

INFORME PROYECTOS— 2024

**DESARROLLO DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS MEJORADAS CON
IMPLANTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE CONTROL DE CALIDAD Y
MONITORIZACIÓN A ESCALA PSEUDOREAL EN ENTORNOS ADVERSOS
“PREALCLT”**

INFORME DE RESULTADOS

Número de proyecto: 22400046

Expediente: CONV24/DGINN/15

Duración: 01/01/2024 al 31/12/2024

Coordinado en AIDIMME por: Rosa M^a Pérez Campos

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	1
2. RESULTADOS OBTENIDOS.....	3
INCREMENTO DEL CONOCIMIENTO	3
CARACTERIZACIÓN NO ESTRUCTURAL.....	4
ENSAYOS DELAMINACIÓN	5
CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL	6
DEMOSTRADOR	10
GRADIENTE TÉRMICO Y DE HUMEDAD.	10

1. Introducción, objetivos del proyecto

El CLT cuenta con una serie de ventajas técnicas y ambientales muy interesantes que está provocando su uso creciente en el sector de la construcción. Muestra de ello es que, a escala mundial, la producción de CLT pasó de 500.000 m³/año a 2.000.000 m³/año. En España, todavía, el uso es minoritario en comparación con países centroeuropeos y escandinavos, pero, aun así, la producción entre 2023 y 2026 se espera que, aproximadamente, se triplique. Hay que tener presente que la CV ha sido, tradicionalmente, un área en la que la madera se ha trabajado muy bien, existiendo un número elevado de empresas dedicadas a realizar productos con la madera. En la actualidad, el CLT es uno de los productos de madera estructural de mayor valor económico en el mercado, especialmente por su tecnificación y por el sector al que va dirigido, el de la construcción. Por tanto, la CV debe aprovechar estas empresas y su conocimiento de la madera para tener un peso específico en la fabricación de este producto de alto valor añadido, el CLT.

A raíz de los resultados obtenidos en el proyecto AVANCLT, con importantes conclusiones sobre los planos de encolado, su optimización, y los factores decisivos sobre el envejecimiento, se ha visto la conveniencia de realizar estudios a una mayor escala de las muestras, con el fin de contemplar una mayor gama de parámetros dependientes de la madera, junto con el hecho de simular una situación real. Asimismo, las mejoras necesarias a introducir en el encolado que se han puesto de manifiesto analizando la pérdida de resistencias detectadas frente al envejecimiento, se introducirán a escala semi-real, con el fin de aumentar el comportamiento frente a la delaminación. Por último, en pro de proporcionar más ventajas competitivas al CLT, se trabajará para mejorar, todavía más, su ya adecuada capacidad como aislante térmico.

Además, esto permite disponer de un demostrador en el que el sector de la construcción, y el público en general, puedan recabar información de este material sostenible, no solo de una forma visible, sino también mediante los datos recogidos durante la monitorización de dicho demostrador.

Los objetivos generales del proyecto son, pues:

- Reproducir a escala semi-real esfuerzos sobre tableros de CLT para, de esta forma, estudiar los efectos del cambio de escala (el proyecto AVANCLT al presente) en el comportamiento del tablero.
- Mejorar el proceso de encolado para resistir a una amplia gama de situaciones ambientales adversas, a la vez que utilizando distintas especies.

INFORME DE RESULTADOS - PREALCLT

- Introducir mejoras aislantes en el CLT, pues, aunque éste de por sí ya es un aislante térmico, al tratarse de madera, poder conseguir una mejora mediante el uso de capas intermedias de vegetales (se mantiene la bondad ambiental del tablero y no se aumenta la inflamabilidad) supondría un avance para equiparse en conductividad térmica a los materiales con valores más bajos en el mercado, pero con peor valoración en energía embebida o en emisión de CO2.
- Diseñar y ejecutar un demostrador, con monitorización de flujo de temperaturas, humedades y aparición de defectos estéticos y estructurales, al acceso del sector y del público, que sirva de claro exponente de las ventajas mecánicas, aislantes y ambientales del CLT.

