

Edificios de 'pan de bois' y su rehabilitación (I)

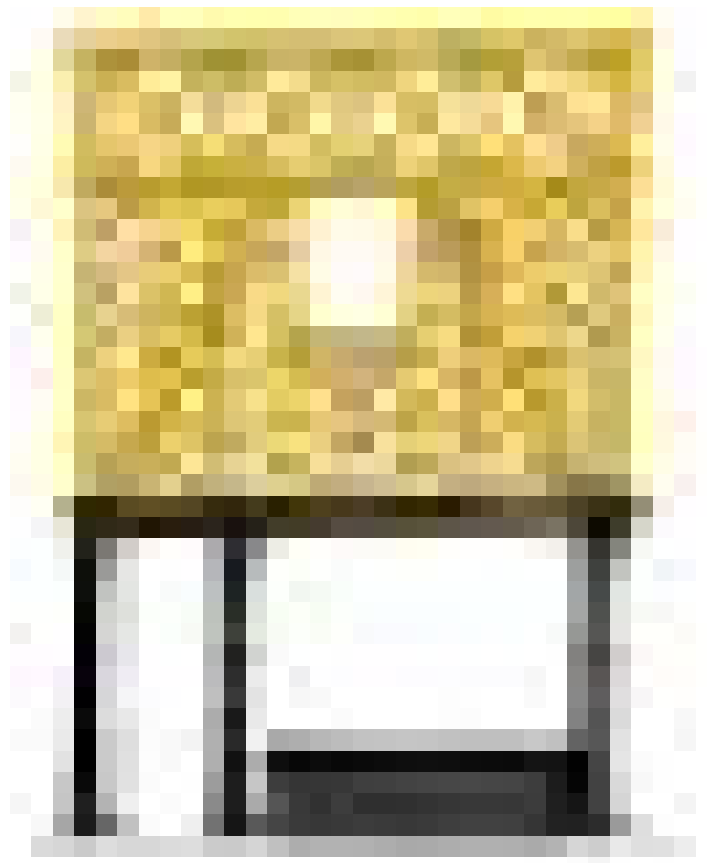
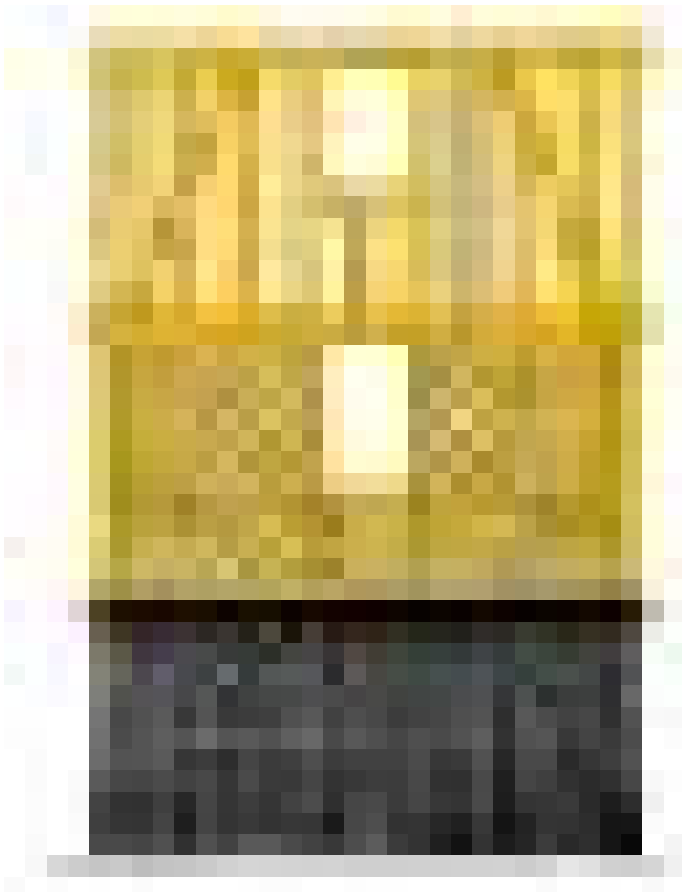
En algunos países centroeuropeos, especialmente en Francia, existe un notable parque de viviendas de entramado pesado, el cual, no sólo por interés cultural, sino de uso, debe conservarse. Por este motivo, se plantean los requerimientos mínimos para mejorar la habitabilidad de estas viviendas según los estándares actuales.

