 516 795 Fax913 516 792
www.guillen-carpinteria.com
comercial@guillen-carpinteria.com

HEREDEROS DE MANUEL SERRA, S.A.

Carlos Marx, 73 46026 Horno de Alcedo-Valencia
Tel. 963 766 823 Fax 963 766 777
www.hmserra.com

HERMANOS GARCIA SANTIAGO,S.A.

Avda. San Miguel 88. Apartado de Correos, 18 47420
Iscar (Valladolid)
Tel. 983 611 833/1986 Fax 983 620 128
www.hmserra.com

INDEPORT, S.L.

Lug. Vista Alegre, 21. A 36900 Marín (Pontevedra)
Tel. 986 838 009 Fax 986 890 262
www.indeport.com

INDUSTRIA DE CARPINTERÍA JOSÉ CEDRÉS, S.A.

Parque Empresarial de Jinámar Calle Procesador nº 1.
35220 Telde. Las Palmas de G.C.
Tel. 928 717 800 Fax 928 717 801
www.feim.org/josecedres JCEDRESCANARIAS@terra.
es

INDUSTRIAS CARSAL, S.A.

Ctra. Pamplona-Vitoria Km. 22 - 31868-Echarren-Ara-
quil (Navarra)
Tel. 948 500 276 Fax 948 500 932
www.carsal.com

**INDUSTRIAS DE TRANSFORMACIÓN DE MADERAS DEL
ATLÁNTICO, S.L**

Veigas de Almanzor nº 31. 36650 Caldas de Reyes
(Pontevedra)
Tel. 986 539 021/27 Fax 986 540 915
yolanda@maderasatlantico.com

INTERBON, S.A. División comercial Puertas NOVA

Políg. Ind. Prado Overa. C7 Puerto de la Morcuera 13-
1º. Oficina 21. 28914 Leganés (Madrid)
Tel. 916 800 311 Fax 916 809 426
puertas@interbon.es www.interbon.es

JACINTO Y JOSE ALCALDE, S.A.

Hornillos, 11 Apartado, 47 47420 Iscar (Valladolid)
Tel. 983 611 938 Fax 983 620 103

JHER, S.L.

Fausto Herrero, 8 Apartado, 1 47420 Iscar (Valladolid)
Tel.983 612 940 Fax983 612 959
www.jher.com

M.C.M. MADERAS, S.A.

c/ Callejón del convento 5. 28380 Colmenar de Oreja
(Madrid)
Tel. 918 943 482 Fax 918 944 702
www.mcmmaderas.com mcm@mcmmaderas.com

MARCOS MARTINEZ MINGUELA,S.A.

Avda. de San Miguel, 94 Apdo 43 47420 Iscar (Vallado-
lid) Tel. 983 611 863 Fax 983 620 149
www.minguela.com mmm@mmminguela.com

MOLDURAS AMASU, SL.

Ctra. Cuéllar a Olmedo,Km.22 Aptº 97 47420 Iscar.
Valladolid



Puerta vidirera tradicional en La Laguna (Tenerife)

Tel. 983 611 559 Fax 983 611 570
amasu@moldurasamasu.es

MOLDURAS DICARMO

c/ de las Persianas,10 03630 Sax (Alicante)
Tel. 965 475 017 Fax 965 475 612
www.dicarmo.es dicarmo@dicarmo.es

MUEBLES MUÑOZ SANTANA

General Bravo 8. Urb. Ind. Barranco Gallina. 35200
Telde (Las Palmas de G. C.)
Tel. 928 710 194 Fax 928 717 179
erimusa@ole.com

PARYMON, S.L.

Camino del Pantano, 46 30140 Santomera (Murcia)
Tel. 968 865 209 Fax 968 865 209
parymon@teleline.es www.parymon.com

POLIDEMA POLIMERY DECORACIÓN EN MADERA, S.A.

c/ León, 41 28947 Fuenlabrada (Madrid)
Tel.916 424 289 Fax 916 424 409
www.polidema.es

PUERTAS ARTEVI, S.A.

Ctra.Navahermosa a Quintanar Km.109 45860 Villacañas
(Toledo)
Tel. 925 161 275/160 100 Fax 925 160 732
www.artevi.com

PUERTAS BAMAR, S.L.

Avda. Puente Blanca, 4 47420 Iscar (Valladolid)
Tel.983 611 888 Fax 983 620 131
www.bamarpuertas.com

PUERTAS DAYFOR, S.L.

Apartado, 22 13250 Daimiel (Ciudad Real)
Tel.926 850 647 Fax926 850 875
www.dayfor.es dayfor@manchanet.es

PUERTAS DIMARA, S.A.

Ctra. Quintanar El Toboso, Km. 2,800. 45800 Quintanar
de la Orden (Toledo)
Tel. 902 366 319 Fax 925 564 766
www.dimara.es comercial@dimara.es

PUERTAS JEYMA JULIAN MOLINA, S.A.

Ctra. Cuellar-Olmedo Km.21,600 47420
Isca(Valladolid) Tel. 983 611 260/66 Fax 983 620 129

www.jeyma.com

PUERTAS NORMA , S.A.

San Miguel s/n 42140 San Leonardo de Yagüe. Soria
Tel.975 376 000 Fax 975 376 208
www.norma-doors.com comercial@norma-doors.com

PUERTAS TEJADA, S.L.

Polígono Industrial de Pazos 32600 Verin (Orense)
Tel. 988 590 712 Fax 988 412 312
puertastejada@grupotejada.com puertastejada@
navegalia.com

PUERTAS SANSO,S.A.

Dos de Mayo, 7 07500 Manacor(Mallorca)
Tel. 971 551 469 Fax 971 553 599

RUFINO GARCIA SANCHEZ, S.L. RUGASA

Avda.San Miguel, 26 47420 Iscar(Valladolid)
Tel. 983 611 347 Fax 983 620 163
info@rugasa.com www.rugasa.com

GALEPOR, S.L.

Pol. Ind. Mirallos, Nave 1 36668 Santa Xusta Moraña
(Pontevedra)
Tel. 986 552 854 Fax 986 553 293
puertas@artepor.com www.artepor.com

MEJIAS Y RODRIGUEZ,SL.

Ctra. Antigua de la Esperanza,18. Apto.188 La Lagu-
na. Sª Cruz de Tenerife Tel. 922 261 511 Fax 922 262
280

PUERTAS BETANZOS S.L.

Autovía Coruña-Madrid salida Montsalgueiro 15317
Aranga (a Coruña)
Tel. 881 062 381 Fax 881 062 379
betanzos@hotmail.com

TABLEROS ENRIQUE MARTÍNEZ S.L.

Polígono Industrial de Picassent, C/5 P6 46220 Picas-
sent (Valencia) 961 221 770 961 241 991
ventas@temsl.com www.temsl.com

TEODORO DEL PINO E HIJOS, S.L.

Jordan, 8.35460 Galdar (Las Palmas de Gran Canaria)
Tel. 928 880 470 Fax 928 882 707
teodoropinosl@terra.es



Puerta entablada en el Instituto de la Orotava (Tenerife). Arquitectos: AmP Arquitectos

PUERTAS BLOCK O UNIDAD DE PUERTA

ARTEMA, S.A.

Ctra. de Villacañas - Quintanar s/n. 45850 Villa de Don Fadrique, Toledo.
Tel. 925 195 979 Fax 925 195 993
www.artema.es

BARMOVI, S.A.

Ctra. de Tembleque, s/n 45860 Villacañas, Toledo.
Tel. 925 100 306 Fax 925 160 928
www.barmovi.com

BRICO BLOCK, S.A.

Ctra. de Tembleque s/n 45860 Villacañas. Toledo
Tel. 925 200 900 Fax 925 200 088
dpto.calidad@bricoblock.com www.artevi.com

GUILLEN INDUSTRIAS DE LA MADERA, S.A.

Avda de Europa 34, Bloque B. Esca dcha 1ª 28023 Aravaca, Madrid
Tel.913 516 795 Fax 913 516 792
www.guillen-carpinteria.com comercial@guillen-carpinteria.com

MARCOS MARTINEZ MINGUELA,S.A.

Avda. de San Miguel, 94 47420 Iscar (Valladolid)
Tel. 983 611 863 Fax 983 620 149
mmm@mmminguela.com www.mmminguela.com

MOSTOLES INDUSTRIAL, S.A.

Granada, s/n 28935 Móstoles (Madrid)
Tel.916 130 200 Fax 916 145 108
www.moinsa.es

PUERTAS CASTALLA, S.L.

Costera La marjal, Polígono 3, parcela 67 03420 Castalla (Alicante)
Tel. 966 560 641 Fax966 560 735
comercial@puertascastalla.com www.puertascastalla.com

PUERTAS DAYFOR, S.L.

Apartado, 22 13250 Daimiel(Ciudad Real)
Tel.926 850 647 Fax926 850 875
www.dayfor.es dayfor@manchanet.es

PUERTAS NORMA , S.A.

San Miguel s/n 42140 San Leonardo de Yagüe. Soria

Tel.975 376 000 Fax 975 376 208

www.norma-doors.com comercial@norma-doors.com

PUMADE, S.A.

Polígono Industrial de Botos s/n 36500 Lalín, Pontevedra
Tel.986 787 108 Fax 986 781 799
comercial@portadeza.com www.portadeza.com

VISEL PUERTAS, S.A.

Alcalá, 227, 3ª planta 28028 Madrid.
Tel. 917 260 350 Fax 917 261 729
www.visel.com

ARTESEMA, S.A.

c/ Héroes de Toledo, s/n. Edificio Toledo,2, 2º p.Módulo 8 41005 Sevilla
Tel. 954 124 443 Fax 954 124 489
exterior@artesema.com www.artesema.com

BLOCK CARPINTARIL, S.A.

Ctra. de Chaparras-Calicasas, Paraje Los Tantos, parcela 14 18220 Calicasas (Granada)
Tel.607 262 582 Fax 958 465 935

HEREDEROS DE MANUEL SERRA, S.A.

Carlos Marx, 73 46026 Horno de Alcedo-Valencia
Tel.963 766 823 Fax 963 766 777
www.hmserra.com

JHER, S.L.

Fausto Herrero, 8 Apartado, 1 47420 Iscar(Valladolid)
Tel. 983 612 940 Fax 983 612 959
www.jher.com

M.C.M. MADERAS, S.A.

c/ Callejón del convento 5. 28380 Colmenar de Oreja (Madrid)
Tel.918 943 482 Fax 918 944 702
www.mcmaderas.com mcm@mcmaderas.com

MOSTOLES INDUSTRIAL, S.A.

Granada, s/n 28935 Móstoles (Madrid)
Tel.916 130 200 Fax 916 145 108 www.moinsa.es



Puerta entablada en el edificio de viviendas Proa (Sta. Cruz de Tenerife). Arquitectos: AmP Arquitectos

PUERTAS RESISTENTES AL FUEGO

INDUSTRIA DE CARPINTERÍA JOSÉ CEDRÉS, S.A.

Parque Empresarial de Jinámar Calle Procesador nº 1.
35220 Telde. Las Palmas de G.C.
Tel. 928 717 800 Fax 928 717 801
www.feim.org/josecedres JCEDRESCANARIAS@terra.es

JHER, S.L.

Fausto Herrero, 8 Apartado, 1 47420 Iscar (Valladolid)
Tel. 983 612 940 Fax 983 612 959
www.jher.com

M.C.M. MADERAS, S.A.

c/ Callejón del convento 5 28380 Colmenar de Oreja
(Madrid)
Tel. 918 943 482 Fax 918 944 702
www.mcm-maderas.com mcm@mcm-maderas.com

PUERTAS DAYFOR, S.L.

Apartado, 22 13250 Daimiel (Ciudad Real)
Tel. 926 850 647 Fax 926 850 875
www.dayfor.es dayfor@manchanet.es

PUERTAS NORMA, S.A.

San Miguel s/n 42140 San Leonardo de Yagüe. Soria
Tel. 975 376 000 Fax 975 376 208
www.norma-doors.com comercial@norma-doors.com

TEODORO DEL PINO E HIJOS, S.L.

Jordan, 8.35460 Galdar (Las Palmas de Gran Canaria)
Tel. 928 880 470 Fax 928 882 707
teodoropinosl@terra.es

GUILLEN INDUSTRIAS DE LA MADERA, S.A.

Avda de Europa 34, Bloque B. Escalera 1ª 28023
Aravaca. Madrid
Tel. 913 516 795 Fax 913 516 792
www.guillen-carpinteria.com comercial@guillen-carpinteria.com

HEREDEROS DE MANUEL SERRA, S.A.

Carlos Marx, 73 46026 Horno de Alcedo-Valencia
Tel. 963 766 823 Fax 963 766 777
www.hmserra.com

SAUERLAENDER SPANPLATTEN GmbH & Co. KG (table-
ros extrusionados)

P.O. Box 55 53 59821 ARNSBERG NRW (Alemania)
Tel. 00 49 2 931 876 123 Fax 00 49 2 931 876 119
thomas-floetotto@sauerland-spanplatte.de www.
sauerland-spanplatte.de

TECNOLOGIA Y SISTEMAS CORTAFUEGOS, S.L.

Avda. Vilafranca, nº 9 Pol. Sant Pere Molanta
08734 Olerdola (Barcelona)
Tel. 938 182 360 Fax 938 924 387
ellopart@puertastecor.com www.puertastecor.com



Puerta entablada en la casa Ferreira da Costa. Arquitecto: Álvaro Siza

ESCALERAS DE MADERA

DEFINICIÓN

La escalera es un elemento inclinado de paso pedestre, establecido entre dos niveles diferentes con una pendiente comprendida entre 15 y 60°

HISTORIA

Las escaleras han seguido una cierta línea evolutiva con tipologías que aparecen y se modifican pero que raramente desaparecen.

Las escaleras aparecieron necesariamente para dar acceso a planos elevados, por lo tanto es de suponer que existían desde la noche de los tiempos aunque no fueran más que rampas con escalas o de troncos tallados con forma de dientes.

De las primeras grandes civilizaciones sólo conocemos escaleras de piedra (egipcias, griegas, romanas, etc.) pero existen, sin embargo, referencias gráficas de escaleras de madera (mesopotámicas, egipcias, griega, ...)

Vitrubio, arquitecto romano del siglo I, expone en 'Los diez libros de la Arquitectura' las reglas de dimensionamiento de las escaleras. Dice que las escaleras romanas eran de madera o de piedra; éstas últimas denominadas *scalae graeciae*. Las medidas tomadas en Pompeya nos muestran que las contrahuellas tenían 30 cm, una altura bastante incómoda.

Durante la Edad Media se da primacía a la planta del edificio y la escalera por antonomasia es la de caracol, conceptualmente sencilla pero técnicamente compleja y muy incómoda. Más tarde aparecen en las primeras ciudades las escaleras de peldaños apilados.

Son escaleras formadas por escalones macizos de madera que se resuelven en una sola pieza, huella, contrahuella y cara inferior.

Los problemas de ajuste del apilado y sobre todo la retracción de la madera propiciaron la aparición del pie central continuo donde se encajaban los distintos escalones.

El pilar se elevaba hasta un segundo o un tercer piso con una sola pieza. Desde finales del siglo XV ya es infrecuente verlos en los edificios medievales de entramado de madera.

Los solares estrechos de las ciudades medievales forzaron la aparición de las escaleras de barandillas superpuestas, unas escaleras un tanto rudimentarias con dos pilares centrales continuos, enlazados entre sí por zancas, donde se encajan los peldaños y las barandillas de los diferentes tramos. Fueron evolucionando, primero alargándose y después cortando los pilares hasta dar lugar a escaleras mucho más airoas. Los peldaños pasaron progresivamente de un desarrollo radial a otro rectangular. Los descansillos, del magro espacio inicial en la escalera de caracol, pasaron a mesetas de esquina.

Estos descansillos forzaron el aumento de superficie de la caja de escalera, complejas de realizar por el número de entalles y cortes, pero con buen funcionamiento estructural.

En 'Los cuatro libros de Arquitectura', tratado publicado en 1570 por Palladio presenta las primeras escaleras con hueco central, circular, ovalado o cuadrado. Con este trazado, la escalera dejaba de ser una construcción residual y pasaba a ser un elemento mayor, con cierto carácter teatral. Las más conocidas son las de cuatro pilares de ojo cuadrado todavía con peldaños radiales empotrados. Aparecen los primeros balaústres clásicos.

En los siglos XVI a XVIII los constructores se aplicaron en comprender el funcionamiento de la rampa mejorando y reforzando los ensambles apareciendo enlaces curvos.

La progresiva supresión de pilares continuos produjo una disminución de la rigidez y una complicación en la distribución de pesos. Se solucionó prolongando la zanca hasta empotrarla en la pared. Su único defecto eran sus enormes secciones.

Aparecen en este momento los peldaños compensados, es decir, los que toman una forma irregular para tener la misma dimensión en la línea de huella.

Otra novedad importante fue la introducción de las barandillas de hierro, que transformaron completamente la fisonomía de las escaleras al dejar en evidencia el perfil de la zanca con todas sus irregularidades.

Las escaleras curvilíneas de los siglos XVII a XIX responden a la búsqueda del confort del usuario, conseguida por una más suave continuidad de zanca y pasamanos, suprimiendo los fuertes desniveles, las esquinas angulosas y los pilares.



Las escaleras oblongas y de cubillo se forman alrededor de un hueco alargado y rematado en semicírculos. Las escaleras de cuatro centros, fabricadas a partir del siglo XVII, son escaleras con un ojo central rectangular, y esquinas curvas.

Las escaleras de estribo, del siglo XIX, suponen un salto en complejidad de las escaleras curvilíneas. Como su nombre indica la forma en planta es una curva sensiblemente circular o elíptica, cerrada por un tramo recto transversal que es el descansillo portante.

Las escaleras de trazado curvilíneo se desarrollan plenamente en el XIX, especialmente a la inglesa.

Las escaleras a la inglesa son también del siglo XIX. Se distinguen de todas las anteriores por el tipo de zanca, cuya cara superior se corta siguiendo el perfil de huellas y contrahuellas. Hasta entonces los peldaños se encastraban en la zanca formando un conjunto ensamblado.

Fueron estas escaleras, y sus variantes, las predilectas durante todo el siglo XIX hasta su casi desaparición en el siglo XX.

Si a comienzos del siglo XIX, todas las escaleras se construían con rampas de madera y barandillas de hierro la revolución industrial propicia las escaleras casi totalmente metálicas, y la madera queda sólo para peldaños, forros, pasamanos y otros elementos decorativos: son las escaleras mixtas.

En los estilos historicistas, como el neogótico vuelven a la madera con sus paneles engargolados y arcos trilobulados. Por su parte el modernismo da mucha importancia a las escaleras. Dominan las escaleras de hierro colado, pero también se encuentran hermosos ejemplos en madera como las escaleras de Gaudí en la casa Batlló.

El Movimiento Moderno, el estilo arquitectónico más importante del siglo XX, prescinde de los elementos exclusivamente ornamentales y persigue una mayor sinceridad y funcionalidad de los elementos constructivos. La escalera racionalista se caracteriza por sus barandillas opacas o por su estética naval que se rematan con pasamanos de madera.

La madera desaparece de las escaleras hasta los años 40, salvo honrosas excepciones como Alvar Aalto, de la mano de un nuevo producto, la madera laminada.

Estas escaleras se caracterizan porque aprovechan la posibilidad de moldear la madera en zancas y peldaños con resultados competitivos con el hormigón.

Las escaleras de madera laminada conocieron un gran desarrollo y adquirieron muy pronto carta de naturale-

za en la construcción contemporánea. Aprovechando las grandes posibilidades que ofrecía el nuevo material, se tendía a diseños con grandes alardes estructurales, en detrimento a veces de la estética o funcionalidad del elemento.

Como consecuencia del desarrollo y expansión del entramado ligero, las escaleras se desarrollan a base de tableros contrachapados y OSB de una manera económica y simple.

Por otro lado hay que mencionar que la tecnología actual ha permitido desarrollar tanto programas como maquinaria de control numérico que simplifica la difícil realización de escaleras complejas (doble curvatura) sin necesidad de aplicar los sistemas clásicos de diseño y compensación.

Se trata de escaleras técnicamente correctas pero que a veces resultan de aspecto pobre por la dificultad de introducir esas pequeñas correcciones visuales y de diseño que hacen que una escalera sea atractiva y cómoda.

Finalmente hay que comentar la prefabricación y venta en grandes superficies de escaleras de catálogo. Ésta alcanza especialmente a las de caracol. Algunas de ellas se venden en kit, para ser montados por el usuario.

PARTES

Zanca

Es la viga longitudinal inclinada, recta o curva que soporta el peldañado.

Pueden ser a la francesa que presenta un ranurado interior para recibir el peldañado. El conjunto adquiere su rigidez tras su encolado y ensamblado. Pueden ser rectas o curvas.

El otro tipo principal es a la inglesa que se caracteriza por su borde superior que toma un perfil dentado para servir de apoyo a huellas y contrahuellas. Son generalmente de forma curva.

La zanca paredaña o cremallera es la zanja a la inglesa que se fija a la pared.

En cuanto a los materiales empleados pueden ser de madera maciza, laminada y microlaminada.

Peldaños

Los peldaños o escalones son los elementos de apoyo o pisada. Constan de huella (parte horizontal) y contrahuella o tabica (parte vertical, no siempre existen-



Casa Moby Dick. Arquitecto: Into Tasa

te).

Según su forma los peldaños pueden ser: radiales, rectos, compensados, curvados.

Según su constitución pueden ser: macizos, mixtos o de guardacantos, compuestos, de madera laminada o contrachapada.

Según su situación pueden ser de arranque, estandar y de salida o plaqueta. El primero y el último pueden tener una forma distinta al resto.

Descansillo, rellano o meseta

Son plataformas en medio de la rampa para evitar la fatiga. Pueden situarse en medio de tramos rectos o en esquina y ser longitudinales o transversales (coinciden con el cambio de sentido o giro).

Revestimiento y protección del hueco

Los forros son piezas de revestimiento que sirven para dar continuidad visual a la zanca en el descansillo y cubrir el canto del forjado.

El cerramiento vertical de la rampa cubre la pared de la zona de arranque.

El cerramiento inferior de la rampa es como el falso techo de la misma.

Todos estos forros y cerramientos pueden ser de madera, en general resueltos con sistemas de bastidor y plafón.

Barandillas

La barandilla es el elemento de cerramiento, quitamiedos y elemento de apoyo de usuario de la rampa.

Según su forma pueden ser: de balaustres, macizas o paneles, fajas, barrotes.

Según su aportación estructural pueden ser portantes o decorativos.

Pasamanos

Son piezas, normalmente de madera, cuya función es rematar la barandilla, ofreciendo al usuario un apoyo deslizante.

Los pasamanos presentan un punto singular en el cambio de pendiente de rampa y meseta para mantener la misma altura en ambos espacios.

Pilares y cubillos

Son piezas que sirven para enlazar dos zancas, normalmente en escaleras a la francesa. El pilarete es un madero de gran sección y el cubillo tiene forma de media corona pudiendo tener toda la altura de la barandilla.

Pilarotes o pilaretes de arranque

Es el pilarete de arranque. Suele ser de mayor dimensión y tiene una forma más llamativa, aunque manteniendo cierta semejanza con el resto de la barandilla.

TIPOLOGÍA

Tipologías estructurales

A la molinera

Son escaleras de un solo tramo con una fuerte pendiente cuyos peldaños están encajados lateralmente en dos zancas de gran sección.

A la inglesa

Son escaleras donde huellas y contrahuellas encajan en un silueteado practicado en la zanca. Por ese motivo son estructuralmente menos rígidas.

A la italiana

Son escaleras de tramos rectos apoyados en dos muros paralelos que se transforman así en zancas.

A la francesa

Son escaleras donde huellas, contrahuellas y zanca van ensambladas entre sí formando un todo que reparte las cargas a más elementos.

En voladizo

Son escaleras cuyos peldaños están en voladizo respecto a un emportamiento que puede ser una zanca o una pared de carga.

Colgada

Son escaleras sin zanca y los peldaños cuelgan de un forjado u otros elemento estructural.

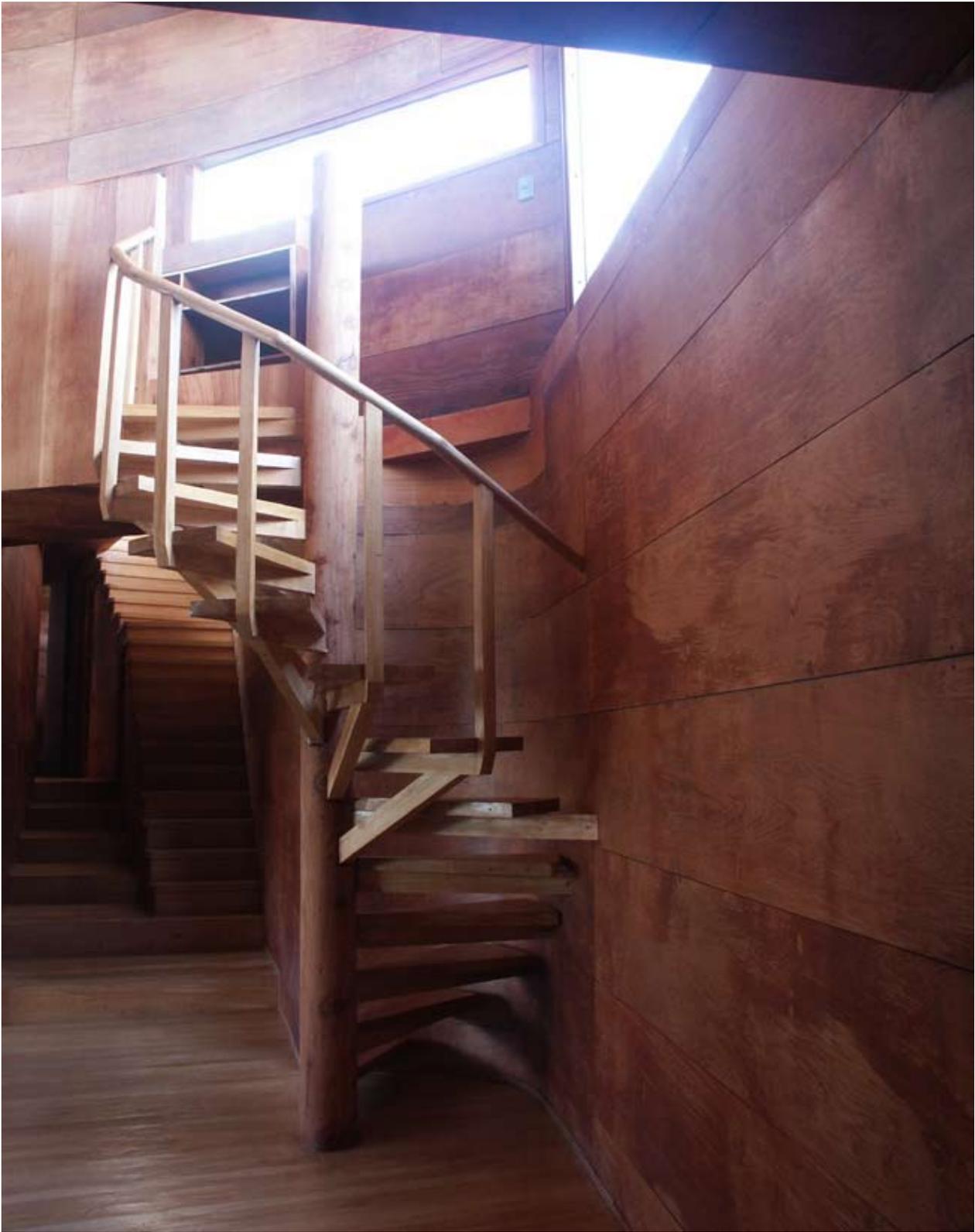
Tipologías constructivas

A la catalana

Es la escalera en que la rampa se forma con una bóveda tabicada formada por tres capas de rasilla formando la línea de la anticatenaria de la altura a salvar.

Adosada

En esta escalera una de las zancas forma la propia pared o está íntimamente ligada a ésta.



Escalera de caracol de coigüe en vivienda unifamiliar en Chamiza (Chile). Arquitecto: Jorge Lobos

De zanca central

Es la escalera formada a partir de una sola zanca o viga situada en el eje de los peldaños.

De gato

Escalera formada por perfiles de hierro muy delgados a los que se fijan los peldaños.

Mixtas

Son escaleras en las que la madera queda normalmente relegada al peldañoado.

Tipologías por trazado

Hay dos grandes clasificaciones: trazado curvo y trazado recto.

Entre las de trazado curvo se distinguen las circulares, helicoidales, en espiral o de caracol; las de cuatro centros; de estribo; oblongas y de cubillo; elípticas y ovaladas.

Entre las de trazado recto destacan: las de un solo tramo (a la molinera), de un solo tramo con peldaños alternos; de dos tramos (de cuarto y de media vuelta; de tres tramos (de vuelta completa, en forma de T, a la imperial y de ojo triangular; de cuatro tramos (de vuelta entera y de vuelta incompleta); mixtos (que alternan tramos rectos y curvos)

Trazado de escaleras

Consta de las siguientes etapas:

Trazado

Consiste en trasladar a la madera la forma de la pieza (mediante dibujo directo, plantillas, mediante escuadras donde figura toda la información).

Actualmente las carpintería especializadas se ha facilitado gracias a determinados programas informáticos.

Compensación de peldaños

El reparto y compensación de peldaños es una de las operaciones más complicadas de la carpintería tradicional.

Existen muchos métodos de compensación que se pueden agrupar en dos grupos: métodos de construcción y métodos de corrección. Los primeros consisten en repartir los cuellos de los peldaños por medio de la geometría o la aritmética. Son los métodos del rastro, del trapecio, de la compensación geométrica y de

cuellos iguales.

Los segundos consisten en modificar los cuellos de algunos peldaños para mejorar estética o técnicamente un tramo. Son los compensados a ojo, mediante desarrollo y curvado del cuello.

MATERIALES

La madera

La madera presenta diferencias de veta, comportamiento y durabilidad.

El Roble es el más empleado en las obras de calidad, pero requiere eliminar la albura.

El Castaño, es blando para las huellas pero útil para la estructura.

El Fresno y el Olmo ofrecen casi las mismas posibilidades que el Roble. El segundo es más apreciado por su veteado pero exige ciertas precauciones.

El Haya es dura y resistente pero no tiene veteado.

Resinosas

La mayor parte de las coníferas (píceas, Pino silvestre y marítimo) son un poco blandas para escaleras por lo que deben emplearse en grandes secciones para reducir su desgaste y mejorar su estabilidad al fuego.

El Alerce y el pino Oregón son más apreciados por su durabilidad y aspecto.

El Pino silvestre y el Pino marítimo convienen a piezas portantes de grandes dimensiones como las zancas.

Maderas finas

El Nogal se emplea muy raramente salvo en forros y empanelados.

Entre las especies tropicales más duras destacan el Iroko, el Kotibé, el Sipo y el Acajou -un poco blando para huellas-. El Niangón y el Makoré destacan por sus veteados.

Las maderas tropicales de durabilidad media como el Caoba de Africa, el Aningre, el Framiré, el Kotibé, el Moabi, el Movingui, el Niangón y el Sipo son de empleo corriente en escaleras y tienen un despiezado fácil y rápido.

Conviene destacar el Iroko y el Doussié, dos maderas duras, particularmente indicadas para peldaños macizos (la segunda con escasa retracción).

Cuando se orienta el corazón de la madera en el borde del peldaño ésta tiende a moverse hacia arriba, con lo que las huellas mejoran de aspecto y trabajan mejor.



Escalera a base de tablero contrachapado y redondos tensados. Casa Tas (Finlandia). Arquitecto: Jirky Tasa

En las contrahuellas se valora más el aspecto, por ser más visible. En las zancas, el corazón de la madera se orienta hacia el hueco para encajar las contrahuellas en la cara menos vistosa de la pieza.

En los pasamanos el Nogal o el Acajou se distinguen por la finura de su grano y son las especies preferidas. Las piezas del pasamanos pueden obtenerse de partes curvas de las piezas.

En pilaretes y balaustres no se admiten nudos ni defectos importantes por su riesgo de romperse o astillarse siendo como son elementos visibles en sus cuatro caras.

ACABADOS

Acabado bruto con herramienta

Hay dos tipos de acabado: el cepillado a la azuela o con garlopa. No es necesariamente basto ya que hay un cierto 'aparejo' de los golpes del útil.

El cepillado permite obtener superficies uniformes sin necesidad de lijado o pulido. Hoy en día se evita el aspecto demasiado artificial.

Pulido

El pulido es el acabado más practicado.

Una madera homogénea, con grano cerrado y susceptible de tomar un bello brillo requiere un pulido fino; y a la inversa. En cualquier caso el pulido se realiza en taller.

Acabado

Existen diversas posibilidades: tintado, encerado, acabado al aceite...

El encerado es el sistema más empleado porque conviene particularmente a las maderas continentales europeas como el Roble, el Castaño o el Nogal.

El barnizado obtiene superficies más resistentes pero su superficie es más difícil de reparar (sobre todo en zonas más expuestas al rayado).

El aceite es apreciado por su simplicidad de aplicación y mantenimiento. Los llamados 'aceites de teka' pueden aplicarse a maderas exóticas grasas que contienen aceites naturales.

NORMAS Y CERTIFICACIÓN

El CEN tiene dos comités que se ocupan de las escale-

ras. Los CEN-TC 175 y 229.

Por otro lado existe una guía EOTA sobre escaleras prefabricadas destinadas al mercado CE.

La principal norma sobre seguridad de usos es el CTE (DB SU Seguridad de utilización).

La norma tecnológica NTE-FDB Fachadas. Defensas: Barandillas alerta sobre el riesgo de caídas (excepto en las barandillas de escaleras de emergencia)

Ante incendios las escaleras deben permitir la evacuación de personas según el destino de los edificios.(DB SI Seguridad en caso de Incendio).

Aislamiento acústico

Una de las pocas normas que se ocupa del aislamiento acústico de las escaleras es la DIN 4109 (1988) que propone un aislamiento al ruido de impacto de 17 dB pero la práctica recomienda cerca de 25 dB.

En edificios de viviendas con construcción tradicional se alcanzan estos valores fácilmente.

Medidas para las escaleras que crujen

Los crujidos aparecen a menudo porque cede el apoyo entre la tabica y la huella.

Esto se puede subsanar :

- atornillando las huellas y tabicas desde arriba
- colocando nuevas tabicas con un galce en la parte superior
- encolando y atornillando un listón debajo del canto anterior de las huellas, después de haberlas apuntalado

SUMINISTRADORES

CARPINTERIA FELIX LANDA, S.A.

Polígono Irigorriti,9 48480 Arkotxa Zaratamo (Vizcaya)

Tel. 944 565 604 Fax 944 575 052

Haas Holzprodukte GmbH

Industriestrasse, 8 D-84326 Falkenberg (Alemania)

Tfno: 0049(0)8727 180 - Fax: 49(0)872718593

haas.madera@haas-fertigbau.de # www.haasholzindustrie.com



Escalera de Villa Mairea de Alvar Aalto

IBERCAUX 99 S.L.
Ctra. de Mérida, Km. 0,07, 06470 Guareña (Badajoz)
Tfno: 924 350 328 - Fax: 924 351 564
central@ibercaux.es # www.ibercaux.es

LÓPEZ PIGUEIRAS S.A.
Lg. de Patarroa, s/nº, 27861 Covas-Viveiro (Lugo)
Tfno: 982 561 061 - Fax: 982 561 460
produccion@lopezpigueiras.com # www.lopezpigueiras.com

TARIFLEX S.L.
C/Robles, 211 Polg. ind. Nicomedes García, 40140 Valverde del
Majano (Segovia)
Tfno: 921 490 990 - Fax: 921 490 747
tariflex@tariflex.com # <http://www.tariflex.com>

TCM S.A.
León, 41-45 Fuenlabrada (Madrid)
Tfno: 916 421 040 - Fax: 916 421 690
tcmsa@tcmsa.es # <http://www.tcm.es>

Weitzer Parkett Iberica S.L.
Polg. Ind. Las Labradas, C/ La Rioja, 28, 31500 Tudela (Navarra)
Tfno: 948 823 734 - Fax: 948 826 935
wpiberica@weitzer-parkett.es # www.weitzer-parkett.com

WORK SPIRIT S.L.
Virgen de la Novena, 5, 28027 Madrid
Tfno: 914 057 075 - Fax: 914 042 421
j.rey@work-spirit.com



Escalera exterior en Parque del Drago (Tenerife). Arquitectos: AmP Arquitectos

SUELOS DE MADERA | PARQUET

DEFINICIÓN

La normativa europea UNE EN 13.756 define de forma general como revestimiento de suelos de madera al ensamblaje de elementos individuales de madera colocados sobre una solera. Esto incluye tanto al parquet como a otros revestimientos de suelos, como los tableros revestidos.

Los suelos laminados desde el punto de vista técnico no pueden considerarse como parquet, ya que la norma antes mencionado define como parquet al revestimiento de suelo de madera cuya capa superior es $\geq 2,5$ mm. (En el caso del lamparquet o del parquet macizo machihembrado u otros productos macizos, constituidos por un único elemento (madera maciza), lógicamente todo el elemento se considera capa superior).

Entre estos dos tipos de suelos -los parquets de madera con sus distintas variantes (que analizaremos más adelante) y los laminados, que sólo tienen de madera el tablero que les sirve de sustrato- existe en el mercado una feroz competencia ya que se disputan una parte importante de la construcción.

HISTORIA

La tierra apisonada fue seguramente el primer suelo utilizado por el hombre que fue mejorado posteriormente añadiéndole recercados de madera o 'armarla' a base de fibras vegetales o bosta de vaca mezclada con barro. La tierra apisonada fue el suelo más frecuente hasta la Edad Media.

En definitiva, un suelo simple de producción y en el ámbito sanitario, inocuo.

Paja, tallos y hojas fueron recubrimientos habituales antes de dar paso a los tejidos. Las primeras alfombras eran probablemente pieles curadas. Protegían del frío y de las asperezas del terreno.

Los suelos mosaicos tienen un origen muy antiguo. En la última Edad de Bronce se colocaban cantos rodados en Creta y en la Grecia continental. Los griegos refinaron la técnica dando lugar al mosaico, antecedente de las losas de piedra.

Los primeros suelos de madera fueron seguramente los de las viviendas elevadas de los palafitos.

Debido a que las herramientas de corte estaban poco desarrolladas, se utilizaban pequeños rollizos adosados para conseguir una mayor planitud.

En Mesopotamia aparece la figura del estrado, marco de madera elevado que podría considerarse otro antecedente del suelo de madera.

Otro podría ser la cubierta de los barcos.

En Egipto las cubiertas estaban hechas de tablas de acacia o sicomoro, ensambladas y fijadas con clavijas. En las de los griegos eran de roble, siendo la especie más utilizada desde entonces.

Durante la Primera Guerra Púnica los romanos desarrollaron el corvus, una especie de plataforma de madera móvil que les permitía abordar a las embarcaciones cartaginesas.

Todas ellas pueden considerarse de alguna manera tarimas de madera.

Los pavimentos egipcios son preferiblemente de piedra: caliza blanca, basalto, granito. Cuando eran de barro a veces estaban pintados de azul para recrear el efecto del agua.

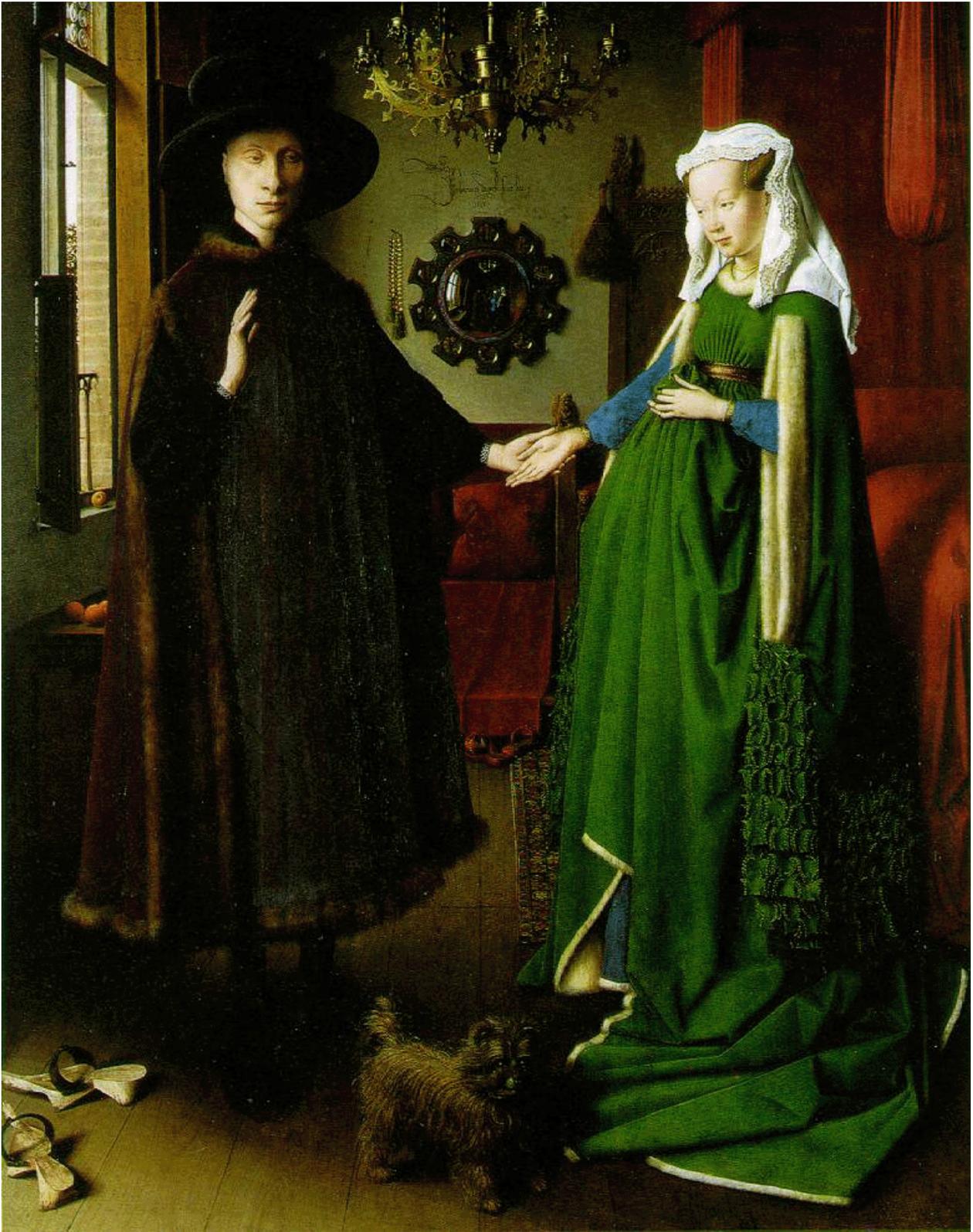
Utilizaban mucho las esteras como forma de separar el cuerpo de suelos más ásperos y polvorientos pero no se conoce que utilizaran madera.

La primera referencia escrita a los suelos de madera la encontramos en la Biblia: Salomón recubrió el suelo de la Casa con planchas de ciprés (1 Reyes 6,16) que precede del Líbano (II Crónicas). También se usan escabeles o tarimas elevadas de madera para separar del suelo y elevar por dignidad, un recinto.

En las primeras casas de troncos (8000-3000 a.C.) en culturas que se abren paso en el deshielo a base de troncos de menor dimensión, con rellenos en las juntas o troncos regulares pulidos pacientemente.

De los romanos conocemos hasta 6 tipos distintos de suelos (hypocausto o suelo radiante, mosaico, rube-ratio a base de ladrillos y piedras, suelos y forjados de madera y forjados de pisos en graneros (horrea), piedra y mármol, cerámica para saneamientos.

Un suelo de madera curioso es el que existía en el Coliseo: una tarima de madera móvil sobre el que se esparcía la arena que cubría los locales de servicio,



Tarima de tabla ancha. El matrimonio Arnolfini. J. Van Eyck National Gallery. Londres. 1434

los barracones de los gladiadores y las jaulas para las bestias.

En el extremo oriente (Japón) se usa mayoritariamente el tatami, a base de fibras vegetales pero además utilizaron magistralmente la tarima ancha de madera que se pulían y bruñían hasta conseguir una textura y un brillo inigualables. Este acabado era posible gracias a la precisión de las herramientas.

En la edad media la arquitectura monumental sigue prefiriendo la piedra (mármol y piedra caliza) pero se empiezan a desarrollar las sierras mecánicas con lo que se podían obtener tablas con cierta regularidad. En Inglaterra, por ejemplo, el estilo Tudor emplea grandes tarimas de madera de configuración lineal y con junta libre sin formar dibujo. Caracterizadas por sus grandes clavos redondos o clavijas de madera, emplean especies duras (nogal o roble). Su empleo en manoir y castillos es seguramente el origen de la imagen aristocrática que tiene la tarima.

También en los Países Bajos y Alemania se encuentran este tipo de tarimas.

Tras el descubrimiento de América la importación de maderas de grandes cualidades en cuanto a texturas, colores y propiedades mecánicas, desconocidas en Occidente facilitó la introducción de la madera para suelos. La incorporación de las especies tropicales a partir del siglo XVI aportó un toque de distinción a los suelos. Un ejemplo notable del empleo de las nuevas especies en la decoración es el de los intarsios italianos.

A partir de Luis XIV se encuentran en Francia algunos suelos de marquetería, aunque no se trata todavía de pavimentos propiamente dichos sino pequeñas composiciones de decoración interior.

La palabra parquet es de origen francés, *parc* era un estrado reservado a jueces y abogados en las cortes, constituidas por tablas de roble machihembradas y afianzadas sobre rastreles.

En el Palacio de Fontainebleau es donde por primera vez se usa la tarima en espina de pez (concretamente en la Galería Francisco I) denominándose 'parquet' para diferenciarlo de los grandes entablados rústicos. Los parquets más famosos son los de Versalles (1665-1685) que en realidad son paneles cuadrados y resuelven el problema de la estabilidad de la madera de los suelos gracias a la trama interna del panel.

Este panel dió origen a otros (Chantilly, Arambert, Melezin, Saint-Frageau) y se extendió rápidamente por Europa (Palacio Real de Madrid, Hermitage de

San Petersburgo, Palacio de Schönbrunn, Castillo de Pommersfelden).

Los parquets siguen evolucionando. Se desarrolla el corte en punta de Hungría o espina de pez (Museo del Louvre).

Los suelos de taracea son los herederos naturales del panel y emplean maderas exóticas (Sala de Maderas Finas del Monasterio del Escorial, el Bayerisch National Museum de Alemania o el Palacio Real de Turín).

Si en los siglos XVII y XVIII el parquet alcanzó el máximo de refinamiento y complejidad se empezó a popularizar en viviendas burguesas y dependencias públicas.

La evolución del parquet no se explica sin las mejoras técnicas como recoge la Enciclopedia de Diderot y D'Alambert

En el siglo XIX sigue extendiendo su uso favorecido por el trabajo mecánico de la madera con las primeras serrerías a vapor que obtienen mayores y mejores producciones. El parquet es una actividad complementaria del aserrado. Todavía muy imperfectas, las piezas no son intercambiables ni normalizadas y todos los defectos deben corregirse en obra.

En lo relativo a instalación se empieza a utilizar una técnica novedosa a base de materiales asfálticos, que sirven tanto para fijación de la madera como para impermeabilizar el soporte.

Es el primer intento serio de pegar el parquet a la solera, evitando los clásicos crujidos de los rastreles que no se solucionó definitivamente hasta los años 1950 con la aparición de la cola blanca en solución acuosa. Debido al proceso acelerado del desarrollo urbano y al aumento del tráfico rodado de carruajes y diligencias, se empiezan a usar adoquines de madera tratados con creosota que dio lugar a muchas patentes. París, Londres, EEUU (Nueva York, Filadelfia o Dallas), Argentina, Chile, Uruguay o Cuba se apuntaron a esta moda. Hasta Madrid los experimentó, como relata Galdós en una de sus novelas. Todavía se conservan los adoquines de madera utilizados por Gaudí en el Palau Güell de Barcelona.

A comienzos del siglo XX el parquet dominan el mercado de los suelos los materiales industriales como el linóleo, el vinilo, la moqueta, las losetas cerámicas y hasta el vidrio, aunque el parquet todavía conserva su carácter de revestimiento noble.

Sólo a partir de 1920 puede hablarse de industrialización del parquet. La invención de útiles de producción como la sierra múltiple, la moldurera a cuatro caras,



© Junckers

Suelo de arce multicapa

las cepilladoras y desdobladoras proporcionaron una fabricación más precisa.

Pero los nuevos suelos industriales ganan la partida a la madera. En los años 50 aparece en EEUU la moqueta que en 10 años se hizo con la parte más importante del mercado de la vivienda.

También se introduce poco a poco el PVC que se pone de moda en los 60.

Por todo ello el parquet se ve abocado a industrializar y a modernizarse para competir con los nuevos materiales por cinco razones:

Soluciones a la escasez de maderas duras

Esto obliga a disminuir el tamaño de la tablilla (se inventa el parquet taraceado o damas, primero, y el lamparquet, después) y se avanza hacia un producto sandwich con una capa noble y otra de relleno y estabilización hasta llegar a lo que será el actual parquet multicapa.

Parquets dimensionalmente estables

Se investiga en dos líneas: la búsqueda de productos más estables de por sí y sistemas de fijación que absorban los movimientos.

Suelos flexibles

En esta línea investigó el ingeniero tejano Armin Elmendorf desarrollando numerosas variantes de adoquines de madera embebidos en películas o masticos. Esta línea no tuvo aceptación por la industria, si bien aportó soluciones interesantes que actualmente parecen recuperarse.

Una instalación más sencilla

La colocación con rastreles es una de las operaciones más complejas de la puesta por lo que se diseñaron nuevos sistemas de enrastrelado, adhesión y fijación decantándose en los últimos años hacia sistemas flotantes y uniones clic.

Parquets acabados de fábrica

El proceso de acabado venía siendo uno de los más engorrosos de toda la instalación, insano para los operarios, delicado de ejecución y que más tiempo de trabajo consumía. Los sistemas prefabricados harían el proceso menos artesanal, más seguro y más industrializado.

El "boom" del parquet taraceado, idea procedente de Francia, se produce durante los años 1950, 60 y

70. Con él el suelo de madera pasó a popularizarse enormemente. Gracias al perfeccionamiento de los adhesivos se podían aplicar directamente sobre la solera. Esto, junto a las mejoras de secado de la madera, hizo ampliar su mercado.

Las primeras líneas de fabricación nacionales son de 1955 con un alto grado de automatización.

