



Arquitecto | 70°N arkitektur.
Foto | Steinar Skaar.

MADERA EN EL EXTERIOR TRATAMIENTOS Y CONSERVACIÓN

ASPECTOS CLAVE 3

1| PROTECCIÓN PREVENTIVA DE LAMADERA 6

2| TIPOS DE TRATAMIENTOS PREVENTIVOS 11

3| ANEXO I 15

4| ANEXO II 16

ASPECTOS CLAVE

| DURABILIDAD NATURAL

La durabilidad natural es la resistencia intrínseca de la madera a los ataques de los siguientes organismos destructores: hongos xilófagos, insectos de ciclo larvario, termitas, xilófagos marinos.

Es difícil establecer un criterio definitivo sobre la durabilidad natural de la madera, debido a que esta depende de diversos factores como son la especie, si se trata de duramen o albura, tipo de exposición, etc.

Sin embargo, a través de ensayos realizados, la norma UNE EN 350-2:1995 facilita información sobre la durabilidad de la albura y del duramen frente a algunos agentes degradantes para una serie de especies de madera (Ver Tabla I).

En el caso de los Hongos Xilófagos, Termitas y Xilófagos marinos esta durabilidad natural se refiere a la durabilidad del duramen. La albura debe considerarse como correspondiente a la clase de durabilidad 5 (no durable) frente a estos organismos, mientras no se dispongan de datos que señalen lo contrario. Por otra parte, la durabilidad natural frente a insectos xilófagos se refiere en el contexto de esta norma a la madera de albura, ya que se considera el duramen en clase de durabilidad D (durable) frente a este tipo de organismos. De no ser así, se especifica como duramen sensible.

Tabla 1: Clasificación de durabilidad frente a distintos agentes.

Fuente: UNE EN 350-2:1995

Agente	Clasificación
Hongos xilófagos	1 Muy durable
	2 Durable
	3 Medianamente durable
	4 Poco durable
	5 No durable
Insectos de ciclo larvario	D Durable
	S Sensible
	SH Duramen sensible
Termitas	D Durable
	M Medianamente sensible
	S Sensible
Xilófagos marinos	D Durable
	M Medianamente sensible
	S Sensible



Arquitecto | 70°N arkitektur.
Foto | Steinar Skaar.

| IMPREGNABILIDAD

La norma UNE EN 350-2:1995 también establece una clasificación para la impregnabilidad de la madera, definida como la capacidad que presenta una especie de madera a la penetración de un líquido.

Tabla 2: Clases de impregnabilidad.

Fuente: UNE EN 350-2:1995

1 Impregnable

Muy fácil de impregnar, la madera aserrada puede ser impregnada totalmente con tratamiento a presión sin dificultad.

2 Medianamente impregnable

Fácil de impregnar. Normalmente no es posible una impregnación completa, pero después de 2 o 3 h de tratamiento a presión se puede alcanzar una penetración de más de 6 mm en las coníferas. En las frondosas se puede conseguir impregnación en una proporción grande de los vasos.

3 Poco impregnable

Difícil de impregnar. Después de 3 o 4 horas de tratamiento bajo presión se alcanzan sólo penetraciones de 3 a 6 mm.

4 No impregnable

Prácticamente imposible de impregnar. Después de 3 o 4 horas de tratamiento bajo presión sólo absorben pequeñas cantidades de producto. Penetraciones longitudinales y laterales mínimas.



Arquitecto | 70°N arkitektur.
Foto | Steinar Skaar.

| CLASE DE USO

Las clases de uso corresponden con las diferentes situaciones de servicio en las que puede estar expuesta la madera y sus productos derivados.

La UNE EN 335-1:2007 define cinco clases de uso e indica también los agentes biológicos que corresponden a cada situación, como se puede contemplar en la Tabla 3:

Tabla 3: Tipos de clases de uso.

