

28ª JORNADAS PROFEMADERA

25-27 ABRIL 2024

Almería

Vigas laminadas de chopo y fibra de carbono para una economía verde

Francisco José Rescalvo Fernández

Unidad de Investigación de la Madera de Andalucía
(UIMA)

ETS de Ingeniería de Edificación



¿Quiénes somos?



Unidad de Investigación de la
Madera Estructural de Andalucía



LA CONTAMINACIÓN, UN PROBLEMA INDUCIDO POR EL SER HUMANO



**THINK
GLOBAL
ACT
LOCAL**

Aspen Workman

INTRODUCCIÓN

- ➔ Según la ONU la población del mundo alcanzará en el 2050 la cifra de 9,000 mil millones de habitantes
- ➔ Escasez de agua potable
- ➔ Cambio climático
- ➔ La economía globalizada es muy débil y está claramente amenazada



*Elbete. Valle del Baztán

INTRODUCCIÓN

Solo para el cambio climático se requiere una inversión a nivel global del **8% del PIB mundial**

Carlos Torres Vila. Presidente del BBVA



Datos del sector de la construcción

Si la **industria del hormigón** fuera un país, sería el tercer país más contaminante, tras EEUU y China



Segunda sustancia más utilizada en la Tierra (tras el agua)

23% de la contaminación atmosférica

40% de la contaminación del agua potable

50% de residuos en los vertederos



Panorama general

Según la Mesa por la Industrialización de la Construcción del Clúster de Construcción Sostenible de Andalucía (CSA), los grandes **retos a los que se enfrenta la construcción actualmente:**

→ Descarbonización (menor huella de carbono)

→ Disminución de su huella ecológica (energía, agua, contaminación, reciclado, etc.) en todas sus fases (materiales, procesos, transporte, etc.)

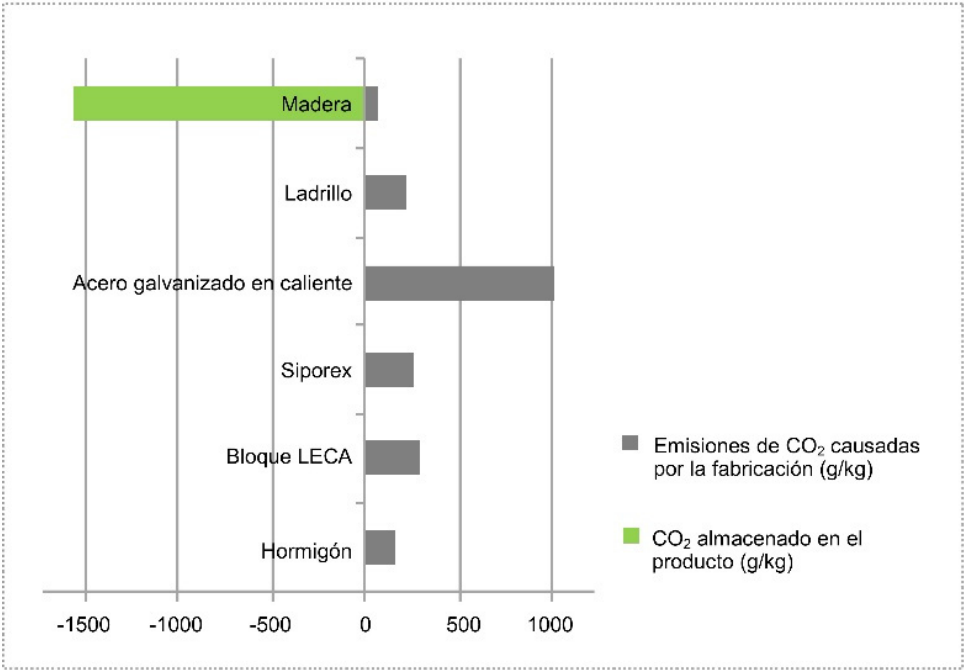
→ Falta de operarios en obra (la mayoría hombres y puestos de trabajo poco inclusivos)

→ Falta de digitalización

→ Falta de formación del personal en la industria y en la obra



INTRODUCCIÓN



La madera es una excelente opción para la neutralidad del carbono en el sector de la construcción

EN EUROPA Y EL NORTE DE ESPAÑA LA CONSTRUCCIÓN CON MADERA
CRECE EXPONENCIALMENTE



EN EUROPA Y EL NORTE DE ESPAÑA LA CONSTRUCCIÓN CON MADERA
CRECE **EXPONENCIALMENTE**

**Crecimiento del sector
en un 300% anual**

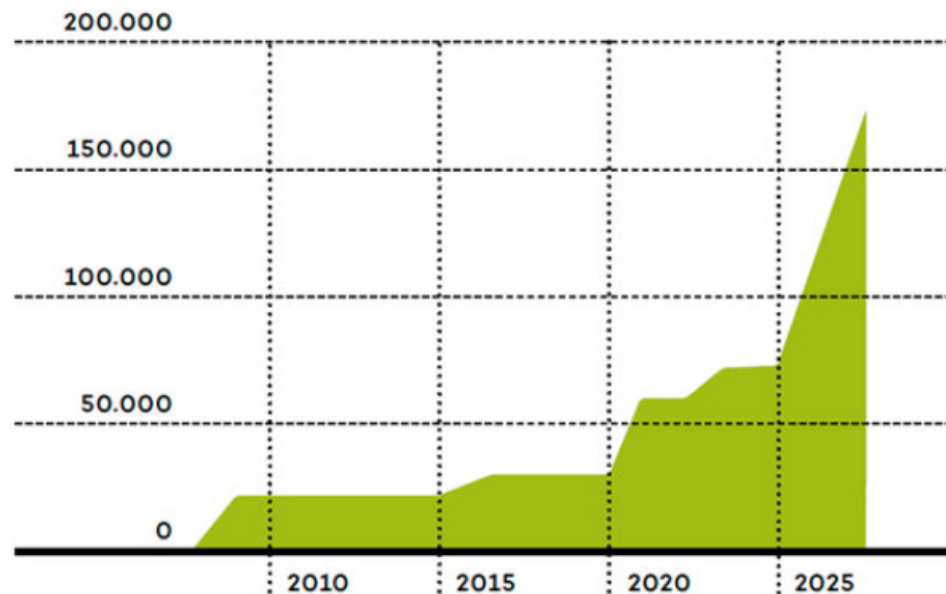


Figura 1: Evolución temporal de la Capacidad Productiva de madera contralaminada CLT en España (2008-2023) y previsión de crecimiento para el año 2026 expresada en metros cúbicos por año.

INTRODUCCIÓN

Primer edificio íntegro en CLT

"Murray Grove"
Hackney, London
9 plantas
Arq. Waugh
Thistleton Architects
2009



UN EDIFICIO DE 9
PLANTAS DE HORMIGÓN
EMITE 500 t DE CO₂

UN EDIFICIO DE 9
PLANTAS DE MADERA
**SECUESTRA
750 t DE CO₂**

INTRODUCCIÓN

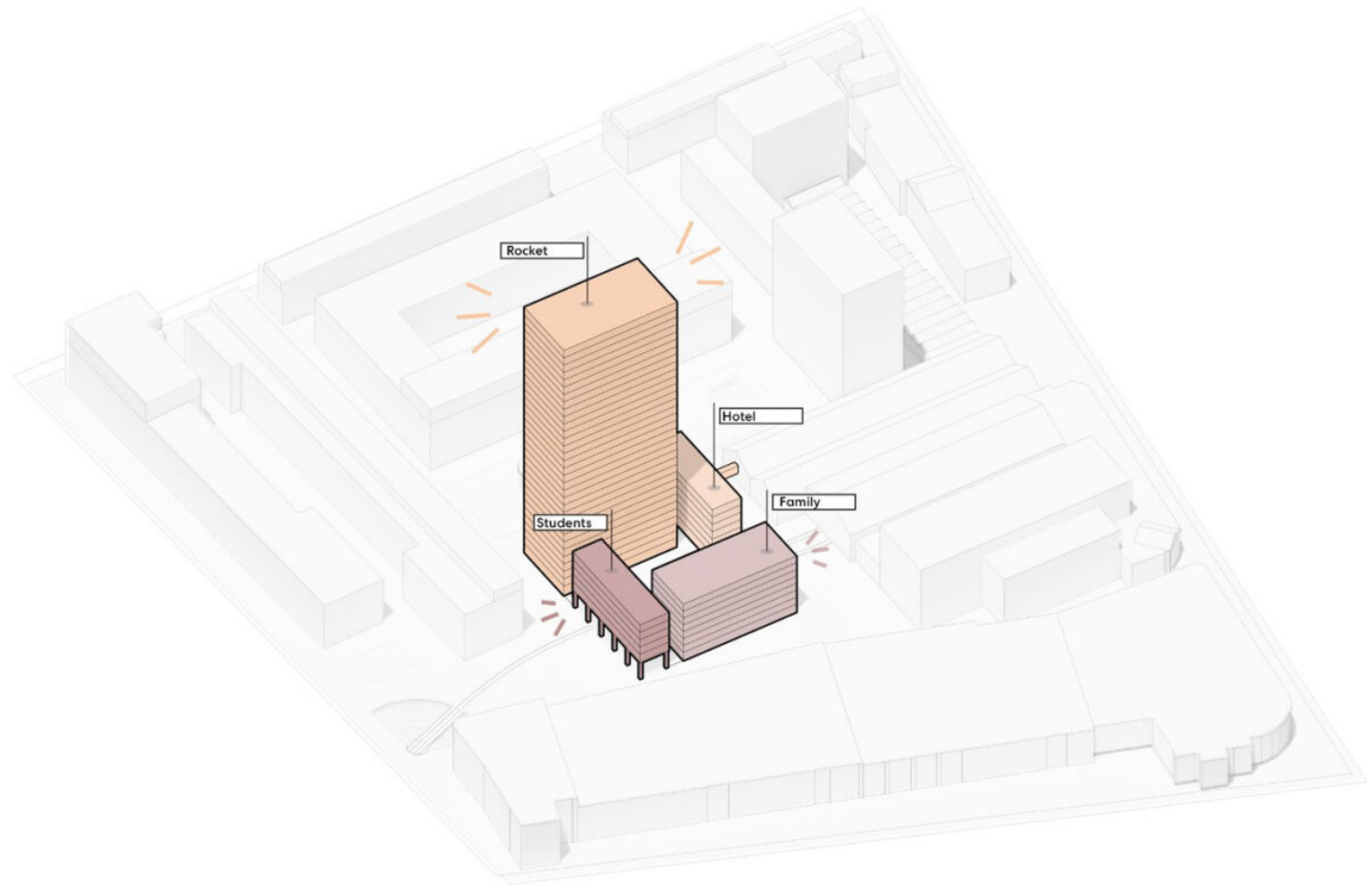
Primer más alto del mundo en madera

"Ascent MKE"
Milwaukee, Wisconsin
25 plantas (86,6 m)
CD Smith INC & Catalyst
Construction
2022