Con la misma idea de base, pero en piezas algo mayores aparece el lamparquet en los años 70 y que ha durado prácticamente hasta nuestros días que ha declinado mucho. Sus menores dimensiones favorecieron la vuelta al mercado de las especies nobles tradicionales e incluso de maderas tropicales de color y vetado más vivo.

La llegada del parquet flotante o multicapa obedece a la búsqueda de un panel estable en sí mismo. Se trata de un sandwich con una cara noble, cuyos primeros prototipos industriales se desarrollaron en Suecia en 1943 (concretamente a cargo de Gustave Kahrs).

A primeros de los años 70 aparecen los primeros parquets flotantes acabados en fábrica.

Su facilidad de montaje, su amplia gama de especies, su acabado en fábrica amén de su precio asequible evitaban molestias innecesarias al cliente.

Con la incorporación de capas reductoras de ruido el producto se hacía imprescindible para luchar contra la transmisión del ruido de impacto.

Finalmente aparecen los revestimientos laminados, que proceden del exceso de capacidad de producción de las fábricas de tableros a finales de los años 80 en Suecia, Noruega y Finlandia. Para ello se partía de los avances en los recubrimientos de alta presión: un overlay (capa exterior) muy resistente al rozamiento, un papel que lleva impreso el dibujo y que normalmente imita perfectamente la madera, sobre un tablero y un papel de equilibrio para la cara opuesta.

Los suelos técnicos (elevados) y los suelos al exterior han venido a completar la oferta de los pavimentos de madera a la edificación.

PRODUCTOS DE PARQUET

Parquet macizo machihembrado o tarima (UNE EN 13226)

Las tablas macizas están machihembradas en todo su perímetro.

La tarima se caracteriza fundamentalmente por su grueso, que oscila entre 18 y 23 mm. Es un entablado



Tarima ancha de Merbau

no estructural, donde domina el largo sobre el ancho (los largos van de 60 cm a 200 cm), machihembradas en todo su perímetro o en dos lados, que se colocan clavadas sobre rastreles. El clavado se realiza en el macho pero inclinado hacia dentro para no entorpecer el paso de la hembra y permitir el juego del machihembrado. Debido a su grueso, las tarimas suelen llevar labradas en la contracara dos o tres ranuras para contrarrestar el posible atejamiento de la tabla. Junto a la colocación tradicional sobre rastreles, se están introduciendo los sistemas flotante sobre una solera adecuada y pegado sobre cordones de mástic para mejorar la resiliencia a la pisada.

Algunos diseños actuales han incorporado el sistema clic que tienen como único inconveniente que la sustitución de piezas es prácticamente imposible pero deja moverse al conjunto ante las variaciones de humedad. Las especies continentales más usadas en tarimas son: castaño, eucalipto, fresno europeo, haya y roble. Entre las de importación destacan afzelia, cumarú, doussié, elondo, garapa, jatoba, merbau, pino amarillo del Sur, roble americano, sucupira y tatajuba.

Parquet mosaico

El parquet mosaico es un nombre genérico que engloba tres tipos distintos de parquet. El parquet mosaico se diferencia de la tarima por sus menores dimensiones de tablas y en que éstas no van unidas entre sí sino directamente pegadas a la solera. Se conoce en el mercado simplemente como parquet, parquet mosaico, o parquet pegado. Las tablillas de madera aunque son independientes se colocan juntas creando ciertos dibujos, que se clasifican, en función de su tamaño, en:

- a) taraceado
- b) lamparquet
- c) industrial.

A) Parquet taraceado o de tablillas (UNE EN 13.488)

También denominado de damas o en damero (por el tablero del juego de las damas). El tamaño de tablilla es pequeño, con unas dimensiones máximas de 200 mm (largo) y mínimas de 8 mm (ancho) con grueso mínimo de 8 mm (aunque las hay de 6 mm). Las tablillas se unen por la contracara formando paneles que se sujetan, para comodidad de instalación y embalaje, con mallas de tela termoplástica o papel kraft. Los paneles resultantes son de dimensión variables pero los más

frecuentes son de 40 x 40 cm y 60 x 60 cm con las tablillas formando diversos dibujos.

Las especies más habituales en nuestro país son las continentales (roble, eucalipto blanco, eucalipto rojo, pino gallego, castaño y olivo) aunque no faltan algunas de importación (como roble americano, elondo, etc.). En Europa se pusieron de moda desde las décadas de 1950 a 1970. Actualmente han caído en desuso excepto en Norteamérica, donde siguen siendo muy apreciados, y en el mercado de reposición.

B) Lamparquet (UNE EN 13.227)

Está formado por tablillas de mayor dimensión que el taraceado llamadas lamas (de ahí su nombre); su longitud máxima es de 400 mm, su ancho mínimo de 40 y el grueso de 10 ó 12 mm. Las dimensiones más habituales son de 250 x 50 mm y 250 x 22 cm, con 10 mm de grueso. Estas tablillas van sueltas, de manera que tienen que instalarse sobre una solera formando los dibujos previstos (al principio espina de pez pero luego otros muchos diseños), lo que da más protagonismo al instalador. Se implantaron masivamente desde los años 1980 a 2000. En la actualidad está cayendo en desuso ante el empuje del multicapa y el laminado.

C) Parquet industrial

Está formado por tablillas tanto de taraceado como de lamparquet, colocadas de canto, es decir, que el grueso de parquet resultante es el del ancho de la tablilla. Nace como aprovechamiento residual de la industria del parquet mosaico por la clasificación desechada para las clases superiores pero en la práctica sus efectos estéticos no son nada despreciables y su resistencia mucho menos. Las tablillas van adosadas pero no unidas y buscan una máxima resistencia al desgaste por lo que son aptos para instalaciones públicas e industriales, cosa que no ocurre en los dos anteriores tipos de parquet. Las dimensiones del parquet industrial son 400 mm de largo máximo, 40 mm de anchura mínima y grueso entre 10 y 12 mm.

Parquet multicapa (UNE EN 13489)

Comercialmente conocido como parquet o tarima flotante, se trata de un sandwich formado por un alma, una capa vista decorativa de madera noble y



© J. Enrique Peraza

Parquet industrial de roble. Restaurante La Cornucopia (Madrid)

una contracara de compensación, de madera de peor calidad.

- El alma, generalmente de listones de madera, puede ser también de tablero contrachapado y se denomina persiana.
- La cara decorativa está formada por una o varias tablillas de madera de mayor calidad con un grueso mínimo de 2,5 y hasta 10 mm, dependiendo de fabricantes y modelos.
- La última capa -la contracara- tiene como función compensar y equilibrar el conjunto y suele ser una chapa obtenida por desenrollado de unos 2 mm de grueso de madera de menor calidad.

Estas tres capas van encoladas a presión en caliente. Todo el conjunto tiene un grueso cercano a los 15 mm y las dimensiones de tablas son del orden de 2 metros de largo por 20 cm de ancho, con pequeñas variaciones que distinguen precisamente a unos fabricantes de otros. Pese a que no existen estándares dimensionales, las medidas más habituales en nuestro país están en torno a:

- longitudes: 1995, 2000, 2190 mm
- anchuras: 190, 200, 210 mm
- espesor: 14 - 22 mm

Las piezas están machihembradas en sus cuatro bordes. El alma sobresale en dos de ellos por medio de una pieza de contrachapado más resistente. Se coloca en flotante, sobre una capa amortiguante con una cierta elasticidad (espumas de distintos polímeros, fieltro, etc.) de donde le viene el nombre comercial más extendido. La forma de unir los cuatro bordes ha tenido una evolución muy interesante: inicialmente estas piezas se machihembraban y encolaban pero en aras de simplificación, se fueron introduciendo los sistemas clic imitando en esto a los suelos laminados. En cualquier caso el clic proporciona un encaje rápido, simple y resistente si bien el desencajado de la pieza, es francamente difícil por no decir imposible. Sin embargo el sistema clic no se ha impuesto tanto como en los laminados ya que el alma no es tan dura en este caso.

En el parquet multicapa las innovaciones están viniendo por el lado del aumento de los grosores, el uso de nuevas especies y por los acabados, en continua evolución y normalmente al agua. En efecto el barnizado supone en este producto un aspecto crucial ya que

añade una dureza suplementaria a especies.

En cuanto a especies, las capas nobles en nuestro mercado suelen ser de las siguientes especies (a expensas de los vaivenes de la moda): jatoba, haya, nogal, merbau, arce canadiense, roble, fresno, cerezo, teca, arce europeo, roble, rosewood, sucupira, jarrah, abedul y aliso. Continuamente se incorporan nuevas maderas. La tendencia actual es a un mayor uso de maderas claras, donde el roble es la especie predominante junto con el haya y el arce

Entablados

Es un suelo estructural. Pavimento de madera constituido por tablas largas y gruesas adosadas por sus cantos, con anchura superior a 12 cm, que se fijan con clavos o tirafondos directamente a las viguetas de madera. Se emplea en países con tradición maderera (Norteamérica y países nórdicos) y en la construcción rústica y casas de madera, por eso es poco frecuente verlo en nuestro país.

Su grueso está en torno a la pulgada (25,4 mm) pero esto depende de la separación entre apoyos (viguetas). La junta entre tablas suele ser a tope aunque más adecuado sería el ensamble a media madera o machihembrado.

Adoquines y madera de testa

El adoquín de madera procede de su homólogo de piedra para pavimento exterior buscando superar a éste en amortiguamiento acústico. Tuvieron un desarrollo muy importante en el último tercio del siglo XIX como calzada pero se dejaron de utilizar cuando no pudo competir con el asfalto. Sin embargo se ha continuado colocando de forma esporádica tanto en interiores especiales como en exterior.

Los adoquines pueden ser de sección cuadrada, rectangular, triangular, etc. No van encolados entre sí y se colocan con la dirección de la fibra transversal a la superficie. De esta forma queda vista la testa del tronco que es más resistente al desgaste. Cuando los adoquines iban simplemente embebidos en mortero de cemento o pegados con asfalto se producían problemas de diferencias de asientos: para solucionarlo se desarrollaron diferentes sistemas de unión a base de machihembrados o perfiles pasantes entre las piezas así como sistemas para incrustarlos en una malla resiliente y hacerlos trabajar en conjunto de forma flexible. El grueso mínimo para que se considere adoquín es de 2 cm, según las normas. Cuando se co-



Placas de roble y wengué

locan al exterior han de estar tratados en profundidad porque pertenecen a la clase de riesgo 4 (en contacto permanente con el terreno).

COLOCACIÓN

Clavado o atornillado

Es el que se emplea en tablas o tablonos adosados estructurales, que se fijan directamente a la estructura (viguetas).

Enrastrelado

Las piezas de madera machihembradas se clavan en el machihembrado sobre un sistema de rastreles de madera o metal. Existe el enrastrelado flotante (especialmente en instalaciones deportivas y para danza).

Encolado

Las piezas se fijan al soporte mediante adhesivos de distinta naturaleza.

Flotante

Las piezas, apoyan sobre el soporte pero sin fijarse a este y se unen entre sí mediante distintos sistemas (encolado, click, lañas metálicas, etc). Generalmente utilizan subcapa que aporta aislamiento térmico y acústico así como un mayor confort en la pisada.

ADECUACIONES

- Uso residencial: viviendas u oficinas de poco tránsito. Parquet mosaico (en todas sus variantes), parquet multicapa y tarimas.
- Oficinas: Suelos técnicos de madera o tablero y parquet industrial.
- Locales comerciales: Tarima maciza, lamparquet de gran formato, parquet industrial, o entarugados.
- Instalaciones industriales: Parquet industrial o entarugados.
- Pavimentos deportivos, salas de danza: Tabla de tarima colocada sobre doble enrastrelado flotante, pavimentos macizos flotantes con sistemas específicos patentados que utilizan piezas de conexión tipo clip, de tablero desmontables o distintas soluciones mixtas de rastreles, tableros, tacos de goma y revestimiento macizo.
- Pavimentos de madera sobre otros ya existentes:

Parquet mosaico y flotante (por su ligero peso y facilidad de instalación).

- Edificaciones rurales o rehabilitación: Entablado (ya que el entrevigado es a la vez el pavimento).
- Sobre calefacción radiante: Cualquier parquet encolado siempre que no sobrepase los 22 mm de grosor. También se puede utilizar parquet multicapa flotante con ciertas reservas sobre la cámara de aire resultante por el rendimiento y el consumo energético del sistema de calefacción.
- Al exterior: Instalaciones de tarima sobre rastrel con sistemas de fijación vistos u ocultos. Los adhesivos actuales permiten también realizar instalaciones de tabla maciza o de tableros pegados. En estas aplicaciones los aspectos más críticos son la evacuación del agua de lluvia, la durabilidad de la madera o de los tableros (natural o conferida) y las medidas para evitar el riesgo de deslizamiento.

PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES

Contenido de humedad

Salvo excepciones, casi siempre se fija en el intervalo del 7 % al 11 % para las aplicaciones de interior. Un intervalo muy amplio que no se ajusta a las características climáticas de España, donde se recomienda que las zonas húmedas (País Vasco, Cantabria, Asturias y Galicia) y costas del resto de la Península y archipiélagos se utilice la gama del 9 al 11 %. Para el resto, incluyendo las zonas del interior de las provincias costeras, se recomienda del 7 al 8%.

Calidad estética o decorativa

En todas las normas europeas de parquet se establecen tres calidades, designadas con los símbolos:

- un círculo (para la clase mejor) ,
- un triángulo (para la clase intermedia)
- un cuadrado (para la clase peor)

Estas calidades se definen para las especies de maderas habituales (frondosas y coníferas) y para cada producto (lamparquet, parquet mosaico, multicapa, etc). Las calidades definidas en las normas europeas no guardan ninguna relación con las prestaciones, funcionalidad durabilidad u otras cualidades del parquet, que son independientes de la calidad estética. La calidad del parquet depende de:

- Singularidades de la madera: nudos, homogeneidad



Adoquines de madera. También llamados madera de testa y zoquetes

del color, rectitud de fibra y presencia de albura.
- Fabricación: cepillado de caras, cantos y aristas.

Comportamiento al fuego

A los suelos de madera se les exige, en función de su situación en el edificio (por ejemplo en las vías de evacuación), la reacción al fuego definida en el Código Técnico de la Edificación - CTE; si no desempeña funciones estructurales, que es el caso más habitual, no se le exigirá resistencia al fuego. La reacción al fuego se puede mejorar con ignifugación en profundidad.

En la norma armonizada de suelos de madera EN 14.342: 2005 se establece la clasificación de reacción al fuego de los suelos de madera, en función del tipo, especie de madera y densidad, espesor y condiciones de instalación. El resto de productos deben ensayarse y clasificarse (como suelo) según EN 13501-1.

Emisión de formaldehído

En la madera maciza es prácticamente despreciable, pero si se le han añadido (resinas, barnices) deberá ensayarse y clasificarse.

Contenido de pentaclorofenol

No suele ser habitual, pero si se han utilizado maderas de coníferas tratadas con productos anti azulado, se deberá realizar el análisis químico correspondiente.

Resistencia a la rotura

En aquellas aplicaciones en que se requiera se calculará de acuerdo con UNE EN 1533 y se determinará la carga máxima.

Deslizamiento

En los casos en que el fabricante quiera aportar este dato, se calculará de acuerdo con UNE EN 1339 – anexo J.

Conductividad térmica

Para aquellas aplicaciones que lo requieran, se determinará mediante ensayo (UNE EN 12.664) o acogiéndose a los valores de UNE EN 12.524. Para los parquet multicapa se obtendrá sumando los valores normalizados de cada componente.

Durabilidad frente agentes xilófagos

- En interior

Por estar en clase de riesgo o de uso 1 (UNE EN 335-1)

el riesgo de ataque se limita a los insectos xilófagos de ciclo larvario. No es necesario pero si la especie no tiene la durabilidad natural requerida se aconseja el tratamiento superficial (pincelado, pulverización, inmersión breve) para alcanzar una penetración P1 y una retención R1 (UNE EN 351-1). Teniendo en cuenta el bajo coste de estos tratamientos se recomienda en parquet de alta calidad.

- En exterior

Para clase de uso 3, se pueden producir ataques de hongos e insectos xilófagos. Se aconseja una protección media (inmersión prolongada) o profunda (autoclave) para alcanzar una penetración P4 – P8 (maderas fácilmente impregnables) / P1 – P5 (maderas no fácilmente impregnables) y una retención R3 (UNE EN 351-1) siempre que la madera no tenga la durabilidad natural requerida.

Dureza

Esta información puede obtenerse de la bibliografía técnica y el método de ensayo está definido en la norma UNE EN 1.534.

Otras propiedades

A los pavimentos preacabados en fábrica podrían exigirse las siguientes propiedades relativos al acabado: resistencia al impacto, a la abrasión, al rayado, a los productos domésticos, del barniz a la luz.

Condiciones de instalación

Se recomienda seguir las recomendaciones de la norma UNE 56.810 que hace referencia a las condiciones del local y de la solera, barreras de vapor, junta perimetral, almacenamiento y protección, etc.

SELLO DE CALIDAD AITIM

- Sello de Calidad de Parquet
- Sello de Calidad de Parquet Flotante
- Sello de Calidad de tarima.

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación. Los ensayos que se realizan y las especi-



© Briatte Parquets

Instalación de tarima de roble en punta de hungría

ficaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN; aunque en algunos productos se pueda establecer un procedimiento de ensayo y una especificación propia.

MARCADO CE

Los suelos de madera están afectados por la Directiva Europea de Productos de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE. Su implantación se realizará de acuerdo con la norma armonizada EN 14.342 que define todos los aspectos relativos al marcado CE. Los aspectos más importantes a destacar de su marcado CE son los siguientes:

- El Marcado CE de suelos de madera ha entrado en vigor de forma obligatoria a partir del 1 de abril de 2008.
- El sistema de evaluación de la conformidad de los suelos a los que se les requiera una determinada reacción al fuego es el sistema 3 y el sistema 4 para los que no se les exijan prestaciones especiales frente al fuego.

Nota: parece que la norma armonizada se ha producido un error al asignar los sistemas de evaluación de conformidad (propiedades del suelo) por lo que es posible que se modifique

SUMINISTRADORES

FABRICANTES DE PARQUET MACIZO

FRAIZ, S.A. (FRAIZ,SA)

Apartado,45 15900 Padrón(La Coruña)
Tel. 981 810 600/51 Fax 981 811 611
fraiz@arrakis.es

IMA

Apartado nº 65 09200 Miranda de Ebro. Burgos. Crtra. Miranda-Treviño km 5,5 01218 Berantevilla. Alava
Tel. 945 337 204 Fax 945 337 288
www.buildnet.es/ima / ima@jet.es

MADERAS VARONA, S.L.

Ctra. Burgos-Santander km 136 39612 Parbayón (Cantabria)
Tel. 942 369 170 Fax 942 369 304
www.garciavarona.com almacen@garciavarona.com

MARIANO HERVAS, S.A.

Ctra. Alcolea del Pinar 19250 Sigüenza(Guadalajara)
Tel. 949 390 750 Fax 949 391 344
mhervas@ctv.es

PARCAMAN, S.L.

Pozo Nuevo s/n. 16400 Tarancón (Cuenca)
Tel. 969 320 953 Fax 969 325 543
info@parcaman.com parcaman.com

PARQUETS CÁMARA, S.L.

Ctra. Cabezamesada km 2. 45370 Santa Cruz de la Zarza (Toledo)
Tel. 925 595 001 Fax 917 894 837
info@parquetscamara.com www.parquetscamara.com

PARQUETS JESÚS MARTÍNEZ, S.L.

Ctra. Cabezamesada, km 2. 45370 Santa Cruz de la Zarza (Toledo)
Tel. 925 595 006 Fax 925 143 038

PAVIMENTOS ARRONDO, S.A.

Camino del Cruce, s/n 20217 Gabiria. Guipúzcoa
Tel. 943 885 950 Fax 943 886 925
arrondo@suelosarrondo.com www.suelosarrondo.com

FUSTAKIA,S.L.

Dels Sagraments, 17. Pol. Ind. Sant Emergol. 08630
Abrera (Barcelona)
Tel. 902 934 566 Fax 937 701 607 silvia@fustakia.com
www.fustakia.com

L'ANTIC COLONIAL

c/ Cami les Voltes, s/n. 12540 Villarreal (Castellón)
Tel. 964 534 545 K 964 527 130
mdiago@anticcolonial.com. www.anticcolonial.com

MADERAS GAMIZ

Ctra. de Vitoria a Estella. 01110 Sª Cruz de Campezo, Alava
Tel. 945 405 425 Fax 945 415 347
gamiz@grupogamiz.com # http://www.grupogamiz.com

MADERAS PETEIRO, S.L.

Ctra. de los Fuertes. Polig. Los Rosales 15011 A Coruña
Tel. 981 272 100 Fax 981 272 466
agc@maderaspeteiro.com



Decking en Intercambiador en Yokohama. Arquitectos: Foreign Office Architects: Alejandro Zaera y Farshid Moussavi

PARQUETS ROMAN, S.L.
Arangutxi 14. Pol. Ind. Júndiz. 01015 Alava (Vitoria)
Tel. 945 290 566 Fax 945 290 577
parquetsroman@parquetsroman.es www.parquetsroman.es

REPUESTOS Y SUMINISTROS DEL HENARES, S.L.
c/ Buenos Aires, 2 Nave 9 -10 28806 Alcalá de Henares
(Madrid) (918 021 694 K918 021 692
infor@repsum.com www.lamadera.net

UESMADERA, S.A.
c/ Monte Esquinza, 34 bajo B 28010 Madrid
Tel. 917 001 153 K 917 001 153
www.uesmadera.com

FABRICANTES DE PARQUET MULTICAPA

DURA TARIMA FLOTANTE, S.L.
Carretera de Torrijos km 11 45529 Noves (Toledo)
Tel. 925 778 355 Fax 925 778 548
duratarima@maptel.es

INDUSTRIAS DE LA MADERA KIDER, S.L.
Ctra. de Leiza s/n. 31740 Santesteban (Navarra)
Tel. 948 456 010 Fax 948 456 148
kider@industriaskider.es www.industriaskider.es

MADERAS IGLESIAS, S.A.
Ctra. de Madrid s/n 36280 Vigo (Pontevedra)
Tel. 986 337 651 Fax 986 337 553
maderasiglesias@grupo-ig.com www.grupo-ig.com

MARIANO HERVAS, S.A.
Ctra. Alcolea del Pinar. 19250 Sigüenza(Guadalajara).
Tel. 949 390 750 Fax 949 391 344
mhervas@ctv.es

DECO-WOOD, S.L.
Pol. Ind. Las Labradas Vial 1 Apdo. Correos 271 31500
Tudela (Navarra)
Tel. 948 823 734 Fax 948 826 935
www.deco-wood@deco-wood.com www.deco-wood.com

EKOWOOD IBÉRICA, S.L.
Avda. Donosti 90 P.I. 26 Pab B Local 3 1º 20115 Astiga-

rraga (Guipúzcoa)
Tel. 943 333 700 Fax 943 333 722
www.ekowood.com\spanish

FRAIZ, S.A. (FRAISA)
Apartado,45 15900 Padrón (La Coruña)
Tel. 981 810 600/51 Fax 981 811 611

GALPARQUET, S.A.
Polígono Industrial Penapurreira s/n. 15320 As Pontes
(A Coruña)
Tel. 981 453 201 Fax 981 451 589
galparquet@galparquet.com www.galparquet.com

JUNCKERS IBERICA, S.A.
Ctra. de Villaverde a Vallecas km. 3,5. C.T.M. Sector 8.
Nave 10. 28025 Madrid
Tel. 915 075 719 Fax 915 075 653

MADERAS LLINÁS PUIG E HIJOS, S.L.
Travesía de la Barca s/n, Nave B-4, Pol. Ind. Alovera
(Guadalajara)
Tel. 902 366 869 Fax 949 270 339
parquet@llinasgrupo.com

UESMADERA, S.A.
c/ Monte Esquinza, 34 bajo B 28010 Madrid
Tel. 917 001 153 Fax 917 001 153
www.uesmadera.com

WEITZER PARKETT IBERICA, S.L.
Polg. Ind. Las Las Labradas, C/La Rioja, 28 Apdo. de
Correos 271 31500 Tudela (Navarra)
Tel. 948 823 734 Fax 948 826 935
wpiberica@weitzer-parkett.es www.weitzer-parkett.com

FABRICANTES DE TARIMA

FRAIZ, S.A. (FRAISA)
Apartado,45 15900 Padrón (La Coruña)
Tel. 981 810 600/51 Fax 981 811 611
fraiz@arrakis.es

PAVIMENTOS ARRONDO, S.A.
Camino del Cruce, s/n 20217 Gabiria. Guipúzcoa
Tel. 943 885 950 Fax 943 886 925
arrondo@suelosarrondo.com www.suelosarrondo.com



© J. Enrique Peraza

Suelo mixto tableros contrachapado de abedul y mármol en el Círculo de Lectores de Madrid. Arquitecto: Enric Miralles

MADERAS VARONA, S.L.

Ctra. Burgos-Santander km 136 39612 Parbayón (Cantabria)
Tel. 942 369 170 Fax 942 369 304
www.garciavarona.com almacen@garciavarona.com

REPUESTOS Y SUMINISTROS DEL HENARES,S.L. LAMADERA

Fabrica: C/Buenos Aires, 2 Nave 9-10 Alcalá de Henares (Madrid)
Tel: 918 021 694 Fax 918 021 692
info@repsun.com www.lamadera.net
Tienda: Av. Juan Carlos I, Nº. 13 local 37
CentroComercial Torre Garena
28806 Alcalá de Henares Madrid
Tel: 91 830 55 06 Fax: 91 830 0528
info@lamadera.net www.lamadera.net

BARNICES

BONA KEMI, S.L.

Paloma nº 1. Fuenlabrada. 28980 Madrid
Tel. 916 420 188/1689 Fax 916 420 690

LYSSOLEN, S.L.

Polígono Los Frailes. Parcela 38 28814 Daganzo de Arriba(Madrid)
Tel. 918 841 204 Fax 918 845 344
lyssolen@lyssolen.es www.lyssolen.com

CENEFAS, CENTROS Y TARACEAS

MADIMEX, EJ WOZNIAK, S.L.

Rio Alberche nº 38 Local 41. 45007 Toledo
Tel. 925 231 161/616 177 432 Fax 925 231 161
info@madimex.com madimex@terra.es

SUELOS DE EXTERIOR

DECK & GARDEN

Avda. José Antonio, 103 28490 Becerril de la Sierra (Madrid)
Tel. 918 555 055 Fax 918 555 054
negocio@deckgarden.es www.deckgarden.es

GOLDEN DECKING EUROPA

C / Poeta Blas de Otero 2 Local 1
50018 Zaragoza
Tel. 902 220 260 Fax 902 104 412
direccion@goldendecking.com
www.goldendecking.com www.goldendecking.es

REPUESTOS Y SUMINISTROS DEL HENARES,S.L. LAMADERA

Fabrica: C/Buenos Aires, 2 Nave 9-10 Alcalá de Henares (Madrid)
Tel: 918 021 694 Fax 918 021 692
info@repsun.com www.lamadera.net
Tienda: Av. Juan Carlos I, Nº. 13 local 37
CentroComercial Torre Garena
28806 Alcalá de Henares Madrid
Tel: 91 830 55 06 Fax: 91 830 0528

MAQUINARIA

PULIDORAS JOYA, S.A.

Ctra. Madrid-Irún km 243. 09007 Burgos
Tel. 947 485 756 Fax 947484 690
joya50@joya-es.com www.joya-es.com

VENTA E INSTALACIÓN

AEROPARQUET, S.L.

C/ Cuevas de Almanzora, 36 28033 Madrid
Tel. 912 330 286 Fax 911 413 553
info@aeroparquet.com www.aeroparquet.com

BIOFUSTA, S.L.

Pol. Ind. Uxó-Lanz, calle D, Nave 15. 12600 Vall de Uxó (Castellón)
Tel. 964 696 850 Fax 964 696 758
biofusta@biofusta.com. www.biofusta.com

BONA KEMI, S.L.

Paloma nº 1. Parla. 28980 Madrid
Tel. 916 420 188/1689 Fax 916 420 690

CODEPARQ,S.C.L.

Paseo de la Virgen del Puerto, 9. 28005 Madrid
Tel. 913 650 849 Fax 913 659 893
www.codeparq.com info@codeparq.com



Casas Bellavista (Puerto Montt, Chile). Arquitecto Jorge Lobos

EURO COVERING, S.L.
Rambla Solanes, 38-40 08940 Cornellá dE Llobregat
(Barcelona)
Tel. 935 086 586 Fax 935 086 587
nbazaga@eurocovering.com

EUROPARQUET
Camino viejo de Málaga 24 29700 Vélez-Málaga (Málaga)
Tel. 902 366 950 952 Fax 965 363 e
uoparquet@europarquet.net www.europarquet.net

FLOTER, S.L.
C/ Lluvia, 18 28918-LEGANES (Madrid)
Tel. 916 429 677 Fax 916 429 678
comercial@flotertarimas.com www.flotertarimas.com

GABARRÓ HERMANOS, S.A.
c/ Paloma 19. Pol. Ind. Los Gallegos. 28946 Fuenlabrada
(Madrid)
Tel. 902 266 660 Fax 916 421 516
www.gabarro.com

GABARRO HERMANOS, S.A.
Ctra. de Torre Romeu s/n. 08202 Sabadell. Barcelona
Tel. 937 484 838 Fax 937 260 761
www.gabarro.com

MADERPARK 2000, S.L.
Vía de servicio Pista de Silla s/n. Pol. Ind. Vered Sud.
46469 Beniparell (Valencia)
Tel. 961 213 828 Fax 961 213 868
jortega@maderpark2000.com www.maderpark2000.com

MENXETA i PERIS, C.B.
Avda. Peris y Valero 162 46006 Valencia
Tel. 963 341 818 Fax 963 749 014
www.menxetaiperis.com
menxetaiperis@menxetaiperis.com

MOPARK, S.A.
Balma 366. Tda. 08006 Barcelona
Tel. 934 174 917 Fax 932 127 940

NATURA ARTE, S.L.
Azuela 74 28400 Villalba (Madrid)
Tel. 657 809 753
naturaarte@naturaarte.com

OUTDOORS MATECA, S.L.
Avda. de Guadalix 79, B. 28120 Algete (Madrid)
Tel. 916 222 211 Fax 916 221 123
outdoors@mateca.net www.mateca.net

PARK HOUSE
Bruc 126, 08037 Barcelona
Tel. 932 077 280 Fax 932 074 669
hparket@encomix.es

PARKMOBEL INSTALADORA, S.L.
Avda. de la Fama s/n 08040 Cornellá de Llobregat
(Barcelona)
Tel. 933 777 011 Fax 933 772 864
parkmobel@retemail.es

PARQUETS e INSTALACIONES TECNICAS, S.L.
Morera 10. 28038 Madrid
Tel. 915 521 193 Fax 915 012 380

PARQUETS GERMAN, S.L.
Polígono Centro de Servicios s/n. Apdo. 423. 31500
Tudela (Navarra)
Tel. 948 827 552 Fax 948 84 76 17
info@parquetsgerman.com www.parquetsgerman.com

PARQUETS JESÚS MARTÍNEZ, S.L.
Ctra. Cabezaesada, km 2. 45370 Santa Cruz de la
Zarza (Toledo)
Tel. 925 595 006 Fax 925 143 038

PAVIMENTOS FLOTANTES, S.L.
c/ Puerto del Milagro, 6 local 6-B 28018 Madrid
Tel. 913 030 0864534 Fax 913 030 086
pavimentosflotantes@hotmail.com

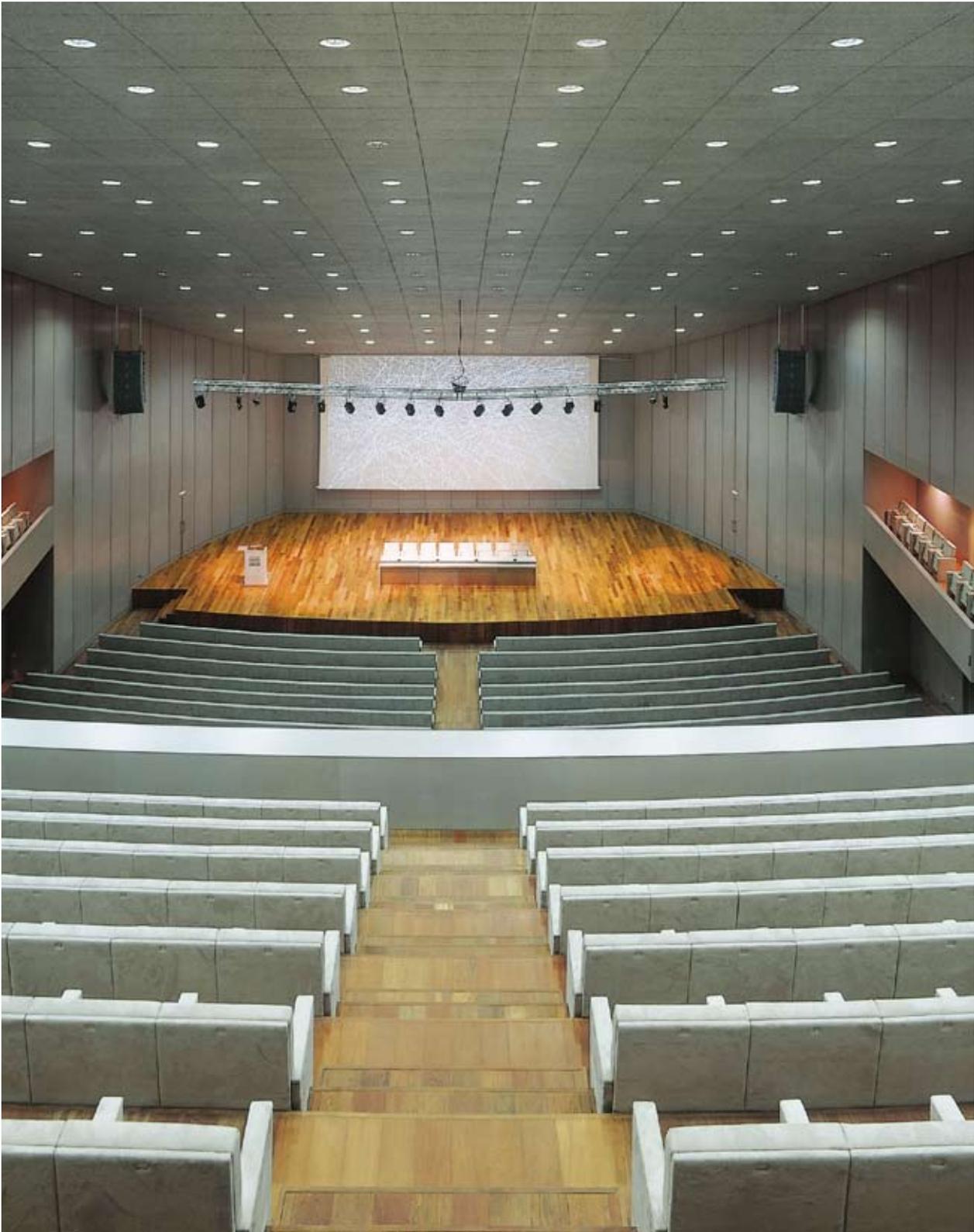
PULIDORAS JOYA, S.A.
Ctra. Madrid-Irún km 243 09007 Burgos
Tel. 947 485 756 Fax 947 484 690
joya50@joya-es.com www.joya-es.com

SVENSKA TÉCNICA ESPAÑA, S.L.U.
c/ Rosita, nº 25 Pol. Ind. San Rafael 04230-Huercal de
Almería (Almería)
Tel. 950 143 717 Fax 950 149 198
info@svenskatecnica.com www.svenskatecnica.com



TROPICAL TREES COMPANY .L.
Antonio Rodríguez Villa nº 3 Bajo Oficina
28002 Madrid
Tel. 902 365 033 Fax 914 113 700
www.tropicaltreescompany.com

URBECHARRA 2005, S.L.
Gómez Arias, 6 - 8 37006 Salamanca
Tel. 923 280 554 Fax 923 280 553
urbecharra@tarimas.e.telefonica.net



CARPINTERÍA EN GENERAL

Puertas, ventanas, suelos, etc.

SUMINISTRADORES

ACTIVIDADES DE CARPINTERÍA DE MADERA, S.L.
Ctra. M-404 km 20,800 28971 Griñón (Madrid)
Tel. 918 104 841 Fax 918 149 409
info@acm.es www.acm.es

CARLES SALINAS FUSTER
Antoni Puigvert, nº 9 08460 Santa María de Palau-
Tordera (Barcelona)
Tel. 658 845821
carlessalinas111@msn.com

CARPINTERÍA JESÚS PÉREZ, S.L.
C/ Encina, 10-12, manzana 7 fase 2ª 35119 Las Palmas
de Gran Canaria
Tel. 928 752 844 Fax 928 792 553
proveedores@carpinteriajesusperezsl.com

CARPINTERÍA MANZANO, S.L.
Ctra. de Plasencia km 7. 10680 Malpartida de Plasencia
(Cáceres)
Tel. 927 459 095 Fax 927 404 544
carp_manzano@infonegocio.com

CARPINTERÍA VEGA, S.L.
c/ Argüero, s/n. 33314 Villaviciosa (Asturias)
Tel. 985 999 297
bertavegagarcia@ejemplo.com

MAFRI-GABON SARL.
Libreville (detrás de la Asamblea Nacional) 16325
Estuario (Gabón)
Tel. 0041 06783139 / 00241 07673138
K00241 762144
mafri_gabon@yahoo.fr

PAPIS ALMERIIBLOCK, S.L.
Ctra. de Níjar 227. Los Sifones. 04120 La Cañada de San
Urbano (Almería)
Tel. 950 290 773 Fax 950 293 229

calmer@larural.es

PERFIL, SCA
Camino de las Vegas, s/n 29391 Estación Cortes Fron-
tera (Málaga)
Tel. 952 153 289 Fax 952 153 358
carpinteriaperfil@hotmail.com www.carpinteriaperfil.
com

TCM, S.A.
León 41-45. Polígono Ind. Cobo Calleja. 28947 Fuen-
labrada (Madrid)
Tel. 916 421 040 Fax 916 421 690
tcmsa@tcmsa.es www.tcmsa.es



REVESTIMIENTOS INTERIORES

Paredes y Techos de madera maciza

DEFINICIÓN

Son elementos decorativos con los que se cubren las paredes, techos y otros paramentos. Su principal objetivo es decorar pero eventualmente pueden aprovecharse para mejorar la reacción al fuego del soporte o el aislamiento térmico o acústico.

HISTORIA

En algunas culturas primitivas encontramos ranuras y orificios en el suelo para introducir una compartimentación ligera a base de materiales leñosos revestidos con pieles, ramas o elementos vegetales. Son los orígenes del entramado.

Uno de los primeros ejemplos de revestimiento mural de madera lo encontramos en la Biblia: "Construyó los veinte codos del fondo de la Casa con planchas de cedro desde el suelo hasta las vigas formando así la parte interior del Debir, el Santo de los Santos" (1 Reyes 6,15).

No han llegado hasta nuestros días restos romanos si bien en Pompeya encontramos grandes puertas corredizas de madera que nos hacen sugerir la existencia de particiones ligeras o revestimientos de madera. Los revestimientos nobles por excelencia son el chapado de mármol y el mosaico.

En la edad media el problema de conseguir superficies lisas es disponer de herramientas adecuadas. Aunque existían grandes sierras los acabados finos se realizaban a azuela. A partir de ahí había que pulir la madera con medios manuales ya que el cepillo es un invento del siglo XVII.

Los primeros revestimientos murales de madera se encuentran sobre todo en los coros de las iglesias, para mitigar el rigor de la temperatura interior de los

templos.

Se desarrolla el empanelado sobre bastidores con formas rectas o libres (trilobulares, ojivales y otras garniciones góticas), plafones con relieves 'de pergamino', etc., gracias al trabajo de formones y gubias supliendo de paso la dificultad de obtener plafones planos.

Haddon Hall en Inglaterra, es el manoir más antiguo que se conserva en buen estado con revestimientos de madera góticos, a base de marcos y plafones cuadrados.

En centroeuropa, tenemos el caso de las stube .

En las viviendas medievales japonesas aparecen las puertas deslizantes -shoji- traslúcidos y opacos -amado-.

En el mundo islámico encontramos las celosías de madera, que funcionan tanto como separadores como de transparencias.

En el Renacimiento italiano aparecen junto a los estucos pintados, frisos de madera a media altura. Una experiencia especial del renacimiento es el intarsio, un mosaico de maderas para revestir paredes. Destacan el impresionante Palacio Ducal de Urbino, obra de Luciano Laurana (1445) y la Sala de la Audiencia del Colegio del Cambio de Perugia.

En Inglaterra, la riqueza y el calor de los empanelados de madera del estilo Tudor, mezcla elementos renacentistas con góticos como el Hall del Christ Church College de Oxford (1524).

La influencia italiana en el Renacimiento francés se destaca en el castillo de Blois y en el de Fontainebleau con interesantes empanelados de madera policromados en combinación con pinturas al fresco y motivos vegetales en la galería Francisco I y en la de Enrique II. En el barroco la madera cobra un protagonismo especial en el revestimiento de muros con las boiseries, forros de madera en forma de plafones recercados con diversos moldurados.



Haddon Hall. Manoir del siglo XV (Suffolk, Reino Unido)

Otro momento importante del zócalo de madera viene con William Morris y el estilo Arts & Crafts recupera el estilo tudor. También el modernismo y el art déco recuperan artesanías del pasado: se caracteriza por líneas curvas, superficies onduladas y un exotismo imaginativo con figuras como Victor Horta en Bruselas, Antoni Gaudí en España o Hector Guimard en París, emplean maderas exóticas como ébano, caoba, palisandro y sicomoro.

El eclecticismo se mantiene hasta la aparición del racionalismo a comienzos del siglo XX, estilos cuyas raíces se encuentran en la Bauhaus. Es un estilo innovador, donde la madera, por no ser un producto industrial, apenas tiene cabida. Sin embargo encontramos frisos de madera en obras de Gropius (casa Somerfeld, Berlin-Dahlem 1921) o Le Corbusier (Cap Martin). Por su parte en EEUU la transición al movimiento tiene un nombre propio de excepción (F.L. Wrigth) quien supo hermanar modernidad y tradición con sus interiores de madera.

Ya a finales del XIX se intentó producir chapa de madera como sustitutivo del papel de pared. Basándose en ello se desarrollaron distintos revestimientos flexible de chapa con amplia difusión en EEUU pero fue la irrupción en el mercado del contrachapado la que verdaderamente abrió nuevas posibilidades para el revestimiento de grandes superficies. En principio se prescriben paramentos de tablero contrachapado por su estabilidad y mayor resistencia. Después se emplearon otros tableros más baratos para producir empanelados de una forma sencilla y barata aunque para ello hubo de esperarse al desarrollo de los revestimientos sintéticos.

Con coloridos más alegres, la arquitectura nórdica fue introduciendo frisos de maderas claras en la decoración.

En España a partir de los años 1960, con la aparición de productos como Lamichapa y Formica, se empezaron a ver entablados en España en portales, foyers y oficinas como sucedáneo de la maderas oscuras (sapelely, meranti, etc.). Desaparecen en los años 70 pero vuelven a verse a finales de los 90 en nuevos formatos. Frisos empleados por Miguel Fisac son recuperados en obras como el Kursaal de San Sebastián cuarenta años más tarde.

A pesar de que los movimientos arquitectónicos siguen sucediéndose, en determinados ambientes se sigue prefiriendo un mercado clásico: bufetes, despachos, bancos, notarías, pubs, etc. con boiserías de

colores muy intensos. Por otro lado el encarecimiento de la madera maciza favorece el desarrollo de los tableros laminados con alta presión poniendo a precios más asequibles los revestimientos de madera bien es verdad que en otras calidades visuales.

Con un aspecto ligeramente artificial sus prestaciones en cuanto a durabilidad son mucho mayores que la madera maciza. Por este motivo se están empleando más en ámbitos comerciales y de oficinas, salas de reunión, etc., reservándose la madera maciza para los panelizados de gama alta.

TIPOS

En cuanto a su forma pueden ser superficiales (tabletos) o lineales (entablados).

En cuanto a los materiales que se pueden emplear, son los siguientes.

Madera maciza

La madera maciza es el material más clásico para los elementos lineales. Su acabado suele ser barnizado para resaltar la apariencia de la madera, aunque a veces se apliquen tintes.

Tableros contrachapados

Fueron los primeros tableros que se emplearon en el revestimiento de paredes interiores. Se utilizaba un tablero de menor calidad en el interior (normalmente okume) y la cara vista llevaba la chapa noble, nogal, etc. Para ir a formatos grandes, el tablero debía aumentar de grosor con lo que se encarecía, por lo que acabó cediendo el mercado al de partículas y al MDF como sustrato.

Aún así es una solución válida que se sigue utilizando, especialmente en revestimientos de mayor calidad como las boiserías.

Tableros revestidos

Cuando aparecieron los tableros de partículas se creó una industria auxiliar para revestirlos con chapa de madera. Algo parecido ocurrió con los tableros de fibras.

Con el tiempo, las láminas decorativas fueron adquiriendo mayor calidad y parecido a la madera natural. Actualmente son las propias empresas fabricantes de tablero las que realizan este laminado cuyo destino



Paneles de madera rechapada en el Yale Center for British Art (New Haven, Connecticut, 1969). Arquitecto: Louis Kahn

final es el mercado de suelos laminados y los revestimientos murales.

Sus acabados imitan a las especies de madera más conocidas (roble, nogal, mukally, pino, sapelly, etc.). Son revestimientos de gama baja aunque su nicho de mercado es enorme.

Los tableros aglomerados para este uso deben ser de la clásica técnica P1.

Tableros especiales

En algunos países con tradición en madera se han ido desarrollando una serie de paneles de madera en dos gamas. Los ornamentales y los técnicos. Los primeros exploran nuevas superficies a base de pantografiados, de formas curvas, de chapas encoladas, paneles moldeados, entrelazados tipo cesta, etc.; mientras los segundos buscan mejoras en densidad, flexibilidad o resistencia al fuego.

Empanelados o boiseries

Consisten en un entramado que va formando marcos cuajados por plafones. Estos marcos llevan un rebaje o un ranurado que recibe al plafón o bien se sujetan mediante un junquillo moldurado.

Debido a su carácter clásico es frecuente el empleo de madera maciza en los moldurados y chapados de madera natural en los plafones.

Sus formas obedecen a los estilos franceses Luis XIV a Luis XVI si bien hay otros dibujos más rectos próximos al estilo neoclásico. Lógicamente también pueden usarse en estilos más contemporáneos, cosa que es, por otra parte, poco frecuente.

DIMENSIONES

Entablados

No existe una normalización dimensional en el mercado de los entablados como ocurre con otros productos de la madera o en otros países.

Las medidas dependen fundamentalmente del origen de la madera (en España fundamentalmente se usan las procedentes de países nórdicos y Norteamérica, que tienen sus escuadrías específicas). Debido a ello es difícil establecer reglas concretas.

En general se puede decir que son más estrechas y delgadas que las usadas en exterior.

Los gruesos mínimos son 7 mm pero los más habituales están entre 10-12 mm.

La tabla de interior típica en nuestro país, 'para chalet', era muy estrecha, de 70 mm, pero cada vez se ve más la de 95 mm y superiores procedentes de escuadrías nórdicas.

Los largos parten de los 2 metros para poder cubrir toda la altura entre forjados.

Tableros

Los tableros en origen tienen las dimensiones clásicas de 2440 x 1200 mm pero los despieces en forma de paneles se amoldan a dimensiones menores como 900 y 600 mm, compatibles con las separaciones de rastreles típicas (30, 40 y 60 mm)

PROPIEDADES DE LOS ENTABLADOS

- Especies

Si en el pasado se utilizaban especies 'nobles' como el roble y el nogal, en la actualidad están muy extendidas -en torno al 50% del mercado total- las especies de densidad media, media-baja, donde destaca el pino pinaster (en sus diversas denominaciones de landas o gallego) que por su poca dureza es poco adecuada para suelos pero se presta muy bien a ser mecanizado para frisos.

En segundo lugar, la especie más utilizada es el abeto del norte (abeto rojo) y el hemlock.

Los frisos de castaño tienen buena acogida en ciertas regiones de España por su fama de alejar a las arañas. En general se recomiendan maderas de coníferas con una dureza media-baja y una densidad superior a 400 Kg/m³.

- Orientación de las tablas

Debido a que no existen especiales problemas por cuestiones de humedad (salvo en baños y cocinas) la configuración de las tablas es prácticamente indiferente (vertical, horizontal, inclinada) debiendo solamente seguirse criterios estéticos dependiendo de la forma y tamaño de las habitaciones. En cualquier caso es de buena práctica dejar ventilada la cámara para favorecer las corrientes de aire que eviten la condensación y la humedad en la cara posterior de la madera así como practicar hendiduras longitudinales en la cara no vista para que la madera no se doble.



- Contenido de humedad

Para las frondosas es de 10 + 3 % según EN 14.951, y para las coníferas 12 + 2 %, según EN 14.519, aunque estos intervalos son muy amplios y no siempre se ajustan a todas las zonas climáticas de España.

En general se recomienda que en la España "húmeda" (litorales y archipiélagos), se utilice la madera entre el 10 y el 13 (14) %. Para el resto, se recomienda entre el 7 y el 8 (9)%.

- Calidad estética o decorativa

Solamente existen normas para los revestimientos de madera maciza de coníferas y frondosas (EN 14.519 y EN 14.951 respectivamente), las clases se establecen en función de la presencia de singularidades naturales en las piezas de la madera (porcentaje de albura, nudos, fendas, bolsas de resina, desviación de la fibra, variaciones de color, etc.).

En frondosas se distinguen las clases, A y B para las siguientes especies: Roble, Fresno, Haya, Castaño, Arce, Abedul, Chopo, Aliso y de forma general para el resto de frondosas.

En coníferas las clases A y B para Picea, Abeto, Pino silvestre, Alerce y Pino Oregón Europeo y clase 0 (SN), A (PN) y B (NO) para Pino pinaster.

- Comportamiento al fuego

En función de su situación en el edificio (por ejemplo en las vías de evacuación), el CTE exige una determinada reacción al fuego; al no desempeñar funciones estructurales no se le exige resistencia al fuego.

Su reacción al fuego se puede mejorar mediante ignifugación (barnices, pinturas o ignifugación en profundidad mediante autoclave).

En la norma armonizada EN 14.915 se da una clasificación de reacción en función del tipo de producto, densidad, espesor y condiciones de instalación. Los fabricantes se podrán acoger a esta clasificación sin tener que realizar ensayos. Los que no figuren deben ensayarse y clasificarse según la Norma EN 13501-1.

- Emisión de formaldehído y contenido de pentaclorofenol

En el primer caso es prácticamente despreciable para la madera maciza pero para los tableros debe especificarse según EN 13.986.