2. Resultados obtenidos

El proyecto PREALCLT ha dado lugar a diversos tipos de resultados:

- Incremento del conocimiento del comportamiento de tableros de CLT en función de la especie de madera, del proceso de encolado y prensado y del tipo de núcleo aislante.
- Influencia del envejecimiento en la durabilidad del tablero.
- Obtención de un demostrador para realizar estudios de monitorización a escala real.
- Prototipos de tableros de CLT con núcleos aislantes de origen vegetal.
- Mediciones de los distintos gradientes térmicos y de humedad en los distintos tipos de CLT.

Se fabrican por un lado CLT macizos de **pino radiata (densidad 550 kg/m³, poro homogéneo), pino silvestre (densidad 450 kg/m³, poro homogéneo) y abeto (densidad 425 kg/m³, poro irregular), con y sin tratamiento de sales protectoras formuladas con boro**, previo al encolado de listones y capas de CLT. De estas muestras unas se envejecerán y otras no, para la comprobación clase de uso e integridad de la línea de cola con el paso del tiempo y las inclemencias climáticas.

Incremento del conocimiento

Analizando el procedimiento que ha dado lugar a los buenos resultados, cabe destacar que:

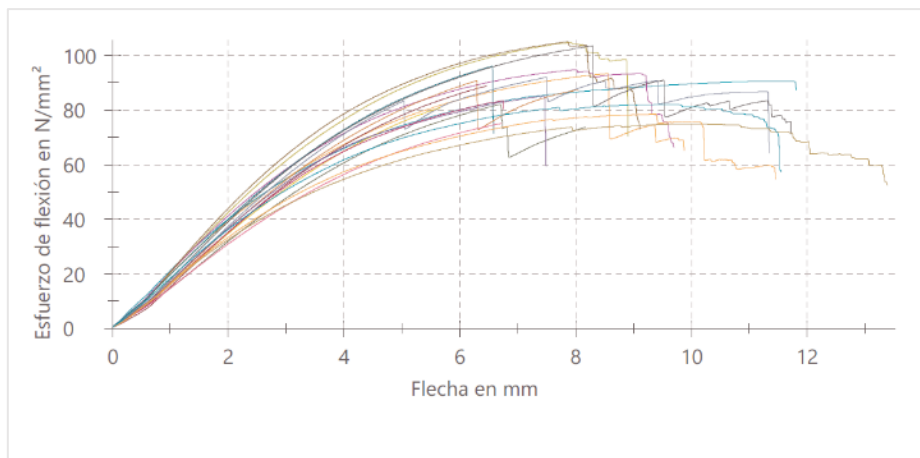
- El gramaje superior a 200 gr/m² ha dado buenos resultados
- Una elevada presión también ha mejorado los resultados de delaminación
- Y el tiempo de curado ha sido esencial, aproximadamente 2 semanas.

La mejora del procedimiento podría obtenerse mediante el uso de colas bi-componente, y con un tiempo de manejo más corto y de curado más rápido.