Edificio en madera en fase de proyecto más alto del mundo

"Rocket & Tigerli"
Winterthur, Suiza
32 plantas (100 m)
Schmidt Hammer Lassen
Architects (SHL)
2027



Edificio en madera en fase de proyecto más alto del mundo

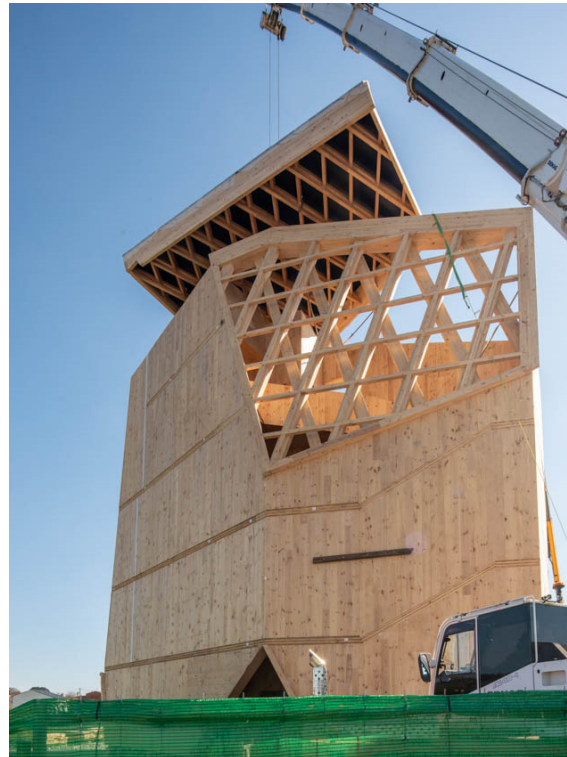
"Rocket & Tigerli"
Winterthur, Suiza
32 plantas (100 m)
Schmidt Hammer Lassen
Architects (SHL)
2027



INTRODUCCIÓN

Edificio proyectado con madera de pino de Galicia

"Impulso Verde"
Lugo, Galicia
18 m
Antonio Lara Bocanegra



<https://www.youtube.com/watch?v=Bnlw-eOjTNA&t=103s>

INTRODUCCIÓN

Edificios en España

La Verneda, Barcelona
Vicente Guallart y Daniel
Ibáñez
(en construcción)



INTRODUCCIÓN

***Primeras muestras de
utilización de madera en
construcción***



***Mesolítico (12000 –
9000 años a.C)***



***Marco Viturbio (25 a.C)
"De arquitectura"***



***Belleza, Firmeza y
Utilidad***



***Composición, cualidades
y usos de la madera***

***Construcción en base a troncos, rollizos o madera
aserrada hasta principios del S. XX***

INTRODUCCIÓN

Primeras muestras de utilización de madera en construcción



Mesolítico (12000 – 9000 años a.C)



***Marco Viturbio (25 a.C)
"De arquitectura"***

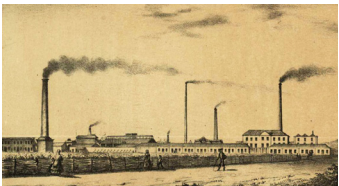


Belleza, Firmeza y Utilidad



Composición, cualidades y usos de la madera

Construcción en base a troncos, rollizos o madera aserrada hasta principios del S. XX



Industrialización del S. XIX



La madera queda relegada por el acero y el hormigón



¿Cuál ha sido el salto tecnológico para llegar a grandes luces y altura?

*Patente en 1901 por Karl
Friederich Otto Hetzer*



Madera laminada encolada

*Primer demostrador:
Edificio del Reichstag, Berlín
1894*



**Nace el concepto de
madera técnica**

(Primer salto tecnológico)

Madera Técnica – Segundo gran salto tecnológico: Las uniones dentadas

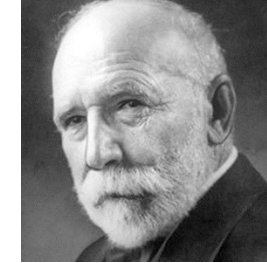
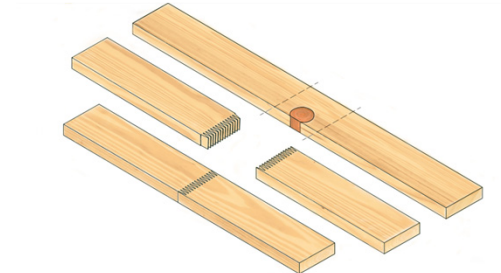
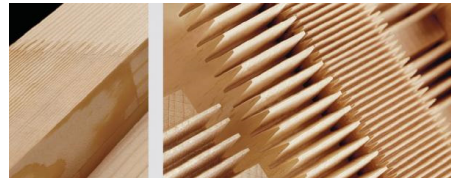
1962: Primer sistema de uniones dentadas en la empresa Weyerhaeuser, Oregon

Eliminación de los defectos

Largo ilimitado de lámina

Unión eficiente entre tablas

Optimización del recurso

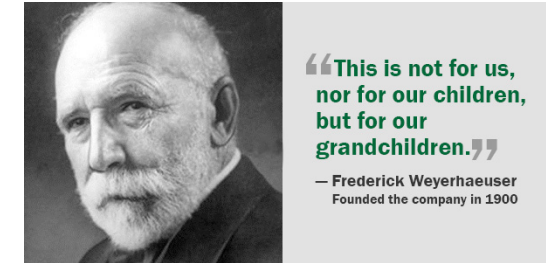


“This is not for us,
nor for our children,
but for our
grandchildren.”

— Frederick Weyerhaeuser
Founded the company in 1900

Madera Técnica – Segundo gran salto tecnológico: Las uniones dentadas

1962: Primer sistema de uniones dentadas en la empresa Weyerhaeuser, Oregon

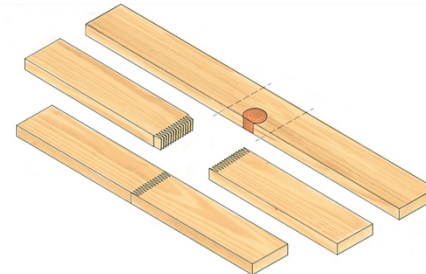
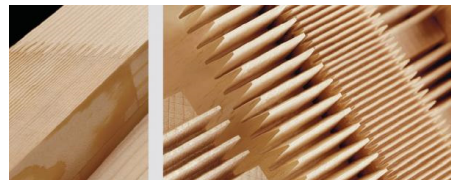


Eliminación de los defectos

Largo ilimitado de lámina

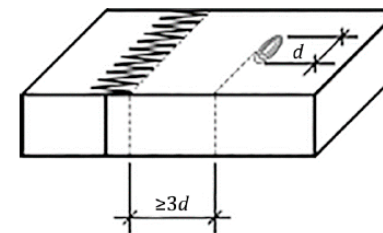
Unión eficiente entre tablas

Optimización del recurso

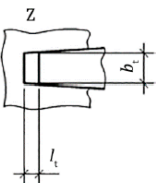
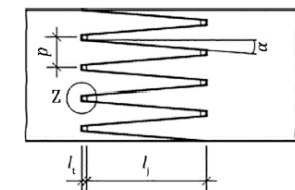


UNE-EN
14080

Requisitos para uso
estructural



Fabricación



Geométricos

Madera Técnica en la actualidad



Madera Técnica – Uso estructural

Basados en
madera aserrada



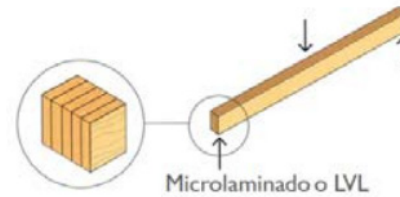
Basados en
chapas



Lineales



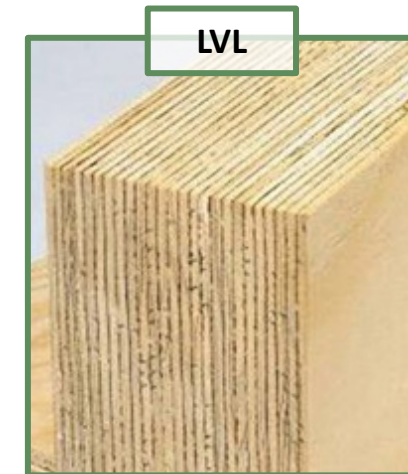
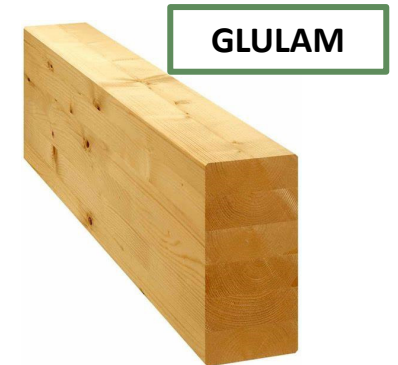
Cruzados



Madera Técnica – Uso estructural

Ventajas

- **Mayor aprovechamiento** de la troza
- **Eliminación** de los defectos
- **Mayores y más homogéneas propiedades mecánicas**
- Posibilidad de **mayores luces**
- **Mayor resistencia al fuego** y durabilidad
- **Múltiples aplicaciones como vigas o tableros**
(forjados, envolventes, tabiquería, cubiertas, pilares, etc.)
- Una **elaboración industrializada y prefabricada**





¿MADERA DE CHOPO?

