



GUÍA DE SUMINISTRO Y CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL



Edita: Plataforma de Enxeñaría da Madeira Estructural-PEMADE USC

Redacción de textos: Plataforma de Enxeñaría da Madeira Estructural-PEMADE USC

Diseño y maquetación: Plataforma de Enxeñaría da Madeira Estructural-PEMADE USC

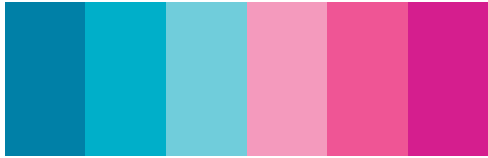
Cita recomendada: "Guía de Suministro y Caracterización Estructural, Proyecto LIFE EcoTimberCell, 2020".

El Proyecto LIFE Eco TimberCell (LIFE 17 ES/CCM/000074 ha recibido financiación del Programa LIFE de la Unión Europea.



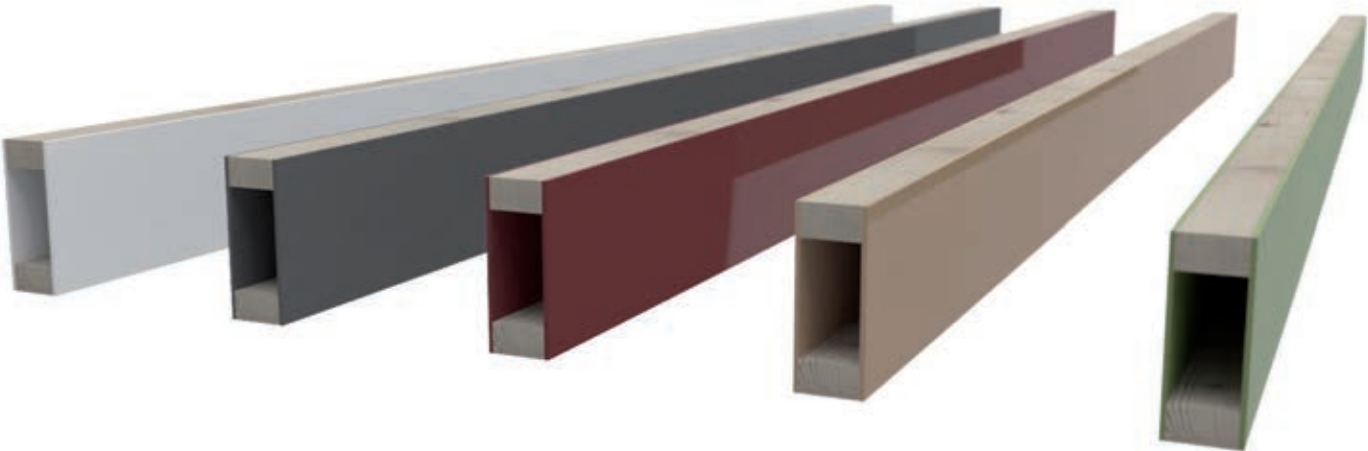


GUÍA DE SUMINISTRO Y CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL



ÍNDICE

- Introducción
- Aprovechamiento forestal en Galicia
- Certificación Forestal
- Normas UNE de aplicación en la clasificación de la madera para uso estructural
- Caracterización de madera estructural
 - Clasificación Visual
 - Métodos No Destructivos
 - Ensayos Mecánicos
 - Relación entre Ensayos No Destructivos y Ensayos Mecánicos (Fórmulas de paso)
- Certificado CE en productos de madera para construcción



EL PROYECTO LIFE

Eco TimberCell

LIFE EcoTimberCell es un Proyecto Piloto Close to market dentro del área prioritaria Mitigación de **Cambio Climático** para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que se centra en la prioridad política de la UE, **Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (LULUCF)**.

De acuerdo con la Directiva 2012/27/UE, es imprescindible realizar actuaciones sobre los procesos de edificación para alcanzar el objetivo de **reducir las emisiones de gases de efecto invernadero** entre un 80% y un 95% para 2050 respecto a 1990. Dado que los edificios representan el 40% del consumo de energía final de la UE, reducir el consumo energético de los mismos se entiende como la forma más eficaz para ayudar a mitigar el cambio climático. LIFE EcoTimberCell afronta este reto desde tres líneas:

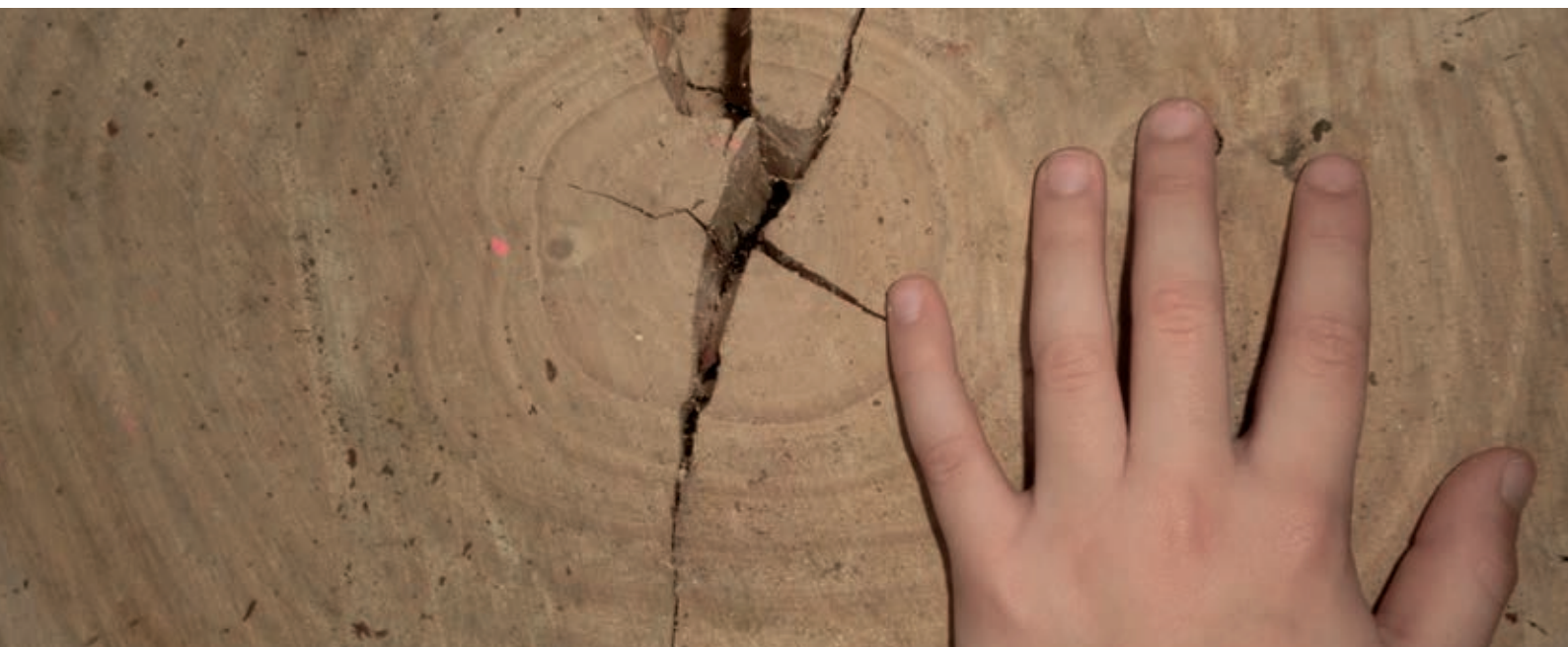
- **Desarrollo de productos de construcción con huella de CO₂ negativa a partir de maderas locales.**
- **Fomento de la construcción con sistemas basados en estos productos, que faciliten envolventes económicas y garanticen una baja demanda energética.**
- **Reducción al mínimo del coste energético del tratamiento de los materiales al final de la vida útil del edificio, reduciendo los residuos.**

La construcción de viviendas con este sistema incrementará la demanda de madera local certificada, lo que potenciará la gestión forestal sostenible y la creación de empleos verdes locales, fijando población en el medio rural.

LIFE EcoTimberCell supondrá una sustitución de productos derivados de Industrias de Uso Intensivo de Energía, tales como el hormigón y el acero en la edificación. Se trata de una solución innovadora para la fabricación de elementos constructivos baja en carbono, que además implica una **fijación de Carbono a largo plazo con materiales sostenibles a través de los sistemas EcoTimberCell (ETC)**.

Los sistemas ETC que se desarrollan en el proyecto tienen como base **madera local certificada**, obtenida de los montes de la Eurorregión Galicia-Norte de Portugal de alto potencial forestal.





INTRODUCCIÓN

¿A quién va dirigida esta guía?

El presente documento se desarrolla con el fin de proporcionar a cualquier persona del sector forestal y sector de la construcción con madera, las herramientas necesarias para poder llevar a cabo la **caracterización de madera estructural**, así como los pasos a seguir en el **proceso de certificación de productos estructurales con madera**.

¿Qué información podemos consultar en ella?



Aprovechamiento forestal en Galicia



En qué consiste la certificación forestal



Normativa de aplicación en la clasificación de la madera estructural



Cómo llevar a cabo el proceso de caracterización de la madera estructural: metodologías y fórmulas de paso



Implantación del marcado CE en productos de madera para construcción

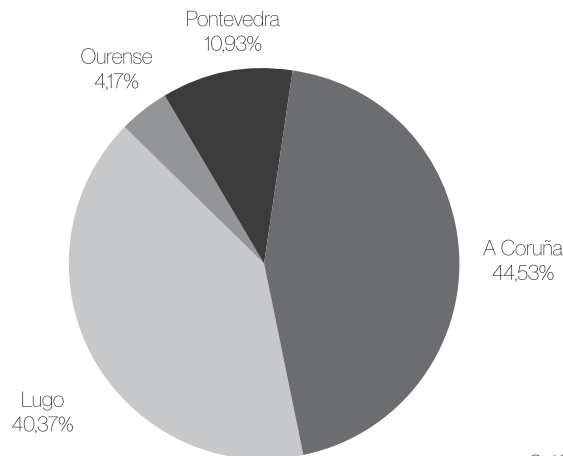


APROVECHAMIENTO FORESTAL EN GALICIA

Volumen del aprovechamiento forestal en Galicia

Galicia se encuentra dentro de las potencias forestales más importantes de Europa, su superficie arbolada representa el 48% de todo su territorio, lo que supone una superficie forestal de más de 1.400.000 hectáreas. De las cuales, unas 250.446 son superficie forestal certificada, colocando a Galicia al frente de la gestión forestal sostenible.

En Galicia el volumen de aprovechamiento tanto de gestión pública como gestión privada **alcanzó en el año 2018 los 10.071.526 m³** de los cuales el 96% pertenecen a montes o terreno de gestión privada. Las provincias con mayor volumen de aprovechamiento son A Coruña (44,53%) y Lugo (40,37%).