Lo mismo cabe decirse del pentaclorofenol, pero en caso de duda se deberá realizar el análisis químico correspondiente.

- Absorción acústica

El Coeficiente de absorción acústica de la madera y de todo tipo de tableros se puede determinar mediante ensayo (EN ISO 354) o utilizar los valores de EN 13.986 o datos de la bibliografía técnica. El entablado sobre rastreles con un aislante en la cámara de aire, es una excelente solución ante frecuentes problemas de ruido aéreo en viviendas y locales.

- Conductividad térmica

Se determinará mediante ensayo (UNE EN 12.664) o acogiéndose a valores normalizados.

PROPIEDADES - TABLEROS

- Contenido de humedad

Para tableros contrachapados, de partículas y de fibras la humedad debe estar entre el 7 y el 9% (UNE EN 622-1).

- Reacción al fuego

En función de su localización en el edificio (por ejemplo en las vías de evacuación) se exige la reacción al fuego definida en el CTE. En la norma EN 13.896 se establece la euroclase por el ensayo SBI de los tableros desbudos de partículas y de fibras.

La reacción al fuego de los tableros se puede mejorar.

- Contenido de pentaclorofenol (PCP)

Los tableros recubiertos no tienen en principio PCP, pero en caso de que contuvieran debería ser inferior al 0,1%.

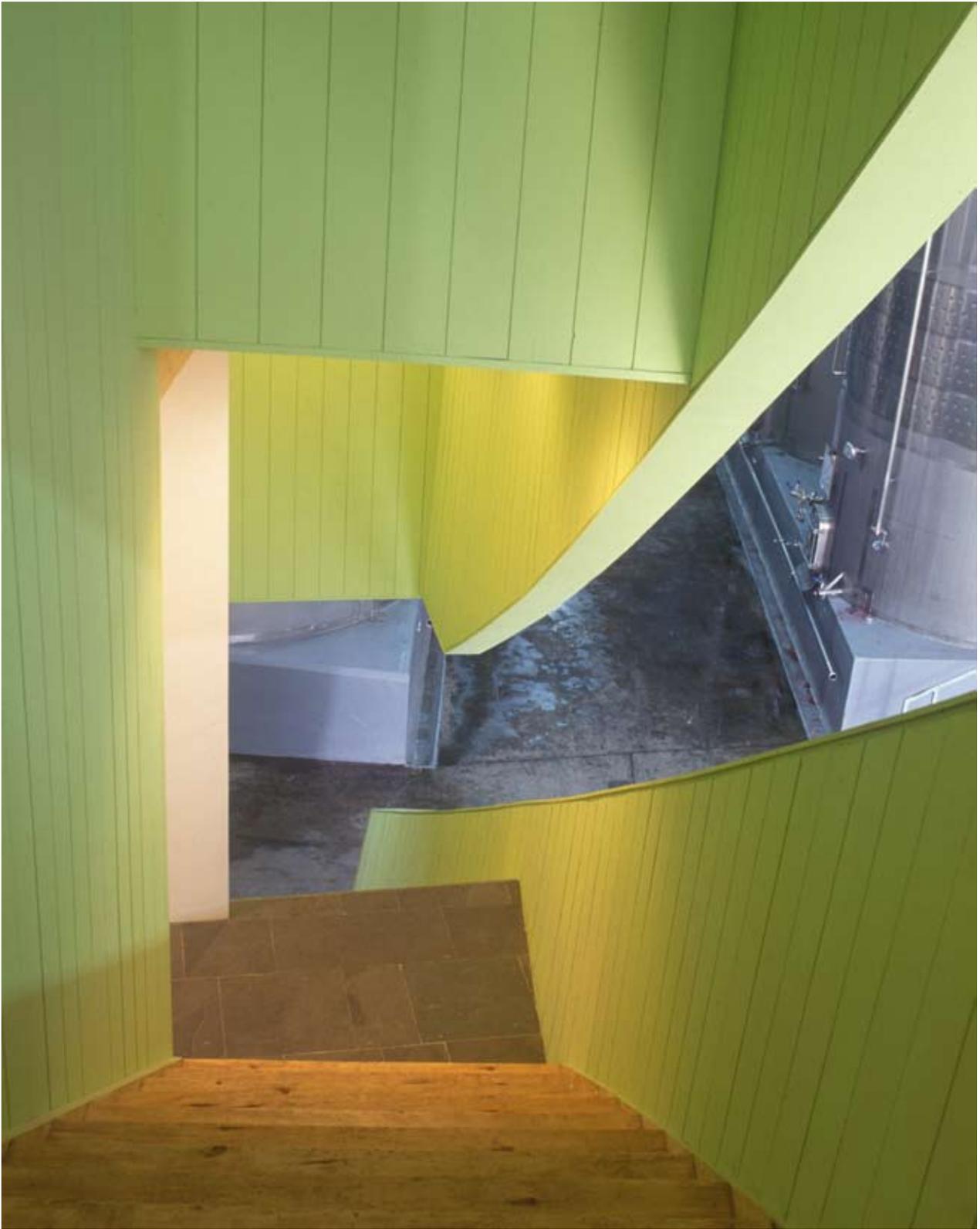
- Emisión de formaldehído

La tendencia actual es a utilizar tableros con bajo contenido.

En la norma UNE EN 14.041 se especifican las clases E1 y E2.

SELLO DE CALIDAD AITIM

AITIM dispone de un sello de calidad para revesti-



Bodegas Viña Gracia (Chile). Arquitecto Germán del Sol

mientos de madera maciza utilizados en aplicaciones de interior, fabricados con maderas de coníferas o de frondosas.

Se basa en el control de los siguientes aspectos: especie de madera (identificación macroscópica), características geométricas, calidad de la madera, contenido de humedad y reacción al fuego (solamente para aquellos productos cuya reacción al fuego sea superior a la establecida en la norma armonizada UNE EN 14.915). Es una marca de calidad conforme a normas UNE EN.

MARCADO CE

Los entablados de madera deben llevar este marcado siguiendo su norma armonizada (EN 14.915).

El sistema de evaluación de la conformidad de los revestimientos puede ser sistema 1 cuando se les exija una determinada prestación frente al fuego y al humo; sistema 3 cuando se les exija una determinada emisión de sustancias peligrosas y sistema 4 en aplicaciones normales.

Para los tableros de partículas y de fibras puede ser exigible el marcado (especialmente cuando se requiera una reacción al fuego mejorada) de acuerdo con la norma EN 13.956.

Por filosofía los tableros de alta densidad y revestidos deberían disponer de marcado CE pero en la práctica no van a poder estarlo de momento por ausencia de norma armonizada o guía EOTA.

SUMINISTRADORES

FABRICANTES

MOLDURAS DEL NOROESTE S.L.

La Barcala, 10. 15660 Cambre (La Coruña)
Tel. 981 661 358 Fax 981 654 552
www.grupomolduras.com info@grupomolduras.com

DISTRIBUIDORES

ALBURA, EBANISTERIA Y CARPINTERIA TECNICA, S.L.

Tanger, 5 bajo nave C, 28700 S. Sebastián de los Reyes (Madrid)

Tfno: 916 524 107 - Fax: 916 524 184
info@albura-ect.com # <http://www.albura-ect.com>

B.M.C. MADERAS S.A.

Polg.Ind. Cerro S. Cristobal. c/ Aluminio Parc.230, 47012 Valladolid
Tfno: 983-291919 - Fax: 983-298100
www.bmcmaderas.es

BIOFUSTA, S.L.

Polg. Ind. Uxó-Lanz, calle D nave 15, 12600 Vall de Uxo (Castellón)
Tfno: 964 696 850 - Fax: 964 696 758
biofusta@biofusta.com

CARLES SALINAS FUSTER

Antoni Puigvert, 9, 08460 Sta. M^a de la Palautordera
Tfno: 658 845 821
carlessalinas111@msn.com

COMERCIAL MOLDURERA LOZANO, S.L.

Camino San Antonio, s/n 50720 La Cartuja Baja(Zaragoza)
Tel. 976 416 783/944 Fax 976 592 606
www.molduraslozano.com

GABARRÓ HERMANOS, S.A.

Cta. Torre Romeu, s/n 08202 Sabadell (Barcelona)
Tfno: 937 484 830 - Fax: 937 260 761
gabarro@gabarro.com # <http://www.gabarro.com>

HEREDEROS DE MANUEL SERRA, S.L.

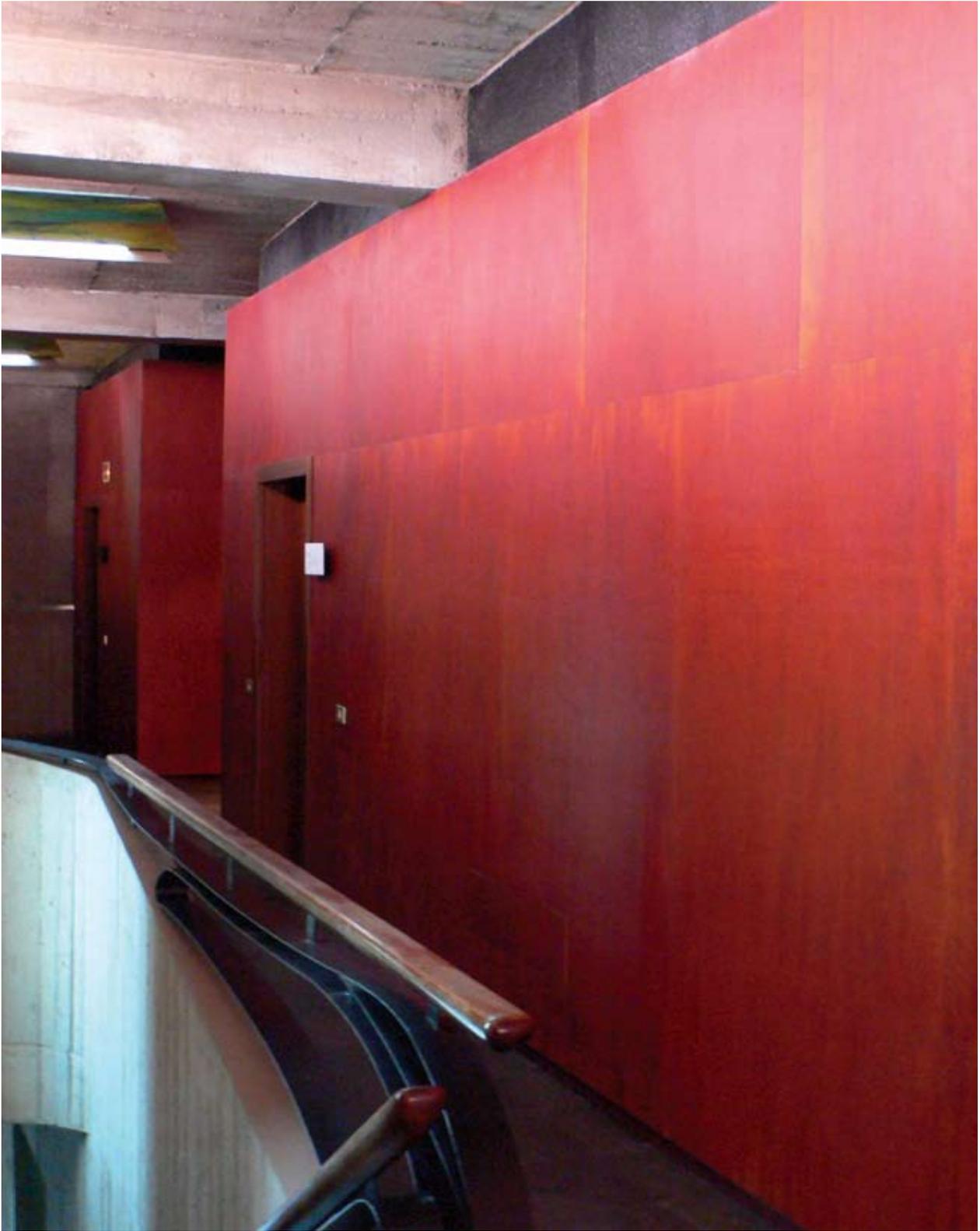
Carlos Marx, 73, 46026 Valencia
Tfno: 963 766 823 - Fax: 963 766 777
hmserra@hmserra.com # <http://www.hmserra.com>

INDUSTRIAS DE LA MADERA CUBEIRO, S.L.

Rúa Bell 57-59 (Polígono Ind. Espíritu Santo). 15650 Cambre. La Coruña
Tel. 981 649 915 Fax 981 649 982
info@inmacu.com

MADERAS BESTEIRO S.L.

Ctra. de friol km 1(camino Villaestévez s/n). Apdo. 368,



Tableros contrachapados de alta densidad. Oficinas Barranquillo (Sta. Cruz de Tenerife). Arquitectos: AmP Arquitectos

27233 Lugo
Tfno: 982 284 455 - Fax: 982 252 007
correo@mbesteiro.com www.mbesteiro.com

MADERAS J. REDONDO, S.L.
Pol. Ind. de Bamio. Avda. Valle Inclan 11, 36600 Villagarcía de Arosa (Pontevedra)
Tfno: 986 501 920 - Fax: 986 501 494
jredondo@cempresarial.com

MOLDURAS POLANCO ENRI, S.A.
Ctra. Cádiz-Algeciras, Km. 9,5 Chiclana de la Frontera
Tfno: 956 491 112 - Fax: 956 491 113
Vlarrat@polanco

PERESTELO S.L.
Profesor Lozano, 34 El Cebadal Las Palmas de G. Canaria
Tfno: 928 463 639 - Fax: 928 466 471
clopez@perestelosl.com www.perestelosl.com

PROTEVI S.L.
Paseo del Cordón, 23, 13670 Villarubia de los Ojos (C.Real)
Tfno: 926 897 404 - Fax: 926 266 755
jcbanegas@protevi.net # www.protevi.net



Iglesia en Laajasalo (Finlandia). Arquitectos: Kari Jarvinen y Merja Nieminen

REVESTIMIENTOS EXTERIORES

de madera maciza

DEFINICIÓN

Son elementos superficiales o linales utilizados en revestimiento de fachadas (y eventualmente pueden emplearse en volados, aleros, etc). Excepcionalmente pueden aportar alguna característica suplementaria como aislamiento térmico o acústico.

HISTORIA

Durante la conquista del oeste se desarrolló en EEUU el sistema de construcción balloon frame. Consistía en un entramado ligero revestido en fachada de tablas tingladas. Pese a su carácter provisional se pudo comprobar su eficiencia y su durabilidad, que podía prolongarse durante años con un adecuado mantenimiento. El entablado ha perdurado y se sigue empleando todavía pero los materiales de revestimiento han evolucionado mucho en paralelo a los adhesivos de exterior y a los materiales compuestos en la búsqueda de materiales más eficientes y con poco o nulo mantenimiento. En Norteamérica han tenido un mayor desarrollo los materiales compuestos (especialmente la madera-plástico) mientras en Europa se ha trabajado sobre todo en nuevos productos tratados (madera termotratada, madera oleotérmica,...); mientras en España han tenido un extraordinario éxito los tableros especiales de alta densidad y los de fibras impregnadas.

TIPOS

Atendiendo a su forma pueden ser linales (o lamas) y superficiales (tableros o paneles). Su superficie puede ser lisa o en relieve, presentando diversas mecanizados en función del dibujo que se quiera obtener en fachada.

MATERIALES

Madera maciza

Es el material más clásico para los elementos lineales pero, dependiendo de la especie, puede presentar problemas de durabilidad por lo que requiere un tratamiento o un acabado protector (una pintura de poro abierto o un lasur).

Madera laminada

Se emplea en forma de 'rodajas' de piezas mayores de madera laminada con adhesivos de exterior. La madera puede ser tratada o de durabilidad natural suficiente.

Madera tratada

Madera cuya durabilidad natural frente agentes bióticos (hongos e insectos xilófagos) se ha mejorado mediante la introducción de productos protectores o mediante la aplicación de tratamiento externos, como calor y otros sistemas.

Tableros contrachapados

El tablero contrachapado como sustituto del entablado se empezó a utilizar en fachadas desde los años 40. Eran tableros ranurados mediante una sobrepresión que imitaban el entablado clásico y permite diferentes texturas: unas más toscas como aserrado o escobillado y, otras, lisas, en relieve, o con una capa sobrepuesta de densidad media especial para pintar.

Por descontado que estos tableros requieren un encolado fenólico resistente al exterior, un acabado mejorado y una especial atención a los cantos, punto más débil frente a la humedad. El acabado requiere diferentes grados de protección: tinte opaco, altamente pigmentado (que sólo deja ver la textura de la madera y oscurece los nudos) o pintura a base de aceite o emulsión de látex. Estos acabados, aplicados en fábrica o en obra, tienen una gran uniformidad en el tiempo y un mantenimiento dilatado.



Vivienda tradicional en Finlandia

En caso necesario, se trata en autoclave con protectores a presión debiendo ir las fibras extremas de los cantos selladas.

Su peso es ligero, que lo hace fácil de manejar especialmente cuando se comercializa en formato de lamas, con bordes rectos o biselados, y longitudes de hasta 4880 mm y anchos de 305 mm y espesores entre 8,5 mm y 16 mm.

También se utilizan en formato de placas donde debe solucionarse en cada caso el detalle constructivo de los cantos, solapes, goterones, etc. Las especies más utilizadas son el pino de Oregón y el pino amarillo del Sur.

Para su puesta en obra se debe guardar la junta habitual en este tipo de tableros: 3 mm.

Tableros contrachapados de alta densidad
Aprovechando las buenas propiedades del contrachapado y en un intento de dotarle definitivamente de una protección al exterior, se desarrollaron los contrachapados de alta densidad. En este caso, además de encolar las chapas, el adhesivo fenólico impregna completamente la chapa de madera con un proceso de temperatura y presión adecuados acercándose a una cierta 'vitrificación' del tablero. Por este motivo puede colocarse en fachada con un margen de confianza alto (en teoría solamente podría dar problemas de compatibilidad con herrajes produciendo manchas, etc.). En España ha tenido un uso espectacular a partir de los años 1980, sin parangón en otros países. Entre los principales fabricantes, hay dos españoles y uno italiano.

Tableros estratificados fenólicos

El tablero estratificado fenólico baquelizado tiene un aspecto similar al anterior y lo fabrican las mismas empresas, pero es un producto totalmente diferente. Consta de un alma de fibras de madera o papel tratadas con resinas fenólicas termoendurecidas y comprimidas a altas presiones y temperaturas con caras de chapa de madera u otro material. El acabado es baquelizado cuando va al exterior. La baquelita es una resina fenólica que se transforma en un plástico termoestable (fue inventada en 1909).

En ambos casos (contrachapados de alta densidad y baquelizados) los tableros van fijados sobre

una estructura de rastreles de madera o metálicos (normalmente estos últimos).

Tejuelas de madera

Son piezas obtenidas por 'desgarro' o corte radial de rollas de especies de madera naturalmente durable, de las que se habla en un capítulo independiente.

DIMENSIONES

Entablados

No existe una normalización dimensional en el mercado de los entablados como existe en otros productos de la madera o en otros países.

Las medidas dependen fundamentalmente del origen de la madera (en España fundamentalmente se usan las que proceden de países nórdicos y Norteamérica, que tienen sus escuadrías específicas). Debido a ello es difícil establecer reglas concretas.

Las tablas son más anchas y gruesas que las usadas en interior y los largos, parecidos (en torno a los 2 m). Los gruesos tienen rangos de 13, 17, 20 y 25 mm mientras los anchos varían de 12 a 20 cm con distintos tramos.

Las tolerancias dimensionales de los entablados de frondosas vienen definidos en la norma EN 14.951 y las de coníferas, en la EN 14.519.

Tableros

Los tableros en origen tienen las dimensiones clásicas de 2440 x 1200 mm pero los despieces en forma de paneles se amoldan a dimensiones menores como 900 y 600 mm, compatibles con las separaciones de rastreles típicas (30, 40 y 60 mm)

ENTABLADOS

Configuraciones de entablados

Hay dos tipos fundamentales de orientación: la vertical y la horizontal (las inclinadas son peligrosas desde el punto de vista de escorrentía del agua y de complicada realización y desperdicio



Centro de Interpretación de la Naturaleza en Picos de Europa. Arquitectos: Conrado Capilla y Pucho Vallejo

de material).

La mayoría de ellas se instalan sobre enrastrelado (de madera o metálico) que deja una cámara de aire ventilada para evitar condensaciones. Complementariamente y poniéndose del lado de la seguridad se puede colocar una lámina impermeable respirable en esa cámara, fijada sobre el cerramiento.

Configuración horizontales

La orientación horizontal es aparentemente menos eficiente en escorrentía pero el agua es más rápidamente expulsada (es típico de Norteamérica y Canadá). Son de tres tipos principales: tabla tinglada, solapada y machihembrada.

- Tabla tinglada

Cada tabla cubre el canto superior de la que está inmediatamente debajo adquiriendo por ello su ligera inclinación característica.

Aunque el escurrimiento del agua es correcto, las infiltraciones del aire, pueden ser elevadas y se hace imprescindible colocar en la cámara de aire una barrera impermeable.

El solape horizontal suele ser dos veces el grosor de la tabla y por lo menos 25-30 mm.

Las tablas son de 145 mm de ancho como máximo y los gruesos, de 18-19 mm como mínimo; mientras que las parte expuesta es de 170 mm como máximo.

Las tablas de más de 120 mm de ancho llevan ranuras en la contracara para disminuir las tensiones por cambios de humedad.

- Tabla traslapada o solapada

El solape se consigue rebajando la tabla contigua a media madera. Una de las caras es plana (la que se fija al paramento) pero la otra presenta un perfil que garantiza el escurrimiento del agua.

El traslapo suele ser el 10% del ancho total y al menos de 16 mm con una anchura útil de 105 mm.

- Tabla machihembrada

La disposición de las tablas debe ser tal, que el canto inferior de cada tabla sea el ranurado y la lengüeta esté en el canto superior. Se recomienda un machihembrado mínimo de 10

mm.

Configuración vertical

La configuración vertical mejora la escorrentía pero el agua está más tiempo en contacto con la junta (es típica de los países nórdicos de Europa). Las tablas se disponen con junta solapada o traslapada un mínimo de 15 mm. La fijación se realiza sobre rastreles horizontales de madera o metálicos separados entre 400 y 600 mm, lo cual favorece la ventilación entre el soporte y el recubrimiento.

Por la forma de ensamblado de unas tablas con otras, se aprecia una mayor variedad de disposiciones y formas.

Se distinguen dos grupos principales: separadas con tapajuntas superpuesto o infrapuesto y solapadas o machihembradas.

- Tablas separadas con tapajuntas superpuesto o infrapuesto

Pueden ser de dos tipos: entablados con recubrimiento ancho y estrecho, lo que da al alzado dibujos muy diferentes. El solape mínimo recomendable es 20 mm. Las tablas no exceden los 145 cm de ancho y 16 mm de grueso.

- Tablas solapadas o machihembradas

La anchura de solape mínima es de 13 mm y mayor del 10% del ancho de tabla, pero sin superar los 132 mm. El grueso mínimo es de 11,9 mm.

Configuración diagonal

No se recomienda utilizar tablas traslapadas ni tingladas y hay que prestar especial atención en las esquinas y el encuentro de puertas y ventanas, para no dejar descubiertos los cantos de las tablas, donde la humedad es más perjudicial.

Celosías

Junto a los entablados, que gozan de una gran reputación y una merecida fama en la construcción con madera, en los últimos años se están utilizando los listoneados o entablados de menor dimensión con la junta abierta del mismo grueso que la tabla.

Su aparición obedece sobre todo a motivos esté-



Fachada de ipé en una Piscina en A coruña. Arquitecto: Patxi Mangado

ticos: la fachada aparece en este caso como una celosía muy tenue que actúa como un velo sobre el volumen edificado.

PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES

- Especie de madera: en la denominación de la especie de madera se utilizará preferiblemente el nombre botánico y se codificará de acuerdo con la norma EN 13.556.

- Contenido de humedad: las tolerancias del contenido de humedad para las frondosas en el momento del suministro es de $15 \pm 3 \%$ (EN 14.951), mientras que para las coníferas es de $17 \pm 2 \%$ (EN 14.519).

- Calidad estética o decorativa: Solamente existen normas para los revestimientos de madera maciza de coníferas y frondosas (EN 14.519 y EN 14.951 respectivamente), las clases se establecen en función de la presencia de singularidades naturales en las piezas de la madera (porcentaje de albura, nudos, fendas, bolsas de resina, desviación de la fibra, variaciones de color, etc.).

En frondosas se distinguen las clases, A y B para las siguientes especies: Roble, Fresno, Haya, Castaño, Arce, Abedul, Chopo, Aliso y de forma general para el resto de frondosas.

En coníferas las clases A y B para Picea, Abeto, Pino silvestre, Alerce y Pino Oregón Europeo y clase 0 (SN), A (PN) y B (NO) para Pino pinaster.

- Reacción al fuego: el Código Técnico de la Edificación indica que si la fachada tiene más de 18 m la reacción al fuego del entablado debe ser B-s3 d2 (sólo obtenible con madera tratada) y lo mismo si ocupa más del 10% de la fachada cuando ésta es accesible al público.

- Conductividad térmica

Se determinará mediante ensayo (UNE EN 12.664) o acogiéndose a valores normalizados.

- Durabilidad. En las aplicaciones de exterior corresponde la clase de uso 3 (UNE EN 335-1). En esta situación, y dependiendo de los detalles constructivos (cámara ventilada, rapidez de

evacuación, durabilidad natural de la madera, se pueden llegar a situaciones de riesgo de ataques de hongos e insectos xilófagos.

En la mayoría de las maderas utilizadas la durabilidad natural (EN 350-2) no suele ser suficiente por lo que será necesario su tratamiento, recomendándose una protección media (inmersión prolongada) o profunda (autoclave) para alcanzar una penetración de producto P4 – P8 (maderas fácilmente impregnables) / P1 – P5 (maderas no fácilmente impregnables) y una retención de producto R3 (para ambas clases de madera) (UNE EN 351-1).

- Durabilidad | Especies a utilizar

En primer lugar habría que mencionar las especies con durabilidad natural suficiente, (tanto coníferas continentales como el alerce como norteamericanas, como el cedro rojo de Canadá y la sequoia) por citar sólo unos ejemplos.

A continuación se podría pensar en frondosas tropicales (tanto americanas como ipe, guatambu, teca ..., como asiáticas, tipo balau, moabi....). Todas ellas se agrisan con el tiempo si no se les da un acabado, que suele ser a base de aceites naturales.

La cuarta opción son las coníferas no durables naturalmente, con impregnación en profundidad de un producto protector. Hasta hace poco se conocía el buen resultado de las sales metálicas hidrosolubles cuyas formulaciones están cambiando para adaptarse a las nuevas exigencias medioambientales.

Una quinta opción es el empleo de madera laminada sacando 'rebanadas' de vigas construidas con piezas previamente tratadas o de duramen de especies de durabilidad natural (como el abeto douglas).

Como comentario final, el mercado europeo se inclina actualmente por las siguientes elecciones: cedro rojo, pino silvestre tratado en profundidad y alerce natural.

- Otras cuestiones de instalación

Entre los aspectos a cuidar está la orientación del corte. El más conveniente para la estabilidad dimensional es el radial. Como con este corte se obtienen muy pocas piezas, lo más frecuente es el tangencial que tiene una mayor tendencia a



Centro de Interpretación del Parque Natural de la Albufera des Graus (Menorca). Arquitecto: José María Villalonga

deformarse.

Complementariamente se plantea la cuestión sobre cual de las dos caras debe exponerse al exterior. En principio es más resistente aquella donde se encuentren los anillos más interiores del tronco ya que tiene más sustancias naturales de impregnación que protegen la madera pero también es la zona donde se abrirá la madera con más facilidad por el secado (si se coloca en verde). Cuando esto es así lo conveniente es alterar la orientación de la madera ya que de esta forma se compensa y neutraliza la tendencia de las juntas a abrirse y se cierra la junta.

Las esquinas y encuentros con huecos de carpintería son puntos sensibles del entablado que deben protegerse: lo más sencillo y efectivo es por medio de solapes y tapas, bien de la propia madera o con chapas metálicas, baberos, etc. Una testa de madera al descubierto es una fuente segura de degradación de la tabla.

TABLEROS

Tableros contrachapados

Según las especificaciones de los propios fabricantes, en los revestimientos de tablero contrachapado el espesor mínimo es 12 mm siendo recomendable 18 o 20.

Las claves de estos tableros son un encolado para exterior, un recubrimiento adecuado o la protección de las chapas con productos impregnados. Al principio se utilizaron en configuraciones similares a los entablados de madera maciza (tinglados, traslapados, etc.) si bien después se pasó a un formato más natural a base de placas que requiere detalles constructivos propios: juntas, protección de cantos, solapes, goterones, etc. Las especies más utilizadas son el pino de Oregon, el pino amarillo del Sur con grueso que oscilan entre 8,5 mm y 16 mm.

Reciben diferentes grados de protección y acabado, aplicados en fábrica o en obra.

Tableros de alta densidad y revestidos

Los principales son los tableros contrachapados de alta densidad en los que el adhesivo fenólico impregna completamente la chapa de madera.

Por otro lado están los otros tableros estratificados fenólicos (baquelizados) y los revestidos HPL).

Son tableros muy duros, pesados y resistentes al exterior

Por ello requieren sistemas propios de fijación a base de perfiles metálicos que se colocan por la contracara.

Pese a su enorme difusión y empleo en fachadas la única literatura técnica de la que se dispone es la que dan los propios fabricantes. Por ello, aunque su durabilidad es buena no se conoce con precisión su vida de servicio ni sus posibles patologías. Hasta ahora sólo se han presentado problemas concretos en temas de compatibilidad química con los herrajes.

Reacción al fuego

Al igual que se ha comentado en los entablados, en lo relativo al fuego, en el CTE indica que si la fachada tiene más de 18 m la reacción al fuego debe ser B-s3 d2 y lo mismo si ocupa más del 10% de la fachada cuando ésta es accesible al público.

SELLO DE CALIDAD AITIM

El Sello de Calidad AITIM de revestimientos de madera maciza para exteriores o el del madera tratada exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación. Los ensayos que se realizan (dimensiones y calidad del encolado), y en su caso, el tratamiento protector aplicado, y las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN.

MARCADO CE

Los revestimientos y entablados de madera maciza disponen de norma armonizada (EN 14.915) por lo que les afecta el Mercado CE. Los aspectos más importantes a destacar de su mercado CE son los siguientes:



Ruinass romanes de Chur (Suiza). Arquitecto Peter Zumthor

El sistema de evaluación de la conformidad de los revestimientos puede ser sistema 1 cuando se les exija prestación frente al fuego y al humo; sistema 3 cuando existe emisión de sustancias peligrosas; sistema 4 para aplicaciones normales.

Los tableros de alta densidad y revestidos disponen de marcado CE a través de la norma armonizada EN 438-7 para tableros HPL, que ha entrado en vigor en noviembre de 2006.

Tel. 976 416 783/944 Fax 976 592 606

www.molduraslozano.com

SUMINISTRADORES

FABRICANTES

MOLDURAS DEL NOROESTE S.L.

La Barcala, 10. 15660 Cambre (La Coruña)
Tel. 981 661 358 Fax 981 654 552
www.grupomolduras.com info@grupomolduras.com

MADERAS POLANCO, S.A.

Ctra. Cádiz-Algeciras km 9,5, 11130 Chiclana de la Frontera (Cádiz)
Tfno: 956 491 111 - Fax: 956 531 111
maderas.polanco@polanco.net # <http://www.polanco.net>

SIVALBP

ZA la Balmette 74230 Thônes Francia
Tel.33.450.320.562 Fax +33.450.459.157
+33.603.985.871
www.sivalbp.com m.blanc@sivalbp.com

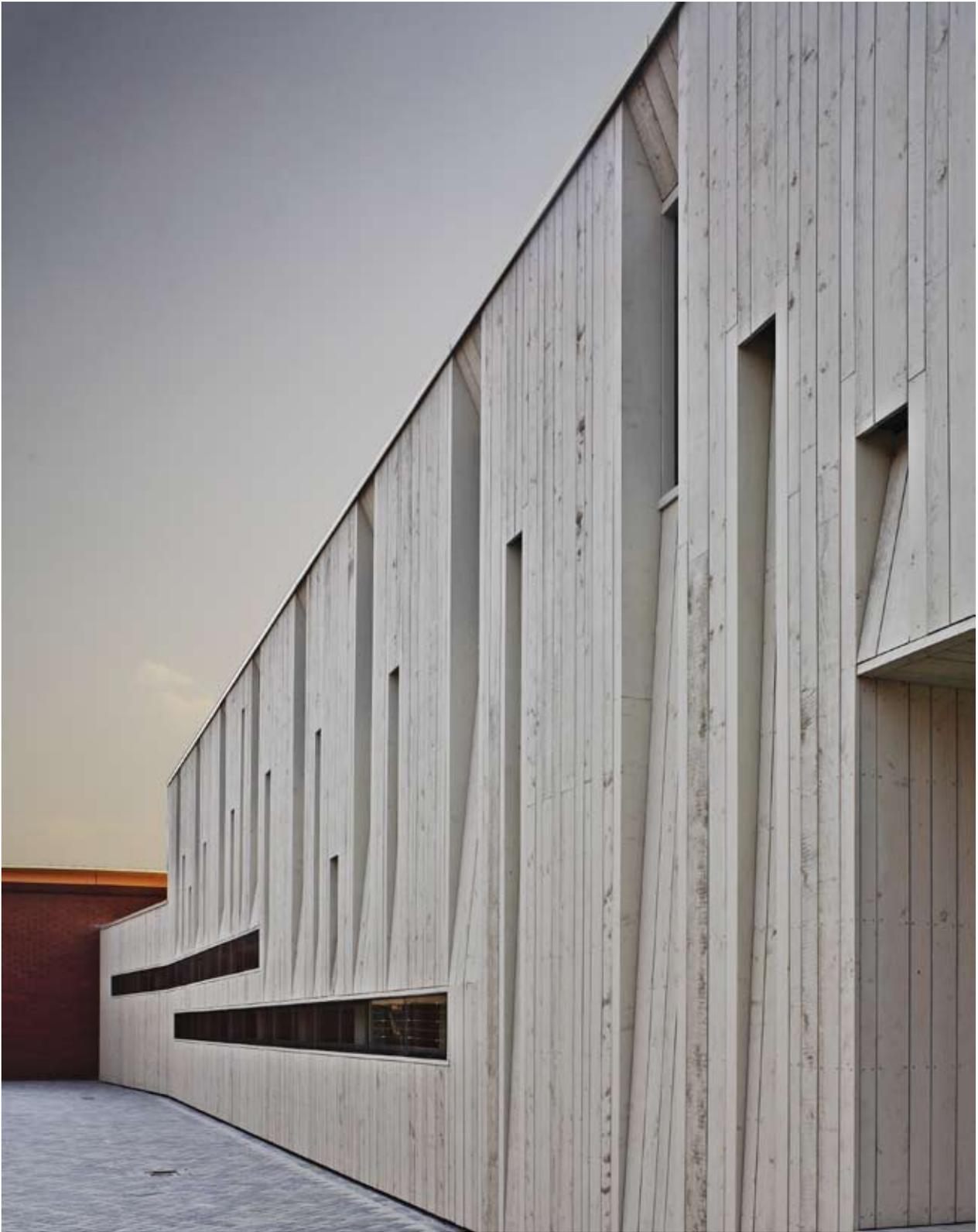
DISTRIBUIDORES

INDUSTRIAS DE LA MADERA CUBEIRO, S.L.

Rúa Bell 57-59 (Polígono Ind. Espíritu Santo).
15650 Cambre. La Coruña
Tel. 981 649 915 Fax 981 649 982
info@inmacu.com

COMERCIAL MOLDURERA LOZANO, S.L.

Camino San Antonio, s/n 50720 La Cartuja
Baja(Zaragoza)



Centro peintenciaro Doggershoek (Holanda). Arquitecto: Loof & van Stigt

REVESTIMIENTOS o SUELOS LAMINADOS

DEFINICIÓN

Son revestimientos para suelos formados por una capa superficial consistente en una o más hojas delgadas de un material fibroso impregnadas con resinas aminoplásticas termoendurecibles que se encolan a un sustrato de tablero derivado de la madera, normalmente de alta densidad.

Se consideran revestimientos de suelos y no pavimentos, ya que estos últimos de acuerdo con la norma europea UNE EN 13756 tienen que tener una capa superior con un grosor igual o superior a 2,5 mm.

HISTORIA

Los suelos laminados proceden del exceso de capacidad de producción de una conocida empresa especializada en laminados decorativos para paredes. Esto ocurría en Suecia en 1977. Cuatro años más tarde se lanzaba al mercado el primer revestimiento de suelo laminado que al principio se empezó a denominar estratificado.

Sin embargo la investigación sobre suelos basados en tableros de madera con gran resistencia al desgaste había comenzado en los años 60. Como anécdota significativa en 1966 nos volvemos a encontrar con una patente de Armin Elmendorf en este campo.

A finales de los años 80 este tipo de suelo ya estaba firmemente asentado en Suecia, Noruega y Finlandia y acometió la expansión al resto de Europa. En principio surgieron para competir con los suelos plásticos y textiles en gamas medias-bajas pero luego se ha colado en todos los mercados.

Se caracterizan por ser de poco grueso, decorativos, resistentes y de fácil mantenimiento, empleándose tanto en usos domésticos como comerciales.

En su tecnología se aprovecharon los avances en los productos para recubrimiento de tableros y los sistemas de recubrimiento de alta presión. Su estructura es una base de tablero MDF de alta densidad o de partículas sobre el que se encola un papel decorativo, y de un folio (overlay) de resina sintética que lleva embebido polvo de óxido de aluminio, carburo de silicio

o corindón de circonio y un papel de equilibrio para la cara opuesta. Se empezaron a colocar en superficies públicas hasta ir ganando terreno incluso al sector residencial.

Criterios sanitarios, facilidad de mantenimiento y resistencia al uso, han sido los motivos que explican el crecimiento de los suelos estratificados en detrimento del parquet y los suelos vinílicos y sobre todo de la moqueta. Entre sus problemas están la electricidad estática, su imposibilidad de reposición, el ruido de las pisadas y los problemas derivados del humedecimiento de la junta.

Los efectos decorativos se han multiplicado si bien ha seguido dominando el estampado de madera. Tanto los parquets flotantes como los suelos laminados han acabado con uno de los problemas de los revestimientos de suelos tradicionales: los movimientos de la madera y las holguras variables.

APLICACIONES

Su función principal es revestir suelos.

MATERIALES

Cara del revestimiento

Esta formado por una o mas hojas delgadas de un material fibroso, normalmente papel, impregnadas con resinas aminoplásticas termoendurecibles, generalmente melamina. Mediante la acción combinada de calor y presión, las hojas se fusionan dando lugar a laminados de alta presión o HPL, laminados prensados en continuo (CPL) y laminados prensados directamente sobre el alma (DPL).

El laminado plástico incluye las siguientes capas: lámina transparente (Overlay), papel decorativo con el diseño impreso, una o más capas de papel kraft impregnado en resinas (normalmente de melamina) y capa de contrabalance.



Alma del revestimiento

Los laminados HPL y CPL se encolan con colas de melamina o de PVAc a un sustrato de tablero de fibras de densidad media (MDF), de fibras de alta densidad (HDF) o de tablero de partículas también de alta densidad. Los tableros deben ser resistentes a la humedad.

Contracara del revestimiento

Las lamas se terminan con una capa de contrabalance que también puede ser de laminado HPL, CPL, papeles impregnados o chapas de madera.

Sellante de cantos

Después del mecanizado de cada lama (cantos y testas) se aplica un tratamiento impermeabilizador en los cantos, para proteger las lamas frente a la absorción de humedad, que es uno de los principales problemas de los suelos laminados en servicio, ya que el exceso de humedad ambiental, el fregado intensivo o el vertido accidental de líquidos puede provocando deformaciones irreversibles (atejamiento de caras).

DIMENSIONES

Las dimensiones más estándar de las lamas son 1200 mm de largo, 200 mm de ancho y 8 mm de grosor. Las tolerancias dimensionales están definidas en la norma EN 13.329.

PROPIEDADES | ESPECIFICACIONES

1.- Reacción al fuego

A los suelos de madera se les exigirá, en función de su situación en el edificio (por ejemplo en las vías de evacuación), la reacción al fuego definida en el Código Técnico de la Edificación - CTE.

En la norma armonizada de suelos de madera EN 14.041 se establece la clasificación de reacción al fuego Efl para los revestimientos laminados fabricados de acuerdo a la norma UNE EN 13.229. El resto de productos deben ensayarse y clasificarse (como suelo) según la Norma EN 13501-1.

2.- Contenido de pentaclorofenol (PCP)

Los suelos laminados no deberían contener PCP, pero en caso de que lo contuvieran debería ser inferior al

0,1%.

3.- Emisión de formaldehído

En la norma UNE EN 14.041 se especifican las clases E1 y E2.

4.- Deslizamiento

Si se declara la resistencia al deslizamiento, el revestimiento de suelo destinado a su utilización en seco y sin contaminantes debe tener un coeficiente de rozamiento dinámico 0,3, cuando se ensaye a la salida de fábrica y en seco, debiendo declararse como revestimiento de la clase DS.

5.- Comportamiento eléctrico

Se aplica a los revestimientos de suelo para los que los fabricantes declaran prestaciones antiestáticas o resistencia eléctrica. La diferencia de potencial se determinada de acuerdo con la norma UNE EN 1815, la resistencia eléctrica con la norma UNE EN 1081 y la resistencia eléctrica con la norma UNE EN 1081.

6.- Conductividad térmica

En los suelos destinados para su utilización sobre un sistema de calefacción radiante, deben aplicarse para el diseño y cálculo los valores tipo de conductividad térmica indicados en la norma UNE EN 12.524.

7.- Otras propiedades

En la norma de producto UNE EN 13.329 se especifican las siguientes propiedades complementarias a las establecidas en la norma armonizada.

- Requisitos generales: grosor, longitud, anchura de cara, longitud y anchura para elementos cuadrados, escuadría y rectitud de cara, planitud del elemento, juntas entre elementos, diferencia de altura entre elementos, variaciones dimensionales después de cambios de humedad, resistencia a la luz, punzonamiento estático, arranque de superficie.

- Requisitos de clasificación y niveles de utilización: resistencia a la abrasión, al impacto, al manchado, a la quemadura de cigarrillos; efecto de la pata de un mueble, o de una silla con ruedas; e hinchazón en grosor.

- Requisitos complementarios: humedad a la salida de la fábrica, aspecto y defectos de superficie.

Los revestimientos se clasifican por nivel de utilización doméstico o comercial, y dentro de cada nivel con el uso que se le va a dar: moderado, general o intenso.



Revestimiento de suelo laminado imitando perfectamente la madera

INSTALACIÓN

Se recomienda realizar la instalación únicamente cuando el edificio se encuentre exento de riesgos de agua, después de que se hayan realizado las necesarias mediciones en las capas soporte y después de realizar cualquier otro trabajo complementario.

Como los revestimientos laminados para suelos pueden verse afectados por las condiciones climáticas, es necesario acondicionarlos previamente, al menos durante 48 horas, con las condiciones ambientales de uso.

Antes de colocar la barrera de vapor, es necesario comprobar que el soporte es plano, y que está limpio y seco. Las piezas de la barrera de vapor deben solapar 200 mm entre sí. Se recomienda utilizar una subcapa para crear el suelo flotante, nivelar las irregularidades superficiales menores, aportar aislamiento acústico y mejorar el confort al caminar. Las juntas de la subcapa no han de coincidir con las juntas de revestimiento del suelo laminado. Es necesario prever una junta de dilatación que permita absorber los cambios dimensionales. Los elementos pueden encolarse entre sí, aplicando adhesivo a las lengüetas y ranuras, siguiendo las indicaciones del fabricante. Se recomienda utilizar juntas de expansión: cuando la superficie del revestimiento de suelo en el sentido longitudinal de los elementos sobrepase los 12 m, cuando la superficie colocada en el sentido transversal de los elementos supere los 8 m y en los pasos de puerta de las habitaciones, en el umbral de la puerta de exterior y entre recintos adyacentes. Después de la colocación se recomienda no someter al revestimiento a cargas pesadas o tráfico intenso durante al menos 12 horas, con objeto de impedir cualquier perturbación durante el fraguado del adhesivo.

MARCADO CE

Los revestimientos de suelos de madera están afectados por la Directiva Europea de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE. Su implantación se realiza de acuerdo con la norma armonizada EN 14.041 que define todos los aspectos relativos al marcado CE.

SUMINISTRADORES

FABRICANTES

FINSA

Ctra. de Santiago a La Coruña Km.57 15890 Santiago de Compostela (La Coruña) Tel. 981 570 055 Fax 981 050 711 finsa@redestb.es

TABLEROS TRADEMA, S.L.

Ronda de Poniente, 6-B Parque Empresarial Euronova 28760 Tres Cantos. Madrid. Tel. 918 070 700 Fax 918 070 705 www.tafibra.com

DISTRIBUIDORES

ECHEMADERAS S.L.

Portal de Zurbano, 21 Vitoria (Alava)
Tfno: 945 267 622 - Fax: 945 267 262
echemad@terra.es # www.echemaderas.com

EURO COVERING S.L.

Rambla Solanes, 38-40, 8940 Cornellá de Llobregat
Tfno: 935 086 586 - Fax: 935 086 587
nbazaga@eurocovering.com

FUSTAKIA S.L.

C/ Dels Sagraments, 16 Polg. Ind. Ermengol, 08630 Abrea (Barcelona)
Tfno: 902 934 566 - Fax: 937 701 607
mail@fustakia.com # www.fustakia.com

FUSTES SEBASTIA S.L.

Ctra. Balaguer a Francia, Km. 98,5, 25594 Rialp (Lleida)
Tfno: 973 620 373 - Fax: 973 621 224
joansesbastia@megacceso.com

GABARRÓ HERMANOS, S.A. Delegación Madrid
C/Paloma, 19 Polg. Ind. Los Gallegos Fuenlabrada (Madrid)

Tfno: 902 266 660 - Fax: 916 421 516
ventas.madrid@gabarro.com # www.gabarro.com

HAAS HOLZPRODUKTE GmbH

Industriestrasse, 8 D-84326 Falkenberg (Alemania)
Tfno: 0049(0)8727 180 - Fax: 49(0)872718593



© Tafibra

Suelo laminado. Casa Decor 2007

haas.madera@haas-fertigbau.de # www.haasholzindustrie.com

MADERAS RUBÉN S.L.

Ctra. Ourense-Santiago, Km. 254, 32140 Borulfe-Vilamarin

Tfno: 988 286 097 - Fax: 988 281 980

maderasruben@maderasruben.com www.maderaruben.com

Repuestos y Suministros del Henares S.L. Lamadera
Buenos Aires, 2 Nave 9-10, 28806 Alcalá de Henares
(Madrid)

Tfno: 918 021 694 - Fax: 918 021 692

info@repsum.com # www.lamadera.net Work Spirit S.L.

Virgen de la Novena, 5, 28027 Madrid

Tfno: 914 057 075 - Fax: 914 042 421

j.rey@work-spirit.com



TEJUELAS DE MADERA

DEFINICIÓN

La tejuela, teja o ripia es un tablilla plana o ligeramente biselada con sección rectangular y de dimensiones variables, dependiendo de la especie de madera, que se usa como revestimiento exterior de muros y cubiertas.

HISTORIA

El origen de la tejuela es incierto ya que podría remontarse a la noche de los tiempos. En efecto, cualquiera que fuese el sistema de construcción primitivo en regiones boscosas el gran problema de acondicionamiento era la impermeabilización de la cubierta. Para solucionarlo se acudía a materiales cercanos que demostraban cierta impermeabilidad: cortezas, musgos, grandes capas de brezo o paja, etc. La experiencia demostraría pronto la durabilidad natural de determinadas maderas. Por otro lado la forma tradicional de preparar la leña a base de desgajar radialmente trozas de un tamaño entre 40-50 cm conduciría pronto a descubrir la facilidad de obtención de estas pequeñas piezas, que convenientemente solapadas solucionaban de una manera sencilla la cubrición e impermeabilización de los edificios; primero en tejados y después en las propias paredes. No disponemos de restos arqueológicos que nos den fechas concretas pero no es descabellado suponer que al menos en las construcciones con troncos (siglo VIII a.C.) ya se colocaban.

La tejuela de madera alcanzó su edad de oro en las cubiertas bulbiformes de Rusia en la Edad Media.

La tejuela de madera goza de una gran tradición en algunos países y regiones siendo incluso imitada su forma y apariencia por otros materiales como el asbesto-cemento, el metal estampado y el plástico. Las especies más comunes son las de coníferas, especialmente: douglas fir (pino de Oregón), red y white cedar (Cedro rojo y blanco), abeto rojo, alerce, redwood o incluso el pino radiata. Las especies más utilizadas son el red y el white cedar debido a sus excelentes durabilidades naturales y resistencias a la humedad. En especial las tejuelas que se extraen de las thuyas de la Costa Oeste norteamericana son las más famosas porque dan piezas de mayores dimensiones al ser

árboles de gran diámetro. Las frondosas templadas como la encina, el castaño y el roble en particular, aunque pueden utilizarse, tienen tendencia a desfilarse y deben fijarse con clavos de punta roma.

TIPOS

Existen tres tipos principales diferenciados por su sistema de obtención:

Artesanal o rústica

Se obtiene al rajar o desgarrar manualmente una troza de madera con azuela, hacha o machete en el sentido de la fibra.

En Norteamérica las trozas tienen 400 y 600 mm de largo y entre 250 y 350 mm de diámetro. En otros países se trabaja con trozas más pequeñas para dar piezas de 200 a 300 mm de largo y 70 a 150 mm de ancho.

La cuchilla, con un grueso de 5/7 mm se va clavando a golpes de un mazo de madera y, según el sistema empleado, pueden obtenerse una o las dos caras rugosas con gruesos entre 6 y 20 mm.

Las piezas suelen salir, de forma natural, con un ligero bisel.

El producto final presenta una superficie irregular que sigue la dirección de las fibras sin cortarlas, lo que facilita el escurrimiento del agua. Esto favorece, además, que las fibras conserven las sustancias de impregnación que son la clave de su durabilidad natural.

En los países anglosajones este tipo de tejuela se denomina shake.

Aserrada

Se obtiene mediante cortes de sierra de una tabla o troza de la longitud deseada. El aserrado se realiza en el sentido radial y existen diferentes técnicas de corte.

Las tejuelas obtenidas son lisas y conviene rasgar sus caras para facilitar el escurrimiento del agua. En los países anglosajones se denomina shingle.

Industrial

En los países con tradición constructiva y avanzada tecnología se obtienen los dos tipos anteriores con



Saint Benedict Chapel, Sumvitg, Suiza. Arquitecto Peter Zumthor

máquinas de corte especiales.