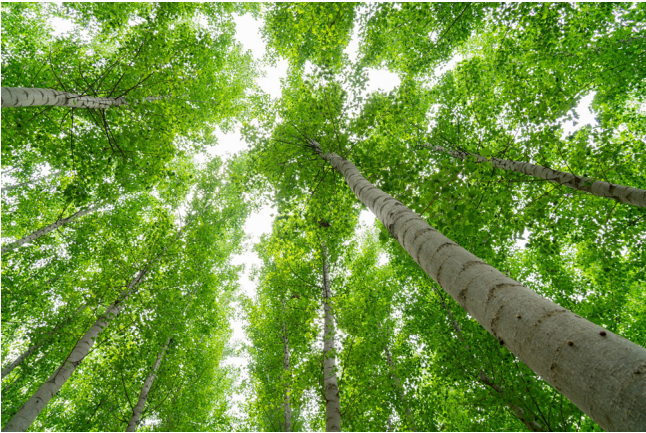
Recurso local de km0 infravalorado que se usaba hasta 1960 estructuralmente para forjados, techumbres, cubiertas y andamios

Inventario Nacional de Choperas 2021
(Ministerio de Transición Ecológica)

Zona	Actual (ha)	Potencial (ha)
Andalucía	4.377	48.332
Castilla y León	59.863	816.005
España	81.075	1.835.846



El chopo se percibe como una madera “de baja calidad con baja resistencia”



¿MADERA DE CHOPO?

Fábrica/Aserradero de San Juan "El Rey del Chopo". D. Diego de Liñán. Principios Siglo XX

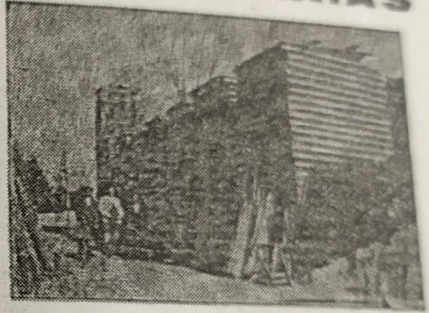
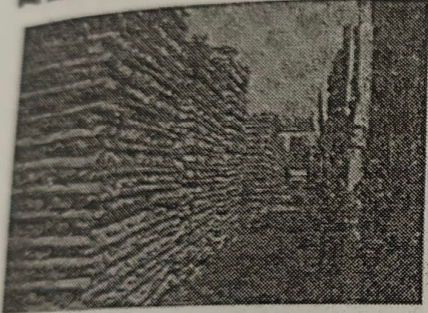


¿MADERA DE CHOPO?

Fábrica de la familia Alguacil. 1935

de papel de... en el cinco. IDEAL: 28
pág. 1.
Fiesta: en honor de miss Santa Fe. IDEAL: 15-10-1935, pág. 13.

AGUSTIN ALGUACIL RODRIGUEZ
Almacenes de maderas y Fábrica de aserrar
ABONOS Y PRIMERAS MATERIAS



Telegramas
ALGUACIL

EXPORTACION DE PATATAS Y CEREALES

Teléfonos: OFICINAS, Núm. 1. ALMACENES, Núm. 10

Santa Fe (Granada)

¿MADERA DE CHOPO? - HISTORIA

El chopo en Granada

Finales S.XIX-
Principios XX

I Revolución

- Primeras plantaciones masivas
- Especies indígenas
- Corta: 15 años
- Aserrado

Uso estructural



1955. Congreso
Internacional de Chopo en
Granada

Años 55-60

II Revolución

- Clones Italianos
- Corta: 10 años
- Desenrollo en corto

Contrachapado
para envases



Valor medio/bajo



El chopo en el Norte de España

Años 55-60

I Revolución

- Clones italianos
- Corta: 15 años

Pequeño
uso
estructural



Años 70-75

II Revolución

- Desenrollo en corto

Envases



Año 1984

III Revolución

- Desenrollo en largo

Contrachapado
industrial



Proyecto Nacional I+D+i



<http://compop.ugr.es>

Proyecto Europeo I+D+i



<https://life-woodforfuture.eu/>

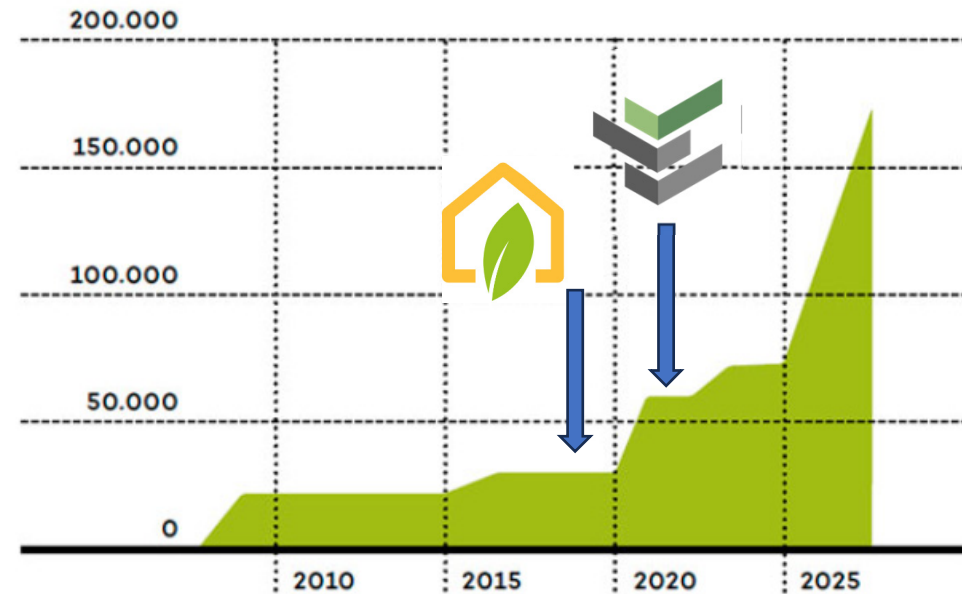
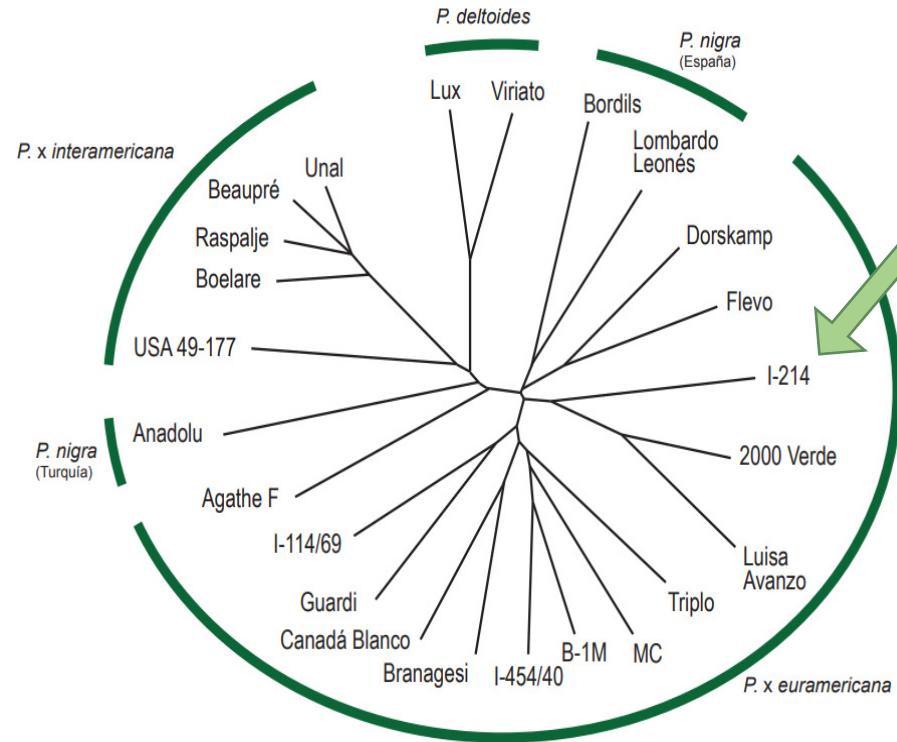


Figura 1: Evolución temporal de la Capacidad Productiva de madera contralaminada CLT en España (2008-2023) y previsión de crecimiento para el año 2026 expresada en metros cúbicos por año.

Clones de chopo



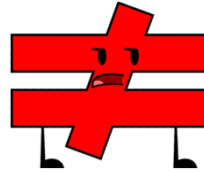
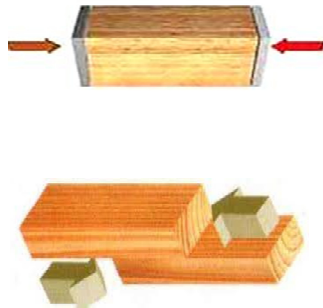
- Mayor crecimiento (diámetro)
- Menor rigidez
- Menor densidad

¿El chopo es resistente pero no rígido?