GALICIA	10.071.525,67
A Coruña	4.484.857,36
Lugo	4.066.057,35
Ourense	420.226,03
Pontevedra	1.100.384,94

Gráfico: Volumen de aprovechamiento total según provincia, en porcentaje.
Tabla: Volumen de aprovechamiento total según provincia, en m³.
Fuente: Anuario de Estadística Forestal de Galicia 2018.



APROVECHAMIENTO FORESTAL EN GALICIA

Con relación al volumen total de aprovechamiento el 38,30% fueron coníferas (3.856.608 m³) con un mayor porcentaje de *Pinus radiata* (45,9%) y a *Pinus pinaster* (43,9%). Las frondosas, por otra parte, representaron un 61,70% del volumen total de aprovechamiento (6.214.917 m³) del cual el 95,3% corresponde al *Eucalyptus spp.*

De estos datos se puede concluir que el aprovechamiento de corta de **1 m³ de coníferas equivale a 1,61 m³ de corta de frondosas.**

- *Eucalyptus spp.*
- *Pinus pinaster*
- *Pinus sylvestris*
- *Pinus radiata*
- Frondosas caducifolias
- Otras frondosas no caducifolias
- Otras / mezclas coníferas

ESPECIE	VOLUMEN (m ³)
<i>Pinus pinaster</i>	1.694.241,64
<i>Pinus radiata</i>	1.772.070,02
<i>Pinus sylvestris</i>	134.513,95
Otras / mezclas coníferas	255.783,00
Frondosas caducifolias	275.683,12
Otras frondosas no caducifolias	275.683,12

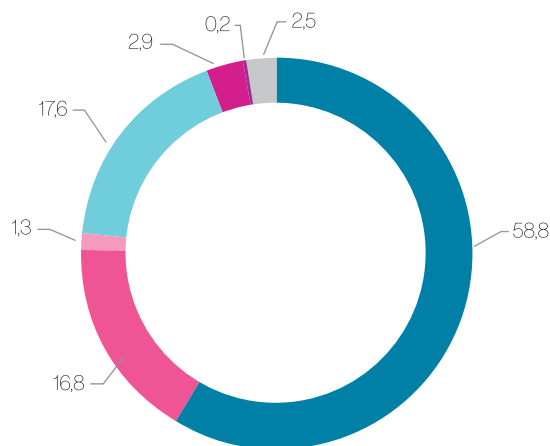


Gráfico: Volumen de aprovechamiento total según provincia, en porcentaje.
Tabla: Volumen de aprovechamiento total según provincia, en m³.
Fuente: Anuario de Estadística Forestal de Galicia 2018.



APROVECHAMIENTO FORESTAL EN GALICIA

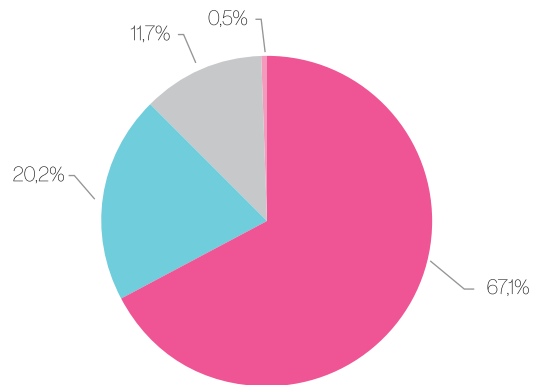
Distribución de especies forestales: A Coruña

A continuación, se presenta la distribución de especies por provincias y por m³ de madera total aprovechada expuestas en el Anuario de Estadística Forestal de Galicia 2018.



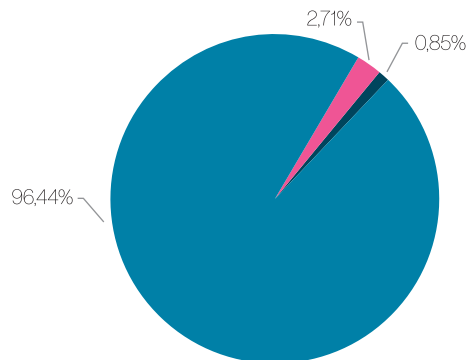
CONÍFERAS (m³)

- *Pinus pinaster*
- *Pinus radiata*
- *Pinus sylvestris*
- *Frondosas caducifolias*
- *Otras / mezclas coníferas*



FRONDOSAS (m³)

- *Frondosas Caducifolias (Castaño, Roble, entre otras)*
- *Eucaliptus spp.*
- *Otras frondosas no caducifolias*



Fuente: Anuario de Estadística Forestal de Galicia 2018.



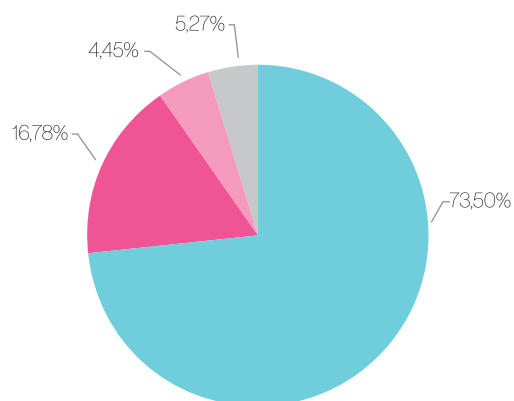
APROVECHAMIENTO FORESTAL EN GALICIA

Distribución de especies forestales: Lugo

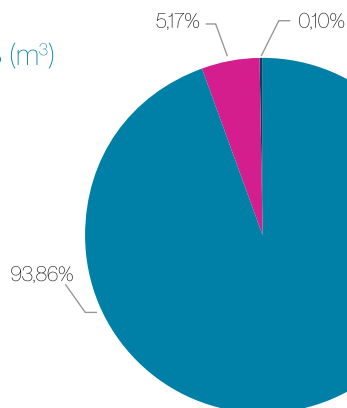


CONÍFERAS (m³)

- *Pinus pinaster*
- *Pinus radiata*
- *Pinus sylvestris*
- Otras / mezclas coníferas



FRONDOSAS (m³)



- Frondosas Caducifolias (*Castaño, Roble, entre otras*)
- *Eucalyptus spp.*
- Otras frondosas no caducifolias

Fuente: Anuario de Estadística Forestal de Galicia 2018.



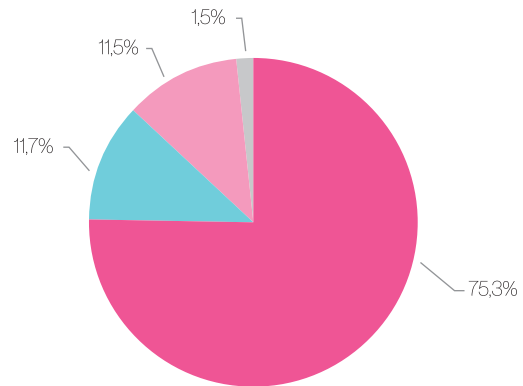
APROVECHAMIENTO FORESTAL EN GALICIA

Distribución de especies forestales: Ourense



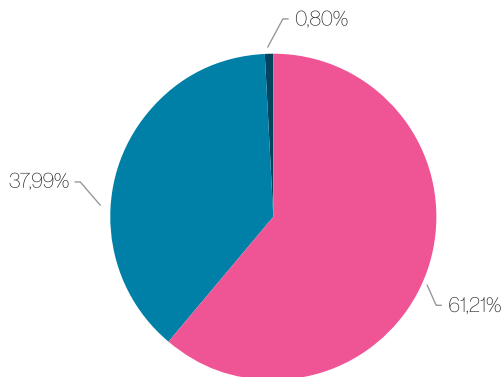
CONÍFERAS (m³)

- *Pinus pinaster*
- *Pinus radiata*
- *Pinus sylvestris*
- Otras / mezclas coníferas



FRONDOSAS (m³)

- Frondosas Caducifolias (Castaño, Roble, entre otras)
- *Eucaliptus* spp.
- Otras frondosas no caducifolias



Fuente: Anuario de Estadística Forestal de Galicia 2018.



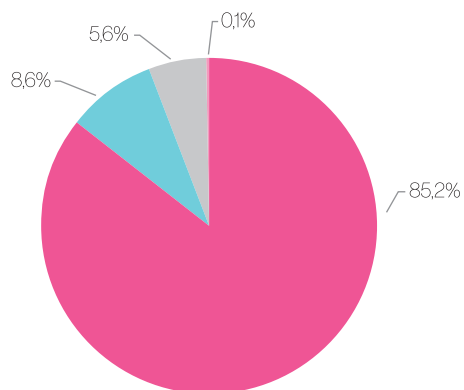
APROVECHAMIENTO FORESTAL EN GALICIA

Distribución de especies forestales: Pontevedra

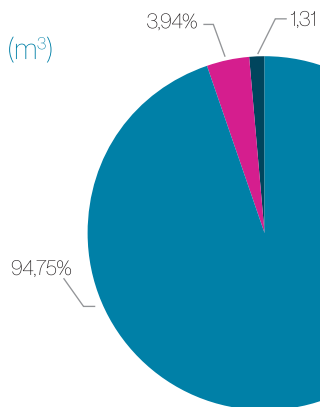


CONÍFERAS (m³)

- *Pinus pinaster*
- *Pinus radiata*
- *Pinus sylvestris*
- Otras / mezclas coníferas



FRONDOSAS (m³)



- *Fronosas Caducifolias (Castaño, Roble, entre otras)*
- *Eucalyptus spp.*
- *Otras frondosas no caducifolias*

Fuente: Anuario de Estadística Forestal de Galicia 2018.





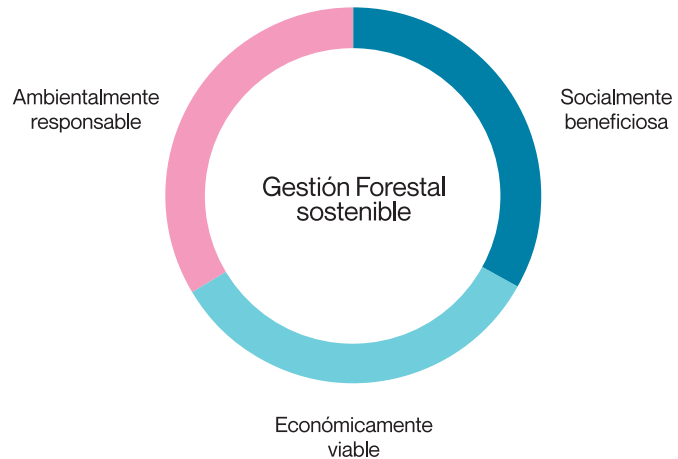


CERTIFICACIÓN FORESTAL

El **desarrollo sostenible** es el que atiende a las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Por ello, se hace evidente la necesidad de hacer un uso responsable a nivel económico, social y ambiental, de la madera existente a través de una **gestión forestal sostenible**.

Este es un procedimiento que proporciona una garantía escrita de que la gestión forestal es **conforme con criterios** de sostenibilidad, así como de que se realiza un **seguimiento fiable** desde el origen de los productos forestales.

La certificación supone un incentivo para mejorar la gestión forestal de los montes, atendiendo a criterios económicos, sociales y ambientales. Además, supone una herramienta de mercado para los productos procedentes de montes certificados, generando un reconocimiento público de la gestión y utilizando los recursos forestales de modo responsable.