Caracterización no estructural

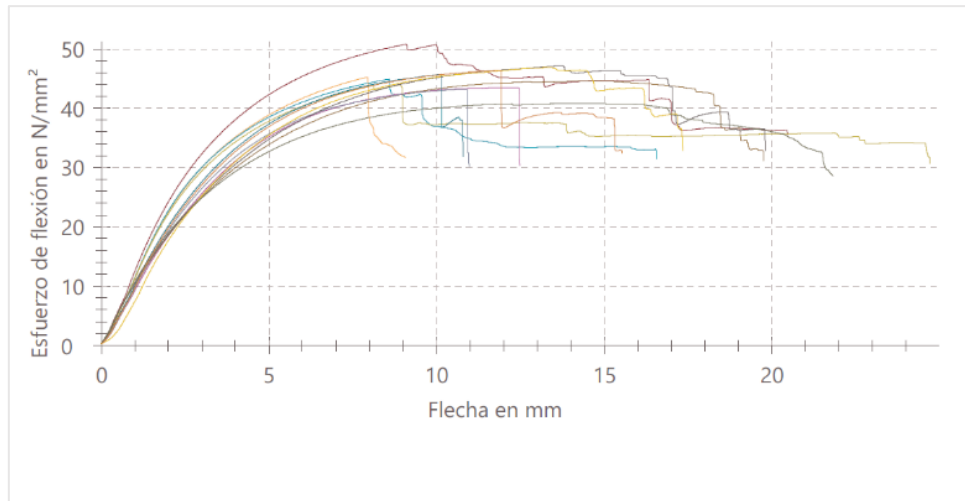
La característica básica para la construcción es la resistencia al flexión y módulo de elasticidad de los materiales, por ello se realiza este ensayo.

Esfuerzo de flexión estática: muestras húmedas vs muestras secas



Muestras secas

INFORME DE RESULTADOS - PREALCLT



Muestras húmedas

Según los ensayos realizados las muestras de las diferentes maderas presentan un comportamiento similar tanto en resistencia como en elasticidad variando un 10% de unas muestras a otras, un poco superior a la variación de muestras dentro del mismo tipo de madera, pero no es significativa, ni en seco ni en húmedo.

Lo que sí es significativo es el cambio de resistencia y de comportamiento elástico entre las secas y las que pasaron una jornada a remojo.

A pesar de que el volumen solo varió alrededor del 5% la resistencia y el módulo de elasticidad se redujeron drásticamente. 50% en resistencia y en módulo.

Por otro lado, en el CLT es imprescindible que la resistencia a la delaminación sea elevada, es decir, que las diferentes capas que lo conforman no se despeguen entre ellas.

Ensayos delaminación

Se estudió según la norma UNE-EN 16351, la cual indica un tratamiento en autoclave. Las condiciones en autoclave vacío-presión:

- vacío: 30 min vacío a 0,8 bares de vacío.
- presión 120 min a 7 bares.
- vacío 30 min a 0,8 bares.

INFORME DE RESULTADOS - PREALCLT



Introducción de muestras en el autoclave. Muestra tras ensayo de delaminación.

Posteriormente las muestras se secan en estufa hasta alcanzar prácticamente el peso en seco a 65ª durante 24 h.

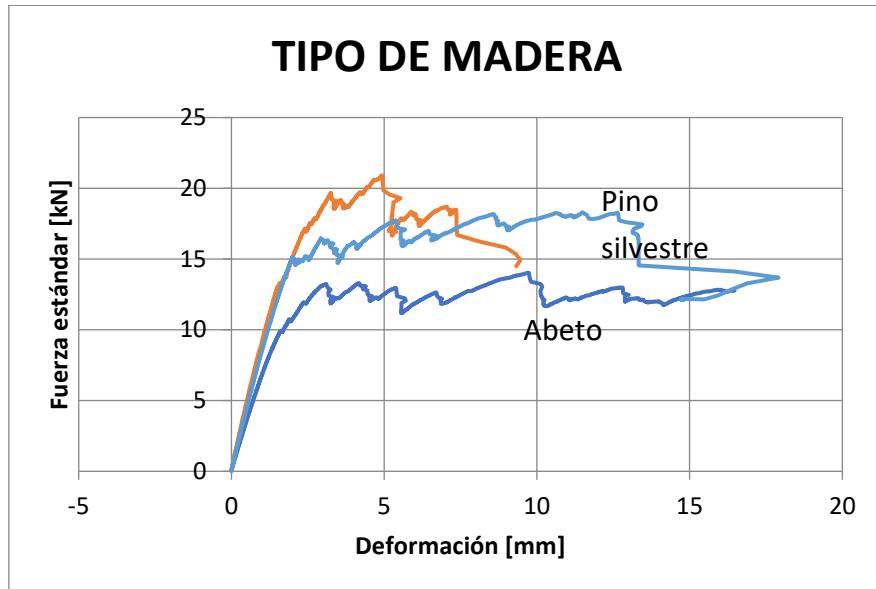
Los resultados fueron satisfactorios para las tres especies tanto tratadas como sin tratar, por lo que hemos visto que la especie y el tratamiento con sales no afecta a la integridad y durabilidad de la línea de cola.