Principales propiedades mecánicas

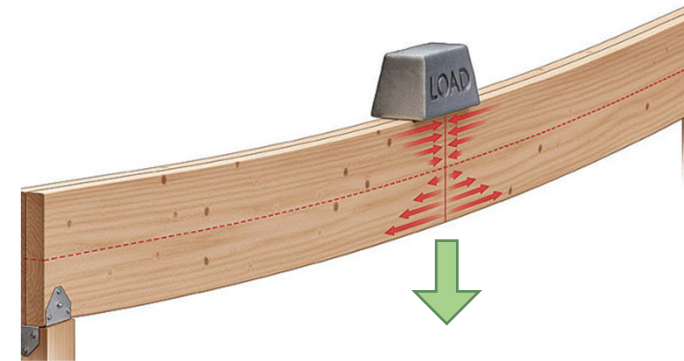
Resistencia (Mpa)

Resistencia a fuerza
externa



Rigidez (Mpa)

Oposición a ser
flectado



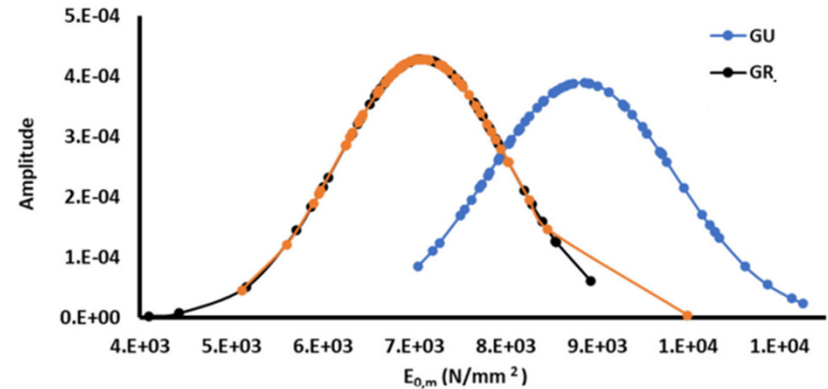
Clave en el cálculo
de estructuras

Caracterización. Clon I-214

Módulo elástico o rigidez en 2 zonas de España



Plantación	MoE _{st} (MPa)	ρ _o (kg/m ³)	MOR (MPa)
Guadalajara (13 años)	8.800	330	52
Granada (9 años)	7.000	343	47

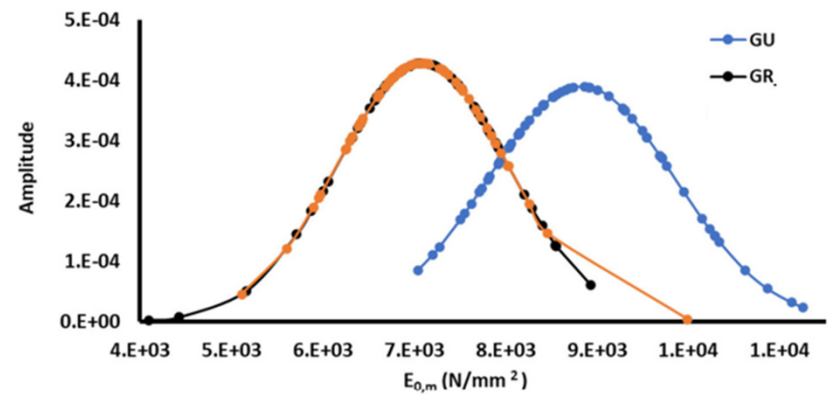


*MoE mín. uso estructural

7000 Mpa (C14)

Caracterización. Clon I-214

Módulo elástico o rigidez en 2 zonas de España



Plantación	MoE _{st} (MPa)	ρ _o (kg/m³)	MOR (MPa)
Guadalajara (13 años)	8.800	330	52
Granada (9 años)	7.000	343	47

*MoE mín. uso estructural

7000 Mpa (C14)

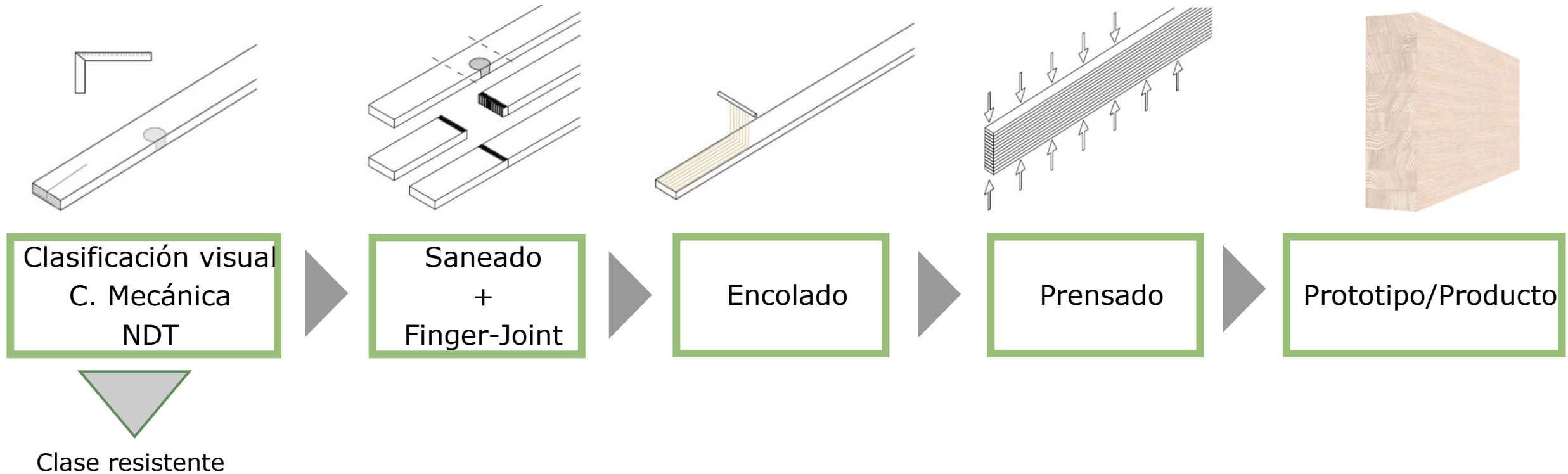
¡Ojo! Madera aserrada

Bajos diámetros para piezas aserradas



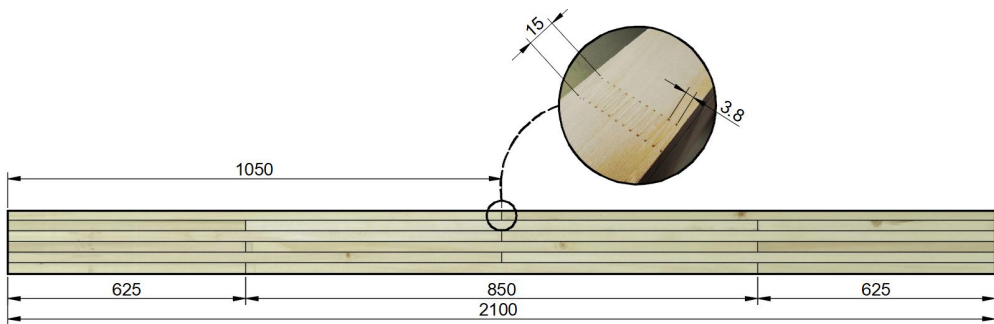
Su destino es la madera técnica: viga laminada

Proceso elaboración de viga laminada



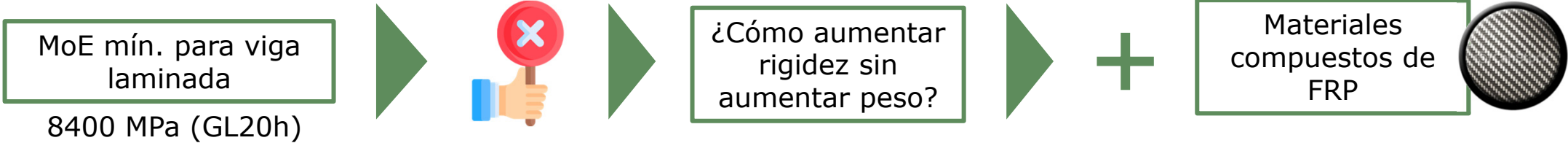
Ensayos a flexión en viga laminada

I-124 de Granada

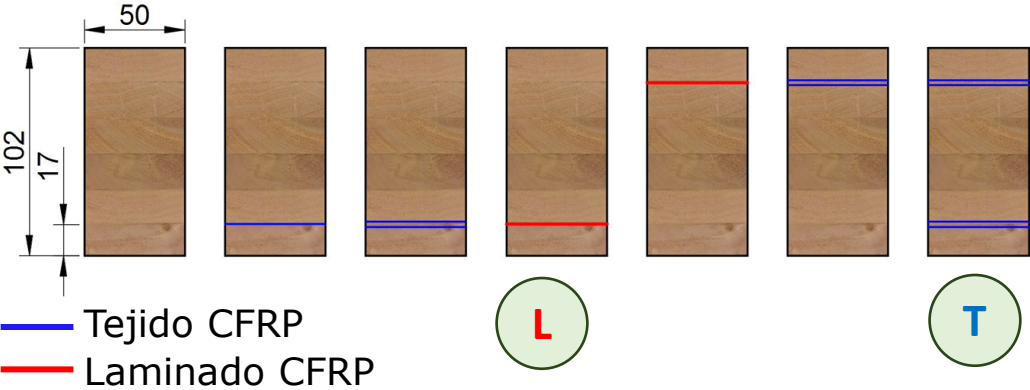


	MoE _{st} (MPa)	ρ _o (kg/m ³)	MOR (MPa)
Aserrada	7.000	343	47
Viga laminada	8.146	355	45

+16%

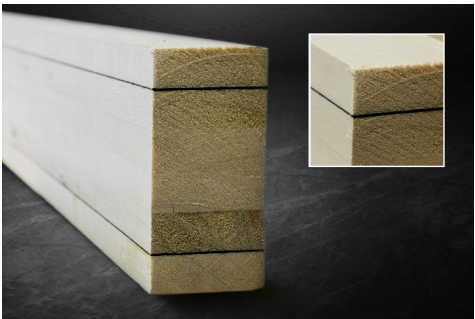
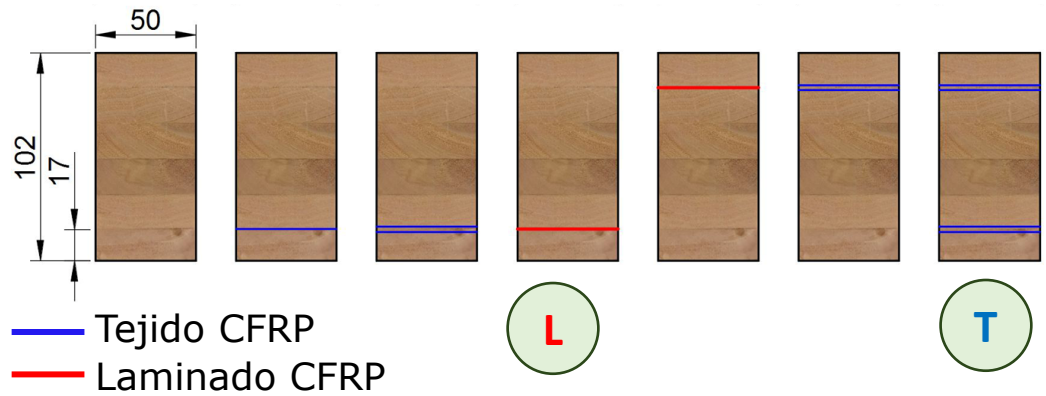


