

INFORME 2023—2024



# MASS MADERA

**RED ESPAÑOLA PARA  
EL IMPULSO DEL USO  
DE LA MADERA MACIZA  
INDUSTRIALIZADA  
PARA LA EDIFICACIÓN**



**BUILT  
BY NATURE**

Autores

**Juan Bugarin  
Eduard Correal  
Carla Ferrer  
Vicente Guallart  
Daniel Ibañez  
Irene Jimeno  
Felipe Riola  
Michael Salka  
Aida Santana**



INFORME 2023—2024



**RED ESPAÑOLA PARA  
EL IMPULSO DEL USO  
DE LA MADERA MACIZA  
INDUSTRIALIZADA  
PARA LA EDIFICACIÓN**



Autores

**Juan Bugarin  
Eduard Correal  
Carla Ferrer  
Vicente Guallart  
Daniel Ibañez  
Irene Jimeno  
Felipe Riola  
Michael Salka  
Aida Santana**

# Índice

0  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10

Introducción, 6

Resumen ejecutivo, 8

Producción forestal, 14

Capacidad industrial de madera maciza industrializada para edificación en España, 24

Comparativa de la industria, 34

Desafíos, mitos y oportunidades, 54

Catálogo de casos, 70

Soluciones estructurales y constructivas, 110

Diálogos Mass Madera, 126

Políticas públicas para el impulso del uso de la madera maciza industrializada, 162

Decálogo de recomendaciones, 172

# INTRODUCCIÓN



El Informe 2023–2024 Mass Madera es una parte integral de las iniciativas desarrolladas por Mass Madera, una red que reúne a expertos, empresas y organizaciones pioneras en el uso de madera maciza en edificación en España. Iniciada en 2021, Mass Madera está liderada por el Instituto de Arquitectura Avanzada de Catalunya (IAAC), en colaboración con Laudes Foundation y su programa Built by Nature que busca acelerar la transformación sostenible de la industria de la construcción en Europa.

En el ámbito nacional, Mass Madera cuenta con el apoyo de la Secretaría General de Agenda Urbana, Vivienda y Arquitectura del Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana del Gobierno de España, el European Forest Institute (EFI) y el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE).

El objetivo del Informe 2023–2024 es proporcionar una visión integral del estado actual del sector de la madera maciza industrializada para edificación en España. Este documento se presenta como un pilar fundacional que aborda las preguntas clave que enfrenta el sector, aspirando a convertirse en referente para los diversos actores de la industria de la construcción: arquitectos, ingenieros, promotores, prescriptores y licitadores, gestores del patrimonio inmobiliario, instituciones aseguradoras y financieras, constructoras, industriales, organizaciones sin ánimo de lucro, universidades, administraciones públicas y actores políticos.

El Informe, estructurado en diez capítulos que exploran aspectos desde el bosque a la arquitectura, ha sido redactado por expertos investigadores en el ámbito nacional e internacional. En concreto, Juan Bugarin, Eduard Correal, Carla Ferrer, Irene Jimeno, Felipe Riola Parada, Michael Salka y Aída Santana Sosa, junto con Daniel Ibañez y Vicente Guallart, han aportado su experiencia y conocimiento en cada una de las competencias. Además, se ha buscado la participación activa de colaboradores de la red de Mass Madera y actores de la industria a través del proceso Diálogos Mass Madera, una serie de mesas redondas con temáticas complementarias en torno al desarrollo de la madera maciza industrializada en nuestro país.

En definitiva, el Informe 2023–2024 Mass Madera se presenta como un documento plural y un instrumento para avanzar hacia ciudades y edificios más sostenibles, utilizando la madera maciza en edificación como motor de esta transformación.

# RESUMEN EJECUTIVO



La industria de la construcción y el entorno construido son responsables del 40% de las emisiones de carbono a nivel global.<sup>1</sup> Aunque se ha avanzado en los últimos años en la disminución de las emisiones asociadas a la gestión operativa de los edificios, la reducción de las emisiones incorporadas en los procesos de construcción, conformación y transporte de materiales sigue siendo un desafío esencial para lograr ciudades y sociedades con emisiones casi nulas.

El uso de madera maciza industrializada en edificación puede contribuir significativamente a la transformación necesaria para la descarbonización del entorno construido por varios motivos. Por una parte, reemplaza el uso de otros materiales con mayor impacto ambiental, por otra parte, los árboles utilizados en edificación pueden volver a crecer y captar nuevo carbono; y finalmente, la madera puede almacenar carbono de forma segura durante mucho tiempo. Este potencial ya es una realidad en Europa. Desde hace 25 años, la implementación de la tecnología CLT (*cross laminated timber* o madera contralaminada) ha experimentado un crecimiento exponencial en intervenciones urbanas de media y gran escala contribuyendo a una construcción más sostenible.

En España, la madera maciza industrializada constituye aproximadamente entre el 0.5 y el 1% de la industria de la edificación actualmente.<sup>2</sup> Sin embargo, como se destaca a lo largo del presente Informe, existen las condiciones para un alto potencial de crecimiento en los próximos años. Este potencial se debe al elevado recurso forestal disponible, las inversiones en el aumento de capacidad productiva, la construcción de iniciativas pioneras, innovadoras y premiadas a nivel nacional e internacional, así como un contexto político y social favorable a la descarbonización de las ciudades y los edificios. Además de las oportunidades son todavía importantes los desafíos a los que se enfrenta el sector como veremos mediante los datos, ejemplos, encuestas, proyectos, sistemas y debates documentados a continuación.

Comenzando por los bosques, España es el segundo país con más superficie forestal de la Unión Europea con aproximadamente 26.300.000 hectáreas. Anualmente, crece una masa de madera de aproximadamente treinta millones de metros cúbicos, aunque solo una parte de entorno al 20% de la superficie forestal cuenta con instrumentos para su buena gestión.<sup>3</sup> A diferencia de otros países, únicamente el 9% de la superficie forestal nacional está certificada PEFC y en torno a 650.000 hectáreas cuentan con certificación FSC<sup>4</sup>. El aumento del uso de madera maciza en edificación con garantías de sosteni-

- 1 United Nations Environment Programme, 2020, *Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emissions, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector* (Nairobi: 2020).
- 2 En la elaboración del porcentaje que representa la madera maciza industrializada en España se toma como referencia el *Barómetro CSCAE 2021* y los datos aportados por la Industria de la madera maciza industrializada.
- 3 Los datos relativos al estado de los Bosques en España provienen de las siguientes fuentes: [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/estadisticas/forestal\\_caracterizacion\\_superficies.html#6\\_-estructura-forestal](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/estadisticas/forestal_caracterizacion_superficies.html#6_-estructura-forestal);
- 4 Datos ofrecidos por FSC España.

bilidad debe venir acompañado de un cambio de paradigma en la gestión de los recursos forestales, sin perder de vista el equilibrio de usos: producción, protección y recreo; y con una visión a largo plazo sin drásticas fluctuaciones temporales. Encontrar un nuevo equilibrio es un reto al que deberán enfrentarse las administraciones públicas, los propietarios forestales, la industria maderera y el sector de la construcción.

Por su parte, la capacidad de producción industrial de madera contralaminada (CLT) utilizada en la construcción, alcanzó los 73.800 metros cúbicos, según datos proporcionados por los fabricantes. Esto representa aproximadamente el 2.5% de la producción mundial de CLT. Gracias a la construcción de nuevas instalaciones productivas, se espera duplicar la capacidad industrial de CLT en España en los próximos años. Desde una perspectiva geográfica, en España, la producción de CLT se concentra principalmente en el País Vasco, Galicia, Cataluña y próximamente en Aragón. La materia prima utilizada proviene exclusivamente de bosques españoles, y el 23% de la producción se destina al mercado internacional. El número de plantas de producción operativas (Xilonor, Egoín y Fustes Sebastià) es comparable al de otros países de nuestro entorno y las nuevas plantas en desarrollo anticipan un escenario de aumento significativo de la oferta en los próximos años.

Un aspecto fundamental para medir el impacto efectivo del uso de madera maciza en edificación en España es el análisis comparativo de las emisiones de carbono. Esto se ilustra en el presente Informe mediante tres proyectos de vivienda colectiva y urbana construidos con estructura de madera. Se establece una comparativa de las emisiones de carbono centrándose en la estructura, responsable del 34% de las emisiones del edificio. Utilizando un modelo de cálculo One Click LCA<sup>5</sup> que reemplaza el material estructural en madera por hormigón y acero, se demuestra como las emisiones son superiores en un 155% en el primer caso y un 213% para en el segundo.

Para abordar los mitos y desafíos alrededor del uso actual de madera maciza en edificación se ha elaborado una encuesta difundida entre expertos de todos los sectores de la industria. De las respuestas se desprende una visión optimista y un alto nivel de motivación y competencia, donde las principales oportunidades de desarrollo se asocian al incremento del control de las emisiones embebidas, madera como material sumidero de carbono y reciclabilidad; y también se observa un gran potencial en la construcción prefabricada. Los desafíos más importantes se centran en la falta de conocimientos en la fase diseño, y en la limitada competitividad de la industria en base a los costos iniciales de la madera. Por último, se destaca la necesidad de crear mayor conciencia sobre los beneficios ecológicos y económicos a corto y largo plazo del uso de madera maciza.

En el Catálogo de Casos se presentan un total de más de 500 edificios construidos en los últimos años o en fase de construcción con madera maciza industrializada en España. De la muestra realizada se desprende que el 34%

5 <https://www.oneclicklca.com/>

de los proyectos se ubican en Catalunya, seguido del País Vasco con un 19%. En tercera y cuarta posición aparecen Galicia (9%) y la Comunidad de Madrid (8%). Una cuarta parte de los proyectos pertenecen al ámbito residencial (sin considerar viviendas unifamiliares), y un 10% del total se destinan a usos de servicios públicos, deportivos, oficinas y otras actividades dotacionales. Por otra parte, analizando el tipo de promoción, el 46,1% de las iniciativas están promovidas por el sector público. En definitiva, el cuadro de las intervenciones en madera maciza en España ofrece una distribución geográfica desigual, concentrándose principalmente en el norte del país, y un sector preponderante, como es el de la vivienda colectiva, con un cierto equilibrio entre los proyectos públicos y privados. Analizando las soluciones estructurales constructivas preponderantes en España, se confirma el renacimiento de la construcción con madera estructural gracias al desarrollo a nivel normativa, la adopción y producción de nuevos productos estructurales en madera como el CLT. A los campos tradicionales de viviendas unifamiliares y cubiertas a grandes luces o rehabilitación, se les ha unido recientemente la redensificación urbana, los edificios de mediana altura y los equipamientos de gran volumen. En edificios de mediana altura predomina el uso de madera contralaminada, con ejemplos de entramado ligero y pesado. El salto de escala a edificaciones de gran volumen y altura está fomentando por un lado un mayor desarrollo técnico contribuyendo a optimizar el uso de recursos (digitalización, prefabricación, logística), y por otro demostrando ya las altísimas capacidades de modernas soluciones estructurales con madera (materiales, productos, uniones).

Por otra parte, los Diálogos Mass Madera recopilan las perspectivas de alrededor de medio centenar de expertos en la industria forestal, la producción maderera, la normativa, arquitectura, la promoción inmobiliaria y la educación en I+D. Del análisis de las principales temáticas debatidas se destacan: la necesidad de promover el uso de madera maciza desde las administraciones públicas mediante subvenciones, licitaciones y bonificaciones; la importancia de impulsar una mayor sinergia en la cadena de valor de transformación del material; el desarrollo del cálculo de las emisiones de carbono en la construcción; la necesidad de impulsar estándares y códigos compartidos; y por último, se reivindica la promoción de una formación y conocimiento transversal en las tecnologías de la madera y sus beneficios tanto entre los profesionales como en la sociedad.

Completa el Informe 2023–2024 un mapa detallado de las principales políticas públicas implementadas para impulsar el uso de madera maciza industrializada a nivel internacional. Estas políticas, que van desde medidas regulatorias hasta el respaldo gubernamental para la investigación y desarrollo, la promoción de concursos y colaboraciones público-privadas, y la promulgación de decretos y leyes para favorecer la edificación en madera han hecho posible la ejecución de proyectos antes inalcanzables. Esta sección tiene como objetivo establecer conexiones entre las estrategias efectivas en países con una tradición más consolidada y así impulsar el debate del marco de políticas públicas con este enfoque en España.

Finalmente, se presenta un decálogo sintético de recomendaciones prácticas dirigido a actores tanto el sector público como en el privado. Este decálogo se elabora a partir de los resultados recopilados en los capítulos anteriores y busca contribuir a la transición hacia ciudades y entornos construidos más sostenibles.



Bloque 6x6, 35 viviendas en Girona, 2020. Autores: Bosch-Capdeferro. Foto: © José Hevia.

# PRODUCCIÓN FORESTAL



## INTRODUCCIÓN

La preocupación social por las implicaciones ambientales que tienen las actividades humanas sobre el medio ambiente cada vez es mayor y en consecuencia cada vez se es más exigente con el consumo de bienes y servicios. Como consecuencia de ello se ha producido una disociación de complicado equilibrio entre la economía de consumo convencional y la conciencia ecológica. A largo plazo no es posible compatibilizar la sostenibilidad con la economía lineal y el tránsito a una economía circular a menudo se percibe como un cambio de costumbres al que los ciudadanos a menudo muestran grandes resistencias.

En cualquier caso, en último término es responsabilidad del consumidor la de usar o no un bien determinado y que material elegir. La opción más responsable en cualquier caso es la de reducir el consumo y en los casos en los que no se opta por esta alternativa es necesario elegir materiales renovables y sostenibles. La madera como material y el sector maderero topan de lleno con esta paradoja. El consumidor percibe que la madera es un material natural, renovable y sostenible pero a su vez sabe que para disfrutarla debe talar bosques, actividad que se ha visto demonizada en buena parte debido a malas praxis provocadas por algunos modelos de gestión de los recursos y del territorio nefastos.

España es un país de montes y es el segundo con más superficie forestal en la Unión Europea solo por detrás de Suecia. En total hay unos quince millones de hectáreas arboladas y doce desarboladas que son el 29% y el 23% del territorio español respectivamente. De estas dos quintas partes son bosques de coníferas, un tercio de frondosas y el resto bosque mixto. En total se estima un crecimiento anual de madera alrededor de treinta millones de metros cúbicos, pero no toda es aprovechable y buena parte de ella está en bosques de tipo protector o protegidos.

Por todo ello es necesario entender que la industria forestal y la de la transformación de la madera son sectores económicos intrínsecamente diseñados para ser sostenibles. Si un aserradero acaba con todos los bosques dentro de su radio de acción se verá irremediamente abocado al cierre. Además, para ser económicamente eficiente, es necesario un equilibrio entre el coste de la inversión y la capacidad de producción. Grandes fluctuaciones anuales de producción no son asumibles, o bien se dispondría de una industria sobredimensionada con grandes requerimientos de amortización o bien se correría el riesgo de no poder satisfacer la demanda.

Además, tampoco hay que perder de vista la importancia de tener una industria maderera local que se abastezca de los bosques del país. De esta forma se reduce la huella de carbono asociada con el transporte de mercancías, se consigue tener los bosques propios gestionados y se reduce el riesgo de incendios forestales entre otras ventajas ambientales. Por tanto, en este capítulo se ocupa exclusivamente del sector forestal y de la primera transformación de España que concibe su actividad a largo plazo siendo los primeros interesados en elaborar productos ambientalmente sostenibles.

El auge de la madera en la construcción en el siglo XXI es consecuencia en parte de la necesidad ineludible de un cambio de paradigma en la gestión de los recursos. La planificación forestal, los aprovechamientos de los montes y la industria maderera son los primeros eslabones del sector de la construcción concebido como sostenible. Encajar en un marco tan complejo todas las interacciones que tensionarán esta cadena es un reto que deberá resolverse en línea de la nueva bioeconomía circular que ya se está adoptando.

## **OBJETIVOS, ORGANIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS MONTES**

El primer paso que debe llevarse a cabo para planificar el aprovechamiento de un sistema forestal o el conjunto de montes de un territorio es la realización de un inventario. En España existe el Inventario Forestal Nacional (IFN) a cargo del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico en el que la provincia es la unidad fundamental de operación. El ciclo histórico de invariado en España es de una década y la cuarta y última edición hasta la fecha se inició en 2008. El IFN ofrece datos uniformes a nivel nacional acerca de los bosques en España y su evolución abarcando aspectos dasonómicos y de biodiversidad forestal. Los inventarios son una herramienta capaz de determinar el estado y las existencias de los montes a partir de su muestreo y mediante análisis estadísticos, esto incluye entre otros su estructura, existencias, composición, extensión, diversidad de especies, crecimiento, estado fitosanitario además de diversas propiedades de tipo general entre otros parámetros relevantes.

Los objetivos de gestión de un monte varían según la ubicación geográfica, el tipo de bosque, la propiedad de la tierra y las necesidades específicas de los propietarios o gestores forestales. Todos estos factores se entrelazan entre ellos, su importancia relativa varía según el caso aunque siempre es necesario conseguir un equilibrio entre todos ellos. Tradicionalmente los usos de los bosques se concentraban en la obtención de madera, combustible, caza, frutos y resina además de recursos hídricos, pero en la actualidad también se los valora por ser espacios de ocio y descanso y proporcionar servicios ambientales como la captación de CO<sub>2</sub>, paisaje, protección de la vida salvaje, patrimonio cultural, etc. Estos objetivos se pueden agrupar en producción, protección y recreo.

La materialización de estas metas se realiza mediante la planificación forestal, un proceso estratégico de gestión a largo plazo de los recursos económicos, sociales y ambientales que proporcionan los montes cuya superficie se organiza según el enfoque clásico en cuarteles, cantones y rodales. Los cuarteles no dejan de ser grandes divisiones del monte cuando este es suficientemente extenso y cada uno de ellos tiene una función claramente marcada de producción, protección y/o recreo. A su vez, los cuarteles se dividen en cantones, unidades homogéneas de inventario con una especie principal, una superficie mínima de 10 hectáreas y una típica entre 40 y 50 hectáreas. Finalmente,

la unidad de división más pequeña que integran los cantones son los rodales que, con una superficie alrededor de una hectárea, son identificables por sus características geomorfológicas y vegetativas diferenciadas de los rodales de su alrededor.

Ahora bien, independientemente de la organización de las superficies de los montes, la incidencia de la evolución del crecimiento de las masas boscosas, las fluctuaciones temporales de los mercados y/o la de otros factores externos puede llegar a ser tan importante que la planificación de los aprovechamientos madereros se ha ejecutado históricamente mediante tranzones y tramos en función del método de corta.

El tranzón es la unidad en la que se divide el monte para la organización de las cortas finales a hecho o matarrasa, eso es cuando se cortan de una vez todos los árboles de una masa regular de una determinada área determinada. En cambio, el tramo se utiliza cuando las cortas finales son por aclareo sucesivo uniforme, es decir cuando los pies se aprovechan de forma paulatina dando lugar a masas regulares o semirregulares. Los tramos pueden ser permanentes, revisables, únicos fijos o móviles. Existen también las cortas de entresaca, correspondientes a la forma de masa irregular, sin edades ni clases de edad localizadas. Esta forma de tratar los pies de una masa de forma selectiva puede derivar en huroneo, una forma de empobrecer la calidad del monte a largo plazo debido a la saca sistemática de los mejores pies dejando siempre como árboles reproductores los menos valiosos.

La gestión forestal como actividad económica se ha basado tradicionalmente en la obtención de madera y esta sigue siendo con mucha diferencia la que genera mayor volumen de negocio y la principal fuente de ingresos del sector. Por ello no hay que perder de vista que, a diferencia de lo que sucede generalmente en la agricultura donde los ciclos de los cultivos son anuales o en el peor de los casos las plantaciones entran en producción a los pocos años, en el sector forestal las inversiones pueden llegar a recuperarse décadas después. Los turnos, años necesarios para el aprovechamiento y renovación de un monte, pueden ser muy variables en función de las especies, las condiciones de crecimiento y los objetivos de producción. A modo de referencia, una lista de turnos habituales en España sería la siguiente:

- Cultivo energético leñoso: 2 años (Sauce, chopo y abedul).
- Plantación de turno corto: 10-12 años (Clones de chopo).
- Plantación de turno medio-corto: 15-20 años (Eucalipto).
- Plantación de turno medio-largo: 30-35 años (Pino gallego).
- Bosque natural de turno largo: 80-120 años (Pino silvestre).

Reducir la duración de los turnos incrementa la rentabilidad y reduce el riesgo de perder las inversiones realizadas debido, por ejemplo, a la exposición a incendios o plagas. Esto explica la tendencia de la industria a demandar productos que se puedan elaborar con troncos de pequeño diámetro y a trabajar con especies de crecimiento rápido. En cualquier caso, la selección del material forestal de reproducción mediante mejora genética permite seleccionar por los caracteres deseados y conseguir masas mejoradas de grandes crecimientos. En la actua-

lidad existe un gran abanico de masas forestales en función de las de técnicas de mejora y selección genética aplicadas pudiéndose encontrar desde plantaciones monoclonales, en las que todos los individuos son genéticamente iguales, hasta bosques completamente naturales en las que cada individuo es único desde un punto de vista genético. De cara a la conservación de estos valiosos recursos genéticos y para su correcta gestión, en España se ha definido legalmente el Catálogo Nacional de las Regiones de Procedencia relativa a diversas especies forestales (Resolución de 28 de julio de 2009). Las regiones pueden definirse según el método aglomerativo o el divisivo. El primero se utiliza cuando se dispone un gran conocimiento de las características genéticas y fenotípicas de la especie y por tanto cada especie tiene unas regiones propias. El segundo es genérico y se aplica suponiendo que las características de los individuos pueden ser distintas en base a las diferentes condiciones ecológicas del territorio. En cualquier caso, las regiones definidas por el método divisivo dan una idea de la gran diversidad bioclimática de España y sus implicaciones de cara a la gestión de los montes. Si bien es cierto que las plantaciones son más pobres genéticamente que los bosques naturales, estas proporcionan unos recursos que por cantidad y calidad controlada generalmente no proporcionan los bosques naturales.

Los montes españoles a pesar de ser espacios generalmente abiertos y ser transitables sin aparentes obstáculos son en un 72% de propiedad privada y en un 28% pública. La propiedad pública mayoritariamente recae en entidades locales y en segundo lugar en las Comunidades Autónomas. El estado y otras entidades de derecho público tienen un protagonismo muy menor.

El 65% de los montes son arbolados y el 35% restante desarbolados, mayoritariamente pastos y matorrales con una fracción de cubierta inferior al 5%. En cuanto a las especies de los montes el 35% son coníferas (principalmente pinos), el 48% frondosas (las más habituales son encinas, robles y eucalipto) y el 17% restante son bosques mixtos. En España ha más de 6 millones de hectáreas ordenadas lo que representa un 22% de la superficie forestal. Por otro lado 2,5 millones de hectáreas están certificadas PEFC y cerca de medio millón FSC.



[https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/politica-forestal/planificacion-forestal/patrimonio-forestal/pf\\_tipologia\\_propiedad\\_forestal.html](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/politica-forestal/planificacion-forestal/patrimonio-forestal/pf_tipologia_propiedad_forestal.html)

## APROVECHAMIENTO FORESTAL MADERERO

La transformación de la madera se inicia con las tareas de aprovechamiento forestal. Estas se pueden dividir en:

- **TALA Y DESRAMADO:** La tala es el proceso de cortar árboles maduros o seleccionados de forma sostenible. Una vez que los árboles han sido apeados, se eliminan las ramas. Esto se hace para facilitar el transporte de los troncos, ya que las ramas suelen ser voluminosas y no son útiles en la mayoría de las aplicaciones de madera. Estas actividades se realizan con cuidado para evitar daños innecesarios al bosque. Tradicionalmente estas tareas eran manuales y se utilizaban hachas, sierras hasta la popularización de la motosierra hacia los años veinte del siglo XX. Actualmente se utiliza maquinaria pesada especializada, como taladoras o procesadoras, para llevar a cabo estas tareas de forma más segura, eficiente y confortable para los trabajadores forestales.
- **DESEMBOSQUE:** Traslado de la madera desde la zona de corta hasta el punto de depósito previamente a su salida del monte. Para realizar los trabajos de saca existe maquinaria forestal específica, las más destacadas son los skidders y autocargadores, pero en España es habitual ver tractores agrícolas realizando muchas de las tareas. Antiguamente el desembosque se realizaba exclusivamente mediante animales de tiro como caballos y mulas pero en la actualidad estos medios cada vez son más testimoniales.
- **TRANSPORTE:** Los troncos se transportan en camiones desde la zona de depósito hasta el lugar en el que se llevará a cabo la transformación industrial. En España es común utilizar desde camiones de tres ejes equipados con grúa telescópica hasta camiones articulados sin ellas.

La producción anual maderera española desde el año 1990 oscila entre los poco más de 13 millones de metros cúbicos con corteza hasta cerca de los 20 millones siendo el valor promedio alrededor de 15,5 millones. De estos el 54% son coníferas y el 46% frondosas. Por comunidades autónomas Galicia destaca muy por encima de todas las demás pues en ella se llega a talar más de la mitad del volumen de madera en rollo de toda España. El segundo lugar estaría ocupado por el País Vasco y Castilla y León con algo más de 2 millones cada una. Asturias, con algo más de 1 millón, ocuparía el cuarto lugar. Las coníferas más comunes son el pino insignie (0,4 millones m<sup>3</sup> cc), el pino marítimo (2,9 millones m<sup>3</sup> cc), el pino silvestre (1,4 millones m<sup>3</sup> cc) y el pino laricio (0,5 millones m<sup>3</sup> cc) y las frondosas son el eucalipto (6,8 millones m<sup>3</sup> cc) y el chopo (0,5 millones m<sup>3</sup> cc).

## INDUSTRIA DE LA MADERA

Tradicionalmente la industria de la madera se ha dividido en primera y segunda transformación. La primera era la encargada de procesar el tronco para obtener madera serrada y la segunda la que procesaba los materiales que proporcionaba la primera. Esta frontera tan nítida se ha ido difuminando con la integración de procesos desde el tronco hasta el producto final en una misma factoría y la aparición de muchos nuevos productos más elaborados. Los tres principales procesos de la primera transformación, adaptados a la situación actual, serían los siguientes:

- **DESCORTEZADO:** El descortezado puede llevarse a cabo cuando la madera llega al patio o en el momento previo al serrado. Eliminar la corteza en el patio tiene la ventaja que acelera el secado de la madera, reduce la incidencia del azulado y minimiza los ataques de escolítidos. En cambio, si el aserradero prefiere serrar madera lo más verde posible para minimizar el desgaste de los útiles de corte será preferible descortezar inmediatamente antes del serrado. En cualquier caso, la corteza es un subproducto generalmente utilizado como combustible o en jardinería como cubierta o sustrato del suelo.
- **PROCESADO DEL TRONCO:** El destino óptimo de cada rollo depende de sus dimensiones, geometría y especie entre otros. Los troncos pueden serrarse con sierras o discos para obtener tablas, tablones, vigas para fabricar madera maciza o productos derivados de esta; triturarse para obtener astillas para biocombustible o tableros de partículas; desfibrarse para fabricar tableros de fibras; transformados en pasta para papel y cartón; o desenrollarse mediante tornos para obtener chapa de madera y con ella tableros o revestimientos. En las industrias madereras el destino y patrón de corte se determina mediante escáneres electrónicos automáticos con el objetivo de maximizar la calidad y el volumen de corte.
- **SECADO:** La madera contiene gran humedad de forma natural y es frecuente haberla de secar hasta un nivel adecuado para la fabricación de productos. Los cambios en el contenido de humedad en la madera por debajo de punto de saturación de las fibras provocan deformaciones y fendas indeseadas si no se controla adecuadamente. El secado al aire es económico desde un punto de vista energético, aunque lento y genera altos costes financieros durante el tiempo durante el que la madera está inmovilizada. En cambio, el secado al horno es caro energéticamente, pero a cambio es mucho más controlado, rápido e independiente de las condiciones meteorológicas.

El resto de los procesos como el encolado, la mecanización, la incorporación de otros materiales o los acabados superficiales siempre serían propios de la segunda transformación. Volviendo a las especies, en 2020 las coníferas se destinaron principalmente a sierra o trituración para tablero mientras que las frondosas se destinan a pasta para papel, caso del eucalipto, o chapa, caso del chopo. El resto de frondosas se destinan a sierra, como el roble o la haya, o leña como la encina o robles de menor valor. Concretamente, el 39% se destinó a pasta, el 24% a sierra y el 21% a tablero no estructural. Por sectores,

la bioenergía consumió el 35%, la pasta el 24% y el tablero el 22%. Respecto al comercio exterior, las exportaciones representaron el 18% de las extracciones de madera y las importaciones un 5% de la madera consumida.

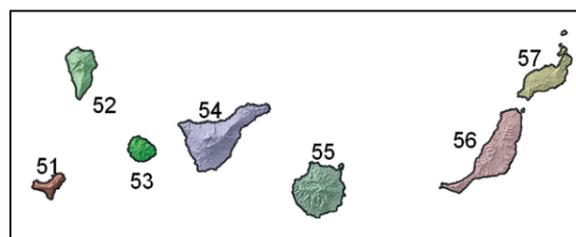
En estas estadísticas en los últimos años ha irrumpido la madera maciza para uso estructural. En el año 2023 la capacidad de producción instalada en España de este tipo de productos, principalmente CLT y madera laminada encolada, supera los 60.000 m<sup>3</sup>/año/turno. Destaca por capacidad de producción en primer lugar Egoín y a continuación Xilonor. En el futuro cercano y ya con proyectos en ejecución, se prevé la puesta en marcha de una factoría de media capacidad de CLT en Andorra de Teruel y otra de gran capacidad en Puig-reig. Con estas dos nuevas factorías y añadiendo el incremento previsto de demanda, la capacidad de producción ascenderá al menos hasta los 100.000 m<sup>3</sup>/turno/año. En cualquier caso, estas cantidades significan unas veinte veces menos de producto acabado respecto al consumo de pasta de papel en España.

La industria maderera en España se ha caracterizado típicamente por un grado de desarrollo tecnológico menos evolucionado que en el centro y el norte de Europa. Históricamente se abandonó la construcción con madera en favor del hormigón y el acero y la gran industria viró hacia productos insensibles a la calidad del tronco como la producción de papel o el tablero de partículas con la excepción de las fábricas de chapa y tableros de contrachapado.

Esta situación inició un cambio muy significativo desde hace una década provocado en parte por la necesidad de descarbonizar la economía y el incremento de costes de los materiales convencionales y la energía. La eclosión de la construcción con madera en España ha estado ligada a la popularización del CLT y la posibilidad de construir en altura fácilmente edificios de hasta de ocho plantas y llegar sin grandes dificultades técnicas hasta una quincena. En paralelo en España han ido apareciendo factorías capaces de fabricar productos estructurales con madera de procedencia local y edificios prefabricados.

El auge de la construcción con madera es un claro síntoma de la evolución en el modelo económico que está aconteciendo. El tránsito desde una economía lineal a una economía circular en un contexto de crisis climática y desertización comportará el abandono del petróleo, los combustibles fósiles y la racionalización en el uso de muchos materiales altamente intensivos en energía como el hormigón y el acero. El previsible incremento en la demanda de recursos naturales a medida que este cambio vaya aconteciendo generará una mayor presión sobre los bosques que a su vez tendrán una coyuntura climática desfavorable. La madera para construcción, casi testimonial hasta hace pocos años en España, entrará a competir con la biomasa, la madera de sierra para embalaje y la pasta de papel. Esto provocará un incremento de la demanda y el consecuente encarecimiento del precio de la madera. En cualquier caso, esto redundará en mayores incentivos para invertir en el monte y la mejora de las masas. Encajar este engranaje natural y productivo es un reto mayúsculo que deberá resolverse en las próximas décadas no sin antes haber cambiado muchos de los paradigmas que hoy en día se dan por sentados en muchos sectores económicos y entre ellos también el sector de la construcción.