Fuente: UNE EN 335-1:2007

Clase de uso 1	1T, si puede haber presencia de termitas
	Situación general en servicio: Interior, bajo cubierta
	Humectación: Seco
	Agentes biológicos: Coleópteros
Clase de uso 2	2T, si puede haber presencia de termitas
	Situación general en servicio: Interior o bajo cubierta
	Humectación: Ocasionalmente húmedo
	Agentes biológicos: Coleópteros, Hongos cromógenos y Hongos de pudrición
Clase de uso 3	3.1T y 3.2T, si puede haber presencia de termitas
3.1	Situación general en servicio: Al Exterior, por encima del suelo, protegido
	Humectación: Ocasionalmente húmedo
	Agentes biológicos: Coleópteros, Hongos cromógenos y Hongos de pudrición
3.2	Situación general en servicio: Al Exterior, por encima del suelo, no protegido
	Humectación: Frecuentemente húmedo
	Agentes biológicos: Coleópteros, Hongos cromógenos y Hongos de pudrición
Clase de uso 4	4.1T y 4.2T, si puede haber presencia de termitas
4.1	Situación general en servicio: Al Exterior, en contacto con el suelo o con agua dulce
	Humectación: Permanentemente húmedo
	Agentes biológicos: Coleópteros, Hongos cromógenos, Hongos de pudrición y Hongos de pudrición blanda
4.2	Situación general en servicio: Al Exterior, en contacto con el suelo (intenso) y/o con agua dulce
	Humectación: Permanentemente húmedo
	Agentes biológicos: Coleópteros, Hongos cromógenos, Hongos de pudrición y Hongos de pudrición blanda
Clase de uso 5	
	En agua salada
	Situación general en servicio: En agua salada
	Humectación: Permanentemente húmedo
	Agentes biológicos: Hongos de pudrición, Hongos de pudrición blanda y Xilófagos marinos

1 | PROTECCIÓN PREVENTIVA DE LA MADERA. TRATAMIENTOS.

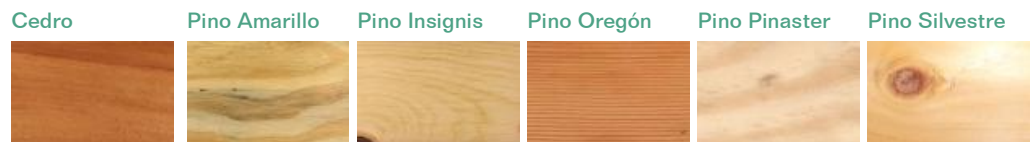
Hay especies que dada su durabilidad natural no pueden ser tratadas con ningún tratamiento protector, pero hay otras que necesitan ser tratadas para incrementar de esta forma su durabilidad y prevenir el ataque de agentes degradantes, esto es lo que se conoce como protección preventiva.

| PROTECCIÓN PREVENTIVA

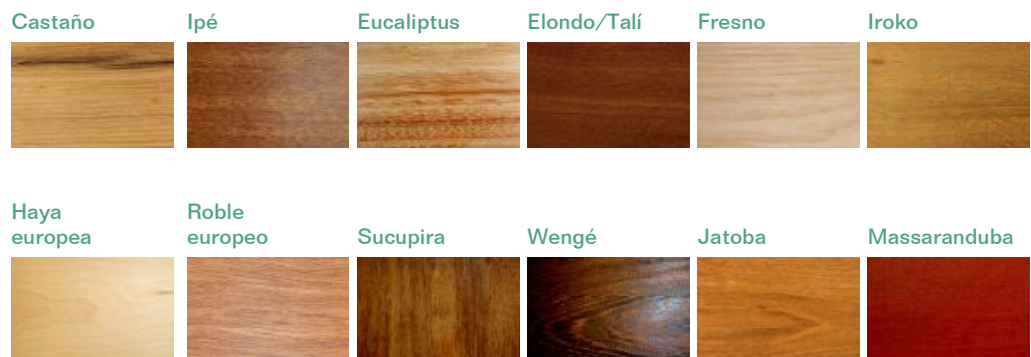
Las medidas para la protección preventiva pasan por:

a | Adecuada selección de especies

Conífera



Frondosa



► Véase en ANEXO I del presente documento las propiedades: tratabilidad y durabilidad de las distintas especies.

b | Correcta instalación en la obra del producto: es necesario tener en cuenta una serie de consideraciones de carácter preventivo (diseño constructivo correcto)

- ✓ Evitar o disminuir las humectaciones procedentes del suelo.
- ✓ Aislar, separar o proteger el arranque de la estructura desde el terreno.
- ✓ Ventilación de los elementos de madera, especialmente los apoyos de las vigas en los muros.
- ✓ Diseñar correctamente los aleros y la protección de la fachada mediante voladizos.
- ✓ Evitar humedades accidentales en la cubierta y las instalaciones.
- ✓ Evitar la aparición de condensaciones, etc.