Vigas laminadas de chopo con fibra de carbono



	Módulo elástico	Módulo de rotura	Similitud a clase resistente
L	↑ 44%	↑ 41%	GL24h
T	↑ 29%	↑ 32%	GL22h

Vigas laminadas de chopo con fibra de carbono



Módulo elástico

Módulo de rotura

Similitud a clase resistente

Ductilidad

L



44%



41%

GL24h

T



29%

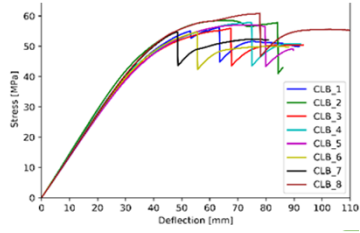
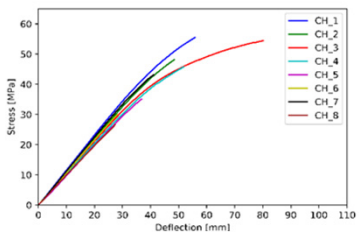


32%

GL22h



106%



La fibra de carbono es cara. ¿Es rentable?

Es rentable en
situaciones estructurales
complejas

Rehabilitación



Difícil implantación en
una industria real que ya
produce vigas laminadas

¿Cómo aportar rigidez y a la
vez facilitar la implantación
en industria?

**Combinación de
especies**

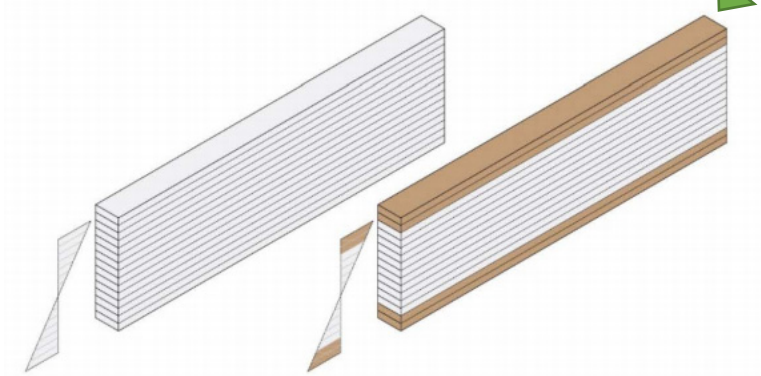
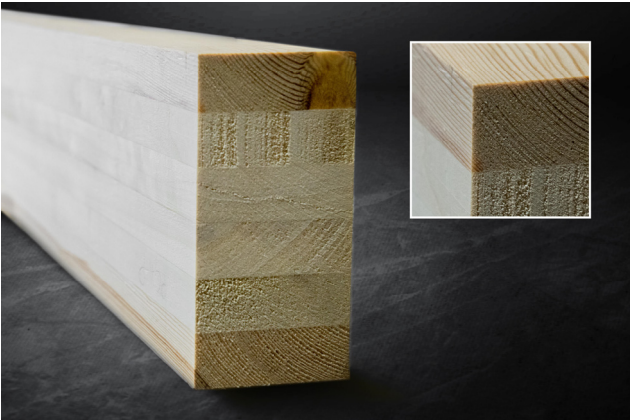
Vigas laminadas mixtas pino-chopo



pino

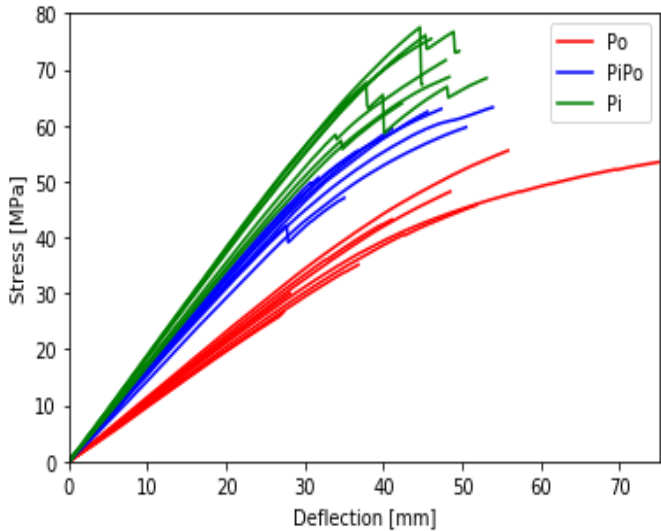
chopo

pino



Pino:
rigidez y
resistencia

Tipo de viga laminada	MoE (MPa)
Chopo I-214 (Granada, 9 años)	8.146
Pino silvestre Soria	15.206
Mixta Chopo-Pino	13.057



La mesa del Chopo. Consejo Social de la UGR. Una mesa del conocimiento



Autores

Beneficios de la Bioeconomía del chopo en Granada

Antonio Castillo Martín, CSIC e Instituto del Agua, Universidad de Granada.

Eva Chacón Linares, Bonsai Arquitectos.

Javier de Teresa Galván, Consejo Social de la Universidad de Granada. (Coordinador)

Antolino Gallego Molina, ETS Ingeniería Edificación, Universidad de Granada. (Coordinador)

Gregorio V. Jiménez López, Consejo Social de la Universidad de Granada.

Luis Llopis García, Bonsai Arquitectos.

Álvaro Martínez Martínez, Ingeniero Técnico Forestal.

Francisco Martínez-Cañavate, Gerente de la Asociación de Constructores y Promotores de Granada.

Francisco B. Navarro Reyes, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Junta de Andalucía.

Enrique Pérez Sánchez-Cañete, Departamento de Física Aplicada, Universidad de Granada.

María A. Ripoll Morales, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Junta de Andalucía.

Beneficios mas allá de lo estructural

Filtran el aire



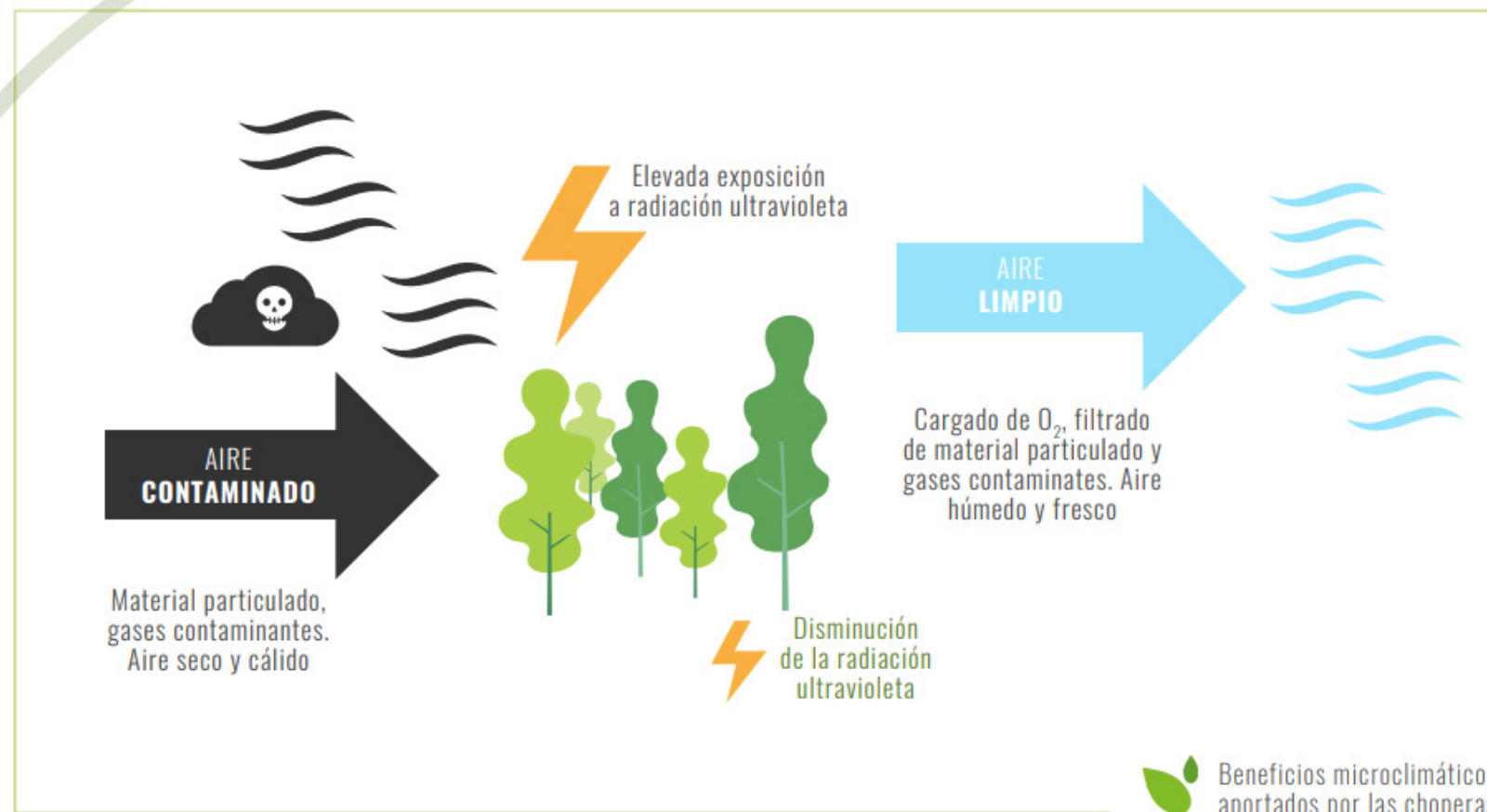
	Actual	2002
Superficie de plantaciones en Granada	3.927 ha	12.000 ha
Número de personas	400.000	1.700.000