CERTIFICACIÓN FORESTAL

Sistemas de certificación forestal

FSC® (Forest Stewardship Council®).

Creado en el año 1993 marca el origen de la certificación forestal a nivel mundial, esta ONG independiente no gubernamental surge para asegurar el cumplimiento de una buena gestión forestal y la acreditación de certificadores de gestión forestal.

PEFC (Programme for the endorsement of forest certification schemes). Se crea en el año 1998 como iniciativa voluntaria del sector privado europeo (propietarios e industriales). Estableciendo como base los indicadores y criterios resultantes de las Conferencias Ministeriales para la Protección de los Bosques de Europa.



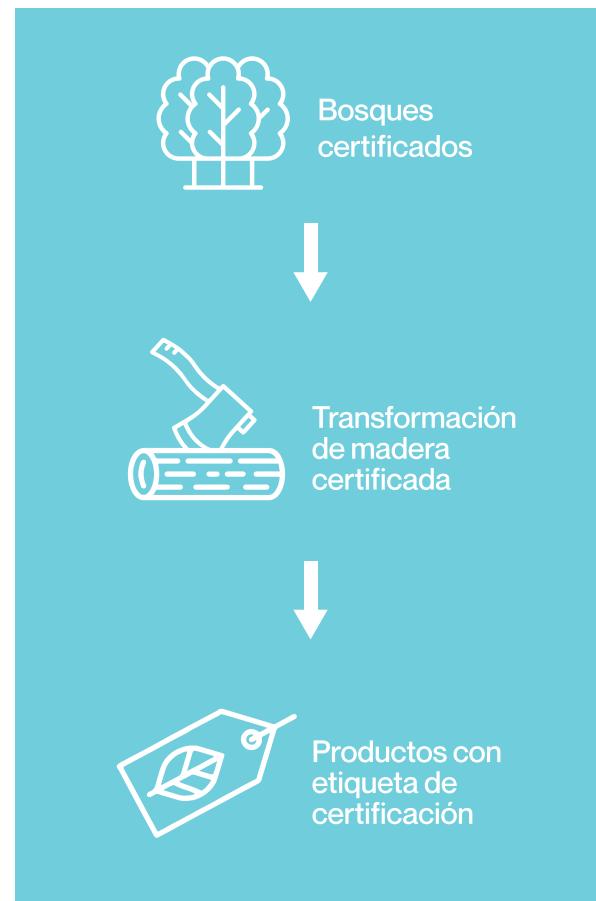
CERTIFICACIÓN FORESTAL

Tipos de certificación forestal

Existen dos tipos de certificación forestal. La **certificación de la gestión forestal sostenible**, la cual, determina si un monte, se gestiona, de acuerdo a unas normas de buenas prácticas preestablecidas y la **certificación de la cadena de custodia (CdC)**, que evalúa la línea de producción forestal desde el árbol hasta el producto final, para verificar que la madera utilizada procede de un bosque bien gestionado.

Con el objetivo de facilitar el acceso a la certificación, tanto **FSC®** como **PEFC** establecen un procedimiento que permite a los fabricantes gestionar la escasez o fluctuación del suministro de madera certificada, **permitiendo mezclar madera certificada** con madera no certificada.

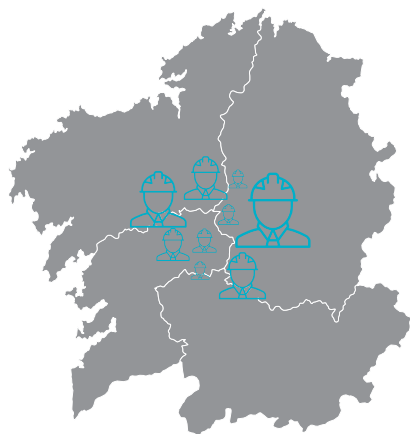
Otra particularidad que facilita la certificación (**solo FSC®**) es el **procedimiento simplificado para pequeños productores** (SLIMF Small and Low Intensity Managed Forests), que deriva en menores exigencias en cuanto el cumplimiento del estándar FSC®.



CERTIFICACIÓN FORESTAL

Modalidades de la certificación

Individual: Se aplica cuando el solicitante es una persona física o jurídica, que ejercerá de entidad solicitante (titular del certificado) para aquellas superficies forestales que gestiona



En el caso de Galicia, por el tipo de propiedad que predomina, se considera que las modalidades más adecuadas son las agrupadas o la regional, con lo que los solicitantes deberán adscribirse a una entidad de grupo solicitante o a la Entidad Galega Solicitante Da Certificación Forestal (certificación regional).

Grupo: Se basa en la agrupación y organización de diferentes propietarios/gestores interesados en el proceso de certificación, a través de una sociedad legalmente constituida. Esta asociación será la responsable de la solicitud y custodia del certificado. Esta modalidad permite **reducir los costes del proceso de certificación** y gastos de administración y gestión, así como alianzas estratégicas de mercado.

Regional (solo PEFC): la certificación se solicita por parte de la entidad representativa de la región y solo se certificará la superficie adscrita (siendo aconsejable que represente más de un 50% de la superficie forestal de la región). Esta entidad permitirá el acceso a la certificación a toda la superficie forestal ubicada en la región para aquellos propietarios o gestores interesados, que cumplan con los requisitos establecidos.



CERTIFICACIÓN FORESTAL

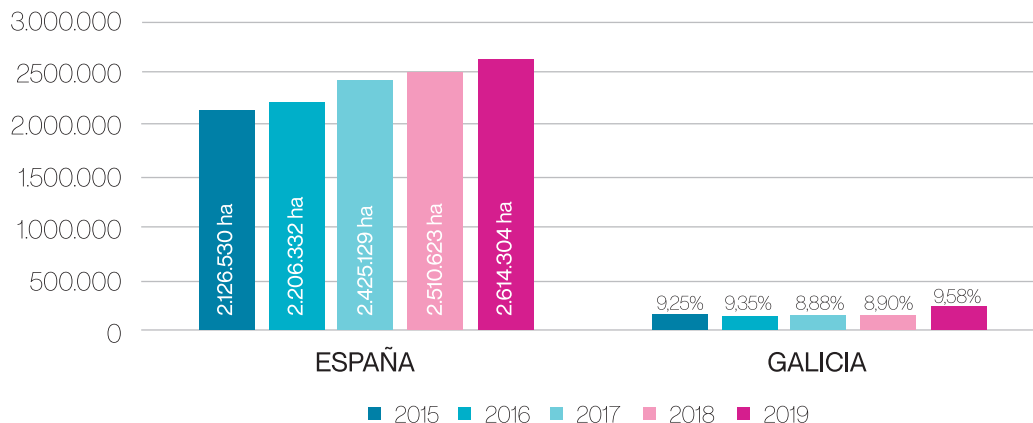
Superficie Forestal Certificada

En Galicia aproximadamente el 48% del territorio corresponde a superficie forestal arbolada, lo que representa más de 1.400.000 hectáreas, situándola dentro de las comunidades más relevantes en cuanto a la gestión forestal se refiere.

La importancia del desarrollo sostenible que promueva un aprovechamiento económico, social y respetuoso con los bosques ha derivado en un aumento constante de la certificación forestal tanto en Galicia como en España.

Este crecimiento de la superficie forestal certificada se puede observar en los siguientes diagramas, de los cuales cabe destacar que según los últimos datos de PEFC y FSC® la superficie forestal certificada en España asciende a un total de 2.614.304 ha de las cuales un 9,58 % corresponden a Galicia.

Gráfico: Hectáreas de superficie forestal certificada en España y en Galicia y porcentaje sobre el total en España.
Fuente: Datos facilitados por FSC® y PEFC



**norma
española**







Estructuras de

Métodos de ens

Determinación
fijación tipo

NORMAS UNE

La normalización es un proceso que tiene como objetivo establecer las especificaciones técnicas y normas que deben ser empleadas por las organizaciones, con el fin de **garantizar la calidad y seguridad de sus actividades y productos**. En el ámbito nacional, la Asociación Española de Normalización (UNE), es el único organismo de normalización designado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad ante la Comisión Europea para tal fin. En el ámbito de la clasificación de la madera para uso estructural las normas UNE de las cuales se hará mayor referencia en la presente guía son:

-  **UNE 338:2016.** Madera estructural. Clases resistentes.
-  **UNE-EN:1912.** Madera estructural. Clases resistentes. Asignación de calidades visuales y especies.
-  **UNE 56546:2013.** Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de frondosas.
-  **UNE 56544:2011.** Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de coníferas.
-  **UNE-EN 408:2011+A1.** Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas.
-  **UNE-EN 384:2016.** Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad.



NORMAS UNE

La clasificación de la madera se establece entre unos rangos de propiedades mecánicas, denominadas clases resistentes, en las cuales se puede englobar una población de madera con propiedades similares. Las clases resistente están armonizadas a nivel europeo y se encuentran definidas en la Norma UNE EN-338.

Como mecanismo para la detección de defectos visualmente clasificables, e inherentes a cada una de las piezas, que pudieran generar variaciones en las propiedades resistentes de las piezas, surge la clasificación visual. Esta distinción define entre piezas de distintas calidades y por tanto distintas propiedades, la conexión entre las clases resistentes y las clases visuales se establecen en la Norma UNE EN-1912.



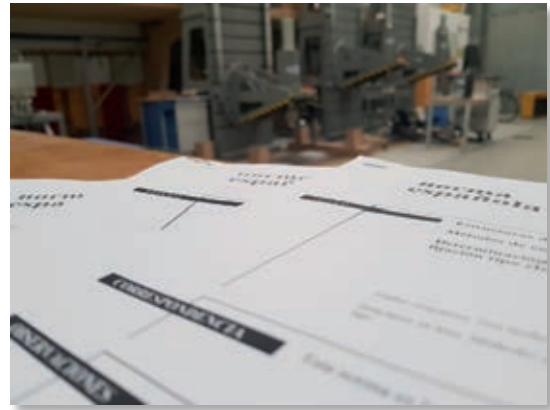
Imágenes obtenidas a través de PEMADE_USC

NORMAS UNE

En España, para la realización de la clasificación visual de la madera que permita asignar una clase resistente, se debe seguir lo indicado en la Norma **UNE 56546 para frondosas** y **UNE 56544 para coníferas**.

En el caso de madera no clasificada, se pueden determinar sus propiedades mecánicas fundamentales: módulo de elasticidad paralelo a la fibra, resistencia a flexión y densidad.

Este proceso de caracterización se encuentra descrito en la **Norma UNE EN-408** junto con la metodología y criterios que deben tener los ensayos mecánicos que permitan obtener los datos para el cálculo de los valores característicos que definen la clase resistente. La metodología de cálculo de estos valores característicos se describe en la **Norma UNE EN-384**.



NORMAS UNE

Normativa a seguir: Paso a Paso







CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Teniendo en cuenta la **alta variabilidad de las características y singularidades de la madera**, se hace patente la necesidad de efectuar un proceso de clasificación que permita establecer su idoneidad para el uso estructural, a través de la asignación de una determinada clase resistente (**Norma UNE-EN 338**).