## REGIONES DE PROCEDENCIA DE LA MADERA EN ESPAÑA SEGÚN EL MÉTODO DIVISIVO (MITECO)



- 1 Galicia Litoral
- 2 Montañas y mesetas interiores de Galicia
- 3 Litoral Astur-Cántabro
- 4 Vertiente septentrional Cantábrica
- 5 Vertiente meridional Cantábrica-Lomas de La Maragatería
- 6 Litoral Vasco
- 7 Montes Vasco-Navarros
- 8 Pirineo Axial
- 9 Prepirineo
- 10 Litoral Catalán
- 11 Orla septentrional de la depresión del Ebro
- 12 Depresión del Ebro
- 13 Orla meridional de la depresión del Ebro
- 14 La Rioja
- 15 Sistema Ibérico septentrional-Macizo del Moncayo
- 16 Páramos del Duero-Fosa de Almazán
- 17 Tierras del Pan y del Vino
- 18 Sierra de Gata
- 19 Sierra de Gredos
- 20 Sierras de Guadarrama-Ayllón
- 21 Alcarrias
- 22 Sierra de Albarracín
- 23 Sistema Ibérico Oriental
- 24 Litoral Levantino
- 25 Sistema Ibérico Meridional
- 26 Serranía de Cuenca
- 27 Campo de Criptana
- 28 Campo Arañuelo-Cuenca de Madrid
- 29 Montes de Toledo-Monfragüe
- 30 Alcántara-Sierra de San Pedro-Llanos de Cáceres
- 31 Vegas del Guadiana-La Serena
- 32 Campo de Calatrava
- 33 La Mancha
- 34 Campo de Montiel
- 35 Sierras de Cazorla y Segura
- 36 Cordillera Subbética Murciana
- 37 Litoral Murciano
- 38 Litoral sur-oriental andaluz
- 39 Sierras Nevada-Filábres
- 40 Cordillera Subbética granadina
- 41 Orla meridional de la Depresión del Guadalquivir
- 42 Serranía de Ronda
- 43 Litoral meridional andaluz
- 44 Depresión del Guadalquivir
- 45 Sierra Morena meridional
- 46 Sierra Morena septentrional
- 47 Ibiza
- 48 Formentera
- 49 Mallorca, Conejera y Cabrera
- 50 Menorca
- 51 El Hierro
- 52 La Palma
- 53 La Gomera
- 54 Tenerife
- 55 Gran Canaria
- 56 Fuerteventura, I. de Lobos
- 57 Lanzarote, I. Graciosa

# CAPACIDAD INDUSTRIAL DE MADERA MACIZA INDUSTRIALIZADA PARA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA



## INTRODUCCIÓN

El uso de madera maciza industrializada en edificación en España se centra principalmente en el empleo de madera contralaminada CLT (*Cross-laminated timber*) como demuestra el Catálogo de Casos presentados en este Informe Anual.<sup>1</sup> La tecnología CLT, actualmente utilizada en edificios en madera maciza, tiene sus orígenes en Europa Central durante la década de 1980, y se ha expandido posteriormente hacia el norte de Europa y América del Norte.

A pesar de que los primeros sistemas patentados de madera contralaminada datan de inicios del siglo XX en los Estados Unidos<sup>2</sup>, el renovado interés en el uso de la madera como material estructural en las últimas décadas se atribuye a distintos factores tales como el desarrollo tecnológico de detalles constructivos y sistemas de anclaje, la digitalización de la cadena de producción y la utilización de maquinaria industrial con tecnología CNC (Control Numérico Computarizado).<sup>3</sup>

En el proceso de fabricación de CLT, se adhieren capas sobrepuestas mediante encolado y prensado, generalmente utilizando madera de pino o abeto. El resultado es un producto altamente industrializado que da forma a vigas, pilares, y paneles destinados a forjados, cubiertas o muros, que pueden alcanzar longitudes de hasta 18 metros, anchuras de 3 metros y espesores variables a partir de 25 mm aproximadamente.<sup>4</sup>

En España, la producción de madera contralaminada (CLT) comienza en el año 2008 con la construcción de la primera planta situada en el País Vasco propiedad de Egoín Wood Group. Posteriormente, surge en el año 2016, una nueva planta de producción en Cataluña del Grupo Fustes Sebastià, seguida por el establecimiento de la compañía Xilonor en Galicia en el año 2021. A continuación, se presenta un cuadro general de la capacidad industrial de producción de CLT en España, donde se incluyen datos de la estructura de la oferta y la demanda, así como el origen de materia prima natural y su destino. Además se presenta un perfil sintético de los principales actores de la industria y se ilustran las perspectivas de crecimiento para los próximos años.

- 1 Ver Capítulo 6, “Catálogo de Casos” y Capítulo 7, “Soluciones estructurales y constructivas” en el presente Informe para obtener información adicional.
- 2 Walsh, F.J.; Watts, R. L. *Composite Lumber Patent*, 1923.
- 3 Blumer, H. “The Rise of Timber Construction in Switzerland” in *Touch Wood: Material, Architecture, Future*. (eds. Ferrer C., Hildebrand, T., Martínez-Cañavate, C., 2023).
- 4 De Araujo, V.; Christoforo, A. “The Global Cross-Laminated Timber (CLT) Industry: A Systematic Review and a Sectoral Survey of Its Main Developers” in *Sustainability* 2023, 15,7827. <https://doi.org/10.3390/su15107827>

## PRODUCCIÓN DE MADERA CONTRALAMINADA (CLT) EN ESPAÑA

En el año 2023, la capacidad de producción industrial española del CTL alcanzó los 73.800 metros cúbicos.<sup>5</sup> A escala global, la capacidad industrial de producción de CLT se estima cercana a los tres millones de metros cúbicos anuales,<sup>6</sup> lo que sitúa la capacidad industrial española en un modesto 2,5%, con respecto a la capacidad industrial total de CLT a nivel mundial.

Desde la construcción de la primera planta de producción de CLT en España en el año 2008, la capacidad productiva del país ha experimentado un incremento significativo. El desarrollo de nuevas instalaciones productivas actualmente en fase de construcción anticipa un aumento superior al doble de la capacidad productiva actual, proyectándose alcanzar aproximadamente 167.800 metros cúbicos en los próximos tres años (véase la Figura 1).

La producción efectiva de madera contralaminada, por su parte, se cifra en aproximadamente dos millones de metros cúbicos a nivel mundial. En torno al 70% de la producción global de CLT se concentra en la región alpina, la cual abarca países como Austria, Alemania, Suiza, Italia y la República Checa.<sup>7</sup> En el contexto específico de España, los datos de producción real para el año 2022 se sitúan en aproximadamente 30.400 metros cúbicos, representando una cuota inferior al 1,5% de la producción global real (véase la Figura 2).

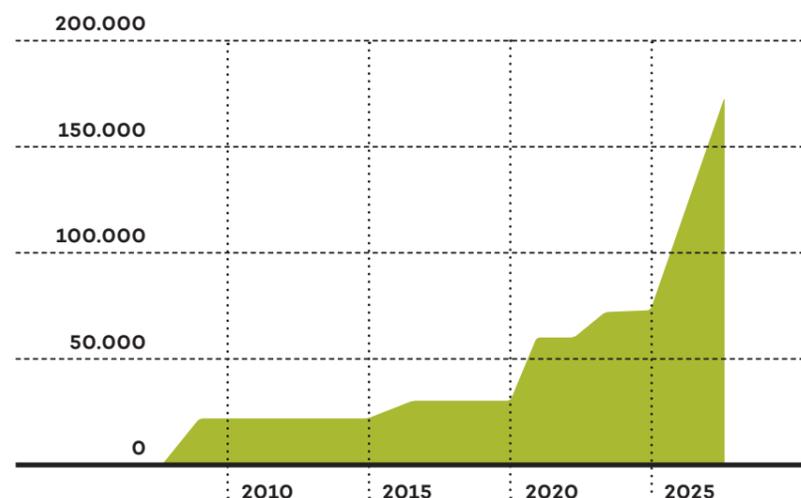


Figura 1: Evolución temporal de la Capacidad Productiva de madera contralaminada CLT en España (2008-2023) y proyección de crecimiento expresada en metros cúbicos por año.

5 Elaboración propia con datos facilitados por las principales empresas del sector: Egoín Wood Group, Fustes Sebastián y Xilonor.

6 De Araujo, V.; Christoforo, A. *Op. cit.*

7 Muszynski, L. et al. "Global CLT Industry in 2020: Growth beyond the Alpine region." Proceedings of the 63rd International Convention of Society of Wood Science and Technology, 2020.

8 Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España. CSCAE 2022, Datos de Visado 2022, <http://www.cscae.com/index.php/component/jdownloads/send/16-documentos-cscae/63-informe-de-visado-balance-2022>

9 Se estima que en las edificaciones construidas con madera contralaminada (CLT) se requieren entre 0,25 y 0,3 metros cúbicos de CLT por cada metro cuadrado construido. Para obtener mayor información, se remite al Capítulo 4. *Comparativa de industrias prevalentes.*

## ORIGEN Y DESTINO DE CLT EN ESPAÑA

La totalidad de la materia prima empleada en la producción de madera contralaminada (CLT) en España tiene como origen bosques ubicados en el territorio español, conforme a datos proporcionados por fuentes de la industria. En cuanto al destino de la madera contralaminada producida en España, un 23% se destina al mercado internacional, mientras que el 73% se canaliza hacia la demanda nacional (véase la Figura 3).

## EDIFICACIÓN EN CLT EN ESPAÑA

En el año 2022, según la información proveniente de fuentes de la Industria, la demanda anual de madera contralaminada (CLT) destinada a edificación en España se estima en aproximadamente 60.000 metros cúbicos. Estas fuentes indican que, en términos generales, la mitad de esta demanda se satisface mediante CLT de producción nacional, mientras que la otra mitad proviene de la producción extranjera, con origen centroeuropeo principalmente. Las previsiones industriales de CLT a finales de 2023 hacen suponer un aumento considerable de la demanda respecto al año precedente.

Al integrar los datos relativos a la demanda interna de CLT con las estadísticas correspondientes a las nuevas construcciones anuales en España,<sup>8</sup> y considerando los valores medios de volumen de CLT empleados por metro cuadrado construido,<sup>9</sup> se puede concluir que las edificaciones de nueva construcción en CLT en España representan aproximadamente entre el 0,5% y el 1% del total de obras nuevas. En caso de que la capacidad industrial instalada opere a pleno rendimiento, se estima que sería factible satisfacer actualmente entre el 1,5% y el 2% de la demanda de obra nueva, aumentado a aproximadamente el 3% en los próximos tres años.



Figura 2: Distribución de la Producción Anual de Madera Contralaminada (CLT) a nivel mundial en 2020. En dicho periodo, el porcentaje relativo a la producción en países europeos fue del 14%. Los datos específicos para España corresponden al año 2022, reflejando una producción comparable. Fuente: Muszynski, L. et al., *Op. cit.*



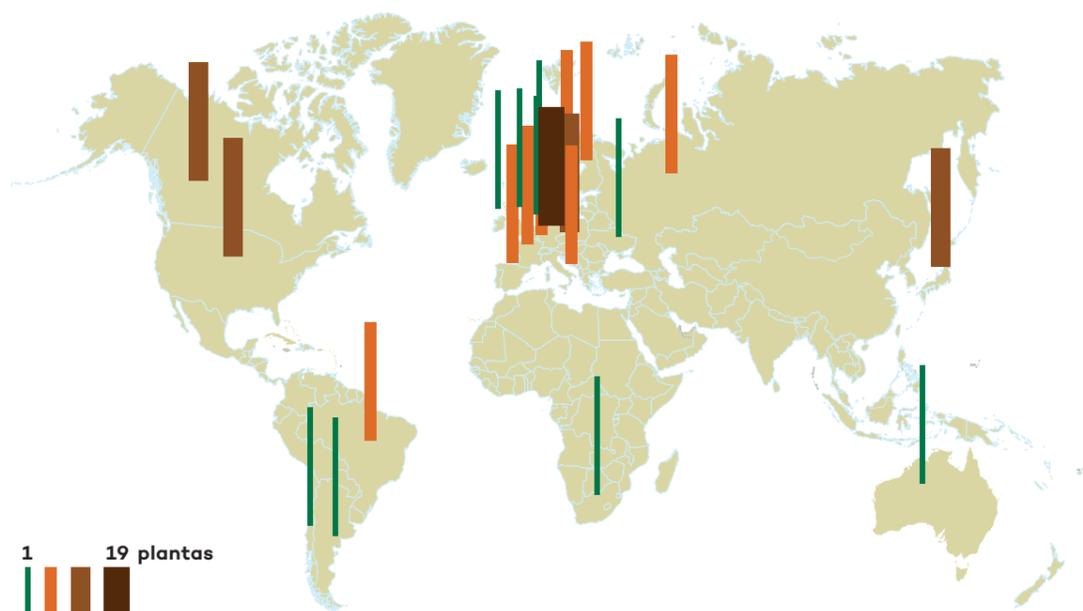
Figura 3: Destino de la producción de madera contralaminada CTL producida en España 2022.



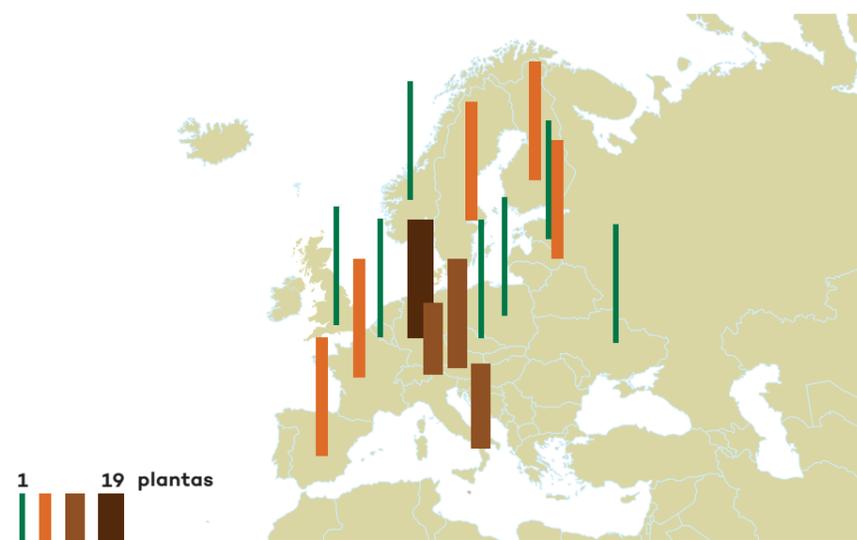
Figura 4: Proporción de construcciones de obra nueva realizadas con madera contralaminada (CLT) en España en el año 2022. Elaboración propia basada en datos proporcionados por la industria y el Colegio Superior de Colegios de Arquitectos de España.

## PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE CLT

A nivel global, se estima la existencia de aproximadamente un centenar de plantas de producción de madera contralaminada (CLT). Su distribución es heterogénea, destacando la mayor concentración de instalaciones en Alemania (19 plantas) y Austria (11 plantas), seguidas de Estados Unidos y Japón (9 plantas cada uno). En el caso de España, se cuentan con 3 plantas de producción de CLT, una cantidad comparable a la observada en países vecinos: Italia (5 plantas) y Francia (3 plantas) (véase Figura 5). Es relevante destacar que la planta con mayor capacidad industrial internacional se encuentra en Austria, siendo capaz de producir 220.000 m<sup>3</sup> de CLT al año, un volumen que triplica la capacidad productiva total de España.<sup>10</sup>



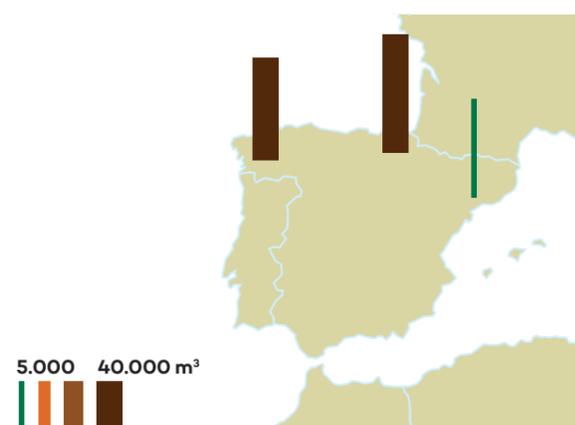
**Figura 5: Distribución mundial de los productores de CLT a principios de 2023.**  
Elaboración propia basada en datos recopilados por De Araujo et al., (2023), contrastados con fuentes de la industria en España.



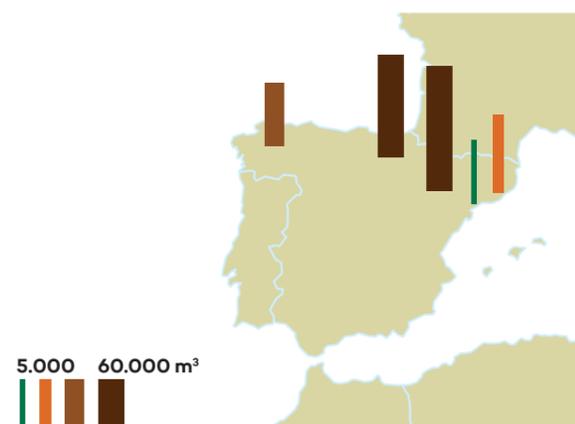
**Figura 6: Distribución europea de los productores de CLT a principios de 2023.**  
Elaboración propia basada en datos recopilados por De Araujo et al., (2023), contrastados con fuentes de la industria en España.

## PERFILES DE LOS PRODUCTORES CLT EN ESPAÑA

Actualmente, la producción de madera contralaminada (CLT) en España está concentrada en tres principales empresas. Estas compañías son Egoín Wood Group, Fustes Sebastià y Xilonor, cuyas instalaciones se distribuyen en la parte norte del territorio nacional, concretamente en el País Vasco, Cataluña y Galicia, respectivamente. Para ofrecer un perfil integral de las empresas productoras de CLT en nuestro país, se debe considerar también la participación de nuevos actores que están actualmente ejecutando la construcción de dos nuevas plantas. Este es el caso de Grup Boix y JV20 Forest, ubicados en Cataluña y Aragón respectivamente. A continuación se ilustra la distribución geográfica de la capacidad industrial actual (Figura 7) y proyectada (Figura 8), y se incluye una breve descripción de cada uno de los productores españoles.



**Figura 7: Distribución de los productores de madera contralaminada (CLT) y volumen de capacidad industrial en España en el año 2023.**



**Figura 8: Distribución de los productores de madera contralaminada (CLT) y volumen de capacidad industrial en España proyectada para los próximos tres años.**

<sup>10</sup> De Araujo, V.; Christoforo, A. *Op. cit.*

Egoi Wood Group es una empresa de origen vasco fundada hace más de treinta años con sede en Natxitua, Vizcaya. En los últimos años Egoi Wood Group ha adquirido otras empresas maderas vascas tales como Holtza incrementando su capacidad de producción de madera contralaminada (CLT) entre otros productos derivados de la madera. A inicios del año 2023, la compañía realiza una apertura de capital y se incorpora la empresa maderera austriaca Hasslacher como parte de su accionariado.

Grup Sebastià - Indústries de la Fusta es una empresa catalana fundada en 1954 de carácter familiar y con sede en el municipio de Rialp en Lleida. Está especializada en soluciones de estructuras de madera y en edificación prefabricada de bajo consumo energético. La empresa ofrece diferentes servicios a lo largo de la cadena de valor: desde la explotación forestal hasta el proyecto y la ejecución de edificios.

Xilonor, impulsada por FINSA y Maderas Goiriz, se fundó en el año 2021 con la apertura de la primera planta de producción de CLT en Galicia. FINSA es una empresa maderera gallega fundada en 1931 especializada en distintos productos derivados de este material. Maderas Goiriz, en cambio, se fundó hace 70 años en la provincia de Lugo y proporciona diferentes soluciones de productos de madera. Xilonor está situada en la provincia de A Coruña en la localidad de Coirós. La promoción del uso de materia prima de origen gallego es una de las claves para esta compañía.

Grup Boix es una empresa de origen familiar fundada en 1970 en el municipio de Puig-reig en la comarca del Berguedá en Catalunya. Gracias al apoyo del Instituto Catalán de Finanzas Grup Boix ha presentado en 2023 el proyecto de construcción de una nueva planta de producción de CLT que estará en marcha en el año 2025. El origen de la madera empleada por el Grup Boix es en un 95% proveniente de bosques de proximidad.

JV20 Forest, empresa dentro del paraguas Grupo JV20, forma parte de una red de empresas activas en el sector inmobiliario focalizadas en la construcción de edificios sostenibles. En 2022 se anunció la construcción de una nueva planta de producción de CLT en la Comunidad Autónoma de Aragón, cuya puesta en marcha está prevista para 2024. La localidad elegida para el establecimiento de la planta es Andorra, en la provincia de Teruel por su posición estratégica entre Madrid y Barcelona, y acceso a madera de calidad.

## CONCLUSIONES

La capacidad de producción industrial de madera contralaminada (CLT) en España experimenta una fase significativa de transformación. Aunque actualmente la capacidad industrial de CLT en el país alcanza los 73.800 metros cúbicos, lo que constituye un 2,5% de la producción mundial, se anticipa que esta capacidad se duplicará en los próximos años. En el año 2022, la producción real de CLT en España fue de 30.400 metros cúbicos, una cifra, que en comparación con la capacidad productiva, se percibe como modesta, y según fuentes de la industria se prevé un notable incremento al cierre de los datos correspondientes al año 2023.

En relación a la materia prima utilizada para la producción de CLT la industria confirma que en su totalidad procede de bosques españoles. Una parte del CTL que se produce en nuestro país, cercana al 23% se destina a la exportación, mientras que una parte importante, en torno al 50% de la demanda se satisface con CLT importado.

En el ámbito de la industria de la construcción, las nuevas edificaciones realizadas en CLT representaron en el año 2022 entre el 0,5% y el 1% de la obra nueva, un porcentaje inferior al potencial que puede atender la capacidad industrial instalada tanto en el presente como en los próximos años.

El número de plantas de producción de CLT en España es comparable al de otros países vecinos, mientras que la distribución geográfica de la producción de CLT se concentra principalmente en el norte del país, tanto en las instalaciones actuales como en las proyectadas en construcción.

En definitiva, los datos recopilados en este análisis del estado de la industria del CLT en España delinean un panorama con considerable potencial de desarrollo, aunque con una marcada polarización territorial en la distribución de la producción para los próximos años.



Biblioteca Gabriel García Márquez en Barcelona, 2023. Autores: Suma Arquitectura. Foto: © Jesús Granada.

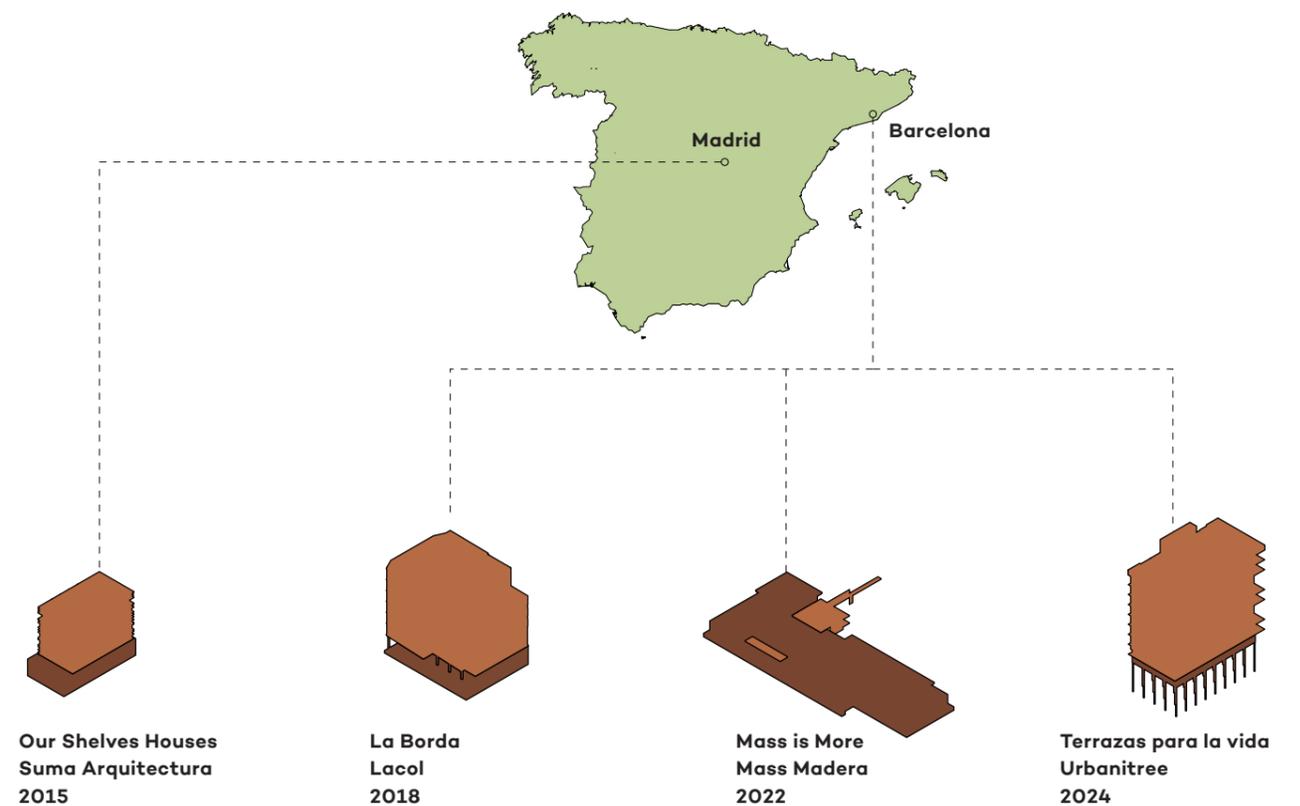
# COMPARATIVA DE LA INDUSTRIA



## PRÓLOGO

Según la ficha informativa de España del Observatorio del sector Europeo de la Construcción, publicada en abril de 2022, el país logró reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 4% más de lo esperado para el año 2020. Sin embargo, se proyecta que no cumplirá con su objetivo para el año 2030, ya que se espera que las emisiones superen la meta establecida en un 10%. Las emisiones de gases de efecto invernadero en la construcción y bienes raíces disminuyeron en 2019 un 39,7% y un 0,2% en comparación con los niveles de 2010.

De acuerdo al plan “España Circular 2030” el sector de la construcción representa el 6,5% del PIB, utilizando el 40% de los recursos, generando el 40% de los residuos (por encima de la media de la UE) y emitiendo el 35% de los gases de efecto invernadero. Por lo que se plantea minimizar su impacto promoviendo la introducción gradual de tecnologías y prácticas para fomentar la economía circular, ayudando así a cumplir el objetivo de reducir la emisión de gases de efecto invernadero por debajo de los 10 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. En este contexto, el sector tiene la intención de reducir la producción de emisiones durante la construcción, así como disminuir la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y el consumo de productos. Esto es posible mediante principios básicos de una economía circular, como el reuso de materiales. Tales principios se aplican actualmente a través de procesos como el diseño para la fabricación y el ensamblaje (también conocido como DFMA - Design for Manufacturing and Assembly) o el diseño para el desmontaje (también conocido como DfD - Design for Disassembly).



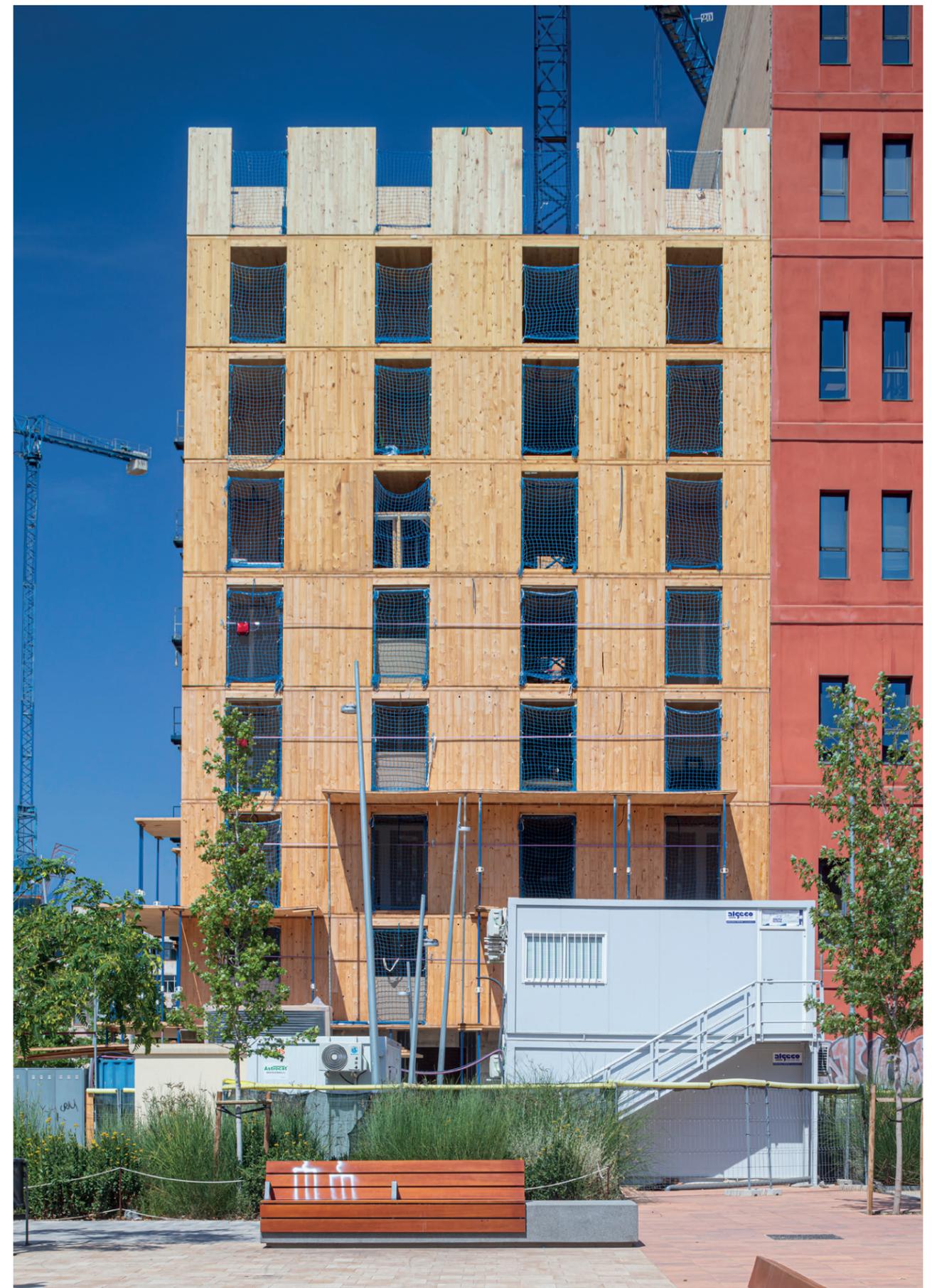
Usando como referencia la situación actual del país, se presenta una comparativa con las industrias prevalentes en el sector de la construcción. Analizando tres casos de estudios de edificios de vivienda en la ciudad de Madrid y Barcelona. De la misma manera se presentan los resultados de análisis del ciclo de vida de la intervención temporal de Mass Madera en el Pabellón Mies de Barcelona en el año 2022.