Las choperas filtran el aire. Su recuperación ayudaría a que Granada y su área metropolitana dejara de ser una de las zonas más contaminadas de España

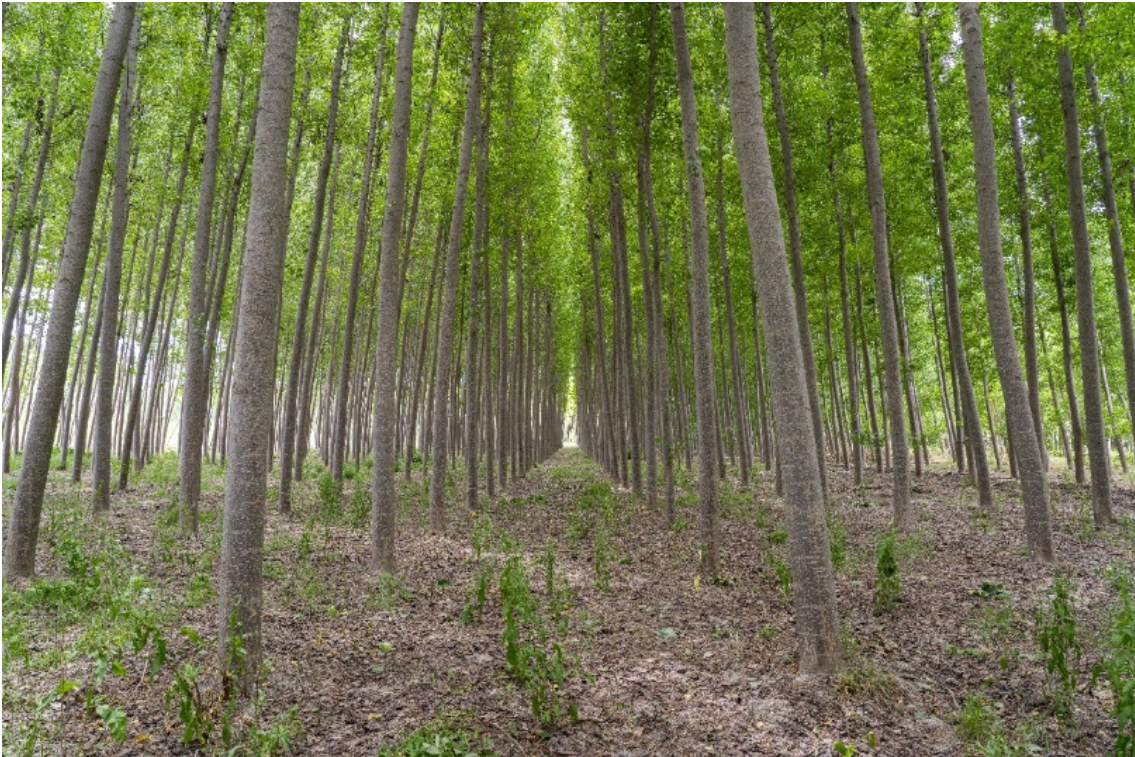
Beneficios mas allá de lo estructural

Filtran el aire



Beneficios mas allá de lo estructural

Suavizan la temperatura estival



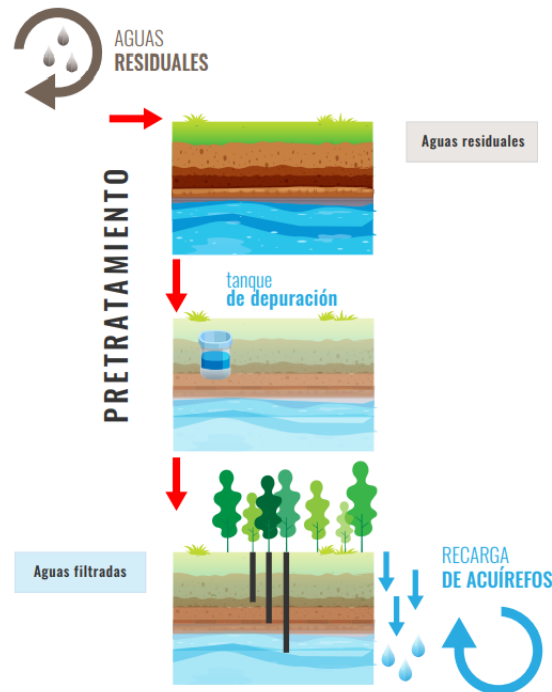
	Actual	2002
Superficie de plantaciones en Granada	3.927 ha	12.000 ha
Suavización de la temperatura estival	1-3 °C	3-6 °C

Las choperas son bosques cercanos a nuestras poblaciones que **diversifican el mosaico agrícola y aumentan la biodiversidad**



Beneficios mas allá de lo estructural

Filtran el agua

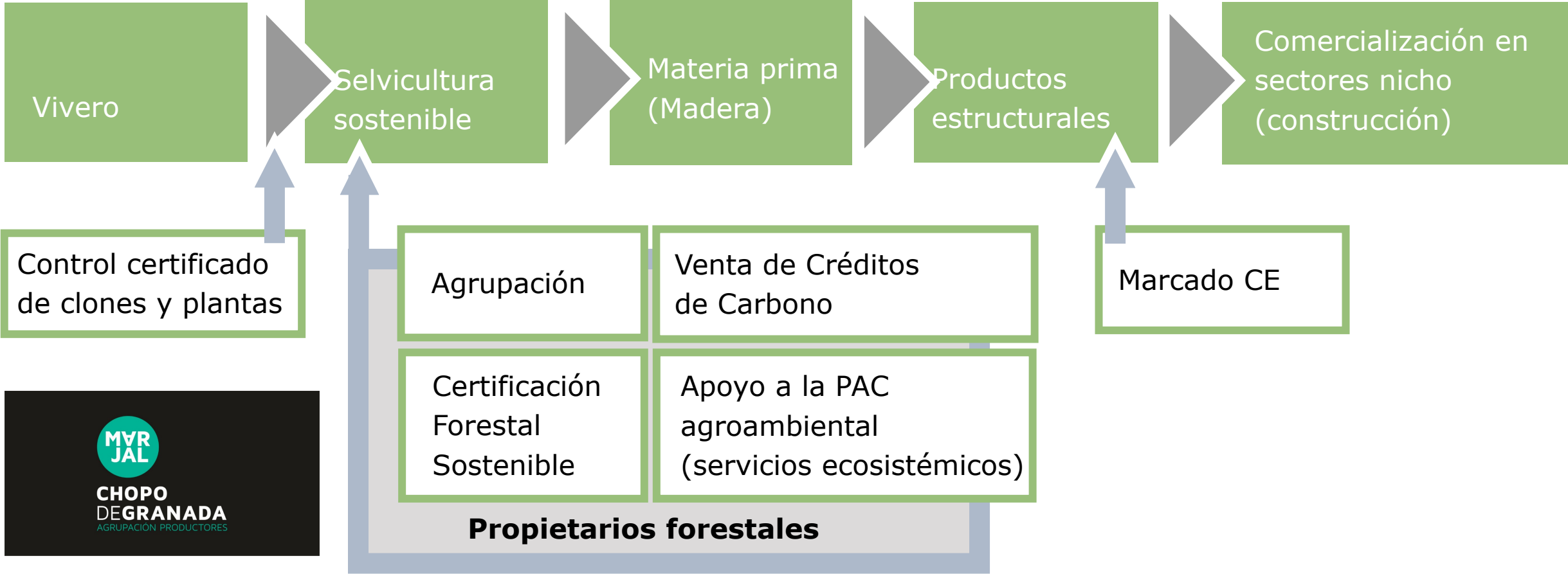


- Reducción del 70-90% en la materia orgánica
- Reducción del 30-85% en nitrógeno
- Reducción del 55-85% en fósforo

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	Granada, Andalucía (Spain)	
PRESUPUESTO		
Presupuesto total:	2.985,886 €	
Cofinanciaión UE (%):	55 %	
DURACIÓN	01/09/2020 - 30/09/2025	
BENEFICIARIOS		
Coordinador:		
Universidad de Granada (UGR)	ugr.es	
Socios:		
Universidad de Santiago de Compostela	pemade.com	
Confederación de Organizaciones de Selvicultores de España (COSE)	selvicultor.net	
Diputación Provincial de Granada	dipgra.es	
3edata ingeniería ambiental	3edata.es	



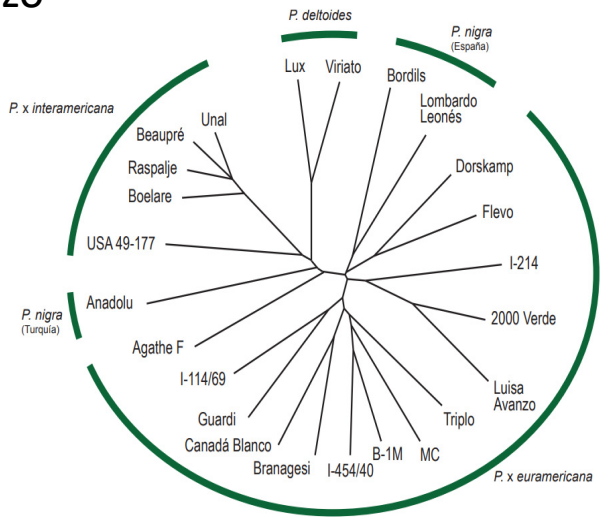
Intervención en toda la cadena de valor





Introducción del chopo en la norma de madera para uso estructural

MC y Luisa Avanzo



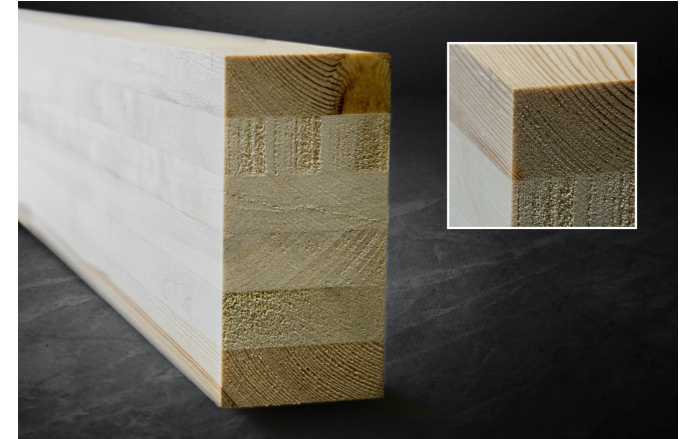
Grade	Strength class	Grading standard Country	Commercial name of species (EN 13556)	Botanical name	Source
MEF	T10	prUNE 56546:2024 Spain	Black poplar	Populus x euramericana (Dode) Guinier cv MC, Luisa Avanzo	Spain