Caracterización estructural

Esta caracterización se basa en el ensayo de resistencia a la flexión y módulo de elasticidad con dos puntos de carga.



Pino radiata



Se puede observar que el pino radiata presenta la mayor resistencia, aunque con menor desplazamiento mientras el pino silvestre presenta una mayor ductilidad con algo menos de desplazamiento.

Por último, el abeto es el que presenta la menor carga resistente, manteniendo bastante deformación máxima, aunque con algo menos de rigidez inicial.

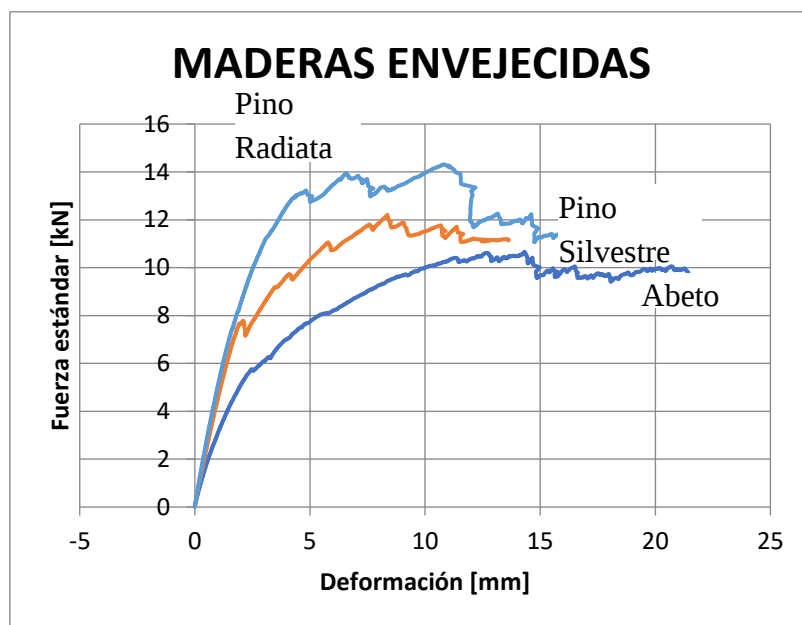
El envejecimiento, consistente en:

- Inmersión en agua en autoclave, aplicando, previamente, un vacío de 1 min de 1 bar.
- Las piezas se dejan 24 h sumergidas en agua, simulando una inundación mantenida sin desalojo del agua.
- Cuando se extraen, se secan en una estufa a 30°C, simulando el verano, de forma que la inundación se de en esa estación, tensionado especialmente la madera y los planos de encolado.
- El ensayo finaliza cuando la madera alcanza el 12 % de contenido en humedad.