CLASIFICACIÓN Y CALIDADES EN EEUU

Aunque en los países donde se utiliza existe un saber hacer y unos sistemas de colocación y unas calidades normalizadas, únicamente en Norteamérica (EE.UU. y Canadá) existen normas de clasificación que son las siguientes.

Las shingles se fabrican con cedro blanco de la Costa Este de Norteamérica y con cedro rojo de la Costa Oeste (thuyas). Las shakes se fabrican sólo con cedro rojo de la Costa Oeste. En ambos casos se utilizan para revestir paramentos verticales (muros) e inclinados (cubiertas). La selección entre unas y otras se realiza siguiendo criterios estéticos. Debido a su alta durabilidad natural no suelen necesitar tratamiento ni protección especial, aunque se les puede dar.

La selección, según categorías, depende de la apariencia y la durabilidad exigida.

Eastern White Cedar (con diferentes clases de calidades de "shingles")

Red Cedar (con diferentes clases de calidades "singles" y "shakes")

Fabricaciones Especiales:

Pueden ser: Shingles perfilados o Shingles y shakes tratados contra el fuego y frente a la humedad.

- Shingles Perfilados: Son shingles que han recibido un mecanizado para conseguir que las cabezas y bordes laterales, que van en paralelo, formen ángulos rectos. Van perfiladas a máquina. Son productos especiales para muros donde se requieren juntas muy ajustadas. Se dispone de piezas con una cara lijada para conseguir una apariencia refinada.

- Cedar Shakes y Shingles con tratamientos ignífugos: Son piezas que reciben tratamiento a presión con sales hidrosolubles.

CLASIFICACIÓN Y CALIDADES EN EUROPA

En Francia, que es nuestro mercado más próximo, la producción se clasifica en tres calidades según el grueso :

- Superior (con 21 mm en cabeza y 3 mm en punta)

- Standard (con 18 mm en testa y 4 mm en punta)
- Standard económica (con 14 mm en testa y 3 mm en punta)

Todas ellas con un largo de 600 mm

Las especies, que se pueden utilizar sin tratamiento en todas las regiones excepto las que tienen riesgo de termitas, son las siguientes: Alerce (clase 3), Castaño (clase 3), Acacia y Cedro del Atlas sin albura (clase 3), y Douglas (clase 3).

DIMENSIONES Y FORMATOS

Dimensiones

Existe una producción semi-artesanal sin dimensionar dado que el sistema admite la irregularidad, aunque en países con gran tradición se tiende a dimensiones más o menos fijas.

Formas de las tejuelas

Si bien la cabeza siempre es rectangular el otro extremo (el borde visible) puede variar su forma en función de las exigencias estéticas o decorativas. Algunas de estas tejuelas, al reducir el ancho del extremo, ayudan a evitar el alabeo o torcedura de la zona expuesta. Las formas más corrientes son: trapezoidal, bellota, flecha, cuadrada, en escala, diagonal, cóncava, punta de diamante, redonda y aguzada.

Solapes y superficies de exposición

La superficie de exposición es la zona de la tejuela que queda a la intemperie y su dimensión depende de la calidad del material, de la pendiente de la superficie que cubre y del solape aconsejado.

Las unidades se colocan sin traslapes laterales, sobrepuestas en hileras, creando de esta forma, una superficie continua y resistente al agua que escurre deslizándose sobre ella.

SECADO

Al instalar las tejuelas es importante que tengan el contenido de humedad correspondiente al de equilibrio higroscópico del ambiente al que vaya destinado, para evitar rajaduras y alabeos por las tensiones internas debidas a la absorción y eliminación de agua..

Antes de colocar la tejuela en obra es conveniente almacenarla bajo cubierta entre 15 y 20 días para lograr



Vivienda en Auvilliers (Francia). Arquitecto: Jean Baptiste Barache

la humedad de equilibrio.
El secado de la tejuela normalmente se realiza al aire.
Sin embargo, si es aserrada es conveniente secarla en cámara.

PROTECCIÓN

La clase de uso que le corresponde a las tejuelas, de acuerdo con la norma UNE EN 335-3, es la clase 3. La clase de uso teórica se puede rebajar a la clase 2 e incluso a la 1, si se utilizan maderas con una buena durabilidad natural. Para las especies de maderas que tengan una buena durabilidad natural es suficiente una protección superficial decorativa, aplicada por pincelado, pulverización, inmersión breve o autoclave con pulverización.

Para el resto de especies se recomienda aplicar productos protectores en disolvente orgánico o en base agua mediante tratamiento de autoclave por doble vacío; posteriormente se aconseja aplicar productos de acabado superficiales tipo lasures, siempre que las resinas sean compatibles con las del protector de la madera.

REACCIÓN AL FUEGO

Cuando las tejuelas se utilicen en fachadas hay que tener en cuenta lo que especifica el Código Técnico de la Edificación:

MANTENIMIENTO

Las labores de mantenimiento, como la limpieza periódica del tejado o pared, son muy importantes. Se debe realizar con un cepillo o escobilla semidura. Es muy importante retirar el polvo y la suciedad porque retienen la humedad, factor que contribuye al crecimiento de hongos, líquenes, musgos, etc. Debe hacerse esta operación antes de la estación de lluvias.

Si la tejuela ha sido tratada puede perder algo de su impregnación con los años por lo que en algunos casos debería aplicarse una nueva capa del mismo protector con brocha o pulverizador.

Cuando las tejuelas no han sido tratadas y se observan deterioros puede realizarse una protección posterior. Existe una gran variedad de aceites protectores que

contienen aditivos fungicidas que se pueden aplicar a brocha o a pistola. Si la tejuela ha tenido un tratamiento a base de creosota hay que usar este mismo producto aplicado en caliente. En estos casos es recomendable su aplicación cada cierto tiempo, por ejemplo cada año.

INSTALACIÓN de fachadas

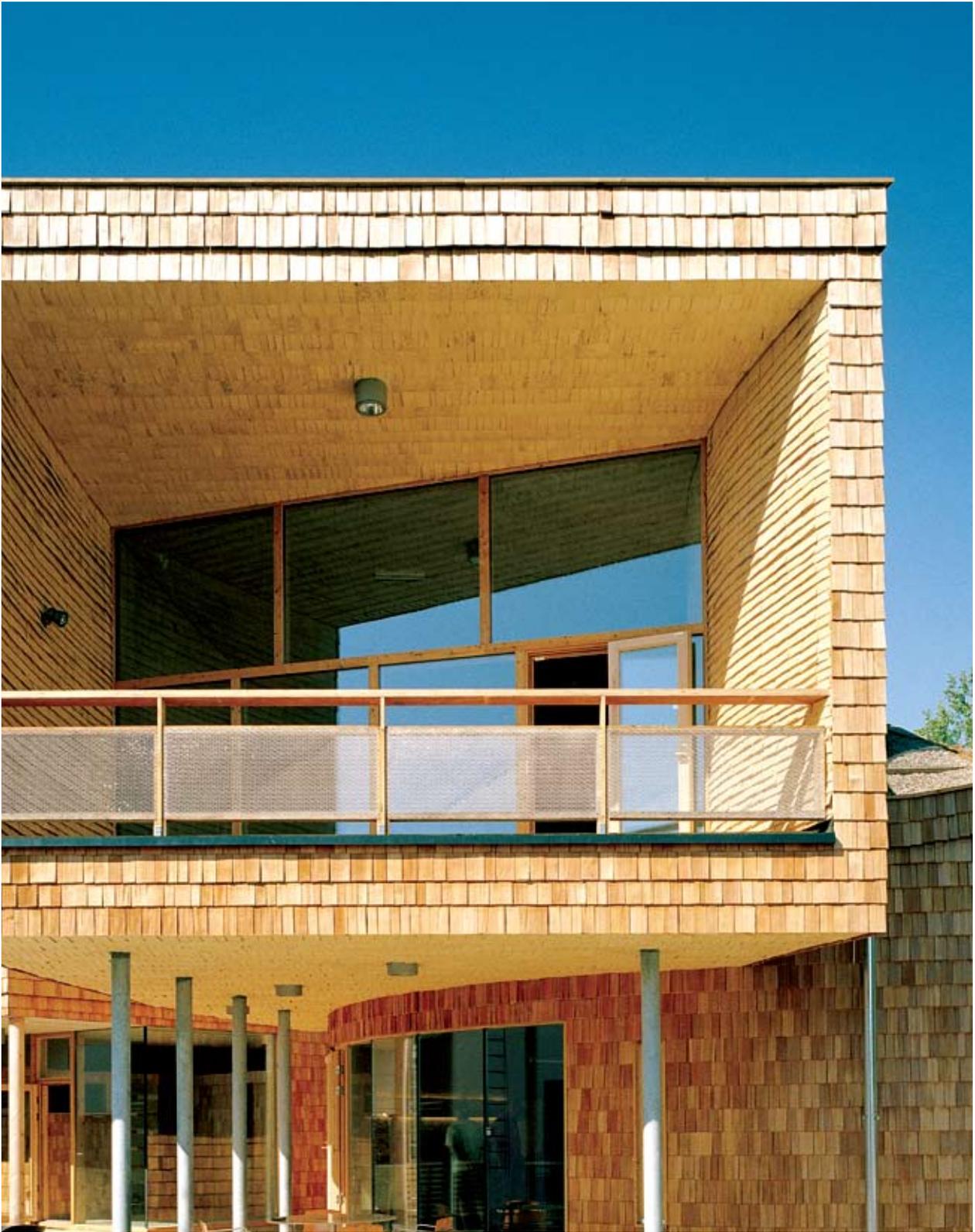
El soporte o cerramiento puede ser continuo o discontinuo. El continuo consistirá en un tablero estructural con un grosor mínimo de 9 mm y el discontinuo en un listoneado. Este último es el más corriente. Se debe asegurar que la superficie de los muros se presente plana y sin protuberancias, por lo que se deben eliminar o remachar bien los clavos salientes. El cerramiento debe protegerse con una lámina impermeable respirante. Las fases y operaciones de la instalación son: replanteo, forros de chapa en esquinas y huecos, colocación, sistemas de fijación, y separaciones de fijaciones y holguras.

INSTALACIÓN de cubiertas

Las cubiertas de tejuelas están constituidas por hiladas de piezas de madera de forma rectangular, sin traslapos laterales, alternadas entre hiladas consecutivas para crear una superficie continua y resistente a la penetración de agua. Esta escurre por las fibras de la tejuela deslizándose sobre el plano de cubierta. Por este motivo cobra especial importancia la correcta colocación de las tejuelas y la inclinación de la techumbre. Es necesario considerar que, al colocar la tejuela, ésta queda con menor pendiente que la techumbre debido a la superposición de elementos: entre la pendiente de la cubierta y la de la tejuela una diferencia aproximada de 6°.

SELLOS DE CALIDAD

En Europa existe el Avis Technique Européen del CSTB.



Casa Caracol (Espoo, Finlandia). Arquitecto Olavi Koponen

PRODUCTOS PROTECTORES

DEFINICIÓN

Los productos protectores son compuestos químicos que proporcionan a las piezas de madera una mayor durabilidad frente a los distintos agentes degradadores. Deben estar registrados en el Ministerio de Sanidad y Consumo para que puedan utilizarse.

Los productos utilizados para la protección de la madera han ido evolucionando a lo largo del tiempo en paralelo con las nuevas técnicas para aplicarlos. Los avances actuales relativos a su efectividad se producen de forma más rápida, pero también se les empieza a exigir que sean más "limpios y respetuosos con el medio ambiente". Hay que tener en cuenta que los productos protectores de la madera tienen que incorporar "sustancias tóxicas" para que sean eficaces, por lo que es necesario encontrar un punto de equilibrio entre eficacia y respecto con el medio ambiente.

HISTORIA

Existen pocas referencias de los primeros protectores de la madera utilizados por nuestros antepasados. Las primeras referencias se remontan a los egipcios que para prolongar la duración de sus sarcófagos les aplicaban aceites naturales. Herodoto (484-424 A.C.) conocido como el "padre de la historia" describe sobre el arte de extraer aceites, productos bituminosos y resinas de cedro, y sobre los sistemas de conservación utilizados por los egipcios para la momificación de cuerpos embalsamados y conservar sus valiosos manuscritos.

Las técnicas de embalsamamiento se consideran como pioneras del concepto de la protección, ya que se basan en la introducción, por diversos métodos, de las llamadas soluciones conservantes en el organismo. Con frecuencia se emplean sustancias aromáticas como el mentol, timol, vinagre aromático, esencia de espliego, etc. El catedrático J.A. Rodríguez Barreal dice en su libro "Patología de la Madera"... todo indica que los sumergían en un producto denominado "natrón" (mezcla de carbonato, cloruro y sulfato sódico) y a continuación en un baño de una sustancia oleosa. Para mejorar la penetración de estos productos dentro del cadáver, tenían que calentar el baño a temperaturas iguales o superiores a 103 °C para que el agua del cuerpo se evaporara y fuera sustituida por estas sustancias oleosas". Un proceso o técnica similar, "la inmersión caliente y fría", se utilizó posteriormente en el siglo XIX para proteger la madera. En la carpintería de ribera los griegos mejoraron la penetración y absorción de los aceites practicando incisiones en la madera. Además aplicaron bitumen o breas para protegerla de la humedad y de los elementos biológicos. El conocimiento de las propiedades protectoras de las materias alquitranosas se remonta a tiempos muy remotos, en la Biblia (Génesis, Capítulo VI, versículo 14) ya se menciona "... Dios ordenó a Moisés construir una barca y protegerla interiormente y exteriormente con brea". Hesíodo (poeta de los griegos de los siglos VIII - IX) habla en sus poemas de la acción protectora del humo producido por la combustión de la leña, aunque no sabía a que atribuir las (posteriormente se comprobó que era debida a los vapores de la creosota existentes en el humo). Catón "El Antiguo", (234-142 a. J.C) recomienda en su



Barca funeraria egípcia Khufu (piràmide de Kéops)

obra "De re rústica", pincelar la madera con aceite de oliva condensado (reducido por cocción a la mitad de su volumen). Plinio el Viejo (23-79 D.C.) recoge en sus escritos diversas formas para preparar aceites protectores de la madera, en particular menciona los aceites de cedro, oliva, alerce, ciprés y nardo para protegerla frente a la acción de la pudrición.

Un arquitecto romano menciona la utilización de los desperdicios del aceite para proteger la madera contra los insectos xilófagos, que la pez (betún, brea) servían para proteger a la madera de la acción del agua.

Después de la caída del Imperio Romano (450 D.C.) no se registra ningún avance técnico importante en la protección de la madera, o al menos no se tiene constancia de ello, durante más de 1.000 años. En la Edad Media (siglos V - XV) se empleaba tanto el asfalto y los productos del petróleo como el alquitrán extraído de la madera. Los españoles, durante la conquista de América, aprendieron de los indígenas a utilizar resinas y cauchos para proteger sus maderas.

En 1607, el químico alemán Johan Glauber desarrolló un proceso por el cual la madera se carbonizaba superficialmente, se recubría posteriormente con alquitrán y finalmente se sumergía en ácido piroligneo (producto de destilación de la madera).

En 1705, el científico francés Homberg recomendaba el uso del bicloruro de mercurio como protector de la madera contra la acción de los insectos xilófagos (que posteriormente Kyan utilizó para patentar su proceso). En 1717 empezaron a aparecer las primeras patentes, que se centraban en productos tóxicos que se vertían sobre la madera. En 1737 Ebersson y también Lewis, en 1754, recomendaban el empleo de alquitrán vegetal. En 1756, Hales restableció en Inglaterra el antiguo procedimiento de hacer perforaciones en la madera (un sólo orificio en el extremo de la pieza) en el que se introducía posteriormente una mezcla de alquitrán y ácido piroleñoso en ebullición. En 1767, los franceses Deboissieu y Bordenave recomendaban el uso de sulfato de cobre.

En 1805 Mackonochie recomendaba someter la madera en un vaso cerrado a los vapores resinosos de la Teca (*Tectona Grandia* L.) junto con otras sustancias.

En 1815 Semple secaba la madera con la acción del humo y después la sumergía en alquitrán o aceite de linaza, calentado previamente. En ese mismo año Thomas Wade recomendaba la utilización de cloruro de cinc, que posteriormente patentaría Burnett en 1838. En 1818 Dagneau recomendaba proteger los

cascos de los buques contra la acción de los Teredos mediante un pincelado con una mezcla de alquitrán y un líquido procedente de plantas amargas. En 1821 Parkes sugería el uso de alquitrán adicionado con sebo y resina. En 1822 Prechtel sometía la madera a la acción del vapor de agua y después a los vapores de una emulsión de alquitrán vegetal y de agua. En 1825 Hancock sugería pintar las jarcias de los barcos con una solución de caucho y esencia de trementina o en alquitrán de madera. En 1832 John Howard Kyan conseguía empapar la madera con bicloruro de mercurio en fosas de mampostería, ya que este producto corroee los metales, utilizando cuerdas y lonas para sumergirlas, convirtiéndose en la primera planta de tratamiento de la madera de los Estados Unidos (este proceso se denominó "Kyanización"). En el proceso denominado "Margarite" (1837), la madera se sumergía en soluciones de sulfato de cobre. En 1838, William Burnet lograba empapar la madera con cloruro de zinc y posteriormente mejoraba su tratamiento realizándolo a presión; este método conocido como "burnetización" se utilizó en Estados Unidos hasta 1920 para proteger las traviesas de ferrocarril

En 1836 Moll fue el primero en sugerir inyectar la creosota (producto obtenido de la destilación del alquitrán) en la madera, lo que no se consiguió hasta la aparición del sistema Bethell. En 1839 John Bethell inventaba el procedimiento que lleva su nombre para impregnar la madera bajo presión (célula llena) con alquitrán diluido en aceite pesado o creosota (dead oil). Entre 1838 y 1900, Auguste Boucherie desarrolló el método de desplazamiento de la savia. "Las soluciones de sulfato de cobre son conducidas a través de tubos a unos pequeños depósitos situados a 30 - 40 pies del suelo. Estos depósitos se fijan de una forma muy ingeniosa en la testa o en la mitad del tronco. El producto antiséptico expulsa a la savia de las partes más blandas de la madera y la reemplaza".

El origen de las sales hidrosolubles se puede decir que comenzó en 1841 "con el proceso Payne", que consistía en tratar la madera primero a presión y con sulfito de hierro y posteriormente con carbonato sódico, para formar un precipitado insoluble; aunque no consiguió ningún resultado satisfactorio.

En 1848 se construyó la primera instalación industrial en Lowell (Massachusetts) con el objetivo de "kyanizar" maderas destinadas a las esclusas y canales del río. Se utilizó como protector el cloruro de cinc que presentaba el problema de su lavado por la acción



del agua. En 1849 Julius Rütgers introdujo el procedimiento Bethell en Alemania, para el creosotado de las traviesas de ferrocarril.

En 1885 se reunió en Estados Unidos el "Cómite para la Conservación de la Madera" que reconocía el éxito de la utilización de la creosota en Europa, pero estaba interesado en procedimientos más baratos que utilizaran sales hidrosolubles. Las primeras experiencias con este tipo de productos fueron un fracaso y entrañaban un gran peligro. Se utilizaron sales en polvo que contenían arsénico y cloruro de mercurio que se introducían en orificios practicados en traviesas verdes; el arsénico y los sublimatos corrosivos afloraban en la superficie de las traviesas con el paso del tiempo, el ganado lamía las traviesas y moría. Este problema se solucionó posteriormente con la creación de nuevas sales hidrosolubles y su aplicación con métodos de vacío - presión.

En 1906 J.B. Card patentó un método que implicaba la impregnación simultánea de una mezcla de cloruro de cinc (sales hidrosolubles) y creosota, que solucionaba los problemas de deslavado del cloruro de cinc.

En 1907, Karl Heinrich Wolman patentó nuevos protectores de la madera a partir de soluciones complejas, que se identificaron con los nombres de Triolith (1913), Tanalith (1922), Trioxan (1930), etc., la empresa que fundó, Dr. Wolman GmbH, sigue actualmente fabricando productos protectores para la madera. A principios de este siglo un militar austríaco, Basileus Lalenkovic, estudió la eficacia de las sales de fluor en la protección de la madera que dieron origen posteriormente a las sales Basilit (1913)

A partir de 1960 se desarrollan productos alternativos a las sales hidrosolubles tradicionales de arsénico (CCA), como las de boro (CCB) o las de potasio (CFK). En el año 1964 se empieza a comercializar el Vacsol que relanza los tratamientos de doble vacío para la protección de la carpintería de exterior. En los 80 - 90 se empiezan a estudiar y desarrollar nuevos productos libres de cromo y de arsénico.

En relación con los protectores en disolvente orgánico el gran avance se produce con el desarrollo de los principios activos obtenidos por síntesis. En 1939 se utilizaba el DDT (dicloro difenil tricloroetano) que debía ser ingerido por los insectos para su eliminación. Las siguientes materias activas utilizadas como insecticidas eran capaces de penetrar a través de la cutícula de los insectos, y se denominaron "de contacto". En 1945 el Dieldrin sustituyó al DDT, por razones

similares se empezó a utilizar el pentaclorofenol como fungicida cuyo uso actualmente está prohibido o muy restringido. En las siguientes décadas apareció el Lindano, que tomó su nombre de la persona que lo descubrió, Van der Linden, que a partir de 1970 se empezaron a sustituir permetrinas, cipermetrinas, etc. Así pues, a lo largo de los años se ha visto que las materias activas que hoy aparecen como panaceas, con el paso del tiempo se han considerado como peligrosas.

CLASIFICACIÓN

A continuación se presenta una clasificación de los mismos, si bien no resulta fácil encontrar denominaciones generales que permitan agruparlos con claridad:

- Los productos denominados habitualmente como "protectores de la madera" incorporan compuestos químicos que tienen propiedades insecticidas y/o fungicidas.
- Los "productos retardantes del fuego" mejoran el comportamiento de la madera frente al fuego. A veces se les denomina productos ignífugos, aunque esta denominación es imprecisa, y realmente no se les puede considerar ignífugos.
- Los "productos para la protección superficial de la madera al exterior" mejoran el comportamiento de ésta frente a los agentes atmosféricos y a los cambios de humedad, a la vez que la decoran.

Hay que tener en cuenta que pueden existir productos que sean eficaces frente a dos o más agentes degradadores. Las características más generales y a la vez más importantes de los productos para la protección de la madera pueden ser las siguientes:

- Efectividad frente al agente degradador que quedaría definida en las correspondientes normas de ensayo y de especificaciones.
- Permanencia del producto que evalúa el tiempo durante el cuál protegen la madera. Sobre este punto no hay que olvidar que existen productos que comunican una protección temporal de la madera, como por ejemplo los que se utilizan para evitar que la madera aserrada se azule.



Sección transversal de rollizos de madera que han recibido un tratamiento protector

SUMINISTRADORES

IMPREGNA,SA.

Ctra. de Vitoria, s/n 26360 Fuenmayor (La Rioja)
Tel. 941 450 861 Fax 941 450 863
impregnarioja@yahoo.es

QUÍMICA DE MUNGUÍA - QUIMUNSA

Bº Zabalondo, 44. Munguía. 48100 Vizcaya
Tel. 946 741 085 Fax 946 744 829
info@quimunsa.com www.quimunsa.com

XILAZEL, S.A.

Gándara de Prado - Budiño 36389 Porriño (Pontevedra)
Tel. 986 343 424 Fax 986 346 417
r.petit@xylazel.com www.xylazel.com

3ABC LASURES, S.L.

Oeste nº 6, nave 23. Pol. Ind. Buvisa. 08329 Teia (Barcelona)
Tel. 935 406 035 Fax 935 550 953
www.cedria.com cedria@cedria.com

PRODUCTOS TÉCNICOS PENTOL, S.L.

Horta 12 08031 Barcelona Tel. 933 576 500 Fax 934 071 244
pentol@teleline.es www.pentol.es

TECMA, S.A.

Bº Billela s/n 48100 Munguía. Vizcaya
Tel. 946 155 966 Fax 946 156 454



Foto: Ignacio Bobadilla

PROTECCIÓN PREVENTIVA FRENTE A AGENTES XILÓFAGOS

DEFINICIÓN

La protección preventiva de la madera engloba tanto la protección química como la correcta instalación en obra - detalles constructivos. En función de la especie de madera elegida, en algunos casos podrían bastar medidas de tipo constructivo y en otros será necesario complementarlas con la incorporación de productos químicos.

La protección química determina la cantidad de producto protector necesaria en función de los posibles degradaciones a que pueda estar sometida (clases de uso), mientras que las medidas constructivas tratan de aminorar o de eliminar la actuación de los diferentes agentes degradadores de la madera. Estas medidas de tipo constructivo se dirigen principalmente a evitar cambios en el contenido de humedad de la madera y la acción directa del sol y de la lluvia. Pueden tener una gran influencia beneficiosa contra la acción de los hongos xilófagos, las termitas y las inclemencias atmosféricas, y por lo general no son efectivas contra la acción de los insectos xilófagos de ciclo larvario. La regla básica es mantener, siempre que sea posible, la madera seca y ventilada. Los aspectos que integran la protección preventiva de la madera abarcan los siguientes apartados:

- Clases de uso.
- Revisión de las medidas constructivas.
- Métodos de tratamiento.
- Elección del tipo de protección.
- Control de calidad del tratamiento protector.

HISTORIA

Aunque hay pocas referencias de los primeros tratamientos realizados para proteger la madera, resulta bastante lógico pensar que consistieron en frotar o extender con brochas los productos sobre su superficie. El siguiente paso fue la inmersión de los productos en la solución protectora, cuya utilización, al igual que

en el caso anterior, se puede remontar a tiempos muy remotos.

El avance más importante fue la utilización de la presión para forzar la introducción de los protectores, que se empezó a materializar a principios del siglo XIX. La utilización de la presión se explica por el hecho de que es relativamente difícil lograr que los líquidos penetren en la madera, que en principio parece que debe ser fácil ya que es un material poroso.

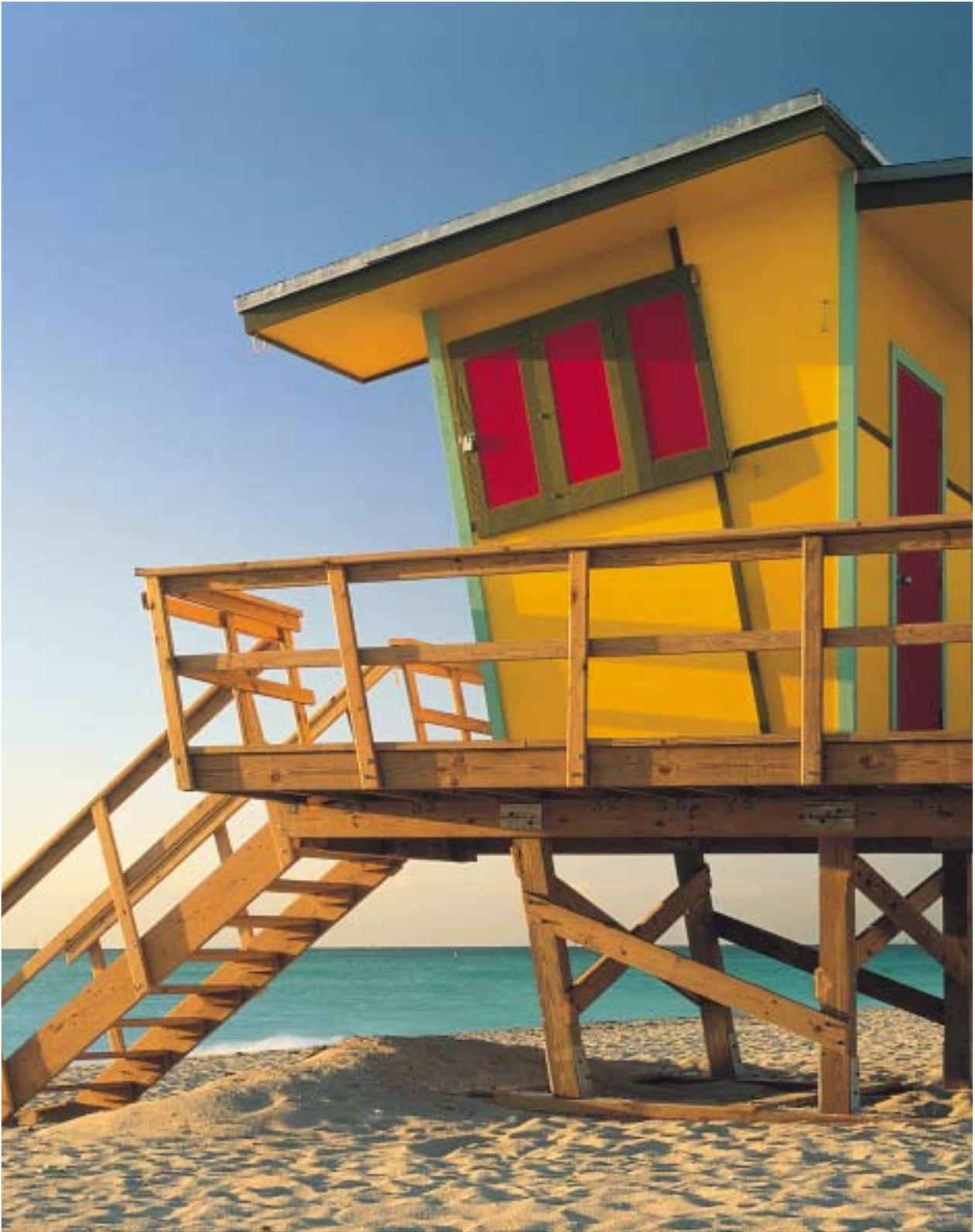
Los nuevos avances en los tratamientos se enfocan a la utilización del calor, madera termotratada, que consiguen unas mejores prestaciones de la madera frente a los hongos xilófagos. Esta técnica se está poniendo a punto y puede suponer un cambio en la filosofía de los tratamientos de la madera, ya que evita la utilización de productos protectores en algunas aplicaciones, pero lo más probable es que convivan durante bastante tiempo ambos enfoques.

De todas formas es interesante resaltar que los procedimientos presentados como novedosos, no son más que mejoras de antiguos procedimientos, en el caso particular de la madera termotratada hay que recordar que ya antiguamente se chamuscaban o carbonizaban las puntas de lanzas y de elementos de madera para aumentar su durabilidad y dureza.

Para más información consultar el capítulo de madera tratada.

CLASES DE USO

Las clases de uso intentan valorar el riesgo de ataque que pueden producir los diferentes agentes xilófagos a los elementos de madera en función del lugar donde se va a instalar. Dependen principalmente del grado de humedad que puede alcanzar la madera durante su vida de servicio y de la zona geográfica en que nos encontremos. Otros factores que sirven para valorar las clases de uso son que la madera se encuentre en contacto con el suelo, con agua dulce o con agua de mar; o su exposición a la intemperie (interior, bajo cubierta y protegida, o al descubierto).



Las clases de uso, que se definen a continuación, están armonizadas con las clases de servicio definidas en el Eurocódigo 5.

- Clase de uso 1: bajo cubierta, no expuesto a la intemperie ni a la humedad. La madera y sus productos derivados alcanzan contenidos de humedad inferiores al 20 %.
- Clase de uso 2: bajo cubierta y no expuesto a la intemperie, pero en la que se puede dar ocasionalmente una humedad ambiental elevada que puede conducir a una humectación ocasional pero no persistente. El contenido de humedad de la madera y sus productos derivados supera ocasionalmente el 20 %.
- Clase de uso 3, que incluye las subclases 3.1 al exterior por encima del suelo y protegido y la 3.2 al exterior por encima del suelo no protegido, la madera puede alcanzar ocasionalmente (3.1) o frecuentemente (3.2) una humedad superior al 20% (fachadas y carpintería exterior, porches, pasarelas peatonales, etc.).
- Clase de uso 4, que incluye la subclase 4.1 al exterior en contacto con el suelo y la 4.2 al exterior en contacto intenso con el suelo, la madera supera frecuentemente (4.1) o permanentemente (4.2) el 20% de humedad por estar en contacto con el suelo o con agua dulce (empalizadas, postes, pilotes, etc.).
- Clase de uso 5, la madera también supera permanentemente el 20% de humedad por estar en contacto con agua salada (muelles, pantalanes, etc.).

Las clases de uso están definidas en las normas UNE EN 335-1, UNE EN 335-2 y UNE EN 335-3

MEDIDAS DE TIPO CONSTRUCTIVO Y DE SANEAMIENTO

Hacen referencia a las eliminaciones de humedades procedentes de precipitaciones atmosféricas (cubiertas - aleros - carpintería exterior), de los materiales colindantes (piezas de madera próximas o en contacto con el suelo o muros), y de la formación de condensaciones y aportes accidentales de humedad (fugas,

filtraciones, goteras etc). El objetivo general es la eliminación de todas las fuentes de humedad no controladas, incluso aquellas que se encuentran alejadas de la madera afectada, ya que algunos agentes xilófagos pueden transportarla. Las posibles medidas se centrarán en los siguientes temas:

- Precipitaciones atmosféricas: cubiertas y aleros, y carpintería exterior de madera: recubrimientos, suelos, ventanas, balcones y puertas.
- Paso de humedad de los materiales colindantes: a través del suelo y del muro (apoyo de vigas).
- Formación de condensaciones.
- Aportes accidentales de humedad (fugas, filtraciones, goteras, etc.).
- Saneamiento y disposiciones constructivas en la lucha contra las termitas.

Para la resolución de las mismas se aconseja consultar la bibliografía específica.

MÉTODOS DE TRATAMIENTOS PREVENTIVOS

El método de tratamiento tiene por objeto incrementar de forma artificial la durabilidad de la madera, que se puede lograr utilizando productos químicos o mediante tratamientos físicos o físico - químicos. En los tratamientos químicos, que son los más habituales, se introduce de forma artificial en la madera una cantidad definida de producto de tal forma que alcance la penetración especificada. En los tratamientos físicos y físico-químicos se modifica la anatomía de los elementos de la madera para impedir que el agente pueda introducirse físicamente en la madera o se altera su composición química para evitar que pueda ser degradada por los agentes.

Los trabajos relativos a la mecanización de las piezas (cortes, rebajes, perfilados, taladros, cajeados, etc.) han de realizarse antes de tratar las piezas de madera. Se consigue así una protección más eficaz y no se desperdicia producto protector que se eliminaría al mecanizar la pieza. Si se tienen que realizar mecanizaciones una vez que la madera ha sido tratada, es necesario volver a proteger las zonas afectadas, normalmente mediante pincelado.

Los métodos de tratamiento preventivos que se pueden utilizar son pincelado, pulverización, inmersión



Caseta para bicicletas en Grunnfor (Noruega). Arquitecto: 70° Arkitektur AS

breve, inmersión prolongada, tratamientos en autoclave con presión y tratamiento en autoclave - Doble vacío. Además existen otros métodos como madera termo tratada, madera sometida a tratamientos físico - químicos por impregnación y tratamiento con "Alcohol de furfuryl".

Tratamientos químicos - Introducción de sustancias biocidas

Su objetivo es prevenir el ataque de agentes xilófagos mediante la introducción de sustancias biocidas en la madera (que son tóxicas para los agentes degradadores). Se introduce una determinada cantidad de protector por volumen de madera, alcanzando la penetración que especifique el proyecto. Por tratarse de biocidas, su uso está regulado y solamente se pueden utilizar aquellos productos registrados (deben disponer del correspondiente Registro de Sanidad y Consumo, y de los informes de eficacia en los que se especifica la penetración y la retención del producto en el interior de la madera).

A.- Los métodos de tratamiento que permiten conseguir las clases de uso 1 y 2 son los siguientes:

- Pincelado: El protector se aplica mediante pincel, brocha o rodillo. El líquido penetra en la madera por capilaridad. Con este tratamiento y en función del tipo de protector utilizado se consigue una protección superficial contra la acción de agentes bióticos y contra la fotodegradación. Para realizar este tratamiento se requiere que la madera esté seca, su contenido de humedad ha de ser inferior al 18%.
- Pulverización: El protector se aplica con un pulverizador de forma manual o mecánica. Con este tratamiento y en función del tipo de protector utilizado se consigue una protección superficial contra la acción de agentes bióticos y contra la fotodegradación. La pulverización es más eficaz que el pincelado, ya que en términos generales una pulverización equivale a 3 manos de pincelado.
- Inmersión breve: Las piezas se sumergen totalmente en la solución protectora durante un período de tiempo variable entre algunos segundos (de 10 a 20) y 10 minutos, dependiendo de la especie y de las dimensiones de la madera y del tipo de protector utilizado. El protector se introduce en la madera por

capilaridad desde la superficie hacia el interior. La ventaja de este tratamiento frente al pincelado y la pulverización es que se consigue un mayor contacto entre las superficies de la pieza a proteger y el producto protector.

B.- Los métodos de tratamiento que permiten conseguir o superar una clase de uso 3 son los siguientes:

- Inmersión prolongada: La madera se sumerge totalmente en un protector hidrosoluble o en disolvente orgánico durante un periodo superior a 10 minutos. La madera debe estar seca (es decir, su contenido de humedad debe ser inferior a 18%).
- Autoclave con presión: La entrada de protector en la madera se fuerza aplicando presión en un autoclave (cilindro metálico cerrado). Con este procedimiento (hay dos sistemas: de célula llena y célula vacía) se consigue una protección profunda y es apto para todo tipo de protectores. La presión y el vacío se aplica con distinta duración e intensidad en función de la especie de madera, del grado de protección requerida y del tipo de protector utilizado. Se requiere una humedad inferior al 28%..
- Autoclave con doble vacío: Se consigue una protección perimetral en la pared celular sin llegar a rellenar el interior o lumen de las células. Consta de un vacío inicial, introducción del protector a presión atmosférica o ligeramente superior y un vacío final para regular la cantidad del producto introducido. Se requiere que la madera esté seca (inferior a 18%). Se utiliza para elementos carpintería exterior (puertas, ventanas, fachadas, etc.).

Tratamientos físicos y físico - químicos

- Madera termotratada: El procedimiento aprovecha la experiencia primitiva de que la madera al calentarse o quemarse ligeramente se endurece, se densifica y queda así más protegida. En este caso se somete a las piezas de madera a temperaturas moderadamente altas (alrededor de 200°C). Es un tratamiento limpio (en el sentido de que no emplea biocidas). Durante el proceso, la estructura celular de la madera se altera, cambia de color (se oscurece) obteniéndose una mayor durabilidad a los hongos xilófagos (desde la 3 moderadamente durable a la 1 muy durable).



Como objeción cabe decir que algunas propiedades mecánicas disminuyen (especialmente en el tratamiento 'fuerte') aunque se sigue investigando en mejorar este aspecto. La investigación de la madera termotratada empezó a finales de los años 90 paralelamente en los países nórdicos, Francia y Holanda. Actualmente la más desarrollada es la nórdica, que dispone además de una marca registrada para el producto Thermowood.

- Madera impregnada

Se trata de impregnar tanto en superficie como en profundidad. Normalmente se utilizan monómeros u oligómeros de hidrocarburos de pequeña masa molecular ya que su viscosidad les permite penetrar más fácilmente en las células.

- Madera tratada con alcohol de furfuryl

El procedimiento modifica químicamente las moléculas de celulosa para que éstas sean capaces de absorber dicho alcohol, para conseguirlo se utilizan reactivos químicos, catalizadores y estabilizantes. El sistema mejora la durabilidad natural pero tiene el inconveniente de que tiñe las maderas de oscuro.

- Madera tratada por oleotermia

Se trata de aprovechar la propiedad del aceite de disminuir su viscosidad con la temperatura. El tratamiento consiste en sumergir sucesivamente las piezas de madera en dos baños de aceite, el primero a una temperatura de 130-210°C y el segundo a temperatura ambiente. En esta segunda etapa la madera está en contacto con un aceite de preservación. El producto está siendo desarrollado por el centro francés CIRAD Forêt en asociación con el CTBA y las industrias del sector.

Certificado de tratamiento

Una vez realizado el tratamiento, la empresa que lo ha realizado deberá disponer de un Sello de Calidad o emitir un certificado en el que se especifiquen la siguiente información:

- Identificación del aplicador.
- Identificación de la madera tratada.
- Producto protector de la madera empleado - número de registro.
- Método de tratamiento aplicado.
- Clase de uso que cubre el tratamiento.

- Año y mes de tratamiento.
- Precauciones ante mecanizaciones posteriores al tratamiento.
- Informaciones complementarias.

TIPO DE PROTECCIÓN

La norma de referencia es la UNE EN 351-1 "Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Madera maciza tratada con productos protectores. Parte 1: Clasificación de las penetraciones y retenciones de los productos protectores". Actualmente se está actualizando la del año 1996. En este apartado se expone la información recogida en el último borrador de trabajo por lo que se aconseja comprobarla cuando se edite la nueva norma. En el último borrador de la norma se especifican:

- las penetraciones: que van desde la NP2 = mínimo de 3 mm en la madera de albura y en las caras laterales, hasta la NP6 = toda la albura y un mínimo de 6 mm en el duramen expuesto, si existe madera de duramen.
- las retenciones: en el último borrador de la norma se especifica que la retención tiene que estar avalada por el correspondiente informe de ensayo (UNE EN 599-1). Su especificación dependerá de la clase de uso y de la zona geográfica en que nos encontremos, debiéndose ser aportada por el fabricante

A efectos prácticos e intuitivos se relacionan las penetraciones definidas en las clases de riesgo con los denominaciones habituales de los tipos de protección.

TIPOS DE PROTECCIÓN

CLASES DE PENETRACIÓN

Superficial penetración media alcanzada 3 mm, penetración mínima 1 mm	NP2
Media penetración media superior a 3 mm sin llegar al 75% de la parte impregnable	NP3
Profunda penetración media igual o superior al 75% de la parte impregnable	NP5, NP6



ELECCIÓN DE UN TRATAMIENTO PROTECTOR

La decisión sobre la elección el tipo de tratamiento más adecuado, sin olvidarse de los detalles constructivos y de los trabajos de mantenimiento, debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Vida de servicio
- Importancia estructural:
- Condiciones específicas de exposición:
- Condiciones climáticas específicas:
- Situación geográfica:
- Acceso a la estructura:
- Residuos / re-utilización / desperdicios de la madera tratada:

MARCAS DE CALIDAD

Sellos de Calidad AITIM

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación. Los ensayos que se realizan y las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN.

MARCADO CE

Algunos productos de madera tratada pueden estar afectados por la Directiva Europea de Productos de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE. La norma armonizada que regulará la implantación de la Directiva todavía se encuentra en fase de borrador.

SUMINISTRADORES

EMPRESAS QUE REALIZAN TRATAMIENTOS PREVENTIVOS

AMATEX, S.A.

Pol. Ind. La Nava, Ctra. Nal. 234. 42147 Cabrejas del Pinar (Soria)
Tel. y Fax 975 373 049

MADERAS E IMPREGNACIONES, S.L. MAIM

Ctra. de Segovia s/n. Fuentemilanos. 40153 Segovia
Tel. 921 485 176 Fax 921 485 279
maim@retemail.es

MADERAS TRANSFORMADAS DE VALDEARCOS, S.L.

c/Camino Real, 17 24330 Valdearcos (León)
Tel. 987 310 709 Fax 987 310 028
mtv@mtvsl.e.telefonica.net www.madex.es

MOLDURAS POLANCO ENRI, S.A.

Ctra. Cádiz-Algeciras, km 9,5. 11130 Chiclana de la Frontera (Cádiz)
Tel. 956 491 112 Fax 956 491 113
vlarrat@polanco.net www.polanco.net

PROTEC. PROTECCIÓN Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA, S.L.

Prol. c/ Betsaide s/n
Tel. 946 582 040 Fax 946 582 002
protec@protecmadera.com www.protecmadera.com

ATECMA, S.L.

Pol. Ind. 'El Molí de la Bastida' c/ La collita, 24. 08191 Barcelona
Tel. 936 991 785 Fax 936 991 785
info@atecma-sl.com

COBRA, S.A.

Finca Cantallops s/n. 08611 Olvan Barcelona
Tel. 938 250 032 Fax 938 228 2 11

CONALSA, S.A.

Avda. del Petroleo, 25 (Pol.Ind.San José de Valdearas). 28917 Leganés(Madrid)
Tel. 916 113 754/3661 Fax 916 117 447

EXPLOTACIONES E IMPREGNACIONES FORESTALES, S.A. (EIFORSA)

Sistema Ruping y sales Tanalith C sistema Bethell Navarra, 1.1º 48001 Bilbao



Tel. 944 240 277/78 y 4 231 050 Fax 944 235 338
eiforsa@eiforsa.es

IMPREGNA,SA.
Ctra. de Vitoria, s/n 26360 Fuenmayor (La Rioja)
Tel. 941 450 861 Fax 941 450 863
info@impregna.es

IMPREGNACIONES DE MADERA,S.A. IMSA
Ctra. de Berga, s/n 08680 Gironella(Barcelona)
Tel. 938 250 304 Fax 938 228 175

MADERAS Y MÓDULOS, S.L.
Ctra. de Segovia s/n. Fuentemilanos. 40153 Segovia
Tel. 921 485 176 Fax 921 485 297
maim@accesnet.com

MOBIPARK, S.L.
Ctra. Valencia-Barcelona, km 8 (Nal 340). 46134 Foios (Valencia)
Tel. 961 494 512 Fax 961 494 602
mobipark@mobipark.com www.mobipark.com

POSTES Y MADERAS, S.A.
Maderas aserradas y postes creosotados
Bruch, 42. 08240-Manresa (Barcelona)
Tel. 938 720 800 Fax 938 720 516
pymasa@pymasa.com

QUÍMICA de MUNGUÍA,SA-QUIMUNSA
Zabalondo,44. 48100 Munguía(Vizcaya)
Tel. 946 741 085 Fax 946 744 829

PROTECCIÓN DECORATIVA Y ACABADOS

3ABC LASURES, S.L.
Oeste nº 6, nave 23. Pol. Ind. Buvisa. 08329 Teia (Barcelona)
Tel. 935 406 035 Fax 935 550 953
www.cedria.com cedria@cedria.com

F.K.R. LASURES
Ctra. Morella km 1,7. Nave 2. 12500 Vinaroz (Castellón)
Tel. 964 401 864 Fax 964 400 846
fkrquimica@ctv.es

IMPREGNA,SA.
Ctra. de Vitoria, s/n 26360 Fuenmayor (La Rioja)
Tel. 941 450 861 Fax 941 450 863
info@impregna.es

INDUSTRIAS QUIMICAS IVM,S.A.
c/ El Perelló 19. 46909 Torrent (Valencia)
Tel. 961 588 550 Fax 961 574 120
ilvapdimen@ilvapdimen.net

QUÍMICA DE MUNGUÍA - QUIMUNSA
Bº Zabalondo, 44. Munguía. 48100 Vizcaya
Tel. 946 741 085 Fax 946 744 829

RAIZ 2000, S.L.U.
Frauca 11. 31500 Tudela (Navarra)
Tel. 948 410 327 Fax 948 847 853
info@raiz.com www.raiz2000.com

XYLAZEL, S.A.
Gándaras de Prado Budiño 36389 Porriño (Pontevedra)
Tel. 986 343 424 Fax 986 346 417
r.petit@xylazel.com www.xylazel.co

PRODUCTOS TRATADOS

AMATEX, S.A.
Polg. Ind. La nava, Ctra. N-234, 42147 Cabrejas del Pinar (Soria)
Tel. 975 373 049 Fax 975 373 173
amatex@amatex.es

MADERAS E IMPREGNACIONES S.L. MAIM
Ctra. de Segovia, s/n 40153 Fuentemilanos (Segovia)
Tel. 921 485 176 Fax 921 485 279
maym@auna.com

MADERAS TRANSFORMADAS DE VALDEARCOS, S.L.
c/Camino Real, 17 24330 Valdearcos (León)
Tel. 987 310 709 Fax 987 310 028
mtv@mtvsl.e.telefonica.net www.madex.es

MOLDURAS DEL NOROESTE, S.L.
La Barcala, 10, 15660 Cambre (La Coruña)
Tel. 981 661 358 Fax 981 654 552
info@grupomolduras.com http://www.grupomolduras.com

MOLDURAS POLANCO ENRI, S.A.



Ctra. Cádiz-Algeciras, km 9,5. 11130 Chiclana de la Frontera (Cádiz)
Tel. 956 491 112 Fax 956 491 113
vlarrat@polanco.net www.polanco.net

PROTEC. PROTECCIÓN Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA, S.L.

ProL. c/ Betsaide s/n
Tel. 946 582 040 K 946 582 002
protec@protecmadera.com www.protecmadera.com

EXPLOTACIONES E IMPREGNACIONES FORESTALES, S.A.
Navarra, 1.1º. Edificio Sdad. Bilbaina. Apartado, 704.
48080 Bilbao
Te. 944 240 277/78 Fax 944 235 338

FORESTGREEN by AGROBORKER

Ctra. de Sevilla km 3. Apdo 215. 29200 Antequera (Málaga) 952 840 065 K 952 700 780 falvear@agrobroker.es www.agrobroker.es

IMPREGNACION DE MADERAS, S.A. IMSA

Postes y crucetas de madera para líneas eléctricas
Ctra. de Berga, s/n. 08680 Gironella (Barcelona)
Tel. 938 250 304 Fax 938 228 175

MIGUEL CATASÚS i ROIG

Maderas para viñas y frutales
Masía La Torre s/n. Ctra. comarcal 243-A Km 6,700.
Avinyonet del Penedés. 08793 Barcelona
Tel. 938 974 078 Fax 938 974 423
e255580@yahoo.es

SANTASUSANA, S.A.

Mn. Jacinto Verdaguer 19.08262 Callus (Barcelona)
Tel. 938 360 025 Fax 938 360 436
santasusana@sct.ictnet.es

SUELOS DE MADERA AL EXTERIOR

DECK & GARDEN

Avda. José Antonio, 103 28490 Becerril de la Sierra (Madrid)
Tel. 918 555 055 Fax 918 555 054
negocios@deckgarden.es www.deckgarden.es

GOLDEN DECKING EUROPA

C / Poeta Blas de Otero 2 Local 1
50018 Zaragoza

Tel. 902 220 260 Fax 902 104 412
direccion@goldendecking.com
www.goldendecking.com www.goldendecking.es

REPUESTOS Y SUMINISTROS DEL HENARES, S. L. LA MADERA

Tienda: Av. Juan Carlos I, Nº. 13 local 37 Centro Comercial Torre Garena 28806 Alcalá de Henares Madrid
Tel. 918 305 506 Fax 91 830 0528
info@lamadera.net www.lamadera.net

MOBILIARIO URBANO Y JUEGOS INFANTILES

MAJARENA, S.L.