UNE 56546 y UNE-EN 1912

Productos estructurales con marcado CE

MCLam

**Vigas mixtas de
madera laminada**



Pino: Aporta rigidez y resistencia

Chopo: Aporta ligereza

Puede usarse para grandes luces y la construcción en altura

Primer demostrador en Ogíjares (Granada)

MCLam

laSexta

EN DIRECTO PROGRAMACIÓN atresplayer

PROGRAMAS ESPAÑA ELECCIONES INTERNACIONAL DEPORTES ECONOMÍA SOCIEDAD CULTURA CIENCIA Y TECNOLOGÍA BIENESTAR EL TIEMPO

EUROPA Elecciones Europeas 2024 UE Comisión Europea Parlamento Europeo Internacional

En Granada

Económica y sostenible, así es la primera casa 'pasiva' construida en España con madera de chopo

Con un ahorro energético de hasta un 80%, esta vivienda es la primera muestra de un gran proyecto europeo con origen granadino que busca integrar la madera de chopo en la industria para la construcción de casas 'pasivas'.



Productos estructurales con marcado CE

MCLamBS

Producto mixto
madera y hormigón



Producto **prefabricado**



Alta resistencia y confianza estructural (hormigón)

Ligero (madera)

Válido para las **grandes luces y construcción en altura**

Alto aislamiento acústico (hormigón)

Industrialización: producto prefabricado

Huella de carbono cero (madera)

Productos estructurales con marcado CE

MCLamBS



Inicio > Parque Público de Viviendas > Noticias Vivienda pública > Noticias Vivienda pública

Noticias

Imprimir

La Junta proyectará 30 alojamientos para jóvenes en Granada aplicando madera de chopo

Marifrán Carazo anuncia una actuación en un suelo de AVRA en la Azulejera en una iniciativa colaborativa con la Universidad



«Es imposible que Granada tenga una economía potente sin industria»

Juan Torres Catedrático de Economía y autor de 'Econofakes'

El profesor granadino descubre en su último libro cómo las grandes mentiras de la economía condicionan nuestras vidas

JORGE PASTOR

GRANADA. Juan Torres (Granada, 1952) es «granadino por los cuatro costados», como él mismo dice. Aquí nació y aquí se crió -estudió en los Maristas y en el Padre Suárez- antes de trasladarse a Málaga para licenciarse en Economía. Fue profesor en la UGR hasta que se marchó como catedrático a Málaga, primero, y a Sevilla después. Acaba de publicar 'Econofakes' (editorial Deusto) sobre las diez grandes mentiras de la economía.

-Su colega Philip Lane, del Banco Central Europeo, acaba de decir: «Este periodo de inflación es muy inusual y temporal, y no un signo de una situación crónica». Sinceramente, después de leer su libro, no sé si creerme...

-La situación es inusual si se compara con lo que ha ocurrido en los últimos treinta años, pero es normal porque después de la pandemia se ha producido un desajuste de la oferta y la demanda. Lo que está por ver es si será temporal o se prolongará. Tengo mis dudas de lo primero, pero ojalá me equivoque. Hay desajustes profundos en la economía internacional y, además, se están produciendo cambios de gran calado en la localización empresarial y en las estrategias de logística.

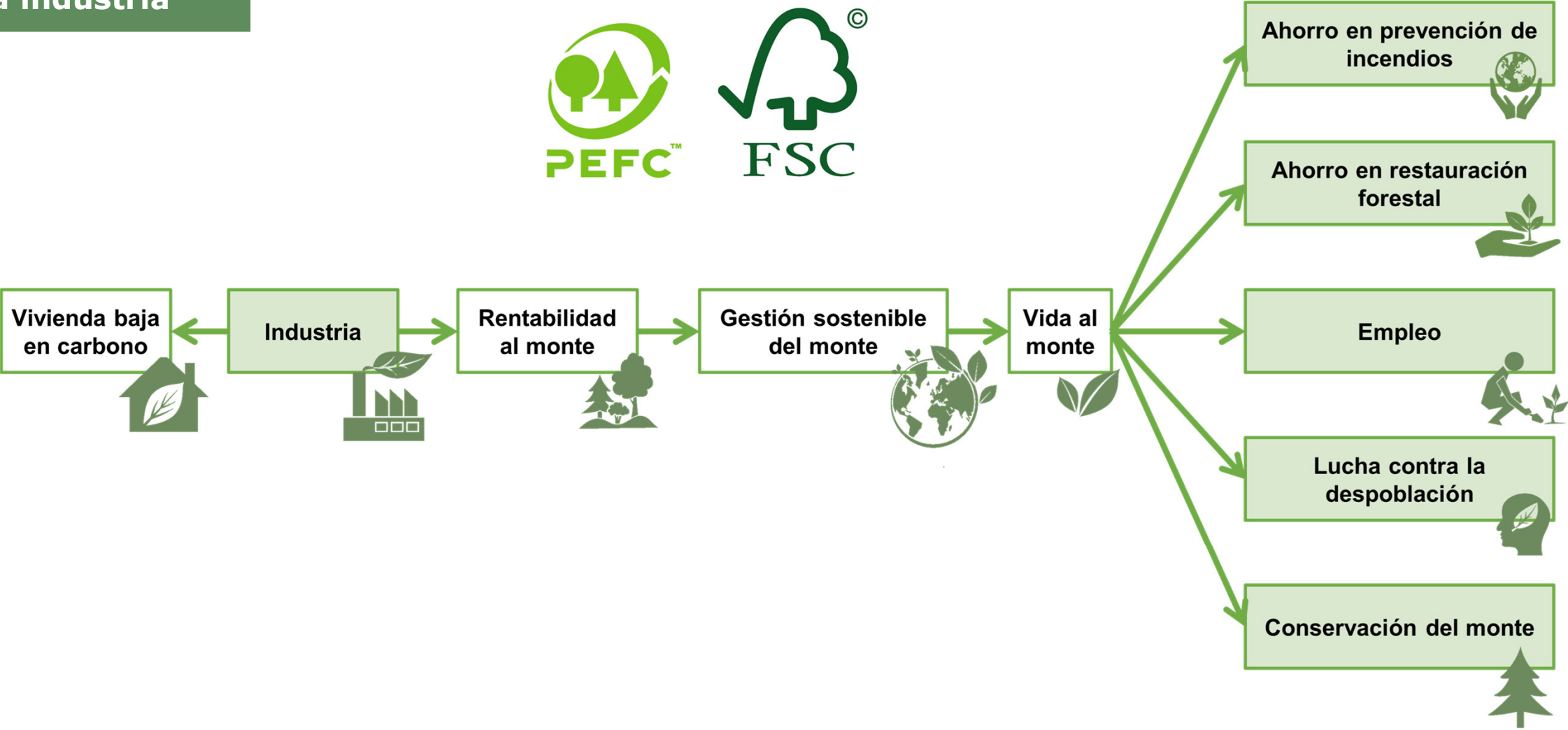
-En su libro 'Econofakes' usted

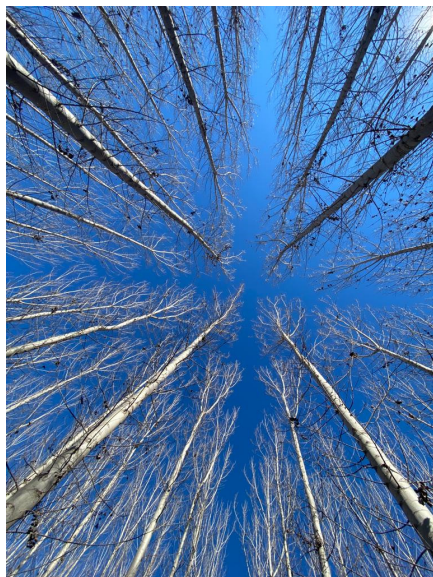


El economista granadino Juan Torres, rodeado de libros. IDEAL



La industria





Somos la provincia más forestal de Andalucía, y junto a Jaén, el potencial es muy grande

Tenemos chopo y pino



Estamos en una posición privilegiada para suministrar producto a la costa mediterránea y cerca de puertos marítimos

IBEROTM**LVM**
Timber & Technology

┐ Soluciones constructivas de **madera técnica estructural**
para una **construcción eficiente y baja en emisiones de CO₂** ┐





Productos

VIGAS LAMINADAS - MCLam

- Homogénea de chopo.
- Homogénea de pino.
- Combinada de chopo y pino.