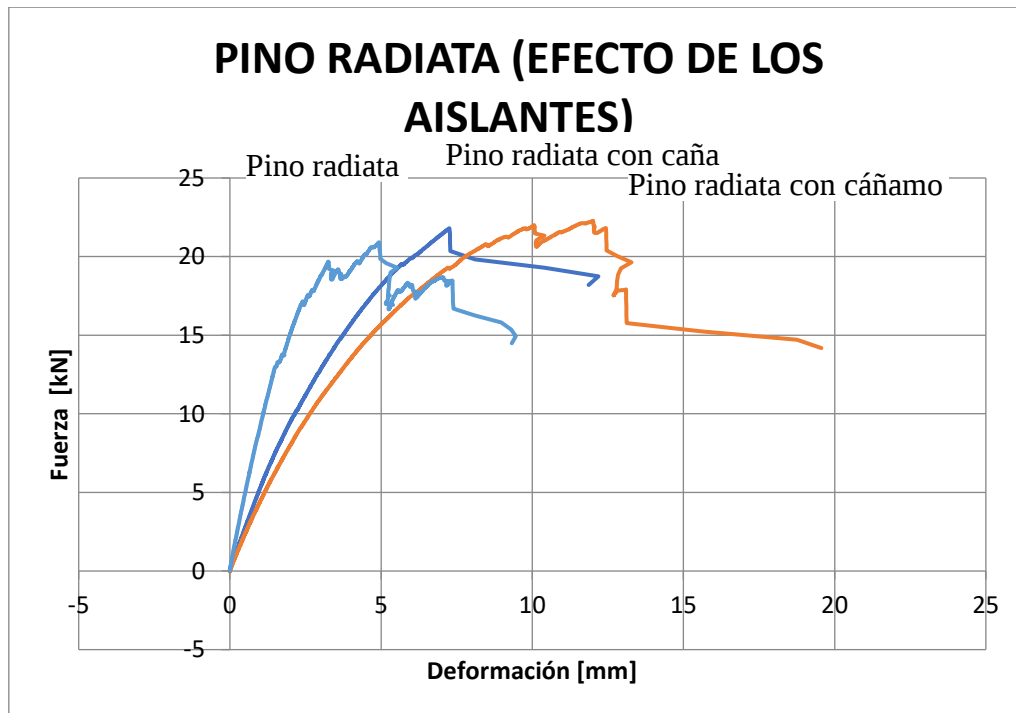
y destinado a simular:

INFORME DE RESULTADOS - PREALCLT

- Sucesos de mojado interno de CLT quedando el agua retenida mucho tiempo (por ejemplo, inundaciones, lluvias importantes, goteras o zonas de bajantes).
- Las condiciones de insolación que aumentan la temperatura superficial, creando cambios dimensionales rápidos que afectan la integridad del CLT o cambios bruscos de humedad ambiental y, por tanto, del contenido en humedad en equilibrio de la madera dio lugar a una pérdida de resistencia a la flexión, en todas las especies de madera, entre el 35 % y el 40 %



En cuanto a los aislantes, no se observa una diferencia significativa entre los dos vegetales empleados en ninguna de las especies.



El comportamiento es similar en los tres materiales tanto para el pino radiata como para el abeto, la inclusión de aislantes afecta fundamentalmente a la rigidez (pérdida del 50%), pero se mantiene la capacidad a flexión. En el caso del pino silvestre, además, se produce una ligera pérdida de capacidad a flexión del 10% cuando se le añaden capas de cáñamo, pero que, dado el porcentaje, no se considera significativa.

Demostrador

Por último, es de destacar el demostrador que se realizó para poder llevar a cabo ensayos a escala real.



Parte interior y exterior del demostrador con paneles de CLT

Gradiente térmico y de humedad.

Gracias al demostrador se han recolectado datos tanto en el exterior como en el interior de los distintos tableros ensayados en comparación con la estructura por defecto del demostrador. Se ha visto como el gradiente de temperatura es menor en los tableros de CLT con menor densidad y con núcleos vegetales. Respecto a la humedad no se han apreciado cambios sustanciales en las variaciones noche y días para los distintos tableros.

AIDIMME

Instituto Tecnológico

Domicilio fiscal —

C/ Benjamín Franklin 13. (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 366 070 | Fax 961 366 185

Domicilio social —

Leonardo Da Vinci, 38 (Parque Tecnológico)
46980 Paterna. Valencia (España)
Tlf. 961 318 559 - Fax 960 915 446

aidimme@aidimme.es
www.aidimme.es