Pol. Ind. La Capellanía, fase II - parcela 34 30600 Archena (Murcia)
Tel. 902 945 525 Fax 968 674 848
marcelo@vimalto.com www.vimalto.com

MOBIPARK, S.L.

Ctra. Valencia-Barcelona, km 8 (Nal 340) 46134 Foios (Valencia)
Tel. 961 494 512 Fax 961 494 602
mobipark@mobipark.com www.mobipark.com



Piscina natural en Kastrup (Suecia). Arquitecto: White Arkitekter

PROTECCIÓN CURATIVA DE LA MADERA CONTRA ORGANISMOS XILÓFAGOS

DEFINICIÓN

En algunas ocasiones y cuando no se han implantado las medidas mencionadas en la protección preventiva, podemos encontrarnos con piezas de madera que presentan degradaciones producidas por organismos xilófagos. En estos casos es preciso recurrir a un tratamiento con carácter curativo.

La secuencia de actuación sería la siguiente:

A_ Inspección y determinación de la naturaleza y la extensión de la destrucción en las piezas de madera. Al no poder hacerse extensiva a toda la madera presente por motivos prácticos y económicos, se centra en los puntos débiles, normalmente aquellos más expuestos a la humedad. Una vez identificado el problema y su extensión se procederá a la toma de decisiones de actuación que podrá implicar dos tipos de medidas, constructivas y tratamiento de la madera.

B_ Medidas constructivas, que engloban:

- La eliminación de las causas que ha provocado y/o favorecido la degradación.
- La sustitución o refuerzo de las piezas degradadas.

C_ Tratamiento de la madera, que engloban:

- Los tratamientos químicos curativos "in situ", ya que en la mayoría de ocasiones el transporte de la madera a instalaciones industriales de impregnación es inviable.
- Los tratamientos preventivos "in situ" del resto de los elementos adyacentes que por motivos análogos a los del caso anterior, se efectúan en el lugar de ubicación de las piezas.

Existen muchas posibilidades de actuación para cada una de las fases mencionadas, algunas de las cuales quedan recogidas en el presente capítulo que describe principalmente los métodos de tratamiento conocidos en la actualidad contra hongos de pudrición, insectos de ciclo larvario e insectos sociales. Las empresas de tratamientos curativos de la madera, al

igual que las dedicadas al tratamiento de plagas en general, deben estar registradas como empresas de aplicación de plaguicidas. Su personal debe tener el carnet de aplicadores de plaguicidas a nivel básico y al menos un técnico de la empresa deberá tener el carnet a nivel cualificado.

HISTORIA

Es difícil fijar el comienzo de los tratamientos curativos de la madera, pero lógicamente se debieron iniciar con el conocimiento de la forma de degradación de los organismos xilófagos y con la aparición de técnicas de tratamientos y productos adecuados.

Aunque actualmente tengamos relativamente claro como se produce la pudrición (germinación de las esporas sobre un soporte que reúna las condiciones mínimas de humedad, alimento, etc. necesarias para su desarrollo), hace bastantes años la situación era diferente. En 1833 Theodore Hartig apuntaba que la pudrición de la madera podía ser debido a los hongos. En una reunión del Instituto de Ingeniería Civil celebrada en Londres en 1853 que duró más de 3 días, Burt recoge en las actas el estado del arte de la protección de la madera hasta ese momento ("On the nature and properties of timber, with descriptive particulars of several methods, now in use, for its preservation from decay"). En las actas se recoge que "el oxígeno, la humedad y el nitrógeno favorecen la descomposición de la madera, mientras que la eliminación del agua, las bajas temperaturas y los protectores retrasan o eliminan su descomposición; y también que la pudrición seca depende del desarrollo del hongo que introduce el agua en el interior de la madera que origina su fermentación y que se traduce en su combustión". Se tardaron unos 20 años en demostrar que los hongos eran la causa y no el resultado de la pudrición de la madera. En 1869 S. B. Boulton citaba, como explicación de las pudriciones, la teoría de Liebig que decía que la fermentación era causada por una lenta com-



bustión de la madera. En 1863 Pasteur introdujo su teoría de la infección a través de gérmenes (esporas), que fue confirmada en 1881 por Tyndall. Este último lo demostró utilizando unos tubos de agar en los que se veía como germinaban las esporas presentes en el aire y que caían en el interior del tubo.

Mientras los químicos y los ingenieros desarrollaban nuevos productos para proteger la madera, los biólogos estudiaban la naturaleza del proceso de la pudrición. Entre estos especialistas hay que destacar a Robert Hartig (hijo de Theodore Hartig) que en 1894 escribió el libro "Text book of diseases of Trees (Libro de texto sobre las enfermedades de los árboles)". Los primeros éxitos en identificar las causas de la pudrición empezaron a surgir a partir de 1870.

La creación de la Asociación Americana para la Protección de la Madera (AWPA, American Wood Preservers Association) en 1904 estimuló el interés en la protección de la madera y la formación de asociaciones parecidas en otros países. Sus reuniones anuales se convirtieron, y siguen siendo, el foro para discusión e intercambio de ideas entre los técnicos y para la elaboración de normas. Todos los avances que se han ido produciendo aparecen publicados en sus "Actas" (Proceedings). En 1910 se fundó en Estados Unidos el primer instituto dedicado a la investigación en el campo de la protección de la madera, el U.S. Forest Product Laboratory (USFPL) en la Universidad de Wisconsin que permitió realizar ensayos de envejecimiento acelerado para comprobar la eficacia de los productos protectores y de los métodos de tratamiento. Otros países europeos crearon posteriormente laboratorios o centros de investigación similares.

Una publicación muy interesante a resaltar es "Preservation of Structural Timber (Protección de Estructuras de Maderas)" de Wiess, publicada en 1916, en la cual se recogía todo el conocimiento acumulado sobre la protección de la madera. En 1938 aparece el primer libro de texto sobre la protección de la madera "Wood Preservation" de Hunt y Garrant, cuyo objetivo era "resumir los hechos esenciales de toda la información disponible y facilitar el acceso a esa información, ordenándola y exponiéndola de forma adecuada".

En relación con los protectores, el gran avance se produce con el desarrollo de los productos en disolvente orgánico que fueron y son los más utilizados en los tratamientos curativos contra los insectos xilófagos. De forma resumida podemos mencionar que en 1939 se utilizaba el DDT (dicloro difenil tricloroetano) que debía ser ingerido por los insectos para su elimina-

ción. Las siguientes materias activas utilizadas como insecticidas eran capaces de penetrar a través de la cutícula de los insectos, y se denominaron "de contacto". En 1945 el Dieldrin sustituyó al DDT, que tenía más ventajas en cuanto a olor, efectos secundarios, etc; por razones similares se empezó a utilizar el pentaclorofenol como fungicida; aunque actualmente ambos productos están considerados como peligrosos para los seres humanos y su uso está prohibido o muy restringido. En las siguientes décadas apareció el Lindano, que tomó su nombre de la persona que lo descubrió, Van der Linden. Recientemente el lindano se percibe como un producto medio ambientalmente peligroso y a partir de 1970 ya empezó a ser desplazado por los piretroides. Dentro de este grupo se encuentran los insecticidas de contacto que incluyen a la permetrina, cipermetrina, etc. Así pues, a lo largo de los años se ha visto que las materias activas que hoy aparecen como panaceas, con el paso del tiempo se han considerado como peligrosas.

En relación con las técnicas de tratamiento las primeras se enfocaron a la inyección de productos y posteriormente se fueron complementando o sustituyendo con tratamientos con productos en forma de pastas, con implantantes, con productos en forma de humos, y tratamientos por esterilización con calor o con frío. Así mismo en el tratamiento contra los insectos xilófagos sociales - las termitas - los denominados tradicionales se basaban en la inyección de producto (tanto en la madera, como en los muros y en el suelo) mientras que los de más reciente aparición se basan en el aprovechamiento del conocimiento de la biología de las termitas (productos químicos no repelentes, sistema de cebos y lucha biológica).

Una de las primeras empresas españolas que se dedicaron a estos temas fue Promax, fundada en 1980 por D. Joaquín Martín Dieguez, pionera en la utilización de técnicas de consolidación de estructuras de madera y que sigue realizando tratamientos de obras muy singulares en nuestro Patrimonio Nacional. Así mismo uno de los primeros españoles que hablaban sobre este tema es "La madera en la conservación y restauración del patrimonio cultural" editado en 1985 por el Ministerio de Cultura.

MÉTODOS DE TRATAMIENTO

Tratamientos de inyección



Se realizan mediante el empleo de un equipo que inyecta a presión el producto protector a través de boquillas unidireccionales (sin retorno). Este tipo de tratamiento se realiza generalmente con protectores de tipo orgánico. También se pueden efectuar tratamientos de inyección sobre muros, tabiques y suelos, que son especialmente útiles en tratamientos contra los hongos y las termitas.

Tratamientos con gases

Son especialmente indicados para tratamientos contra xilófagos de ciclo larvario. Generalmente para elementos de tamaño reducido o que se puedan aislar, y en los que no es admisible eliminar la capa superficial de la madera (por ejemplo objetos de arte o muebles pequeños). Se emplean cámaras herméticas para poder exponer las piezas a los gases. Existen dos posibilidades, la primera es el uso de gases tóxicos, como el bromuro de metilo, ácido cianhídrico, fosforo de hidrógeno, óxido de etileno o gas carbónico, que eliminan los insectos por envenenamiento. La segunda, es el uso de gases inertes, como el nitrógeno, argón o dióxido de carbono, que crean una atmósfera sin apenas oxígeno que causa la muerte de los insectos por asfixia. En España, estos tratamientos han de ser efectuados por empresas especializadas y requieren una autorización especial de Protección Civil. Todos estos sistemas, tienen la ventaja de su efectividad, erradicando cualquier tipo de ataque sobre las piezas de madera, y su inocuidad con los acabados superficiales. Algunos de ellos además pueden efectuarse in situ, lo que los hace muy adecuados para el tratamiento de objetos de arte y policromados. Entre los inconvenientes se encuentran el elevado grado de toxicidad de los gases utilizados y que requieren personal y equipos especiales.

Tratamientos con humos y nebulizaciones

En algunas situaciones en las que el acceso a los elementos de madera es muy complicado, se pueden aplicar sistemas que, mediante el uso de botes de humo, producen una nube de partículas (micropulverización) que se va depositando en la superficie de la pieza formando una fina película del producto insecticida que elimina a los insectos que entran en contacto con ella. Al ser un tratamiento superficial tiene el inconveniente de no afectar a los insectos situados en el interior de las piezas, por lo que se debe repetir cada año hasta completar el ciclo de vida del insecto,

prolongando el proceso varios años.

Tratamientos por esterilización con temperatura
Este tratamiento se basa en que las larvas de los insectos mueren a temperaturas superiores a los 55 o 60°C si se mantienen durante 30 - 60 minutos. Se utiliza para la esterilización de partidas de madera en cámaras de secado. En España no se emplea.

Otra posibilidad es el uso del frío o de bajas temperaturas, que se denomina tratamiento de choque térmico. Su metodología es más compleja, ya que requiere cámaras frigoríficas o sistemas basados en nitrógeno líquido. Se aplica a piezas que pueden ser trasladables con facilidad como muebles, libros, textiles y obras de arte. Este procedimiento no se suele realizar en España.

Tratamientos con cebos

Este tratamiento, que está basado en el conocimiento de la biología y comportamiento social de las termitas, es que se está imponiendo. En una primera fase se coloca de cebos de madera o celulosa en determinadas zonas del exterior y del interior del edificio. Una vez que se ha detectado la actividad de las termitas se sustituye el cebo inocuo por otro impregnado en productos químicos de efectos retardados.

Metodología del tratamiento contra hongos xilófagos
Los hongos de pudrición de la madera únicamente se desarrollan cuando el contenido de humedad de la misma alcanza un valor superior al 20%, por este motivo, la simple eliminación de las fuentes de humedad detiene su ataque. Es decir, las medidas de carácter constructivo son suficientes para resolver el problema. Las medidas de eliminación de las humedades son críticas, ya que si se vuelvan a alcanzar los niveles de humedad adecuados el ataque de los hongos se reactivará. En el tratamiento de la madera se emplean productos químicos de tipo orgánico aplicados por inyección y por pulverización; y en el de los muros productos hidrodispersables. El tratamiento incorpora las siguientes fases: preparación de las superficies, tratamiento de suelos, muros y tabiques, y el tratamiento de las piezas de madera (que a su vez: incorpora dos fases, la eliminación de las zonas dañadas y la aplicación del producto protector.

Metodología del tratamiento contra los insectos de



ciclo larvario | productos líquidos

Antes de realizar el tratamiento curativo se deberán haber delimitado las zonas afectadas, procurando diferenciar entre ataque activo y ataque no activo, ya que en las zonas no activas es suficiente un tratamiento preventivo. La secuencia de operaciones a realizar es la siguiente: acceso y limpieza de la zona; desbastado o eliminación de la madera degradada dejando vista la madera sana; tratamiento curativo en profundidad y superficial; y tratamiento preventivo. En el tratamiento de la madera se emplean productos químicos de tipo orgánico aplicados mediante pulverización e inyección. El tratamiento de piezas de madera policromada requiere un estudio previo de la compatibilidad del producto químico del tratamiento (principalmente del disolvente) y el tipo de pintura o policromía, así como de las posibles capas de imprimación. También es importante conocer la composición de los pigmentos que componen la policromía antes de su aplicación. Otra posibilidad, si se trata de elementos delicados, o si los tratamientos con productos químicos por inyección son inviables, es el tratamiento con gases (fumigación).

Metodología del tratamiento contra insectos xilófagos sociales

Las termitas precisan un elevado contenido de humedad de la madera para poder desarrollarse. Por esta razón debe recordarse la importancia que tienen las medidas de carácter constructivo. En este apartado se describen los métodos de tratamiento para las termitas subterráneas; el tratamiento químico, que podríamos denominar tradicional, y otros de más reciente aparición que se basan en el aprovechamiento del conocimiento de la biología de las termitas (productos químicos no repelentes, sistema de cebos y lucha biológica).

a) Tratamiento químico tradicional: con este tipo de tratamiento se consigue aislar el edificio de las termitas, pero no eliminarlas; por tanto, continuarán su actividad en los edificios vecinos no protegidos y en condiciones adecuadas para su forma de vida. El tratamiento completo incluye las barreras antitermitas en el suelo y en los muros, y el tratamiento de la madera. Se trata, como puede observarse, de un tratamiento complejo que se realiza desde las plantas superiores hacia el terreno, con el fin de conseguir la huida de las termitas hacia el suelo; en caso contrario podrían

quedar aisladas poblaciones de insectos en el interior del edificio. Para el tratamiento de la madera se emplean productos de tipo orgánico, por su mayor poder de penetración, y para el tratamiento de los muros y suelos productos hidrodispersables.

La utilización cebos es otra posibilidad que en la actualidad se están aplicando con éxito en numerosos países.

Tabla resumen de los posibles tratamientos curativos dependiendo del agente destructor.

AGENTE XILÓFAGO MÉTODO DE TRATAMIENTO	Hongos	Insectos xilofagos ciclo larvario	Insectos xilofagos sociales
Productos Líquidos			
Inyección - Pulverización	XX	XX	XX
Gases	-	X	-
Humos - Nebulizaciones	-	X	-
Temperatura	-	X	-
Cebos	-	-	X
Otros	-	x	x

XX = tratamiento principal

X = tratamiento poco frecuente

x = tratamiento experimental

MARCAS DE CALIDAD

Registro de empresas de tratamiento curativo de AITIM

El Registro AITIM certifica que la empresa,

- cuenta con personal cualificado para realizar tratamientos curativos y preventivos de la madera y su entorno.
- dispone de los equipos adecuados para realizar tratamientos curativos y preventivos.
- utiliza productos protectores registrados oficialmente para realizar tratamientos curativos y preventivos.
- tiene experiencia para realizar correctamente tratamientos curativos y preventivos.
- el plan de actuación del tratamiento curativo sigue las directrices marcadas en este reglamento (Plan de actuación).

SUMINISTRADORES



EMPRESAS DE TRATAMIENTOS CURATIVOS

PROTECCION DE MADERAS,S.A. PROMAX

Avda. de Fuentemar 16. Pol. Ind. de Coslada. 28820
Coslada (Madrid)
Tel. 916 690 834 Fax 916 738 785
www.promaxsa.com / promaxsa@promaxa.com

HELPEST21 SLU

Parque Científico y Tecnológico de la Universidad de
Girona Edificio Jaume Casademont - Investigación y
Transferencia
C/ Pic de Peguera, 15 17003 Girona
Tel. 972183404 Fax 653964064 / 619723202

ISS FACILITY SERVICES

Joaquin Sorolla nº 61 28529 Rivas Vaciamadrid (Ma-
drid)
Tel. 914 990 227 Fax 914 992 749
roberto.delasheras@es.issworld.com

TECMA, S.A.

Bº Billela s/n. 48100 Munguía, Vizcaya
Tel. 946 155 966 Fax 966 155 654
tecma@tecmasa.com



PROTECCIÓN DE LA MADERA CONTRA EL FUEGO

HISTORIA

La utilización de los protectores ignífugos para proteger la madera es muy antigua, aunque los grandes avances se han producido a mediados del siglo XX. Aulu-Gelle ya nos informaba en el siglo de Pireo (año 86 antes de J.C.) que no fue posible quemar una torre de madera que se había impregnado con alumina (potasio de aluminio). Los egipcios sumergían la madera en una disolución de vinagre y alumbre; los romanos añadían a estos compuestos otras sustancias incombustibles como arcillas y limo.

En 1821 Gay-Lussac utilizó las combinaciones de fosfato amónico con cloruro amónico y de cloruro amónico con bórax para proteger la madera. A principios del siglo XX la utilización de mezclas combustibles en las luces relámpago empleadas en fotografía obligó a desarrollar baños de fácil aplicación para hacer incombustible la madera de las cámaras de galería, así como los papeles y telas de los decorados en los estudios fotográficos. Estas formulaciones se utilizan todavía con éxito, con la ventaja de la facilidad de empleo, pues basta sumergir el objeto a tratar en la siguiente solución: sulfato amónico (8 partes), ácido bórico (3 partes), bórax (2 partes), agua (100 partes). Otro compuesto que sirve para el mismo fin es el siguiente: agua caliente (1 litro), ácido bórico (10 gramos), sulfato amónico (100 gramos), gelatina (20 gramos).

Los reglamentos sobre la construcción en los que se incluye el fuego y la madera tienen una larga historia. Las primeras reseñas históricas nos trasladan al año 1.700 antes de J.C., en el que el rey de Babilonia, Hammurabi, decretó la responsabilidad del constructor sobre la capacidad estructural de un edificio, que se basaba en "el ojo por ojo"; si el edificio se colapsaba y el propietario perdía la vida, el constructor era ejecutado. Las leyes romanas también tuvieron en cuenta la combustibilidad de la madera y prohibían la construcción de edificios de madera de varias alturas ya que podían provocar una fácil propagación del fuego, y limitaban su construcción a viviendas individuales. Durante la Edad Media y en algunas ciudades, el gremio de carpinteros tenía la obligación de apagar

los incendios como responsables de la ejecución de los entramados de madera. Como es sabido, la ciudad medieval, al encerrarse dentro de las murallas creaba parcelaciones estrechas, abigarradas y muy próximas, que favorecían la extensión de los incendios.

El gran fuego que se produjo en Londres en el año 1666 y que arrasó más de 13.000 viviendas, provocó la redacción del "London Building Act" que se considera el primer Código de Construcción de la Era Moderna. Este código definía cuatro tipos de edificios, especificaba como se debían y donde se podían construir, así mismo prohibía la construcción de chimeneas de madera y de tejados de paja, y delimitaba la altura de los edificios. Este gran fuego también fue el origen de las compañías de seguro contra incendios que empezaron a definir las primeras normas para la seguridad de los edificios frente al fuego.

Al principio los reglamentos se fijaban más en la protección de las propiedades y de los bienes que estaban en el interior del edificio. Poco a poco este enfoque se fue cambiando o completando hacia la seguridad de las personas y a la colocación de sistemas de seguridad (por ejemplo en la actualidad se obliga a la existencia de pulverizadores, de tomas de agua y de salida de incendios en los grandes edificios).

En España se han ido publicando diferentes reglamentaciones en España en el BOE sobre la protección contra el fuego.

- Año 1971: Orden Ministerial de 9-3-71, "Ordenanza General de Higiene y Seguridad en el Trabajo" (BOE nº 16 y 17-3-71).
- Año 1974: Orden de 26-2-74 - NTE - IPF / 1974 "Instalación de Protección contra el fuego" (BOE nº 53 de 2-3-74).
- Año 1977: Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio, sobre normativa en la edificación se establece que la Normas básicas de la Edificación (NBE)
- Año 1979: Orden de 24-10-79 sobre "Protección Anti-incendios en los Establecimientos Sanitarios" (BOE nº 267 de 7-11-79) y Orden Ministerial de 25-9-79 sobre "Prevención de Incendios de Establecimientos Turísticos" (BOE de 20.10.79)



- Año 1980: Circular de la Dirección General de Empresas y Actividades Turísticas sobre prevención de incendios en establecimientos turísticos (BOE nº 19 de 6-5-80)
- Año 1981: NBE - CPI - 81 "Condiciones de protección contra incendios en edificios" (Real Decreto 2059/1981 de 10 de abril).
- Año 1982: NBE - CPI - 82 "Condiciones de protección contra incendios en edificios" (Real Decreto 1587/1982 de 25 de junio).
- Año 1991: NBE - CPI - 91 "Condiciones de protección contra incendios en edificios" (Real Decreto 279/1991 de 1 de marzo).
- Año 1993: Real Decreto 1230/1993 de 23 de julio por el que se aprueba el Anejo C "Condiciones particulares para el uso comercial" de la NBE - CPI - 91 "Condiciones de protección contra incendios en edificios"
- Año 1994: Reglamento de Instalación de Protección contra Incendios (RIPCI), publicada por el MINER.
- Año 1996: NBE - CPI - 96 "Condiciones de protección contra incendios en edificios" (Real Decreto 2177/1991 de 4 de octubre).
- Año 2005: Real Decreto 312/2005 (18 de marzo de 2005) por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego (BOE 2 abril 2005).
- Año 2006: Se publica el Código Técnico de la Edificación, que entra en vigor a partir del 29.09.06

INTRODUCCIÓN

La madera desde el punto de vista del comportamiento de los materiales, es un material combustible. Un incendio se origina por la combustión de materiales combustibles que evoluciona de forma aleatoria en el espacio y en el tiempo en función del volumen de materiales combustibles que lo alimentan y de la presencia de oxígeno. La estructura de un edificio propiamente dicha apenas contribuye en el desarrollo del incendio, aunque se suele ver afectada por el mismo; por el contrario los materiales que existen en el edificio (cortinas, muebles, revestimientos, etc.) son los que más contribuyen a su evolución y desarrollo. Esta diferenciación entre estructura y material se recoge en la inmensa mayoría de los reglamentos y especificaciones sobre el fuego publicados en diferentes países. Debido a su combustibilidad, la madera utilizada en

aplicaciones no estructurales como suelos de madera, recubrimientos de paredes o techos, muebles, etc. puede incidir en el desarrollo del fuego; pero desde el punto de vista estructural, cuando se utilizan piezas de madera de gran escuadría o de gran espesor, su comportamiento al fuego es aceptable debido a sus bajos coeficientes de transmisión de calor y de dilatación, a la presencia de agua en la composición de la misma que retrasa su combustión y a la formación de una capa de carbón superficial que frena su avance. En ambos aspectos o funciones, como material y como elemento resistente, tenemos la posibilidad de mejorar su comportamiento utilizando los productos, los métodos de tratamientos o los detalles constructivos adecuados.

El comportamiento que requiere la madera, como material o como elemento resistente, se especifica en el Código Técnico de la Edificación - Documento básico SI - Seguridad en Caso de Incendio. Las especificaciones que tienen que cumplir hacen referencia a su situación (por ejemplo próximas a vías de evacuación) y/o a su función (por ejemplo funciones estructurales como forjados, cubiertas, tabiques, etc).

CONCEPTOS Y DEFINICIONES MÁS IMPORTANTES

1.- Reacción al fuego - Materiales

La reacción al fuego hace referencia a un material y evalúa como se comporta frente al fuego. Este comportamiento implica determinar si es o no es combustible y clasificarlo según su combustibilidad en alguna de las clases que se mencionan a continuación. La madera jamás podrá llegar a ser un material no combustible, ya que por su propia naturaleza contiene carbono.

Como consecuencia de la Directiva Europea de Productos de la Construcción y en concreto dentro del requisito esencial de la Seguridad en caso de incendio se ha establecido un nuevo sistema de clasificación de la reacción al fuego que armoniza los distintos sistemas nacionales. Este sistema clasifica los elementos constructivos bajo la denominación de Euroclases y sustituye a los sistemas nacionales de los países miembros de la Comunidad Europea (en España a partir de octubre de 2006). El sistema de Euroclases incorpora dos subsistemas, uno para su aplicación a los materiales de construcción en general excepto revestimientos



de suelos y otro específico para suelos. Ambos utilizan la designación en las clases: A1, A2, B, C, D, E y F, añadiéndose en el caso de la clasificación de suelos el subíndice FL. La clasificación se realiza en función de las prestaciones alcanzadas por el material sometido a un conjunto de ensayos (denominados "Single Burning Item" o SBI), siendo la norma de referencia la UNE-EN 13501-1. El significado aproximado de los códigos es el siguiente:

- A1 No combustible.
- A2 y B, poco combustible.
- C, D y E, combustible con grado de contribución al desarrollo del incendio creciente.
- F, muy alta contribución al incendio, fuera de las clasificaciones anteriores.

Además incorporan las letras:

- s1, s2 y s3 que indican la producción de humo creciente al aumentar el índice.
- d1 y d0 que indican el goteo de partículas / gotas inflamadas creciente al aumentar el índice.

En el caso de que el material vaya a instalarse en suelo llevaría el sufijo "FL".

A1 / A1FL	No combustible en grado máximo
A2 / A2FL	No combustible en menor grado
B / BFL	Contribución muy baja o despreciable al incendio
C / CFL	Contribución escasa al incendio
D / DFL	Contribución moderada al incendio
E / EFL	Contribución significativa al incendio
F / FFL	Sin datos sobre su comportamiento al fuego

Resistencia al fuego | Elementos constructivos

Las exigencias del comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo se define por el tiempo durante el que es capaz de mantener unas condiciones, que se mencionan a continuación, determinadas en el ensayo normalizado según la norma UNE-EN 13501-2 que sustituye a la norma española UNE 23093. La nueva norma introduce los nuevos conceptos y criterios de "Capacidad portante (R)", "Integridad (E)" y "Aislamiento térmico (I)". De esta forma los elementos que desempeñen funciones estructurales se clasificarán como:

- a) REI - tt: tiempo (tt) durante el cual cumplen los criterios de capacidad portante (R), integridad (E) y aislamiento térmico (I).
- b) RE - tt: tiempo (tt) durante el cual cumplen los criterios de capacidad portante (R) e integridad (E)
- c) R - tt: tiempo (tt) durante el cual cumple el criterio de capacidad portante (R).

MÉTODOS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO AL FUEGO DE LA MADERA

Los métodos, que se mencionan más adelante y que a veces se denominan incorrectamente ignifugación de la madera, tienen el objetivo de disminuir su nivel de combustibilidad e inflamabilidad mediante la aplicación de diversos productos químicos o protegiéndola, en su caso, con otros materiales incombustibles que actúen de pantalla y que impidan que llegue el calor hasta ella.

Estos métodos modifican en un sentido muy favorable la REACCIÓN AL FUEGO de la madera, permitiendo transformarla en productos con menos contribución al incendio, euroclases B o C; Esta mejora, de forma indirecta y con grandes limitaciones, puede permitir aumentar su "resistencia al fuego" cuando desempeña funciones estructurales o cuando se incorpora a un elemento estructural (por ejemplo un tablero de partículas ignífugo que se utilice para la fabricación de una puerta resistente al fuego puede contribuir a mejorar su resistencia al fuego). En función de donde se colocan o de como se introducen los productos en la madera se pueden distinguir los tratamientos en profundidad y los tratamientos superficiales.

- Tratamiento en profundidad

En el caso de la madera maciza, el producto se introduce de forma artificial mediante presión utilizando un autoclave.

En el caso de los tableros, existen diferentes métodos. En los tableros contrachapados se puede hacer: a) después de haber fabricado el tablero, se introduce en el autoclave para comunicar el tratamiento; b) impregnando las chapas, mediante su inmersión en el producto, antes del encolado; una vez impregnadas las chapas se procede a su encolado, armado y prensado; c) añadiendo productos específicos al adhesivo que se utiliza para la fabricación de los tableros. En los tableros de partículas el tratamiento se basa en la



Techo de madera de Ayous tratada para ignifugar en el aeropuerto Charles de Gaulle en Roissy (Francia). Arquitecto: Paul Andreu

posibilidad de añadir los productos retardantes del fuego a las partículas de madera antes de encolarlas o incluso en la misma cola. En los tableros de fibras MDF el tratamiento se basa en mezclar los productos con el adhesivo o en la manta de fibras

- Tratamiento superficial

Los productos más utilizados son las pinturas y los barnices. Su principal desventaja radica en que su duración, si el fabricante - aplicador del producto no demuestra lo contrario, tiene una limitación temporal y después de un cierto tiempo perderá su eficacia. Pueden actuar de dos formas diferentes: hinchándose por la acción del calor, formando una capa aislante y/o impidiendo que el oxígeno alcance la madera.

- Tratamientos indirectos:

La madera se protege con un elemento que tiene unas mejores prestaciones frente al fuego, por lo que quedaría oculta. Dentro de este grupo se incluiría la utilización de los siguientes productos: placas de yeso, tableros de fibro - cemento, tiras y planchas intumescentes, lana de vidrio, fibra cerámica, fibra de amianto, vermiculita (silicatos alcalinos), perlita (mezclas de óxidos metálicos con silicatos de calcio y de metales alcalinos), protecciones calcáreas (cal, escorias de altos hornos, etc.), etc.

MARCAS DE CALIDAD

Sellos de Calidad AITIM

- Puertas resistentes al fuego
- Tableros derivados de la madera con mejores prestaciones frente al fuego.
- Madera maciza tratada con reacción al fuego mejorada

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación. Los ensayos que se realizan y las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN.

MARCADO CE

Los productos de madera con mejores prestaciones frente al fuego están afectados por la Directiva Europea de Productos de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE. La implantación de la Directiva se realizará con las normas armonizadas correspondientes a cada producto.

SUMINISTRADORES

MADERA MACIZA CON REACCIÓN AL FUEGO MEJORADA

MOLDURAS DEL NOROESTE S.L.

La Barcala, 10. 15660 Cambre (La Coruña)
Tel. 981 661 358 Fax 981 654 552
www.grupomolduras.com info@grupomolduras.com

TABLEROS REACCIÓN AL FUEGO MEJORADA

FINSA (TABLERO DE PARTÍCULAS)

Ctra. de Santiago a La Coruña Km.57 15890 Santiago de Compostela (A Coruña)
Tel. 981 570 055 Fax 981 557 076
finsa@redestb.es

FIBRANOR (TABLERO DE FIBRAS)

Polígono Industrial de Rabade 27370 Rábade (Lugo)
Tel. 982 011 261 Fax 902 020 821
fibranor@finsa.es www.finsa.es

LUSO-FINSA (TABLERO DE FIBRAS)

Estrada Nacional 234. Km. 92,7 3520 Nelas. Portugal
Tel. 032 949 091 Fax 032 944 770

MDF-FINSA (TABLERO DE FIBRAS)

Ctra. de Santiago a La Coruña Km.57 15890 Santiago de Compostela (La Coruña)
Tel. 981 570 055 Fax 981 050 711
finsa@redestb.es

UTISA (TABLERO DE FIBRAS)

Partida de Hazas, s/n. 44370 Cella (Teruel)
Tel. 978 650 050/1378 Fax 978 650 197
intamasa@finsa.es



Introducción de un lote de madera en autoclave para tratarla con producto ignífugo

MADERA ASERRADA ESTRUCTURAL

DEFINICIÓN

Se llama madera aserrada estructural a aquella madera clasificada específicamente para uso estructural, cuya especie y origen tiene sus propiedades mecánicas determinadas por ensayo normalizado.

HISTORIA

Las primeras referencias a la clasificación de la madera aserrada se remontan a las reglas de clasificación decorativa escandinava recogidas por Swan Alverdson, en 1754. En 1833, ya estaban implantadas en estado de Maine (Estados Unidos) reglas de clasificación para sus maderas comerciales, este ejemplo se fue ampliando posteriormente a la zona de los grandes lagos y finalmente al sur de Estados Unidos en 1880. A finales del siglo XX se introdujeron reglas de clasificación en los estados de la zona Oeste.

La introducción de las clasificaciones estructurales cobró un nuevo impulso a partir de 1970 cuando se paso del ensayo de probetas de madera de tamaño reducido y libre de defectos a probetas de madera con dimensiones y características comerciales, con los defectos propios de su calidad. Esta nueva metodología es la base de las principales normas de clasificación utilizadas en la actualidad, que permiten la asignación de propiedades mecánicas a un amplio número de especies de madera.

NOMENCLATURA Y TERMINOLOGÍA DE LA MADERA

Para evitar posibles ambigüedades en la designación de las especies de madera, es muy recomendable utilizar la denominación comercial de la madera junto con su nombre botánico, de acuerdo con las indicaciones de la norma europea EN 13.556.

En el mercado se encuentra una división comercial de especies en tres grandes grupos: coníferas (pinos, abeto, alerce, etc.), frondosas boreales (roble, castaño,

haya, etc.) y frondosas tropicales (iroko, elondo, etc.).

ESPECIES UTILIZADAS

De la gran variedad de especies de origen español, las más utilizadas en la actualidad o en el pasado en estructuras de madera son las siguientes:

- Pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.)
- Pino laricio (*Pinus nigra* Arnold ssp *salzmanii*. o *Pinus laricio* Loud)
- Pino pinaster (*Pinus pinaster* Ait.)
- Pino radiata (*Pinus radiata* D. Don)
- Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.)
- Castaño (*Castanea sativa* Mill.)
- Roble (*Quercus robur* L. o *Quercus petraea* Liebl.)
- Chopo (*Populus* sp.)

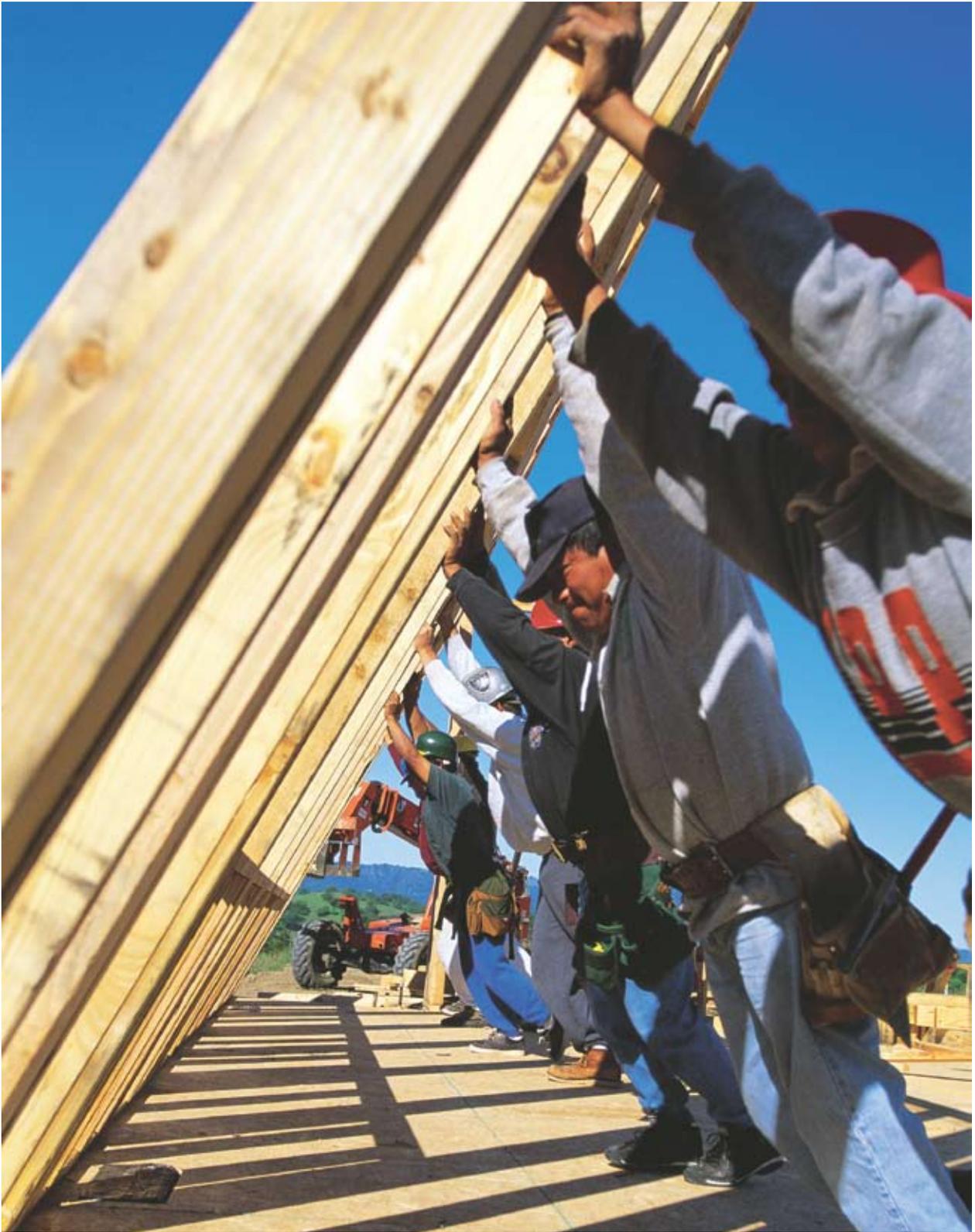
Actualmente están caracterizadas y disponen de asignación de clase resistente las primeras 5 especies de la lista anterior.

De forma no exhaustiva algunas de las especies boreales de origen extranjero más frecuentemente usadas en España son las siguientes:

- Pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.)
- Abeto rojo (*Picea abies* Karst)
- Abeto (*Abies alba* Mill.)
- Alerce europeo (*Larix decidua* Miller)
- Pino de oregón (*Pseudotsuga menziensis* Franco)
- Pino laricio (*Pinus nigra* ssp. *Nigra*)
- Pino amarillo del sur (mezcla de especies: *P. echinata* Mill., *P. eliotii* Engelm. y otras)
- Roble europeo (*Quercus robur* L.)

Las especies tropicales son muy utilizadas por criterios estéticos o de durabilidad, aunque no siempre hay en el mercado nacional disponibilidad de madera clasificada para uso estructural. Esto es así porque ciertas especies no han sido caracterizadas, mientras que otras, que si disponen de asignación de clase resistente, no se comercializan en nuestro país para uso estructural (caso del azobé, balau, etc.).

Entre las más frecuentes de uso en España que dispon-



gan de asignación de clase resistente cabe citar las siguientes:

- Iroko (*Chlorophora excelsa* Benth. & Hook f., C. regia A. Chev.)
- Elondo (*Erithrophleum ivorense* A. Chev., *E. suaveolens* Brenan.)

ELECCIÓN DE ESPECIE

La elección de una especie de madera aserrada estructural está influida por los siguientes factores:

- Durabilidad requerida (natural o artificial: en su caso mediante tratamiento en autoclave, para lo cual la especie debe ser impregnable)
- Disponibilidad en el mercado
- Disponibilidad de asignación de clase resistente para la especie
- Resistencia y rigidez requeridas
- Estética y congruencia con otros materiales
- Aspectos medioambientales (existencia de gestión forestal certificada, etc.)
- Precio

Otros factores tecnológicos como son la estabilidad dimensional, la facilidad de secado, la facilidad de trabajo (corte, taladrado, etc.) son importantes y deberían tenerse en cuenta al elegir una especie.

DIMENSIONES

Para definir las dimensiones de una pieza de madera es frecuente emplear el orden $b \times h \times L$ = grueso x ancho x longitud.

Las dimensiones más habituales en madera aserrada se sitúan en una gama relativamente amplia que alcanza secciones máximas de 150 x 300 mm, con largos máximos que oscilan entre 7 y 8 metros. Se recomienda consultar con los suministradores las dimensiones disponibles.

Las clases resistentes y su asignación a la clasificación estructural de cada país está asociada a un rango de dimensiones definidas.

Dimensiones nominales y tolerancias

La norma UNE EN 336 establece dos clases de tolerancias para las dimensiones de cualquier sección

transversal de la pieza, válidas para madera aserrada y escuadrada con grueso o ancho comprendido entre los 22 y 300 mm:

Es importante especificar las dimensiones de las piezas y el contenido de humedad de referencia, debido a los cambios dimensionales originados por la variación del contenido de humedad

PRESTACIONES Y PROPIEDADES

Contenido de humedad

El contenido de humedad de la madera en el momento de su puesta en obra es un parámetro de relevancia y, al mismo tiempo, uno de los más fáciles de controlar. Su importancia radica en las siguientes cuestiones:

- debe considerarse en el cálculo estructural
- las dimensiones de la madera van ligadas al contenido de humedad de la misma
- el riesgo de ataque de origen xilófago se eleva cuando se supera el valor del 20%
- el secado en obra no permite descartar piezas que al secarse manifiesten deformaciones.

Clasificación estructural

La madera aserrada se clasifica para uso estructural mediante dos métodos: clasificación visual o clasificación mecánica. Ambos se basan en un estudio por ensayos de madera clasificada según los parámetros de cada método.

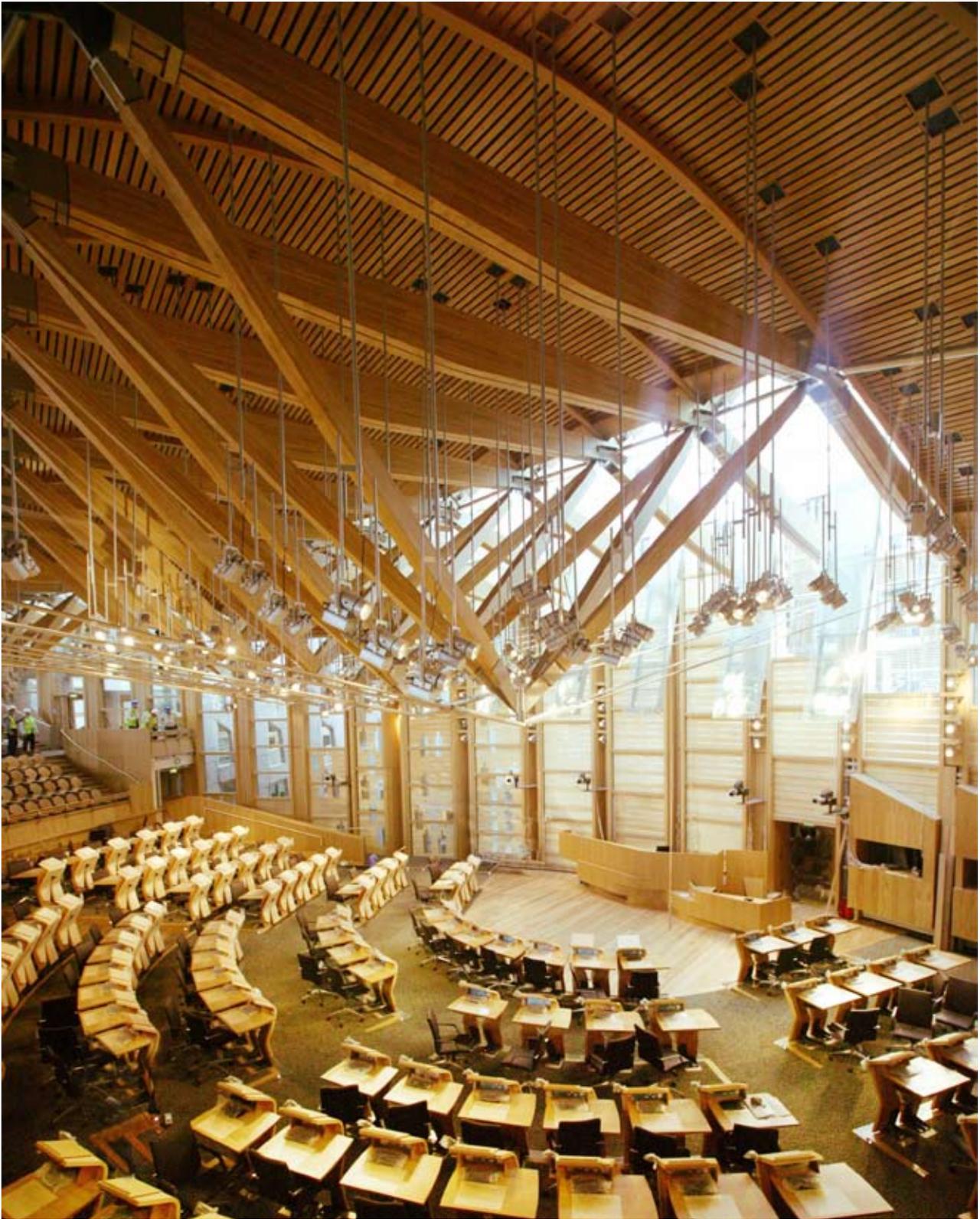
El más extendido es la clasificación visual en el que se miden las singularidades (o defectos) de las piezas. La clasificación mecánica es menos frecuente y se basa en clasificar la madera mediante un ensayo no destructivo a flexión.

- Clasificación visual

Cada país emplea una norma de clasificación diferente para sus especies en la que define la presencia y frecuencia de las singularidades naturales de sus maderas (nudos, desviación de la fibra, fendas, aceboladuras, anillos de crecimiento, gemas, deformaciones, etc.). En la práctica se exige el examen visual de las cuatro caras de cada pieza a clasificar.

- Normas de clasificación visual estructural

En el proceso de unificación de la normativa europea se redactó una norma "marco" que especifica los



Techo del Parlamento de Escocia. Arquitectos EMBT

requisitos mínimos que deben cumplir las normas de clasificación particulares de cada país.

La norma de clasificación española es la UNE 56544 que asigna una clase resistente a cada una de las combinaciones de especie y calidad. Esta norma establece dos calidades: ME-1 y ME-2 (ME = Madera Estructural), y una clase MEG para vigas de grandes escuadrías. Junto con la calidad se debe adjuntar la clase correspondiente al contenido de humedad de la madera en el momento de la clasificación: Madera húmeda (WET GRADED) o Madera seca (DRY GRADED).

Clases resistentes

El sistema de clases resistentes adoptado está definido en la norma UNE EN 338 que distingue las siguientes clases:

- para coníferas y chopo: se diferencian doce clases resistentes denominadas C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C 40, C45 y C50.
- para frondosas: se diferencian seis clases resistentes denominadas D 30, D 35, D 40, D 50, D 60 y D 70.

El número que acompaña a la letra "C o D" es la resistencia característica a flexión expresada en N/mm². Así por ejemplo, una clase resistente "C18" tiene una resistencia característica a flexión de 18 N/mm² (obtenida en ensayo normalizado y significa que de 100 piezas sólo 5 tendrían resistencias inferiores).

En la tabla siguiente se recogen los valores de las propiedades mecánicas de cada clase resistente.

	Especies coníferas y chopo												Especies frondosas						
	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D30	D35	D40	D50	D60	D70	
Propiedades resistentes en N/mm ²																			
Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	30	35	40	50	60	70
Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	18	21	24	30	36	42
Tracción perpendicular	$f_{t,90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	23	25	26	29	32	34
Compresión perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
Cortante	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,8	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
Propiedades de rigidez en kN/mm ²																			
Mód. elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	7	8	9	9,5	10	11	12	12	13	14	15	16	10	10	11	14	17	20
Mód. elasticidad paralelo 5º percentil	$E_{0,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	8,0	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	8,0	8,7	9,4	11,8	14,3	16,8
Mód. elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,40	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,64	0,69	0,75	0,93	1,13	1,33
Módulo de cortante medio	G	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	0,60	0,65	0,70	0,88	1,06	1,25
Densidad en Kg/m ³																			
Densidad característica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	530	560	590	650	700	900
Densidad media	ρ_{media}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	640	670	700	780	840	1080

- Asignación de especie | calidad visual y clase resistente

utilizadas en estructuras y su clase resistente. En la tabla siguiente se citan como ejemplo algunas de ellas

La relación entre las calidades visuales y las clases resistentes está recogida en la norma UNE EN 1912, que establece la correspondencia entre las especies



Techo para una nave multiuso en Mannheim. Arquitecto Frei Otto

NORMA Y PROCEDENCIA	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30
DIN 4074							
abeto, falso abeto, pino silvestre (CNE = Europa Central, del Norte y del Este)		S7			S10		S13
INSTA 142							
abeto, falso abeto, pino silvestre (NNE = Europa Norte y Nordeste)	T0		T1		T2		T3
UNE 56 544			ME-2			ME-1	
pino silvestre (España)							
pino radiata, pino pinaster (España)			ME-2		ME-1		
pino laricio (España)			ME-2				ME-1

Durabilidad | Protección de la madera | Clases de Servicio

La durabilidad de la madera frente a los agentes bióticos (hongos e insectos xilófagos) que debe exigirse, dependerá de la clase de uso en la que se encuentre la pieza, definida en la norma UNE EN 335-2; para mayor claridad a la hora de definir el tipo de protección requerida por el elemento estructural se debe ligar a la clase de riesgo o uso. Para más información consultar bibliografía relacionada con "Cálculo de estructuras de madera" y "Protección de la madera".

Resistencia al fuego

La resistencia al fuego de las estructuras de madera aserrada se calcula por medio de la velocidad de carbonización eficaz, que tiene en cuenta en efecto de redondeo de las aristas.

- 0,8 mm/min en madera aserrada de coníferas
- y de 0,5 a 0,7 mm/min en madera aserrada de frondosas y madera laminada encolada.

Para más información consultar bibliografía relacionada con "Cálculo de estructuras de madera" y "Comportamiento de la madera frente al fuego".

MARCAS DE CALIDAD

Sello de Calidad AITIM

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se controla la clasificación visual estructural que rea-

liza el aserradero. Las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN 14081-1, UNE 56.544 (maderas nacionales).

Sellos europeos y americanos

En otros países existen Sellos similares al de AITIM, como es el caso de los concedidos por el CTBA (Francia) o el Stichting Keuringsbureau Hout SKH (Holanda).

MARCADO CE

Este producto está afectado por la Directiva Europea de Productos de la Construcción. La norma armonizada que regula su mercado CE es la UNE EN 14.081, que entró en vigor de forma voluntaria el 1 de septiembre de 2006 y de forma obligatoria el 1 de septiembre de 2008.

SUMINISTRADORES

ASERRADEROS

AYUNTAMIENTO DE CUENCA MADERAS, S.A.