## ANÁLISIS

Dentro del alcance de este informe, se realizó un Análisis de 4 edificios en madera que abarca los escenarios A1, A2, y A3 (cradle-to-gate) y aborda los impactos medioambientales de un material o producto listo para ser enviado a obra, incluyendo la extracción de materias primas a fábrica y las emisiones de fabricación. Además, este análisis se complementa con una comparación de emisiones entre los edificios de madera maciza industrializada y dos edificios equivalentes, construidos uno con hormigón armado y el otro con acero.

Los parámetros utilizados para el escenario del edificio análogo para los casos de hormigón armado constan de una distancia máxima entre columnas de 7,5 m. Los forjados intermedios son losas de hormigón in situ C25/30 con bloques huecos cerámicos, de 340 mm de canto. Las columnas son in situ, 400 × 400 mm, C30/37. De igual manera consta de un muro portante de hormigón armado de 300 mm, al igual que vigas de hormigón in situ, 300 × 400 mm, C30/37.

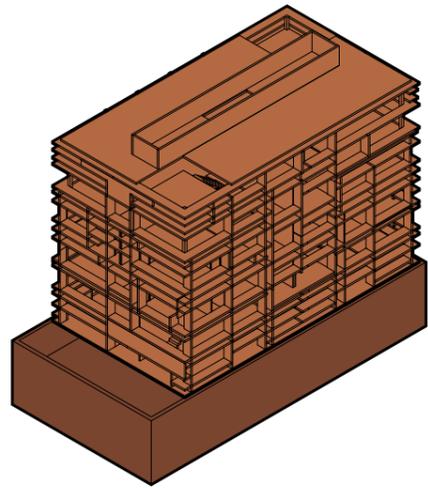
El escenario de un edificio con una estructura portante de acero asume una distancia máxima entre soportes de 9 m. Los forjados intermedios se componen de un forjado mixto acero-hormigón, 150 mm de canto, C 30/37, excluyendo el marco estructural. Columnas de acero, UC 254 × 254 × 73, S355. Arriostramiento de acero contra el viento, en forma de X, por metros cuadrados de superficie de pared exterior, SHS100 × 12,5. Piezas de conexión de acero para la estructura. Vigas de acero, UB 406 × 178 × 60, S355. Vigas secundarias de acero, UB 305 × 127 × 37, S355.



Terrazas para la vida, Edificio de viviendas, Barcelona, 2024. Autores: Urbanitree. Foto: © Adrià Goula.

## OUR SHELVES HOUSES

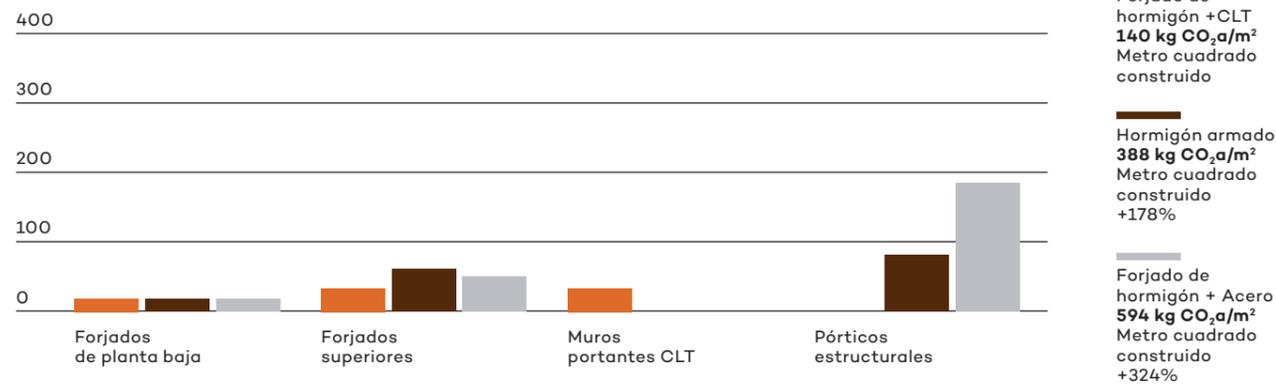
**Autores** Suma Arquitectura  
**Superficie** 994,66 m<sup>2</sup>  
**Madrid, 2015**



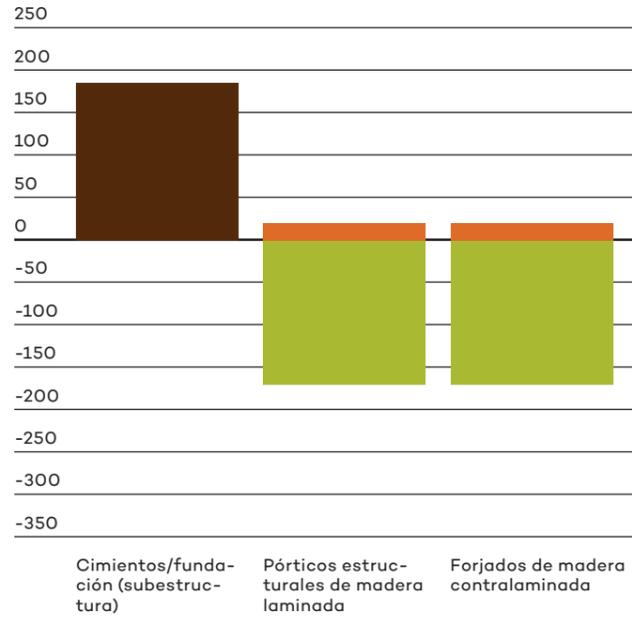
El carbono emitido por la estructura principal de “Our Shelves Houses”, que consta de un sótano con estacionamiento de hormigón armado y una estructura compuesta por forjados y paredes de CLT y vigas de madera laminada, resultó en una emisión total de 233 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub>e) para los elementos estructurales. De esta cantidad, el 82% corresponde a la estructura de la cimentación y al estacionamiento de hormigón armado, que incluye hormigón y acero, mientras que el 18% restante corresponde a los forjados y paredes de CLT y las vigas de madera laminada.

El cálculo de las emisiones tuvo en cuenta el almacenamiento de carbono biogénico (bio-CO<sub>2</sub>) que forma parte de los compuestos orgánicos producidos por organismos vivos a través de la fotosíntesis, resultando en un total de 342 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub>e) en la estructura de madera maciza industrializada del edificio.

Huella de carbono (Tn CO<sub>2</sub>e). Por clasificación

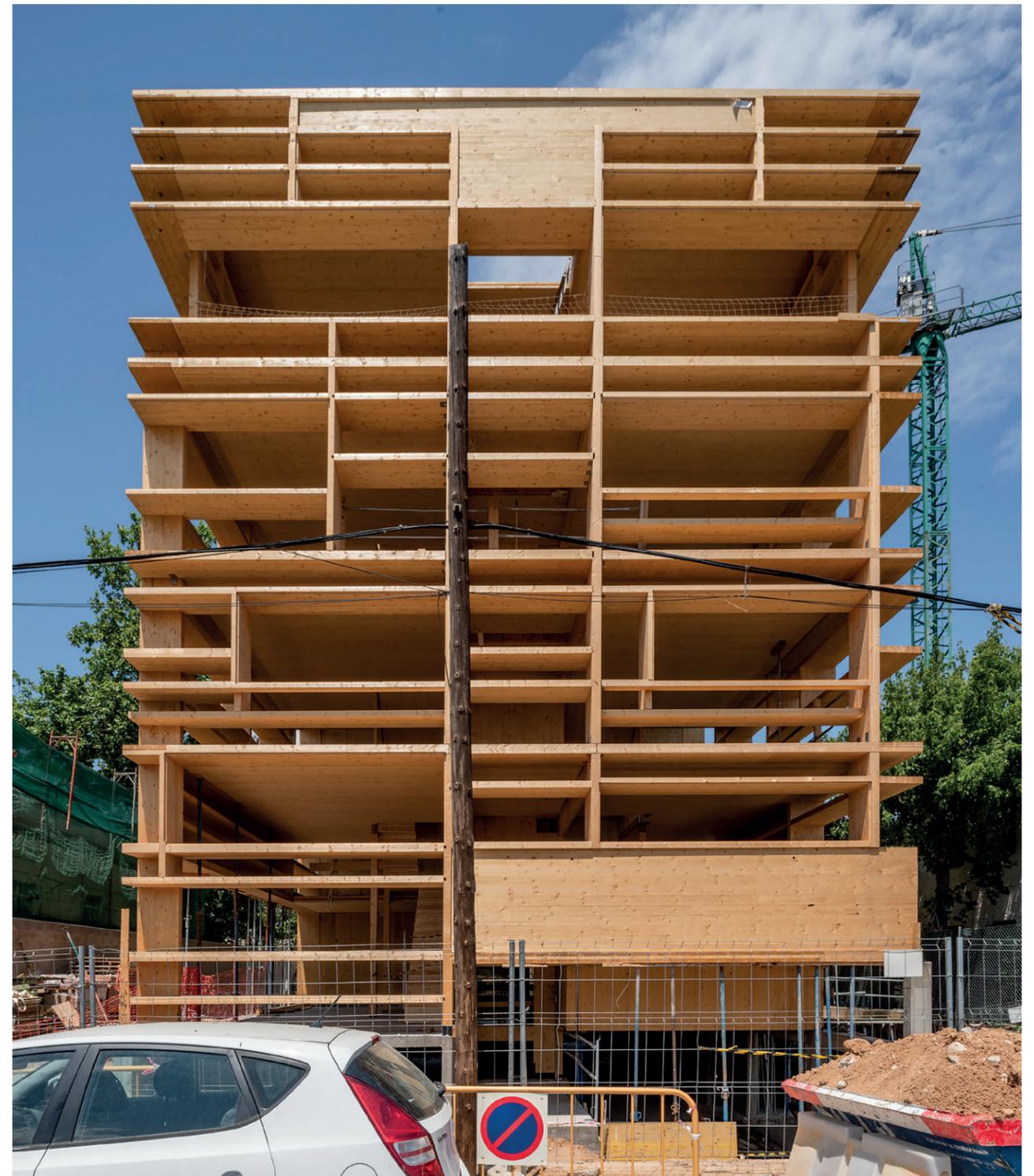


GWP Global Warming Potential (en t CO<sub>2</sub>e). Clasificaciones



En relación a la masa (en kilogramos) de los materiales que componen el edificio, la cimentación y el estacionamiento de hormigón armado representan el 80%, mientras que los elementos de madera maciza representan el 10% a paredes y el 10% a forjados, respectivamente.

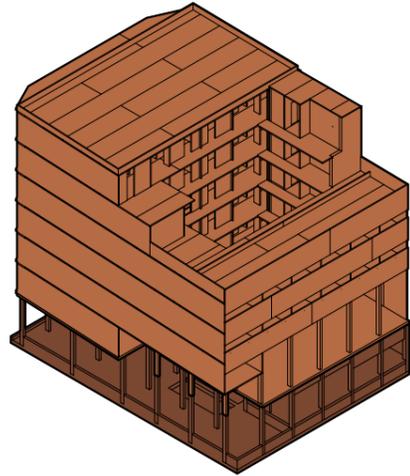
Como resultado de la comparación de dos edificios equivalentes (imagen inferior), se observa un aumento del 176% en comparación con la estructura de hormigón armado y más de un 300% en comparación con la estructura de acero. El hecho de que la estructura principal en Our Shelves Houses considere el carbono biogénico permite observar la diferencia expuesta, ya que 342 toneladas han sido eliminadas de la ecuación, y actualmente se encuentran almacenadas en la estructura del edificio hasta el final del ciclo de vida del mismo.



Our Shelves Houses. Edificio de viviendas, Madrid, 2015. Autores: Suma Arquitectura. Foto: © Jesús Granada.

## LA BORDA

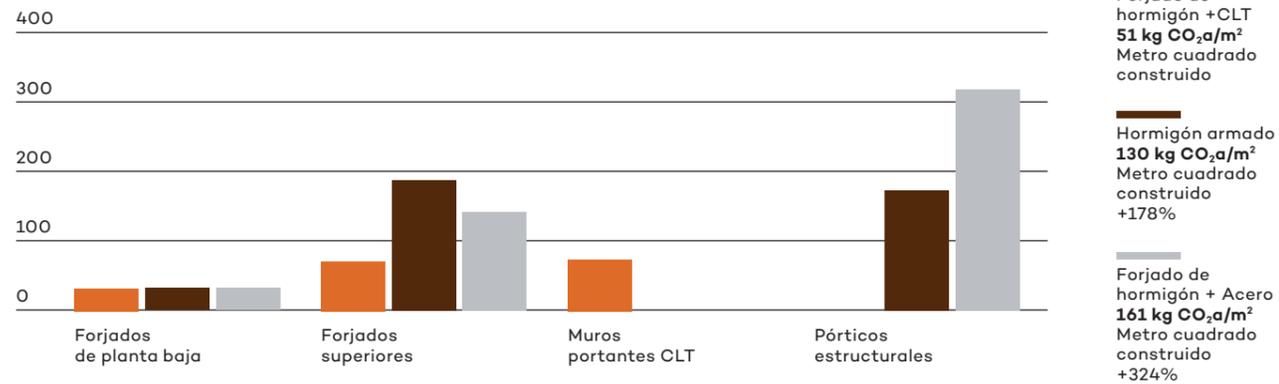
Autores Lacol  
Superficie 3071 m<sup>2</sup>  
Barcelona, 2018



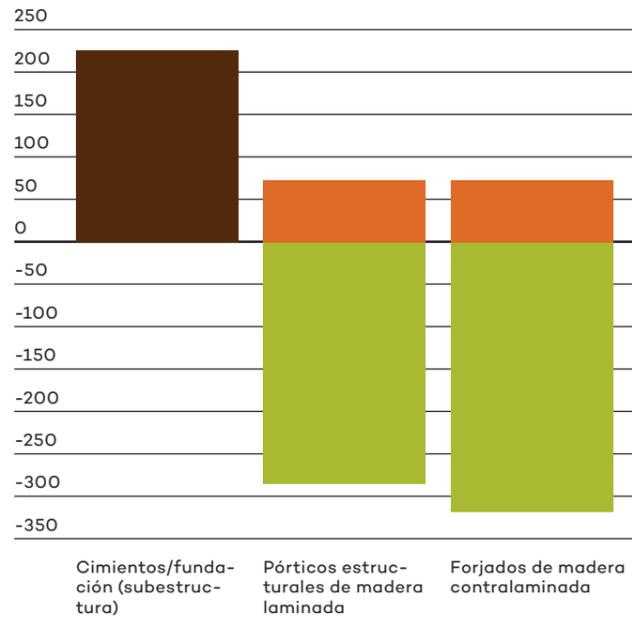
El carbono emitido por la estructura principal de “La Borda”, que consta de un podio de hormigón armado en la planta baja y una estructura compuesta por forjados y paredes de CLT así como vigas de madera laminada, resultó en una emisión total de 350 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub>e) para los elementos estructurales. De esta cantidad, el 65% corresponde a la estructura de la cimentación y al podio de hormigón, que incluye hormigón y acero, mientras que el 35% restante corresponde a los forjados y paredes de CLT y las vigas de madera laminada.

El cálculo de las emisiones tuvo en cuenta el almacenamiento de carbono biogénico (bio-CO<sub>2</sub>), resultando en un total de 614 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub>e) en la estructura de madera maciza industrializada del edificio.

Huella de carbono (Tn CO<sub>2</sub>e). Por clasificación



GWP Global Warming Potential (en t CO<sub>2</sub>e). Clasificaciones



En relación a la masa (en kilogramos) de los materiales que componen el edificio, la cimentación y el podio de hormigón armado en el nivel de la calle representan el 74%, mientras que los elementos de madera maciza representan el 14% a forjados y el 13% a paredes, respectivamente.

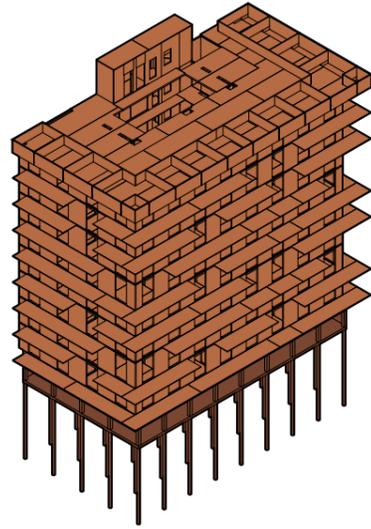
Como resultado de la comparación de dos edificios equivalentes (imagen inferior), se observa un aumento del 155% en comparación con la estructura de hormigón armado y más de 200% en comparación con la estructura de acero. El hecho de que la estructura principal en La Borda considere el carbono biogénico permite observar la diferencia expuesta, ya que 614 toneladas han sido eliminadas de la ecuación, y actualmente se encuentran almacenadas en la estructura del edificio hasta el final del ciclo de vida del mismo.



La Borda. Edificio de viviendas. Barcelona, 2018. Autores: Lacol. Fotos: © Lluç Miralles.

## TERRAZAS PARA LA VIDA

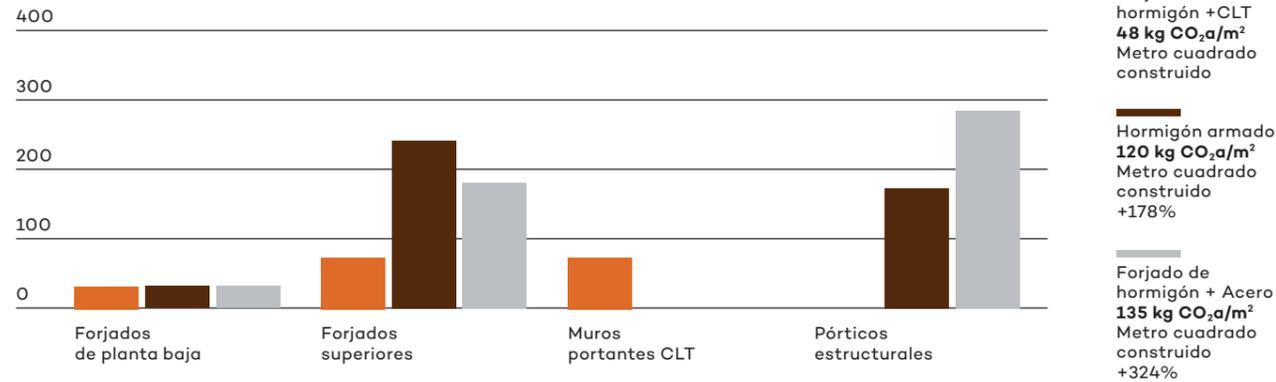
Autores Urbanitree  
Superficie 3759 m<sup>2</sup>  
Barcelona (en construcción)



El carbono emitido por la estructura principal de "Terrazas para la vida", que consta de una cimentación a base de pilotes, podio de hormigón armado en la planta baja y una estructura compuesta por forjados y paredes de CLT y vigas de madera laminada, resultó en una emisión total de 294 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub>e) para los elementos estructurales. De esta cantidad, el 50% corresponde a la estructura de la cimentación y al podio de concreto, que incluye hormigón y acero, mientras que el 50% restante corresponde a las paredes y los forjados de CLT y las vigas de madera laminada.

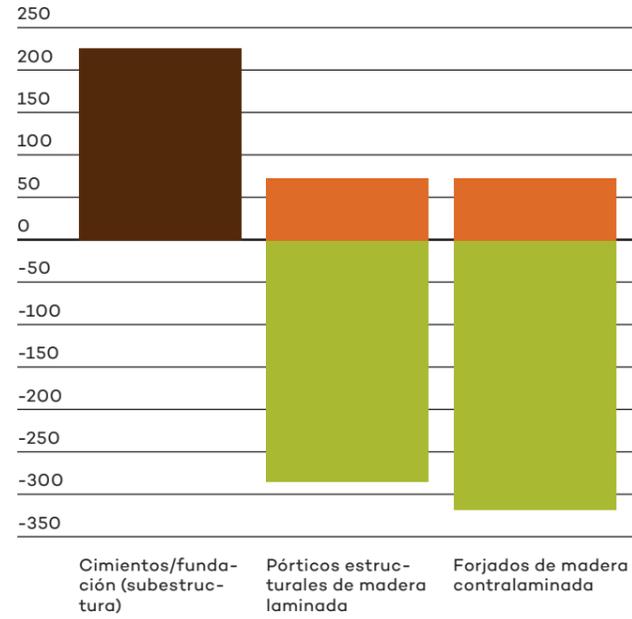
El cálculo de las emisiones tuvo en cuenta el almacenamiento de carbono biogénico (bio-CO<sub>2</sub>), resultando en un total de 700 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub>e) en la estructura de madera maciza del edificio.

Huella de carbono (Tn CO<sub>2</sub>e). Por clasificación



\* Se utilizó la herramienta Carbon Designer 3D de la aplicación One Click LCA para llevar a cabo la comparación de dos edificios similares a La Borda. No se consideró la cimentación para el cálculo. Los tres casos comparten el forjado de la planta baja de hormigón armado por estar en contacto con el terreno. En el caso 1, el edificio está compuesto por paredes y forjados de CLT, mientras que en el escenario 2, la estructura principal se compone de vigas, pilares y forjados de hormigón armado. El 3er caso es un edificio de una estructura principal de acero.

GWP Global Warming Potential (en t CO<sub>2</sub>e). Clasificaciones



En relación a la masa (en kilogramos) de los materiales que componen el edificio, la cimentación y el podio de hormigón armado en el nivel de la calle representan el 61%, mientras que los elementos de madera maciza representan el 19% de forjados y el 19% de muros, respectivamente.

Como resultado de la comparación de dos edificios equivalentes (imagen inferior), se observa un aumento del 149% en comparación con la estructura de hormigón armado y un 180% en comparación con la estructura de acero. El hecho de que la estructura principal en Terrazas para la vida considere el carbono biogénico permite observar la diferencia expuesta, ya que 700 toneladas han sido eliminadas de la ecuación, y actualmente se encuentran almacenadas en la estructura del edificio hasta el final del ciclo de vida del mismo.



Terrazas para la vida, Edificio de viviendas, Barcelona, 2024. Autores: Urbanitree. Foto: © Adrià Goula.

## CONCLUSIÓN COMPARATIVA

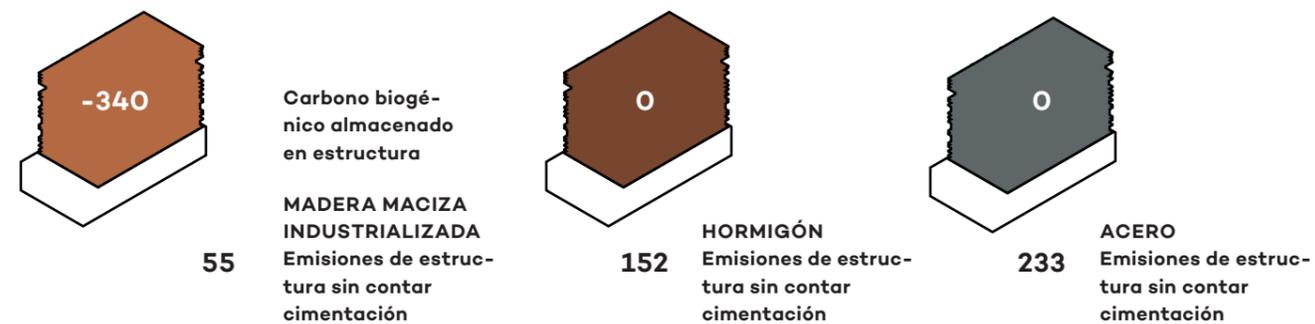
Limitar la medición del carbono embebido en las tres edificaciones analizadas en este informe a la fase *Cradle-to-gate* (A1-A3) y haber realizado la comparación con escenarios hipotéticos utilizando los materiales predominantes en la industria de la construcción del país, ha permitido cuantificar de manera aproximada la diferencia en el impacto ambiental de cada escenario propuesto.

En el escenario real de cada edificación, solo los forjados en contacto con el terreno son de hormigón armado, mientras que el resto de los forjados están hechos de madera maciza industrializada. Estos contienen la cuantificación de carbono biogénico, lo cual los hace competitivos en comparación con los sistemas estructurales propuestos; hormigón armado y acero.

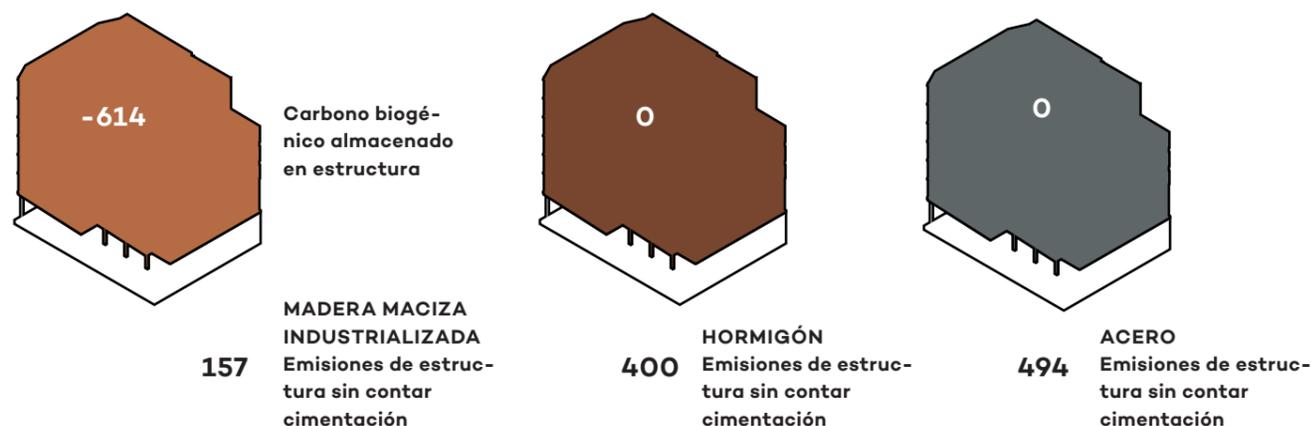
Aunque España ha mostrado avances en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en la construcción, los resultados de este análisis sugieren que hay un potencial significativo para mejorar mediante la adopción de materiales y prácticas de construcción más sostenibles. La transición hacia métodos de construcción que incorporen madera maciza industrializada, así como el reuso de materiales y el diseño orientado a la fabricación y ensamblaje (DFMA), pueden ser una estrategia clave para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones para 2030.

## OUR SHELVES HOUSES

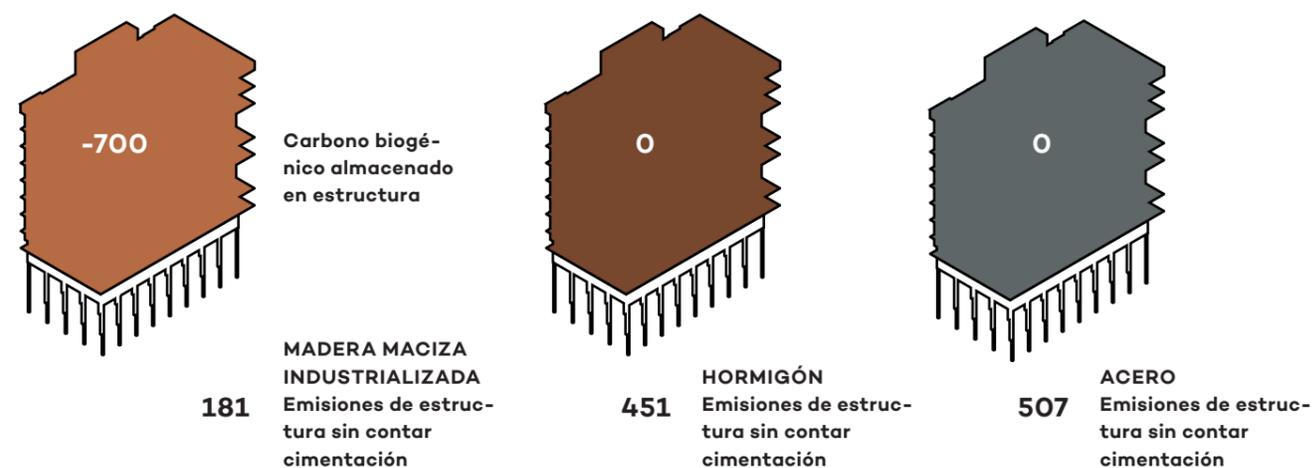
Emisiones medidas en Tn CO<sub>2</sub>e



## LA BORDA



## TERRAZAS PARA LA VIDA



## REFLEXIÓN SOBRE LA INTERVENCIÓN EN EL PABELLÓN MIES

Con el propósito de minimizar el uso de suelo y mitigar las emisiones asociadas a la producción de nuevos materiales, la rehabilitación de estructuras preexistentes emerge como una solución sostenible y prospectiva, ya sea respetando el programa original o proponiendo edificaciones completamente nuevas. El Pabellón Mies aprovechó la cimentación original en su reconstrucción. Por lo que en el análisis realizado en 2022, durante la intervención de Mass Madera, donde se cuantificaron las emisiones de la estructura original y de la intervención, no se incluyó la cuantificación de la cimentación.

Comparar elementos de un mismo tamaño y proporción, como los paneles utilizados tanto en el Pabellón Mies como en la intervención de Mass Madera, permite visualizar el impacto ambiental y el papel crucial que desempeñan tanto el carbono emitido como el carbono biogénico en cada elemento estructural utilizado en la industria de la construcción día a día. Elementos provenientes de canteras versus elementos provenientes de bosques, ambos transformados, recorrieron distancias muy diferentes para llegar a su destino. Se observan valores positivos y valores negativos, emisiones emitidas hacia la atmósfera y carbono biogénico almacenado en la estructura. Transformando la premisa, “menos es más”, en este momento, menos emisiones significan más vida.

En un momento crítico, donde cada decisión en la fase de diseño resulta crucial para su desarrollo, la elección de materiales, su uso, las condiciones del sitio y la consideración de estructuras preexistentes, en caso de existir, son factores determinantes para llevar a cabo proyectos con el mínimo impacto ambiental posible.

Para cumplir con las metas de España 2030 y revertir las predicciones del Observatorio del sector Europeo de la Construcción, es crucial considerar esta década como una transición hacia el uso de estrategias más sostenibles en los procesos de construcción. Contar con edificios como sumideros de carbono es esencial, y ello implica no solo optar por madera maciza industrializada, sino también explorar sistemas híbridos que nos permitan alcanzar nuestras metas. Cada material tiene sus pros y contras, y en muchos escenarios, uno depende del otro. Las herramientas para medir el impacto ambiental de nuestras decisiones en la fase de diseño son cada vez más accesibles para el público en general. Este informe nos invita a reflexionar y a evaluar en la medida de lo posible el impacto ambiental de nuestras edificaciones durante la fase de diseño.