Las clases resistentes enmarcan una serie de propiedades físicas y mecánicas de la madera, resultantes de la caracterización de un número significativo de ensayos que establecen un margen de seguridad adecuado para la clasificación en función del origen y la especie.

Los métodos establecidos para clasificación de la madera se pueden dividir en:

-  Clasificación visual
-  Clasificación mecánica

Dentro de las especies de procedencia española se consideran:

Coníferas

- ⌘ Pino silvestre (*Pinus sylvestris L.*)
- ⌘ Pino laricio (*Pinus nigra Arn.var Salzmannii*)
- ⌘ Pino gallego y pino pinaster de la meseta (*Pinus Pinaster Ait.*)
- ⌘ Pino insigne (*Pinus radiata D. Don*)

Frondosas

- ⌘ Eucalipto (*Eucalyptus globulus Labil.*)
- ⌘ Madera estructural con sección no superior a 60 mm x 200 mm ($b \leq 60$ mm y $h \leq 200$ mm).
- ⌘ Castaño (*Castanea sativa Mill.*). Madera estructural con sección no superior a 140 mm x 140 mm.



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Clasificación visual

Como se comentó en el apartado anterior, en función de las singularidades de las piezas de madera aserrada que pueden afectar negativamente a sus propiedades para un uso estructural, como pueden ser nudos o desviación de la fibra, se establece un proceso normalizado para clasificar la madera en base a las clases de calidad en función de la especie.



Singularidades ligadas a la anatomía de la madera.

Las normas que mayor implicación tienen en este proceso de clasificación son:

- ☛ **UNE 56544:2011** Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de coníferas.
- ☛ **UNE 56546:2013** Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de frondosas.



Normas UNE 56544:2011 y UNE 56546:2013.



Imágenes obtenidas a través de PEMADE_USC

CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

A continuación, se hará referencia al conjunto de características y singularidades que se tienen en cuenta para la clasificación visual tanto de coníferas como de frondosas, así como la metodología de medición empleada para cada caso particular haciendo hincapié en las características inherentes a la especie.




Medición de la humedad con Xilohigrómetro Gann Hydromette RTU 600

Características generales

1. Contenido de humedad de referencia

La humedad de la madera se representa en función del porcentaje de masa de agua contenida en la madera respecto a la masa anhidrida. La clasificación se puede llevar a cabo de acuerdo con las siguientes clases de humedad:

 **Madera Clasificada en seco (CS o DG-DRY GRADED):** cuando la madera tiene un contenido de humedad inferior o igual al 20% sin que ninguna medición individual exceda el 24%.

 **Madera clasificada en húmedo (CH o WG-WET GRADED):** cuando el contenido de humedad no cumpla con los parámetros anteriores.

Imágenes obtenidas a través de PEMADE_USC



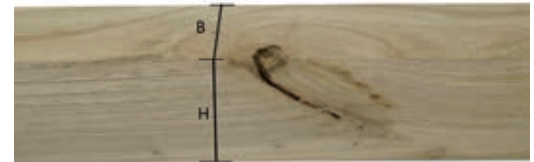
CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

2. Dimensiones

Se definen como caras la máxima dimensión de la sección transversal (h) y los cantos como las superficies de la pieza correspondiente a la menor dimensión de la sección transversal (b).

3. Densidad

Este valor se entiende como la relación entre la masa y el volumen de la pieza, ambos valores deben ser obtenidos bajo un mismo valor de humedad. El cálculo de este valor se puede realizar bajo métodos indirectos que guarden una relación con esta propiedad.



Muestra de la sección transversal (H) y canto (B)



Procesos de pesado y secado en estufa de muestras



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Singularidades ligadas a la anatomía de la madera

1. Nudos

Los nudos son la base y punto de partida de la rama de un árbol, estos serán tenidos en cuenta en función de su **diámetro perpendicular al eje longitudinal de la pieza, en cada una de sus caras.**

En la clasificación visual se deberán tener en cuenta los siguientes tipos de nudos:

- ☐ **Nudos de Cara (A):** se manifiestan en la cara.
- ☐ **Nudos de Canto (B):** se manifiestan en el canto.
- ☐ **Nudos Pasantes (C):** se manifiestan en dos superficies opuestas.

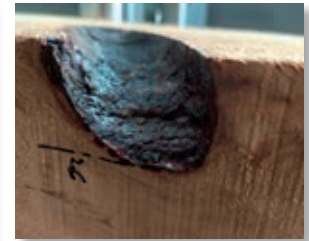


Imágenes obtenidas a través de PEMADE_USC



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

- ❏ **Nudos saltadizos (D):** orificio dejado por un nudo.
- ❏ **Nudos de Grupo (E):** son aquellos que tienen una distancia entre centros (medida en el eje longitudinal de la pieza) inferior a 150 mm, o menor o igual que el ancho de la pieza cuando esta sea menor a 150 mm.
- ❏ **Nudos de margen (F):** nudos pasantes que dista del canto una longitud inferior o igual a su diámetro.



(D)



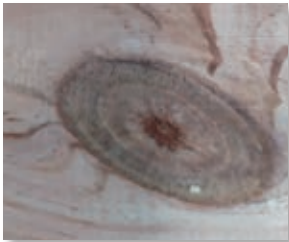
(E)



(F)



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL




(G)



(H)



(I)

 **Nudos en espiga (G):** tienen una forma alargada en la cara, pudiendo afectar o no a la arista.

 **Nudos de Arista (H):** se manifiestan en dos superficies contiguas, cara y canto.

 **Nudos en bigote (I):** dos nudos de espiga sobre la misma cara.



* Nudos de arista en espiga

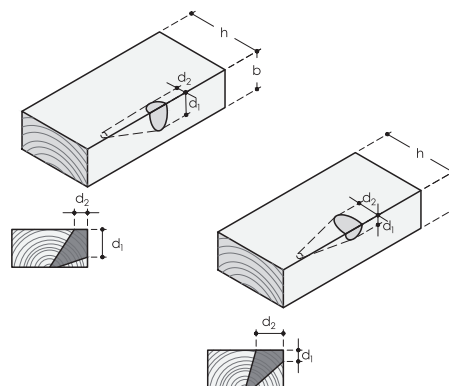
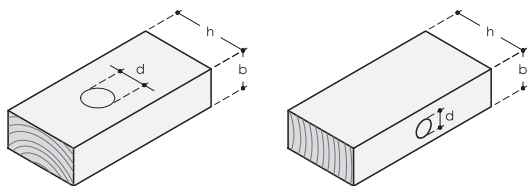


CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

1.1 Criterios de medición

La medición de los nudos está sujeta a los siguientes criterios:

- Los diámetros deben ser medidos **perpendiculares** al eje de la sección, en el diámetro se debe incluir la corteza alrededor del nudo como parte de su dimensión.
- Los **nudos de arista** se deben medir en la cara que los corte más perpendicularmente, si hubiera duda sobre el criterio se debe atender a la relación más desfavorable entre (d_1/b y d_2/h).



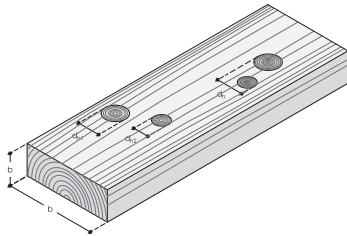
Medición de nudos de arista



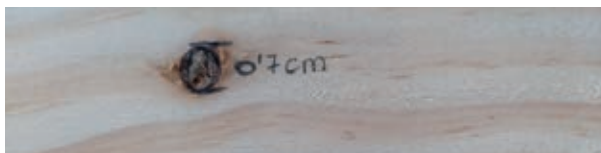
Nudos de arista



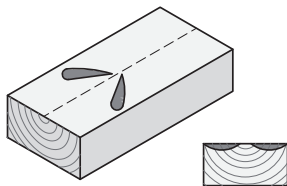
CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL



Nudos Agrupados



Nudos de diámetro despreciable



Nudos superficiales de cara

La medición de los **nudos agrupados** se puede hacer como la suma de los diámetros, cuando los nudos no se solapan sobre la dirección perpendicular al eje longitudinal de la pieza. En el caso contrario cuando los nudos se solapan, la medición deberá ser global.

La norma desprecia los nudos inferiores a 1 cm de diámetro, exceptuando los nudos pasantes, y los nudos superficiales de la cara interna, es decir aquellos que se encuentran más cerca de la médula o la contienen.



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

2. Fendas

Las fendas son todas aquellas separaciones de la fibra, producto del secado, de heladura, o provocadas por rayos. En este sentido, tanto para coníferas como para frondosas, solo están permitidas las fendas derivadas del proceso de secado.



Fenda de testa Castaño

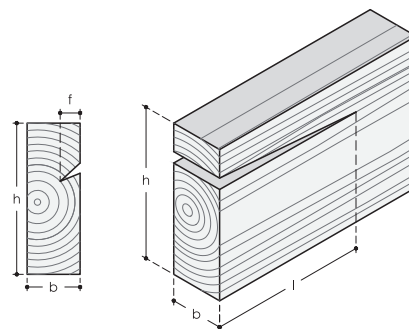


En las frondosas se tienen que tener en cuenta las fendas pasantes (fendas que se extienden entre dos superficies opuestas) en las testas.

Las fendas pueden ser de cara, de canto, de testa o pasantes (cuando se encuentran en dos superficies). La normativa establece que para su medición se empleara de una galga de 0.2 mm de espesor, en aquellas fendas que:

- ☐ Tengan una anchura inferior a 1 mm
- ☐ Tenga una longitud inferior a 1 metro ó 1/4 de la longitud de la pieza.

En caso de fendas agrupadas, se deberá medir la longitud total del grupo.



Medición fenda de testa

CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL



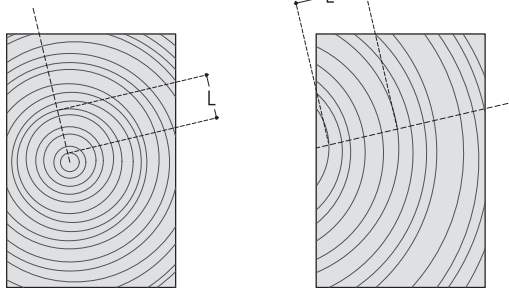
Acebolladura

3. Acebolladuras

Las acebolladuras son las separaciones entre dos anillos de crecimiento contiguo, estos son fáciles de identificar en las testas de las piezas ya que siguen el sentido de los anillos.

Estas solo son permitidas en la madera de castaño con limitaciones en el:

- ☐ Radio de la acebolladura con centro en la médula.
- ☐ Excentricidad de la médula con respecto al centro geométrico de la sección.