Ctra. de Valencia s/n. 16004 Cuenca

Tel. 969 221 300 Fax 969 228 663

maderas@maderascuenca.com



Parque de la Relajación en Torrevieja (Alicante). Arquitecto: Toyo Ito

FORESTAL MADERERA

Carretera C-603, Km. 62,60. 40395 Veganzones (Segovia)
Tel. 921 127 156 Fax 921 127 099

MADERAS EL ESPINAR

Ctra. de la Coruña km 64,300. 40400 El Espinar (Segovia)
Tel. 921 171 075 Fax 921 171 032
www.maderaselespinar.com info@maderaselespinar.com

MADERAS MANUEL HERAS GÓMEZ

San Andrés s/n 39573 San Andrés (Cabezón de Liébana) Cantabria
Tel.942 735 018 Fax 942 735 018
manoloheras@terra.es

MADERAS VARONA, S.L.

Ctra. Burgos-Santander km 136. 39612 Parbayón (Cantabria)
Tel.942 369 170 Fax 942 369 304
www.garciavarona.com almacen@garciavarona.com

PAVIMENTOS ARRONDO, S.A.

Camino del Cruce, s/n. 20217 Gabiria. Guipúzcoa
Tel. 943 885 950 Fax 943 886 925
arrondo@suelosarrondo.com www.suelosarrondo.com

FUSTES SEBASTIA, S.L.

Carretera C-13 Km 133 25594 Rialp (Lleida)
Tel. 973 620 373 Fax 973 621 224
comercial@sebastia.es www.sebastia.es

MOLDURAS POLANCO ENRI, S.A.

Ctra. Cádiz-Algeciras, km 9,5. 11130 Chiclana de la Frontera (Cádiz)
Tel. 956 491 112 Fax 956 491 113
vlarrat@polanco.net www.polanco.net

PALLE, S.A.

Ctra. Travascan, s/n. 25570 Ribera de Carlos (Lérida)
Tel. 973 623 130 Fax 973 623 131
consultas@fustespalle.com

SOCIEDAD IBÉRICA DE TRATAMIENTOS DE MADERA, S.A. (SITAL)

Ctra. de la Estación, Km. 2'5 10163-Aldea del Cano (Cáceres)
Tel. 927 383 000 Fax 927 383 213
sital@impregna.es www.impregna.es



Crematorio en Haarlem (Holanda). Arquitecto: Herman Zeinstra

MADERA LAMINADA ENCOLADA

DEFINICIÓN

Son elementos estructurales formados por el encolado de láminas de madera con la dirección de la fibra básicamente paralela. El espesor de láminas oscila habitualmente entre 20 mm de mínimo y 45 mm de máximo, siendo frecuentes espesores de 38 mm. El número de láminas será en general igual o superior a 4.

Los materiales que se utilizan para su fabricación son madera maciza estructural, adhesivos estructurales, productos protectores y productos de acabado.

HISTORIA

La historia de este producto refleja la capacidad humana para superar los problemas que surgían a la hora de cubrir grandes luces, utilizando piezas rectas o curvas de madera, así como la optimización de su uso. Aunque es difícil establecer su origen, cuyo punto de inflexión lo marca la aparición de los adhesivos estructurales, existen varias referencias históricas que hay que reseñar. Leonardo Da Vinci.(1452 - 1519), en sus esbozos de ingenios militares, dibujaba la utilización de láminas de madera unidas por cuerdas y herrajes metálicos. El arquitecto Filiberto de l'Orme utilizó tablas de madera recortadas de 1,5 a 2,5 m de longitud y clavadas entre sí en la estructura de madera de del Castillo de Muette (1548). En el siglo XIX el coronel Francés Emy ideó una solución para la fabricación de formas curvas mediante tablas de madera acopladas de plano en sentido horizontal y trabadas con pasadores metálicos, tochos de madera y bridas metálicas (constituyendo ballestas). Como referencia histórica se destaca la cubierta de madera de la Basílica de Nuestra Señora de la Salud en Patzcuaro - Michoacán - México, de 1872 - 1883 en la que se utilizó esta técnica.

La madera laminada encolada nació al principio del siglo XX cuando Otto Karl Freidrich Hetzer (1846-1911) de Weimar (Alemania) obtuvo su primera patente para este método de construcción. La patente suiza de 1901 se refería a vigas rectas compuestas de varias láminas unidas entre sí con adhesivo. El sistema de Hetzer para la fabricación de madera laminada comenzó a conocerse y en la Exposición Mundial de 1910 en Bruselas recibió dos premios. El primer país

donde este producto tuvo un espectacular desarrollo fue Suiza. En 1920 existían más de 200 edificios con viga o arcos de tipo Hetzer.

En Dinamarca la entrada de la madera laminada se produjo como consecuencia del comienzo de su fabricación por H.J. Kornerup-Koch bajo licencia de Hetzer. El ingeniero Guttorm N. Brekke (1885-1980) fue el responsable de la entrada de esta tecnología a Escandinavia.

Max Hanisch fue el responsable de la introducción de la tecnología de la madera laminada en los Estados Unidos de América. Nació en Alemania en 1882 y se graduó en arquitectura e ingeniería en el Koenigliche Baugewerks Schule en DeutschKrone en 1902. Se asoció con Hetzer en la firma de Weimar en 1906, donde aprendió la tecnología. En 1911 comenzó su propia actividad como proyectista hasta que la Primera Guerra Mundial le interrumpió, desviando su actividad hacia la construcción de fábricas para el Departamento de la Guerra Alemán. Emigró a los Estados Unidos en 1923 con la intención de cooperar con los Hetzer en la promoción de la madera laminada en América, pero no consiguió financiación y se volvió a dedicar a la práctica de la arquitectura y la ingeniería.

En 1934 se constituyó la empresa Unit Structures, Inc. cuya propiedad se repartía al 50 % entre las familias Hanisch y Thompson. Cuado Hannisch propuso por primera vez el empleo de arcos de madera laminada encolada con adhesivos fue ridiculizado. ¿Como iba a ser posible que unas tablas de madera encoladas pudieran resistir cargas y sobre todo como podrían ser capaces de compararse con el acero?. Al principio fue muy difícil para Hanisch convencer a los arquitectos e ingenieros que pudieran tener en cuenta sus arcos para sus proyectos. Poco a poco se fueron familiarizando con los arcos de Unit Structures y su escepticismo comenzó a desaparecer.

En 1936 el arquitecto Edgar A. Stubenrauch proyectó un edificio público para la comunidad de Pittsville, Wis. Para la estructura de la cubierta había previsto arcos de acero, pero fue persuadido por Unit Structures para considerar los arcos de madera laminada como una alternativa. Ambas soluciones fueron analizadas económicamente resultando la de madera con un costo inferior. Se construyó con los arcos de Unit Structures y todavía se encuentra en uso. La madera



presenta un mejor comportamiento de resistencia al fuego que el acero, y no requiere añadir los costes de protección que este sí necesita. Al considerar estos costes añadidos, el resultado fue más favorable para la madera.

En 1938, Unit Structures fabricó unos arcos que salvaban una luz libre de 120 pies (36,5 m) para una edificación de uso agrícola en Gustavus Adolphus College en St. Peter, Minn. Fue la mayor luz en América en su tiempo. Con el incremento de la actividad en la aviación, las líneas aéreas pensaron en la madera laminada para la construcción de los hangares. Los hangares debían ser cada vez más grandes, debido a que los aviones eran, también, cada vez mayores. Las líneas aéreas de St. Paul's Northwest construyeron un hangar para su base en Fargo, N.D., en 1941. Eran 12 arcos con una luz de 152 pies (46,3 m) y una altura de 35 pies (10,6 m). Esta estructura de Unit Structures, mantuvo el récord de luz durante un periodo corto de tiempo.

Poco después de que Estados Unidos entrara en la Segunda Guerra Mundial, el gobierno se dirigió a los fabricantes para saber si estarían dispuestos a suministrar madera laminada encolada para ayudar en el esfuerzo que exigía la guerra. Se estima que se ahorraron 800.000.000 libras (362.880 t) de acero estructural al construir con madera en 1942. Esto sin incluir el ahorro que suponía la construcción con madera laminada encolada. En 1944, A.N. Carter escribió en un artículo de la revista *Scientific American*, "pocos materiales han jugado un papel más importante o versátil en el programa de construcción de la guerra en América que la madera".

Debido a las restricciones que existían para el acero, la madera constituía una alternativa muy adecuada. A Unit Structures le pidieron que fabricara cerchas de madera aserrada para varias construcciones militares, pero lograron convencer a los planificadores para cambiar a arcos y vigas de madera laminada encolada, con el fin de afianzar su propia expansión.

En la época de la muerte de Max Hanisch, el 24 de junio de 1950, la industria de la madera laminada ya se encontraba afianzada en los Estados Unidos de América. Tenía una base sólida y era ampliamente reconocida como un producto de construcción de primera clase.

En abril de 1952 los fabricantes más importantes de estructuras de madera, tanto de laminada como de aserrada, unieron sus fuerzas y crearon el American Institute of Timber Construction (AITC). Esta Asocia-

ción Nacional Técnica fue creada para normalizar la industria y para su promoción. Uno de los objetivos en los que hacían mayores esfuerzos era convencer a las autoridades relacionadas con la construcción y con los seguros, de la inherente resistencia al fuego que posee la construcción con madera de gruesas escuadrías. En 1995 había aproximadamente, 30 fabricantes de madera laminada encolada para estructuras en los Estados Unidos de América, la mayoría de los cuales estaban dentro del AITC.

ELECCIÓN DE ESPECIES

Las especies de madera a emplear en la fabricación deben cumplir los siguientes requisitos:

- Disponer de valores de resistencia mecánica estudiados y de una norma o procedimiento de clasificación aceptado. Podrán utilizarse por ejemplo las especies citadas en la norma UNE-EN 386.
- Haber sido utilizadas con éxito en fabricación de madera laminada y/o disponer de estudios favorables sobre su aptitud al encolado con los adhesivos a utilizar.
- Ser adecuadas por durabilidad natural o aptitud al tratamiento protector necesario para la situación en la que vayan a estar instaladas las piezas.

Las especies más utilizadas en Europa son la Picea abies, que vulgarmente se conoce como abeto o falso abeto (para clase de servicio 1 y 2) y el pino silvestre principalmente cuando se requiere un tratamiento en profundidad (para clase de servicio 3) por su aptitud a este tipo de tratamientos.

CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad medio de cada lámina para entrar en fabricación está normalizado y depende de si la madera ha sido tratada o no con un producto protector.

El contenido final de humedad de las piezas suministradas a obra debe ser acorde a la humedad relativa de servicio esperada, siendo recomendables contenidos de humedad de la madera inferiores al 15% para ambientes interiores (clases de servicio 1 y 2) e inferiores al 18% para madera tratada de uso exterior (clase de servicio 3).



Mercado de Santa Caterina (Barcelona). Arquitectos: EMBT

ADHESIVOS

Los adhesivos utilizados deben ser capaces de conseguir uniones resistentes y duraderas de tal forma que la integridad de la unión encolada se mantenga a lo largo de la vida prevista de la estructura. Los adhesivos más empleados son los de la policondensación de fenoles o del tipo aminoplásticos y los de poliuretano. El adhesivo se elegirá en función del lugar de ubicación de la pieza y su exposición a la humedad (clases de servicio). Es fundamental que este componente de la madera laminada se adapte a las condiciones de servicio de las piezas para evitar problemas de durabilidad.

DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

La longitud y la propia forma de la pieza está limitada por el tamaño de la fábrica y por las limitaciones de transporte. La longitud máxima en pieza recta está en torno a los 36 o 38 m. La anchura y altura envolventes del vehículo de transporte se limitan a unos 4,50 m. Por estas razones, es frecuente que la estructura deba componerse con varias piezas unidas en obra mediante lo que se suele denominar como juntas de transporte.

La madera laminada encolada se fabrica a partir de tablas de madera maciza con formatos y tamaños variables, siendo frecuente el uso de tablas de entre

100 y 220 mm de ancho y grosores oscilando entre 20 mm y 45 mm.

Los valores nominales de anchura, altura y longitud de las piezas se ajustarán a las tolerancias especificadas en la norma UNE-EN 390. Si el contenido de humedad es diferente al de referencia (12 %) las dimensiones deberán corregirse con los coeficientes que indica la norma anteriormente citada.

PRESTACIONES | PROPIEDADES

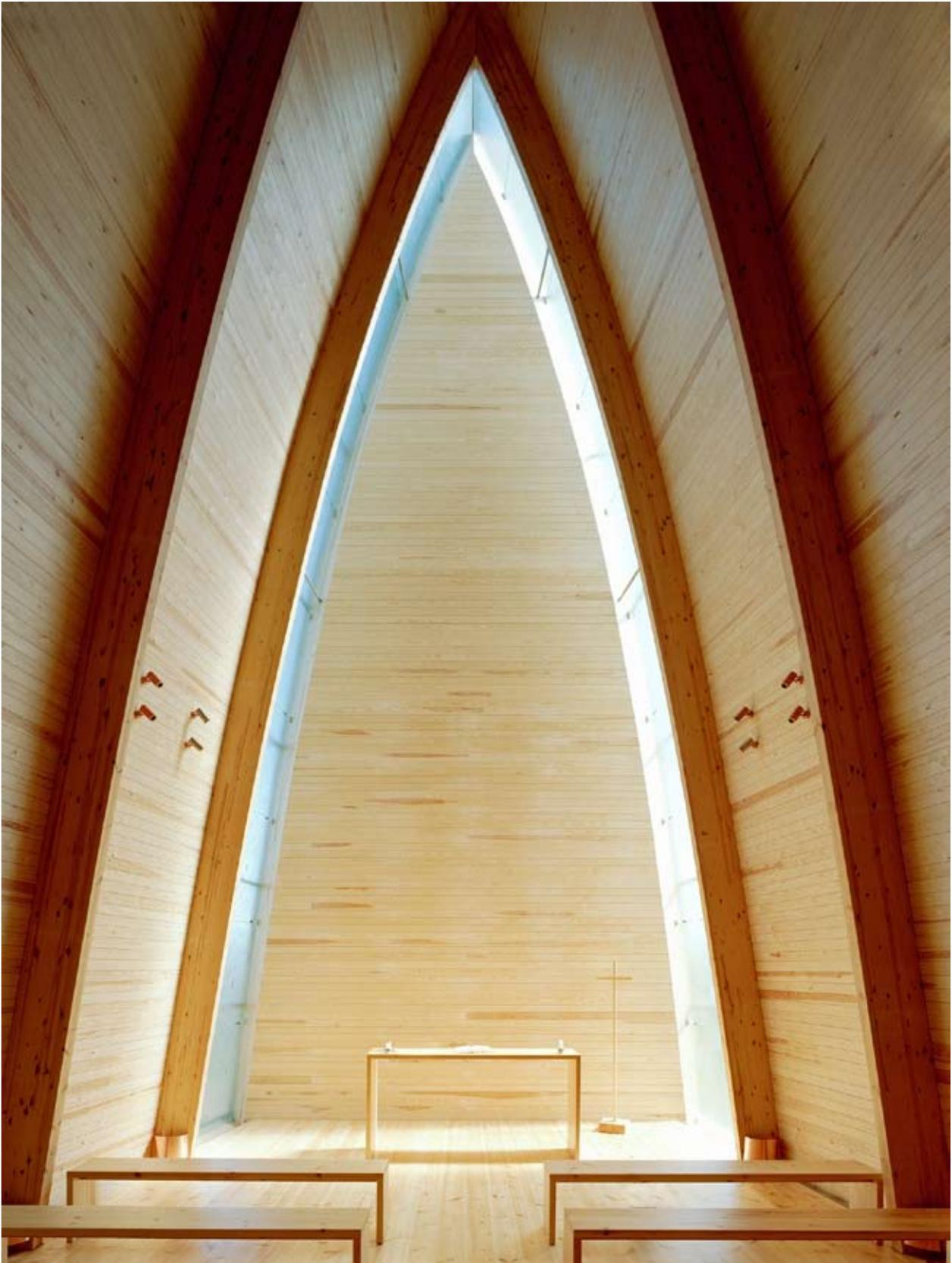
Propiedades mecánicas y clases resistentes

Para la determinación de los valores característicos de resistencia y rigidez de la madera laminada encolada pueden seguirse dos procedimientos:

- mediante ensayos directos (UNE EN 408 y UNE EN 1193)
- mediante expresiones de cálculo, a partir de las propiedades mecánicas de la madera aserrada con la que se forman las láminas (UNE EN 1194)

El sistema de clases resistentes es el definido en la norma UNE EN 1194 que distingue 8 clases resistentes: 4 cuando la composición es homogénea (todas las láminas son de la misma clase resistente) y otras 4 cuando es combinada (las láminas extremas son de una clase resistente superior), que se exponen en la tabla siguiente.

CLASES RESISTENTES Valores característicos N/mm ² (kg/m ³)	HOMOGÉNEA				COMBINADA			
	GL 24h	GL 28h	GL 32h	GL 36h	GL 24c	GL 28c	GL 32c	GL 36c
Resistencia flexión	24	28	32	36	24	28	32	36
Resistencia tracción								
- paralela	16,5	19,5	22,5	26	14	16,5	19,5	22,5
- perpendicular	0,4	0,45	0,5	0,6	0,35	0,4	0,45	0,5
Resistencia tracción								
- paralela	24	26,5	29	31	21	24	26,5	29
- perpendicular	2,7	3,0	3,3	3,6	2,4	2,7	3,0	3,3
Resistencia cortante	2,7	3,2	3,8	4,3	2,2	2,7	3,2	3,8
Módulo de elasticidad								
- paralelo	11.600	12.600	13.700	14.700	11.600	12.600	13.700	14.700
- medio	9.400	10.200	11.100	11.900	9.400	10.200	11.100	11.900
- característico	390	420	420	490	390	390	420	460
- perpendicular	720	780	850	910	590	720	780	850
Módulo de cortante								
Densidad - kg/m ³	380	850	430	450	350	380	410	430



Capilla ecuménica en Turku (Finlandia). Arquitecto: Matti Saaksenaho

Actualmente en el mercado europeo es muy difícil encontrar madera laminada de clase GL32 o superior que se adapte a los requisitos de la norma UNE EN 1194.

Durabilidad | protección de la madera y clases de servicio

La durabilidad de la madera frente los agentes bióticos (hongos e insectos xilófagos) que debe exigirse, dependerá de la clase de uso en la que se encuentre la pieza, definida en la norma UNE EN 335-2; para mayor claridad a la hora de definir el tipo de protección requerida por el elemento estructural se debe ligar a la clase de uso. Para más información consultar bibliografía relacionada con "Cálculo de estructuras de madera" y "Protección de la madera".

Debe tenerse en cuenta, al igual que en el caso de madera aserrada estructural, la clase de uso a la que estará expuesta la madera y por otro lado la durabilidad natural de la especie. Si la durabilidad natural no es adecuada la madera deberá ser tratada con un método apropiado y siguiendo la normativa de protección existente. Para lo. En caso de requerirse tratamiento en autoclave la especie de madera debe ser lo suficientemente impregnable y las láminas deberán tratarse antes del armado de la pieza.

Además de la durabilidad de la madera debe tenerse en cuenta la idoneidad del adhesivo a la situación de exposición a la humedad en la que se encontrarán las piezas.

FABRICACIÓN

Los equipos, las condiciones ambientales de fabricación, el proceso de fabricación, y el autocontrol deberán realizarse de acuerdo con las especificaciones de la norma UNE EN 386. El fabricante deberá estar sometido a un control externo por un organismo imparcial.

En Europa existen otras normas de referencia de ámbito nacional como por ejemplo la DIN 1052. Así mismo existen denominaciones de clase resistente o calidad de ámbito nacional, por este motivo es frecuente encontrar madera laminada de origen alemán o austriaco con las denominaciones BS 11 y BS 14, correspondientes respectivamente a una GL24 y una GL 28 de la norma UNE EN 1194.

MARCAS DE CALIDAD

Sello de Calidad AITIM para la fabricación de estructuras de madera laminada encolada.

Establece un control externo de cumplimiento del fabricante de las especificaciones de acuerdo con la norma UNE EN 386 "Madera laminada encolada. Requisitos de fabricación. Especificaciones mínimas de fabricación" y realiza un seguimiento de la actividad productiva mediante visitas a fábrica y ensayos periódicos.

Certificado del Instituto Otto - Graf. (Stuttgart, Alemania)

Controla la certificación de los encolados realizados por fabricantes, de acuerdo a las especificaciones de la norma DIN 1052. Parte 1: "Construcciones de madera. Cálculo y ejecución".

Certificado Acerbois Glulam (Francia)

Certificado otorgado por la entidad francesa Acerbois, en la que participan representantes de la industria y de organismos técnicos independientes. Otorga un certificado de cumplimiento de los requisitos establecidos en el reglamento que regula la marca.

Sello de calidad APA EWS

Certificación del APA AWS American Plywood Association - American Wood System. (Estados Unidos de América) que garantiza que la fabricación es acorde a la norma ANSI A 190.1 y el fabricante está sometido a los sistemas de aseguramiento de la calidad prescritos por la normativa. Establece tres grados de acabado estético: Industrial, Architectural y Premium.

Certificación del AITC, American Institute of Timber Construction. (Estados Unidos de América)

Establece la marca de calidad AITC al fabricante de acuerdo con la American National Standard ANSI/AITC A 190.1-1983. "Structural Glued Laminated Timber", y el Manual de Inspección AITC 200.

MARCADO CE

Este producto está afectado por la Directiva Europea de Productos de la Construcción. La norma armonizada que regula su marcado CE es la UNE EN 14.080, que entró en vigor de forma voluntaria el 1 de abril de



2006 y de forma obligatoria el 1 de abril de 2009.

SUMINISTRADORES

EUGEN DECKER Holzindustrie KG

Postfach 45 D- 54493 Morbach D-RPF (Alemania)
Tel. 00 49 6533 730 Fax 00 49 6533 73111
info@hochwald.com

HOLTZA, S.A.

Pol.Industrial Gojain P.B. 16 - 01170 Villarreal de Alava(Alava)
Tel. 945 465 508 Fax 945 465 570
www.holtza.es

CARAMES SEOANE, S.L.

Lugar de Muruxese s/n Rodeiro. 15386 Oza dos Rios (A Coruña)
Tel. 902 200 380 Fax 981 786 554
www.carames.com carames@carames.com

FARGEOT, S.A.

Aurora 79, 2º, 1ª. 08700 Igualada. Barcelona
Tel. 938 055 678 Fax 938 052 559
www.fargeot.fr fargeot@fargeot.fr

FIGUERAS TECNIFUSTA, S.L.

Glossa d'en Llop nº 109 17130 L'Escala (Gerona)
Tel. 972 770 066-770 220 Fax 972 770 066
www.tecnifusta.com info@tecnifusta.com

FRANZ BINDER Ges.M.B.H.

Fügen. A 6263 Tlrol (Austria)
Tel. 00 43 5288 601 0 Fax 00 43 5288 601 128
binder@biderholz.com

HAAS HOLZPRODUKTE GmbH División Haas Madera

Industriestr. 8 D-84326-Falkenberg
Tel. 00 49-(0)8727.18606 Fax 0049-(0)8727-18554
haas.madera@haas-fertigbau.de www.haasholzindustrie.com

INGENIUM 21, S.A.

Ctra. Puebla-Morón. 41540 La Puebla de Cazalla (Sevilla)

Tel.954 846 264 Fax 955 843 427
www.ingenium21.com ingenium21@btlink.net

LADENBURGER

Zur Walkmühle 1-5
73441-BOPFINGEN-AUFHAUSEN (Alemania)
Tef. 649 179 617 Fax 972 506 508
ladenburger.es@gmail.com
www.ladenburger.de

LAMINADOS DEL NOROESTE, S.A. LAMINOR

Polígono a Uceira. 32500 Carballino (Orense)
Tel. 988 275 199 Fax 988 275 225
laminor@laminor.com

NARMER 7, S.L.

Carretera A-6050 Km. 0,430 23194 Jaén
Tel. 953 234 931 Fax 953 234 919
narmer7@narmer7 www.narmer7.com

MOSSER LEIMHOLZ GmbH

Perwarth 88. 3263 Randegg (Austria)
Tel. 00 43 7487 62-71-0 Fax 00 43 7487 6271 450
roland.sterkl@mosser.at www.mosser.at

OTMO HOLZBAU, S.L.

Moliné 9, bajos. 08006 Barcelona
Tel. 932 019 482 Fax 932 019 354
www.otmo.net otmo@otmo.net

SIMONIN Montlebon

25500 Morteau (Francia)
Tel. 00 33 381 670 126 Fax 00 33 381 672 652
simonin.bois@wanadoo.fr www.simonin-bois.com

SOCOTEX, S.L.

Ctra. de Segovia CL 603, km 0,5. Apdo. de correos 164
09400 Aranda de Duero (Burgos)
Tel. 947 512 574 Fax 947 513 440
www.socotex.es

YOFRA, S.A.

Ctra. a Elechas s/n. 39792 Gajano. Cantabria
Tel. 942 502 380 Fax 942 503 064
yofra@ceocant.es



PERFILES ESTRUCTURALES DE PRODUCTOS DERIVADOS DE LA MADERA: PSL | LSL | OSL | LVL

DEFINICIÓN

Son piezas que se obtienen aplicando calor y presión a piezas de madera en distintos formatos, que previamente se han encolado y orientado para formar láminas. Los formatos utilizados pueden ser restos de chapas, tiras o virutas de madera; en las que predomina su longitud frente a las dimensiones de su sección transversal. La discretización que se obtiene de la madera permite la obtención de un nuevo material "optimizado" en el que no existen faltas de homogeneidad como son los nudos.

A todos estos productos, junto a la madera laminada encolada, las vigas - viguetas - pilares compuestos, etc, se les conoce con las siglas EWP (engineered wood products), cuya traducción podría ser productos estructurales fabricados con madera; aunque a veces también se utilizan las siglas SCL (Structural Composite Lumber), cuya traducción podría ser elementos estructurales compuestos con productos derivados de la madera

HISTORIA

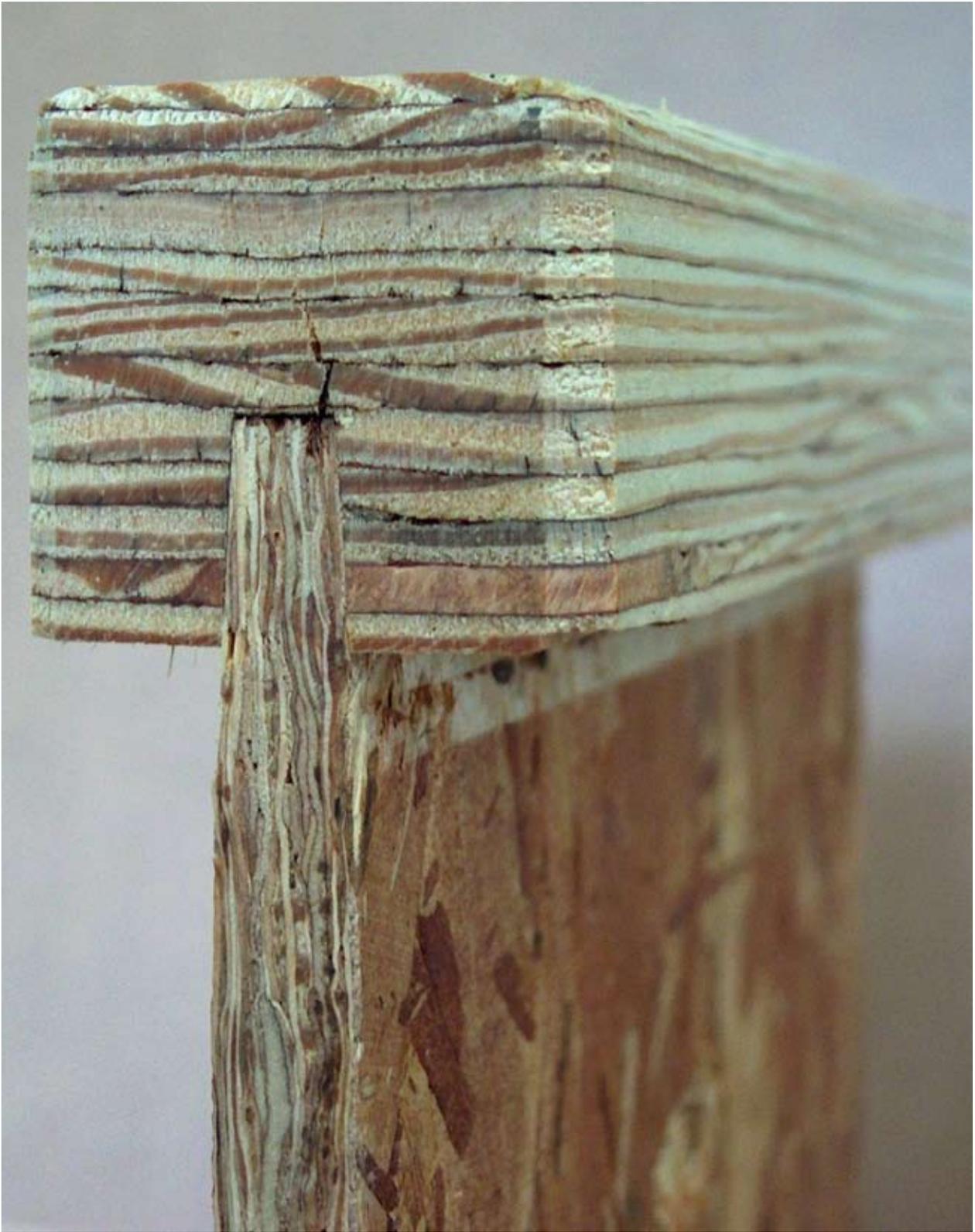
Perfiles de madera microlaminada

Troutner y Thomas crearon oficialmente su empresa conocida como TJ International (USA), a principios de 1960 para vender las sorprendentes "truss joists" o viguetas de celosía. Esta vigueta de alma hueca empleaba dos cordones superior e inferior de madera estructural. Estos cordones estaban conectados por un alma de tubos de acero. El resultado fue una forma de "I" estructuralmente eficiente que concentraba en la madera estructural de los cordones superior e inferior la capacidad portante. El mercado estaba preparado para este producto y las ventas se dispararon. Su ligereza y resistencia, junto a su capacidad para cubrir grandes vanos le hicieron un sustituto ideal para la vigueta de madera maciza e incluso la metálica. Sin embargo la producción dependía del suministro de madera aserrada estructural y tableros contrachapados de alta calidad, cada vez más difíciles de asegu-

rarse en el mercado. La inventiva mente de Troutner se elevó a un nuevo nivel de creatividad al desarrollar un producto alternativo a la madera maciza, un laminado paralelo de 1/10 pulgadas (2,54 mm) de grueso de chapas de Abeto Douglas, encoladas y fraguadas por radiofrecuencia, que alcanzaban propiedades de resistencia y uniformidad óptimas como cordón de la vigueta. Este taco sin labrar, denominado zoquete o tocho (billet) se cortaba entonces al ancho y al largo deseado. El producto reproducía la estructura natural de la madera pero evitando los defectos de la fibra, nudos, etc., al encolar chapas o láminas saneadas. En enero de 1970, TJ patentó el proceso de fabricación del Microllam® LVL que es como se denominó el nuevo producto. Las nuevas TJ's MICRO-LAM, estaban compuestas por alma de contrachapado y alas de chapas laminadas (LVL). El producto se erigió como el mayor éxito comercial de madera de ingeniería en todo el mundo. El LVL, creado exclusivamente para ser usado en las viguetas Truss Joist cobró vida propia y empezó a utilizarse en otros formatos, como perfil o como tablero, y con dimensiones mucho mayores. Primero se empezó a utilizar como correas o viguetas de segundo orden. Actualmente sustituye con eficacia, en algunas aplicaciones, a la madera laminada. En su formato de tablero estructural su campo de aplicación es todavía pequeño.

En Finlandia se desarrolló el LVL europeo, que se comercializa bajo la marca Kerto-LVL, como resultado de la investigación propia de la empresa Finforest. La fábrica de Kerto se encuentra en Lohja, al sur de Finlandia. Hasta 1998 ha sido la única empresa que fabricaba este producto en Europa.

Curiosamente en la década de los 60, en España, la empresa Peninsular Maderera S.A. del grupo Bergaz, fabricó piezas de LVL para los bastidores de las puertas planas. Pero debido a la crisis de Guinea, que conllevó la pérdida de las colonias, y al excesivo precio del producto, dejó de emplearlos a finales de los 70, por lo que nunca pudo ampliar el campo de aplicaciones de ese producto. También la empresa CAMSA (actualmente Puertas Norma S.A.) elaboró perfiles laminados con esta técnica en los años 70 en su fábrica de



tableros contrachapados ubicada en Cataluña, pero su excesivo coste le hizo desistir.

PSL (parallel strand lumber) / PARALLAM

El Parallam fue una creación de MacMillan Bloedel (MB), la empresa canadiense verdadera leyenda en los elementos estructurales de madera. Durante los años 70 y 80 la empresa había mantenido un equipo muy activo de investigadores que desarrollaron sus productos-estrella: el waferboard (Aspenite), el TimberStrand y el SpaceKraft (un contenedor para alimentos líquidos y productos químicos no peligrosos, que reemplazaba a los envases metálicos). Derek Barnes, director de la mayoría de los proyectos de MB, y Mark Churchland & Walter Schilling de MacMillan Bloedel Research fueron los padres del Parallam, un producto que recibió muchos premios a la innovación.

El Parallam o PSL (parallel strand lumber) es un producto compuesto por tiras obtenidas por el corte de chapas de madera orientadas en la dirección longitudinal, encoladas y prensadas. La nueva madera reconstituida es un material "optimizado" homogéneo y sin nudos que presenta la misma anisotropía que la madera natural. La marca Parallam fue registrada por MacMillan Bloedel en la Oficina de patentes el 19 de noviembre de 1985 con el nº 734 856 57.

Los antecedentes del PSL son confusos ya que a principios de los 80 se producen varias patentes de materiales estructurales a base de partículas de formas variadas. La novedad del nuevo producto se basa en la sencillez en la obtención del componente madera, sacando tiras de una chapa continua obtenida por desenrollado aunque los intentos por obtener las tiras dio lugar a varias patentes del equipo de Barnes (nº 4421 149 de 1983). El Parallam, o PSL en general, ha tenido una vida de éxitos. En sus dos formatos, como perfil estructural y como tablero, puede sustituir con éxito a la madera aserrada estructural y a los tableros estructurales, si bien su elevado precio ha limitado algo su expansión. Lo que no se consideró al principio, su agradable aspecto, ha pesado en su elección, más que sus propiedades tecnológicas.

En España la empresa Tabsal ha empezado a producir una interesante variante, en 2002, que se denomina LSL (laminated strand lumber). Utiliza madera de chopo para la obtención de las tiras, que tienen las siguientes dimensiones: anchura máxima, 620 mm, grueso entre 30 y 100 mm y hasta 7,5 metros de longitud. Su densidad es elevada, 650 kg/m³ y sus caracte-

rísticas mecánicas, similares a las de una conífera de la mejor calidad.

APLICACIONES

Se utilizan principalmente como vigas de luces medias, en armaduras de cubierta, como columnas y como elementos estructurales de dimensiones intermedias y grandes tanto en construcciones comerciales como en viviendas. Estéticamente son materiales atractivos, por lo que son adecuados cuando se requiere una buena apariencia..

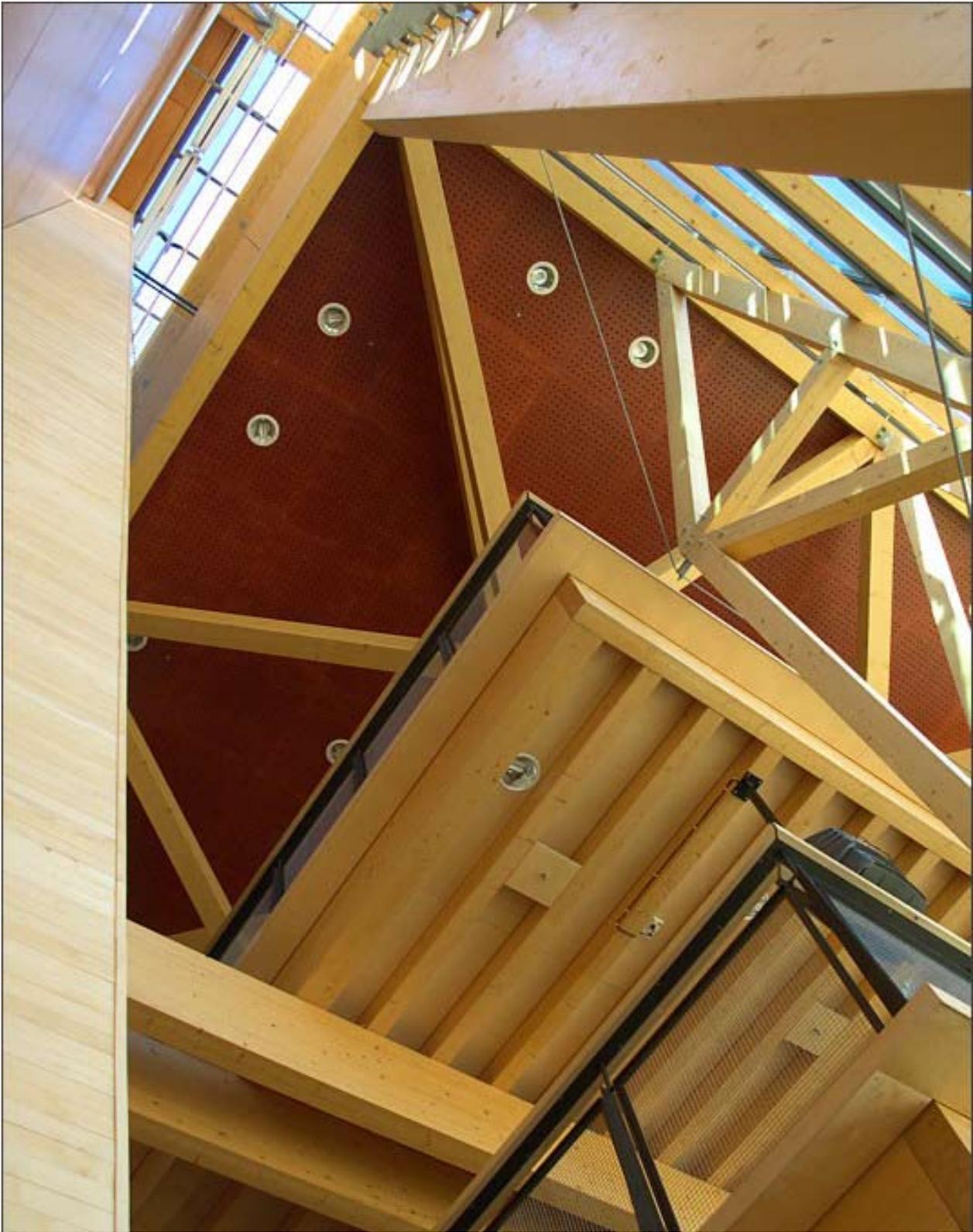
TIPOS

Existe una gran variedad de perfiles que se diferencian según el formato de madera utilizado, pero solo existe normativa para algunos de ellos. En todos los productos prima que el ratio longitud / espesor ha de ser el mayor posible. Aunque los perfiles se pueden fabricar de forma individual, lo habitual es fabricar primero en formato tablero y después cortarlo a la dimensión requerida para obtener el canto del perfil. La longitud y el espesor suele ser la del tablero original, por lo que la anchura del perfil se correspondería con el espesor del tablero.

Perfiles de madera microlaminada (LVL - laminated veneer lumber) - UNE EN 14.279

Es el único perfil que de momento está normalizado a nivel europeo. Son piezas formadas por el encolado de chapas de madera con la dirección de la fibra sensiblemente paralela. Estas piezas se suelen obtener cortando tableros laminados en la dirección longitudinal a una anchura predefinida. Existen 3 tipos en función de la aplicación final:

- LVL / 1 aplicaciones en ambiente seco.
- LVL / 2 aplicaciones en ambiente húmedo.
- LVL / 3 aplicaciones en exterior a la intemperie (solamente se puede utilizar en exteriores si se certifica que se ha aplicado el tratamiento requerido para asegurar su durabilidad en esta clase de uso, además del tratamiento se puede recubrir su superficie y sus cantos).



Pilares y codales de LVL en el Sibelius Hall, Lahti (Finlandia). Arquitectos: Artto Palo y Rossi Tikka

- Perfiles de chapas de madera (PSL - Parallel Strand Lumber)

Se obtienen encolando largas tiras de chapas de madera, que durante el proceso de formación se orientan de tal forma que la dirección de la fibra de la gran mayoría de ellas siga la dirección longitudinal del perfil / tablero. Normalmente se fabrica en Norteamérica utilizando madera de coníferas o de frondosas, principalmente madera de chopo.

- Perfiles de virutas de madera laminadas (LSL - Laminated Strand Lumber)

Se obtienen encolando largas virutas de madera, que durante el proceso de formación se orientan siguiendo la dirección longitudinal del tablero formando láminas. Es un producto parecido al PSL pero se diferencia de este en que las virutas utilizadas son más gruesas y anchas.

- Perfiles de macro virutas de madera orientadas (OSL - Oriented Strand Lumber)

Se obtienen encolando virutas de madera de gran longitud, que durante el proceso de formación se orientan de tal forma que la dirección de la fibra de la inmensa mayoría de ellas sigue la dirección longitudinal del tablero. Se diferencia del tablero de virutas orientadas en que todas las capas de virutas están orientadas, tienen la misma dirección y son paralelas a la dirección longitudinal. El ratio longitud / espesor es muy elevado. Es un producto parecido al LSL, pero se diferencia porque las dimensiones de sus virutas que son más estrechas.

- Perfiles de lino (SPSL - Steam-pressed Scrim Lumber)

Este perfil es de reciente creación y apenas se dispone de información. De todas formas se reseña dentro de este capítulo y se destaca que la materia prima utilizada para su fabricación es el lino.

MATERIALES

Los materiales que se utilizan para su fabricación son la madera, los adhesivos, los productos protectores y los productos de acabado.

Madera:

Se suelen utilizar especies de madera de coníferas y de frondosas. Las más habituales son las especies de

crecimiento rápido de coníferas y los chopos.

Adhesivos:

Normalmente se utilizan adhesivos con altas prestaciones estructurales como los de resorcina, fenol-formaldehído e isocianatos. Su elección depende del lugar de ubicación de la pieza (clases de servicio) y de la función que desempeñe el adhesivo.

DIMENSIONES Y TOLERANCIAS.

1.- LVL

- Longitud: en Europa hasta 8.5000 mm, y en Norteamérica hasta 24.400 mm

- Espesor o ancho del perfil: desde 39 hasta 45 mm

- Canto del perfil: en Europa normalmente inferiores a 200 mm, y en Norteamérica desde 240 hasta 406 mm
Normativa europea de referencia para las tolerancias: UNE EN 14.374 y UNE EN 14279.

2.- PSL

Se suele fabricar con longitudes inferiores a 24 metros, debido principalmente a problemas de transporte. Las secciones transversales pueden llegar a 280 x 490 mm.

3.- LSL

Se suele fabricar en forma de tableros, con espesores de 14 mm, anchos de 2.400 mm y longitudes de 15 metros. El tablero o pieza obtenida se corta en su anchura para obtener las dimensiones requeridas de la sección transversal de la pieza.

PRESTACIONES | PROPIEDADES

Contenido de humedad

El contenido de humedad de referencia es $10 \pm 2\%$. En el caso del LVL ha de estar comprendido entre el 6 y el 12 %.

Densidad

El fabricante debe aportar el valor característico de la densidad correspondiente al 5 percentil, obtenido de acuerdo con la norma UNE EN 323.

Contenido de formaldehído

En la normativa europea, EN 14.279, se especifican para el LVL las clases E1 y E2.



Pilares y codales de PSI. Laboratorio Forintek en Vancouver (British Columbia, Canadá). Arquitecto: Rick Hulbert

Calidad de encolado

En la normativa europea, EN 14.279, se especifica para el LVL la determinación de su calidad de encolado.

Propiedades mecánicas y clases resistentes

En el caso del LVL, que se podría extrapolar para el resto de los perfiles, el fabricante debe aportar los valores característicos de resistencia y rigidez correspondientes al 5 percentil, obtenidos de acuerdo con la norma EN 14.358.

Durabilidad | Protección de la madera - Clases de Servicio

La durabilidad de la madera frente los agentes bióticos que debe exigirse, dependerá de la clase de uso en la que se encuentre la pieza, definida en la norma UNE EN 335-2.

Reacción al fuego

El fabricante tiene que aportar el correspondiente informe de ensayo y de clasificación realizado de acuerdo con las normas UNE EN 13.501-1. Los LVL fabricados en Europa suelen ser de la Euroclase D-s1, d0.

Resistencia al fuego

La resistencia al fuego de las estructuras de perfiles de madera estructurales se calcula por medio de la velocidad de carbonización eficaz, que tiene en cuenta en efecto de redondeo de las aristas.

Para más información consulte la bibliografía técnica relativa a este tema.

MARCAS DE CALIDAD

Sello de Calidad AITIM de fabricación de LSL.

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación, de acuerdo con la norma UNE EN 386 "Madera laminada encolada. Requisitos de fabricación. Especificaciones mínimas de fabricación", e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación. Los ensayos que se realizan y las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN.

MARCADO CE

Estos productos están afectados por la Directiva Europea de la Construcción, su Marcado CE (véase Capítulo Certificación de la madera) se realizará:

- para el LVL, de acuerdo con lo definido en su norma armonizada EN 14.374, que entró en vigor de forma voluntaria el 1 de septiembre de 2005 y de forma obligatoria el 1 de septiembre de 2006;
- para los otros perfiles vía CUAP hasta que se disponga de su correspondiente norma. Una dificultad añadida a estos productos es que todavía no se fabrican en Europa y se han de importar de Norteamérica

SUMINISTRADORES

FINNFOREST IBERICA, S.L.

C/ de la Mina 25, 1º-1ª

Tel. 936 756 313 Fax 936 756 314

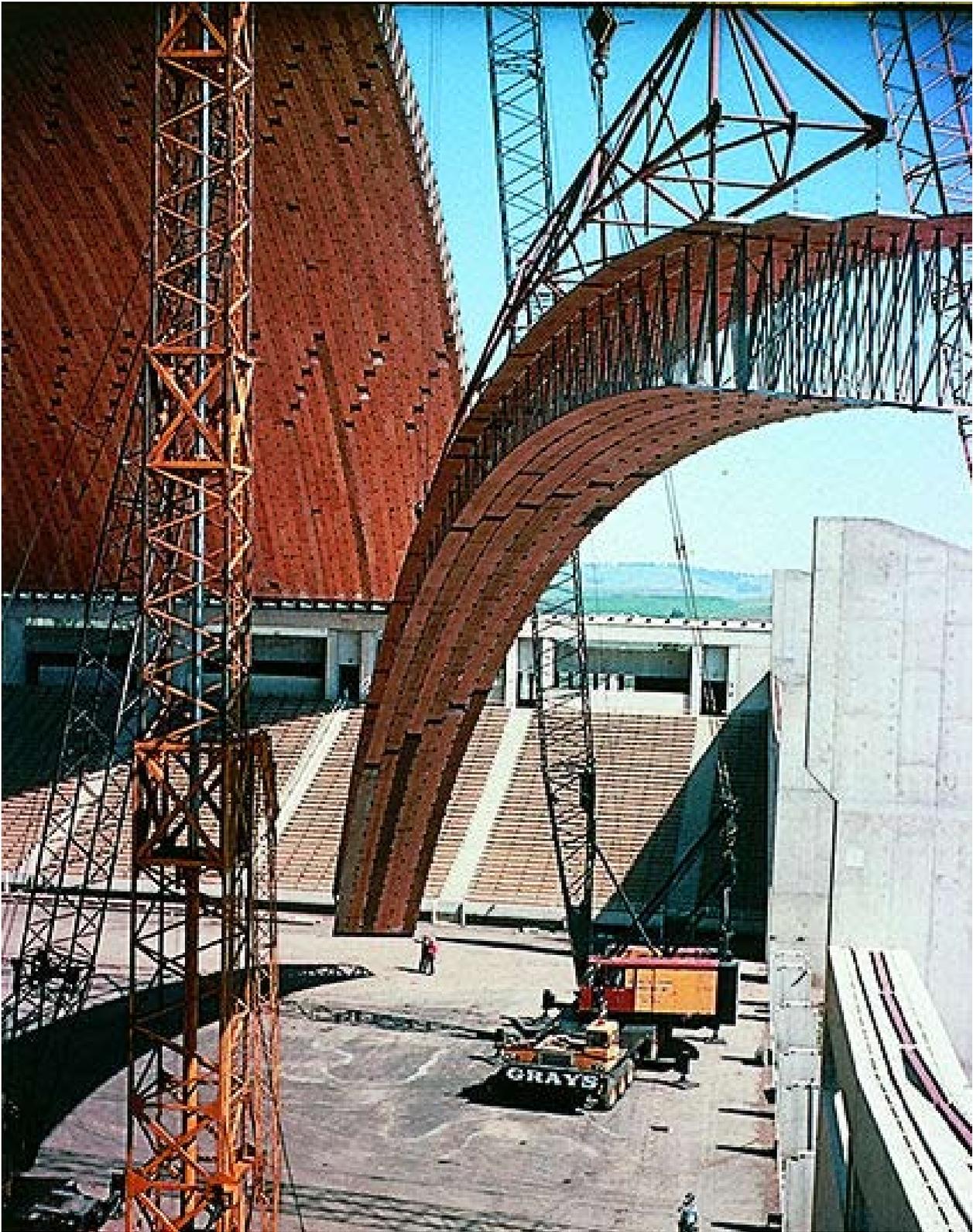
David.rifa@finnforest.com

TABSAL COMPOSITES DE MADERA, S.A.

Paraje Cerradoa s/n 31840 Huarte Araquil (Navarra)

Tel. 948 507 030 Fax 948 500 932

www.tabsal.com



Pabellón Kibbie (Idaho) con cerchas de alas de LVL y alma de barras metálicas. Ingeniero Arthur Troutner

TABLEROS DERIVADOS DE LA MADERA ESTRUCTURALES

DEFINICIÓN

Son aquellos tableros que se utilizan en aplicaciones estructurales. A diferencia de los tableros normales, los valores de sus propiedades mecánicas (valores característicos) están caracterizadas de acuerdo con la normativa vigente.

TIPOS

Los tableros derivados de la madera que se utilizan habitualmente en aplicaciones estructurales son:

Tableros de madera maciza (UNE EN 12275)

Los tipos o clases técnicas que se pueden utilizar en aplicaciones estructurales son:

- SWP/1 para utilización en ambiente seco.
- SWP/2 para utilización en ambiente húmedo.
- SWP/3 para utilización en ambiente exterior.