### PABELLÓN MIES VAN DER ROHE

Panel de cubierta  
81,53 kg CO<sub>2</sub> eq  
(1 × 1 × 0,25 m)

Soportes verticales  
257,32 kg CO<sub>2</sub> eq  
(0,15 × 0,15 × 3,55 m)

Panel de pared (piedra)  
1257,57 kg CO<sub>2</sub> eq  
(1 × 0,17 × 3,55 m)

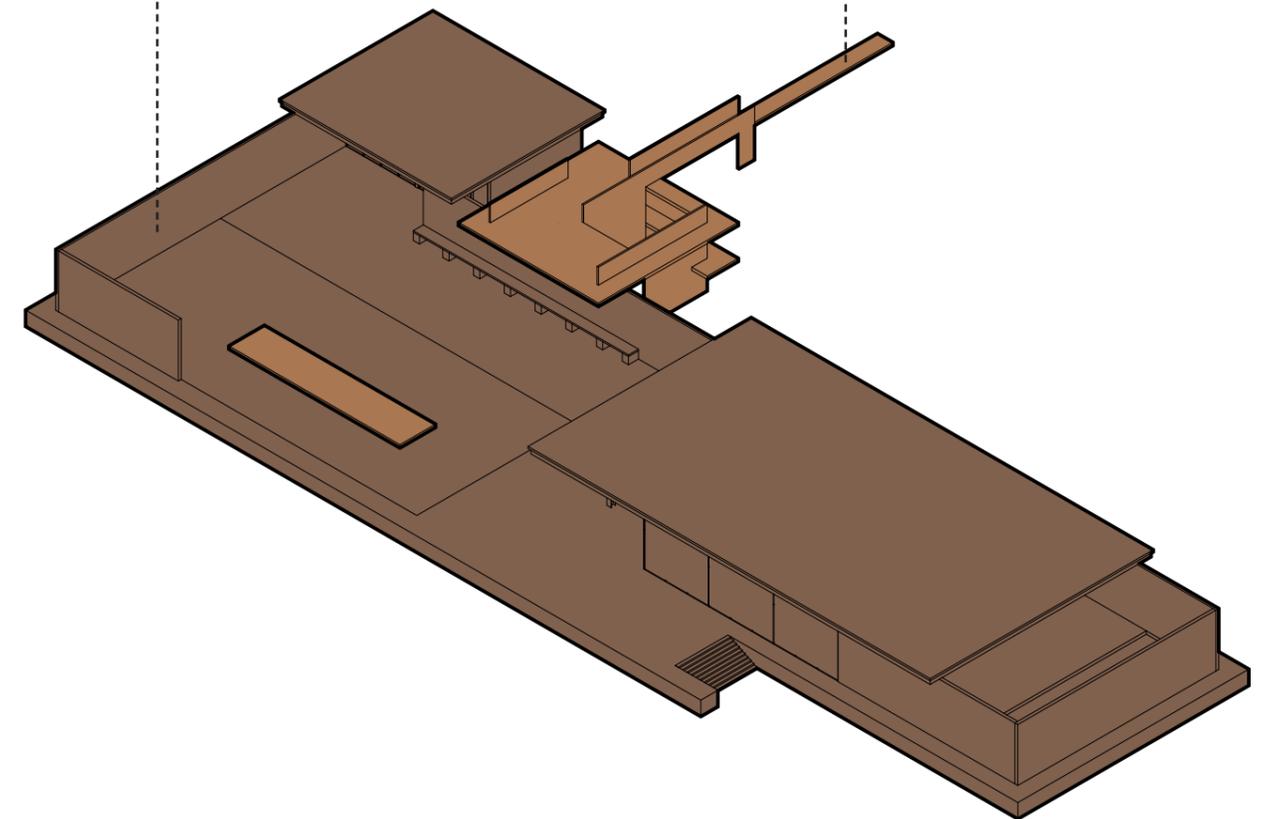
Panel de pared (vidrio)  
1847,78 kg CO<sub>2</sub> eq  
(1 × 0,14 × 3,55 m)

### PABELLÓN MASS MADERA

Panel de cubierta  
-126,67 kg CO<sub>2</sub> eq  
(1 × 1 × 0,3 m)

Soportes verticales  
-35,92 kg CO<sub>2</sub> eq  
(0,15 × 0,15 × 2,5 m)

Panel de pared  
-358,64 kg CO<sub>2</sub> eq  
(1 × 0,3 × 2,5 m)





Intervención en el Pabellón Mies van der Rohe, Barcelona, 2023. Autores: Daniel Ibañez, Vicente Guallart y Alan Organschi.  
Foto: © Adrià Goula.



Intervención en el Pabellón Mies van der Rohe, Barcelona, 2023. Autores: Daniel Ibañez, Vicente Guallart y Alan Organschi. Fotos: © Adrià Goula.



Intervención en el Pabellón Mies van der Rohe, Barcelona, 2023. Autores: Daniel Ibañez, Vicente Guallart y Alan Organschi. Fotos: © Adrià Goula.



Intervención en el Pabellón Mies van der Rohe, Barcelona, 2023. Autores: Daniel Ibañez, Vicente Gualart y Alan Organschi.  
Foto: © Adrià Goula.

# DESAFÍOS, MITOS Y OPORTUNIDADES



Para la elaboración de este informe se preseleccionó, en base a estudios previos, una serie de desafíos, mitos y oportunidades que afectan de manera directa y significativa a la construcción con madera maciza industrializada en España. En total, se identificaron y organizaron 72 aspectos, dando como resultado 35 desafíos clasificados en 7 categorías, así como 5 mitos y 30 oportunidades integradas también en 7 categorías.

En este esquema, los **DESAFÍOS** se entienden como aquellas barreras reales frente a las cuales se enfrenta el sector de la construcción con madera, y engloba aspectos relacionados con los costos y la competitividad del sector, la percepción cultural sobre la construcción con madera, la disponibilidad de materiales, los conocimientos, capacidades y formación tanto en fases de diseño, como en producción y montaje, el estado general de la industria y su infraestructura, las normativas y regulaciones, y el planeamiento integral necesario para una adecuada definición y ejecución de este tipo de construcciones.

Por otro lado, los **MITOS** se definieron como prejuicios, percepciones e ideas preconcebidas, que afectan a la industria de manera negativa, y que han sido principalmente construidas en torno a la desinformación, desconocimiento y la falta de referentes en cuanto a proyectos arquitectónicos en madera maciza industrializada. Entre ellos se encuentran aspectos relacionados con los costos elevados de la madera como materia prima, su carácter inflamable, su tendencia a la pudrición y atracción de insectos, su rendimiento estructural y las posibles restricciones de diseño que conlleva, tanto en configuraciones en planta como en fachada.

En cuanto a las **OPORTUNIDADES**, se extrajeron aquellos aspectos positivos tanto internos como externos a la industria, que pueden ayudar a enfrentarse y superar los desafíos y mitos definidos anteriormente. Estos se centran en los beneficios ecológicos de la madera y su alto rendimiento térmico, la reducción en los plazos de construcción gracias a la prefabricación, su versatilidad en cuanto a soluciones constructivas y de diseño, su idoneidad para proyectos de rehabilitación y renovación por su ligereza y prestaciones estructurales, sus beneficios económicos a largo plazo, la generación de empleos locales y el carácter disruptivo de la industria.

Todos los aspectos extraídos fueron sometidos a análisis por 22 expertos, que a través de una encuesta evaluaron la relevancia de cada uno de ellos reportando así el estado actual y real de la industria desde la experiencia (escala de relevancia donde 1 es nada relevante y 4 muy relevante). En la encuesta participaron principalmente hombres (82%) con una media de 14 años de experiencia en el sector y abarcando distintas áreas incluyendo la industria, la arquitectura, la construcción y la promoción inmobiliaria de manera significativa, y también la gestión de obra y de bosques, certificación, ingeniería, investigación y difusión.



Gráfico 1: Años de experiencia de los participantes



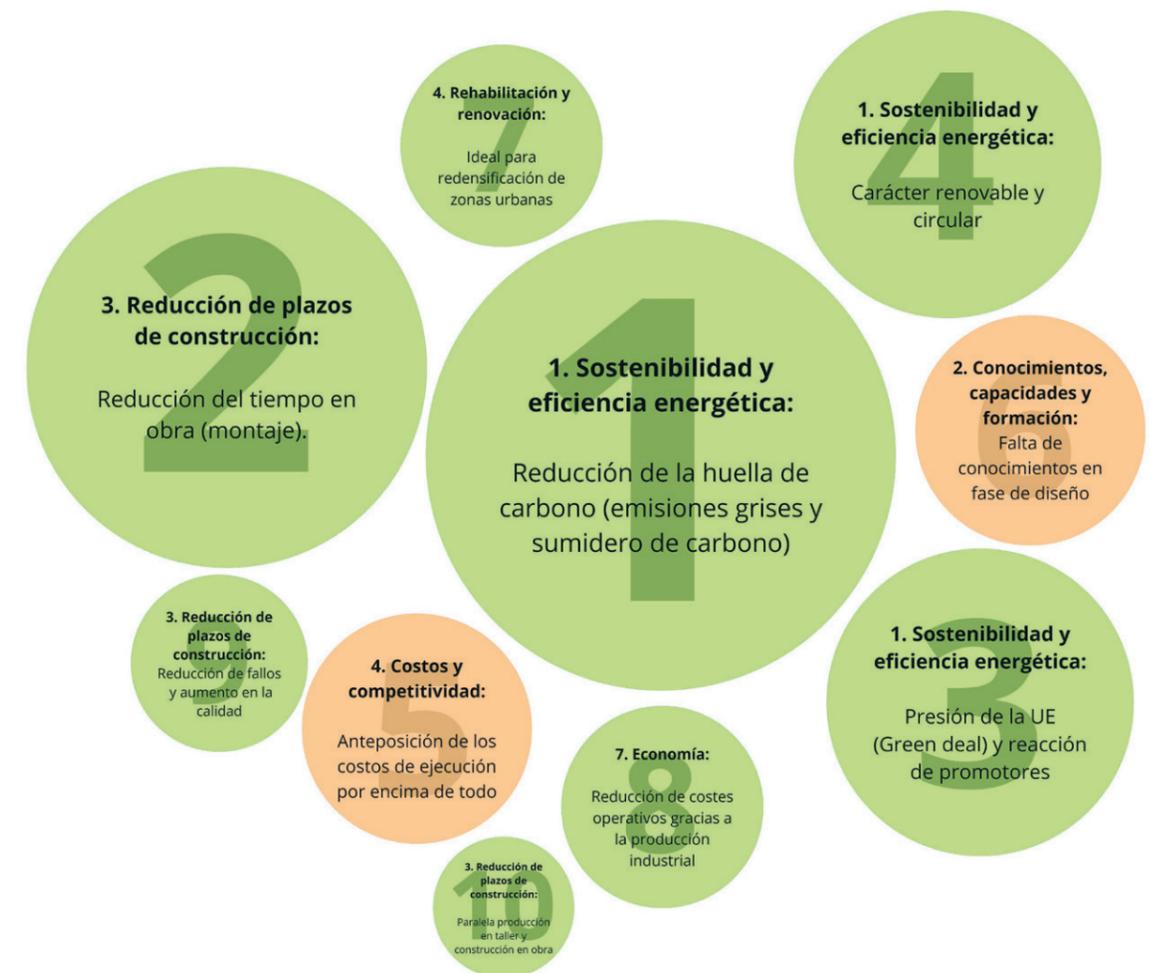
Gráfico 2: sector profesional al que pertenecen los participantes.

En líneas generales, las **OPORTUNIDADES** obtuvieron una puntuación evidente más elevada que el resto, englobando también en términos más específicos 8 de los 10 aspectos más relevantes extraídos de la encuesta. Estas están basadas principalmente en los beneficios del uso de la madera en términos ecológicos, incluyendo su carácter renovable y sus prestaciones térmicas, y en la presión actual ejercida por la Unión Europea hacia la descarbonización del sector de la construcción. También su alto grado de prefabricación y su consecuente reducción en los plazos de construcción, así como en su mayor calidad de ejecución caracterizan estas oportunidades, junto con su potencial en proyectos de rehabilitación, renovación y redensificación.

Los **DESAFÍOS** ocupan la segunda posición tras las oportunidades en cuanto a factores relevantes, y engloba los 2 aspectos restantes de los 10 más destacados. Estos se centran en la falta de conocimientos específicos en la fase de diseño y en general en la falta de arquitectos e ingenieros especialistas, y en la anteposición en licitaciones de aquellos costos relacionados directamente con la construcción y materiales, por encima de otros aspectos como la calidad de los materiales, los métodos constructivos, la huella de carbono, la eficiencia térmica, etc.

Los **MITOS** se posicionan a la cola de los aspectos más relevantes, donde existe una clara definición de aquellos que son más significativos. Estos se centran en la idea de que construir con madera es automáticamente más caro basado en el precio del propio material y sin tener en cuenta el ciclo de vida del edificio, en que al ser un material inflamable no es adecuado para construcciones, y en que es propensa a la pudrición y atracción de insectos.

Este esquema refleja una perspectiva optimista hacia el futuro, en el que el uso de la madera maciza industrializada en la arquitectura cuenta con oportunidades relevantes de gran peso, capaces de superar los desafíos y mitos actuales, y posicionarse en el sector como material de referencia en los próximos años. Como ejemplo se representan los 10 factores con mayor relevancia, englobando 8 oportunidades (verde) y 2 desafíos (naranja). Estos últimos se centran en los costos de ejecución y en la falta de especialistas en fase de diseño. Atendiendo a las oportunidades que se posicionan a su alrededor se entiende que aquellos son obstáculos salvables si dichas oportunidades se potencian. En concreto se nombran la reducción de costes operativos gracias a la producción industrial, la paralela producción en taller y construcción en obra que acelera significativamente los plazos de construcción y reduce los costos en obra, la reducción de fallos y aumento de la calidad, así como aspectos que forzarán una mejora en la oferta de especialista, como la presión de la Unión Europea a través del Green Deal y las cualidades ecológicas y renovables de la madera.



## DESAFÍOS Y BARRERAS REALES

La construcción en madera, tanto por el carácter biológico del propio material como por su proceso constructivo basado en la prefabricación y su implementación minoritaria, se enfrenta, en comparación con otros materiales tradicionales de construcción, a numerosas barreras específicas que precisan de intervenciones a diferentes escalas para facilitar su implementación de manera más extendida.

En este apartado se enumeran y describen las barreras más destacadas encontradas en orden de mayor a menor relevancia.

### 1° — COSTOS Y COMPETITIVIDAD (3,34)

Atendiendo a los costes de los materiales y de construcción, la construcción en madera maciza industrializada resulta más costosa, lo que puede desalentar su adopción. La anteposición de la consideración de estos costes sin considerar todo el ciclo de vida u otros aspectos como la huella ecológica o los procesos constructivos provoca que se escoja la oferta más barata en las licitaciones, donde la madera, al ser un material más costoso, juega en absoluta desventaja. Este desafío es el más relevante de los 35 preseleccionados y está estrechamente relacionado al mito de que la construcción de madera es siempre más cara que una construida con materiales tradicionales.

### 2° — PERCEPCIÓN CULTURAL (3,17)

En España, la construcción ha estado arraigada en la tradición de usar piedra y hormigón, lo cual, junto con la ausencia de difusión de construcciones de madera, ha llevado a una percepción cultural negativa y vaga sobre la madera en comparación con otros materiales. En contraste, en países del norte y centro de Europa, la larga tradición en el uso de la madera y las campañas de concienciación han generado una aceptación positiva. Es esencial incrementar la conciencia sobre los beneficios de la madera, tanto a corto como a largo plazo, resaltando su contribución a la sostenibilidad y reducción de la huella ecológica. Se destaca así, una carencia de comunicación estratégica y falta de casos documentados nacionales e internacionales.

### 3° — DISPONIBILIDAD DE MATERIALES (3,11)

Un suministro adecuado de madera en grandes cantidades para un uso más extendido en construcción es un desafío al que se enfrentan muchos países, incluida España. Para ello, es necesario fomentar la gestión forestal sostenible y la producción de madera certificada para garantizar un correcto suministro de materias primas. También el hecho de que el cambio climático vaya a afectar en los próximos años cambios en las especies que pueblan nuestros bosques es un desafío real, al que ha de enfrentarse el sector intensamente, fomentando instituciones de investigación en el análisis y desarrollo de nuevos productos.

### 4° — CONOCIMIENTOS, CAPACIDADES Y FORMACIÓN (3,07)

Este tipo de construcción requieren conocimientos y habilidades específicas tanto en diseño como en construcción, las cuales son difíciles de encontrar en la industria. Especialmente en fases tempranas de diseño del proyecto donde la toma de decisiones es decisiva existe una falta significativa de especialistas, que representa el segundo desafío más relevante al que se enfrenta la industria. También en fase de construcción, existe una falta de conocimiento sobre el tratado de la madera por parte de las subcontratas, lo que puede provocar daños relevantes en la construcción, y que precisa de una coordinación más intensa de lo convencional. La falta de estos conocimientos y especialistas trae consigo una percepción de extrema complejidad y elevado índice de riesgo, haciendo que se elijan otros materiales que cuentan con una larga tradición y extensa formación, tanto en universidades como en ciclos formativos o de especialización, como el hormigón y el acero. De esta manera, se destacan entre los 10 desafíos más relevantes, la falta de enseñanzas básicas en las carreras de arquitectura e ingeniería, así como de módulos de entrenamiento para profesionales sobre las propiedades técnicas, constructivas y procesuales específicas de la madera.

### 5° — ESTADO DE LA INDUSTRIA (3,04)

La industria maderera se caracteriza por su fragmentación y organización local, lo cual, sumado al estado de su infraestructura y recursos, plantea desafíos para un aumento significativo en la construcción de edificios de madera en altura. La ausencia de contratos a largo plazo que aseguren un suministro constante complica la inversión en mejoras de infraestructura y la incursión en nuevos mercados, así como en I+D+I. Además, el Lobby del hormigón y el acero han estado creciendo de manera continuada desde la revolución industrial, ocupando por el camino representantes en política y voz en la toma de decisiones en cuanto a normativas. También ha conseguido abarcar la formación estándar de arquitectos e ingenieros asegurándose su prevaencia. Por otro lado, la madera, por el carácter tradicional y fragmentado de su estructura local se ha mantenido como una industria minoritaria con escasa representación política y regulativa.

### 6° — NORMATIVAS Y REGULACIONES (2,81)

El marco normativo y regulatorio representa en España una barrera con una relevancia menor a la esperada, aunque sí se destacan dos aspectos fundamentales que juegan en contra de las construcciones prefabricadas o industrializadas. La separación de las fases de diseño y de ejecución, que se dan a través de los procesos de licitación imposibilita el planeamiento integral y la optimización de soluciones, provocando procesos iterativos negativos en las fases de diseño. También la falta de estándares, como los que hay en hormigón o en acero, hacen de su planeamiento un proceso de extrema complejidad por la elevada cantidad de soluciones posibles que se encuentran en el mercado. Otros aspectos como los exámenes técnicos de elementos constructivos, así como la consideración necesaria de las tolerancias técnicas con el hormigón en edificios mixtos se consideraron aspectos de menor relevancia.

## 7° — MAYOR DEFINICIÓN EN EL PLANEAMIENTO (INTEGRAL) (2,79)

La construcción industrializada con madera demanda un planeamiento integral que incluye diversas disciplinas en etapas tempranas de diseño, como arquitectura, física de la construcción, estructuras, servicios técnicos e incendios. Esto es necesario para una implementación exitosa de la prefabricación y prevenir intervenciones en obra que puedan causar daños. Este proceso de diseño resulta más complejo y requiere un mayor esfuerzo en fases iniciales debido a la mayor definición y precisión que se requiere para una eficiente prefabricación, así como la temprana toma de decisiones y el establecimiento de un Design Freeze, a partir del cual, se procede con la producción de los elementos constructivos, y solo cambios de relativa importancia pueden ser llevados a cabo. El planeamiento integral se torna complejo debido entre otros aspectos a la incompatibilidad de los softwares específicos de cada disciplina, así como a la integración temprana de los servicios técnicos, y la incertidumbre durante la estimación de costos debido a la falta de experiencia y estándares, así como a la escasez de empresas en la industria.

### MITOS Y SUS CONSECUENCIAS

Los 5 mitos aquí detallados están directamente relacionados con los desafíos número 1 “costos y competitividad” y número 2 “percepción cultural”, y, o son falsas, o representan verdades a medias que afectan de manera significativa al sector de la construcción en madera. Para desmantelar estos mitos, han de desarrollarse campañas de concienciación y técnicas de comunicación estratégicas a través de las cuales difundir los beneficios a corto y largo plazo del uso de la madera en la construcción, tanto ecológicos, como económicos y sociales, e incluyendo estudios documentados de casos construidos nacionales e internacionales.

#### 1° — CONSTRUIR CON MADERA SALE MÁS CARO (3,36)

Aunque el costo de los materiales varía según la ubicación y disponibilidad, la madera como material en sí es normalmente más caro que el hormigón. En muchas ocasiones, el costo de materiales lleva a creer que, consecuentemente, una construcción realizada con dichos materiales es directamente más cara que usando otros materiales más asequibles. Esta idea es errónea, dado que el costo de un inmueble abarca un abanico de factores muy amplio que incluye el proceso de construcción y el uso y mantenimiento durante la vida útil del edificio, así como su posterior desmontaje, donde el coste de los materiales representa un porcentaje bastante bajo. Para poder hacer una estimación real necesita evaluarse el ciclo de vida total del edificio, siendo de gran relevancia los plazos de construcción en taller y en obra, incluyendo el equipamiento y mano de obra necesarios, así como las prestaciones térmicas de los elementos constructivos y los consecuentes costos operativos. De esta manera, la cons-

trucción en madera puede ser competitiva en comparación con otros materiales si es planeada de manera correcta y consecuente, y especialmente si se tiene en cuenta el valor añadido que representa por ser un material renovable y reciclable, lo que puede tener un impacto positivo en el costo total del proyecto a largo plazo.

#### 2° — ES INFLAMABLE Y POCO RESISTENTE FRENTE A INCENDIOS (3,32)

La madera efectivamente es inflamable, pero su velocidad de combustión es calculable. Es decir, una vez definidos los requisitos en cuanto a protección de incendios de un edificio, existen dos opciones que aseguran el cumplimiento de todos los términos de seguridad establecidos: el encapsulamiento con materiales no combustibles, o la implementación de una capa extra sacrificable que es la profundidad eficaz de carbonización, la cual protegerá la sección estructural. De ambas maneras, se consigue una resistencia al fuego muy buena, donde el requisito decisivo es la consideración de dejar el material visto o no. Dado que la madera cuenta con propiedades estéticas positivas que también influyen en el confort y en la salud, a veces se opta por dejarla vista y no encapsular. Así, la capa carbonizada sacrificable que se plantea en la superficie de la madera, actúa como una barrera contra el fuego que la hace comparable en términos de seguridad a otros materiales de construcción comunes, manteniendo la sección estructural necesaria y permitiendo la evacuación del edificio y la intervención de los servicios de bomberos.

#### 3° — LA MADERA ES PROPENSA A LA PUDRICIÓN Y LOS INSECTOS (3,27)

Todos los materiales biológicos tienen un comportamiento especial frente a la humedad, y la madera no es una excepción. Sin embargo, un correcto planeamiento, así como un proceso adecuado de producción y montaje aseguran la longevidad de este tipo de construcciones. La producción industrializada de los elementos constructivos basados en madera cuenta con altos controles de calidad que miden la cantidad de humedad en cada proceso asegurando su correcta producción. De la misma manera, tanto arquitectos e ingenieros, como empresas de ejecución han de diseñar y ejecutar de manera correcta todos aquellos detalles constructivos sensibles de ser afectados por cambios de humedad como fachadas, encuentros con suelos/cimentaciones, puentes térmicos, y particiones tanto verticales como horizontales en zonas húmedas como baños y/ cocinas. Durante el proceso de construcción, tanto los elementos constructivos como la obra en sí han de mantenerse protegidos de posibles lluvias o condensaciones. Además, las técnicas de diseño y construcción modernas incorporan estrategias de protección y barreras adicionales, para garantizar la durabilidad de los elementos y construcciones.

#### 4° — LA MADERA ES DÉBIL Y NO ESTRUCTURAL (2,77)

Tradicionalmente la madera se ha usado prácticamente solo en el sector de viviendas unifamiliares y construcciones pequeñas. Consecuentemente, existe

una percepción generalizada sobre la madera y su incapacidad de ser usada como material estructural de altas prestaciones. Sin embargo, y gracias a diversos avances conseguidos en ingeniería en torno a mecánica, de incendios, de uniones y de producción, la madera maciza industrializada ha desbloqueado nuevas escalas de construcción que compiten mano a mano con otras técnicas de construcción como el hormigón y el acero, implicando su producción una menor cantidad de energía, así como menores emisiones de carbono. Especialmente la madera contralaminada CLT es extremadamente resistente y rígida al estar compuesta de múltiples capas que se entrecruzan entre sí, confiriéndole una gran estabilidad y capacidad estructural, tanto en la transmisión de cargas verticales como horizontales.

### **5° — LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA REDUCE LA CREATIVIDAD ARQUITECTÓNICA Y LA FLEXIBILIDAD DE LOS EDIFICIOS (2,27)**

Madera y prefabricación son una conjunción cuando se trata de construir en altura, y de manera industrializada. Por esta razón se cree que la calidad arquitectónica y la capacidad del edificio a adaptarse a nuevos retos se ve afectada y reducida a proyectos estándar y rígidos que terminan pareciéndose todos entre ellos. Ciertamente es, que para implementar la prefabricación de forma sensata, han de seguirse una serie de reglas que afectan directamente a la configuración de los edificios. Sin embargo, recae en la pericia de arquitectos e ingenieros conocer las reglas del juego y explotar su creatividad resultando en proyectos alineados con la calidad arquitectónica deseada. En cuanto a la flexibilidad y adaptabilidad, la construcción en madera industrializada juega en realidad en ventaja, dado que al seguir un planeamiento racional, los edificios pueden reaccionar a nuevos retos mediante la adición y sustracción de nuevos módulos, especialmente si se trata de la ampliación de pisos debido a su peso ligero y sus altas prestaciones estructurales.

### **OPORTUNIDADES Y POTENCIAL**

A través de este informe, las oportunidades se han visto resaltadas como recursos valiosos de gran relevancia. Fortalecer y consolidar estas oportunidades no solo permitirá abordar los desafíos identificados, sino también dismantelar los mitos existentes en este campo, posibilitando un considerable impulso para una utilización más extendida de la madera como material constructivo. Estas oportunidades pueden guiar a empresas y entidades públicas hacia la adopción de medidas concretas en respaldo de esta tendencia sostenible y prometedora.

### **1° — SOSTENIBILIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA (3,46)**

Los beneficios ecológicos del uso de la madera en la construcción, así como sus notables prestaciones térmicas, constituyen la categoría más relevante de este estudio. Esta relevancia se manifiesta tanto en términos generales como

particulares, abarcando tres de los diez aspectos más significativos entre los 72 factores preseleccionados. El destacado papel de la madera como sumidero de carbono (biomasa), contribuyendo a la reducción de la huella ecológica de las edificaciones, se posiciona como el aspecto más destacado en la totalidad del estudio. Cercanamente le sigue su carácter renovable y reciclable, y la presión ejercida por la Unión Europea a través de iniciativas como el Green Deal, que busca fomentar materiales y procesos de construcción más sostenibles para descarbonizar el sector. Estas iniciativas europeas, combinadas con un crecimiento perceptible en la concienciación social sobre el impacto ecológico de las construcciones y las emisiones de carbono, están generando un interés creciente por parte de promotores y constructores en la madera. Además, reconocen en la capacidad de la madera para regular la temperatura en los edificios un nuevo valor en términos de eficiencia energética, logrando así una considerable disminución de las emisiones operativas.

### **2° — REDUCCIÓN DE PLAZOS DE CONSTRUCCIÓN (3,34)**

El segundo factor más relevante identificado en el estudio radica en la oportunidad de simplificar y reducir considerablemente el trabajo, el tiempo en obra y los costos asociados, gracias al montaje más eficiente que propicia la implementación de sistemas prefabricados. Además, la reducción de fallos en la producción y el aumento de la calidad logrados mediante la manufacturación industrial de componentes en fábricas con altos estándares de control y prestaciones técnicas, mientras se llevan a cabo trabajos paralelos en obra, se destacaron entre los 10 factores más relevantes de la industria. Al mismo tiempo, la optimización y estandarización de tareas y tiempos en taller disminuyen la incertidumbre, permitiendo una estimación más precisa de los tiempos y costos de construcción. En esta categoría, se resalta la importancia de una logística adecuada con una cadena de distribución robusta que posibilite una producción fluida.

### **3° — DISEÑO Y VERSATILIDAD (3,30)**

La inclusión de la madera en construcciones se presenta como una característica distintiva y una oportunidad relevante al armonizarse con los principios de la biofilia. La capacidad de la madera para conseguir una conexión con la naturaleza, gracias a su origen orgánico, texturas atractivas, y su integración armónica en el entorno, no solo añade una dimensión estética, sino que también satisface la necesidad humana innata de estar en contacto con la naturaleza, proporcionando un confort integral que abarca el bienestar físico y emocional, incluyendo calidez, familiaridad, olor y suavidad. Esta cualidad no solo mejora la calidad del entorno construido, sino que contribuye a crear espacios que promueven el confort y la conexión con la naturaleza. En esta categoría también se destacó la capacidad que brinda la madera de combinar un amplio espectro de soluciones facilitando una gran variedad de diseños en su forma, dimensiones y acabados.

#### 4° — REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN (3,21)

Las altas capacidades estructurales de la madera maciza industrializada en combinación con su ligero peso resultan en una oportunidad relevante en el campo de la renovación y ampliación de edificaciones existentes sin poner en riesgo su integridad estructural. Esta cualidad la hace idónea para la densificación de zonas urbanas mediante la adición de niveles adicionales. Asimismo, es una opción óptima para intervenir en áreas urbanas consolidadas, donde su alto grado de prefabricación contribuye a minimizar las molestias a los residentes, reduciendo el ruido, el polvo, el tráfico y la necesidad de equipamiento y estructuras in situ. Su naturaleza ligera y desmontable también la convierte en una elección adecuada para nuevas particiones, facilitando una mayor flexibilidad y adaptabilidad.

#### 5° — ECONOMÍA (3,18)

Uno de los 10 aspectos más destacados del estudio es el incremento considerable en la calidad de la construcción, impulsado por el extenso nivel de prefabricación a través de la producción industrial. Este enfoque eleva la precisión y definición de los componentes, facilitando la construcción conforme a estándares Passivhaus y, en consecuencia, contribuyendo a la reducción de los costos operativos. Otros conceptos como la reutilización, revalorización, economía circular y prácticas de arrendamiento (leasing) contribuyen a preservar el valor de los recursos, contribuyendo positivamente a la rentabilidad de las inversiones en proyectos de construcción en madera. También la implementación de construcciones modulares, tanto en 2D como en 3D, con conexiones desmontables, fomentan el uso de estructuras temporales optimizando la versatilidad y eficiencia en la construcción, y reforzando la sostenibilidad y la capacidad de adaptación a diferentes necesidades y contextos.

#### 6° — GENERACIÓN DE EMPLEO LOCAL (3,15)

Esta innovadora forma de construcción, basada en la digitalización, la producción digital, la industria, la robótica y la automatización, podría resultar sumamente atractiva para las nuevas generaciones. Esto abordaría de manera efectiva el problema generalizado de la escasez de mano de obra, proporcionando oportunidades laborales estimulantes que se alinean con las expectativas y habilidades de las generaciones más jóvenes, incluyendo aquellas relacionadas con la formación de futuros arquitectos, ingenieros y constructores. En la cadena de valor de las construcciones con madera maciza industrializada también se incluye la industria forestal y la cadena de suministro, así como mano de obra especializada, lo que genera oportunidades laborales locales y en comunidades rurales y contribuye al desarrollo económico sostenible. Por último, se destacó la oportunidad de reducir los riesgos de accidentes laborales y consecuentemente los costos del seguro dado que la producción de madera, la fabricación de componentes y el proceso de construcción demandan una menor intensidad física. Asimismo, propician la creación de empleos inclusivos gracias a la prefabricación y al uso de herramientas digitales como CNC y software.

#### 7° — INDUSTRIA DISRUPTIVA (3,01)

La capacidad del sector de incorporar aspectos provenientes de la industria automotriz y de la metodología Lean se destacaron en esta categoría como factores relevantes que contribuyen a una producción y construcción más eficiente, así como su familiarización con el diseño CAD/CAM, el trabajo en tres dimensiones y la producción industrial (CNC). También se reconoció la predisposición de la industria a experimentar con técnicas y sistemas innovadores, que se reflejan en la aparición de plataformas y bases de datos que facilitan la colaboración y el intercambio de conocimientos y oferta de servicios, así como de nuevas empresas emergentes y expertos independientes.