Reconocimiento del edificio existente

Edificios de 'pan de bois'

La traducción literal de 'pan de bois' sería la de 'paño de madera'. Aunque en la jerga propia de la construcción es muy frecuente el empleo del término 'paño' al referirse a un elemento superficial de pared o muro, se aplica en este caso con gran propiedad puesto que la madera forma una 'trama' al modo de las telas o paños. Nos referimos, pues, en este caso, a entrama-

dos pesados (de grandes escuadrías) por distinguirlos de los entramados ligeros actuales (balloon frame, platform, etc.). El entramado de madera es muy antiguo: al menos Vitruvio lo cita en el siglo III a. de C. y se conserva una primera pieza del siglo VIII a. de C. (la Casa Graticcio en Herculano). Su introducción se admite, frente a la piedra, por su buen comporta-



miento sísmico, todavía vigente hoy en día. Pensados y ejecutados con la técnica de los carpinteros de ribera estas casas permiten independizarse estructuralmente de sus vecinas.

Se trata, en principio, de edificios populares en contraposición a los de piedra, que predominaban en las casas burguesas, aunque también lo emplearon las clases altas, convenientemente adornadas con otros elementos auxiliares, escudos, blasones, etc. El castaño es la madera que más se emplea, por su resistencia al ataque de insectos y el relleno es adobe, cascotes o aglomerados varios (el opus reticulatum incertum de Vitrubio).

La transmisión de la tecnología en Centroeuropa se realiza por la movilidad de los trabajadores y troncos a través de las vías fluviales, lo que también explica la buena conservación de la madera. La variación proviene de los rellenos que se adaptan a los materiales regionales. Así en Poitou se emplea el ladrillo, en Quercy pequeños bloques de piedra.

Morfologías

La estructura del típico edificio urbano reposa sobre un basamento de sillares de piedra que forman la planta baja y los cimientos. El 'pan de bois' comienza con pies derechos cortos, lo que permite comprender el edificio como un apilamiento de cajas relativamente autónomas. Se aprecia el cambio de dirección de las vigas entre el primer piso y el resto de las plantas y, a veces, el añadido de una corona en voladizo. La cubierta se compone de tres niveles (con una altura total de 9 metros). Los dos primeros niveles se forman con tirantes que soportan los paños intermedios y forman el forjado intermedio correspondiente. No suele rematarse con una hilera superior ya que los tirantes intermedios realizan esta labor de atado.

La composición de la osatura aparece con una notoria economía de piezas de arriostramiento cuando se trata de muros medianeros con edificaciones vecinas.

El paño de madera, o entramado, es una estructura autoportante en la que los espacios huecos se rellenan con elementos que no juegan ningún papel en la función estática del edificio. Es una estructura sometida principalmente a esfuerzos de compresión como testifican los tipos de ensambles que no están pensados para tracciones (o lo son mínimamente). Desde una perspectiva histórica de las técnicas de construcción se muestra la evolución de su número, la jerarquía de piezas de la osatura y la estrecha relación entre tecnología y morfología. Se distinguen claramente el sistema de maderos largos (los pilares atraviesan varios forjados) o maderos cortos (entre forjados o entre traveseros intermedios).

Los forjados se diferencian por los materiales de relleno disponibles y en general logran un buen aislamiento acústico gracias a las cámaras sordas intermedias.