Fuente: CTE SE-M87

c | Selección de un producto protector adecuado. Es necesario tener en cuenta la durabilidad natural e impregnabilidad de las especies, las clases de uso y si es necesario tratamiento protector según las especificaciones en función de las clases de uso.

| Producto protector

En el caso de que se prescriba necesario algún producto protector hay que elegirlo teniendo en cuenta, además de lo mencionada anteriormente, los requisitos de prestaciones que establece la norma UNE EN 599-1: 1997 y en la UNE EN 599-2: 1996.

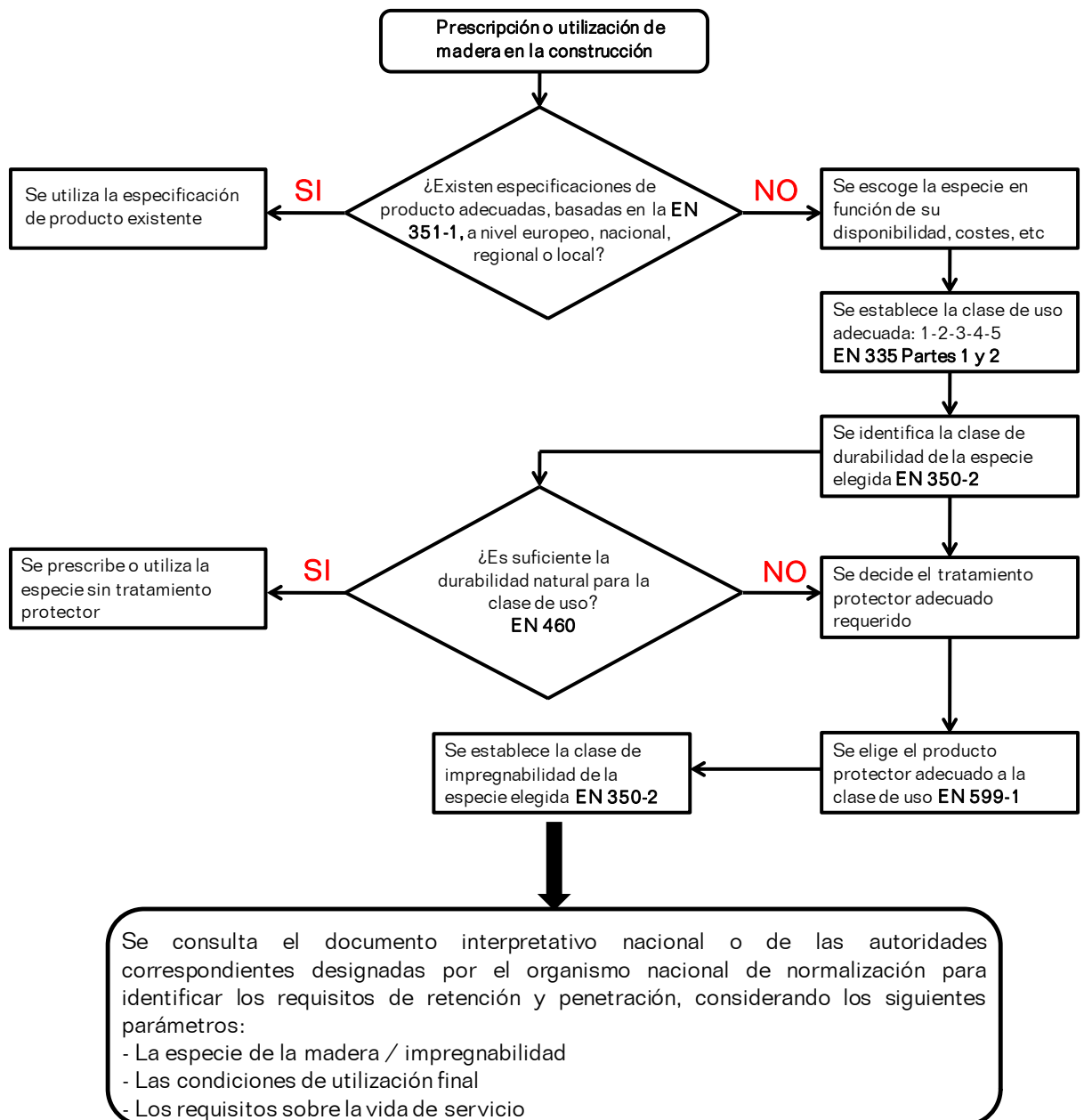


Arquitecto | CC&CB.Arquitectos. www.carloscastanheira.pt
Foto | Fernando Guerra, FG+SG.

| Guía para la elección del tratamiento protector

La UNE EN 351-1:2008, a título informativo, recoge una guía para la prescripción, de ser necesaria, del tratamiento de la madera.

Una especificación del tratamiento protector debería requerir la elección de un requisito de penetración y de retención, y alcanzarse mediante un procedimiento de tratamiento adecuado, capaz de asegurar el grado de protección necesario del producto de madera una vez puesta en servicio. La elección del requisito de penetración y de retención para aportar la protección adecuada es compleja y debería realizarse solamente por especialistas. En las normas de producto correspondientes, en los documentos nacionales de interpretación o en los organismos de normalización, se encuentra normalmente información para llevar a cabo esta elección.



| TRATAMIENTOS

El método de tratamiento que se emplee depende de la especie, de si se trata de duramen o albura, del producto protector empleado y de los valores de penetración y de retención que se seleccionen según la norma UNE EN 351-1:2008.

La norma describe seis clases de penetración NP1 a NP6 con las especificaciones indicadas en la Tabla 4:

Tabla 4: Clases de penetración y especificaciones de uso.

Fuente: UNE EN 351-1:2008

NP1	Ninguno
NP2	Al menos 3mm en las caras laterales de la albura
NP3	Al menos 6mm en las caras laterales de la albura