Medición de Acebolladura

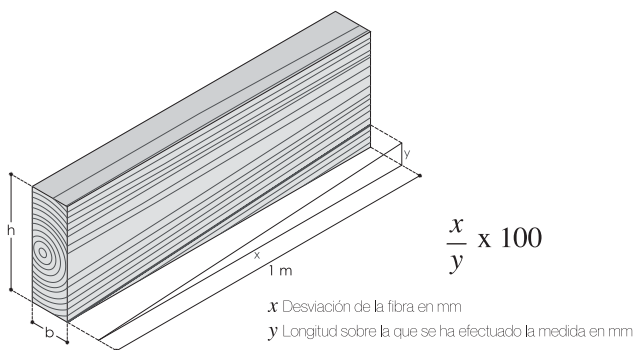


CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

4. Desviación de la fibra

Las fibras se orientan de forma paralela al eje de crecimiento del árbol, no obstante, en ocasiones tienen desviaciones que pueden producir pérdidas de resistencia en sentido del eje.

La desviación de la fibra se mide en las piezas con respecto al eje longitudinal de la misma, la evaluación se hace a nivel general, obviando las zonas con desviaciones producidas en las proximidades a los nudos.



Cálculo de la desviación de la fibra

La medición se debe llevar a cabo sobre un metro de longitud en la zona más desfavorable con el apoyo de un trazador (Norma UNE-EN 1310). Una vez marcada la distancia se debe colocar el trazador y desplazarlo en la dirección presumible de la fibra, presionando (sin exceder) la aguja contra la superficie de la madera, a la vez que el trazador es arrastrado a lo largo de la pieza.

Como verificación es recomendable trazar varias líneas adyacentes en el sentido contrario con respecto al trazado original.



Medición de la desviación de la fibra con trazador

CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

5. Gemas

Las gemas son la superficie original redondeada del tronco, (con o sin corteza), que puede observar en las aristas de la pieza de madera aserrada. Su evaluación se hace en la sección de mayor pérdida de arista teniendo en cuenta:

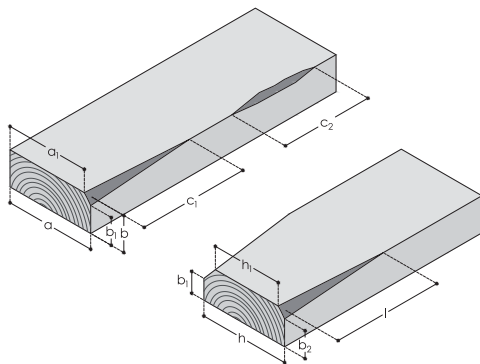
- La longitud (L)
- El tamaño relativo transversal en relación con la dimensión de la sección (g).

Si la gema se manifiesta más de una vez en la misma arista se deberán sumar los diferentes tramos.

$$g = \text{máx} \cdot \left(\frac{h - h_1}{h}, \frac{b - b_1}{b}, \frac{b - b_2}{b} \right)$$



Gemas



Medición de gemas en la misma arista

Imágenes obtenidas a través de PEMADE_USC



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

6. Bolsas de resina y entrecascos

Las bolsas de resina se tendrán en cuenta en función de su longitud (en mm) en la dirección paralela al eje de la pieza. Si existe más de una bolsa de resina se tendrá en cuenta la de mayor dimensión.

Los entrecascos son trozos de corteza en el interior de la madera, su medición se llevará a cabo en función de su longitud y/o anchura (cm). En el caso de existir más de uno se sumarán las respectivas dimensiones.



Bolsas de resina

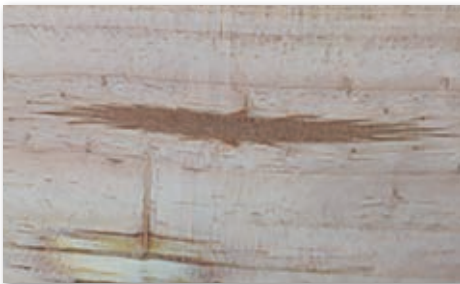


CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

7. Médula

La medula es la zona central situada en el primer anillo de crecimiento (tejido blando), los inconvenientes asociados a su presencia no resaltan por una pérdida de la resistencia global, si no por ser un indicativo de la que madera de su proximidad puede ser madera juvenil.

La **madera juvenil** puede afectar principalmente a algunas especies de **coníferas** en los primeros anillos de crecimiento, ya que tiene una estructura anatómica diferente que al momento del secado genera elevados porcentajes de curvaturas. Esta se puede reconocer en la sección transversal por la presencia de anillos de crecimiento anormalmente anchos.



Médula

La norma no establece un método práctico o preciso para la evaluación de la presencia de este tipo de madera, no obstante, se establece un mecanismo indirecto a través de los **anillos de crecimiento**.

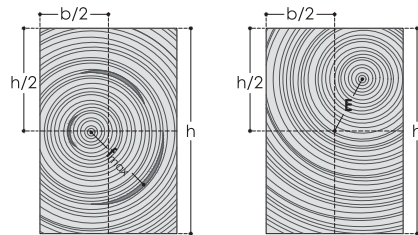
Imágenes obtenidas a través de PEMADE_USC



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL



Anillos de Crecimiento



Medición anchura máxima de anillo

8. Anillos de crecimiento

Las elevadas curvaturas de los anillos de crecimiento pueden ser un indicador de la presencia de madera juvenil la cual puede provocar elevadas deformaciones en el proceso de secado. Para evitar esto en la madera que se comercializa húmeda, se establece una **anchura máxima del anillo**.

La anchura máxima se mide trazando el segmento recto más largo que se puede trazar perpendicularmente a los anillos de crecimiento y que atraviese la pieza transversalmente. La medida comienza en el extremo más cercano a la médula, determinándose el valor medio de la anchura de los primeros cinco anillos de crecimiento. Si la médula no estuviera, se miden los primeros cinco anillos más cercanos a esta.

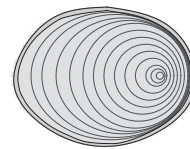
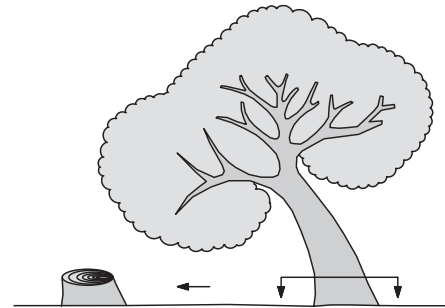
CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

9. Madera de reacción

Este tipo de madera tiene una consideración especial ya que cuenta con unas **características anatómicas diferentes**. Está formada normalmente por partes de ramas y troncos inclinados o curvados sometidas a tensiones elevadas (comprimida en coníferas y traccionada en frondosas).

En coníferas se puede identificar por tener densidades anormalmente elevadas, una fuerte excentricidad y anillos anormalmente anchos. Actualmente no existen medios visuales objetivos y fiables para la determinación de este tipo de madera, salvo la propia experiencia del clasificador.

Su **evaluación** se realizaría midiendo la longitud y la anchura del rectángulo en el que quede inscrita, en el caso de ser posible su medición.



Madera de reacción



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL



10. Alteraciones biológicas

Se debe evaluar la presencia de ataques por insectos xilófagos, pudriciones o coloraciones en la propia madera.



Ataque de hongos

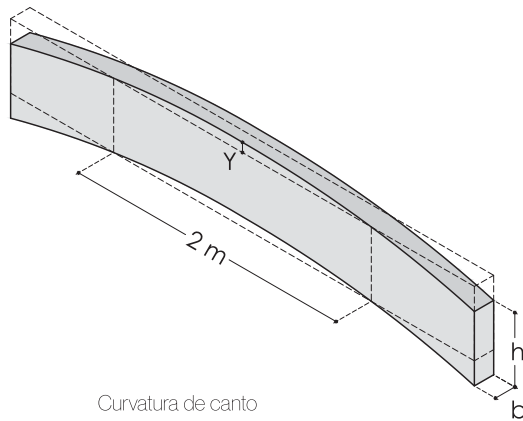


Ataque de Xilófagos



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

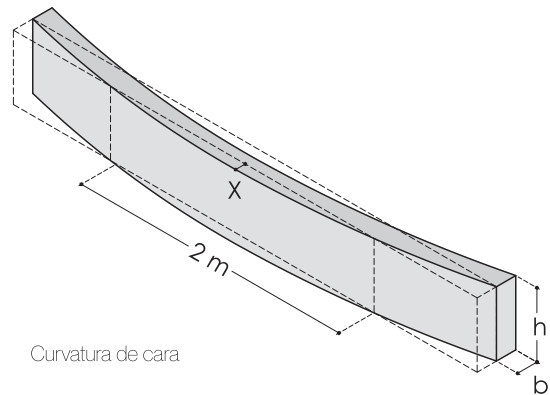
Deformaciones de las piezas



Curvatura de canto

1. Curvatura de cara y canto

Se mide la deformación máxima en un tramo de 2 m de longitud (si la longitud de la pieza fuera inferior a 2 m se debe medir entre los extremos de la misma).



Curvatura de cara



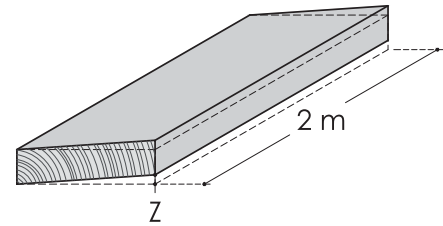
CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

2. Alabeo

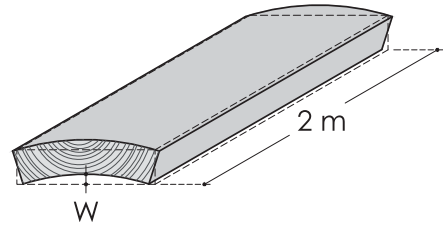
Deformación máxima de la superficie sobre una longitud representativa de 2 m.

3. Abarquillado

Deformación máxima sobre la anchura de la sección.



Alabeo



Abarquillado



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Métodos no destructivos

La **clasificación mecánica** y la estimación de las propiedades resistentes de la madera **se puede realizar mediante la asociación de técnicas no destructivas** y el análisis visual del material.

Los ensayos no destructivos son cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los ensayos no destructivos implican un **daño imperceptible o nulo** en la muestra examinada.

Los diferentes métodos de ensayo no destructivos se basan en la aplicación de fenómenos físicos tales como ondas electromagnéticas, acústicas, elásticas, emisión de partículas subatómicas, capilaridad, absorción o cualquier otro tipo de prueba que permita estimar una determinada propiedad en el material. En función de la naturaleza de la técnica en la que se basan los métodos no destructivos, estos se pueden clasificar.







Métodos no destructivos, de izquierda a derecha: Fakopp, MTG y PLG.

Imágenes obtenidas a través de PEMADE_USC



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

MÉTODOS MECÁNICOS	Acústicos	Técnica de Ultrasonidos   Onda de Impacto Análisis de Vibraciones 	Requerida una Humedad conocida
	Otros	 Pruebas de carga Clasificación Mecánica Sondeo con penetrómetro Sondeo con taladro Arranque de tornillo	
MÉTODOS ELECTROMAGNÉTICOS	Xilohigrómetro Microondas Termografía Espectroscopia de infrarrojo cercano - NIR		
MÉTODOS NUCLEARES	Rayos X Rayos Gamma Resonancia magnética		

En esta guía se tratarán específicamente los **métodos mecánicos acústicos**, con el objetivo de establecer correlaciones entre los ensayos estáticos y ensayos de propagación de ondas sónicas. De esta manera se busca facilitar al usuario de la guía un modo de estimar las clases resistentes de la madera estructural, sin necesidad de someterla a ensayos destructivos.