### CONCLUSIONES

**Participación destacada de la industria: motivada y debidamente preparada para transformar el sector.**

**Visión optimista: Oportunidades de gran envergadura que sobresalen significativamente del resto y que debidamente potenciadas pueden superar los desafíos identificados y dismantelar los mitos existentes.**

**Las principales oportunidades están enfocadas en los aspectos ecológicos de la madera (reducción de emisiones grises, sumidero de carbono y reciclabilidad) y en la eficacia de la construcción prefabricada (reducción del trabajo en obra y mejora de la calidad).**

**Los desafíos más relevantes están centrados en la falta de conocimientos en la fase de diseño y en la escasez de enseñanzas específicas en universidades, así como en la competitividad de la industria en base a los costos iniciales elevados de la madera.**

**Se destaca la necesidad de crear conciencia sobre los beneficios ecológicos y económicos a corto y largo plazo de las construcciones de madera.**



Terrazas para la vida. Edificio de viviendas, Barcelona, 2024. Autores: Urbanitree. Fotos: © Adrià Goula.

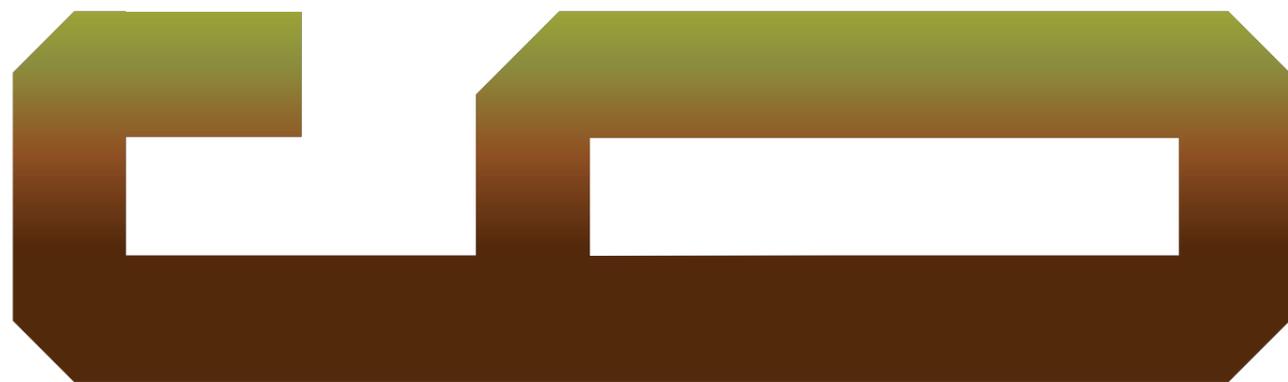




Terrazas para la vida. Edificio de viviendas, Barcelona, 2024. Autores: Urbanitree. Fotos: © Adrià Goula.



# CATÁLOGO DE CASOS



## INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es dar a conocer y visibilizar, el sector de la construcción con madera en España. Mostrar el amplio y variado repertorio de proyectos ejecutados con este material.

Este capítulo engloba dos secciones:

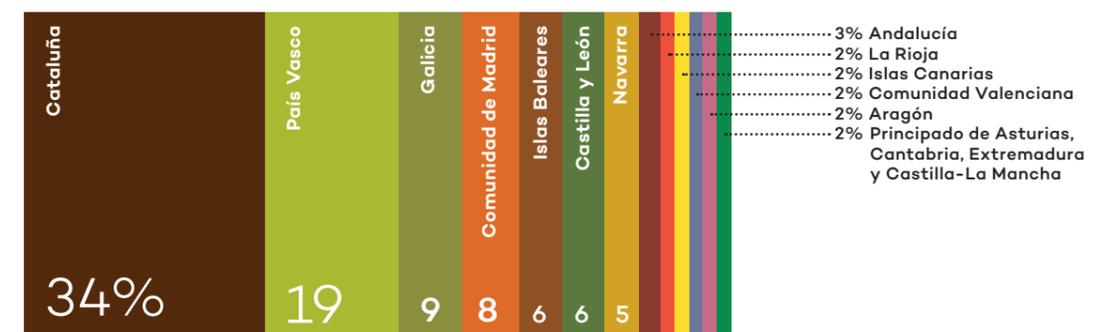
- Fichas técnicas
- Listado de proyectos

Para ambas dos ha sido fundamental contar con el apoyo, interés y dedicación de empresas, profesionales y estudios de arquitectura e ingeniería del sector de la construcción con madera en nuestro país. Podéis encontrar sus nombres en los agradecimientos de este capítulo.

Las fichas técnicas son análisis, con mayor detalle, de los últimos proyectos más representativos en nuestro territorio. Estudian parámetros de diseño como el uso/actividad, arquitectos/ingenieros proyectistas, el asesoramiento técnico, el modelado; también atienden a cuestiones de fabricación y montaje como la empresa promotora, de producción o construcción con este material; asunto técnicos, como el cálculo, el producto maderero, la procedencia forestal, especie de madera, tratamientos, los metros cuadrados y/o metros cúbicos que se han utilizado de madera, los tiempos de construcción; y por último, su situación geográfica, acompañada de imágenes de obra y/o finales.

El listado de proyectos recopila aproximadamente 500 proyectos, repartidos por todo el país. Dentro de esta base de datos se han excluido los proyectos de obra civil y las viviendas unifamiliares.

En cuanto a su localización por comunidades, podemos clasificar esta información de la siguiente manera:



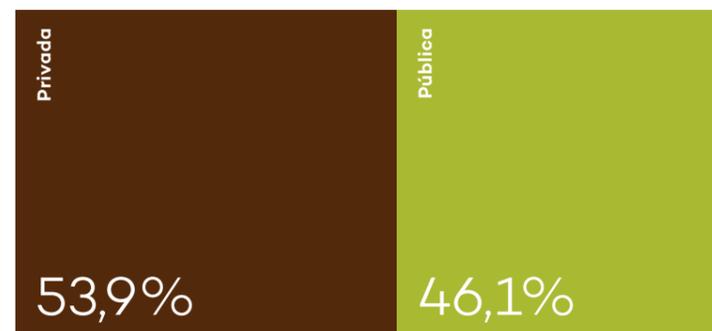
La Comunidad Autónoma de Murcia y las dos Ciudades Autónomas de Melilla y Ceuta no contabilizan ninguna construcción en esta base de datos.

Este reparto centra la construcción con madera entre Cataluña, País Vasco, Galicia y Comunidad de Madrid. Las empresas, estudios y profesionales consultados provienen y/o trabajan mayoritariamente en estos lugares. Además, hay que tener en cuenta que las tres primeras regiones tienen una importante cultura maderera, con una industria y un sector del material más desarrollado y fuerte que en otras zonas.

Observando la distribución de los proyectos en función del uso/actividad obtenemos el siguiente análisis:



Con ayuda de los estímulos administrativos y políticos percibimos como el uso predominante residencial, poco a poco, va compensándose con otros como por ejemplo el educativo y cultural. Por otro lado, la mayor conciencia social facilita el empleo de la madera en más proyectos.



Tipo de promoción

Este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda de:

- O11h**
- Ábaton Arquitectura**
- AlterMATERIA**
- Antonio José Lara**
- Arquima**
- Arquitectura Anna Noguera**
- Arrokabe Arquitectos**
- b720 Fermín Vázquez Arquitectos**
- Batlleiroig Arquitectura**
- Bauwood**
- Blanco del Prim**
- Celobert**
- Egoín**
- Eiffage**
- Felipe Riola**
- Igor Garcia**
- Irene Jimeno - Toca Madera-Sounds Wood**
- Jaime Canfran - VETA Ingeniería**
- Jorge Blasco - Estudi m103**
- Lacol SCCL**
- Madergia**
- Manel Casellas**
- Miguel Nevado**
- Os3arkitektura**
- sAtt Arquitectura**
- Sebastia**
- Suma Arquitectura**
- TYM ASOCIADOS**
- Urbanitree**
- Valgreen**
- Velima System**
- Wiehag**
- Woodea**
- Xilonor**

## Entrepatrios - Las Carolinas

### Madrid, 2020



**Ciudad** Madrid  
**Comunidad autónoma** Comunidad de Madrid  
**Nombre** Entrepatrios - Las Carolinas, 1er cohousing ecológico en derecho de uso  
**Inicio de construcción global** Octubre de 2018  
**Inicio de construcción con madera** Febrero de 2019  
**Finalización de construcción con madera** Abril de 2019  
**Finalización de construcción global** Junio de 2020

**Coste (€)** 2.422.352,79 (PEC)  
**Superficie madera** CLT Abeto 5566,03 m<sup>2</sup>  
**Volumen madera** 376,5 m<sup>3</sup> CLT Abeto / 9,5 m<sup>3</sup> GLT Abeto / 4,89 m<sup>3</sup> C14 Pino  
**Arquitecto / Ingeniero:** Iñaki Alonso Echeverría (sAtt)  
**Asesoramiento técnico** Estructura: Miguel Nevado / Telecomunicaciones: Francisco Suárez  
**Promotor** Entrepatrios - Las Carolinas

**Uso / Actividad** Residencial colectivo  
**Producto maderero** CLT, vigas GLT, pérgolas y nervios maciza  
**Empresa maderera** Madergia-Stora Enso (CLT abeto y C14 Pino)  
**Sistema constructivo** CLT y GLT  
**Empresa de construcción / Montaje** GEOH / Madergia  
**Empresa de uniones/fijaciones** Rothoblaas  
**Modelado** sAtt (arquitectura) / Madergia (madera fabricación)

**Cálculo** Miguel Nevado  
**Tipo de madera** Abeto y pino  
**Tratamiento** Biocida en zonas expuestas a lluvia/humedad  
**Empresa de tratamiento** Madergia  
**Certificación** FSC (madera estructura y carpinterías), CO<sub>2</sub> Nulo  
**Fotografías** sAtt

## Biblioteca Gabriel García Márquez

### Barcelona, 2022



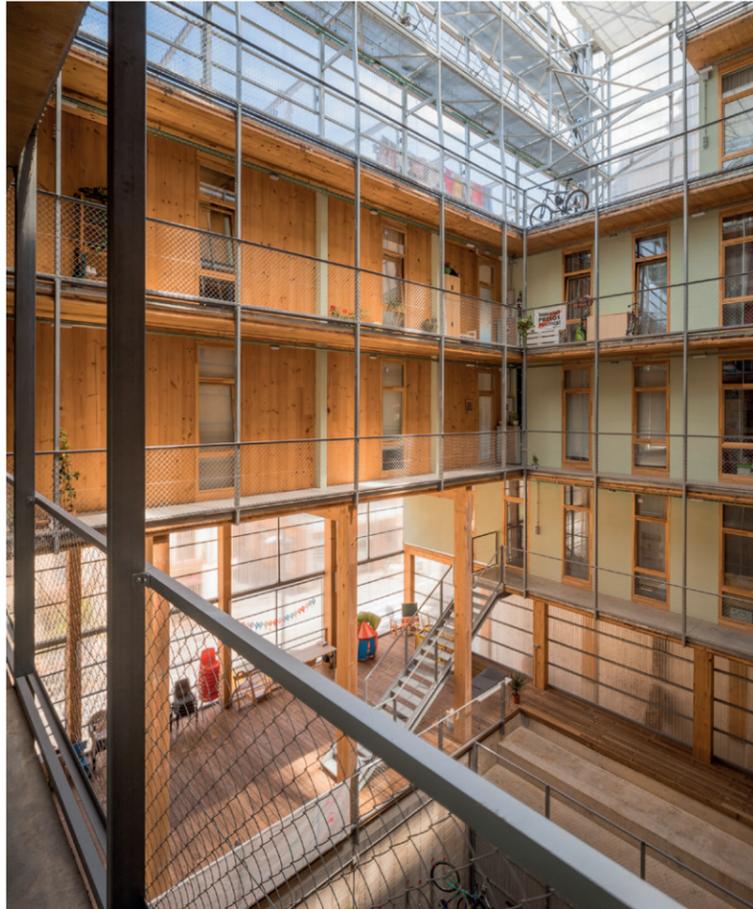
**Ciudad** Barcelona  
**Comunidad autónoma** Cataluña  
**Nombre** Biblioteca Gabriel García Márquez  
**Inicio de construcción global** 12 de febrero 2020  
**Inicio de construcción con madera** Octubre de 2019  
**Finalización de construcción con madera** Febrero de 2020  
**Finalización de construcción global** 13 de junio 2022  
**Coste (€)** 9.340.691,91 (PEC)  
**Volumen madera** 1300 m<sup>3</sup> (CLT+GLT)  
**Arquitecto / Ingeniero** Suma Arquitectura. Elena Orte (arquitecta), Guillermo Sevillano (arquitecto)  
**Asesoramiento técnico** Equipo diseño SUMA: Marta Romero, Jesús Lopez, Luis Sierra, Ana Patricia Minguito, Pablo Corroto, María Abellán, Sara Contreras, Rita Álvarez Tabio, Miguel Ángel Maure / Ingeniería estructural:

Miguel Nevado / Arquitecta técnica de proyecto: Nuria Sáiz / Consultores de fachada: ENAR / Dirección de ejecución de obra: Antonio Yoldi - Miguel Ángel Orcalla (MasterPlan) / Ingeniería de instalaciones: Úrculo Ingenieros / Ingeniería instalaciones obra: M7 Ingenieros / Paisajismo: Julio Gonzalez / Ingeniería acústica: Margarida ingeniería acústica / Ingeniería Eficiencia energética - LEED: CABA  
**Promotor** Ayuntamiento de Barcelona, gestionado por BIMSA  
**Uso / Actividad** Biblioteca pública (Educativo)  
**Producto maderero** CLT + GLT  
**Empresa maderera** Madera CLT: KLH Massivholz GmbH / Madera GLT: Binder Holz GmbH Wood Industry  
**Sistema constructivo** CLT + entramado  
**Empresa de construcción /**

**Montaje** Velima System  
**Empresa de uniones/fijaciones** Velima system  
**Modelado** Velima system - Albert Admedllad (modelado de obra de la estructura)  
**Cálculo** Miguel Nevado  
**Tipo de madera** Abeto rojo (picea abies)  
**Tratamiento** Los elementos de madera en contacto directo con zonas húmedas han recibido la aplicación de un biocida con grado de penetración P2. Adicionalmente, las superficies de madera de los cuartos de aseo y baños han recibido una impermeabilización tipo schlüter-ditra. La estructura se ha cajeado en todos aquellos los lugares necesarios para alojar galces ocultos de vidrios, luminarias y demás necesidades de integración arquitectónica, así como los pasos de instalaciones o incor-

poración de cortinas de humo. Las juntas entre paneles se han sellado de manera continua a efectos de estanqueidad al aire con bandas adhesivas integradas de Maxi Anchura (que garantizan la estanqueidad al aire y al agua. Estas cintas acrílicas están compuestas por mezclas poliméricas sin disolventes, con alta estabilidad térmica, transpirantes pero sin influir en la difusión del vapor de agua de la estratigrafía en la que han sido introducidas.  
**Empresa de tratamiento** Madera CLT KLH / Massivholz GmbH / Madera GLT Binder Holz GmbH Wood Industry  
**Certificación** LEED Gold  
**Fotografías** Jesús Granada

## Cooperativa de viviendas La Borda Barcelona, 2018



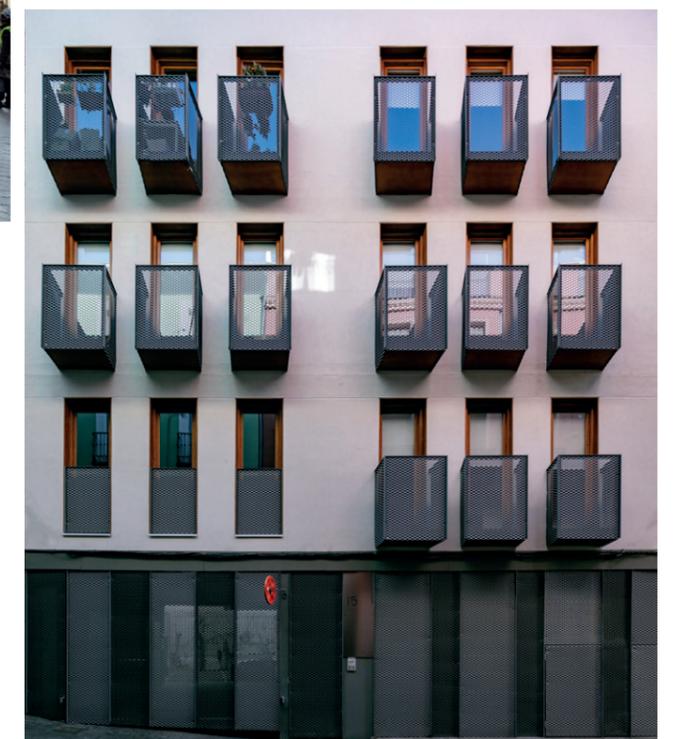
**Ciudad** Barcelona  
**Comunidad autónoma** Cataluña  
**Nombre** Cooperativa de viviendas La Borda  
**Inicio de construcción global** Febrero de 2017  
**Inicio de construcción con madera** Marzo de 2017  
**Finalización de construcción con madera** Junio de 2017  
**Finalización de construcción global** Octubre de 2018

**Coste (€)** 3.246.557  
**Superficie madera** 5750 m<sup>2</sup> CLT  
**Volumen madera** 660 m<sup>3</sup> CLT y 40 m<sup>3</sup> madera laminada  
**Arquitecto / Ingeniero** Lacol S. COOP. Arquitectura cooperativa  
**Asesoramiento técnico** Arkenova / Miguel Nevado / AumedesDAP / Societat Orgànica / PAuS (Coque Claret i Dani Calatayud) / Grisel-la Iglesias

(Àrea acústica) / José Juan Martínez Larriba  
**Promotor** La Borda SCCL (auto gestión)  
**Uso / Actividad** 28 viviendas en régimen de cooperativa  
**Producto maderero** CLT y GLT  
**Empresa maderera** Egoín  
**Sistema constructivo** CLT y entramado  
**Empresa de construcción / Montaje** Egoín

**Empresa de uniones/fijaciones** Rothblaas  
**Modelado** Egoín (modelado de despiece y fabricación, no estructural)  
**Cálculo** Miguel Nevado  
**Tipo de madera** > 95% pinus radiata, resto, pinus spp.  
**Certificación** PEFC  
**Fotografías** Lluc Miralles, Lacol

## Viviendas Buenavista Madrid, 2018



**Ciudad** Madrid  
**Comunidad autónoma** Comunidad de Madrid  
**Nombre** Viviendas Buenavista  
**Inicio de construcción global** Agosto 2017  
**Inicio de construcción con madera** Diciembre de 2017  
**Finalización de construcción con madera** Diciembre de 2017  
**Finalización de construcción global** Junio 2018  
**Coste (€)** 690.373,98  
**Superficie madera** 1112,33 m<sup>2</sup>  
**Volumen madera** 119,45 m<sup>3</sup>  
**Arquitecto / Ingeniero** b720  
Fermín Vázquez Arquitectos / Miguel Nevado  
**Asesoramiento técnico** Impacto CERO  
**Promotor** Edificio Buenavista 15 SL

**Uso / Actividad** Residencial / Viviendas  
**Producto maderero** CLT, Tablero Contrachapado, Laminados, Tablas  
**Empresa maderera** KLH  
**Sistema constructivo** CLT  
**Empresa de construcción / Montaje** alterMATERIA  
**Empresa de uniones/fijaciones** alterMATERIA  
**Modelado** Miguel Nevado  
**Cálculo** Miguel Nevado  
**Tipo de madera** Pino silvestre  
**Tratamiento** Biocida Clase de Penetración P2  
**Empresa de tratamiento** alterMATERIA  
**Fotografías** Adrià Goula (obra), Marc Goodwin (final)

## Polideportivo del Turó de la Peira Barcelona, 2018



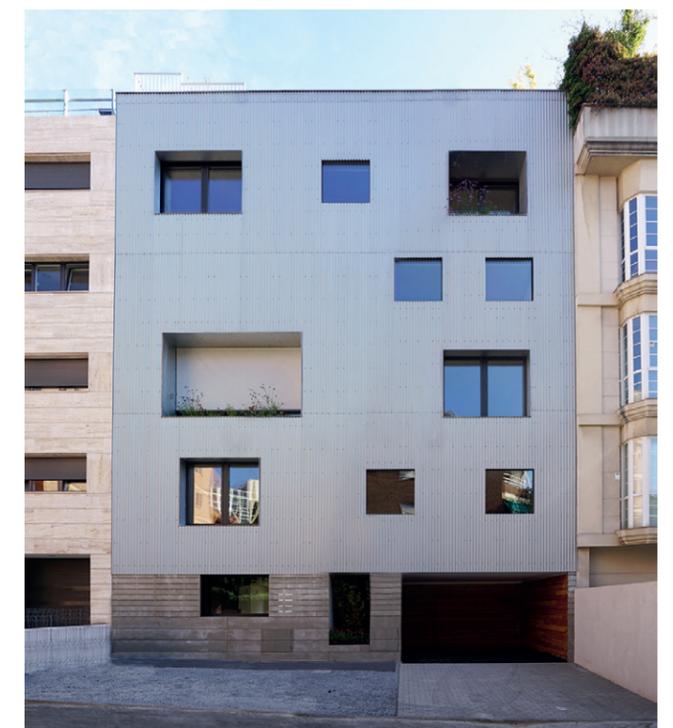
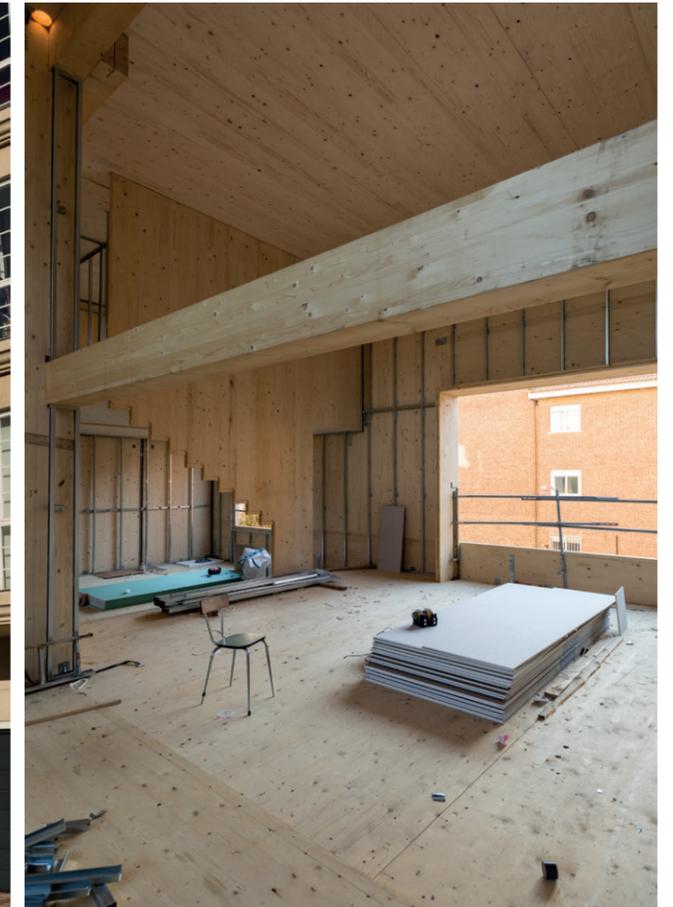
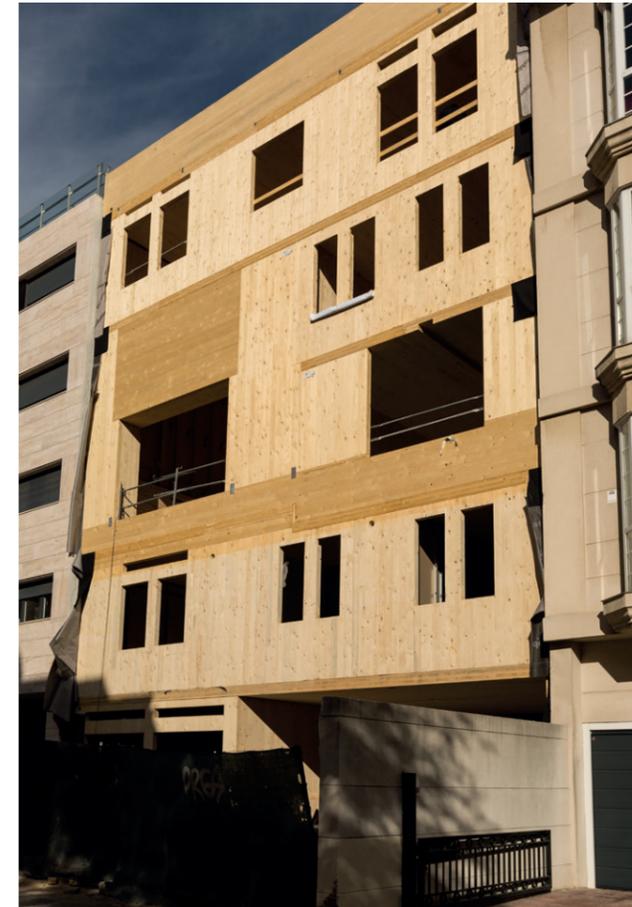
**Ciudad** Barcelona  
**Comunidad autónoma** Cataluña  
**Nombre** Polideportivo y ordenación interior de manzana en el Turó de la Peira  
**Inicio de construcción global** Noviembre de 2016  
**Inicio de construcción con madera** Agosto de 2017  
**Finalización de construcción con madera** Septiembre de 2017  
**Finalización de construcción global** Diciembre de 2018  
**Coste (€)** 5.905.108,37 (PEC)  
**Volumen madera** 612,45 m<sup>3</sup>  
**Arquitecto / Ingeniero** Anna Noguera y Javier Fernandez  
**Asesoramiento técnico**

**Arquitecto Técnico:** Dídac Dalmau / Cálculo de Estructuras: Manel Fernández, Ton Coll (Bernuz Fernández SLP) / Equipo Redactor: Carles Rubio, Javier López, Lara Ferrer, Marc Busquets / Paisaje: Anna Zahonero, Pepa Morán, Víctor Adorno / Sostenibilidad, Estrategia Energética, Ingeniero De Instalaciones: Xavier Saltó (Caba Sostenibilitat) / Consultor Passivhaus, Simulación Energética: Micheel Wassouf (Energiehaus), Oliver Style (Progetic) / Diseño de iluminación: Susaeta Iluminación / Mediciones y presupuestos: Salvador Segura,

Cristina Carmona (Ardèvol Consultors Associats)  
**Promotor** BIMSA, Institut Barcelona Esports (IBE), Ajuntament de Barcelona  
**Uso / Actividad** Deportiva: Pista polideportiva y piscina climatizada  
**Producto maderero** La estructura del edificio es en su totalidad de madera prefabricada; Pilares, vigas y cerchas madera laminada y entrevigado, muros, escaleras y graderío en paneles de madera contralaminada.  
**Empresa maderera** Egoín  
**Sistema constructivo** CLT y entramado

**Empresa de construcción / Montaje** Egoín  
**Empresa de uniones/fijaciones** Egoín  
**Modelado** Egoín  
**Cálculo** Manel Fernández, Ton Coll (Bernuz Fernández SLP)  
**Tipo de madera** Pino Radiata acorde con DIN 4074/JUNE EN 14080. Calidad: GL 32h  
**Tratamiento** Tratamiento insecticida-fungicida con un nivel de penetración NP 2  
**Empresa de tratamiento** Egoín  
**Certificación** Madera estructural y acabados: PEFC / Suelo: FSC / LEED Platinum  
**Fotografías** Enric Duch

## Edificio de viviendas ARV8 Madrid, 2018



**Ciudad** Madrid  
**Comunidad autónoma** Comunidad de Madrid  
**Nombre** ARV8  
**Inicio de construcción global** Mayo de 2017  
**Inicio de construcción con madera** Octubre de 2017  
**Finalización de construcción con madera** Diciembre de 2017  
**Finalización de construcción global** Julio de 2018  
**Coste (€)** 284.000 (Facturación Madergia)  
**Superficie madera** 1976 m<sup>2</sup> (CLT de abeto - Picea abies)  
**Volumen madera** 299 m<sup>3</sup> (abeto - Picea abies)  
**Arquitecto / Ingeniero** ÁBATON Arquitectura - Camino Alonso e Ignacio Lechón

**Asesoramiento técnico** Madergia  
**Promotor** ÁBATON Arquitectura  
**Uso / Actividad** Residencial  
**Producto maderero** CLT  
**Empresa maderera** Stora Enso  
**Sistema constructivo** CLT  
**Empresa de construcción / Montaje** Madergia  
**Empresa de uniones/fijaciones** Heco / Rohoblaas / Madergia  
**Modelado** Madergia  
**Cálculo** Madergia  
**Tipo de madera** Abeto (Picea abies)  
**Tratamiento** Biocida Axil 3000 superficial  
**Empresa de tratamiento** Stora Enso  
**Fotografías** Juan Baraja y Queima Films

## 65 viviendas sociales Hondarribia, 2018



**Ciudad** Hondarribia (Guipúzcoa)  
**Comunidad autónoma** País Vasco  
**Nombre** 65 viviendas sociales VPO  
**Inicio de construcción global** Enero de 2016  
**Inicio de construcción con madera** Enero de 2017  
**Finalización de construcción con madera** Febrero de 2017  
**Finalización de construcción global** Marzo de 2018

**Coste (€)** 6.758.127 / 1.261.407 (madera)  
**Superficie madera** 6960 m<sup>2</sup>  
**Volumen madera** 2050 m<sup>3</sup>  
**Arquitecto / Ingeniero** TYM Asociados / Carmelo Fernández Militino  
**Promotor** VISESA  
**Uso / Actividad** Residencia social  
**Producto maderero** CLT CL24  
**Empresa maderera** Egoin  
**Sistema constructivo** Malla

con muros de carga y forjados biapoyados todo en CLT  
**Empresa de construcción / Montaje** Egoin  
**Empresa de uniones/fijaciones** Wurth  
**Modelado** TYM Asociados  
**Cálculo** TYM Asociados  
**Tipo de madera** Pino radiata  
**Certificación** Certificación energética A y consumo casi nulo NZEB. CL24 ITeC  
**Fotografías** TYM Asociados

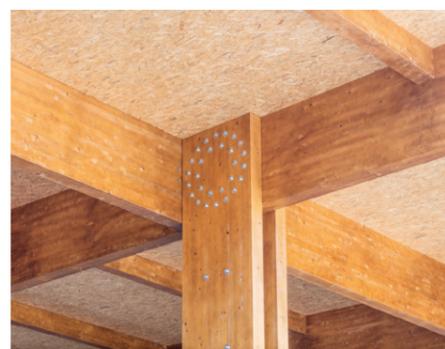
## A Casa do Taberneiro Santiago de Compostela, 2018



**Ciudad** Santiago de Compostela (A Coruña)  
**Comunidad autónoma** Galicia  
**Nombre** A Casa do Taberneiro  
**Inicio de construcción global** Noviembre de 2015  
**Inicio de construcción con madera** Febrero de 2016  
**Finalización de construcción con madera** Octubre de 2018  
**Finalización de construcción global** Octubre de 2018  
**Coste (€)** 220.000 (PEM)  
**Superficie madera** 293,3 m<sup>2</sup>  
**Volumen madera** 20 m<sup>3</sup>  
**Arquitecto / Ingeniero** Arrokae Arquitectos (Óscar Andrés Quintela, Iván Andrés Quintela)  
**Promotor** José Castro Facal y Manuel Castro Méndez