NP4	Al menos 25 mm en las caras laterales (solo aplicable a redondos de especies no impregnables)
NP5	Penetración total en la albura
NP6	Penetración total en la albura y al menos 6 mm en la madera de duramen expuesta

El Código Técnico de la Edificación (CTE) especifica, para el caso de la madera estructural, las clases de penetración según la primera edición de la norma UNE EN 351-1:1995 designadas de la P1 hasta la P9. En la Tabla 5 se muestra una comparación dichas clases de penetración y las especificadas en la versión vigente de la norma.

Tabla 5: Clases de penetración para la madera estructural. Comparativa

Fuente: UNE EN 351-1:1995 (anulada), UNE EN 351-1:2007 (vigente)

UNE EN 351-1:1995	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
UNE EN 351-1:2007	NP1	--	--	NP3	--	--	--	NP5	NP6



Asimismo, el CTE establece una relación entre la clase de uso y el nivel de penetración:

Clase de uso 1 | Nivel de penetración NP1(1)

(1) Se recomienda un tratamiento superficial con un producto insecticida.

Clase de uso 2 | Nivel de penetración NP1(2) (3)

(2) El elemento de madera deberá recibir un tratamiento superficial con un producto insecticida y fungicida.

(3) Los elementos situados en cubiertas no ventiladas, se asignarán a la clase 3.1, salvo que se incorpore una lámina de impermeabilización, en cuyo caso se asignarán a la clase 2. Asimismo, se considerarán de clase 3.1 aquellos casos en los que en el interior de edificaciones exista riesgo de generación de puntos de condensación no evitables mediante medidas de diseño y evacuación de vapor de agua.

Clase de uso 3.1 | Nivel de penetración NP2(3)

(3) Los elementos situados en cubiertas no ventiladas, se asignarán a la clase 3.1, salvo que se incorpore una lámina de impermeabilización, en cuyo caso se asignarán a la clase 2. Asimismo, se considerarán de clase 3.1 aquellos casos en los que en el interior de edificaciones exista riesgo de generación de puntos de condensación no evitables mediante medidas de diseño y evacuación de vapor de agua.