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Métodos acústicos

Para este método se utilizan numerosas y diferentes técnicas basadas en las características de propagación de una onda acústica, diferenciándose en la **fuerza del impulso** (en la configuración del ensayo, en las características de la respuesta medida o en la forma de procesar la señal recibida) condicionada por el material sobre el que se investiga.

Los métodos acústicos se emplean para la clasificación y detección de las singularidades de la madera en múltiples campos. Existiendo desde grandes equipos industriales de alto rendimiento para líneas de producción a pequeños y ligeros equipos portátiles diseñados para su utilización en campo o laboratorio.

Beneficios

- Equpos de fácil manejo
- Métodos de ensayo rápidos y objetivos
- Amplia variedad de equipos de medición

Equipos de medición

A continuación, se exponen ejemplos de algunos equipos que se pueden utilizar en la clasificación de madera aserrada estructural:

- Técnica de Ultrasonidos (USLab)
- Técnica de Ondas de Impacto (FAKOPP)
- Análisis de Vibraciones (MTG y PLG)



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

1. Técnica de Ultrasonidos (USLab)



El método de ultrasonidos, o de la velocidad de un impulso ultrasónico (ultrasonic pulse velocity test method), consiste en **generar una onda de frecuencia ultrasónica y hacer pasar ese impulso a través de la zona que queremos inspeccionar**, desde el punto de generación hasta otro punto donde se registra la llegada de la onda.

El método de aplicación de los ultrasonidos que resulta más adecuado en la verificación de materiales heterogéneos como la madera, es el de **transmisión**. La frecuencia debe ser mucho más baja que en otros métodos, para conseguir un alcance mayor de los impulsos y poder sortear las irregularidades del material. Las ondas ultrasónicas más largas rodean más fácilmente los obstáculos que las ondas más cortas.

El objetivo del ensayo es la medición del tiempo que tarda el primer frente de onda en recorrer esos dos puntos entre emisor y receptor.

Con el tiempo asociado a la longitud de la pieza, se obtiene la velocidad de propagación de ondas de ultrasonidos. **Es importante resaltar que se medirán estos parámetros a una humedad del 12%.**

En esta técnica, una discontinuidad en el material, como una fenda o un nudo, tienen por efecto un aumento del tiempo transcurrido hasta llegar al receptor. El camino seguido por las ondas ultrasónicas es mayor al tener que sortear un obstáculo.



Equipo USlab



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

2. Técnica de Ondas de Impacto (FAKOPP)



Microsecond Timer. FAKOPP

Como ejemplo de equipo de ondas de impacto para madera, se puede citar el dispositivo portátil denominado "Microsecond Timer" de la empresa húngara, Fakopp.

Este equipo utiliza el principio de **transmisión directa** de una onda acústica y calcula el tiempo de propagación de dicha onda entre dos puntos de distancia conocida. Al igual que en el caso de los ultrasonidos, se mide el tiempo de propagación de ondas acústicas a lo largo de la pieza. **Se utiliza el tiempo para calcular el valor de la velocidad asociado** a la densidad y así obtener el valor del módulo de elasticidad dinámico (Edin).



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

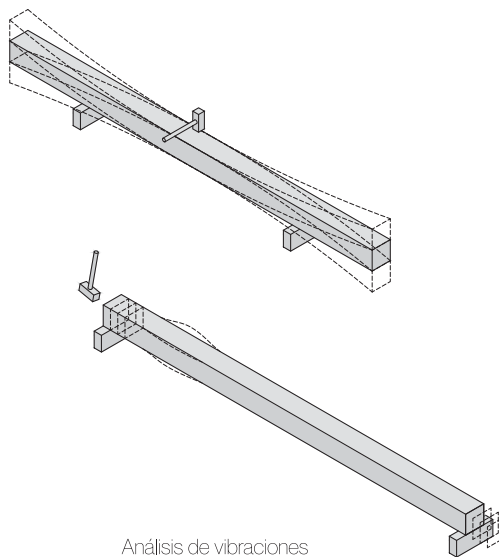
3. Análisis de Vibraciones (MTG y PLG)



Una importante propiedad dinámica de todo sistema elástico es la **frecuencia natural de vibración**. Para una pieza de determinadas dimensiones que se encuentra vibrando, la frecuencia natural asociada a su vibración está principalmente **relacionada con sus propiedades físicas (densidad) y mecánicas (módulo de elasticidad)**.

Por tanto, **el módulo de elasticidad dinámico (E_{din}) de un material puede ser determinado mediante la medición de la frecuencia natural de vibración** de una pieza prismática de dimensiones conocidas y de su densidad.

La utilización del método de **análisis de vibraciones** consiste en medir la frecuencia natural de vibración de una pieza y a partir de ella, estimar sus propiedades resistentes. La probeta de ensayo puede hacerse vibrar de varios modos, en función de las condiciones de apoyo y de la localización del lugar del impacto.



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

El método consiste exactamente en **golpear la probeta con un martillo** para determinar frecuencias fundamentales. El impacto hace que la pieza comience a vibrar en su frecuencia natural. **La amplitud y frecuencia de la vibración de resonancia son obtenidas utilizando un analizador de espectro** que determina las frecuencias relativas mediante la transformada rápida de Fourier.



Mechanical Timber Grader - MTG

Las **ventajas** de este método frente al de vibraciones forzadas, por ejemplo, es la mayor rapidez de ejecución del ensayo y la posibilidad de estudiar piezas de muy diferentes dimensiones.



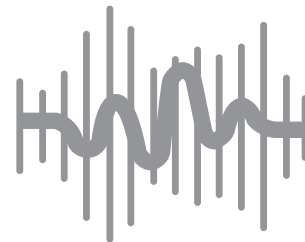
Portable Lumber Grader - PLG



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Fórmulas de cálculo. Métodos Acústicos.

Conociendo la velocidad y la densidad podemos estimar el módulo de elasticidad dinámico (E_{din}) también denominado Coeficiente de rigidez (CLL) a partir del cual se puede estimar el módulo de elasticidad estático y la resistencia. La densidad (d) será un parámetro conocido.



Formulación técnica de Ultrasonidos (USLab) y técnica de Ondas de Impacto (FAKOPP)

Los equipos MicrosecondTimer y USLab miden el tiempo de propagación de las ondas sonoras en la dirección longitudinal de la madera. Con la asociación del tiempo (t) y la longitud (L) de las tablas, se calcula la velocidad de propagación de las ondas de sonido.

$$v = \frac{L}{t}$$

$$E_{din} = C_{LL} = p \cdot v^2$$

Formulación técnica de Análisis de Vibraciones (MTG y PLG)

Los equipos PLG y MTG miden la frecuencia natural de vibración de la madera. La velocidad de vibración se calcula asociando la frecuencia (f) a la longitud (L) de las tablas.

$$v = 2 \cdot f \cdot L$$

$$E_{din} = C_{LL} = p \cdot v^2$$



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Ensayos Mecánicos (UNE EN-408)

La norma UNE-EN 408: 2011+A1 establece la metodología a seguir para caracterizar mecánicamente la madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Salvo especificación en sentido contrario, los métodos se aplican a madera maciza con empalmes o no por unión dentada, y a la madera laminada encolada, de sección rectangular o circular (de sección esencialmente constante).

Condiciones Previas

Se exige una **precisión del 1%** en la determinada de las **medidas de la probeta**, así como una correcta **determinación de su humedad**, a través de la extracción de una rebanada de acuerdo con la **Norma UNE-EN 13183-1**.

Se deberá determinar también la **densidad de la sección transversal completa de la probeta**, así como asegurar un **acondicionamiento** previo del material objeto de ensayo bajo una atmósfera normalizada de $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ y $(65\pm 5)\%$ de humedad relativa.



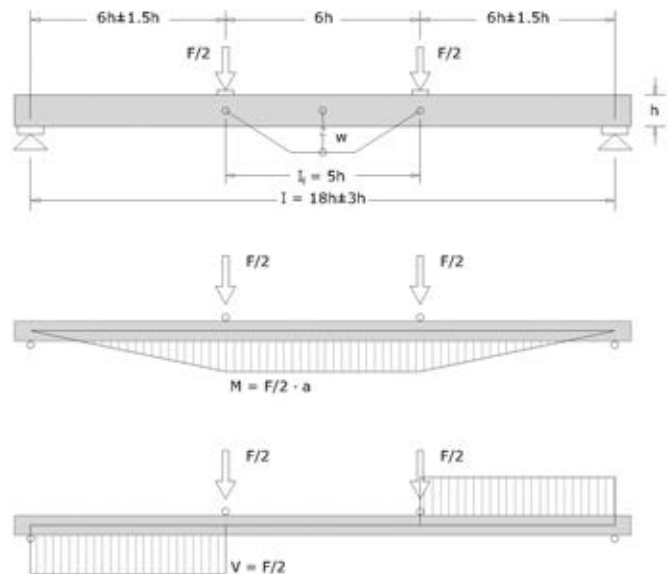
CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Determinación del módulo de elasticidad local en flexión

Se ensaya la probeta a flexión con una configuración de cuatro puntos en condiciones de simetría, con una separación entre apoyos habitualmente de 18 veces el canto (h) y una separación entre cargas de 6 veces el canto (h).

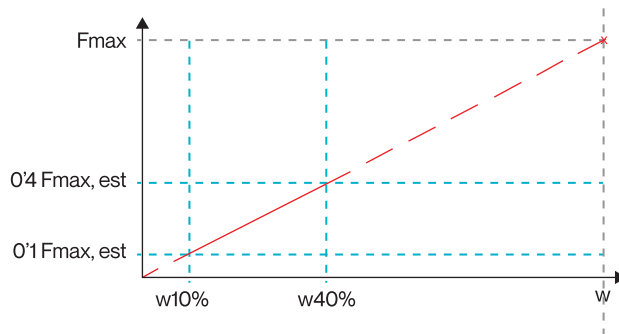
Se mide la deformación en el punto medio del segmento longitudinal entre las cargas (l_1), cuya característica es que está sometido a **flexión pura y constante**.

La **velocidad** de aplicación de carga es importante, ya que la influencia de la duración de la carga **afecta a la respuesta del material**. La carga se debe aplicar a velocidad constante, alcanzando su valor máximo en un intervalo de tiempo comprendido entre 3 y 7 minutos.