**Uso / Actividad** Centro Socio-Cultural Privado  
**Producto maderero** Madera laminada / Tablero contrachapado estructural  
**Empresa maderera** Maderas Villapol  
**Empresa de construcción / Montaje** Carpintería José Vázquez Santos / Trabecon  
**Empresa de uniones/fijaciones** Carpintería José Vázquez Santos  
**Cálculo** Arrokae Arquitectos  
**Tipo de madera** Eucalyptus globulus / Betula spp.  
**Tratamiento** Biocida superficial  
**Fotografías** Luis Díaz Díaz

## Parque de Bomberos Moilà, 2020



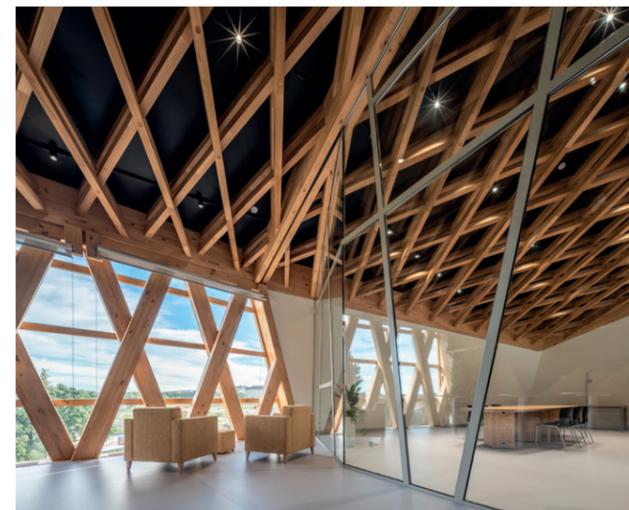
**Ciudad** Moilà (Barcelona)  
**Comunidad autónoma** Cataluña  
**Nombre** Parque de bomberos de Moilà  
**Inicio de construcción global** Mayo de 2019  
**Inicio de construcción con madera** Julio de 2019  
**Finalización de construcción con madera** Agosto de 2019  
**Finalización de construcción global** Septiembre de 2020

**Coste (€)** 1.242.888  
**Superficie madera** 757 m<sup>2</sup>  
**Volumen madera** Madera laminada: 53 m<sup>3</sup> abeto / Madera contralaminada CLT: 59 m<sup>3</sup> abeto / Madera para entramado y tableros: 37 m<sup>3</sup> / Total madera estructura: 149 m<sup>3</sup> / Total madera envolvente: 36 m<sup>3</sup>  
**Arquitecto / Ingeniero** Josep Ferrando, Pedro García, Mar Puig de la Bellacasa, Manel Case-

llas (arquitectos) / Miguel Rojo (arquitecto técnico)  
**Promotor** Generalitat de Catalunya, Departamento de Interior  
**Uso / Actividad** Parque de bomberos  
**Producto maderero** Madera laminada, contralaminado CLT, tablero osb.  
**Empresa maderera** Yofra  
**Sistema constructivo** Pórticos de vigas y pilares de madera

laminada, forjado entreplanta de madera contralaminada, forjado cubierta de entramado, fachada de entramado.  
**Empresa de construcción / Montaje** Construccions Caler (contratista); Yofra (montaje madera)  
**Cálculo** Josep Nel-lo  
**Tipo de madera** Abeto  
**Fotografías** Adrià Goula

## Impulso verde Lugo, 2022



**Ciudad** Lugo  
**Comunidad autónoma** Galicia  
**Nombre** Impulso Verde  
**Inicio de construcción global** Noviembre de 2020  
**Inicio de construcción con madera** Enero de 2021  
**Finalización de construcción con madera** Marzo de 2021  
**Finalización de construcción global** Diciembre de 2022  
**Coste (€)** 1.065.358 (PEM)  
**Volumen madera** 315,9 m<sup>3</sup> (Pinus radiata) + 7,9 m<sup>3</sup> (Eucalyptus globulus)  
**Arquitecto / Ingeniero** Antonio José Lara (UPM + PEMADE - USC) y Susana Penedo (Concello de Lugo)  
**Asesoramiento técnico** PEMADE-

USC (Manuel Guaita, Belén Feijoo, José Antonio Lorenzana, María Portela, Jorge Crespo y Begoña Jiménez) / UPM (Almudena Majano, José Luis Gómez, Luis Lozano y Antonio Roig)  
**Promotor** Concello de Lugo  
**Uso / Actividad** Equipamiento público (cultural + oficinas + educativo)  
**Producto maderero** Madera laminada, madera contralaminada, tableros contrachapados  
**Empresa maderera** Hijos de Ramón Rubal (aserradero suministro de Pinus radiata) + Maderas Villapol (fabricante de madera laminada de Eucalyptus globulus) + Garnica (fabricante de tablero contrachapado)

ignífugo de cubierta) + Egoín (fabricante de madera laminada y contralaminada de Pinus radiata)  
**Sistema constructivo** Sistema híbrido de pilares, vigas, celosías y tableros estructurales / Estructura de madera vista: Forjados, muros, pórticos, celosías de fachada, celosías de cubierta, zancas y barandillas.  
**Empresa de construcción / Montaje** Egoín  
**Empresa de uniones/fijaciones** Rothoblaas  
**Modelado** Modelo 3D Rhinoceros (Antonio Lara + José Luis Gómez + Luis Lozano). Modelo 3D Cadwork (Escuadría + Egoín).  
**Cálculo** Antonio José Lara +

José Antonio Lorenzana  
**Tipo de madera** Pinus radiata y Eucalyptus globulus (estructura) y Castanea Sativa (subestructura de fachada ventilada)  
**Tratamiento** Madera laminada y contralaminada de pino en clase de uso 1 (insecticida-funguicida, lasur protector UV e ignífugo para mejora de reacción al fuego); madera laminada de eucalypto en clase de uso 1 (bloqueador de taninos)  
**Empresa de tratamiento** Egoín  
**Certificación** Certificación FSC de Proyecto Completo  
**Fotografías** Héctor Santos-Díez

## Rehabilitación y ampliación de la escuela de música Zumarte Usurbil, 2020



**Ciudad** Usurbil (Guipúzcoa)  
**Comunidad autónoma** País Vasco  
**Nombre** Rehabilitación y ampliación de la escuela de música Zumarte en Usurbil  
**Inicio de construcción global** Septiembre de 2018  
**Inicio de construcción con madera** Febrero de 2019  
**Finalización de construcción con madera** Diciembre de 2019  
**Finalización de construcción global** Septiembre de 2020  
**Coste (€)** 1.998.998,78  
**Superficie madera** 1510 m<sup>2</sup> madera estructura CLT (muros, forjados, rampas); 560 m<sup>2</sup> fachada lamas de alerce  
**Arquitecto / Ingeniero** Ainara Sagarna, Maialen Sagarna, Juan Pedro Otaduy

**Asesoramiento técnico** Asier Zarraskin (arquitecto técnico)  
**Promotor** Ayuntamiento de Usurbil  
**Uso / Actividad** Escuela de música  
**Producto maderero** Estructura de madera contralaminada (CLT) pino radiata y revestimiento de fachada de lamas de madera de alerce. Carpinterías de madera de pino laminado, puertas acústicas de madera.  
**Empresa maderera** Egoin (estructura y revestimiento de fachada) / Zuhazki (carpinterías de fachada) / Heletec (puertas acústicas)  
**Sistema constructivo** CLT, madera laminada, muro cortina de pino laminado, fachada ventilada de lamas de alerce.

**Empresa de construcción / Montaje** Egoin, Zuhazki  
**Empresa de uniones/fijaciones** Egoin  
**Modelado** os3arkitektura + Egoin  
**Cálculo** Egoin  
**Tipo de madera** Pino radiata y alerce.  
**Tratamiento** Fondo antitanino incoloro (Cedria o similar) a base de resinas acrílicas en dispersión acuosa de partícula fina, con doble función, activo inhibidor de manchas de tanino y como protección preventiva contra hongos de azulado e insectos xilófagos y dos manos de acabado a base de lasur incoloro mate al agua de resinas acrílicas puras en dispersión acuosa de partícula muy fina. Doble protección solar incolora

con dos clases de estabilizadores: estabilizadores de la luz por absorción de radiaciones U.V. (U.V.A.s) y estabilizadores de aminas con impedimento esférico que inhiben la rotura de los enlaces de las macromoléculas y eliminan radicales libres (HALS). Biocidas contra la acción de hongos cromógenos (azulados), e insectos (carcomas). Ceras hidrofugantes, para mayor repelencia al agua.

**Empresa de tratamiento** Egoin  
**Certificación** Certificado de Conformidad CE, con sello de calidad AITIM

**Fotografías** os3arkitektura

## Cirerers, cooperativa de viviendas Barcelona, 2021



**Ciudad** Barcelona  
**Comunidad autónoma** Cataluña  
**Nombre** Cirerers  
**Inicio de construcción global** Marzo de 2020  
**Inicio de construcción con madera** Octubre de 2020  
**Finalización de construcción con madera** Diciembre de 2020  
**Finalización de construcción global** Octubre de 2021

**Coste (€)** 3.330.000 + IVA (PEC)  
**Superficie madera** 2300 m<sup>2</sup> de muros y 2100 m<sup>2</sup> de forjados  
**Volumen madera** 730 m<sup>3</sup>  
**Arquitecto / Ingeniero** Celobert  
**Asesoramiento técnico** Jorge Blasco  
**Promotor** Sostre Cívic  
**Uso / Actividad** Vivienda  
**Producto maderero** CLT  
**Empresa maderera** KHL

**Sistema constructivo** Sistema de muros (Diafragmas) y losas de CLT  
**Empresa de construcción / Montaje** Velima System  
**Empresa de uniones/fijaciones** Rothoblaas  
**Modelado** Celobert  
**Cálculo** Jorge Urbano  
**Tipo de madera** Abeto europeo  
**Tratamiento** Lasur in-situ en

bigas expuestas al exterior. Protección biocida en muros y cantos de forjado de la zona de medianera  
**Empresa de tratamiento** Sánchez-Sandoval S.L.  
**Certificación** PEFC  
**Fotografías** Guifré de Peray (proceso) / Joan Guillamat (final exterior)

## Residencia de ancianos passivhaus Camarzana de Tera (Zamora), 2019



**Ciudad** Camarzana de Tera (Zamora)  
**Comunidad autónoma** Castilla y León  
**Nombre** Residencia de ancianos passivhaus  
**Inicio de construcción global** Enero de 2018  
**Inicio de construcción con madera** Febrero de 2018  
**Finalización de construcción con madera** Abril de 2018  
**Finalización de construcción global** Febrero de 2019  
**Coste (€)** 841.702  
**Superficie madera** 2290 m<sup>2</sup> de OSB (Pino) + 547 m<sup>2</sup> de contrachapado (Pino Marino)  
**Volumen madera** 65 m<sup>3</sup> (vigas/montantes Abeto) + 5 m<sup>3</sup> (durmientes Pino)  
**Arquitecto / Ingeniero** CSO Arquitectura / Javier de Antón Freile (director de proyecto) / José Miguel Asencio, June García, Laura Salinas, Artur

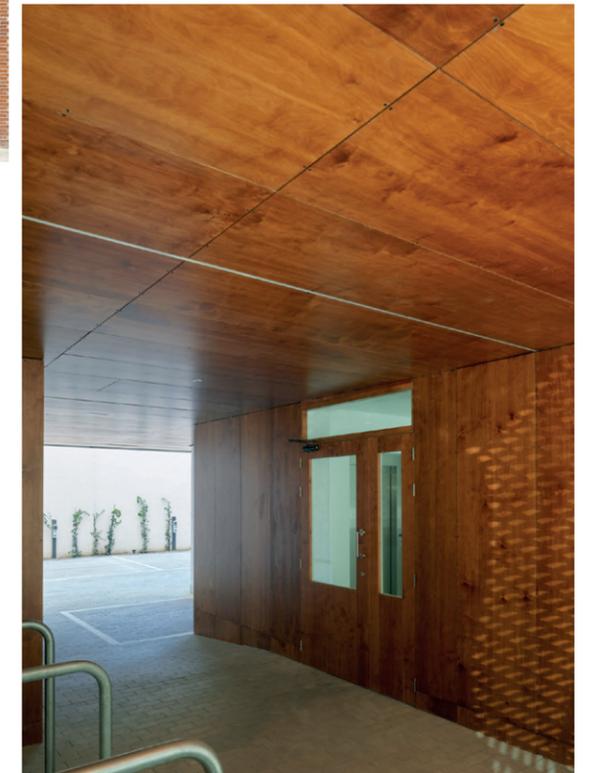
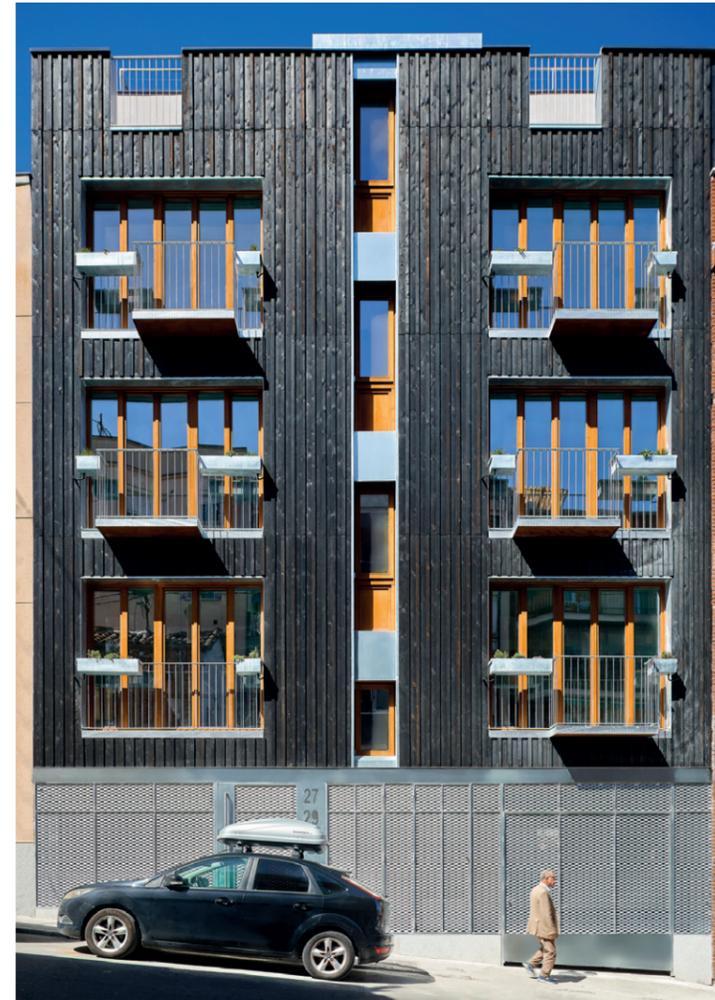
Rodriguez, Nestor Candela (equipo de proyecto) / Javier Vega de Paz (aparejador) / Fernando San Hipólito (estructura)  
**Asesoramiento técnico** Energiehaus  
**Promotor** Cajamir SL  
**Uso / Actividad** Dotacional / Residencia de ancianos  
**Producto maderero** KVHC24 de + GL24H  
**Empresa maderera** Hasslacher (vigas y jácenas) / Piveteau (durmientes y tratamientos) / Thebault (contrachapados) / Hoch (OSB)  
**Sistema constructivo** ARQUIMA  
**Empresa de construcción / Montaje** ARQUIMA + P. Sánchez Rodríguez S.L.  
**Empresa de uniones/fijaciones** Rothoblaas  
**Modelado** ARQUIMA  
**Cálculo** Fernando San Hipólito

**Tipo de madera** PCAB picea / ABAL - abeto  
**Tratamiento** La madera exterior se ha protegido con tratamiento preventivo CEDRIA FONDO aplicado mediante impregnación.

Clases 1-3  
**Empresa de tratamiento** Piveteau Bois  
**Certificación** assivhaus Classic  
**Fotografías** David Frutos



## Viviendas Hierbabuena Madrid, 2023



**Ciudad** Madrid  
**Comunidad autónoma** Comunidad de Madrid  
**Nombre** Viviendas Hierbabuena  
**Inicio de construcción global** Julio de 2021  
**Inicio de construcción con madera** Noviembre de 2021  
**Finalización de construcción con madera** Noviembre de 2021  
**Finalización de construcción global** Marzo de 2023  
**Coste (€)** 974.980,41  
**Superficie madera** 1558,5 m<sup>2</sup>  
**Volumen madera** 192,46 m<sup>3</sup>  
**Arquitecto / Ingeniero** b720 Fermín Vázquez Arquitectos / Jorge Blasco  
**Asesoramiento técnico** Impacto CERO

**Promotor** 2729 Hierbabuena SL  
**Uso / Actividad** Residencial / viviendas  
**Producto maderero** CLT, tablero contrachapado, laminados, tablas  
**Empresa maderera** Egoin  
**Sistema constructivo** CLT  
**Empresa de construcción / Montaje** Egoin  
**Empresa de uniones/fijaciones** Egoin  
**Modelado** Egoin  
**Cálculo** Egoin  
**Tipo de madera** Pino radiata  
**Tratamiento** Biocida clase de penetración P2  
**Empresa de tratamiento** Egoin  
**Fotografías** b720 (obra) / Carla Capdevila (final)

# Oficinas T3 Diagonal Mar

## Barcelona, 2023



**Ciudad** Barcelona  
**Comunidad autónoma** Cataluña  
**Nombre** Oficinas T3 Diagonal Mar

**Inicio de construcción global**  
 Mayo de 2021

**Inicio de construcción con madera** Marzo de 2022

**Finalización de construcción con madera** Junio de 2022

**Finalización de construcción global** Octubre de 2023

**Coste (€)** 7.500.000

**Volumen madera** Estructura: 324 m<sup>3</sup> de madera laminada y otros 1.033 m<sup>3</sup> de contra laminada (CLT). Pino Radiata excepto cerchas exteriores, en Alerce. / Fachada: Muro cortina con montantes de Pino Radiata 26,62 m<sup>3</sup> (2.469 ml) y revestimiento madera carbonizada de alerce al autoclave 1.548 m<sup>2</sup>.

/ Pavimento: Pavimento de parquet industrial Roble 420 m<sup>2</sup>.

/ Revestimientos interiores: Paneles de Pino Radiata 771 m<sup>2</sup>

**Arquitecto / Ingeniero** Batlleiroig Arquitectura

**Asesoramiento técnico** BIS

Structures, Ferrés Arquitectos y Consultores (Fachada)

**Promotor** Hines, Henderson Park

**Uso / Actividad** Oficinas

**Producto maderero** Madera maciza en diferentes configuraciones: CLT, madera laminada y madera maciza

**Empresa maderera** Egoín – Ingeniería, fabricación y construcción en madera

**Sistema constructivo** Bajo rasante, la estructura es de hormigón armado y se resuelve mediante losas macizas de 40cm apoyadas en pilares y muros de



hormigón armado. Sobre rasante, se soluciona mediante estructura de madera con forjados tipo CLT y con pilares y vigas de madera laminada.

**Empresa de construcción / Montaje** OCP – Obra Civil Profesional y Egoín – Ingeniería, fabricación y construcción en madera

**Empresa de uniones/fijaciones** Egoín

**Modelado** Egoín / Batlleiroig / BIS Structures

**Cálculo** BIS Structures

**Tipo de madera** Pino Radiata para la madera en el interior y Alerce para los elementos que quedan en el exterior.

**Tratamiento** Funguicida, biocida y barniz en fábrica

**Empresa de tratamiento** Egoín

**Certificación** LEED Platinum y WELL Platinum

**Fotografías** Fotos obra: ©Antonio Navarro Wijkmak / Fotos dron: ©Stupendastic / Fotos obra acabada: ©Batlleiroig



# WITTYWOOD

## Barcelona, 2022



**Ciudad** Barcelona

**Comunidad autónoma** Cataluña

**Nombre** WITTYWOOD

**Inicio de construcción global**

Julio de 2020

**Inicio de construcción con madera** Mayo de 2021

**Finalización de construcción con madera** Agosto de 2021

**Finalización de construcción global** Mayo de 2022

**Coste (€)** 7.300.00

**Superficie madera** Picea abies: CLT 120 mm 2401 m<sup>2</sup> / CLT 140 mm 1786,2 m<sup>2</sup> / CLT 250 mm 90,05 m<sup>2</sup>

**Volumen madera** Picea abies: GL24h :26,82 m<sup>3</sup> / GL28h : 395,5 m<sup>3</sup>

**Arquitecto / Ingeniero** Xavier Grinyó & Xavier Ballarín

**Asesoramiento técnico** (madera) Estudi m103, SLP - Jorge Blasco Miguel

**Promotor** Inmobiliaria Colonial

**Uso / Actividad** Administrativo

**Producto maderero** CLT y madera laminada

**Empresa maderera** Stora Enso

**Sistema constructivo** Post & Beam y muros de CLT

**Empresa de construcción / Montaje** Madergia

**Empresa de uniones/fijaciones** Rothoblaas

**Modelado** Madergia

**Cálculo** Estudi m103, SLP –

Jorge Blasco Miguel

**Tipo de madera** Abeto

**Tratamiento** Lasur

**Empresa de tratamiento** Madergia

**Certificación** LEEDS y Wells Platinum

**Fotografías** Estudi m103, SLP – Jorge Blasco Miguel

## Edificio de 21 viviendas de protección oficial Sabadell, 2023



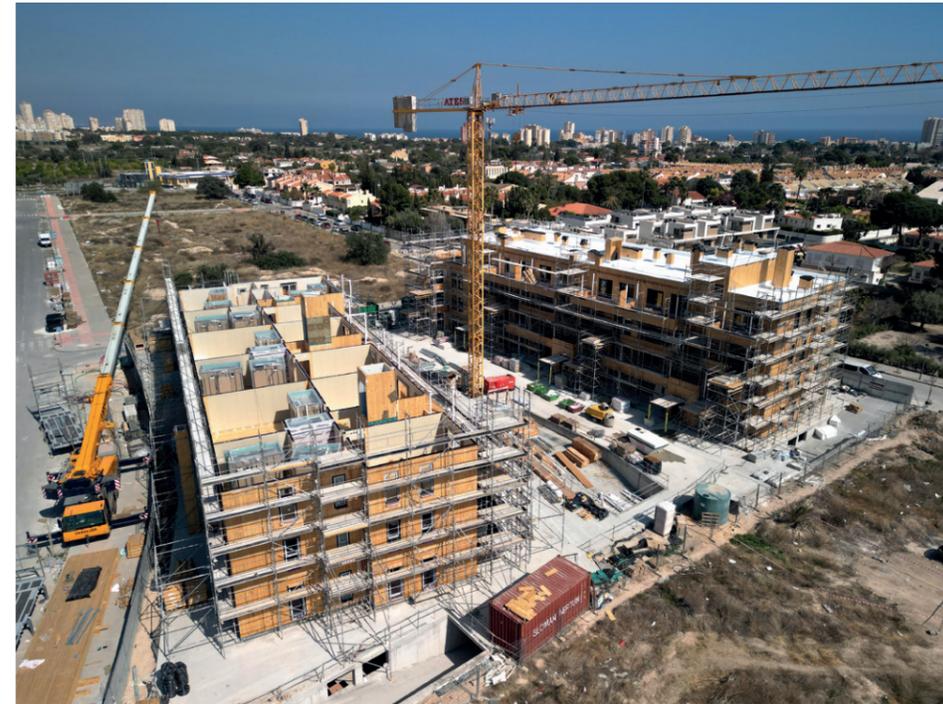
**Ciudad** Barcelona  
**Comunidad autónoma** Cataluña  
**Nombre** 21 VPO en el Carrer de Zurbano  
**Inicio de construcción global** Marzo de 2021  
**Inicio de construcción con madera** Septiembre de 2021  
**Finalización de construcción con madera** Noviembre de 2021  
**Finalización de construcción global** Enero de 2023  
**Coste (€)** 3.350.000  
**Superficie madera** 4534,30 m<sup>2</sup> de CLT (muros y forjados)

**Volumen madera** 684,14 m<sup>3</sup> de CLT (muros y forjados) + 35,99 m<sup>3</sup> de GLT (pilares y vigas)  
**Arquitecto / Ingeniero** Eduard Freixas (arquitecto Dpto. Técnico VIMUSA) / Miguel Nevado (calculista estructura H.A. y madera)  
**Asesoramiento técnico** Miguel Nevado (madera)  
**Promotor** Habitatges Municipals de Sabadell, S.A. (VIMUSA)  
**Uso / Actividad** Residencial (Viviendas de Protección Oficial)  
**Producto maderero** CLT y GLT

**Empresa maderera** Stora Enso  
**Sistema constructivo** 2 sótanos de H.A. / Planta baja con pilares metálicos y forjado (techo) de CLT / 6 plantas con muros y forjados de CLT + pilares y vigas de GLT  
**Empresa de construcción / Montaje** Eiffage Conscytec (contratista principal) / Madergia (montaje madera)  
**Empresa de uniones/fijaciones** Rothoblaas  
**Modelado** Miguel Nevado  
**Cálculo** Miguel Nevado

**Tipo de madera** Abeto  
**Tratamiento** Lasur Xylazel en techos vistos (el resto de la madera se tapa por completo)  
**Empresa de tratamiento** Eiffage Conscytec (producción propia)  
**Fotografías** Miguel Nevado (3D estructura de madera) / Eiffage Conscytec (fotos)

## Fioresta San Juan de Alicante, 2023



**Ciudad** San Juan de Alicante (Alicante)  
**Comunidad autónoma** Comunidad Valenciana  
**Nombre** Fioresta  
**Inicio de construcción global** Agosto de 2022  
**Inicio de construcción con madera** Noviembre de 2022  
**Finalización de construcción con madera** Abril de 2023  
**Finalización de construcción global** Octubre de 2023

**Coste (€)** 8.400.000 (PEC)  
**Volumen madera** 2209,43 m<sup>3</sup>  
**Arquitecto / Ingeniero** Iban Carpintero + 011h  
**Asesoramiento técnico** Estructuras Estudi m103, acústica tecnalia  
**Promotor** AEDAS HOMES  
**Uso / Actividad** Residencial  
**Producto maderero** CLT  
**Empresa maderera** Egoín  
**Sistema constructivo** Paredes de carga

**Empresa de construcción / Montaje** Egoín  
**Empresa de uniones/fijaciones** Rothoblaas  
**Modelado** 011h + Estudi m103, SLP – Jorge Blasco  
**Cálculo** Estudi m103, SLP – Jorge Blasco  
**Tipo de madera** Pino radiata  
**Certificación** PEFC  
**Fotografías** Marc Torra

## LISTADO DE PROYECTOS. ESPAÑA

#	Nombre del proyecto	Uso / Actividad	CCAA
1	Edificio de 17 viviendas en cohousing Entrepatis - Las Carolinas	Residencial	Comunidad de Madrid
2	Edificio de 20 viviendas en covivienda Tomás Bretón	Residencial	Comunidad de Madrid
3	Edificio de 11 viviendas en covivienda Pírta	Residencial	Comunidad de Madrid
4	Edificio de 7 viviendas en coliving Topete	Residencial	Comunidad de Madrid
5	Biblioteca Gabriel García Márquez	Educativo	Cataluña
6	Acceso al Liceo Francés de Barcelona	Educativo	Cataluña
7	Centro de Medicina Comparativa y Bioimagen (CMCiB) – Can Ruti	Sanitario	Cataluña
8	Residencia de ancianos passivhaus	Sanitario	Castilla y León
9	Polideportivo Canyelles	Deportivo	Cataluña
10	Instalaciones piscina municipal	Deportivo	Cataluña
11	EcoSuite Mas Torrent	Hostelero	Cataluña
12	Ampliación del Hotel Llafranc	Hostelero	Cataluña
13	Ampliación residencia tercera edad	Sanitario	Cataluña
14	Residencia tercera edad	Sanitario	Cataluña
15	Edificio plurifamiliar AUBA	Residencial	Islas Baleares
16	Edificio plurifamiliar Magalhaes	Residencial	Cataluña
17	Edificio de 16 viviendas, Promoción Eneida	Residencial	Islas Baleares
18	Edificio de viviendas Proyecto La Mola	Residencial	Cataluña
19	Edificio sociocultural en Olloki	Cultural	Comunidad Foral de Navarra
20	Albergue de peregrinos en Zegama	Hospedaje	País Vasco
21	Edificio dotacional en Pamplona	Cultural	Comunidad Foral de Navarra
22	Edificios ganaderos en Mezkiá	Agrícola	País Vasco
23	Refugio de montaña en Uztarroz	Hospedaje	Comunidad Foral de Navarra
24	39 viviendas VPO en Entremutilvas	Residencial	Comunidad Foral de Navarra
25	Edificio de viviendas Madreselva	Residencial	Comunidad Valenciana
26	Mirador da Cova	Hostelero / Recreativo	Galicia
27	Escuela infantil Santa Susana	Educativo	Galicia
28	Espacio El Olivo	Oficina	Galicia
29	Oficinas Possum	Oficina	Galicia
30	Catalizador de Belvís	Cultural	Galicia
31	Centro de recursos para personas con discapacidad Silleda	Educativo	Galicia
32	Centro Abelleira	Cultural	Galicia
33	Vaová Gin Bar	Hostelero	Galicia
34	Centro de recursos para personas con discapacidad Xove	Educativo	Galicia
35	Centro de recursos para personas con discapacidad Boimorto	Educativo	Galicia
36	A Casa do Taberneiro	Hostelero	Galicia
37	12 viviendas El Bosc del Maresme	Residencial	Cataluña
38	Cirerers	Residencial	Cataluña
39	Life Habitat Hospitalet	Residencial	Cataluña
40	Fioresta	Residencial	Comunidad Valenciana
41	ARV8	Residencial	Comunidad de Madrid
42	Equipamiento cultural + oficinas + educativo Impulso Verde	Multi-usos	Galicia
43	Centro de Salud en Oporriño	Sanitario	Galicia
44	Pi-Cerdanya	Agrícola	Cataluña
45	IES Muskiz	Educativo	País Vasco
46	Local comercial Sierra Nevada	Comercial	Andalucía
47	Palamós	Industrial	Cataluña
48	Pergola Nebrija	Educativo	Comunidad de Madrid
49	Escuela de vela en Formentera	Educativo	Islas Baleares
50	IES Serra Noe	Educativo	Cataluña
51	Escola Albesa	Educativo	Cataluña
52	Escola bressol Sant Vicenç dels Horts	Educativo	Cataluña
53	Ampliación del Hospital SAMU en Formentera	Sanitario	Islas Baleares
54	Residencia Bellver	Sanitario	Cataluña
55	Illa Glòries	Residencial	Cataluña
56	Terrasses per la vida	Residencial	Cataluña