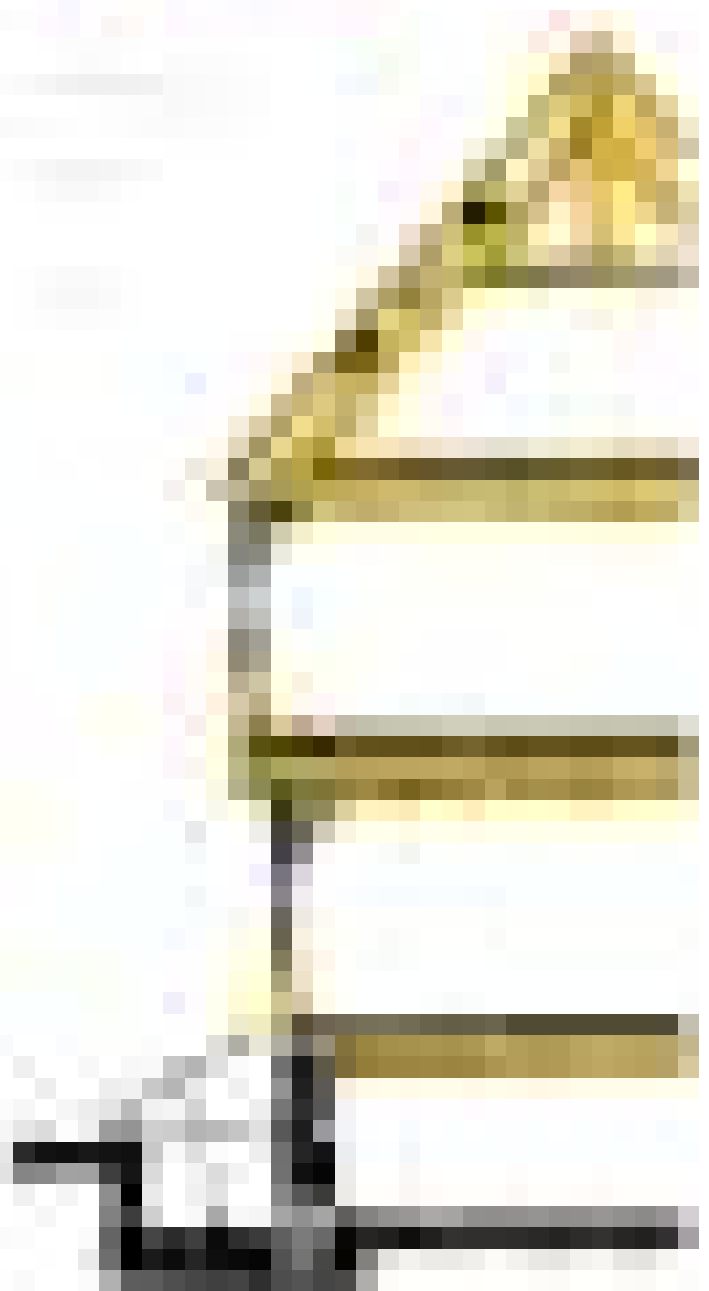
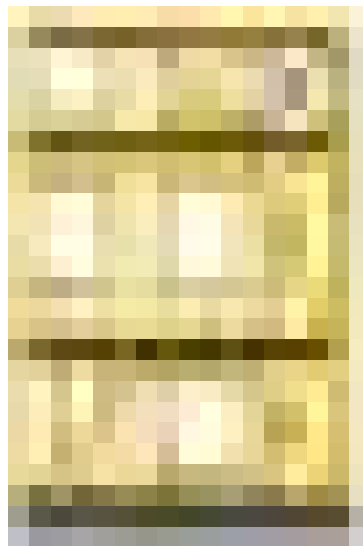
Los tres forjados más característicos son:

- a) tarima sobre rastrel, capa de escoria, entablado, vigueta con relleno de escoria sobre chilla, enlatado clavado a la vigueta y yeso.
- b) Tarima sobre rastrel, entablado, viguetas rellenas de rollizos de paja o materiales de fibra vegetal, mortero de cal, enlatado y yeso.
- c) Tarima sobre rastrel y relleno de escoria, más entablado sobre viguetas.

Tipologías

En Dinan (Normandía) se descubre la influencia marina en las fachadas de vitrina al estilo del castillo de popa en los galeones. En Armagnac y Bourg-en-Bresse aparecen los soportales cubiertos sobre pilastras de piedra.

En Estrasburgo y en toda la Alsacia debido a las múltiples guerras sufridas y a los sucesivos cambios de soberanía se produjo una tipología muy particular, que se considera la Edad de Oro' del 'pan de bois' gracia a la renovación de las técnicas y los



estilos de decoración. Los solares, muy estrechos y largos propician las estructuras entramadas con patios de luces intermedios. La trama de la ciudad está formada por edificios entre medianeras, de cuatro plantas más buhardillas. La planta baja se destina a locales de actividad comercial.

Entramados y 'colombage'

Las estructuras entramadas, que en francés se denominan de 'colombage' siempre se constituían con la misma familia de piezas.

La estructura vertical (montantes, pies derechos, etc.) trabajan a compresión, reforzados con el apuntalamiento de las cruces de san Andrés, descargando todo en los elementos horizontales, carreras, dinteles y testeros a los que se unen solidariamente mediante ensamblajes.