Clase de uso 3.2 | Nivel de penetración NP3(4)

(4) Las maderas no durables naturalmente empleadas en estas clases de uso deberán ser maderas impregnables (clase 1 de la norma UNE-EN 350-2).

Clase de uso 4 | Nivel de penetración NP4(5) y NP5

(5) Solo para el caso de madera de sección circular (rollizo).

Clase de uso 5 | Nivel de penetración NP6(4)

(4) Las maderas no durables naturalmente empleadas en estas clases de uso deberán ser maderas impregnables (clase 1 de la norma UNE-EN 350-2).



2 | TIPOS DE TRATAMIENTOS PREVENTIVOS

► Véase en ANEXO II del presente documento los tipos de aplicaciones y protección de los tratamientos

Se diferencia entre:

- ✓ **Productos decorativos para la protección superficial:** protegen a la madera frente a los agentes atmosféricos como son el sol y la lluvia y frente a los cambios de humedad.
- ✓ **Protectores de la madera,** realizados con compuestos químicos, aportan a la madera una mayor resistencia frente a los agentes bióticos.

| PRODUCTOS DECORATIVOS PARA LA PROTECCIÓN SUPERFICIAL

| **Barniz:** Material de recubrimiento que, al ser aplicado a un sustrato, forma una película sólida transparente con propiedades protectoras, decorativas o técnicamente específicas.

Utilización: Maderas en interiores y exteriores.

Aplicaciones: Pincelado, Pulverizado.

| **Pintura:** Material de recubrimiento pigmentado, en forma líquida, en pasta o en polvo, que, al ser aplicado a un sustrato, forma una película opaca con propiedades protectoras, decorativas o técnicamente específicas.

Utilización: Maderas en interiores y exteriores.

Aplicaciones: Pincelado, Pulverizado.

| **Lásures:** Productos a poro abierto, que además de llevar incorporados productos biocidas, llevan filtros solares que retardan la oxidación de la madera (lignina) por la acción de la radiación UV, y por lo tanto, retrasan el cambio de color de la madera por la acción del sol. Este efecto se acentúa en los lásures pigmentados no siendo así en los incoloros que apenas tienen este efecto de filtro.

Utilización: Maderas en interiores y exteriores.

Aplicaciones: Pincelado, Pulverizado, Autoclave (vacío-vacío).



Fuente | Grupo Molduras.

| PROTECTORES DE LA MADERA

| **Productos en base de disolventes orgánicos:** Son productos constituidos por formulaciones complejas en las que actúan los siguientes elementos:

- ✓ Principios activos: Compuestos orgánicos de síntesis.
- ✓ Coadyuvantes: Compuestos que aseguran la estabilidad del producto y la fijación de los principios activos en el interior de la madera.
- ✓ Disolventes o diluyentes: Constituidos generalmente por fracciones obtenidas en la destilación del petróleo.

Agentes: Hongos cromógenos, Hongos de pudrición, Insectos xilófagos larvarios e Insectos sociales (termitas).

Clase de uso	Protección	Aplicación
1	Superficial	Pincelado, pulverizado, inmersión breve
2	Superficial	Pincelado, pulverizado, inmersión breve
3	Media	Inmersión, Autoclave (vacío-vacío)

| **Productos mixtos:** Son productos novedosos cuyos principios activos mezclan sales minerales con productos de síntesis.

Agentes: Hongos cromógenos, Hongos de pudrición, Insectos xilófagos larvarios e Insectos sociales (termitas).

Clase de uso	Protección	Aplicación
3	Media	Autoclave (vacío-vacío)
4	Profunda	Autoclave (vacío-presión)



Fuente | Laminados Villapol

| **Protectores hidrodispersables:** Son mezclas de principios activos no solubles en agua a los que se añade un emulgente para producir una buena dispersión en agua. Son un producto intermedio entre los protectores hidrosolubles y los protectores en disolvente orgánico.

Agentes: Hongos cromógenos, Hongos de pudrición, Insectos xilófagos larvarios e Insectos sociales (termitas).