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Para obtener el módulo de elasticidad, se mide el desplazamiento entre el 10% y el 40% de la **carga máxima estimada**, y se aplica la fórmula propuesta en la norma:



$$E_{m,l} = \frac{al^2 (0,4 \cdot F_{max,est} - 0,1 \cdot F_{max,est})}{16 I (w_{40\%} - w_{10\%})}$$

$E_{m,l}$	Módulo de elasticidad local en flexión (N/mm ²)
a	Distancia entre un punto de carga y el apoyo más próximo en un ensayo de flexión (mm)
l	Longitud base de medida, en este caso 5 veces el canto de la probeta (mm)
$0,4 \cdot F_{max,est}$	40% de la carga máxima estimada (N)
$0,1 \cdot F_{max,est}$	10% de la carga máxima estimada (N)
I	Momento de inercia (mm ⁴)
$w_{40\%} - w_{10\%}$	Incremento de deformación correspondiente a $0,4 \cdot F_{max,est} - 0,1 \cdot F_{max,est}$



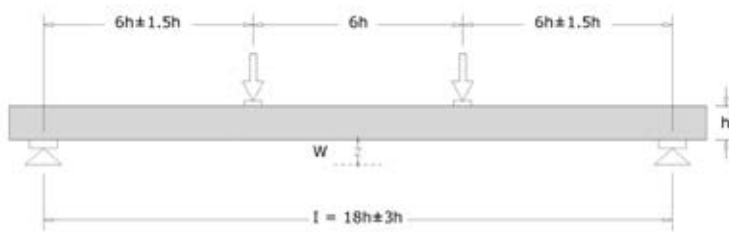
CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Determinación del módulo de elasticidad global en flexión

Análogamente a lo indicado en el apartado anterior, para la determinación del módulo de elasticidad global se siguen las mismas indicaciones:

- Ensayo a flexión con una configuración de cuatro puntos, con una separación entre apoyos habitualmente de 18 veces el canto y una separación entre cargas de 6 veces el canto.
- Velocidad de aplicación de carga constante.
- El tiempo de duración del ensayo debería alcanzarse en un intervalo comprendido entre 3 y 7 minutos.

En este caso y a diferencia del anterior, la deformación (w) debe medirse en el centro de la luz y en el centro del borde traccionado o comprimido.



Disposición del ensayo



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Para obtener el módulo de elasticidad global ($E_{m,g}$), se mide el desplazamiento total de la probeta en el centro del vano, teniendo en cuenta la influencia de los cortantes en la medición (a través del Módulo de elasticidad transversal, G).

De nuevo, se utiliza el tramo del gráfico comprendido entre el 10% y el 40% de la **carga máxima estimada**, y se aplica la fórmula propuesta en la norma:



Rotura Ensayo de Flexión

$$E_{m,g} = \frac{3al^2 - 4a^3}{2bh^3 \left(2 \frac{W_{40\%} - W_{10\%}}{0,4 F_{max,est} - 0,1 F_{max,est}} - \frac{6a}{5Gb h} \right)}$$

$E_{m,g}$	Módulo de elasticidad global en flexión (N/mm ²)
a	Distancia entre un punto de carga y el apoyo más próximo en un ensayo de flexión (mm)
l	Longitud base de medida, en este caso 5 veces el canto de la probeta (mm)
b	Anchura de la sección transversal (mm)
h	Altura de la sección (mm)
$0,4 \cdot F_{max,est}$	40% de la carga máxima estimada (N)
$0,1 \cdot F_{max,est}$	10% de la carga máxima estimada (N)
I	Momento de inercia (mm ⁴)
$W_{40\%} - W_{10\%}$	Incremento de deformación correspondiente a $0,4 \cdot F_{max,est} - 0,1 \cdot F_{max,est}$

Imágenes obtenidas a través de PEMADE_USC



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Determinación de la resistencia a la flexión axial

Se siguen las indicaciones de los apartados anteriores en cuanto a la configuración del ensayo para la determinación del módulo de elasticidad local y global.

La probeta se debe **cargar en flexión simétricamente**. En el caso de ensayar probetas con empalmes por unión dentada, éste deberá situarse a mitad de la luz.

La carga se debe aplicar a una velocidad constante de manera que se alcance la carga máxima en un intervalo entre 5 y 7 min. La resistencia a flexión (f_m) se calculará mediante la ecuación:

$$f_m = \frac{3Fa}{bh^2}$$



Ensayo de Flexión

f_m	Resistencia a la flexión (N/mm ²)
F	Carga (N)
a	Distancia entre un punto de carga y el apoyo más próximo en un ensayo de flexión (mm)
b	Anchura de la sección transversal (mm)
h	Altura de la sección (mm)



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Determinación de la resistencia a la tracción paralela a la fibra

Se ensaya una probeta de sección transversal completa por medio de mordazas colocadas en los extremos. Estas mordazas deberán permitir la aplicación de una carga de tracción, sin provocar flexión.

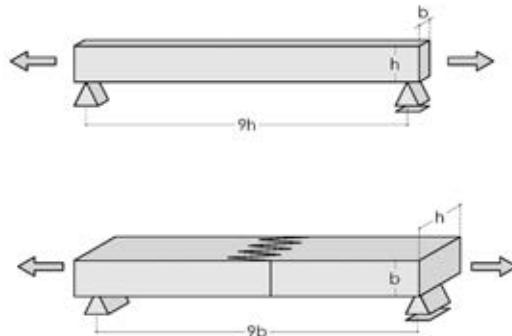
La longitud de ensayo libre entre mordazas será de al menos nueve veces la mayor dimensión de la sección (**9h**).

En el caso de ensayar una **probeta con empalme por unión dentada**, el dentado quedará situado a mitad de la luz y la longitud libre entre mordazas será de al menos 9 veces la menor dimensión de la sección (**9b**).

Se debe realizar el ensayo a una velocidad constante, alcanzando la rotura ($f_{t,0}$) de la pieza en un intervalo comprendido entre 5 y 7 minutos, siendo el objetivo alcanzar la $F_{máx}$ para cada probeta en 5 min. De esta forma se calculará la resistencia a la tracción paralela a la fibra a partir de la siguiente ecuación:

$$f_{t,0} = \frac{F_{máx}}{A}$$

$f_{t,0}$	Resistencia a la tracción perpendicular a la fibra (N/mm ²)
$F_{máx}$	Carga máxima (N)
A	Área de la sección transversal (mm ²)



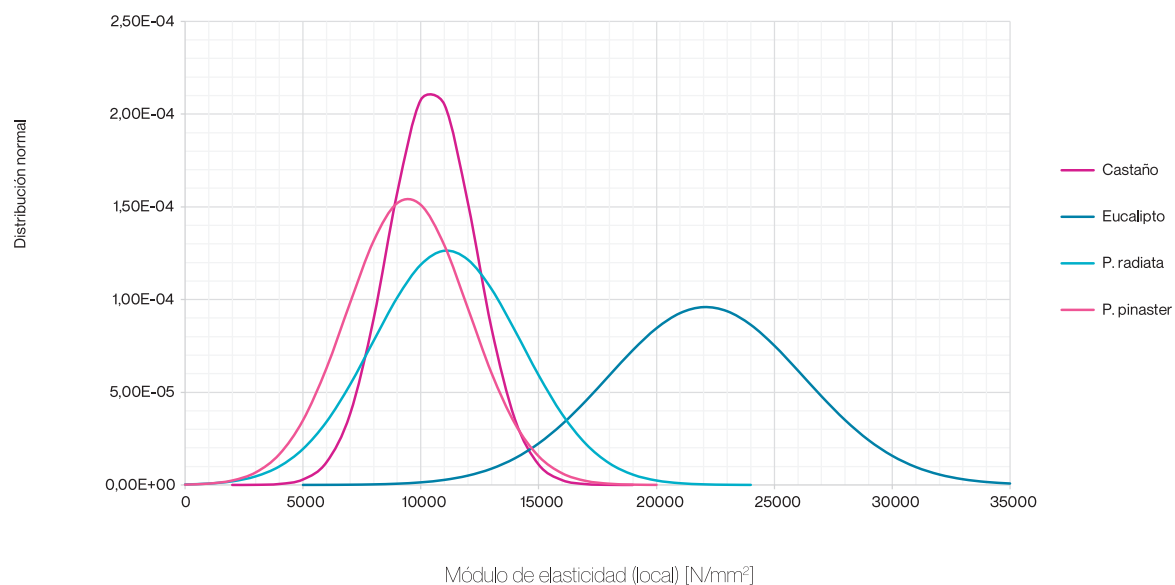
Imágenes obtenidas a través de PEMADE_USC



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Resultados. Ensayos mecánicos de flexión

A continuación, se detalla la distribución normal de los módulos de elasticidad local obtenidos a través de ensayos mecánicos de flexión, en el proceso de caracterización de la madera empleada en el proyecto LIFE EcoTimberCell.



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Resultados. Fórmulas de paso

Teniendo en cuenta la amplia base de datos obtenida durante el desarrollo de la caracterización de la madera empleada en el proyecto LIFE EcoTimberCell, se han estudiado las propiedades mecánicas de forma independiente y las relaciones entre ellas, definiendo modelos de regresión explicativos de la correlación entre las distintas variables. A continuación, se exponen las formulas de paso entre parámetros obtenidos a través de ensayos de flexión y métodos no destructivos, haciendo uso de la metodología explicada en esta guía.

UsLab

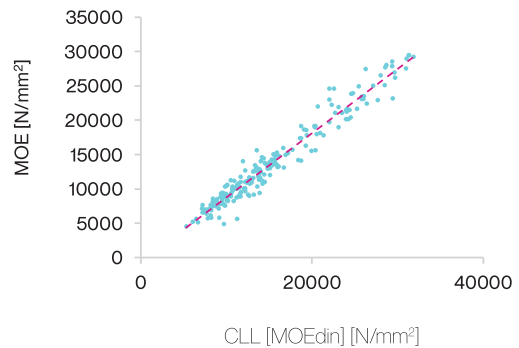
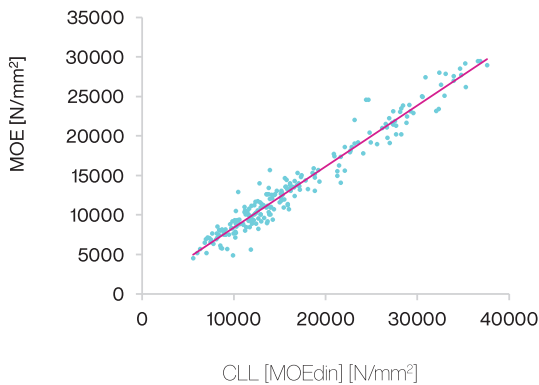


$$y = 0,7728x + 681,85$$
$$R^2 = 0,9536$$

Fakopp
Microsecond Timer



$$y = 0,9361x - 603,23$$
$$R^2 = 0,9536$$



y Módulo de Elasticidad Estático obtenido a partir de los ensayos de flexión (N/mm²)

x Módulo de Elasticidad Dinámico obtenido con la aplicación del equipo no destructivo correspondiente (N/mm²)