Las estructuras horizontales, vigas, viguetas, etc. que apoyan sobre carreras y testeros no suelen ensamblarse, simplemente reposan sometidas a compresión, reforzados a veces por modillones (ménsulas) de piedra o madera.

La estabilidad horizontal se crea con un sistema de contravientos de piezas en diagonal; el ensanche de la planta superior lo que proporcionaba mejor asiento a la obra.

La viga-maestra de la cubierta (parhilera) descarga mediante un arco sobre el entramado de muros exteriores.

Los elementos diagonales en el paño parten del modelo básico de la figura del hombre (dos brazos y dos piernas que se cruzan sobre el tronco) aunque la evolución formal se complica enormemente, llevada también por factores compositivos y estáticos, hasta formar una trama tupida y se va llenando conforme se asciende cada planta.

Rellenos y revestimientos

Los rellenos del 'pan de bois' normalmente se realizaban con adobe (mezcla de tierra, arcilla y paja cortada), muy raramente con ladrillos y revocado con cal.

La introducción de 'botellas' de paja enrolladas sobre travesaños mejora el aislamiento térmico y facilita la salida del agua del adobe (ha dado un excelente resultado en multitud de casos).

El adobe se forma con dos pieles, una interior y otra exterior, con un alma normalmente rellena de una mezcla de tierra y cantos diversos (sílex, marga, etc.) o tierra y excrementos de vaca.

El adobe, reforzado con un enlatado de madera no participa, en principio de funciones resistentes, salvo en el caso de que por las pudriciones de las cabezas descargaran en los elementos de triangulación y relleno de la fachada.

Por este motivo es desguarnecido de la fachada en la rehabilitación ha de hacerse prudentemente: hoy en día el adobe no se sabe colocar bien y no es fácil encontrar un producto similar, compatible con la madera, ligero y capaz de recibir un revoco posterior. Su principal defecto es su vulnerabilidad al agua de lluvia.

En el caso de los ladrillos, el relleno queda visto, por lo que el problema es que no se noten las reposiciones. Su costo, en principio, es más elevado.

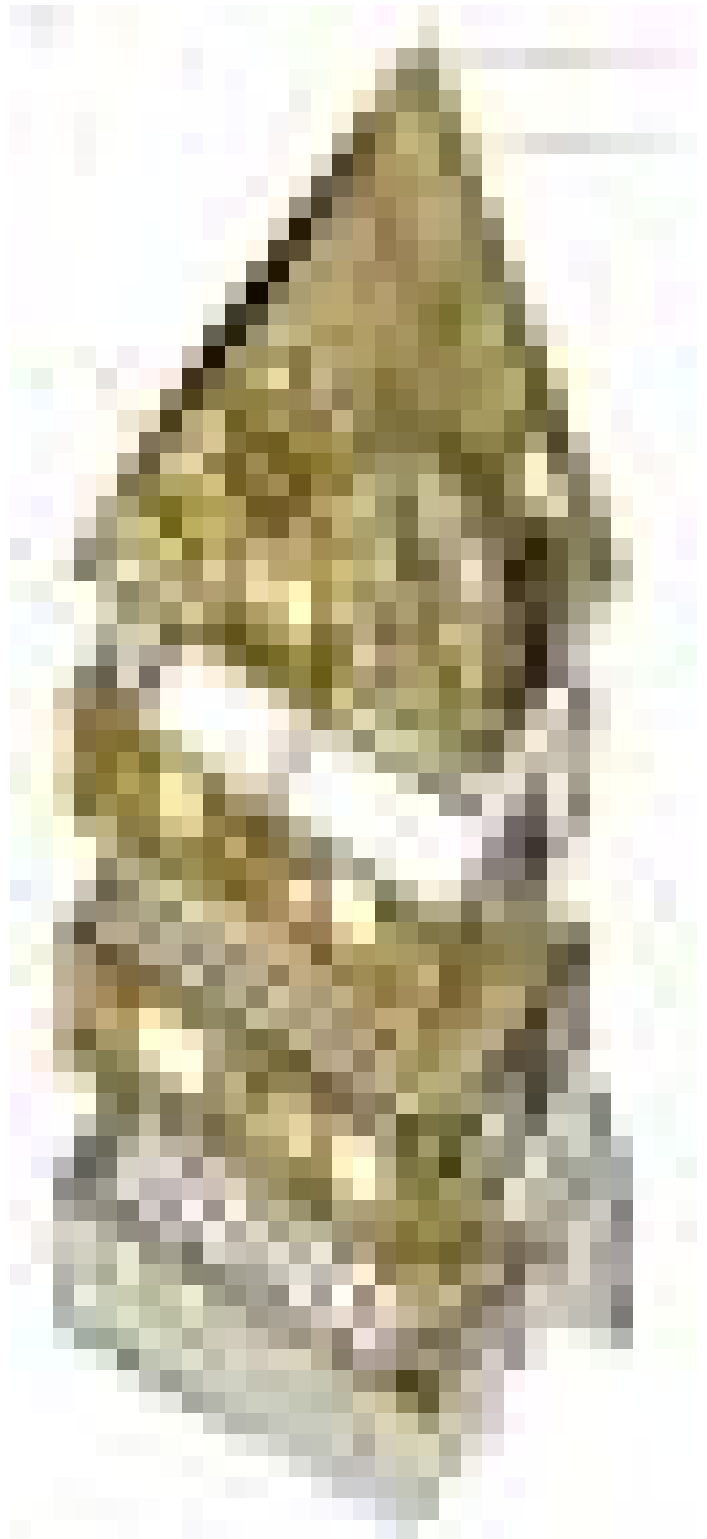
No hay que olvidar tampoco el entablado, el enripiado y el tinglado, que aportan buenas cualidades técnicas (estanqueidad, aislamiento) y tienen un encanto y una gracia peculiar además de ofrecer diversas posibilidades de colocación. Se instalan sobre rastreles o virotillos, y no sobre el entramado, creando así una lámina de aire que tiene un papel de regulación térmica de climatización natural muy interesante.