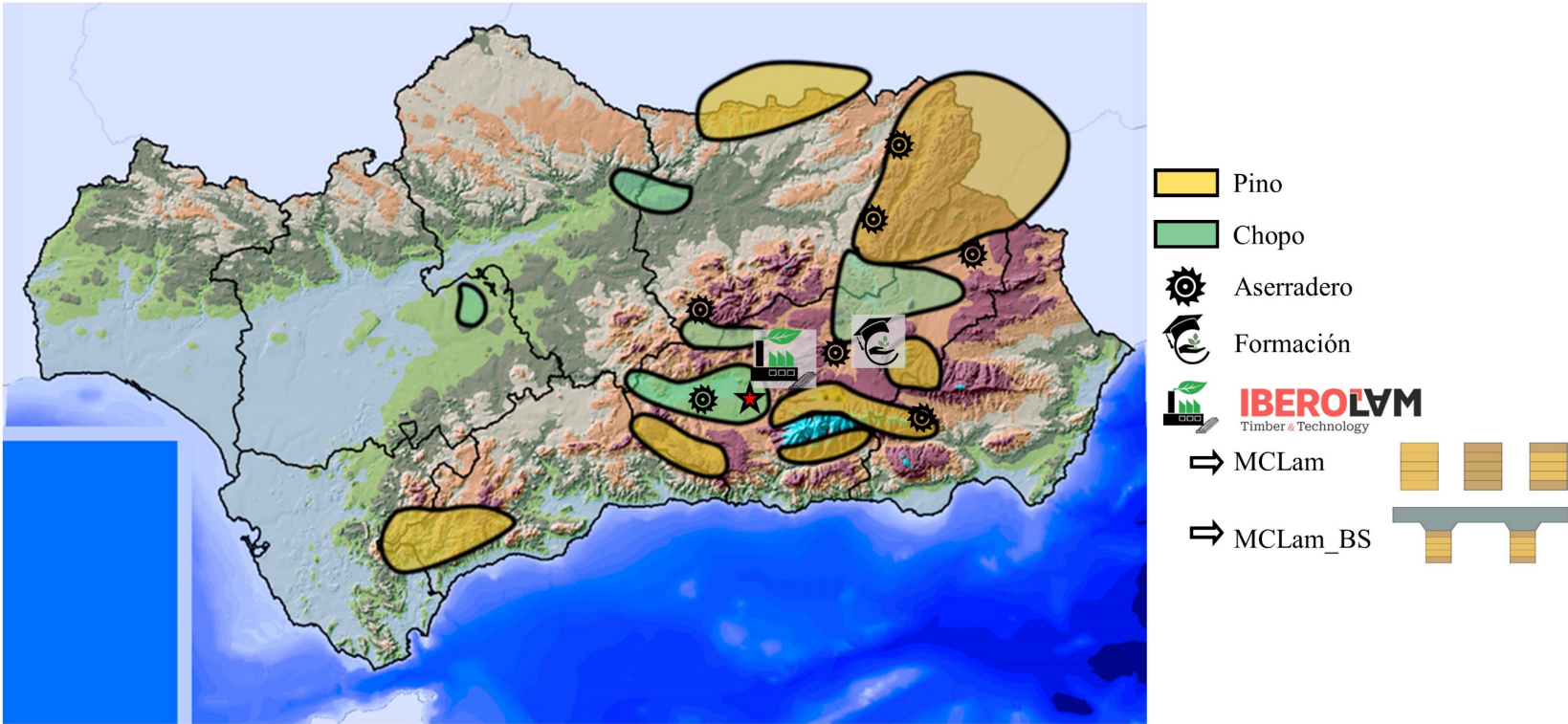
IBEROLAM
Timber & Technology



VIGAS MCLam BS > Prefabricados mixtos madera-hormigón



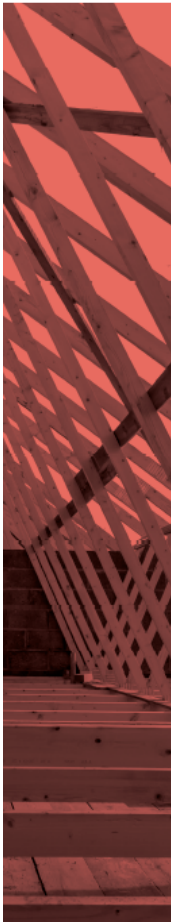
Recurso, industria y formación



Grupo mixto UIMA - IBEROLAM

UNIDAD MIXTA
UNIVERSIDAD-EMPRESA

SERVICIOS DE CÁLCULO E INSPECCIÓN
DE ESTRUCTURAS DE MADERA



EQUIPO

Un equipo multidisciplinar altamente cualificado para dar respuesta al reto de la construcción sostenible de bajas emisiones, compuesto por expertos en diseño, cálculo, modelado e inspección de soluciones basadas en madera.



CARLOS BENAVIDES DE LA FUENTE
Graduado en Edificación por la Universidad de Granada.
CÁLCULO Y MODELADO CADWORK



MIGUEL ÁNGEL FERNÁNDEZ FEIJÓO
Passivhaus Designer - Passive House Institute - Arquitecto por la Universidad de A Coruña.
DISEÑO Y CÁLCULO



FRANCISCO RESCALVO FERNÁNDEZ
Doctor en Ingeniería Civil por la Universidad de Granada.
INSPECCIÓN DE ESTRUCTURAS Y REFUERZO CON FIBRA DE CARBONO



YAIZA FUENTES GARCÍA
Graduada en Edificación y Máster en Ingeniería Acústica y Rehabilitación Arquitectónica por la Universidad de Granada
INSPECCIÓN DE ESTRUCTURAS Y ENSAYOS MECÁNICOS



CARLOS CRUZ RODRÍGUEZ
Ingeniero Civil y Máster en Estructuras por la Universidad de Granada.
CÁLCULO Y ENSAYOS MECÁNICOS



ANTOLÍN GALLEGO MOLINA
Doctor en Física por la Universidad de Granada.
ONDAS ELÁSTICAS PARA INSPECCIÓN DE ESTRUCTURAS

+
Lucha contra la despoblación

- Propietarios
- Empresas de gestión de montes y choperas y transporte
- Aserraderos
- Aula de formación
- Fábrica



+
Lucha contra la contaminación

+
Disminución del riesgo de grandes incendios



+
Construcción de menor huella de carbono y ecológica



+
Difusión y prestigio de la provincia de Granada y Andalucía



IBEROLAM > Timber ACADEMY

Módulo 1	La madera como material de construcción	21 junio - 06 julio 2024
Módulo 2	Diseño 3D de estructuras de madera (Cadwork)	18 - 26 julio 2024
Módulo 3	Cálculo de estructuras de madera	05 - 19 septiembre 2024
Módulo 4	Montaje de estructuras de madera. De la teoría a la práctica (Rothoblaas)	26 - 27 septiembre 2024
Módulo 5	Durabilidad, protección y rehabilitación de estructuras de madera	04 - 09 noviembre 2024

28ª JORNADAS PROFEMADERA

25-27 ABRIL 2024

Almería

**Vigas laminadas de chopo y fibra de carbono
para una economía verde**

Francisco José Rescalvo Fernández
rescalvo@ugr.es

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Uniones dentadas

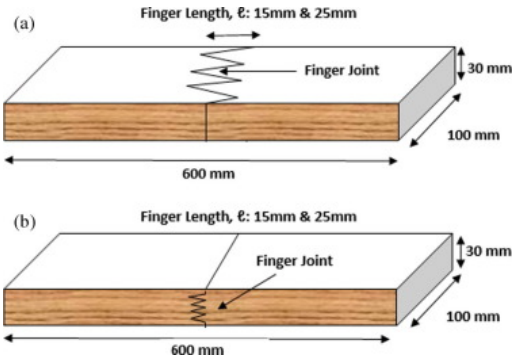


Table 5. Modulus of rupture of finger joints made with different species, finger orientations and finger lengths (n=15).

Species	Modulus of rupture (MPa)				Control
	Vertical		Horizontal		
	15mm	25mm	15mm	25mm	
Merpauh	60.03 (6.8) ^b	61.67 (5.2) ^{ab}	56.77 (9.1) ^{bc}	58.83 (6.3) ^c	130.97 (10.7) ^b
Kapur	67.96 (7.8) ^a	74.63 (10.8) ^a	62.83 (8.4) ^a	65.17 (6.8) ^b	136.99 (12.3) ^a
Resak	53.44 (7.9) ^d	55.71 (8.8) ^b	50.52 (3.8) ^e	52.98 (3.9) ^e	113.38 (8.8) ^d
Bintangor	60.13 (6.2) ^b	69.95 (5.8) ^a	56.26 (5.4) ^b	67.41 (2.9) ^a	130.09 (12.3) ^b
White Meranti	57.04 (5.4) ^c	61.26 (7.8) ^{ab}	52.82 (6.1) ^d	57.46 (8.4) ^c	127.93 (11.5) ^c
Jelutong	57.51 (6.6) ^c	59.85 (5.8) ^{ab}	55.04 (9.2) ^c	56.98 (4.7) ^c	104.19 (10.3) ^e
Sesendok	54.27 (8.9) ^d	56.91 (4.8) ^{ab}	52.61 (5.8) ^d	54.98 (7.9) ^d	85.83 (9.1) ^f
Kelempayan	43.81 (5.6) ^e	51.93 (7.8) ^{ab}	42.37 (6.8) ^f	47.73 (7.2) ^f	78.87 (8.3) ^g

The values in parentheses are coefficient of variant (COV).

Table 6. Modulus of elasticity of finger joints made with different species, finger orientations and finger lengths (n=15).

Species	Modulus of elasticity (GPa)				
	Vertical		Horizontal		Control
	15mm	25mm	15mm	25mm	
Merpauh	20.75 (11.5) ^b	22.45 (12.6) ^a	19.23 (13.1) ^b	18.46 (7.9) ^b	25.62 (5.8) ^d
Kapur	23.28 (7.5) ^a	18.02 (13.7) ^e	21.98 (11.9) ^a	16.88 (10.3) ^d	28.91 (9.1) ^b
Resak	20.99 (8.9) ^b	19.46 (9.8) ^c	18.89 (9.2) ^c	19.46 (9.3) ^a	20.93 (10.1) ^e
Bintangor	17.39 (8.0) ^e	20.18 (9.2) ^b	16.46 (9.4) ^d	12.35 (10.2) ^g	30.51 (8.8) ^a
White Meranti	17.65 (9.8) ^e	14.10 (12.1) ^g	15.68 (12.8) ^e	14.57 (9.8) ^e	27.48 (6.7) ^c
Jelutong	19.46(10.5) ^d	18.44 (9.7) ^d	14.26 (13.1) ^f	17.43 (9.4) ^c	18.45 (5.6) ^f
Sesendok	15.22 (9.9) ^f	13.75 (12.4) ^h	12.34 (10.1) ^g	11.25 (9.6) ^h	9.30 (11.8) ^g
Kelempayan	20.00 (10.6) ^c	16.44 (11.7) ^f	11.93 (8.7) ^h	13.17 (8.1) ^f	8.72 (9.8) ^h

The values in parentheses are coefficient of variant (COV).