Tableros contrachapados (UNE EN 313-1) y tableros laminados (UNE EN 14279)

Los tipos o clases técnicas de los tableros que se pueden utilizar, según su calidad de encolado y durabilidad natural o adquirida, son para aplicaciones de ambiente seco, húmedo y exterior.

Tableros de partículas (UNE EN 312)

Los tipos o clases técnicas que se pueden utilizar son:

- P4 para utilización en ambiente seco.
- P5 para utilización en ambiente húmedo.
- P6 de alta prestación para utilización en ambiente seco.
- P7 de altas prestaciones para utilización en ambiente húmedo.

Tableros de virutas orientadas - OSB (UNE EN 300)

Los tipos o clases técnicas que se pueden utilizar son:

- OSB 2 en ambientes secos.
- OSB 3 en ambientes secos.
- OSB 4 en ambientes húmedos.

Tableros de fibras obtenidos por el proceso seco - MDF (UNE EN 622-5)

Los tipos o clases técnicas que se pueden utilizar, con las condiciones particulares que se indican en la norma anterior, son:

- MDF.LA para utilización en ambiente seco.
- MDF.HLS para utilización en ambiente húmedo.

Tableros de partículas aglomeradas con cemento (UNE EN 634-2)

Se pueden utilizar sin problemas en la clase de servicio 1 y 2.

Otros tipos tableros

También se pueden utilizar algunas clases técnicas de los tableros que se mencionan a continuación, pero existen ciertas limitaciones en sus aplicaciones que se especifican en sus correspondientes normas.

Tableros de fibras duros (UNE EN 622-2)

Solamente se puede utilizar el tipo o clase técnica HB.HLA.2 (de altas prestaciones para utilización en ambiente húmedo). Las clases técnicas HB.LA (para utilización en ambiente seco) y HB.HLA1 (para utilización en ambiente húmedo) solamente se pueden utilizar bajo cargas instantáneas o de corta duración

Tableros de fibras semiduros (UNE EN 622-3)

Solamente se puede utilizar el tipo o clase técnica MBH.LA2 (para utilización en ambiente húmedo). Las clases técnicas: MBH.LA1 (para utilización en ambiente seco), MBH.HLS1 (para utilización en ambiente húmedo) y MBH.HLS2 (altas prestaciones para utilización en ambiente húmedo) solamente se pueden utilizar bajo cargas instantáneas o de corta duración:

Tableros de fibras aislantes (UNE EN 622-4)

El fabricante debe aportar los valores característicos, teniendo en cuenta que solamente se pueden utilizar bajo cargas instantáneas o de corta duración, de las clases técnicas: SB.LS (para utilización en ambiente seco) y SB.HLS (para utilización en ambiente húmedo).



Estructura de tableros contralaminados en Trondheim (Noruega). Arquitecto: Brendeland y Kristoffersen

-Tableros de tiras de maderas alineadas y encoladas
El fabricante debe aportar sus valores característicos.

PROPIEDADES MECÁNICAS | VALORES CARACTERÍSTICOS

Al igual que en el caso de la madera aserrada estructural, el empleo de los valores característicos de las propiedades mecánicas (5º percentil) es la forma de definir su resistencia con un criterio probabilístico; este planteamiento es común para otros materiales como el acero o el hormigón.

Existe la posibilidad de acogerse a los valores característicos normalizados o en su caso calcular los específicos a un tipo determinado de tablero utilizando las normas de ensayo correspondientes: UNE EN 14374 para los tableros laminados, y UNE EN 789 y UNE EN 1058 para el resto de tableros. Mientras que para los tableros de madera maciza, los contrachapados, los laminados, los de partículas cemento y otros tipos de tableros derivados de la madera han de calcularse mediante ensayo.

Los tableros de partículas, de fibras y de virutas tableros tienen sus datos tabulados en la norma UNE EN 12369-1, al igual que los tableros de madera maciza en la norma UNE EN 13353. En el caso de los tableros contrachapados en las normas UNE EN 12369-2 y UNE ENV 14272 se indica la forma de obtenerlos.

Los valores característicos de las propiedades mecánicas que se deben aportar son:

- resistencia a flexión estática.
- resistencia a la compresión paralela a la fibra.
- resistencia a la compresión perpendicular a la fibra.
- resistencia a la tracción paralela a la fibra.
- resistencia a la tracción perpendicular a la fibra.
- resistencia al cortante de rodadura.
- resistencia al cortante de cizalladura.
- Módulos de elasticidad a flexión, tracción, compresión y cortante.

La diferencia más significativa con la madera aserrada es la aparición del cortante de cizalladura, que se puede producir en los tableros utilizados en las almas de viguetas en forma de doble T.

PROPIEDADES MECÁNICAS | TENSIONES ADMISIBLES

En algunos países anglosajones se sigue utilizando el método de las tensiones admisibles, que tiende a ser sustituido por el de los estados límites (Eurocódigos). Uno de los grandes problemas para utilizar este método es que apenas se dispone de valores tabulados o normalizados de sus tensiones admisibles, solamente los americanos y los británicos disponen de este tipo de valores en su respectivas normativas. Además este tipo de tableros no se podrían comercializar en Europa para aplicaciones estructurales, si no cumplen con los requisitos del Mercado CE, que está basado en los valores característicos.

CLASES DE SERVICIO | CLASES DE USO | DURABILIDAD

En la clasificación de los tableros se hace referencia al lugar de aplicación, que en el caso de los tableros estructurales se corresponderían con las “clases de servicio” y que de forma paralela se traducen en unas “clases de uso (posibilidad de que sean degradados por organismos xilófagos”. Para más información consulte la bibliografía técnica relativa a este tema.

RESISTENCIA AL FUEGO

La resistencia al fuego de las estructuras de madera en la que intervienen los tableros estructurales se calcula por medio de la velocidad de carbonización, que para tableros con espesores mayores o iguales a 20 mm y densidad característica de 450 kg/m³ tiene los siguientes valores:

- Tableros de madera maciza: 0,9 mm/mn
- Tableros contrachapados: 1,0 mm/mn
- Tableros derivados de la madera diferentes al contrachapado: 0,9 mm/mn

Para más información consulte la bibliografía técnica relativa a este tema.

OTRAS PROPIEDADES

En la bibliografía técnica correspondiente puede



encontrar información relativa a las siguientes propiedades: densidad, contenido de humedad, estabilidad dimensional, resistencia a la humedad, conductividad térmica, aislamiento acústico, resistencia al vapor de agua, contenido de formaldehído y reacción al fuego.

SELLOS DE CALIDAD

Sello de Calidad AITIM

- tableros de partículas estructurales
- tableros de fibras MDF estructurales
- tableros contrachapados estructurales
- tableros de tiras de madera estructurales

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se recogen muestras para su ensayo en laboratorio y se comprueba la realización del control interno de fabricación. Los ensayos que se realizan y las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN.

MARCADO CE

Los tableros derivados de la madera estructurales tienen que llevar el Marcado CE, tal y como indica la Directiva Europea de Productos de la Construcción (ver Capítulo de Certificación). La implantación de la Directiva se realiza con la norma armonizada EN 13.986 que define todos los aspectos relativos al marcado CE.

SUMINISTRADORES

FINANCIERA MADERERA S.A.- FINSA

Ctra. de la Coruña, Km.57, 15700 Santiago de Compostela (La Coruña)
Tel. 981 570 055 Fax: 981 050 711
finsa@redestb.es

KLH Massivholz GmbH

Katsch an der Mur, 202 Katsch
Tel. 43 3588 8835 Fax 43 3588 8835 30

office@klh.at www.klh.cc

LUSO FINSA

Estrada Nacional 234, Km. 92,7 3524.952 Nelas (Portugal)
Tel. 232941240 Fax 232941243
lusofinsa@finsa.es

MADERAS DE LLODIO, S.A.

Polg. Ind. Santa Cruz, s/n, C.P. 1400 Llodio (Alava)
Tel. 946 720 100 Fax: 946 720 581
info@maderasdelodio.com www.maderasdelodio.com

FINNFOREST IBERICA, S.L.

C/ de la Mina 25, 1º-1ª
Tel.936 756 313 Fax 936 756 314
David.rifa@finnforest.com

TABSAL COMPOSITES DE MADERA, S.A.

Paraje Cerradoa s/n 31840 Huarte Araquil (Navarra)
Tel. 948 507 030 Fax 948 500 932
www.tabsal.com



Estudio de arquitectura (Paris, Centro Georges Pompidou)). Arquitecto Sigeru Ban

TABLEROS CONTRALAMINADOS ESTRUCTURALES

DEFINICIÓN

Se fabrican encolando entre sí capas formadas por tablas de madera maciza de coníferas, con un determinado espesor y anchura de cara; las tablas que forman cada capa pueden ir encoladas entre sí por sus cantos, aunque algunos fabricantes no las encolan por los cantos. La dirección de la fibra de dos capas contiguas forman un ángulo de 90°. El número mínimo de capas es de 3 y su estructura siempre ha de ser simétrica.

APLICACIONES

Los tableros y paneles portantes estructurales constituyen un nuevo método de construcción que cada vez es más popular debido a que son ligeros, resistentes, versátiles, térmicamente eficientes y con una baja permeabilidad al aire; además son fáciles de instalar mediante procesos constructivos rápidos y fiables. Constituyen una lámina estructural pseudo-isótropa extremadamente estable dimensionalmente en las direcciones de su plano.

Son productos estructurales que pueden trabajar como muros verticales, forjados y cubiertas, en clases de servicio 1 y 2. También se utilizan tanto en viviendas como en construcciones industriales de hasta 3 alturas. Los sistemas constructivos con paneles estructurales son muy flexibles y permiten insertar sin dificultad puertas y ventanas, durante o después de que haya finalizado la fabricación. Los fabricantes suministran sus correspondientes manuales de instalación que detallan los procedimientos de colocación y de sujeción.

TIPOS

Los tipos de tablero se clasifican en función del número de capas que lo componen y la incorporación, en su caso, de capas dobladas.

COMPOSICIÓN

Madera aserrada estructural

Normalmente se utilizan tablas de madera aserrada estructural de coníferas de pino, abeto, picea o alerce, siendo la picea la especie más utilizada. Las piezas de madera se pueden encolar longitudinalmente con uniones dentadas (no están permitidas las uniones a tope) para conseguir mayores longitudes de acuerdo con lo indicado en la norma UNE EN 385.

Capas de madera

El número de capas de madera utilizadas puede ser de 3, 5, 7, 9, 13 y 15.

Adhesivos

Los adhesivos utilizados para encolar las tablas y las uniones dentadas entre tablas deben cumplir los requisitos de la norma UNE EN 301 y en su caso el anexo C de la Guía ETAG 11 "Light Composites wood-based beams and columns".

Acabados

Se pueden suministrar en tres niveles de acabado: revestir, calidad vista industrial y calidad vista para edificación residencial.

DIMENSIONES

- Espesor: puede variar, en función del número de capas, desde 50 hasta 500 mm.
- Anchuras más habituales: 1.250, 2.250, 2.500, 2.720 y 2.950 mm.
- Longitudes más habituales: 6, 10, 12, 14 y 16,5 metros.
- Número de capas: varía desde 3 a 9.

Se pueden fabricar con unas dimensiones máximas de 2.950 x 16.500 mm



Almacén de logística para Salinen Austria. Arquitecto: Dr. Shebl & Partners

PRESTACIONES | PROPIEDADES

Las propiedades de los paneles que debe aportar el fabricante para que se elabore el documento técnico - ETA (European Technical Approval) obtenidas de acuerdo con el CUAP (Common Understanding of Assessment Procedure) establecido para este tipo de productos son las siguientes.

Contenido de humedad

Estabilidad dimensional

Resistencia mecánica y estabilidad

Se deben aportar los valores de las siguientes propiedades mecánicas:

a.- Acciones mecánicas perpendiculares al tablero contralaminado

- Módulo de elasticidad paralelo y perpendicular
- Módulo cortante paralelo y perpendicular
- Resistencia a flexión perpendicular
- Resistencia a tracción perpendicular
- Resistencia a compresión perpendicular
- Resistencia a cortante paralelo y perpendicular

b.- Acciones mecánicas paralelas al tablero contralaminado

- Módulo de elasticidad paralelo
- Módulo Cortante paralelo
- Resistencia a flexión paralela
- Resistencia a tracción paralela
- Resistencia a compresión paralela y concentrada
- Resistencia a cortante paralelo

c.- Otras propiedades

- Fluencia
- Estabilidad dimensional
- Resistencia Herrajes

Reacción al fuego

Normalmente la euroclase de reacción al fuego es D-s2, d0, para su aplicación en muros y techos, y DFL-s1, para su aplicación en suelos. Esta reacción al fuego se puede mejorar con la aplicación de tratamientos específicos.

Resistencia al fuego

El dimensionamiento de los paneles frente a la acción

del fuego, de acuerdo con las indicaciones del Eurocódigo 5, puede calcularse de dos maneras:

- Solamente se carboniza la capa externa, capas con la misma dirección de la fibra.
- Se carbonizan varias capas:

Resistencia al vapor de agua (UNE EN 12524)

Emisión del contenido de formaldehído (EN 717-1)

Aislamiento a ruido aéreo (EN ISO 140-3 y ENV ISO 717-1)

Aislamiento a ruido de impacto (EN ISO 140-6 y EN ISO 717-2)

Absorción de ruido (EN 2.0354 A1).

Resistencia térmica

Se pueden tomar los datos de la norma UNE EN 12.524, $\lambda = 0,13 \text{ Kcal/mh } ^\circ\text{C} = 0,13 \text{ W/ (m K)}$

Permeabilidad al aire

Inercia térmica

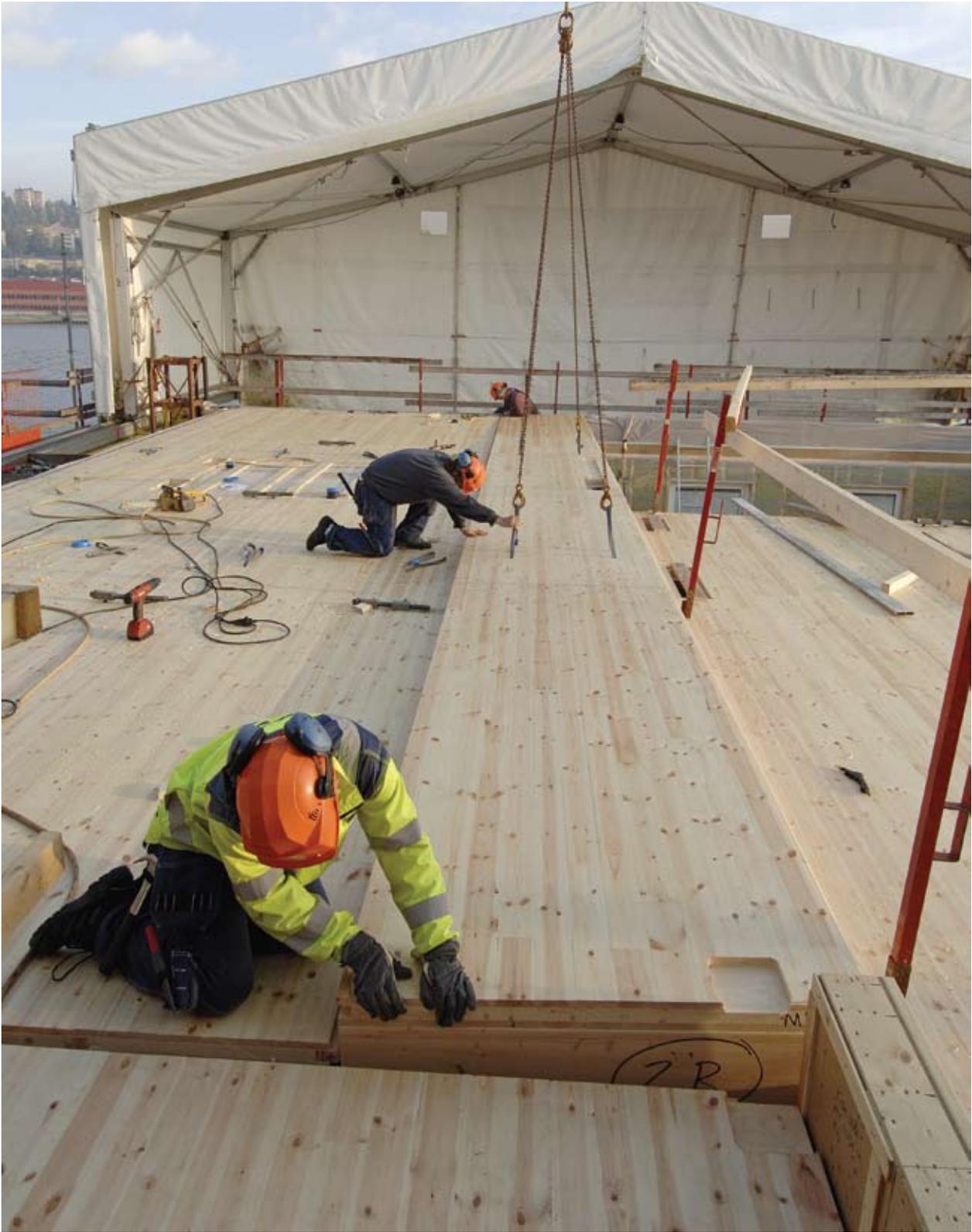
Se pueden tomar los datos de la norma UNE EN 12.524, $C_p = 1.600 \text{ J/(kgK)}$

Aspectos de durabilidad, servicio e identificación de los productos

Debido a que se utiliza en las clases de servicio 1 y 2, las clases de uso de degradaciones xilófagas asociadas, la 1 y la 2, se pueden cumplir fácilmente, ya sea mediante la utilización de especies con la adecuada durabilidad natural o mediante la protección artificial con protectores de la madera.

En el caso de que la madera haya sido tratada ha de cumplir con lo establecido en la norma UNE EN 351-1 y documentarse con el correspondiente certificado.

Los adhesivos que se utilicen en la clase de servicio 2 deben cumplir con lo especificado en la norma UNE EN 301. Los adhesivos de poliuretano deberán cumplir con lo especificado en la norma UNE EN 301 y además superar los ensayos definidos en la Guía EOTA nº 11 - Anexo C.



Edificio en Sundswal (Suecia). Arquitecto: White Arkitekten

MARCAS DE CALIDAD

Sello de Calidad AITIM

El Sello de Calidad AITIM exige que el fabricante tenga implantado un control interno de fabricación e incluye la realización de dos inspecciones anuales, en las que se controla principalmente la calidad de encolado y la clasificación visual estructural de la madera utilizada en la fabricación de las capas del tablero. Las especificaciones que se utilizan son las que se recogen en las normas UNE EN y en el documento Europeo de Aprobación Técnico (ETA).

Sello Otto - Graf

Este instituto alemán dispone de un sello que controla el encolado de estos elementos.

MARCADO CE

Este producto está afectado por la Directiva Europea de Productos de la Construcción. Al no disponer de norma armonizada ni de Guía EOTA, su marcado CE se regula mediante CAUPs (Common Understanding of Assessment Procedure) que el fabricante tiene que solicitar al correspondiente Organismo Notificado.

SUMINISTRADORES

KLH Massivholz GmbH

Katsch an der Mur, 202 Katsch
Tel. 43 3588 8835 Fax 43 3588 8835 30
office@klh.at www.klh.cc

EUGEN DECKER

Holzindustrie KG Postfach, 45 - D54493 Morbach D-
RPF (Alemania)
Tfno: 0049 6533 730 - Fax: 0049 6533 73111
info@hochwald.com



Foto: Inger Mette Meling

Casa de verano en Risør (Noruega). Arquitecto: Abacus AS

ELEMENTOS ESTRUCTURALES COMPUESTOS: VIGAS, VIGUETAS Y PILARES

DEFINICIÓN

Son piezas obtenidas uniendo entre sí productos derivados de la madera o con otros elementos fabricados con otros materiales. En la literatura sajona se denominan "light composite wood-based beams and columns".

ADECUACIONES

La aplicación de estos productos prefabricados es constituir la estructura secundaria en construcciones residenciales o utilizarse como vigas, viguetas, pilares, columnas, etc. en edificación industrial.

Son elementos esbeltos de poco peso, en los que sus componentes se unen mediante encolado o con uniones mecánicas. Se utilizan en funciones estructurales en las que prima su longitud frente a las dimensiones de su sección transversal. Se caracterizan por ser dimensionalmente estables y tener unas características resistentes conocidas. En el caso de las viguetas la relación resistencia / peso es muy buena, por ejemplo una viga prefabricada con un canto de 241 mm y una longitud de 8 m puede tener un peso comprendido entre 23 y 32 kg. Esto significa que pueden colocarse manualmente, lo que proporciona ventajas económicas y ahorros de tiempo en la puesta en obra.

MATERIALES

En su fabricación se pueden utilizar una gran variedad de componentes, entre los que se destacan entre otros: madera aserrada estructural, madera laminada encolada, madera microlaminada, perfiles de productos compuestos, tableros derivados de la madera estructurales, elementos metálicos (en forma de barras, láminas, perfiles, chapas, etc.), elementos plásticos, adhesivos, conectores o herrajes.

Todos los productos utilizados deben cumplir sus

correspondientes normas de productos y estar caracterizados.

TIPOS

- Vigas | Viguetas en doble T

Están compuestos por 3 elementos: alma, alas y uniones. En las cabezas o alas se suelen utilizar piezas de madera microlaminada y a veces madera aserrada o laminada. En el alma se suelen utilizar habitualmente tableros contrachapados o tableros de virutas orientadas, siendo este último es el más empleado, aunque también pueden utilizarse elementos o celosías metálicas.

- Vigas formadas con tableros | Vigas cajón

Se pueden considerar una variante de las vigas en doble T pero en este caso el alma es exterior y está situada a ambos lados de las alas, en el interior se pueden colocar rigidizadores y otros materiales para mejorar su comportamiento acústico y térmico. Este tipo de vigas tienen un extenso campo de aplicaciones en las construcciones prefabricadas, por ejemplo: pórtico de dintel recto, pórtico de dintel quebrado, vigas de sección triangular, faldones de cubierta, etc.

- Estructuras Trofdek

Esta estructura está patentada, y aunque su utilización es escasa se menciona por su originalidad. Está constituida por elementos en forma de "V", formada por tableros contrachapados enlazados por correas que pueden ser: viguetas, madera aserrada, madera laminada, etc. Es una estructura muy ligera que permite cubrir superficies con luces entre apoyos de 7 a 16 metros

- Pilares compuestos

Suelen estar formados por dos o tres cordones de productos de madera (madera aserrada, madera laminada encolada, madera microlaminada o perfiles de productos compuestos derivados de la madera como PSL, LSL o OSL) que se unen entre sí mediante separadores



Pilar compuesto con alma de tablero OSB

de madera encolados a ellos o mediante conectores metálicos (clavos, pernos, placas - clavo, etc.)

11 que define todos los aspectos relativos al mercado CE. Su Mercado CE entró en vigor de forma obligatoria el 16 de octubre de 2004.

PROPIEDADES Y PRESTACIONES

Las propiedades de los elementos estructurales compuestos debe definir las el fabricante en su documentación técnica. De forma particular para las vigas y columnas se debe seguir la Guía EOTA nº 11, y plasarse en el correspondiente "Documento de Idoneidad Técnica" que recoja la siguiente información:

- Vida útil estimada.
- Resistencias mecánicas, especificando el método utilizado para determinarlas.
- Fluencia y duración de la carga.
- Estabilidad dimensional.
- Curvas de desplazamiento de las cargas para la evaluación sísmica.
- Clasificación de la reacción al fuego, especificando el método de ensayo utilizado.
- Clasificación de la resistencia al fuego, especificando el método de ensayo utilizado.
- Declaración de la presencia y concentración / ratios de emisión / etc. de formaldehído.
- Declaración de la No presencia de sustancias peligrosas como el pentaclorofenol y otras sustancias.
- Resistencia térmica obtenida mediante ensayo o calculada, especificando el método de ensayo o el procedimiento de cálculo.
- Durabilidad.
- Indoneidad.
- Identificación del producto.

MARCAS DE CALIDAD

De momento no existen en España marcas de calidad específicas sobre este producto, únicamente puede recurrirse a ensayos en laboratorios especializados o a Documentos de Idoneidad Técnica.

MARCADO CE

Este producto está afectado por la Directiva Europea de Productos de la Construcción. La implantación de la Directiva se realizará de acuerdo con la Guía EOTA nº

SUMINISTRADORES

MADERAS MEDINA S.A.

Ctra. de Cabaña, s/nº Ocaña (Toledo)

Tfno: 925 120 229 - Fax: 925 120 770

maderasmedina@maderasmedina.com # www.maderasmedina.com



La Mansión de Wiers (holanda). Arquitecto Jacob de Visser

CASAS DE MADERA | EDIFICACIÓN EN MADERA

DEFINICIÓN

Este apartado se refiere a las construcciones de madera generalmente prefabricadas y con un alto grado de industrialización cuyo campo de aplicación principal es la vivienda unifamiliar de una o dos plantas.

HISTORIA

Parece evidente que el hombre primitivo, tras salir de su refugio natural en las cuevas construyó sus primeras casas con materiales leñosos ya que era un material accesible, que no requería apenas elaboración y era ligero. El carácter nómada de estos hombres propiciaba un tipo de construcción a base de elementos ligeros (ramas, troncos pequeños) y rellenos vegetales (grandes hojas, cortezas, musgo, pieles animales, tejidos sin trama-filtros-, etc.). Este sistema constructivo lo siguen conservando algunos pueblos muy primitivos, como los pigmeos de Zaire.

Cuando el entorno era adecuado y este material vegetal estaba siempre a mano, el hombre cambiaba de lugar hacia la caza y no se llevaba la casa a cuestas, la construía de nuevo. Cuando no era así, debía transportar algunos elementos como las varas de madera, las pieles, etc. Este sistema de transporte se conserva en las yurtas que funcionan por las estepas rusas, Mongolia, etc. (se transporta en camello una trama de madera enrollada y sus cerramientos) y en los tippis de los indios de Norteamérica. Estamos ya hablando de un sistema que se ha demostrado perdurable: el entramado ligero.

Cuando el hombre deja la vida nómada y se estabiliza busca materiales de construcción accesibles, ligeros y duraderos. Cuando el entorno es forestal acude a los troncos y empieza a construir muros con hiladas sucesivas de troncos pelados con un ligero rebaje para encajar las hiladas. Rellena las juntas con materiales relativamente impermeables: musgo, cortezas, etc. Más tarde acude a la brea obtenida por destilación lenta del tronco. Estas primeras casas de troncos eran enormes. Es la cultura de las casas largas, presentes

en centroeuropa y norteamérica. Las casas se compartimentaban interiormente con separaciones ligeras de madera y pieles. De estas construcciones, que se siguen haciendo en pueblos un tanto apartados de la civilización, se han encontrado restos arqueológicos milagrosamente conservados intactos en Viskupin (que es conocida como la Pompeya polaca). La ciudad, con más de 100 casas largas, es del 700 a.C. y se puede visitar con toda normalidad. Las construcciones de troncos han sido y son un sistema que básicamente es el mismo pero que ha sido muy mejorado hasta conseguir unos niveles de confortabilidad muy altos. Durante la civilización griega y romana se desarrolló en todo el mediterráneo un nuevo tipo constructivo con madera el sistema de entramado pesado de madera: piezas de mediana sección separadas moderadamente formando muros y forjados a través de ensamblajes y cuñas y afianzados con riostras diagonales. Los muros se cuajaban de rellenos de distinto tipo: piezas de adobe, trenzados de varillas de madera revestidos de morteros, etc. Este sistema se prolonga durante muchos siglos en España hasta prácticamente el siglo XIX. Las estructuras de madera se elevan hasta 6 plantas y se conjugan con otras estructuras de carga. Cuando en la actualidad nos vemos a intervenir en edificios antiguos con estructura de madera nos encontramos generalmente con la madera en perfecto estado (salvo los casos excepcionales en que por falta de mantenimiento las zonas húmedas han destruido las cabezas de los vigas y pilares). Es decir, comprobamos que cuando un sistema se ejecuta correctamente, su durabilidad es indefinida. Las sucesivas y abusivas cortas de madera para la construcción naval y el consumo de energía junto a la revolución industrial en Europa hicieron menguar notablemente la disponibilidad de madera. Ello, junto al desarrollo del acero para construcción relegaron a la madera a un segundo plano provocando incluso una pérdida del oficio de carpintero de armar.

A mediados del siglo XIX se produce en Norteamérica un desarrollo del entramado ligero de madera. La carrera por la conquista del Oeste favorece el desarrollo de este sistema que emplea una estructura ligera en muros y forjados con separaciones moderadas. Las ca-



Foto: Gaëlle Le Boullicaut

Vivienda en Auvilliers (Francia). Arquitecto Jean Baptiste Barache

sas, en decenas de miles, se construyen en pocos días y resuelven, con materiales normalizados, de montaje simple (madera aserrada, clavos...). Con la llegada de los veteranos de la IIª Guerra Mundial a Norteamérica el gobierno promueve la construcción de miles de casas de este tipo para acogerlos empleando por primera vez tablero contrachapado. Debido a su éxito, el sistema ha permanecido inalterable hasta nuestros días, con las correspondientes mejoras de materiales (tableros, aislamientos, impermeabilizantes) y extendiéndose por todo el mundo. Su principio, evolucionado, es el mismo de la cabaña primitiva. En Europa llega en primer lugar a los países nórdicos. Desde allí llega la información a España.

En 1898 Ángel Ganivet (1867-1898), intelectual de la Generación del 98, diplomático en Finlandia, escribe sus Cartas finlandesas que se publicaron en El Defensor de Granada, donde describe con todo detalle las casas de entramado ligero de madera de ese país. Es probablemente la primera noticia que tienen nuestros compatriotas del sistema de entramado ligero de madera ya que la realidad norteamericana nos es totalmente desconocida en ese momento. En Europa, este tipo de construcción ligera frente a la casa sólida 'de toda la vida' no se entiende y se considera de baja calidad, de colonos. Han de pasar años hasta que estos prejuicios se vayan eliminando. Algunos idealistas en nuestro país se atreven a importar casas de este tipo. Normalmente se ven en zonas costeras de verano donde se ven como objetos exóticos. Esto ocurre durante los años 20. En estos mismos años el desarrollo cultural y económico centroeuropeo pone en contacto a nuestros compatriotas con el concepto 'chalet', construcción alpina en Francia, Alemania, Suiza, Italia a base de troncos. Se empiezan a construir este tipo de casas en España en zonas de montaña. Son minoritarias y para gente acomodada pero han tenido la virtud de 'quitar el miedo' a mucha gente sobre este tipo de casas. Durante muchos años es el único contacto y referencia de los españoles con las casas de madera. En 1936 el arquitecto Joaquín Vaquero Palacios (que fue medalla de oro de la arquitectura en 2002), junto con la empresa gallega Lantero e Hijos patentan el sistema VAQLAN (Vaquero + Lantero) Construcciones de madera desmontables. Presentan en catálogo un amplio surtido de edificios: iglesias, restaurantes, barracones de viviendas, viviendas de 1, 2 y 3 dormitorios. Es un sistema a base de troncos unidos con tornillos y tuercas. El acabado son dos manos de

pintura al aceite. La empresa fracasa por culpa de la Guerra Civil y es el primer intento serio de producir casas en nuestro país. La reconstrucción que sigue a la posguerra no da cabida a las casas de madera. Ni aquí ni en Europa, se sigue destinando el chalet de madera a la vivienda unifamiliar. Durante los años 50 y 60 continúa la importación de casas nórdicas y canadienses 'con cuentagotas' para unos cuantos adelantados o soñadores.

ADECUACIONES

La edificación en madera presenta las siguientes ventajas frente a la construcción tradicional:

- Rapidez de ejecución: la estructura y cubierta de una vivienda unifamiliar puede realizarse en dos semanas, contando previamente con la cimentación.
- Economía de medios de elevación y transporte.
- Convergencia entre el proyecto y el resultado final.

Las aplicaciones de la madera en la edificación son amplias, abarcando:

- Viviendas unifamiliares, normalmente de 2 ó 3 plantas sobre rasante, que constituyen la aplicación principal en España.
- Edificaciones de vivienda colectiva de 4 plantas, normalmente de tipo duplex.
- Edificaciones de vivienda colectiva de 5 a 7 plantas construyendo los sótanos y las dos primeras con estructura de hormigón armado. Este tipo de construcción está ligeramente extendido en alguna zona de los Estados Unidos.
- Edificaciones agrícolas e industriales. Naves de almacenamiento con luces de hasta 20 ó 25 metros.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Los sistemas constructivos en madera pueden clasificarse en los siguientes tres grandes grupos:

- Casas de troncos

En inglés se las denomina "log homes". Su característica principal consiste en que los muros de carga, y a la vez de cerramiento, están contruidos con madera en rollo o de sección escuadrada de gran escuadría. Un



Foto: Inger Mette Meling

Casa de verano en Risor (Noruega). Arquitecto: Abacus AS

punto de especial importancia es el encuentro de empalmes y esquinas que se realiza mediante cajeados o utilizando piezas especiales. La anchura del muro oscila alrededor de 15 a 20 cm.

Normalmente constan de una sola planta. La cubierta se realiza con cerchas, generalmente ligeras, que apoyan sobre los muros. Aunque es menos frecuente, es posible disponer de dos plantas utilizando forjados de viguetas de madera, generalmente de gran escuadría que suelen quedar vistas. Los tabiques interiores, en la mayoría de los casos, están formados por montantes y traveseros, siguiendo el mismo esquema que en las viviendas de entramado ligero. En algunas ocasiones también pueden estar constituidos por madera en forma de rollizo o de sección escuadrada y machihembrada.

- Casas de entramados pesados

En inglés se las denomina "heavy framing houses" o "post and beam houses". Dentro de este grupo se pueden incluir diversas variantes, en las que el factor común es el empleo de la estructura de madera de grandes escuadrías que absorbe todos los esfuerzos y que es independiente del tipo de cerramiento elegido. Lo más característico de estos sistemas es la unión, que se soluciona mediante ensambles basados exclusivamente en la geometría. También se las suele llamar casas de entramado de gran escuadría, distinguiéndose tres versiones:

- Sistema adintelado a base de pórticos de madera
Esta formado por un sistema de pórticos que forman un conjunto rígido, autoportante e independiente de los cerramientos y revestimientos.
- Sistemas mixtos de madera y fábrica
Los entramados están formados por elementos portantes verticales, horizontales y diagonales, que crean una armadura estable en su plano. Los entramados trabajan como muros a diferencia de los sistemas adintelados en que trabajan como pórticos. Dentro de este grupo se incluye a las construcciones tradicionales con estructura de madera en los forjados, en la cubierta y en los muros de carga que también incorporan fábrica de ladrillo o mampostería.
- Sistema adintelado tradicional japonés
Es un sistema adintelado en el que la independencia entre cerramiento y estructura resulta todavía más radical que en el sistema adintelado occiden-

tal a base de pórticos.

- Casas de entramados ligeros de madera.
En inglés se las denomina "light framing houses". Se caracterizan porque la estructura de todos sus elementos es de madera de pequeñas escuadrías, admitiendo un elevado grado de prefabricación e industrialización.

- Los muros están constituidos por montantes de madera aserrada y rigidizados con un tablero derivado de la madera clavado a los montantes en una de las caras del muro.
- Los forjados son de viguetas de madera maciza pudiendo sustituirse por viguetas prefabricadas con sección en I, sobre las que se dispone un tablero.
- La estructura de cubierta está formada por cerchas ligeras prefabricadas sobre las que se coloca un tablero.

Este sistema constructivo puede presentar un grado muy variable de industrialización. Puede construirse in situ, a partir de elementos prefabricados o en el extremo opuesto elaborarse en serie en fábrica, de forma similar a una cadena de montaje de automóviles. Una última posibilidad es la prefabricación de todos los elementos constructivos que son embalados para su transporte en forma de kit.

En función de la disposición y forma de trabajar de los montantes, forjados y muros, se distinguen dos sistemas:

- Entramado tipo globo (Balloon frame o structural light framing)
Las viguetas de los forjados se unen directamente a los montantes, que se calzan con carreras transversales.
- Sistema plataforma (Platform system)
La altura de los montantes coincide con la altura del piso obteniéndose plataformas formadas por montantes - viguetas, traveseros y los cerramientos, que constituyen los muros y los forjados.

PROPIEDADES Y PRESTACIONES | Generalidades

Las propiedades de las casas y de los edificios en



Guardería infantil en Rotterdam (Noruega). Arquitectos: Drost + van Veen

madera debe definir las el fabricante en su documentación técnica y cumplir las exigencias establecidas en la legislación europea y en la de cada país. En el caso de España se traduce en el cumplimiento de lo que establece el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Además deben cumplir, cuando le corresponda, la legislación europea que se traduce en la obligatoriedad del Mercado CE, en función de los tipos y sistemas constructivos que se especifiquen.

- Casas de troncos - Guía EOTA - ETAG 012 "Log Building Kits"

Este documento hace referencia a las casas de troncos que se fabrican en serie o de forma industrializada a partir de elementos prefabricados y pre - diseñados. Los componentes se pueden suministrar mecanizados de forma individual o como conjuntos de secciones de suelos, muros o cubiertas elaborados en fábrica. Se asume que las edificaciones de troncos de madera requieren un mantenimiento regular para mantener su durabilidad y conseguir la vida útil de trabajo. El tipo y frecuencia de dicho mantenimiento debe especificarse en el correspondiente manual.

- Casas de entramados en formato kit - Guía EOTA - ETAG 007 "Timber Frame Building Kits"

Esta Guía hace referencia a las casas de entramado que se fabrican en serie o de forma industrializada a partir de elementos prefabricados y pre - diseñados. Los componentes se pueden suministrar mecanizados de forma individual, como elementos bidimensionales completamente prefabricados o como conjuntos completos de secciones de suelos, muros o cubiertas.

SELLOS DE CALIDAD AITIM

En primer lugar las empresas tienen que cumplir una serie de requisitos administrativos y legales. El Sello se basa en el control y revisión de la documentación técnica del fabricante junto con visitas de inspección a obras en ejecución / instalación. La documentación técnica debe incluir:

- Manual Técnico del Sistema Constructivo

Es el documento que define el producto desde el punto de vista constructivo y de habitabilidad. Esta definición es independiente del grado de prefa-

bricación que la producción del sistema incorpore (desde la prefabricación completa hasta la construcción in situ).

- Manual de Fabricación

Este manual deberá contener los apartados de materiales y de fabricación especificados en el reglamento.

MARCADO CE

Algunos tipos y sistemas constructivos de casas de madera están afectados por la Directiva Europea de la Construcción, por lo que deberán llevar el Marcado CE. A continuación se exponen las Guías EOTA que regulan su mercado, junto con las fechas obligatorias de entrada en vigor:

- nº 7 para casas de entramado ligero / 16 de octubre de 2004.

- nº 12 para casas de troncos de madera en forma de kits / 24 de mayo de 2004.

SUMINISTRADORES

ENTRAMADO LIGERO

CANADIAN NORDIC HOUSE

Paraje Vallplana s/n (Pol. Ind. Mas Reixach) 08389 Palafolls (Barcelona) Apdo. 202

Tel. 937 643 252 Fax 937 643 253

www.casasdemadera.org casas@cnh.e.telefonica.net

LIFESTYLEHABITAT

Tallers 22, 3º 6ª 08001 Barcelona

Tel. 933 425 680 Fax 933 425 681

michael@lifestylehabitat.com www.lifestylehabitat.com

BILLOTTI, S.L.

Valle del Alberche 88. 28440 Guadarrama (Madrid)

Tel. 918 491 617 Fax 918 490 507

jcbilloti@jazzfree.com



C.C.E. NORTH WALL, S.L.
Penedés nº 6. 08740 Sant Andreu de la Barca (Barcelona)
Tel. 936 533 153 Fax 936 822 965
www.ccenorthwall.com ccenorthwall@ccenorthwall.com

EUROBUNGALOW
Navas de Tolosa 287, local 6. 08026 (Barcelona)
Tel. 935 349 222 Fax 935 349 435
tecnic@eurobungalow.com www.eurobungalow.com

FABRICA DE CASAS DE MADEIRA S.L.
LAS CINCO JOTAS °
Camino da Debesa s/n Candeán Madroa. 36317 Vigo (Pontevedra)
Tel.986 251 518 Fax 986 267 928
www.las5j.com casasdemadera@las5j.com

QB HOUSES, S.L.
Muro de la Mata nº 2 Bajo
Tel. 941 259 677 Fax 941 259 994
jignacio@qbhouses.com www.qbhouses.com

STOLT&COMPANY, S.L.
Espronceda 355. 08027 Barcelona
Tel. y Fax 932 430 085
stolco@vallesnet.org

MÓVILES

AMERICAN BUILDING SYSTEM, S.L.
Avda. Conde Romanones 22. Pol. Ind. Miralcampo.
19200 Azuqueca de Henares. Guadalajara
Tel.949 264 625 Fax 949 261 612
absindustrial@absindustrial.com

FABRICA DE CASAS DE MADEIRA S.L.
LAS CINCO JOTAS °
Camino da Debesa s/n Candeán Madroa. 36317 Vigo (Pontevedra)
Tel. 986 251 518 Fax 986 267 928
www.las5j.com casasdemadera@las5j.com

TRONCOS

RUSTICASA- Construções, Lda.
Zona Industrial de Campos. P.O.Box 1. P-4920 Vila Nova

de Cerveira. Portugal
Tel.00 351 251 700 900 Fax 00 351 251 700 909
info@rusticasa.pt www.rusticasa.com

AMERICAN L.H., S.L.
Pol. Ind. Lantarón c/ El Pinar nº 7 (parcela 22-6).
Comunión-Lantarón 01213 Álava
Tel. 945 333 068 Fax 945 337 372
www.americanlh.com americanlh@americanlh.com

CABAÑAS RURALES FAMILIARES, S.A.
Domingo Miral 13, 7º A 50009 Zaragoza
Tel. 976 566 717 Fax 929 764 642
crfsa@chaletmadera.com www.chaletmadera.com

ORIGINALS DE LA FUSTA, S.L.
Avda. De Les Punes, illa 23 Parc. 3 Nau 1 43120 Constantí (Tarragona)
Tel. 977 296 389 Fax 977 524 003

TRAMAT, S.L.
Polígono Industrial de Güimar P-10 M.1. 38550 Arafo.
Santa Cruz de Tenerife
Tel. 922 500 550 Fax 922 502 400
trammat@mundivia.es

VICENTE RODRIGUEZ, S.L.
Ctra. Almoradi-Rojales, Km 1 03160-Almoradí (Alicante)
Tel. 965 702 050 Fax 965 702 050
vicenterodriguez@servicam.com
www.vicenterodriguez.net

TOSCCA Equipamentos en Madeira, Lda.
3680 909 Oliveira de Frades (Portugal)
Tel. 351 232 762 487 Fax 351 232 762 682
melanie.guimaraes@toscca.com web: www.toscca.com

PANELES ESTRUCTURALES

ARTE Y MADERA
Polig.Industrial Los Brezos c/Acacias 13 Bajo
09197 Villavilla de Burgos
Tel. 947 462 016
www.arteymadera.net



Foto: Jussi Tiainen

Villa Langbo (Finlandia). Arquitecto Olavi Koponen

ESTRUCTURAS DE MADERA | MADERA ASERRADA | MADERA LAMINADA ENCOLADA

A.- ESTRUCTURAS DE MADERA ASERRADA

CAMPO DE APLICACIÓN

Las estructuras de madera maciza (aserrada y en rollo) permiten resolver los sistemas estructurales de construcciones de luces moderadas (4-18 metros)

TIPOLOGÍAS

Las piezas de madera maciza se pueden utilizar para la elaboración de elementos estructurales bien de forma individual o bien formando sistemas estructurales, en las siguientes posibilidades:

- Estructura horizontal: vigas, viguetas de forjado y entrevigado de suelo.
- Estructura vertical: pilares o muros entramados
- Estructura de cubierta: armaduras de cubierta (cerchas ligeras de madera, de madera maciza con grandes escuadrías y de barras compuestas; correas; pares; parecillos)

PREDIMENSIONADO

Consultese la bibliografía técnica relacionada con este tema, en la que se indica sección transversal, separación entre ejes y luces de vigas ordenadas para cada clase resistente. Como punto de partida se puede tomar como canto "h" el diecisieteavo de la luz

MATERIALES

Los materiales utilizados se han estudiado en otros

capítulos, siendo los más habituales:

- Madera aserrada estructural.
- Madera empalmada.
- Madera en gruesas escuadrías.
- Madera en rollo.
- Dúos y Tríos de madera.
- Herrerajes.

B.- ESTRUCTURAS DE MADERA LAMINADA ENCOLADA

CAMPO DE APLICACIÓN

Las estructuras especialmente indicadas son las siguientes:

- grandes luces libres en edificios de uso público, comercial o deportivo: de 30 a 70 metros.
- estructura de cubierta de peso propio reducido.
- cuando se pretende un aspecto estético especial.
- existe la necesidad de estructuras con elevada estabilidad al fuego.
- cuando se precisa una estructura con resistencia a los agentes químicos agresivos.
- estructuras en situaciones de difícil mantenimiento.

PREDIMENSIONADO

Órdenes estructurales

En el caso más frecuente de cubiertas la estructura está generalmente formada por los órdenes siguientes:

- Estructura principal: vigas, pórticos, cerchas o arcos.



La luz máxima que puede alcanzar está en relación con el tipo estructural. El canto de la sección (h) puede estimarse en una primera aproximación en función de la luz (l), según la del tipo estructural. De manera aproximada la anchura de la sección (b) oscila entre $h/5$ y $h/8$, con unos límites inferior y superior de 120 y 220 mm respectivamente.

- Estructura secundaria: correas.
Su luz puede oscilar entre 4,5 y 12 metros. Su canto (h') puede estimarse en función de su luz (l') como $l'/17$, y la anchura (b') oscila entre $h'/2$ y $h'/3,5$, con un límite inferior de 90 mm y un máximo de 160 mm. La separación entre piezas secundarias oscila alrededor de $20 \times b'$.
- Estructura de tercer orden:
En muy pocos casos se introduce un tercer orden de estructura de madera. Puede utilizarse cuando la luz de las correas es muy grande o cuando se requiere arriostrar lateralmente correas sometidas a flexión esviada.

Normalmente el espacio entre correas se salva con un panel sándwich o chapa perfilada.

Tablas de predimensionado

Consultese la bibliografía técnica relacionada con este tema, en la que por ejemplo se indica que para vigas rectas de canto constante con luces (L) de 10 a 30 metros, separadas entre 5 y 12 mm, su canto "h" = $L/17$.

MATERIALES

Los materiales utilizados se han estudiado en otros capítulos, siendo los más habituales:

- Madera laminada encolada.
- Madera microlaminada - perfiles.
- Tableros estructurales.
- Perfiles estructurales de productos derivados de la madera.
- Paneles estructurales de productos derivados de la

madera.

- Elementos estructurales compuestos con productos derivados de la madera.
- Herrerajes.

REGISTRO AITIM DE EMPRESAS DE INGENIERÍA Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE MADERA

El Registro AITIM certifica que la empresa tiene implantado un sistema de calidad conforme a las pautas definidas en este reglamento. El Registro AITIM no ampara ni cubre responsabilidad alguna sobre cada proyecto u obra ejecutada por la empresa. Este Registro sólo es aplicable a empresas que realizan la ingeniería y el montaje de estructuras de madera, quedando excluidas las empresas que sólo realizan la ingeniería o sólo realizan el montaje.

Por ingeniería se entiende el desarrollo del proyecto de estructuras de madera que incluye su diseño y cálculo; y el montaje incluye las labores de fabricación (mecanizado y armado de la estructura), transporte y montaje de las estructuras proyectadas en la fase de ingeniería.

El Registro AITIM verifica que la empresa cumple los siguientes requisitos:

- Personal: La empresa cuenta con personal técnico cualificado y competente para la redacción de proyectos y la ejecución de las obras.
- Materiales: Los productos estructurales utilizados por a empresa disponen de certificaciones adecuadas mediante sellos de calidad o ensayos de producto que avalen su aptitud para el uso estructural.
- Equipos: La empresa dispone de equipos materiales suficientes y adecuados para la realización de esta actividad.
- Experiencia en la actividad: La empresa cuenta con experiencia superior a dos años de actividad continuada o más de 15 obras ejecutadas con sus correspondientes proyectos.