Las tablas se colocaban con clavijas de madera acuñadas, lo que permitía ir cerrando el muro a la vez que se iba levantando. Siempre que sea posible se conservará el relleno original por sus buenas cualidades térmicas, acústicas y de capacidad

respirante. La rehabilitación de los muros de entramado tiende a devolver a la autenticidad al tejido urbano.

Revestimientos de cubiertas y muros sobreexpuestos

En muchos casos los muros piñones o medianeros muy expuestas recibían un revestimiento de tejuela de madera pizarra o teja plana, clavadas. La estructura de 'pan de bois' en escultura se puede emplear como elemento decorativo no solo a través del tallado sino con la pintura y las incrustaciones cerámicas. Para las cubiertas se emplean los materiales clásicos, teja árabe y plana (clavada o colgada de rastreles), pizarra, tabla solapada y tejuela de madera.



Condiciones para la rehabilitación

Confort térmico

Para la mayoría de las personas, la temperatura de confort se encuentra a 22°C, aunque, dependiendo del nivel de actividad, puede rebajarse a 18-19°C (con la temperatura medida en el centro del local). A veces esto entra en contradicción con la sensación síquica en determinados lugares (cerca de las paredes, al contacto con el suelo o el efecto pared fría de las superficies vidriadas). Como factor complementario, algunos consideran que la temperatura del solado no debería descender de 15-17° C para no tener la sensación de frío.

También ha de considerarse la existencia de puentes térmicos por desajustes de la carpintería exterior.

Por otro lado se ha de considerar el factor de humedad, que también puede intervenir en la sensación de frío: ésta no debe descender nunca del 30%.

En el extremo opuesto, en la época estival, la temperatura media no superará los 27-28°C.

El almacenamiento de calor depende de las 'despensas' que se logren introducir a través del aporte energético elegido, pero también de las pérdidas por paredes, techos, ventanas y renovaciones de aire. En este tipo de edificios, los defectos de estanqueidad son muy frecuentes por lo que se sellarán todos los 'puentes', antes de cualquier reforzamiento del aislamiento. La zona más conflictiva suele ser la cubierta, especialmente si se trata de desvanes deshabitados o graneros: estas son reparaciones rápidamente rentables, al contrario que las de reposición de carpintería que resultan más caras. La solución más recomendable es la introducción de planchas rígidas de aislamiento, entre rastreles-guía con tablero de yeso de cerramiento. Se aplicará en paredes, forjados y cubiertas.

Confort acústico

Aunque, en principio, este tipo de edificios no tiene porqué tener deficiencias acústicas puede que se produzcan peculiares condiciones del entorno. Las soluciones frente a ruidos aéreos exteriores serán por un lado el doble vidrio aislante en las ventanas (en Francia existen ventanas certificadas acústicamente) y por otro el refuerzo en los muros exteriores con sistemas del tipo masa-resorte (una o varias capas de yeso, tablero de partículas o contrachapado y material aislante). Estos sistemas son fáciles de instalar.