#	Nombre del proyecto	Uso / Actividad	CCAA
57	Binefar	Residencial	Cataluña
58	Pallars	Residencial	Cataluña
59	La Balma Habitatge Cooperatiu	Residencial	Cataluña
60	Cister	Residencial	Cataluña
61	Centro Cultural San Cristobal	Cultural	Castilla y León
62	Nave de mariscadores Pareceres	Industrial	Galicia
63	Edificio de 9 apartamentos	Residencial	Cataluña
64	Estudio de música	Educativo	Comunidad de Madrid
65	Plurifamiliares POO	Residencial	Principado de Asturias
66	Apartamentos Lavapiés	Residencial	Comunidad de Madrid
67	Gimnasio para la Agencia Espacial Europea	Deportivo	Comunidad de Madrid
68	Cubierta de piscina San José	Deportivo	Castilla y León
69	Casa en Rojo	Residencial	Castilla y León
70	Edificio de 3 alturas Rodriguez Arias	Residencial	Islas Baleares
71	Arenal apartamentos + local comercial	Residencial vivienda colectiva	Islas Baleares
72	Edificio Bienestar	Dotacional	Galicia
73	Layret	Residencial	Cataluña
74	Viña Mein	Oficina	Galicia
75	Sales Court	Comercial	Andalucía
76	Escola d'idiomes	Educativo	Cataluña
77	Tanatorio Barcelona	Rehabilitación	Cataluña
78	Albergue Carril	Rehabilitación	Galicia
79	Pazo	Rehabilitación	Galicia
80	Biblioteca Castellar del Vallès	Educativo	Cataluña
81	Equipamiento Caldes de Montbui	Dotacional	Cataluña
82	Espiño	Rehabilitación	Galicia
83	Hotel O Pino	Hospedaje	Galicia
84	Pabellón Mies van der Rohe	Efímera	Cataluña
85	Oficina BCN	Oficina	Cataluña
86	Nave industrial	Rehabilitación	Galicia
87	Edificio Impregnado	Dotacional	Galicia
88	Edificio de oficinas	Oficina	País Vasco
89	Cruz Mobile World	Dotacional	Cataluña
90	Arriassa	Residencial	Cataluña
91	Sede HDR	Oficina	Galicia
92	Equipamiento BUO Mondoñedo	Dotacional	Galicia
93	Equipamiento BUO Muiños	Dotacional	Galicia
94	Guardería Agramunt	Educativo	Cataluña
95	CAP Riells i Viabrea	Sanitario	Cataluña
96	Centro de día para mayores dependientes Meliana	Sanitario	Comunidad Valenciana
97	Viviendas Hierbabuena	Residencial	Comunidad de Madrid
98	Edificio Wittywood	Oficina	Cataluña
99	Real Club de Polo: fitness, gimnasio, piscinas, Salón del Centenario	Deportivo	Cataluña
100	Casernas	Residencial	Cataluña
101	Rehabilitación y ampliación de la escuela de música Zumarte en Usurbil	Educativo	País Vasco
102	Polideportivo y ordenación interior de manzana en el Turó de la Peira	Deportivo	Cataluña
103	3 viviendas plurifamiliares San Vicente 12	Residencial	Comunidad de Madrid
104	Showroom de ventas	Comercial	Comunidad de Madrid
105	Consolidacion estructural Sol, 9	Comercial	Comunidad de Madrid
106	Cubierta para uso servicios Camping Sangulí	Hospedaje	Cataluña
107	Parque de bomberos de Moia	Dotacional	Cataluña
108	Escola La Canaleta	Educativo	Cataluña
109	Edificio plurifamiliar PB+6 Tendetes	Residencial	Comunidad Valenciana
110	Nave comercial en Cuetos	Comercial	Principado de Asturias
111	Sede administrativa Ombú	Oficina	Comunidad de Madrid
112	21 viviendas VPO en la calle Zurbano	Residencial	Cataluña
113	Edificio de viviendas adosadas Espriu	Residencial	Islas Baleares
114	Edificio de viviendas plurifamiliar Our shelves	Residencial	Comunidad de Madrid

#	Nombre del proyecto	Uso / Actividad	CCAA
115	Pabellón deportivo en Gracia en Barcelona	Deportivo	Andalucía
116	Edificio de viviendas plurifamiliar Arribi	Residencial	País Vasco
117	Biblioteca BGGM	Educativo	Cataluña
118	Edificio de viviendas plurifamiliar Real	Residencial	Islas Baleares
119	Piscina San José	Deportivo	Castilla y León
120	Escuela L'Agulla	Educativo	Cataluña
121	Nave ganadera en Villarcayo	Agrícola	Castilla y León
122	Edificio de viviendas adosadas Cala Llonga	Residencial	Islas Baleares
123	Hotel en Calonge	Hospedaje	Cataluña
124	Edificio de viviendas La Borda	Residencial	Cataluña
125	Edificio de viviendas Cuenca	Residencial	Andalucía
126	Edificio de viviendas Bonavista	Residencial	Comunidad de Madrid
127	Elevación plurifamiliar 5 plantas en Murcia	Rehabilitación	Comunidad de Madrid
128	Iglesia Santa María	Religioso	Castilla y León
129	Edificio de viviendas Rosignol	Residencial	Cataluña
130	Sede administrativa APSA	Oficina	Cataluña
131	Edificio de viviendas adosadas Posidonia	Residencial	Islas Baleares
132	Edificio de viviendas Cavallers	Residencial	Cataluña
133	Casa de la Tercia	Cultural	Comunidad de Madrid
134	Edificio de viviendas en Vilafant	Residencial	Cataluña
135	IES Can Planes	Educativo	Cataluña
136	Base de helicópteros Helitransportada	Dotacional	Castilla y León
137	IES Catalunya	Educativo	Cataluña
138	Centro Ca La Dona	Cultural	Cataluña
139	La Aguilera	Religioso	Castilla y León
140	Montemayor	Hostelero	Castilla y León
141	Almazán	Deportivo	Castilla y León
142	Bodegas Anta Natura	Hostelero	Castilla y León
143	Hotel Ibis Málaga	Hostelero	Andalucía
144	Edificio de viviendas en Jaca	Residencial	Aragón
145	Olmos	Industrial	Castilla y León
146	Sede bancaria en Botines	Comercial	Castilla y León
147	Edificio de viviendas adosadas en Villamuriel	Residencial	Castilla y León
148	Nave para jardinería Los Enebros	Industrial	Castilla y León
149	Residencia de la tercera edad S.J. Dios	Sanitario	Castilla y León
150	Refugio de montaña Colomina	Hospedaje	Cataluña
151	Refugio de montaña Ventosa i Calvell	Hospedaje	Cataluña
152	Refugio de montaña Saboredo	Hospedaje	Cataluña
153	Alojamiento rural Cal Rossa	Hospedaje	Cataluña
154	Bodegas Purgatori	Hostelero	Cataluña
155	Supermercado Bon Àrea de Guissona	Comercial	Cataluña
156	Ioticat	Oficina	Cataluña
157	Bodega biodinámica Gramona	Hostelero	Cataluña
158	Rehabilitación de viviendas VPO	Residencial	Galicia
159	Edificio de covivienda de 8 viviendas y espacios compartidos	Residencial	Cataluña
160	Alojamiento rural Vila Closa Resort	Hospedaje	Cataluña
161	Remonta edificio de viviendas en Rambla Cataluña en Barcelona	Residencial	Cataluña
162	Edificio de investigación Biorefinería	Educativo	Cataluña
163	Espacio transformador Colegio Sant Miquel	Educativo	Cataluña
164	Edificio de 6 viviendas VPO	Residencial	Islas Baleares
165	Guardería el Viver	Educativo	Cataluña
166	Centro de transformación biomarkets y hub forestal	Educativo	Cataluña
167	Escuela Infantil Parque Venecia en Zaragoza	Educativo	Aragón
168	Transformación Plaza del Pueblo en Mallabia	Espacio público	País Vasco
169	CEIP Catalunya en Sant Cugat del Vallès	Educativo	Cataluña
170	Restaurante mirador en Etxauri	Hostelero	Comunidad Foral de Navarra
171	Polideportivo y piscinas Lasalle en Santa Cruz de Tenerife	Deportivo	Islas Canarias
172	Extensión del Hotel Palacio en Tondón en Briñas	Hostelero	La Rioja

#	Nombre del proyecto	Uso / Actividad	CCAA
173	Ampliación en altura del Hotel Reimar en Sant Antoni de Calonge	Hostelero	Cataluña
174	Centro de coworking Nest City Lab en Barcelona	Oficina	Cataluña
175	Centro social / edificio multiusos en Espejo	Multi-usos	País Vasco
176	Centro de investigación Micaela Portilla	Educativo	País Vasco
177	Centro Budista Dzamling Gar Gönpa	Religioso	Islas Canarias
178	Pistas cubiertas en Mutilva	Deportivo	Comunidad Foral de Navarra
179	Nave comercial Piensos Unamuno en Alsasua	Comercial	Comunidad Foral de Navarra
180	Frontón cubierto en Orkoien	Deportivo	Comunidad Foral de Navarra
181	Edificio de investigación Universidad Sant Cugat del Vallès	Educativo	Cataluña
182	Sede institucional Universidad de Vigo en el Berbés	Educativo	Galicia
183	Cubrición de los restos arqueológicos antigua Cilla del Monasterio de El Paular en Rascafría	Cultural	Comunidad de Madrid
184	Estación de servicio y gasolinera en Dantxarinea	Dotacional	Comunidad Foral de Navarra
185	Residencia para gente mayor en Hospitalet de l'Infant	Sanitario	Cataluña
186	Escuela infantil en La Teixonera	Educación	Cataluña
187	Plaza cubierta en Alsasua	Espacio público	Comunidad Foral de Navarra
188	Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Navarra	Educación	Comunidad Foral de Navarra
189	Fabrica de toneles en Navarrete	Industrial	La Rioja
190	Iglesia en San Pedro Regalado	Religioso	Castilla y León
191	Pista de patinaje cubierta en Artxanda	Deportivo	País Vasco
192	Pista cubierta en Instituto en Derio	Educación	País Vasco
193	Cubiertas y forjados Colegio Marianistas en Vitoria	Educación	País Vasco
194	Ampliación de Bodega Ramón Bilbao en Haro	Industrial / Hostelero	La Rioja
195	Polideportivo en Modúbar de la Cuesta	Deportivo	Castilla y León
196	Almacén y nave de exposición de madera en Ibiza	Industrial / Comercial	Islas Baleares
197	Bloque de pisos Flor de Lis en Manresa	Residencial	Cataluña
198	Polideportivo Cardenal Cisneros en Guadalajara	Deportivo	Castilla - La Mancha
199	Edificio central Bodega Docampo	Hostelero	Galicia
200	Edificio para guardas forestales en Estella	Dotacional	Comunidad Foral de Navarra
201	Polideportivo Salesianos en Sarriguren	Educación / Deportivo	Comunidad Foral de Navarra
202	Frontón en Clavijo	Deportivo	La Rioja
203	Centro comercial Venta Peio en Dantxarinea	Comercial	Comunidad Foral de Navarra
204	Edificio de oficinas en calle Áncora de Madrid	Oficina	Comunidad de Madrid
205	Polideportivo en Folgueroles	Deportivo	Cataluña
206	Polideportivo en Calafell	Deportivo	Cataluña
207	Bloque de pisos en calle Descalzos de Pamplona	Residencial	Comunidad Foral de Navarra
208	Escuela infantil de Lezkairu en Pamplona	Educación	Comunidad Foral de Navarra
209	Edificio de 32 viviendas en calle Layret de Sabadell	Residencial	Cataluña
210	Juan Valera 16 Studio & Home	Residencial y oficina	Madrid
211	Ikastola San Benito en Lazkao	Educación	País Vasco
212	Centro de jubilados en Orkoien	Dotacional	Comunidad Foral de Navarra
213	Edificio de 16 viviendas en el barrio del Polvorí en Barcelona	Residencial	Cataluña
214	Espacio público en Larrabetzu	Espacio público	País Vasco
215	Bloque de viviendas en calle Antonio González Tejedor	Residencial	Comunidad de Madrid
216	Pabellón Covid en Medina del Campo	Sanitario	Castilla y León
217	Bodega Protos	Hostelero	Castilla y León
218	Archivo histórico y biblioteca pública municipal de Baiona Sancti Spiritus	Rehabilitación	Galicia
219	Norvento Enerxía	Oficina	Galicia
220	Valle Salado de Añana	Rehabilitación	País Vasco
221	Financiera Maderera S.A. (FINSÁ)	Oficina	Galicia
222	Mirador Metropol Parasol	Espacio público	Andalucía
223	Santa María de Zumarraga. La Antigua	Rehabilitación	País Vasco
224	Museo del Jurásico de Asturias	Cultural	Principado de Asturias
225	Escuela infantil A Baiuca	Educativo	Galicia
226	Centro de interpretación de la Naturaleza de Salburúa	Cultural	País Vasco
227	Nau Gaudí	Industrial	Cataluña
228	Mercado de Santa Caterina	Dotacional	Cataluña
229	Albaola Itsas Kultur Faktoria	Industrial	País Vasco
230	Fundación Cerezales Antonino y Cinia	Cultural	Castilla y León

#	Nombre del proyecto	Uso / Actividad	CCAA
231	Restaurante Azurmendi	Hostelero	País Vasco
232	Montessori Schoolhouse	Educativo	La Rioja
233	Terminal de cruceros de Tenerife	Dotacional	Islas Canarias
234	Centro de salud y PAC de A Laracha	Sanitario	Galicia
235	La Arboleda del Sur	Hospedaje	La Rioja
236	Vinos y viandas	Comercial	Castilla y León
237	Terrero de lucha Perico Perdomo	Deportivo	Islas Canarias
238	La iglesia de Tas	Residencial	País Vasco
239	La Cristalera	Educativo	Comunidad de Madrid
240	Cabanas de Albeida	Hospedaje	Galicia
241	Pabellón de Chile	Cultural	Andalucía
242	Pabellón de Finlandia. FIDAS	Oficina	Andalucía
243	Pabellón de Hungría	Cultural	Andalucía
244	Pabellón de Japón	Efímera	Andalucía
245	Casas en Campezo	Residencial	País Vasco
246	Gridshell LIFE Lugo + Biodinámico	Industrial	Galicia
247	Caserío Zabalaga-Chillida Leku	Rehabilitación	País Vasco
248	Museu Casa de Fusta	Cultural	Cataluña
249	Polideportivo municipal Gallur	Deportivo	Comunidad de Madrid
250	Auditorio Parque del Paraíso	Cultural	Comunidad de Madrid
251	Polideportivo de Torla	Deportivo	Aragón
252	Institut públic Serra de Noet	Educativo	Cataluña
253	Dinamo fisioterapia	Sanitario	Galicia
254	Argumosa	Residencial	Comunidad de Madrid
255	Pabellón de España en la Exposición de Milán	Efímera	Milán (Italia)
256	Edificio residencial en Gracia	Residencial	Cataluña
257	6x6 block residence	Residencial	Cataluña
258	Supervised residence in Azpilagaña	Residencial	Comunidad Foral de Navarra
259	Loft Granados	Residencial	Cataluña
260	NaturKlima Fundazioa	Oficina	País Vasco
261	Creixem jugant	Educativo	Cataluña
262	20 vivienda sociales	Residencial	Principado de Asturias
263	Pabellón municipal Valle San Lorenzo	Deportivo	Islas Canarias
264	Centro de día Meliana	Sanitario	Comunidad Valenciana
265	Eira De Asorei	Industrial	Galicia
266	65 viviendas sociales VPO	Residencial	País Vasco
267	Oficinas T3 Diagonal Mar en Barcelona	Oficina	Cataluña
268	Centro Comercial Parque Way en Dos Hermanas	Comercial	Andalucía
269	Polideportivo en Carcedo	Deportivo	Castilla y León
270	Centro Comercial Leroy Merlín en León	Comercial	Castilla y León
271	Centro Comercial Leroy Merlín en Jaén	Comercial	Andalucía
272	Centro Comercial Leroy Merlín en Adeje	Comercial	Islas Canarias
273	Centro Comercial Leroy Merlín en Nigrán	Comercial	Galicia
274	Centro Comercial Parque de Medianas en Adeje	Comercial	Islas Canarias
275	Centro Comercial Bauhaus en Leganés	Comercial	Comunidad de Madrid
276	Reforma Centro Comercial Parque Corredor	Comercial	Comunidad de Madrid
277	Rehabilitación ayuntamiento	Rehabilitación	Castilla y León
278	Centro cultural	Cultural	Castilla y León
279	Rehabilitación para Hotel Rural	Rehabilitación	Castilla y León
280	Lignum Building	Residencial	Cataluña
281	Muros de Nalón Passive	Residencial	Principado de Asturias
282	Alkiza CEIP	Educativo	País Vasco
283	Archivo municipal Ripollet	Dotacional	Cataluña
284	Viviendas sociales en Cornellá	Residencial / Comercial	Cataluña
285	El Molinar	Residencial	Islas Baleares
286	Edificio Ca2d Arquima-H	Oficina	Cataluña
287	Base SAMU 061	Sanitario	Islas Baleares
288	Hotel Anthelia Costa Adeje	Hostelero	Islas Canarias

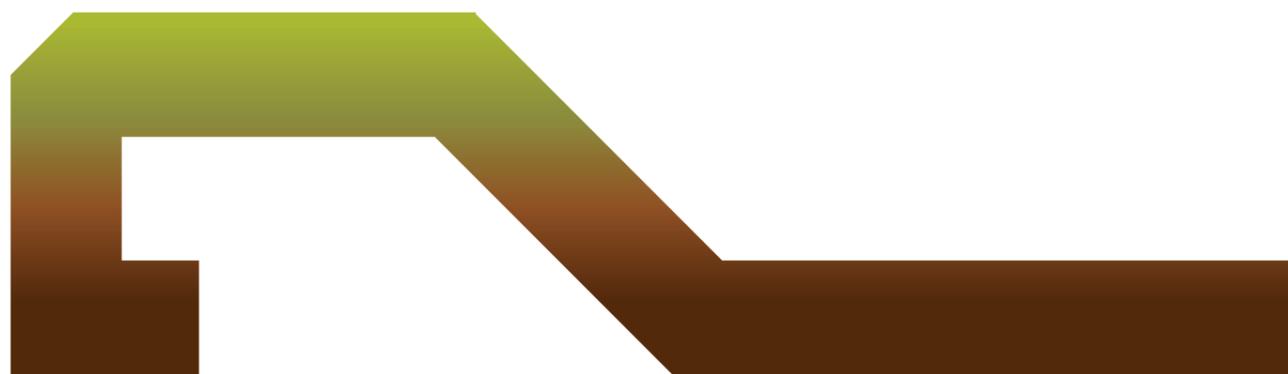
#	Nombre del proyecto	Uso / Actividad	CCAA
289	Melcior de Palau	Residencial	Cataluña
290	10 viviendas VPO en calle Pere Estelrich Fuster	Residencial	Islas Baleares
291	35 viviendas VPO en calle Pintor Vives	Residencial	Islas Baleares
292	35 viviendas VPO en calle Fornaris	Residencial	Islas Baleares
293	Oficinas en calle Pamplona 64	Oficina	Cataluña
294	17 viviendas VPO en calle Alacant	Residencial	Islas Baleares
295	Tolosa Txotxongilo	Dotacional	País Vasco
296	Escuela Laskorain en Tolosa	Educativo	País Vasco
297	Usurbil Potxonia	Dotacional	País Vasco
298	Larrabetzu Azurmendi II	Dotacional	País Vasco
299	Escuela Digipen en Zierbena	Educativo	País Vasco
300	Zaldibar Haurreskola	Educativo	País Vasco
301	Escuela Zubieta en Donostia	Educativo	País Vasco
302	Edificio de viviendas en Palma de Mallorca	Residencial	Islas Baleares
303	Bohaus en Pozuelo de Alarcón	Residencial	Comunidad de Madrid
304	Vivienda entre medianeras en Ourense	Residencial	Galicia
305	Borja Borsao Fase 2 en Zaragoza	Dotacional	Aragón
306	Piscina Cartama en Málaga	Deportivo	Andalucía
307	CAT Girona Capdeferro CLT	Residencial	Cataluña
308	Escuela Berakruz en Markina	Educativo	País Vasco
309	CAT Sant Cugat 9 viviendas	Residencial	Cataluña
310	Jeanologia Paterna en Valencia	Dotacional	Comunidad Valenciana
311	Carmelitas en Zumaia	Rehabilitación	País Vasco
312	Emakumearen Etxea en Errentería	Dotacional	País Vasco
313	Ala Sur San Domingos Bonaval	Rehabilitación	Galicia
314	Usurbil IES en Lasarte	Educativo	País Vasco
315	Aallende HE2 en Gernika	Dotacional	Cataluña
316	CAT BCN Parets del Vallès complex esportiu	Dotacional	Cataluña
317	CAT Barcelona en calle Nicaragua	Dotacional	Cataluña
318	CAT Berga en calle Rasa del Cassot	Dotacional	Cataluña
319	Edificio de viviendas en Sabadell	Residencial	Cataluña
320	CAT Reus Centro de día Alzheimer	Dotacional	Cataluña
321	Albergue Moana en Sopelana	Hospedaje	País Vasco
322	Joseba Deunaren Kalea 3 en Mundaka	Residencial	País Vasco
323	CAT Sabadell Fira Fes Salut	Dotacional	Cataluña
324	Pérgolas de Plaza España en Santa Cruz de Tenerife	Rehabilitación	Islas Canarias
325	Remonta de edificio en la calle Aragón en Barcelona	Residencial	Cataluña
326	CAT Polideportivo Canyelles	Deportivo	Cataluña
327	Pista deportiva Cerro de Santa Catalina en Gijón	Educativo	Principado de Asturias
328	Centre de vida comunitària de Trinitat Vella	Dotacional	Principado de Asturias
329	Santiago de Compostela Aplicagal suministro	Dotacional	Galicia
330	Puente da Barca Kit en Pontevedra	Dotacional	Galicia
331	Pista deportiva en Munilla	Educativo	La Rioja
332	Lemoa Abadetxe	Dotacional	País Vasco
333	CAT Reiells Ferrer	Dotacional	Cataluña
334	El Ardal 2 en Madrid	Dotacional	Comunidad de Madrid
335	CAT Badalona Escola Sant Jaume	Educativo	Cataluña
336	Gasteiz Arkaute Neiker	Dotacional	País Vasco
337	Polideportivo Arona en Tenerife	Educativo	Islas Canarias
338	CEIP Alkiza	Educativo	País Vasco
339	CEIP Lemoiz	Educativo	País Vasco
340	Escola Marratxí en Mallorca	Educativo	Islas Baleares
341	CEIP La Portalada en Altafulla	Educativo	Cataluña
342	Escuela de Diseño en Zorrozaure	Educativo	País Vasco
343	Go-Fit en Alcalá de Henares	Dotacional	Comunidad de Madrid
344	CPI Samaniego en Gasteiz	Dotacional	País Vasco
345	Escola Luis Viñas i Viñoles en Mora d'Ebre	Educativo	Cataluña
346	CAT Barcelona Can Carol	Dotacional	Cataluña

#	Nombre del proyecto	Uso / Actividad	CCAA
347	Almeria Mirador en Paterna	Dotacional	Andalucía
348	Altzo Patio Ikastola	Educativo	País Vasco
349	Berriatua Astarrika Modulo	Dotacional	País Vasco
350	Hotel Aringal en Lugo	Hostelero	Galicia
351	Escola Mura	Educativo	Cataluña
352	Baqueira cafeteria 2200m	Hostelero	Cataluña
353	CAT Castelldefels Edificio República	Dotacional	Cataluña
354	CAT Granollers Fustes Centrals Kit	Dotacional	Cataluña
355	Abusu Ikastola Kirol Pista en Bilbo	Deportivo	País Vasco
356	Hotel Balneario Yémeda	Hostelero	Castilla-La Mancha
357	Harri Berri Indenort en Donostia	Dotacional	País Vasco
358	Hotel Briones	Hostelero	La Rioja
359	CAN Lanzarote Playa Blanca	Dotacional	Islas Canarias
360	Anexo a Centro cívico Cadreita	Dotacional	Comunidad Foral de Navarra
361	Bodegas Badiola en Eskuernaga	Industrial	País Vasco
362	Benirredra Esclavas en Valencia	Dotacional	Comunidad Valenciana
363	Aula Natura en Les Franqueses del Vallès	Dotacional	Cataluña
364	Plaza Soller de Nou Barris en Barcelona	Espacio público	Cataluña
365	Athletic Instalaciones MIE en Lezama	Deportivo	País Vasco
366	Hotel en O Pedrouzo	Hostelero	Galicia
367	Colegio Nazaret Los Realejos en Tenerife	Educativo	Islas Canarias
368	Zamudio Apnabi Modulos	Dotacional	País Vasco
369	Club Natación Barcelona	Deportivo	Cataluña
370	Oficina Comercial Eskuernaga Badiola	Oficina	País Vasco
371	Agricultura Creativa en Lezama	Agrícola	País Vasco
372	Centro de jardineria Kit en Santa Cristina d'Aro	Dotacional	Cataluña
373	Abadiño Muntzarats Juegos Infantiles	Dotacional	País Vasco
374	CAT Barcelona Vic Biblioteca	Dotacional	Cataluña
375	CAT Riells Viabrea CAP	Sanitario	Cataluña
376	Bodega Albet i Noya en Subirats	Industrial	Cataluña
377	Ampliación de Escuela Nevers en Durango	Educativo	País Vasco
378	24 Viviendas IBAVI en Ibiza	Rehabilitación	Islas Baleares
379	Colegio Alemán en Esplugues de Llobregat	Educativo	Cataluña
380	Piscina Sant Josep en Ibiza	Deportivo	Islas Baleares
381	Bolera en Corrales de Buelna	Dotacional	Cantabria
382	Polideportivo Urnieta	Deportivo	País Vasco
383	Parque La Floresta, San Adrian, en Bilbao	Espacio público	País Vasco
384	Novelda Carmencita en Alicante	Dotacional	Comunidad Valenciana
385	Berriatua Herri Ikastetxea	Dotacional	País Vasco
386	Parque de bomberos en Arratzu	Dotacional	País Vasco
387	Casal d'entitats en Barcelona	Dotacional	Cataluña
388	CAT Cardedeu 20 Viviendas	Residencial	Cataluña
389	Pista Deportiva IES en Elgoibar	Deportivo	País Vasco
390	Pasaje Regente Mendieta 7 en Barcelona	Residencial	Cataluña
391	CAT Olesa de Bonesvalls Pista	Deportivo	Cataluña
392	Barcelona Galenicum	Dotacional	Cataluña
393	48 viviendas IBAVI en Magaluf	Residencial	Islas Baleares
394	Ocisa CLT Kit en Aranda de Duero	Dotacional	Castilla y León
395	Jeroni Pujades, Sant Cugat del Vallès	Residencial	Cataluña
396	Piscina del polideportivo Playa Blanca en Yaiza, Lanzarote	Deportivo	Islas Canarias
397	Iruñea Salesas	Educativo	Comunidad Foral de Navarra
398	Sindicat en Llanerres	Dotacional	Cataluña
399	Hangar en Igualada	Dotacional	Cataluña
400	4 viviendas VPO en Garralda	Residencial	Comunidad Foral de Navarra
401	Oficinas Vega en Sant Cugat del Vallès	Oficina	Cataluña
402	Fundesplai en El Prat de Llobregat	Dotacional	Cataluña
403	Parque de bomberos en Solsona	Dotacional	Cataluña
404	CAT Vilobí d'Onyar CIM La Selva	Dotacional	Cataluña

#	Nombre del proyecto	Uso / Actividad	CCAA
405	CBC Segro Amazon en Barcelona	Comercial	Cataluña
406	UTE Ribera Nervion en Barakaldo	Dotacional	País Vasco
407	Laudio Aiaraldea Jolasparkea	Dotacional	País Vasco
408	Escola bressol en Tarragona	Educativo	Cataluña
409	L'illa Pabellón Deportivo en Barcelona	Deportivo	Cataluña
410	UHU Aula en Huelva	Educativo	Andalucía
411	Togores en Mallorca	Residencial	Islas Baleares
412	9 viviendas en calle Txabarri en Sestao	Residencial	País Vasco
413	Impacto 0 en Las Rozas	Residencial	Comunidad de Madrid
414	Pons i Clerch, Barcelona	Residencial	Cataluña
415	CEPA Magaluf	Dotacional	Islas Baleares
416	Centro de mayores Ciudad Lineal en Madrid	Dotacional	Comunidad de Madrid
417	Patio Ikastola Intxaurren en Donosti	Dotacional	País Vasco
418	Montserrat 206, Barcelona	Residencial	Cataluña
419	9 viviendas VPO Bera Haika	Residencial	Comunidad Foral de Navarra
420	Formentera Mar Capital 34 Viviendas	Residencial	Islas Baleares
421	Barcelona Hines	Dotacional	Cataluña
422	Escola Garbí en Esplugues de Llobregat	Educativo	Cataluña
423	Instituto Tiana en Barcelona	Educativo	Cataluña
424	Mobiliario de la Plaza Soller en Barcelona	Espacio público	Cataluña
425	Escuela Jacint Verdaguer en La Granada del Penedès	Educativo	Andalucía
426	Klima Aldaketa Eraikina en Donostia	Dotacional	País Vasco
427	17 viviendas Quality VIP Vallès en Granollers	Residencial	Cataluña
428	Pista deportiva en Vilallonga de Ter	Deportivo	Cataluña
429	Idiakez Ederra en Azkoitia	Rehabilitación	País Vasco
430	Goizeko Izarra en Mutriku	Dotacional	País Vasco
431	24 viviendas Lucernarios en Ibiza	Residencial	Islas Baleares
432	43 viviendas Lucernarios en Ibiza	Residencial	Islas Baleares
433	Pista deportiva en Porqueres	Deportivo	Cataluña
434	Gimnasio Pius Font i Quer en Solsona	Deportivo	Cataluña
435	Polideportivo Luzaro en Deba	Deportivo	País Vasco
436	CAP en Tona	Sanitario	Cataluña
437	Astillero Estabilizador en Lekeitio	Dotacional	País Vasco
438	Colegio Cristobal Gamon en Erretereria	Educativo	País Vasco
439	CEIP Samaniego Patio en Tolosa	Educativo	País Vasco
440	Irura Udaletxea	Dotacional	País Vasco
441	Casa de la Cultura en Zamora	Cultural	Castilla y León
442	Artxandape Ikastola Fase 1 en Bilbao	Educativo	País Vasco
443	10 viviendas VPO en Irun	Residencial	País Vasco
444	Polideportivo Cuatro Caminos en Madrid	Deportivo	Comunidad de Madrid
445	Tinglados F1 en Barcelona	Dotacional	Cataluña
446	Jesuitak F2 en Durango	Rehabilitación	País Vasco
447	Jesuitak F4_6 en Durango	Rehabilitación	País Vasco
448	Irurzun Barazkigune	Dotacional	País Vasco
449	Los Chopos, Getxo	Residencial	País Vasco
450	Txintxirri Escuela Ii en Elorrio	Educativo	País Vasco
451	CLT Kit en Zaragoza	Dotacional	Aragón
452	CEIP Gorondagane en Sondika	Educativo	País Vasco
453	Artxandape Ikastola Fase 2 en Bilbao	Educativo	País Vasco
454	Fortea, Madrid	Dotacional	Comunidad de Madrid
455	Centro Asturiano en Barcelona	Dotacional	Cataluña
456	Residencia en Morata de Jalón	Dotacional	Aragón
457	Tinglados F1 en Barcelona	Dotacional	Cataluña
458	Lucernarios en la calle Venezuela en Barcelona	Rehabilitación	Cataluña
459	Escola Arnau Berenguer en Palau Anglesola	Educativo	Cataluña
460	Cuartel Pontoneros en Zaragoza	Dotacional	Aragón
461	BCN Museo Disseny Kit	Cultural	Cataluña
462	Talco Cohousing	Residencial	Comunidad de Madrid

#	Nombre del proyecto	Uso / Actividad	CCAA
463	Campus Mango en Barcelona	Dotacional	Cataluña
464	Palma Ohlab Francesc Borja	Dotacional	Islas Baleares
465	Polideportivo Merinals en Sabadell	Deportivo	Cataluña
466	Arratzu Belendiz Aterpe	Dotacional	País Vasco
467	El Enebral, El Escorial	Dotacional	Comunidad de Madrid
468	Escuela Antaviana en Barcelona	Educativo	Cataluña
469	Plaza del Ajedrez en Getxo	Espacio público	País Vasco
470	Centro de salud en Orellana	Sanitario	Extremadura
471	Edificio COAM en Teruel	Dotacional	Aragón
472	18 viviendas IBAVI en Esporles	Residencial	Islas Baleares
473	Polideportivo San Fernando en Petrer	Deportivo	Comunidad Valenciana
474	Comisaría de los Mossos en Torredembarra	Dotacional	Cataluña
475	Portua Kit en Orio	Dotacional	País Vasco
476	Edificio de la Diputación en Bilbao	Dotacional	País Vasco
477	Palacio Zarautz en Getaria	Rehabilitación	País Vasco
478	Casernes en Barcelona	Residencial	Cataluña
479	Padre Jesús 8 en Madrid	Residencial	Comunidad de Madrid
480	Gimnasio Goodall en Madrid	Deportivo	Comunidad de Madrid
481	Guinardó Alfarrás	Rehabilitación	Cataluña
482	Pabellon Parc Onze en Blanes	Deportivo	Cataluña
483	Jakintza Ikastola en Donosti	Educativo	País Vasco
484	Placido Mujika en Urnieta	Dotacional	País Vasco
485	Base SAMU 061, Sant Francesc Xavier en Formentera	Sanitario	Islas Baleares
486	Ampliación del Centro de salud O Porriño	Sanitario	Galicia
487	42 viviendas VPO en la calle Pallars en Barcelona	Residencial	Cataluña
488	45 viviendas VPO en la calle Marroc en Barcelona	Residencial	Cataluña
489	24 viviendas VPO en la calle Binèfar en Barcelona	Residencial	Cataluña
490	40 viviendas VPO en Passatge d'Arriassa en Barcelona	Residencial	Cataluña
491	Recinto Ferial de Marbella	Comercial	Andalucía
492	Recinto Ferial de Soria	Comercial	Castilla y León
493	10 viviendas VPO en la calle Pere Estelrich Fuster en Santa Margalida (Mallorca)	Residencial	Islas Baleares
494	35 viviendas VPO en la calle Pintor Vives en Es Castell (Menorca)	Residencial	Islas Baleares
495	35 viviendas VPO en la calle Fornaris en Palma de Mallorca	Residencial	Islas Baleares
496	Oficinas en la calle Pamplona 64 en Barcelona	Oficina	Cataluña
497	17 viviendas VPO en la calle Alacant, Sant Ferran de ses Roques (Formentera)	Residencial	Islas Baleares
498	Palacio Congresos de Teruel	Comercial	Aragón
499	Pabellón de la Navegación EXPO 1992	Efímera	Andalucía
500	Impluvium - Centro Comunitario en Reinos	Dotacional	Cantabria
501	Piscina en A Laracha	Deportivo	Galicia
502	Polideportivo San Diego	Deportivo	Galicia
503	Bodegas Arínzano	Industrial	Navarra
504	Polideportivo en A Zapateira	Deportivo	Galicia
505	Rehabilitación en Hondarribia	Rehabilitación	País Vasco

# SOLUCIONES ESTRUCTURALES Y CONSTRUCTIVAS



## ANTECEDENTES

Hasta la década de 2010 el uso de la madera como material estructural en edificación en España se restringía casi exclusivamente a los campos de estructuras de cubierta, cubiertas de grandes luces y viviendas unifamiliares. El empleo de soluciones estructurales con madera en entornos urbanos se limitaba al campo de la rehabilitación y no había casos de edificaciones contemporáneas de mediana<sup>1</sup> altura.