Clase de uso	Protección	Aplicación
1	Superficial	Pincelado, pulverizado, inmersión breve
2	Superficial	Pincelado, pulverizado, inmersión breve

| **Protectores hidrosolubles:** Son mezclas de sales minerales diluidas en una solución líquida y con una concentración determinada que variable en función del grado de protección deseable, del método de tratamiento y de la especie de madera. Por su fijación a la madera se distinguen los siguientes productos:

- ✓ Productos de fijación rápida y no fácilmente deslavables.
- ✓ Productos de fijación lenta.
- ✓ Productos carentes de sales fijadoras o deslavables.

Agentes: Hongos cromógenos, Hongos de pudrición, Insectos xilófagos larvarios e Insectos sociales (termitas). Para clase de uso 5: Moluscos y Crustáceos xilófagos.

Clase de uso	Protección	Aplicación
3	Media	Inmersión, Autoclave (vacío-vacío)
4	Profunda	Autoclave (vacío-presión)
5	Profunda	Autoclave (vacío-presión)



Fuente | Financiera Maderera

| **Productos orgánicos naturales:** Son productos obtenidos de la destilación del alquitrán de hulla (creosotas) o de la pirolisis del petróleo. Son aceites de composición química compleja y se caracterizan por su densidad, viscosidad, curva de destilación y por su contenido en naftalenos, antracenos y productos fenólicos que determinan su eficacia. Solo pueden aplicarse a madera seca y la madera tratada con ellos no admite acabado.

Aplicaciones: Hongos cromógenos, Hongos de pudrición, Insectos xilófagos larvarios e Insectos sociales (termitas). Para clase de uso 5: Moluscos y Crustáceos xilófagos.

El uso de la creosota está reglamentado en la ORDEN PRE/2666/2002, de 25 de octubre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos, creosota, aceites de creosotas y otras.

Clase de uso	Protección	Aplicación
4	Profunda	Autoclave
5	Profunda	Autoclave



ANEXO I

NORMATIVA

UNE EN 335-1:2007

"Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Definición de las clases de uso. Parte 1: Generalidades".

UNE EN 350-2:1995

"Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de madera seleccionadas por su importancia en Europa".

UNE EN 351-1:2008

"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".

UNE EN 599-1:1997

"Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Prestaciones de los protectores de la madera determinadas mediante ensayos biológicos. Parte 1: Especificaciones para las distintas clases de riesgo".

UNE EN 599-2:1996

"Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Características de los productos de protección de la madera establecidas mediante ensayos biológicos. Parte 2: Clasificación y etiquetado".

TRATABILIDAD Y DURABILIDAD DE LAS ESPECIES

ESPECIE

ESPECIE	Impregnabilidad de		Durabilidad frente			
	Albura	Duramen	Hongos	Anóbidos	Termitas	Hylotrupes
<i>Cedrus odorata</i> L. - Cedro	1-2	3-4	2	n/d	M	-
<i>Pinus taeda</i> - Pino Amarillo del Sur	1	3-4	3	S	M-S	S
<i>Pinus radiata</i> D. Don - Pino Insignis	1	2-3	4-5	SH	S	S
<i>Pseudotsuga mezesii</i> - Pino Oregón	3	4	3	S	S	S
<i>Pinus pinaster</i> Ait. - Pino Pinaster	1	4	3-4	S	S	S
<i>Castanea sativa</i> Mill. - Castaño	2	4	2	S	M	-
<i>Pinus sylvestris</i> L. - Pino Silvestre	1	3-4	3-4	S	S	S
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill - Eucalipto	1	3	5	n/d	S	-
<i>Fraxinus excelsior</i> L. - Fresno	2	2	5	S	S	-
<i>Fagus sylvatica</i> L. - Haya europea	1	1-(4)	5	S	S	-
<i>Quercus robur</i> spp - Roble europeo	1	4	2	S	M	-
<i>Milicia excelsia</i> - Iroko	1	4	1-2	n/d	D	-
<i>Millettia laurentii</i> De Wild. - Wengé	n/d	4	2	n/d	D	-
<i>Erythrophleum ivorense</i> - Elondo / Talí	-	3	1	D	1	D
<i>Tabebuia</i> - Ipé	-	3	3	-	M	-
<i>Hymenaea courbaril</i> L. - Jatoba	2	3	3-1	D	M-D	D
<i>Manikara bidentata</i> - Massaranduba	4	4	1	-	D	-
<i>Bowdichia nitida</i> Benth - Sucupira	-	4	2	-	D	-