Otro punto conflictivo frente al ruido de impacto serán los forjados de madera, que pueden solucionarse con esquemas de sue-

lo flotante sobreañadidos, que se logran interponiendo un material resiliente (granulado de corcho o fibras minerales específicas). La solución más corriente consiste en las siguientes capas: solera de hormigón, tablero de partículas, lámina resiliente y parquet flotante.

Protección frente al fuego y seguridad

En edificios antiguos pueden producirse situaciones de inseguridad mayores que la construcción actual: planitud de suelos, precisión en escaleras, anchura de pasillos y altura de puertas, ausencia de iluminación, estado de las instalaciones (electricidad, fontanería y saneamiento). Así pues será previo a cualquier otro tema resolver estas cuestiones, algunas de ellas perfectamente marcadas en reglamentos oficiales.

Respecto a la protección contra incendio, en el capítulo de seguridad destaca evitar el riesgo en el hueco de la escalera (revestimientos de muros y suelo, cierre de sótanos y circulaciones horizontales con elementos cortafuegos y colocación de extintores). Ha de impedirse la posibilidad de transmisión al edificios colindantes reforzando el grado cortafuego de las paredes medianeras y patios.





En cuanto a la resistencia al fuego, los elementos constructivos deben tener determinadas prestaciones durante un tiempo determinado: pilares y vigas deben permanecer estables, los tabiques, fachadas y puertas deben ser parallamas y los techos y ciertas puertas deben ser cortafuegos¹.

En Francia la normativa contra incendios no establece condiciones particulares a las casas de estructura de madera. Cualquier incendio que se propaga es una catástrofe. Cuando esto ocurre, la madera resiste bien al principio y los daños pueden ser reparables, pero cuando se intensifica su destrucción total es inevitable. Por esta razón Vitrubio desaconsejaba los entramados de madera ("arquitectura de pobres, secundaria, demasiado sujeta a los incendios"). De este espíritu provienen seguramente todas las reglamentaciones prohibitivas desde el siglo XVII.

En Francia estas construcciones están autorizadas a condición de que se cumplan determinadas reglas².

Se deben tomar medidas preventivas para asegurar una protección eficaz de la estructura, principalmente mediante placas de yeso o tableros mixtos con madera u otros resistentes al fuego. También se recomienda rellenar los huecos con materiales incombustibles que eviten el 'efecto chimenea' y proteger especialmente las chimeneas de leña o carbón. Las salidas de humo deben estar bien aislados de la estructura y de los cerramientos.

Resistencia mecánica y estabilidad

La falta de mantenimiento puede entrañar la existencia de deterioros que afecten a la estabilidad.

La estructura de estos edificios confía en sus ensamblajes en los que se basa la estabilidad general del edificio así que no se puede alterar ésta sin un cálculo previo de la resistencia mecánica.

Aunque en la mayoría de los casos las secciones están sobredimensionadas es preciso tener en cuenta otro tipo de factores (cargas climáticas, de explotación, etc). En cualquier caso la antigüedad misma de la obra constituye una prueba de su larga duración si no se alteran sus condiciones de funcionamiento: si estas permanecen idénticas podrá considerarse un edificio seguro. Pero si no es así será preciso verificar la estructura. En algunos edificios de la Edad Media se hacía a veces la economía del contraviento que afectaría a la estabilidad del conjunto. Quedaría comprobar o calcular ciertas piezas insuficientes para los requerimientos actuales: sin embargo es posible admitir flechas relativamente fuertes si las consecuencias se analizan al detalle. Habrá que verificar los nudos de los ensamblajes, especialmente en su continuidad y repartición de esfuerzos par comprobar que no hay deformación y que las piezas han conservado todas sus características mecánicas.

Cuando envejece, la madera no pierde su resistencia si se encuentra sometida a tensiones razonables ni expuesta a ataques biológicos³.

Notas

¹ Estabilidad al fuego significa que responderá de sus características mecánicas, parallamas que se oponen al paso de las llamas y cortafuego que crea una barrera térmica estanca.