CARACTERIZACIÓN DE MADERA ESTRUCTURAL

Resultados. Fórmulas de paso

PLG

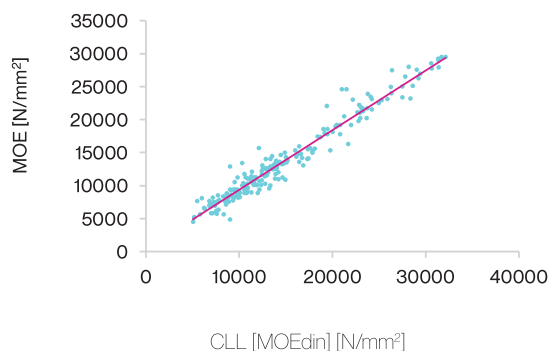
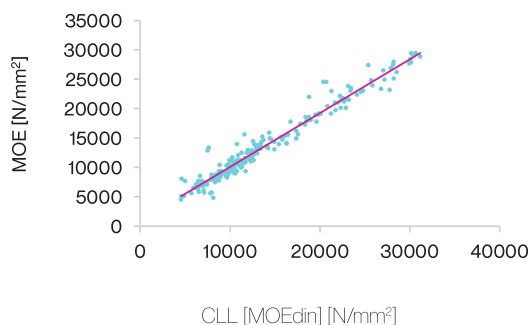


$$y = 0,9169x + 906,68$$
$$R^2 = 0,9574$$

MTG



$$y = 0,9035x + 332,07$$
$$R^2 = 0,9527$$

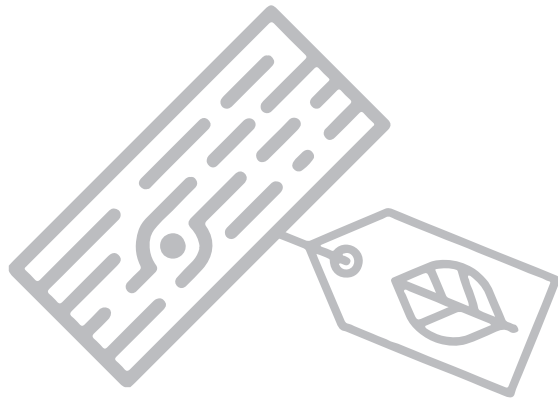


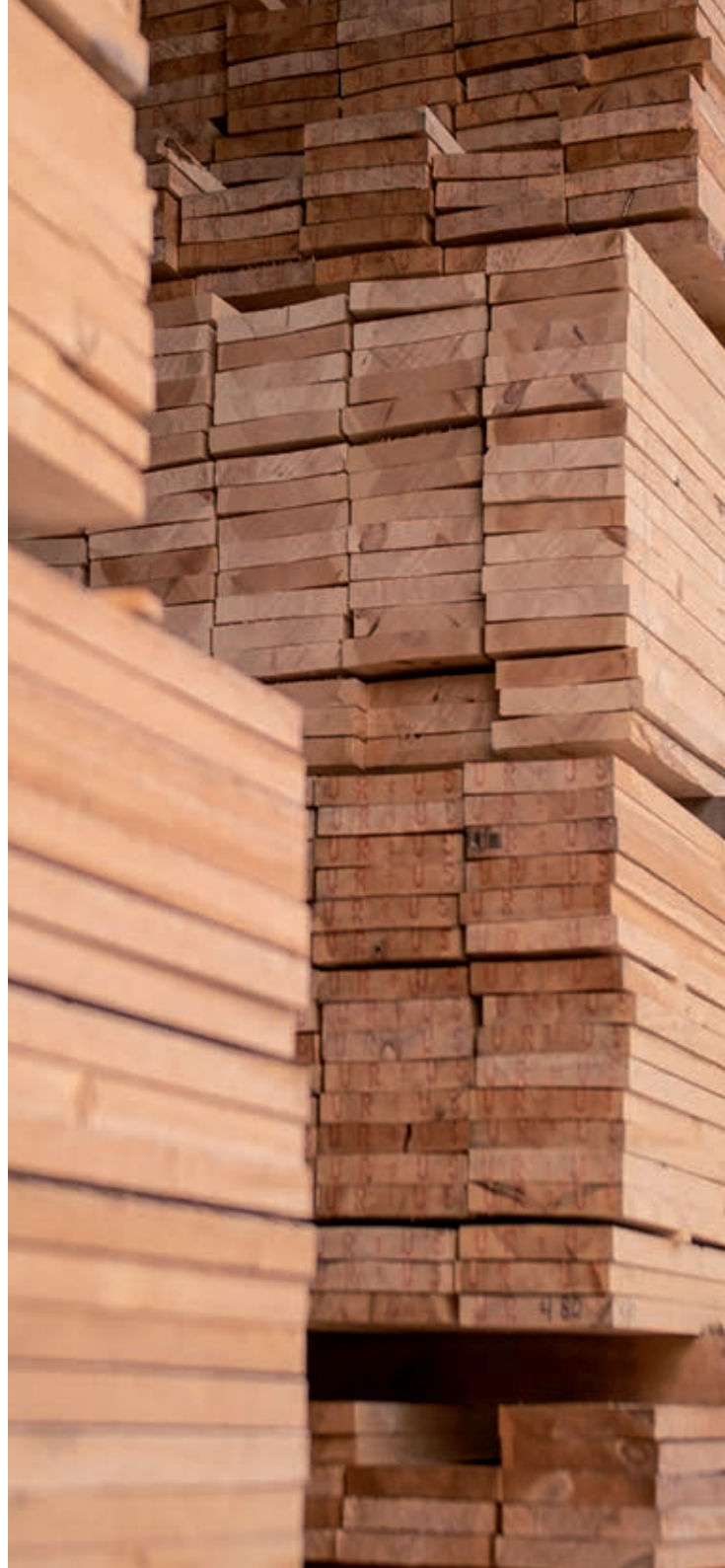
y Módulo de Elasticidad Estático obtenido a partir de los ensayos de flexión (N/mm²)

x Módulo de Elasticidad Dinámico obtenido con la aplicación del equipo no destructivo correspondiente (N/mm²)

Las fórmulas expuestas anteriormente permiten al usuario final la estimación del módulo de elasticidad estático (obtenido mediante ensayos de flexión según UNE-EN 408), a partir de los resultados obtenidos con la aplicación de los equipos no destructivos explicados en esta guía: UsLab, FakoppMicrosecondTimer, PLG y MTG. De esta forma, es posible estimar el módulo de elasticidad de la probeta sin necesidad de someterla a un ensayo mecánico destructivo.







CERTIFICADO CE

¿Qué es el mercado CE?

Es una certificación mediante la cual el fabricante informa a los usuarios y autoridades competentes de que el producto comercializado cumple con los reglamentos aplicables en materia de requisitos esenciales, certificando la idoneidad del producto para el uso previsto. No obstante, es importante destacar que el mercado CE no es ni una marca de calidad ni un certificado de origen de los productos.

Beneficios

-  Permite a los fabricantes la libre circulación y comercialización de sus productos en el espacio económico europeo.
-  Garantiza al usuario el cumplimiento de las normativas europeas armonizadas correspondientes.
-  El mercado tiene una validez indefinida mientras no se modifiquen las características declaradas del producto.



CERTIFICADO CE

Materiales destinados a la construcción

En el reglamento europeo de productos de la construcción (UE) N.º 305/2011 se especifica que **todos aquellos productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a las obras o como parte de estas, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE**. Esta exigencia exige a los productos de construcción que son fabricados por unidad o hechos a medida sin ningún proceso en serie asociado, así como, los productos fabricados en el propio lugar de construcción y productos fabricados de manera tradicional o para la conservación del patrimonio sin procesos industriales.

La mayoría de los productos empleados en la construcción deberán disponer de un marcado CE y de la correspondiente declaración de prestaciones, siempre y cuando se encuentren cubiertos por alguna Norma Armonizada .

En caso de que no existiese una norma armonizada, el marcado CE es de carácter voluntario. De llevarse a cabo, se debe comprobar en primer lugar si existe un **documento de evaluación europeo (DEE)** de la EOTA (European Organization for Technical Approval) para poder llevar a cabo una **evaluación técnica europea (ETE)**. Si el producto no entra dentro de las especificaciones, se puede solicitar la elaboración de un DEE específico por parte de un **Organismo de Evaluación Técnica (OET)** notificado por algún estado miembro.



Se entiende por **Normas Armonizadas** aquellas normativas europeas que contengan el Anexo ZA donde se establecen las condiciones para la adecuación y colocación del marcado CE, estas normas deberán a su vez estar publicadas en el Diario Oficial de la Unión Europea.

CERTIFICADO CE

Sistemas de Evaluación

Las prestaciones correspondientes al uso de los productos se evalúan en función de un conjunto de **características esenciales**. Estas características vienen detalladas en el **anexo ZA** para las Normas Armonizadas o en los correspondientes **DEE** según sea el caso. En estos documentos, se describe además el proceso de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones (EVCP) que se debe seguir para cada una de las características esenciales.

En función del sistema de EVCP determinadas etapas del proceso de certificación serán llevadas a cabo por parte de un Organismo Notificado.

Un Organismo Notificado (ON) es una organización designada por un país de la UE para evaluar la conformidad de ciertos productos antes de que se lancen al mercado. Estos organismos llevan a cabo labores relacionadas con procedimientos de evaluación de conformidad en base a la legislación vigente. En España los ON deben estar acreditados por ENAC.

Los ON se pueden encontrar en la lista de organismos de la página web de información **NANDO** (New Approach Notified and Designated Organisations). En esta página también se pueden encontrar los organismos de evaluación técnica, para los casos que fueran por la vía de la EOTA.



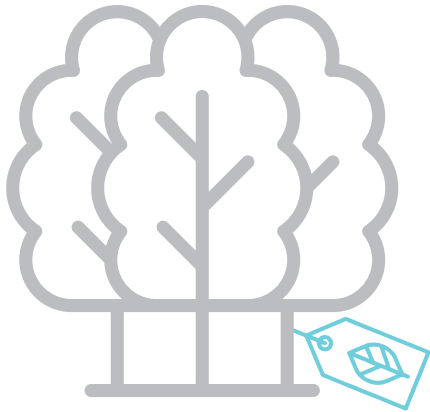


BIBLIOGRAFÍA

- ❏ Íñiguez González, G. (2007). *Clasificación mediante técnicas no destructivas y evaluación de las propiedades mecánicas de la madera aserrada de coníferas de gran escuadría para uso estructural*. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid.
- ❏ Vega Cueto, A. (2013). *Caracterización mecánica de la madera estructural de castanea sativa mill. clasificación visual y evaluación mediante métodos no destructivos*. (Tesis doctoral). Universidad de Santiago de Compostela
- ❏ Grupo de Investigación da Universidade de Vigo (2019). *Anuario de Estadística Forestal de Galicia 2018*. Xunta de Galicia, Consellería do Medio Rural. Santiago de Compostela.
- ❏ Comisión Europea (2015). *Marcado CE de los productos de construcción paso a paso*.
- ❏ Información sobre la certificación PEFC <https://www.pefc.es/index.html>
- ❏ Información sobre la certificación FSC <https://es.fsc.org/es-es>

Normativa

- ❏ **UNE 338:2016** Madera estructural. Clases resistentes.
- ❏ **UNE-EN:1912** Madera estructural. Clases resistentes. Asignación de calidades visuales y especies.
- ❏ **UNE 56546:2013** Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de frondosas.
- ❏ **UNE 56544:2011** Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de coníferas.
- ❏ **UNE-EN 408:2011+A1** Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas.
- ❏ **UNE-EN 384:2016** Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad.







LIFE

Eco Timber Cell