Fuente UNE EN 350-2
Otras fuentes

1 | Índices de Impregnabilidad

- 1 Impregnable
- 2 Medianamente impregnable
- 3 Poco impregnable
- 4 No impregnable

n/d: Datos disponibles insuficientes

2 | Durabilidad frente a hongos

- 1 Muy durable
- 2 Durable
- 3 Medianamente durable
- 4 Poco durable
- 5 No durable

3 | Durabilidad frente a Anóbidos, Hylotrupes y Termitas

- D Durable
- M Medianamente durable
- S Sensible

| TIPOS DE APLICACIONES

Pincelado |

Tratamiento en el que un protector es aplicado mediante brocha, pincel o rodillo. Este tipo de sistema de aplicación se emplea para clase de uso 1 y 2.

Pulverizado |

Tratamiento en el que el protector se aplica con pulverizador manual o mecánico. Este tipo de sistema de aplicación se emplea para clase de uso 1 y 2.

Inmersión breve |

Tratamiento en el que las maderas se sumergen totalmente en un protector, durante un período de tiempo variable (entre algunos segundos y 10 minutos) dependiendo de la especie, las dimensiones de la madera y el tipo de protector. Este tipo de sistema de aplicación se emplea para clase de uso 1 y 2.

Inmersión prolongada |

Tratamiento consistente en sumergir totalmente la madera en el protector durante un periodo de tiempo superior a 10 minutos, dependiendo este del grado de protección que se desee alcanzar, de la especie de madera, de las dimensiones de las piezas, del contenido de humedad de las mismas y del tipo de protector utilizado. Este tipo de sistema de aplicación se emplea para clase de uso 3.

Autoclave (vacío-vacío) |

Tratamiento que consigue realizar una protección perimetral de la pared celular sin rellenar totalmente el lumen de las células. Este tratamiento consta de las siguientes fases: vacío inicial para extraer parte del aire de la madera, introducción del protector a presión atmosférica y vacío final para regular la cantidad de producto introducido. Este tipo de sistema de aplicación se emplea para clase de uso 3.

Autoclave (vacío-presión) |

Tratamiento de célula llena en el cual se realiza un vacío inicial para eliminar el aire contenido en la madera, seguidamente se impregna la madera en una fase de presión con un tiempo y duración variable hasta alcanzar la impregnación de la totalidad de la albura. Termina el ciclo con un vacío final. Este tipo de sistema de aplicación se emplea para clase de uso 4 y 5.

| TIPOS DE PENETRACIÓN (Fuente UNE EN 56.416:1988)

Penetración superficial |

Es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es de 3 mm, siendo como mínimo de 1 mm en cualquier parte de la superficie impregnable tratada.

Penetración media |

Es aquella en que la penetración media alcanzada por el protector es superior a 3 mm sin llegar al 75 % de la parte impregnable.

Penetración profunda |

Es aquella en que la penetración media alcanzada por el protector es igual o superior al 75 % de la parte impregnable.

Si desea más información, puede contactar con:

lignum facile (lignumfacile@clustermadeira.com)

Teléfono: (0034) 981 937 261.

Fax: (0034) 981 937 106.

Localización: Praza Salvador García Bodaño 7, 1ºA.
CP. 15703. Santiago de Compostela.

Una iniciativa de: **Cluster de la Madera de Galicia**

Empresas colaboradoras:

Corral y Couto	www.corralycouto.com
Financiera Maderera	www.finsa.es
Galiperfil	www.galiperfil.com
Grupo byp	www.bypcocinas.com
Grupo Losan	www.losan.es
Grupo Molduras	www.grupomolduras.com
Laminados Villapol	www.villapol.com
Moblegal	www.moblegal.com
Maderas Peteiro	www.maderaspeteiro.com
Portadeza	www.portadeza.com
Xoane	www.xoane.com

Con la participación:

Universidad de Vigo

Consortio de la Zona Franca de Vigo

Fundación Instituto Tecnológico de Galicia. ITG

CIS Madeira: Centro de Innovación y Servicios de la Madera de Galicia.

REFERENCIA: 100320.RC03.01020304.010203.Tratamientos