²

EXIGENCIAS REGLAMENTARIAS AL FUEGO DE ESTRUCTURAS DE MADERA EN FRANCIA

Edificios de	Familia 1 ^a	Familia 2 ^a	Familia 3 ^a
Estructuras verticales	EF (15')	EF (30')	EF (60')
Suelos y techos	CF (15')	CF (30')	CF (60')
Paredes verticales salvo fachadas	CF (15')	CF (15') Ind. CF (30') Col.	CF (30')
Escaleras colectivas: paredes fachada		PLI (30')	PLI (39')
Otras paredes		CF (30')	CF (60')

EXIGENCIAS REGLAMENTARIAS DE MATERIALES UTILIZADAS EN FRANCIA

Revestimiento de fachadas	M3 o en madera M4	M3 o en madera	M3 caso gral. M2
Cubiertas soporte continuo	M3 a M1	M3 a M1	M3 a M1
soporte discont.	M4 a M1	M4 a M1	M4 a M1
Escaleras colectivas			
En sí	-	-	M0
Revestimientos	-	M2	M0
Escalones (rev)	-	-	M3

Siendo

- Familia 1^a Casas individuales de una planta, aisladas, adosadas o pareadas con estructura independiente
- Familia 2^a Otras casas individuales o inmuebles colectivos de tres plantas como máximo. La escalera debe tener unas condiciones especiales
- Familia 3^a Inmuebles colectivos de más de tres plantas (máximo 7 plantas o menos de 28m)
- Familia 4^a Inmuebles comprendidos entre 28 y 50 m

EN ESPAÑA

REQUERIMIENTOS	Nº DE PISOS	2	3	4	5	6 y +
Elementos portantes	Muros internos	EF60	EF60	EF60	EF60	EF90
	Muros externos	EF60	EF60	EF60	EF60	EF90
	Forjados	EF60	EF60	EF60	EF60	EF90
	Cubiertas	EF30	EF30	EF30	EF30	EF30
	Caja escaleras y salidas	EF30	EF30	EF30	EF30	EF30
Elementos no portantes	Falso techo	RF60	RF60	RF60	RF60	RF90
	Muros interiores	RF60	RF60	RF60	RF60	RF90
Escaleras y salidas		RF120	RF120	RF120	RF120	RF120

REQUERIMIENTOS POR SUPERFICIES

Nº DE PISOS	2	3	4	5	6 y +
Falsos techos	-	-	-	-	-
Muros interiores	-	-	-	-	-
Suelos	-	-	-	-	-
Fachadas	-	-	-	-	-

REQUERIMIENTOS POR SUPERFICIES

EN RUTAS DE ESCAPE	M1	M1	M1	M1	M1
Techos	M1	M1	M1	M1	M1
Muros	M1	M1	M1	M1	M1
Suelos	M2	M2	M2	M2	M2

³ Esta favorable característica no contradice el fenómeno de rotura diferida que se traduce en lo siguiente: una pieza de madera mantenida constantemente a un esfuerzo próximo al de rotura instantánea (80 ó 90% por ejemplo), sufrirá deterioros internos acumulados que conducirán a su rotura al cabo de meses, años o decenios en un plazo tanto más próximo como lo está la tensión próxima a la de rotura. En cualquier caso, este fenómeno, aplicado a menudo en la rotura de piezas sobrecargadas o infradimensionadas se atenúa cuando se alarga de tensión de rotura instantánea.

Para niveles de tensión inferiores a las tensiones admisibles (del orden del 25 al 30% de la de rotura instantánea) la esperanza de vida de una pieza es prácticamente ilimitada. En resumen: a igualdad de características tecnológicas se puede hacer trabajar una pieza antigua a la misma tensión que una pieza nueva.

FAMILIA	ESPECIES	REGIÓN	USOS	CUALIDADES-DEFECTOS
Resin.	Abeto/Picea	Este	Carpintería de armar	Medianamente durable
		Macizo central	'Pan de bois'	Debe ir perfectamente protegida del agua y de la humedad
		Jura Alpes Pirineos	Carpintería interior Construcciones rurales	
	Pino silvestre	Centro-este		
	Pino marítimo	Macizo central Aquitania		
	Pino á crochet	Oeste Pirineos Altos		
Fronde.	Alerce	Alpes Altos Alpes y Pirineos		
		Roble	Por todo el país salvo la Costa y montaña	Carpintería de armar 'Pan de bois'
	Castaño	Macizo Central	Enlatado, correas Carpintería de armar 'Pan de bois'	Buena durabilidad
Chopo	Centro, Sudoeste Picardie	Chilla, carpintería de armar	Sensible a la humedad	