SUMINISTRADORES

EMPRESAS DE INGENIERÍA

MADERAS RUBEN S.L.
Borulfe-Villamarín. Ourense
Tel. 988 286 097 Fax 988 281 980
maderasruben@maderasruben.com www.maderasruben.com

MADERGIA
Centro Europeo de Innovación de Navarra Pol. Ind.
Mocholí Pza CEIN 5, Nave A14 31110 Noáin (Navarra)
Tel. y Fax 948 312 986
madergia@madergia.com www.madergia.com

EMPRESAS DE INGENIERÍA Y MONTAJE

ESTRUCTURAS Y TEJADOS ARCOR, S.L.
c/ Sant Jaume nº 9 Baixos 1ª. 08191 Barcelona
Tel. 935 881 571 Fax 935 881 633
arcor@tejados-arcor.com www.tejados-arcor.com

HOLTZA, S.A.
Pol.Industrial Gojain P.B. 16 - 01170 Villarreal de Alava(Alava)
Tel. 945 465 508 Fax 945 465 570
www.holtza.es

JESFER DECORACIONES, S.L.
Pablo Neruda s/n. 22270 Almudévar (Huesca)
Tel. 902 231 342 Fax 974 250 385
jesfer@jesfer.com www.jesfer.com

AMERICAN L.H., S.L.
Pol. Ind. LaCorzanilla II. Parcela 10. 01218 Berantevilla (Álava)
Tel. 945 337 557 Fax 945 337 372
americanlh@terra.es

ARTE Y MADERA
Polig.Industrial Los Brezos c/Acacias 13 Bajo

09197 Villalvilla de Burgos
Tel. 947 462 016 Fax 947 462 148
www.arteymadera.net arteymadera@arteymadera.net

ARTESONADOS Y VIGAS ARTÍSTICAS
Ronda de las Islas 132 (Urb. Serranillos) 45646 San Román de los Montes (Toledo)
Tel. 925 869 258 Fax 925 869 297
www.ayvisa.com / info@ayvisa.com

CORTELIMA, OCUTNA, S.L.
El Ramonal, Antonio Vivanco Santillan nº 3. Sta. 38009 Cruz de Tenerife
Tel. 922 633 307 Fax 922 633 306
CORTELIMA2000@yahoo.es

CUBIERTAS BARDOJA, S.L.
Parroquia nº 8, 4º. 28740 Cercedilla (Madrid)
Tel. 918 523 226 y 609 100 877 Fax 918 523 226

EGOIN, S.A.
Cº Astei. 48284 Natxitua-Ea (acceso por Ereño)
Tel. 946 276 000 Fax 946 276 335
ea@egoin.es

ESMADER GALICIA, S.L.
Ribadeo 18, entlo. 1º. 27002 Lugo
Tel. 982 240 880 Fax 982 240 880

ESTRUCTURAS DE MADERA ETXEBERRIA, S.L.
c/ Merkatondoa, 2 - Nave 20. 31200 Estella (Navarra)
Tel. 948 552 486 Fax 948 552 486
irazoki@etxeberriasl.com web: www.etxeberriasl.com

FRONDA, Ingeniería y Sistemas de Construcción en madera
Corrida 5-B. Gijón (Asturias)
Tel. 985 176 666 Fax 985 176 999
www.frondaonline.com-info@frondaonline.com

FUPICSA, FUSTES DEL PIRINEU CATALA, S.A.
Ctra. 16 de Manresa a Berga km 71,2 08660 Balsanery. Barcelona
Tel. 938 396 300 Fax 938 200 055
fupicsa@minorisa.es www.fupicsa.com

MADERA Y ARQUITECTURA, S.A. MARQUISA
Muelle Tomás Olabarra 3, 1º izda. 48930 Las Arenas (Bizkaia)



Tel. 944 804 044 Fax 944 804 444
comercial@marquisa.es www.marquisa.es

MEDIA MADERA-INGENIEROS CONSULTORES, S.L.
Polígono Industrial Tabaza II Parcelas, 16 - 17
33430 Carreño (Asturias)
Tel. 985 516 916 Fax 985 516 919
admon@mediamadera.com www.mediamadera.com

MONTAJES CIAB, S.L.
Rua da Universidade nº 49 Bajo 32005 Ourense
Tel. 988 360 408 Fax 988 360 409
ingenieria@montajesciab.com www.montajesciab.com

PERGOLAN TECNIA MADERA, S.L.
Camino de Lerena s/n. Carrión de los Céspedes. 41820
Sevilla
Tel. 954 755 036 Fax 954 755 036
pergolan@pergolan.com www.pergolan.com

RESTAURACIÓN Y TRATAMIENTO DE LA MADERA S.L.
RTM
C/ Castelló 95 Bajo A 28006 Madrid Tel. 917 817 416
Fax 915 777 054 Roberto.delasheras@mader.es

REY NUÑEZ INGENIEROS, S.L.
La Llomba, 8 - Caldones 33391 Gijón (Asturias)
Tel. 985 137 232 Fax 985 876 470
info@reyn-ingenieros.com www.reyn-ingenieros.com

SEBASTIA, DISSENY ESTRUCTURAL SL
Carretera C-13 Km 133 25594 Rialp (Lleida)
Tel. 973 620 373 Fax 973 621 224
comercial@sebastia.es www.sebastia.es

TARIFLEX, S.L.
Pº de las Acacias, nave 4. 40109 La Pradera de Naval-
horno (Segovia)
Tel. 921 472 366 Fax 921 473 815
tariflex@jazzfree.com www.tariflex.com

TIMBER INGENIERÍA EN MADERA, S.L.
Avda. de la Argentina, 132 33213 Gijón (Asturias)
Tel. 985 308 208 Fax 985 308 228
info@timbermadera.com

TOCA TEJA CERAMICA, S.L.
C/ Santa Victoria, 11 Bloque 4, local 3 (comp.res. "Camp

Reig") 08395 Sant Pol de Mar (Barcelona)
Tel. 937 602 269 Fax 937 602 130
tecnic@tocateja.es www.tocateja.es

HERRAJES PARA ESTRUCTURAS

ROTHO BLAAS, SRL
Via dell'Adige 2/1. I-39040 Cortaccia (BZ) Italia
Tel.+39 335 617 80 82 Fax +39 0471 81 84 84
espana@rothoblaas.com www.rothoblaas.com

SIMPSON STRONG-TIE
Z.A.C. des 4 chemins 85400 Sainte Gemme La Plaine,
Francia
Tel. 00 33 251 28 44 00 Fax 00 33 251 28 44 01
commercial@strongtie.com www.simpson.fr

SFS INTEC E. y F., S.A.
c/ La Fragua, 1, ofic. 2105 28933 Móstoles (Madrid)
Tel. 916 142 514 Fax 916 146 228
es.mostoles@sfsintec.biz

T y T AGINCO, S.L.
González Tablas 6, 1º izda. 31004 Pamplona (Navarra)
Tel. 948 236 871 Fax 948 151 291
tyt@telefonica.net tytaginco@infonegocio.com



© Miguel Nevado

Bodegas Anta Natura. Arquitecto Federico Ortega Ortega. Ingeniería Enmadera.info (Miguel Nevado)

FORJADOS, MUROS Y CUBIERTAS CON TABLEROS ESTRUCTURALES DERIVADOS DE LA MADERA

DEFINICIONES

Tableros derivados de la madera estructurales: son aquellos tableros que se utilizan en aplicaciones estructurales, cuyas propiedades mecánicas (valores característicos) se han determinado de acuerdo con la normativa vigente para poder realizar el cálculo de la estructura. Véase capítulo “Tableros derivados de la madera estructurales”.

Cerramiento estructural de forjado: ensamble de tableros derivados de la madera dispuesto sobre viguetas sobre la que apoya el cerramiento. El cerramiento del forjado se caracteriza porque se apoya sobre viguetas y cuando se somete a carga puede flexionar libremente entre éstas.

Cerramiento estructural de muro: tablero derivado de la madera capaz de soportar resistencia mecánica a un muro estructural.

Cerramiento estructural de cubierta: ensamble de tableros derivados de la madera sustentado sobre pares sobre los que apoya el cerramiento de cubierta. Se caracteriza porque se apoya sobre los pares y cuando está sometido a cargas puede flexionar libremente entre estos.

- cubierta caliente: diseño de la cubierta de forma que los tableros que se apoyan sobre los pares están colocados por debajo del aislamiento. Se considera que los tableros están bajo las condiciones correspondientes con la clase de servicio 1.
- cubierta fría: diseño de la cubierta de forma que los tableros y algunos de los pares sobre los que apoyan están colocados por encima del aislamiento. Se considera que los tableros están bajo las condiciones correspondientes con la clase de servicio 2.

SELECCIÓN DE TABLEROS

Los principales parámetros a la hora de elegir los

tableros a utilizar son:

- clase de servicio correspondiente a su utilización
- prestaciones mecánicas de los tableros
- cargas que tienen que soportar
- duración de las cargas
- durabilidad del tablero
- dispongan del marcado CE y de marcas o sellos de calidad voluntarios

Otros parámetros, sobre todo en la construcción de muros, están relacionados con las prestaciones globales de los muros como: aislamiento térmico, riesgo de condensación intersticial, etc.

TOLERANCIAS DIMENSIONALES

Las tolerancias dimensionales son las mismas que se han definido en el tema de productos – tableros derivados de la madera (UNE EN 324-1)

CAMBIOS DIMENSIONALES

El aumento de anchura o longitud debido a un cambio en la humedad relativa del aire al pasar del 35% al 85% a una temperatura de 20°C no debe ser mayor de 4mm/m, cuando se realiza el ensayo de acuerdo con la norma UNE EN 318. En la norma ENV 12872 se incluyen las variaciones dimensionales correspondientes a una variación de 1% de su contenido de humedad.

CONTENIDO DE HUMEDAD

Su contenido de humedad varía según las condiciones higrotérmicas del ambiente en que se encuentran, afectándole en primer lugar la humedad relativa del aire. El contenido de humedad de los tableros a su salida de fábrica suele ser muy bajo desde un 3 a un



7%, dependiendo del tipo de tablero y condiciones particulares. Se aconseja su acondicionamiento previo a las condiciones correspondientes a su lugar de aplicación.

VERIFICACIONES ESTRUCTURALES | PROPIEDADES MECÁNICAS Y MÉTODOS DE ENSAYO

Las verificaciones a realizar dependen del tipo de carga que soportan los tableros.

1.- Cargas uniformemente repartidas

Para todos los tableros se debe comprobar su comportamiento comparándolos con los valores característicos (resistencias) y medios (módulos de elasticidad) de las propiedades mecánicas. Así mismo se comprobarán las flechas – deformaciones.

2.- Cargas concentradas

En este caso particular al no disponer de valores normalizados del comportamiento de los tableros es necesario realizar ensayos para poder determinar y comprobar las prestaciones que se definen a continuación. En la norma UNE EN 12871 se indican las especificaciones y los requisitos funcionales de los tableros utilizados en estas aplicaciones, junto con los métodos de ensayos.

3.- Carga de choque

Representa el impacto de un cuerpo blando resultante de la actividad de personas u objetos. En función del tipo de cerramiento (forjado sobre viguetas o de cubierta sobre pares; o muro). Se ha de cumplir la correspondiente especificación ensayo de comportamiento.

RESISTENCIA AL FUEGO

La resistencia al fuego de las estructuras de madera en la que intervienen los tableros estructurales se calcula por medio de la velocidad de carbonización, que para tableros con espesores mayores o iguales a 20 mm y densidad característica de 450 kg/m³ tiene los siguientes valores:

- Tableros de madera maciza: 0,9 mm/mn
- Tableros contrachapados: 1,0 mm/mn
- Tableros derivados de la madera diferentes al contra-

chapado: 0,9 mm/mn

Para más información consulte la bibliografía técnica relativa a este tema.

MEDIOS DE FIJACIÓN

Se recomienda utilizar preferentemente clavos de fuste anillado o helicoidal de cabeza plana, u otros tipos de clavos o tornillos mejorados con una capacidad de anclaje superior. En la clase de servicio 2 se recomienda fijar los tableros con conectores resistentes a la corrosión, como acero galvanizado o zincado, acero inoxidable austenítico, bronce al fosforo y bronce al silicio. En todo caso se deben seguir las instrucciones del fabricante, en el caso de que las aporte junto con los tableros.

Cuando los sistemas de fijación sean un elemento esencial en el diseño, las resistencias características bajo la acción de las cargas y las propiedades de deformación pueden determinarse mediante cálculo de acuerdo con el Eurocódigo.

Para más información consulte la bibliografía técnica relativa a este tema.

DIFERENCIAS DE ALTURA EN LAS JUNTAS DEL TABLERO

La diferencia de alturas en la cara superior de una junta entre tableros medida a una humedad relativa del (65 ± 5 %) y a una temperatura de (20 ± 2°C) no debe superar:

- 0,8 mm en los tableros no lijados
- 0,4 mm en los tableros lijados

CERRAMIENTOS DE FORJADOS

Se recomienda utilizar tableros solamente en las clases de servicio 1 y 2.

En su puesta en obra se han de definir correctamente las siguientes fases y detalles constructivos:



- Preparación de la estructura:
- Juntas y uniones entre tableros (a tope o machihembrados)
- Juntas perimetrales
- Forma de colocación
- Fijaciones (separaciones máximas: perímetro, intermedias y a los bordes, en función del tipo de tablero)
- Sellantes y acabado de superficies
- Cubriciones – materiales rígidos (cambios dimensionales)

Para más información consulte la bibliografía técnica relativa a este tema.

CERRAMIENTOS DE MUROS

Se recomienda utilizar tableros solamente en las clases de servicio 1 y 2.

Aunque existe una gran variedad de tipologías, lo más habitual es proteger los tableros con una membrana transpirable y con revestimientos tales como fábrica de ladrillo, entablado exterior de madera, teja, tejuelas u hojas de metal perfiladas.

Se recomienda crear un espacio ventilado entre el revestimiento y la cara externa de los tableros de muro y fijar el revestimiento interior a los montantes de la estructura intercalando una barrera de vapor entre ambos. De las ventajas de los muros fabricados con tableros derivados de la madera se destaca su gran aislamiento térmico, ya que permiten la colocación de materiales aislantes entre los montantes. Otro aspecto importante a considerar son los riesgos de condensación, que requieren la colocación de film de polietileno y en su caso de membranas respirantes.

En su puesta en obra se han de definir correctamente las siguientes fases y detalles constructivos:

- Preparación de la estructura:
- Juntas y uniones entre tableros (a tope o machihembrados)
- Juntas perimetrales
- Forma de colocación
- Fijaciones (separaciones máximas: perímetro, intermedias y a los bordes, en función del tipo de tablero)
- Sellantes y acabado de superficies
- Cubriciones – revestimientos (cambios dimensionales)

Para más información consulte la bibliografía técnica relativa a este tema.

CERRAMIENTOS DE CUBIERTAS

Se recomienda utilizar tableros solamente en las clases de servicio 1 y 2, y secar completamente todo tablero que haya estado expuesto a la lluvia o humedad antes de colocar el recubrimiento o de someterlo a la carga de trabajo prevista.

Tipos de cubiertas

Cubiertas planas

- cubiertas calientes: El cerramiento de la cubierta y soporte están en el lado caliente del aislamiento. Es esencial prever un aislamiento suficiente en la cubierta e incluir una barrera de vapor eficaz para evitar el riesgo de condensación.

- cubiertas frías: El cerramiento de la cubierta y parte de los soportes se encuentran en el lado frío del aislamiento. Es importante prever una ventilación y barreras de vapor adecuadas para evitar el riesgo de condensación en la cubierta.

Cubiertas inclinadas

Los tableros se dispondrán con sus juntas de unión alternadas y se ha de prever una ventilación para evitar la condensación en la cara interna:

Puesta en obra

En su puesta en obra se han de definir correctamente las siguientes fases y detalles constructivos:

- Preparación de la estructura:
- Juntas y uniones entre tableros (a tope o machihembrados)
- Juntas perimetrales
- Instalación
- Fijaciones (separaciones máximas: perímetro, intermedias y a los bordes, en función del tipo de tablero)
- Sellantes y acabado de superficies
- Cubriciones – revestimientos (cambios dimensionales)

Para más información consulte la bibliografía técnica relativa a este tema.



CIMENTACIÓN CON MADERA: PILOTES

DEFINICIÓN

Los pilotes son piezas de madera redonda o cilindrada, sumamente rectos, que normalmente, y principalmente en el caso de las cimentaciones, se mecanizan en punta para facilitar su introducción y empotramiento en el suelo.

HISTORIA

El concepto del pilote para la construcción se remonta hasta el Neolítico (6.000 años), Como lo demuestran los restos de las construcciones localizadas en Suiza realizadas por las tribus "habitantes de los lagos suizos" con objeto de elevar sus moradas del suelo para evitar la acción de los animales salvajes. Su utilización se ha mantenido hasta nuestro días.

Algunas de las referencias históricas más significativas son las siguientes:

- Efeso, ahora Oeste de Turquía, donde se construyó un gran templo entorno al año 600 a.C. que sigue conservando su cimentación original de pilotes de madera.
- Cerca de Rochester, Inglaterra, las excavaciones de una vieja vía romana reveló la existencia de pilotes de madera de 1900 años de antigüedad en excelentes condiciones de mantenimiento.
- Viejo puente de Londres, se cimentó en 1176 sobre tajamares de piedra apoyados sobre pilotes de olmo que duraron 600 años.
- Venecia es uno de los paradigmas de la construcción sobre pilotes. Se empezó a construir sobre a partir del siglo IX. La capa superior del fondo de la laguna de Venecia está constituida por arena y fango, lo que no ofrecía ningún apoyo a posibles construcciones. Ante esa incapacidad de carga del terreno, se optó por clavar en el fondo un conjunto de pali, o troncos de roble, aliso o alerce, hasta llegar a la capa de arcilla más profunda.
- La torre del Campanile de Venecia se reconstruyó en 1902 sobre los mismo pilotes de madera de 1000 años de antigüedad, todavía en excelente estado.

- El casco antiguo de la ciudad de Amsterdam se apoya sobre alrededor de once millones de pilotes de madera, única manera de construir sobre el terreno de turba que se extiende a ambos lados del río Amstel. En Amsterdam destaca el enorme edificio del Palacio Real (1648-1665) o el Ayuntamiento con cimentación a base de 13.600 pilotes de madera. Así mismo la ciudad de Lousiana se erigió sobre postes de madera.
- La catedral de San Isaac de San Petersburgo (1818-1868), el tercer edificio cupular más grande del mundo por su altura (101,5 m) está apoyada sobre 24.000 pilotes de pino.
- El puente de Brooklyn, en Nueva York, descansa sobre cajas neumáticas formadas con pilotes de pino amarillo de 4,5 m de largo (4,5 metros); al igual que el puente de Notre Dame (Paris) o el puente de Toledo (Madrid) (al realizar las obras de remodelación de la M-30 se ha visto que los pilotes de madera estaban bastante deteriorados).

Algunas referencias actuales más significativas son las siguientes:

- En la cimentación del Aeropuerto J F Kennedy se utilizaron pilotes de madera de 30 tn de capacidad portante.
- En la gran cúpula de Lousiana se utilizaron pilotes de madera de 210 mm de diámetro que soporta 130.000 m³ de hormigón y 18.000 Tn de acero.
- En el viaducto de Winnemucca (Nevada, EEUU), de 300 m de largo, se usaron pilotes de madera que soportan 70 Tn.
- En España, en la nueva autovía de Cádiz del año 2007 se han utilizado pilotes de eucalipto.

APLICACIONES

Los pilotes de madera se emplean como estructura vista (pilares) u oculta (cimentaciones / compactación del terreno), utilizandose habitualmente como cimentaciones de edificios, depósitos, puentes, conducciones, pasarelas, rompeolas, embarcaderos, muelles, pantalanés, etc. En aquellas regiones donde el tronco del árbol es un material habitual y fácilmente



asequible se emplean como cimentaciones lacustres o marinas.

En su aplicación como cimentaciones, los pilotes sirven para:

- transmitir directa o indirectamente la carga al terreno, alcanzando un firme que está más profundo (cimentación propiamente dicha).
- compactar el terreno, mejorando su capacidad portante.
- resistir las cargas verticales y laterales que soportan y transmiten (actúan como pilares).

Los pilotes de madera son mejores que sus homólogos de hormigón o acero en lo que se refiere a su bajo coste, facilidad de transporte, manipulación (especialmente en zonas de difícil acceso), durabilidad (en la que se incluye su buen comportamiento en suelos ácidos o alcalinos), no se ven afectados por las corrientes eléctricas, no requieren protecciones frente a la corrosión, y a su facilidad de corte, mecanización e instalación. Además constituye la cimentación más barata en relación con la carga soportada.

Su calidad y durabilidad es la misma que la de los materiales alternativos siempre que se respeten las peculiaridades de la madera. Son particularmente adecuados para lugares de difícil acceso o donde el taladro o el empleo del hormigón presenta problemas, como por ejemplo:

- Terrenos con un nivel freático alto, o donde el firme se encuentra bajo un estrato de arena, arcillas blandas o suelos orgánicos.
- Terrenos de aluvión profundos, donde la capacidad del pilote viene determinada por el rozamiento a lo largo del fuste.
- Terrenos granulares disgregados o sueltos.
- Suelos ácidos o alcalinos, o los que tienen alto contenido en sulfatos o dióxido de carbono libre.

Los pilotes de madera no son adecuados para terrenos duros como la arena densa.

ESPECIES DE MADERA Y CALIDAD DE LA MADERA

Especies

Las especies de coníferas son las más utilizadas. En

Escandinavia y Europa central se han empleado históricamente el abeto, el pino silvestre, y en menor medida el abeto Douglas (o Pino Oregón) y el alerce. En EEUU y Canadá son los pinos amarillos, junto con el alerce, el s-p-f (lodgepole pine), el cedro rojo y el abeto Douglas.

En cuanto a las frondosas boreales y australes se han utilizado el roble, el haya, el fresno, el castaño, el abedul, el olmo, el roble rojo y los eucaliptos. Actualmente el uso de frondosas es escaso; en España se ha empleado recientemente el Eucalipto rojo como cimentación de una autovía en Cádiz.

En relación con las frondosas tropicales las más empleadas en ambientes marinos son Alan-Batu, Alep, Azobe, Balau amarillo, Basralocus, Bilinga, Cumaru, Doussie, Elondo, Greenheart, Louro, Mangle, Makore, Merbau, Quebracho (Lapacho), Teca, Jarrah (eucalipto marginata), Mangle, Tupertine, etc.

Calidad de la madera

La selección de madera para pilotes se fija especialmente por su fibra recta y por estar libre de defectos.

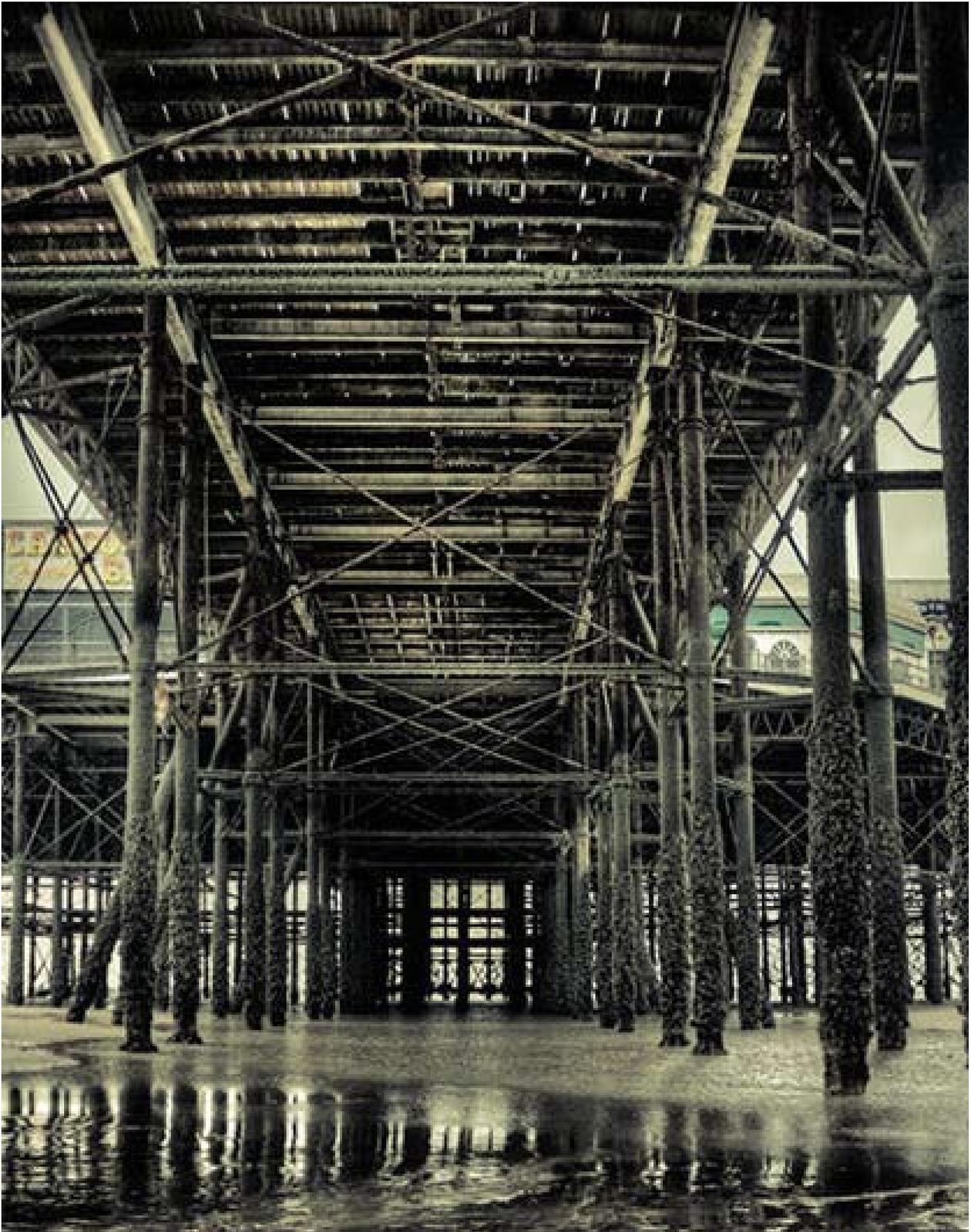
Contenido de humedad

Si el pilote es de madera tratada tendrá el contenido de humedad habitual de la madera en rollo tratada, aproximadamente entre un 20 - 25%. En el caso de que el pilote vaya a quedar sumergido el contenido de humedad no tiene importancia.

DIMENSIONES Y FORMATOS

En estructuras vistas se puede utilizar tanto la madera maciza, en formato de madera en rollo simplemente desramada o cilindrada, como la madera laminada encolada escuadrada o cilindrada. En estructuras ocultas se opta principalmente por la madera maciza en rollo desramada con una ligera conicidad.

En EEUU tienen normalizadas sus dimensiones (longitud - diámetro mínimo de la parte superior), véanse las normas ASTM D 25 y CAN 3-056.



Pilotes aéros en el Balneario de Brighton (Inglaterra)

DURABILIDAD | TRATAMIENTOS PROTECTORES

Los pilotes de madera han sido ampliamente utilizados a lo largo de la historia, su durabilidad depende principalmente de las características de su ubicación. También es interesante destacar que la madera es muy resistente a los suelos alcalinos y ácidos, mientras que no es posible utilizar pilotes de metal y de hormigón debido a la gran corrosión que se produce en suelos extremadamente ácidos. Como ejemplos de esta situación se menciona la terminal de container Brambles en Burnie - Tasmania (ph 11,5) y la estación de transferencias de residuos de Auburn - Alabama (ph 2,5)

Pilotes de madera sin tratar

Cuando se colocan bajo el nivel freático sin ningún tratamiento su duración es ilimitada. Son virtualmente inmunes a la degradación biológica incluso en especies no-durables, debido a la ausencia de oxígeno; la excepción es el caso de la madera de albura que sólo puede ser degradada, pero muy lentamente, por bacterias anaeróbicas (efectos importantes se apreciarían a los 50 años).

Pilotes de madera tratada

Los pilotes tratados en profundidad totalmente embebidos en el suelo (se cortan para que queden por debajo del nivel freático) y encepados o coronados con losas de hormigón tienen una duración estimada, según científicos norteamericanos, igual o superior a 100 años.

Los pilotes tratados en profundidad utilizados:

- por encima del nivel del suelo tienen una duración estimada, según técnicos norteamericanos, de 40 a 75 años dependiendo de la zona geográfica.
- en agua dulce tienen una duración estimada, según las mismas fuentes, de 30 a 70 años dependiendo de la zona geográfica.

Pilotes para muelles

Los pilotes utilizados en muelles, pantalanes u otras obras marítimas tienen una problemática particular, especialmente en regiones cálidas debido tanto a la acción de los xilófagos marinos (los Teredos y la Limnoria), como a los golpes que sufren en las maniobras de atraque de los barcos. Los pilotes tratados en profundidad utilizados en agua del mar, tienen una

duración estimada, según los norteamericanos, de 25 a 50 años dependiendo de la zona geográfica.

TIPOLOGÍA

- Según su función se distinguen tres tipos de pilotes: de cimentación, de compactación y como estructura al aire.
- Según su forma de trabajo se distinguen tres tipos de pilotes: de punta, de fricción y mixtos.
- Según los materiales utilizados tenemos los simples (sólo madera) o compuestos (madera - hormigón o madera - acero).

PROPIEDADES RESISTENTES

En las antiguas Normas Tecnológicas (NTE) no se contemplaban las cimentaciones con pilotes de madera

En el Código Técnico de la Edificación - Documento Básico de Seguridad Estructural - Cimientos (CTE - DB SE-C) se especifica que se puede utilizar la madera (véase capítulo 5 "Cimentaciones profundas" apartado 5.3.8 "Consideraciones estructurales" de DB SE-C). Los norteamericanos tienen normalizadas las tensiones admisibles en la norma ASTM D 25.

Los pilotes se proyectan como columnas y debe considerarse su posible arriostamiento, especialmente para alturas no soportadas lateralmente por encima del nivel del terreno. En el Reino Unido existe una norma de cálculo, la BS 5268, que puede usarse para calcular la capacidad portante axial de los pilotes incluyendo los que sobresalen del terreno.

INSTALACIÓN Y PUESTA EN OBRA

Su instalación y puesta en obra incluye las siguientes fases y operaciones: replanteo, hincado, desmochado de las cabezas, encepado, plataforma, manejo e izamiento de pilotes.



Pilotes para pantalán en Kastrup (Suecia). Arquitectos White Arkitekter

PUENTES DE MADERA

DEFINICIÓN

En primer lugar habría que distinguir los puentes y las pasarelas, cuyas definiciones de acuerdo con la definición de la Real Academia Española son:

- Puentes: construcción de piedra, ladrillo, madera, hierro, hormigón, etc., que se construye y forma sobre los ríos, fosos y otros sitios, para poder pasarlos.
- Pasarela: puente pequeño o provisional. Puente para peatones, destinado a salvar carreteras, ferrocarriles, etc.

HISTORIA

La madera es un material tradicional en la construcción de puentes, su historia y desarrollo se puede dividir en 4 períodos en función del grado de sofisticación de los mismos que van en paralelo con la evolución industrial.

- desde la prehistoria hasta la Edad Media (1.000 d.C)
- desde la Edad Media hasta el siglo XVIII (1.000 - 1.800)
- el siglo XIX (1.800 - 1.900)
- el siglo XX y XXI

Desde la prehistoria hasta la Edad Media (1.000 d.C)

Desde la prehistoria los puentes se construían utilizando árboles caídos o cortados. La idea de los puentes colgantes surgió, probablemente en las regiones subtropicales, al utilizar lianas y fustes de pequeñas dimensiones, que posteriormente pasarían a ser de cuerdas y cada vez de diseños más sofisticados. Uno de los puentes más antiguos de los que se tiene noticia es por la descripción que hace Julio César en La Guerra de las Galias del puente construido por los galos en las montañas de Savor (Italia). Otro es el propio Puente de César sobre el Rin, donde se aprovechaba el empuje del río para reforzar las uniones, un puente con 400-500 metros de longitud. Los romanos construyeron en efecto grandes puentes de madera. Además del mencionado que era un puente

de caballetes provisional, son muy conocidos los del Támesis y Danubio (104 D.C.), conocido como Puente de Trajano que consta de 20 pantalanos de 45 metros de altura, unidos entre sí por un arco de madera y una luz de 52 metros.

Desde la Edad Media hasta el siglo XVIII (1.000 - 1.800)

Las referencias bibliográficas hasta el siglo XV son muy escasas e incompletas. Por ejemplo en el siglo XII se tienen referencias del puente normando de Wye en el Chepstow.

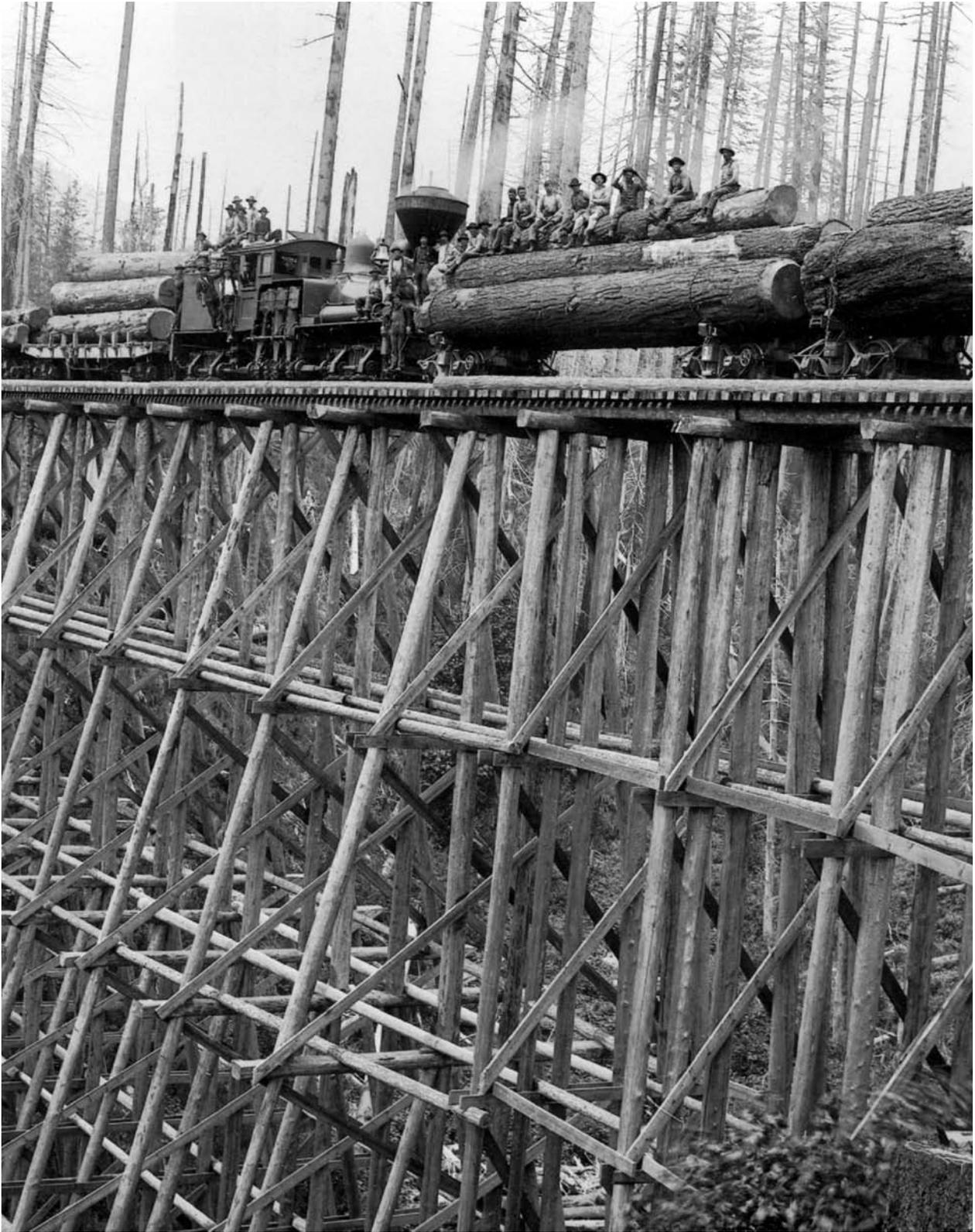
También el gran Leonardo Da Vinci (1452 - 1519) esbozó una serie de ingeniosos puentes de madera, algunos de los cuales se han construido en la actualidad siguiendo sus dibujos. Entre sus escritos aparecen puentes giratorios, de construcción rápida, etc.

En el Renacimiento y durante los siglos XVI, XVII y XVIII, se prodigó la construcción de puentes debido a la necesidad de mejorar el intercambio de mercancías.

La comprensión de los principios de la resistencia de materiales facilitó la construcción de estructuras más avanzadas y nuevas técnicas constructivas, que incluían arcos, cerchas y elementos colgantes. Los puentes más antiguos que quedan en pie en Europa datan de los siglos XIV y XVI. El simple hecho de que fueran puentes cubiertos ha facilitado su conservación. Es el caso de los puentes Kapell y Spreuer, en Lucerna, que cruzan el río Reuss. Otros puentes cubiertos de gran valor están también en Suiza (Berna) y fueron construidos en el siglo XVI. Entre ellos destacan el de Neubrugg (1532), Gummenen (1555), Wagen (1559) y Aarberg (1568); muchos se encuentran en buenas condiciones y en uso (algunos incluso para tráfico pesado).

En el siglo XVIII se produce el gran auge de los puentes de madera. En esa época se reconoce la titulación académica de los ingenieros civiles. Los franceses destacaron por sus puentes largos, con luces de 20 a 46 metros, a base de arcos de madera rebajados de madera laminada empernada. Entre los puentes europeos se destacan por países los siguientes.

Alemania: el puente cubierto de Schaffhausen en 1758 diseñado por Hans Ulrich Grubenmann y el puente



Puente forestal en Seattle (EEUU)

sobre el río Wittingen, de un solo vano de 120 metros.

Inglaterra: el puente Putney que cruzaba el Támesis. Con 26 arcos, estuvo operativo desde 1726 hasta 1870.

Estados Unidos, aunque el despegue se produjo en 1.800, se tienen referencias de los siguientes puentes: el "Great Bridge" construido en 1660 que unía Cambridge con Brighton, cerca de Boston; el puente sobre el río York en Maine, construido en 1761 por Samuel Sewell (tenía 52 metros de largo y una anchura de 7,6 metros, con una ligera curva que permitía el paso de embarcaciones, estaba apoyado sobre 13 pilares); el puente Piscataqua en Portsmouth - New Hampshire, construido por Timothy Palmer en 1794 (un puente muy ingenioso con una luz de 719 metros y una anchura de 11 metros. En su época el puente estaba considerado como una maravilla y una obra maestra de la arquitectura, que se conocía como "El gran Arco").

China: el desarrollo de caminos y canales de agua durante la época imperial (617-1644) requirió una gran demanda de puentes: de entramado de madera, de voladizos, suspendidos pero destacan sobre todo los de arcos de piedra.

Japón: el puente Kintai sobre el río Nishiki en la ciudad de Iwakuni tiene una longitud de 210 metros.

El siglo XIX (1.800 - 1.900)

La industrialización provocó una gran evolución por el mejor conocimiento de las estructuras y por utilizar herrajes metálicos (pernos, conectores, puntas, etc.), con uniones solapadas en vez de uniones de caja y espiga propios de la carpintería de armar en madera. La triangulación en los sistemas estructurales y la aparición de normas de diseño y cálculo ofreció una mayor fiabilidad.

En Europa durante 1802-1807 el ingeniero bávaro Wiebeking desarrolla el laminado horizontal para la construcción de puentes y en 1809 construye el primer puente de madera laminada encolada en Altenmarkt. Mientras en Gran Bretaña, Isambard Kingdom Brunel construye viaductos para los ferrocarriles del sureste de Inglaterra y sur de Gales con sofisticados conceptos de diseño y empleando madera tratada en autoclave. En el terreno de los puentes cubiertos hay que mencionar en Alemania el de Hasle-Rüegsau con un arco de 60 metros de longitud y el de Schüpbach de 1839 en Signau y cubre una luz de 43,4 metros con un arco

de madera.

En Norteamérica la madera jugó un importante papel en el desarrollo económico para favorecer el comercio a través de puentes de madera con grandes luces. Los ingenieros competían entre sí para realizar los proyectos más arriesgados y mayores incidiendo también en los aspectos de protección, lo que dio lugar a multitud de puentes cubiertos.

El primero fue el "Waterford Bridge" (1804), que cruza el río Hudson en Nueva York. Fue construido por Theodore Burr con madera de pino amarillo. Se cubrió en el año 1814 y todavía se mantiene en uso, consta de 4 arcos con luces de 47, 49, 53 y 55 metros.

El ingeniero Lewis Wernwag (1770 - 1843) construyó 29 puentes en 27 años. El más importante es el Colosus de 1812 sobre el río Schuylkill, Pensilvania, con una luz de 102 metros.

A partir de 1820 los puentes dejan de construirse con arcos. Con la patente de cerchas reticulares de Ithiel Town, se produjo un salto conceptual. Patentes posteriores de Col Stephen H. Long (1830), William Howe (1840), Thomas W. y Caleb Pratt (1844) posibilitaron la construcción más eficaz y económica de puentes de madera.

A partir de 1830 la madera tuvo que empezar a competir con los puentes metálicos en la expansión del ferrocarril los cuales repetían al principio los diseños empleados en madera.

Los puentes colgantes son muy antiguos pero los primeros que se conocen en Europa son los de China gracias a las fotos realizadas por el escocés Forrest en el siglo XIX.

Los primeros diseños de grandes luces se obtienen precisamente gracias al desarrollo de cables de acero que sujetan el tablero de madera. Uno de los más antiguos en uso es la pasarela peatonal de Ojuela (México) construido en 1892 con una luz de 278 metros.

El siglo XX y XXI

Los sistemas reticulados y las cerchas se introdujeron en Norteamérica en puentes cubiertos particularmente el sistema reticular Town and Howe.

Se avanza en el campo de los protectores de madera y de los sistemas de tratamiento con autoclave.

Se desarrollan nuevos y mejores adhesivos, que han desembocado en la madera laminada encolada.

Se perfeccionan los herrajes para resolver las uniones.

De 1936 en Sioux Narrows, Kenora (Ontario, Canadá) un impresionante puente de Pino Oregón tratado



Pasarela peatonal en Thuringen (Alemania)

con creosota y cerchas tipo Howe; durante muchos años fue el puente de madera más largo (64 metros) utilizado como carretera de doble sentido. Desde entonces el desarrollo de puentes de madera ha tenido un desarrollo continuo que se ha intensificado en los últimos años tras un intervalo de 40-50 años en que dominaban completamente los metálicos y hormigón (normalmente pretensado o postensado).

APLICACIONES

Los puentes de madera pueden utilizarse tanto para el paso de vehículo (vehicular) y de personas (peatonales), como de personas con un uso ocasional para vehículos como los de los campos de golf y parques naturales (los puentes para el paso de ciclistas, que cada vez se utilizan más, se clasifican en un grupo aparte).

CLASIFICACIÓN

Se pueden definir dos grandes tipos de puentes según su estructura:

1_ De placas de madera:

Estructuras construidas por elementos formando placas. Tienen como limitación la luz máxima que puede alcanzar, salvo que se combinen con otros tipos estructurales.

2_ De barras de madera:

La estructura principal se realiza con piezas lineales (o barras) con luces variables dependiendo del tipo estructural:

- de vigas de madera maciza o laminada, con luces de 3 a 24 metros. Se basa en vigas en V invertida, generalmente triarticuladas.

- de viga reticulada o vigas planas organizadas por barras lineales creando un sistema triangulado. Existen diferentes disposiciones de retículas o cerchas y elementos de unión, siendo el tipo principal la Howe. Sus luces varían de 9 a 45 metros.

- en arco triarticulado de madera laminada encolada. El arco normalmente es una parábola, un círculo o una línea sinusoidal. Se emplean para grandes luces, desde 12 a 70 metros.

- colgante: donde el tablero está sujeto por cables de acero atados a uno o dos (o más) mástiles. La incorporación de apoyos intermedios permite aumentar las luces.

- de apertura donde el tablero del puente está compuesto por dos piezas independientes que pueden izarse dejando libre el paso o bien deslizarse lateralmente. La luz máxima recomendada es de 24 metros.

MATERIALES

Los materiales que se pueden utilizar son madera aserrada o en rollo, madera laminada encolada y otros productos estructurales compuestos o composites (perfiles estructurales de madera microlaminada LVL, de chapas de madera ("PSL, Parallel Strand Lumber), de virutas de madera laminadas ("LSL", Laminated Strand Lumber), de macro-virutas de madera orientadas ("OSL" Oriented Strand Lumber), etc.

DURABILIDAD Y PROTECCIÓN DE LA MADERA

No hay que olvidar que todos los materiales que intervienen en los puentes de madera (tirantes, herrajes, etc.) deben someterse a un mantenimiento. A veces los altos costes de éstos constituyen una oportunidad para los puentes de madera especialmente los que emplean nuevos productos compuestos de madera.

Durabilidad natural de la madera y tratamiento
Existen especies de maderas con una gran durabilidad natural y que, en ciertas condiciones, pueden superar a los metales y a la fábrica de ladrillo, piedra y hormigón. Cuando su durabilidad natural sea insuficiente se realiza un tratamiento en profundidad con autoclave. La durabilidad natural de las distintas especies de madera está definida en la norma EN 350.

MANTENIMIENTO

Además del tratamiento en profundidad se requiere una protección superficial de la madera frente a las inclemencias atmosféricas, principalmente frente al sol y la lluvia. La decisión final del producto a utilizar depende, básicamente, del comportamiento del producto durante el tiempo que protege superfi-



Pasarela peatonal, diseño original de Leonardo Da Vinci en una carretera de Noruega

cialmente a madera y de la facilidad para realizar su mantenimiento o renovación.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Los detalles constructivos están enfocados a aumentar la durabilidad de la madera, y a reducir la clase de uso. Entre las partes del puente más conflictivas desde el punto de vista de su durabilidad hay que destacar las testas o extremos de las piezas, las caras o superficies superiores de elementos expuestos a la intemperie, las uniones de carpintería de elementos (principalmente en las barandillas, guardamanos, parapetos, etc.), el tablero del puente, la unión entre el tablero y las vigas, las uniones y anclajes de elementos verticales estructurales (pilares, etc.).

CÁLCULO ESTRUCTURAL

En el Eurocódigo 5 "Cálculo de estructuras de madera", parte 2 Puentes se detalla la forma de calcular los puentes de madera.

SUMINISTRADORES

HERRAJES PARA ESTRUCTURAS Y PUENTES

ROTHO BLAAS, SRL
Via dell'Adige 2/1. I-39040 Cortaccia (BZ) Italia
Tel. +39 335 617 80 82 Fax +39 0471 81 84 84
espana@rothoblaas.com www.rothoblaas.com

SIMPSON STRONG-TIE
Z.A.C. des 4 chemins 85400 Sainte Gemme La Plaine,
Francia
Tel. 00 33 251 28 44 00 K 00 33 251 28 44 01
commercial@strongtie.com www.simpson.fr

SFS INTEC E. y F., S.A.
c/ La Fragua, 1, ofc. 2105 28933 Móstoles (Madrid)
Tel. 916 142 514 Fax 916 146 228

es.mostoles@sfsintec.biz
T y T AGINCO, S.L.
González Tablas 6, 1º izda. 31004 Pamplona (Navarra)
Tel. 948 236 871 Fax 948 151 291
tyt@telefonica.net tytaginco@infonegocio.com

INGENIERÍA

MADERGIA
Centro Europeo de Innovación de Navarra Pol Ind Mocholí Pza CEIN 5, Nave A14 31110 Noáin (Navarra)
Tel. y Fax 948 312 986
madergia@madergia.com www.madergia.com

INGENIERÍA, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE MADERA Y PUENTES

HOLTZA, S.A.
Polg. Ind. de Gojain C/ Padurea, 2B 01170 Legutiano Alava
Tel. 945 465 508 Fax 945 465 570
eperea@holtza.es www.holtza.es

ARENAS Y ASOCIADOS INGENIERIA DE DISEÑO S.L.
Hernán Cortés, 19 1º Dch., 39003 Santander (Cantabria)
Tfno: 942 319 960 - Fax: 942 319 961
info@arenasing.com # www.arenasing.com

CARAMES SEOANE, S.L.
Lugar de Muruxese s/n Rodeiro. 15386 Oza dos Rios (A Coruña)
Tel. 902 200 380 Fax 981 786 554
www.carames.com carames@carames.com

FARGEOT, S.A.
Aurora, 79 2ª-1º 08700 Igualada Barcelona
Telf. 938 055 678 Fax 938 052 559
fargeot.igualada@wanadoo.es www.fargeot.fr

FIGUERAS TECNIFUSTA, S.L.
Glossa d'en Llop nº 109 17130 L'Escala (Gerona)
Tel. 972 770 066-770 220 Fax 972 770 066
www.tecnifusta.com info@tecnifusta.com



Puente entre San Panaleón y Erla (Austria)

GRUPO POLANCO
Ctra. Cádiz-Algeciras, Km. 9,5 11130 Chiclana Cádiz
Tel. 956 491 111 Fax 956 531 111
polanco@polanco.net www.polanco.net

LAMINOR, S.A.
Polígono Industrial A Liceira 32500 Caraballiño Ourense
Tel. 988 275 199 Fax 988 275225
laminor@laminor.com www.laminor.com

MEDIA MADERA INGENIEROS CONSULTORES, S.L.
Avd. Juan Carlos I, 1 ofc. 3 33212 Gijón Asturias
Tel. 985 308 700 Fax 985 308 383
admon@mediamadera.com www.mediamadera.com

NARMER 7, S.L.
Carretera A-6050 Km. 0,430 23194 Jaén Tel. 953 234 931 Fax 953 234 919
narmer7@narmer7 www.narmer7.com

TRC, S.L.
Pº de la Acacia, nº 7. Polg. Ind. La Mora 47193 La Cistérniga Valladolid
Tel. 983 403 023 Fax 983-40.30.27
trc@trcsl.es www.trcsl.es

YOFRA, S.A.Ctra. a Elechas, s/nº 39792 Gajano Cantabria
Tel. 942 502 273 Fax 942 503 064
yofra@yofra.com www.yofra.com

ZURTEK, S.L.
Carretera Yurre-Dima, s/n 48141-DIMA (VIZCAYA)
Tel. 946 311 747 Fax 946 315 467
info@zurtek.net www.zurtek.net

INGENIERÍA Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE MADERA Y PUENTES

HOLTZA, S.A.

Polg. Ind. de Gojain C/ Padurea, 2B 01170 Legutiano Alava
Tel. 945 465 508 Fax 945 465 570
eperea@holtza.es www.holtza.es

JESFER DECORACIONES, S.L.

Pablo Neruda, s/nº Polg. Canal de Monegros 22270

Almudevar Huesca
Tel. 902 231 342 Fax 974 250 385
jesfer@jesfer.com www.jesfer.com

DEMADERA A.E.T., S.L.
Solar, s/nº 33213 Gijón Asturias
Tel. 985 328 926 Fax 985 329 955
administracion@demaderaestructuras.com www.demaderaestructuras.com

EGOIN, S.A.
Cº Astei. 48284 Natxitua-Ea (acceso por Ereño)
Tel. 946 276 000 Fax 946 276 335
ea@egoin.es www.egoin.es

ESMADER GALICIA, S.L.
Ribadeo 18, entlo. 1º. 27002 Lugo
Tel. 982 240 880 Fax 982 240 880

FRONDA INGENIERIA Y SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN EN MADERA
Corrida, 5 Bis Ofc. 3 33206 Gijón Asturias
Tel. 985 176 666 Fax 985 176 999
info@frondaonline.com www.frondaonline.com

MADERA Y ARQUITECTURA, S.A. MARQUISA
Muelle Tomás Olabarri 3, 1º izda. 48930 Las Arenas (Bizkaia)
Tel. 944 804 044 Fax 944 804 444
comercial@marquisa.es www.marquisa.es

MEDIA MADERA-INGENIEROS CONSULTORES, S.L.
Polígono Industrial Tabaza II Parcelas, 16 - 17 33430 Carreño (Asturias)
Tel. 985 516 916 Fax 985 516 919
admon@mediamadera.com www.mediamadera.com

MONTAJES C.I.A.B., S.L.
Plaza Paz Novoa, 3 Pta. 10 32003 Ourense Ourense
Tel. 988 392 204 Fax 988 392 081
montciab@teleline.es

OTMO, S.L.
Moliné, 9 08006 Barcelona
Tel. 932 019 482 Fax 932 019 354
otmo@otmo.net www.otmo.net

REY NUÑEZ INGENIEROS, S.L.
La Llomba, 8 - Caldone 33391-Gijón (Asturias)
Tel. 985 137 232 Fax 985 876 470
info@reyn-ingenieros.com www.reyn-ingenieros.com



Pasarela peatonal en Isla Cristina (Cádiz)