Esta situación contrastaba con la profusión, hasta el siglo XIX, de soluciones con madera para edificaciones urbanas, en muchos casos combinándose soluciones de muros portantes de fábrica o entramado de madera con diversas soluciones de forjados de madera maciza.

Hasta la entrada en vigor del **Código Técnico de la Edificación (CTE)** en el año 2006 y la primera versión de su documento **DB-SE-M Seguridad estructural Madera**, no existía en España una norma específica que regulase el diseño, cálculo y construcción de estructuras de madera. Existía únicamente una Norma Tecnológica de la Edificación del año 1975, **NTE-EME**, para “**Estructuras de Madera**” pero que únicamente abordaba el diseño y cálculo de encofrados de madera para estructuras de hormigón. El proyecto de estructuras de madera en sí se realizaba hasta entonces siguiendo o las prescripciones de normativas extranjeras o de los primeros borradores y versiones del Eurocódigo 5 **EN 1995 Proyecto de estructuras de madera**.

A productos de madera para uso estructural con una larga tradición como la madera maciza, la madera laminada (existente desde 1906), la madera microlaminada (existente desde 1975) y diversas familias de tableros estructurales (de chapas, de virutas, de fibras), se les une a finales de la década de 1990 la madera contralaminada o CLT (*Cross Laminated Timber*). En sus comienzos este producto de origen austriaco es producido únicamente en Centroeuropa, pero paulatinamente su comercialización y uso (primero) y su producción (a continuación) se extienden al resto del continente y del mundo. En el caso español las primeras fábricas de madera contralaminada con madera local se abren en los años 2008 (Egoin), 2016 (Fustes Sebastia) y 2021 (Xilonor).

La finalización en el año 2009 del edificio de viviendas Murray Grove de Waugh Thistleton Architects en Londres, un edificio exento de nueve pisos de altura y con una estructura construida casi exclusivamente con madera contralaminada, renueva a nivel internacional el interés por las posibilidades de las estructuras de madera en general, y de madera contralaminada en particular, para edificios de mediana altura en entornos urbanos.

A partir de este momento se observa también a nivel internacional un creciente interés por la construcción de edificios en altura<sup>2</sup> con madera, casi siempre combinando elementos de madera laminada y/o contralaminada con elementos de hormigón y/o acero en sistemas mixtos o híbridos, habiéndose alcanzando a día de hoy (diciembre de 2023) los 24 pisos y 86,6 metros de altura.

En paralelo a estos desarrollos a nivel normativo, de desarrollo de productos y tipológicos, es de destacar también el salto cuantitativo y cualitativo experi-

1 Edificio de pequeña altura: hasta cuatro pisos de altura.  
Edificio de mediana altura: de cinco hasta diez pisos de altura.  
2 Edificio en altura: edificio de más de diez plantas de altura.

mentado en el campo de los medios de unión para estructuras de madera en las últimas décadas. La variada paleta y altas prestaciones de los medios de unión actuales son la otra cara de la moneda imprescindible para posibilitar el diseño y construcción de estructuras de madera cada vez más exigentes y de mayor envergadura.

En este capítulo se describen y analizan las soluciones estructurales y constructivas prevalentes que los desarrollos arriba citados han posibilitado hasta el momento en España. Los conceptos descritos en el texto se referencian con edificaciones construidas en nuestro país que los ejemplifican y están recogidas en el directorio de proyectos.

La exposición se organiza en cuatro grandes grupos: **estructuras de cubierta de grandes luces, rehabilitación y redensificación urbana, edificios de mediana altura y equipamientos de gran volumen**. Se ha adoptado esta división debido a que las soluciones técnicas para cada uno de estos grupos responden a condicionantes específicos propios que, salvo excepciones, son difícilmente transferibles a los otros tres.

No se ha abordado sistemáticamente el campo de la vivienda unifamiliar debido a que, salvo excepciones a las que se hace referencia puntualmente, su pequeña dimensión provoca que sus soluciones estructurales y constructivas sean menos demostrativas de los desarrollos citados que las de los grupos analizados.

## ESTRUCTURAS DE CUBIERTA DE GRANDES LUCES

Tradicionalmente la madera, y especialmente la madera laminada encolada, es un material que se presta especialmente bien para la construcción de cubiertas en general y cubiertas de grandes luces en particular.

Ello se debe por una parte a la ligereza (reducido peso propio) del material en sí y por otra al hecho de que la madera es especialmente eficiente a la hora de soportar cargas de corta duración. Es precisamente en el campo de las cubiertas de grandes luces dónde estos dos parámetros se conjugan: las cargas permanentes se deben principalmente al peso propio de la estructura misma (y éste debe ser lo más reducido posible) y el resto de cargas actuantes (nieve, viento, sismo) son de corta o muy corta duración y la madera es muy eficiente a la hora de soportarlas.

Por ello éste es uno de los campos en los que, antes del advenimiento del CTE o la irrupción de la madera contralaminada, soluciones con madera aserrada y madera laminada eran ya comunes en nuestro país.

De este hecho dan fe numerosos ejemplos construidos<sup>3</sup> en nuestro país antes de la década de 2010 (491) (492) (498) (499) (501) (504) y también en los últimos años (217) (246) (500), desde edificación industrial a recintos deportivos, pasando por bodegas (217) (503).

<sup>3</sup> Ejemplos construidos identificados entre paréntesis (XXX) y numeración acorde a la lista exhaustiva de proyectos del capítulo 6.

La ausencia de problemas de corrosión del material, en comparación con estructuras de acero, ha posicionado a la madera como solución idónea para programas con ambientes corrosivos, como tradicionalmente se encontraban en explotaciones vinculadas a la sal (220) y actualmente por presencia de cloro en instalaciones como piscinas (102) (501) (502), spas o balnearios.

Es interesante también citar la reciente incorporación de estructuras de madera para el uso de parque de bomberos (107), un caso ejemplificador del proceso de recuperación de confianza en el material y al mismo tiempo afirmación de su buen comportamiento en caso de incendio.

Los sistemas estructurales adecuados para este tipo de cubiertas son todos aquellos que permitan salvar grandes luces con un reducido peso propio. Hasta luces de alrededor de 25 metros diferentes variedades de pórticos son habituales.

Para luces mayores, o por motivos de diseño, y dado que en la mayor parte de estos edificios reducir el canto de la solución estructural no es un condicionante relevante (como sí lo es en el caso de estructuras de pisos), dos opciones se ofrecen al proyectista como inmediatas: vigas de gran canto de materiales ligeros y soluciones aligeradas de gran canto (celosías, vigas con tirantes).

Las vigas de gran canto (107) (500) (501) son una solución casi natural con madera laminada, ya que el propio proceso de fabricación del material se basa en “apilar” y encolar capas de madera, y, debido a la baja densidad del material en sí, la solución puede resultar sencilla y económica a pesar de hacer un uso intensivo de madera. Cantos de hasta 2,4 metros de altura son posibles con madera laminada.

La alternativa con cerchas (226) u otro tipo de soluciones aligeradas, como sistemas con tirantes inferiores (492), optimiza el uso del material a costa de incrementar el número de uniones necesarias para unir barras entre sí y los costos asociados. Llevando esta estrategia de aligeramiento y triangulación con barras a soluciones de carácter tridimensional se llega al campo de las mallas espaciales, tipología estructural de la que se han construido ejemplos pioneros con madera en España (504).

Otra posibilidad es trabajar con la geometría de la estructura en sí, buscando formas estructurales que minimicen los esfuerzos de flexión y, fabricando piezas curvas de madera laminada, dar lugar a sistemas de arco (217) (491) muy efectivos y de alta esbeltez con los que se pueden alcanzar grandes luces. Llevando esta estrategia un paso más allá, y aplicándola a geometrías curvas tridimensionales, se llega al campo de las láminas reticuladas de madera (*gridshells*) de una gran eficiencia estructural, aún no muy habituales en nuestro territorio, pero de las que ya se han construido ejemplos muy interesantes en nuestro país (246) y que muestran las enormes capacidades que modernos métodos de diseño y fabricación digitales ofrecen a día de hoy.

## REHABILITACIÓN Y REDENSIFICACIÓN URBANA

Al uso de madera aserrada y laminada en el campo de la rehabilitación y redensificación urbana, se les unió a finales del siglo pasado la nueva opción de la madera contralaminada, principalmente usada en soluciones de forjado. En un principio se trataba de productos importados de Centroeuropa y en una primera fase proyectistas y constructores tomaron contacto con el producto y sus ventajas asociadas (ligereza, rapidez de montaje, construcción seca) en este tipo de actuaciones, además de experimentar con ella en el campo de las viviendas unifamiliares.

Ha sido también preferentemente en proyectos de rehabilitación (277) (505) y ampliación (172) dónde se ha optado por la combinación sistemática de estructuras metálicas (pilares y vigas de acero) con forjados de madera contralaminada. Por razones proyectuales o meramente debido al reducido espacio disponible, son estas soluciones en las que se minimizan la presencia de elementos de soporte vertical y los cantos de viga, combinando acero y madera contralaminada en una construcción prefabricada y en seco.

Un campo ya establecido en Centroeuropa y emergente en nuestro país es el de soluciones de sobreelevación o remontas con madera, generalmente de uno o dos nuevos niveles sobre construcciones ya existentes. Ya hay ejemplos en España combinando madera laminada y entramados ligeros (259), con madera contralaminada (173) o soluciones porticadas con productos innovadores como la madera microlaminada de haya (*BauBuche*) (288). En todos estos casos la importancia de obtener una solución estructural ligera es primordial, debido generalmente a las limitadas reservas de capacidad portante de las construcciones existentes que se remontan o de sus cimientos.

Otra estrategia emergente de redensificación, se basa en recuperar edificios existentes conservando su envolvente y añadiendo construcciones interiores de madera contralaminada (174) o sistemas porticados (111).

Se puede afirmar que soluciones de rehabilitación (23) (36) (182) (277) (279) (313) (505), sobreelevación o remonta (173) (259) (288), ampliación (101) (172) (221) (234) (423), redensificación (111) (174) (254), y construcción conservando fachadas existentes (16) (289) están ya establecidas en territorio nacional y se perfilan como soluciones de futuro en un contexto de recuperación y mantenimiento del tejido urbano existente.

La necesaria ligereza estructural, precisión, flexibilidad, posibilidades de prefabricación, rapidez de montaje y reducido impacto ambiental de la obra (evitar ruido, polvo, etc.) son los factores principales que favorecen el optar por soluciones con productos de madera para este tipo de operaciones.

## EDIFICIOS DE MEDIANA ALTURA

Es en el campo de los edificios de mediana altura de nueva planta dónde desde 2010 se observan los avances más relevantes en España, desde la práctica inexistencia de edificios con madera de este tipo hasta su establecimiento a día de hoy como una opción a tener en cuenta y con muchas posibilidades de futuro.

Es en el año 2011 cuando se construye el primer ejemplo contemporáneo de edificación residencial de mediana altura con madera y un total de cinco plantas (245), una estructura de cuatro plantas de madera contralaminada con la planta baja en hormigón armado.

Entre los años 2014 y 2015 se dan también las primeras experiencias contemporáneas de soluciones “sólo madera” para edificios de pisos, con entramados madera laminada de cinco plantas (256) y estructuras de madera contralaminada de cuatro plantas (210) pero en el campo de la vivienda unifamiliar entre medianeras.

Es en el año 2014 cuando se da el salto a las seis plantas de altura con la construcción de un edificio de nueve viviendas (63) con una estructura íntegramente en madera contralaminada.

A partir de este punto, y hasta el año 2021, ejemplos de edificios de este orden de magnitud se extienden por el territorio nacional, con hasta seis plantas de altura (41) (59) (114) (125) (257) (266) (280) (284) o siete en total, con una planta baja en hormigón armado (1H) y seis en madera (6M) (124). En cuanto a volumen de construcción en madera destacan los casos en 2017 de 65 viviendas en Hondarribia (266) en un edificio de cinco alturas (1H + 4M) y 8284 m<sup>2</sup> de superficie construida, y el de 85 viviendas en Cornellà de Llobregat (284) en 2021 con 12.815 m<sup>2</sup> construidos en un edificio de seis alturas (1H + 5M)

El límite en altura se rompe de nuevo en 2021 al alcanzarse las ocho plantas en total en un edificio de 1H+7M (38) y en 2023 dos proyectos en obra alcanzan el límite de ocho plantas de madera en altura (55) (56) para edificios de un total de nueve alturas (1H+8M).

Se puede por ello afirmar que, a día de hoy, y después de una primera fase de introducción, los edificios de mediana altura con soluciones estructurales de madera son una opción también a tener en cuenta en nuestro país.

En el caso español destaca el desarrollo de la construcción en altura con madera contralaminada vinculada por una a parte a obras de rehabilitación (como los ejemplos citados en el punto anterior) y por otra a edificios de vivienda urbanos con al menos una medianera.

Bajo estos condicionantes la madera en general (y la madera contralaminada en particular) muestra su potencial y sus ventajas de prefabricación, obra seca, flexibilidad y capacidad de adaptación a geometrías de parcela irregulares.

Los ejemplos de edificación exenta son inicialmente mucho menos numerosos que en países centroeuropeos y se vinculan, aparte de casos puntuales de

vivienda (266), a casos de equipamientos y centros educativos (108) aunque después de un período de introducción tecnológica se da también el salto a edificios exentos y de volúmenes importantes (284). El edificio para Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Pública de Navarra (188) se encuentra en obra (diciembre 2023) y alcanzará los 16.454 m<sup>2</sup> de superficie construida con una estructura híbrida madera-hormigón.

En cuanto a sistemas constructivos predomina para el uso vivienda, y con mucha diferencia, el uso de la madera contralaminada para elementos verticales y horizontales, aunque existen también ejemplos de edificios de entramado ligero (16) (286) y de entramado pesado (114). Es decir, algunas posibilidades materiales y técnicas (entramado ligero y pesado) ya estaban ahí, pero fue la irrupción de la madera contralaminada la que facilitó el “redescubrimiento” general de las posibilidades de otras soluciones en madera para la construcción de mediana altura.

Es en edificios para uso oficina (98) (267) o dotacional (188) donde se observa una decidida apuesta por sistemas porticados, claramente para evitar muros portantes en el interior de los edificios, lo que comprometerían la flexibilidad de uso de las plantas.

En el caso de las soluciones con madera contralaminada se observa un cierto desarrollo desde las primeras soluciones “todo CLT” con sistemas “caja” y cortas luces (63) hasta el día de hoy, dónde los sistemas con CLT se combinan libremente con vigas y pilares laminados en función de los intereses de proyecto, con el objetivo de disponer de espacios interiores más diáfanos o flexibles (284) o fachadas abiertas (257).

La madera contralaminada ha pasado de usarse inicialmente como un “sistema cerrado 100% CLT” a ser utilizado como un elemento (para muros y/o forjados) que se combina con otros elementos (madera laminada / acero / hormigón) para dar lugar a sistemas versátiles en función del proyecto.

En todos los ejemplos construidos hasta el momento, e independientemente del uso del edificio, la altura de evacuación es inferior a 28 m, alcanzándose el límite de 27,5 m (56), lo que corresponde a resistencias al fuego de 90 minutos para usos Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente y Administrativo, acorde al *DB-SI Seguridad en caso de incendio* español. Superar este límite supondría tener que garantizar 120 minutos de resistencia para esos usos, así como (y mucho más relevante a nivel de inversión) contar con ascensor de emergencia, escaleras especialmente protegidas y posibilidad de paso a un sector de incendio alternativo. En otros países este límite para definir edificios “en altura” (y similares requerimientos asociados) se sitúa por ejemplo en los 22 m, casos de Alemania o Austria, lo que favorece la construcción de edificios ligeramente más altos en territorio nacional que en Centroeuroa.

Relevante es que el límite en altura para la construcción con madera en la actualidad está más influenciado por las normas de protección contra incendios, que condicionan los requerimientos generales de diseño del edificio y el nivel de inversión asociado al mismo, que por las posibilidades estructurales del material mismo, que permitirían mayores alturas sin problemas.

En el caso español llama la atención la profusión de núcleos de comunicación y cajas de ascensor en CLT (40) (41) (63) (66) (98) (124) (172) (266) (279) (284). En contadas ocasiones se recurre a núcleos de hormigón armado (24) (188) (289) o bloques de hormigón (59). Ello se debe a la no-prescripción específica de materiales no combustibles para este tipo de elementos, como si pasa en otros países en Centroeuroa. Ello provoca un menor nivel de hibridación madera-hormigón en el caso español.

Llama también la atención la escasa presencia en España de forjados mixtos madera-hormigón, muy populares en Centroeuroa. Se usan en territorio nacional debido a situaciones particulares como casos de rehabilitación, combinación de luces medias y cargas de uso público (313) o soluciones particulares para forjados de vivienda unifamiliar (304). Las razones son varias: de índole estructural (reducidas luces, raramente superiores a los 6 m) pero sobre todo reducidos requerimientos acústicos y de vibraciones. Los requerimientos de protección acústica son en España relativamente bajos en una comparativa internacional.

En el caso de luces de forjado altas se opta también por soluciones de forjados nervados para alcanzar los 9,6 metros de luz y cargas de edificio de oficina (98).

## EQUIPAMIENTOS DE GRAN VOLUMEN

Los desarrollos tecnológicos ligados a las estructuras de madera en las últimas décadas, unidos a una renovada confianza en el material y las experiencias en los campos de estructuras de grandes luces y edificios de mediana altura, han posibilitado también la construcción de edificios singulares de gran volumen y con complejas soluciones espaciales y estructurales en los últimos años. Este desarrollo se observa especialmente en España desde el año 2017 hasta el presente.

Se trata principalmente de edificios con programas de equipamiento dónde espacios de medias y grandes luces se superponen en vertical. Ello da lugar a que lógicas y sistemas estructurales típicos de edificios de grandes luces (cerchas, vigas de gran canto, emparrillados de vigas) se combinen en altura como si de edificios de pisos se tratase, dando lugar a complejos estructurales inéditos con madera en España.

En el caso de la ampliación de la sede de FINSA (221) cerca de Santiago de Compostela, una planta de uso oficina se suspende de una superestructura de emparrillado de cubierta de 25 m de luz para dar lugar a una planta inferior totalmente libre de soportes.

En los casos del polideportivo Turó de la Peira (102) y la Biblioteca García Márquez (5) en Barcelona espacios de medias y grandes luces para uso deportivo y cultural se superponen en altura, dando lugar a complejos híbridos estructurales.

En el caso del Edificio Impulso Verde en Lugo (42) las luces no son tan altas y el volumen es más reducido, pero una compleja volumetría exterior no ortogonal,

resuelta con paneles portantes de madera contralaminada, se combina con estructuras porticadas interiores.

Los ejemplos construidos hasta el momento no son muy numerosos, pero son buen ejemplo de las ya altísimas capacidades de las estructuras de madera actuales y sus medios de unión, abriendo vías de experimentación y desarrollo prometedoras.

## CONCLUSIONES

Desarrollos a nivel normativo, la adopción y producción de nuevos productos estructurales con madera y sus medios de unión asociados, así como preocupaciones acerca del impacto ambiental de las edificaciones han impulsado en las últimas décadas un renacimiento de la construcción con madera estructural en nuestro país.

A campos tradicionales para el uso de madera como viviendas unifamiliares, cubiertas de grandes luces u obras de rehabilitación, se les han unido recientemente los campos de la redensificación urbana, los edificios de mediana altura y equipamientos de gran volumen.

Siguiendo modelos de desarrollo sostenible y sus tres pilares de carácter medioambiental, económico y social, se observa una creciente asociación del uso de madera estructural y estos tres tipos de objetivos en el campo de la edificación. Se percibe la integración de objetivos de carácter medioambiental (construcción con materiales renovables de origen natural, búsqueda de una baja huella de carbono de la construcción) con la obtención de una alta eficiencia energética (8) (18), así como el maridaje de soluciones técnicas con madera y preocupaciones de carácter social como nuevas formas de promoción, cooperativas y cohousing (1) (38) (462) u operaciones de revitalización y redensificación urbana con componentes sociales (174).

La edificación cada vez con mayor volumen y altura en nuestro país está por un lado fomentando desarrollos de carácter técnico, contribuyendo a optimizar el uso de recursos (digitalización, prefabricación, logística), y por otro demostrando las ya altísimas capacidades de modernas soluciones estructurales con madera (materiales, productos, uniones). Soluciones híbridas de madera con otros materiales, soluciones de madera postensada y autotensada, el desarrollo de nuevos productos estructurales con adhesivos de origen natural (o completamente libres de adhesivos) y/o la exploración de nuevas especies locales (coníferas y frondosas) en nuevos productos y sistemas de unión asociados se abren como campos de futuro para dar respuesta a nuevos retos.

Estamos pues ante un cambio de paradigma donde la pregunta a responder ya no es la escéptica y habitual de hace unos años “¿Pero... eso se puede construir con madera?”, sino una que implícitamente acepta que ya “se puede” y busca agotar todas las posibilidades de mejora: “¿Cómo se debe construir con madera?”



Edificio de viviendas, Cornellà de Llobregat, 2021. Autores: Peris+Torral Arquitectes. Foto: © José Hevia.





Edificio de viviendas, Cornellà de Llobregat, 2021. Autores: Peris+Torral Arquitectes. Foto: © José Hevia.



Edificio de viviendas, Cornellà de Llobregat, 2021. Autores: Peris+Torral Arquitectes. Foto: © Fragtime.

# DIÁLOGOS MASS MADERA



## INTRODUCCIÓN

El Proceso Participativo “Diálogos Mass Madera” se concibe con el propósito de fomentar la inclusión y la diversidad de perspectivas en el debate sobre la madera maciza industrializada en edificación en España. Entre junio y octubre de 2023, se llevaron a cabo seis sesiones temáticas de forma virtual, contando con la participación destacada de referentes nacionales clave para el impulso de la madera maciza industrializada en edificación en nuestro país. La selección de casi medio centenar de expertos dió prioridad a la variedad de perfiles y de ámbitos geográficos.

Cada Diálogo se centró en un tema específico relacionado con la madera maciza industrializada y su cadena de valor. Desde la industria forestal hasta la arquitectura, la educación y el desarrollo, pasando por la industria maderera, la normativa y la promoción inmobiliaria, cada sesión exploró diferentes aspectos clave. Este proceso permitió crear sinergias, fortalecer la red de actores activos en el sector y proporcionar puntos de vista valiosos para poder individuar los retos, las oportunidades y las acciones necesarias hacia la descarbonización del entorno construido.

En definitiva, los “Diálogos Mass Madera”, ofrecen una amplia panorámica del estado del uso de la Madera Maciza en edificación en nuestro país.

A continuación se documentan los principales temas de interés que han sido objeto de debate y se detalla la lista de participantes en cada una de los encuentros.

**DIÁLOGOS MASS MADERA**  
RED ESPAÑOLA DE EDIFICACIÓN CON MADERA MACIZA INDUSTRIALIZADA

Online event  
**El bosque y la industria forestal en España**  
28 de junio, 17:00 CET

Con la participación de

**Gonzalo Anguita**  
Director ejecutivo FSC España

**Francesc Cano**  
Enginyer de Forests, CTFC

**Rosendo Castelló**  
Presidente Consorci Forestal de Catalunya

**Carlos Iglesias**  
Responsable de Aprovechamientos Forestales, FINSA

**Eduardo Rojas**  
Chair PEFC

**Joan Rovira**  
Secretario General Consorci Forestal de Catalunya

**Carla Ferrer**  
ITER  
Moderadora

**Daniel Ibañez**  
Director del IAAC  
Bienvenida

**Vicente Gualart**  
Fundador del IAAC  
Introducción

Logos: MASS MADERA, BUILT BY NATURE, Iaac, CSCAE, EUROPEAN FOREST INSTITUTE

## DIÁLOGO 1 EL BOSQUE Y LA INDUSTRIA FORESTAL EN ESPAÑA

### Potencial de la industria forestal en España

La industria forestal en España presenta un considerable potencial de crecimiento. Los bosques abarcan aproximadamente un tercio del territorio nacional, y en su mayoría no están siendo gestionados. Para aprovechar este potencial, es fundamental expandir las áreas de bosque bajo gestión efectiva. Esto requiere simplificar los procedimientos administrativos y promover tanto la inversión pública como privada.

### Gestión del patrimonio forestal español

Áreas significativas del patrimonio forestal nacional se encuentran actualmente muy restringidas a la explotación y el uso sostenible de los recursos naturales presentes en los bosques. La industria forestal se percibe en muchos casos desde la administración y la sociedad como una actividad que podría tener efectos adversos en el medio ambiente. Para promover un desarrollo sostenible de los bosques en España, es esencial cambiar esta perspectiva.

### Transformación industrial del sector forestal

La mecanización de la industria forestal española presenta a día de hoy un reto importante para potenciar el sector. En muchos casos las técnicas de explotación que se realizan en los bosques españoles ya han sido superadas en países de nuestro entorno. Los trabajos se realizan principalmente en cuadrillas con poca capacidad industrial y bajos niveles de profesionalización.

“Necesitamos una transición forestal y un mayor interés por parte de la población para que cuide el bosque durante más tiempo. Si capitalizamos nuestros bosques y con ello se produce madera de mejor calidad, esto será mejor para la biodiversidad y para conseguir un paisaje forestal más maduro.”

Rosendo Castelló, Presidente Consorci Forestal de Catalunya

### Estructura forestal y asociaciones de propietarios

La estructura del bosque español, caracterizada por la presencia de numerosos propietarios pequeños y asociaciones de escala reducida, con frecuencia carece de la estructura y la capacidad de inversión necesarias para impulsar el pleno desarrollo de la industria forestal. Esta fragmentación de la propiedad y la falta de recursos profesionales representan un obstáculo significativo para el crecimiento del sector forestal en España. Favorecer una red robusta de agrupaciones de productores (cooperativas forestales o empresas), como se observa en países vecinos, puede contribuir a unir la oferta y promover la estructuración y la mejora de la competitividad del sector.

### Demanda de productos forestales destinados a edificación

Los productos extraídos del bosque derivados a la industria de la construcción representan un porcentaje muy reducido de la explotación forestal española. La principal porción de la madera para sierra extraída en España se destina a la trituración (energía, papel, tablero). El desarrollo de la bioeconomía jugará un papel fundamental para el desarrollo de las distintas cadenas de valor del sector forestal. El incremento de la demanda de madera maciza destinada a la edificación, tanto doméstica como internacional, debe ser un impulso a la transformación productiva del sector forestal. El sector de la rehabilitación de edificios existentes puede convertirse en un motor fundamental.

### Industria maderera española en el contexto internacional

La presencia de la industria maderera española en el exterior es actualmente muy limitada. Muchos actores europeos en este sector no son plenamente conscientes de la capacidad de España en cuanto a productor de madera.

### Estrategia forestal Española

La estrategia forestal europea se articula en España a través de la estrategia forestal española, que ha sido recientemente aprobada. El propósito de esta estrategia es coordinar y vertebrar las políticas forestales de las diferentes comunidades autónomas con la española, además de facilitar la gestión de los fondos de ayuda proporcionados por la Unión Europea. A través de la estrategia forestal española se busca impulsar el sector y ayudar a las comunidades autónomas. Sin embargo, para poder afrontar las transformaciones necesarias en la industria forestal en España, es crucial que estas estrategias reciban la asignación de los recursos necesarios.

**“El bosque tiene que ser tratado como algo más que una empresa. El bosque actúa como un sumidero CO<sub>2</sub>, regula el ciclo del agua, contribuye a la biodiversidad, mantiene refugios y corredores naturales para la fauna etc. Todas estas externalidades bien merecerían una fiscalidad diferente.”**

Carlos Iglesias, Responsable aprovechamientos forestales - FINSA

### **Especies productivas y la sostenibilidad**

Existe un amplio margen de innovación en el uso de especies más productivas garantizando una gestión sostenible de los bosques. Otro factor importante en relación al impulso forestal en España es la revalorización de las coníferas y la plantación de especies frondosas de mayor calidad.

### **Profesionalización de la industria forestal**

La actividad forestal experimenta interrupciones durante el verano debido a las restricciones para reducir el riesgo de incendios y en la primavera debido a los procesos de nidificación, lo que dificulta la consolidación de una fuerza laboral profesional debido a las discontinuidades.

### **Acceso a subvenciones en la industria forestal**

La industria forestal española compite con el sector agrícola y ganadero por las subvenciones de la Política Agraria Común (PAC). Sería necesario implementar políticas de inversión pública específicas para el sector forestal, dado que actualmente se encuentra en desventaja.

### **Financiación privada en la industria forestal**

La industria forestal española recibe una financiación limitada del sector privado. Para impulsar el sector forestal, es necesario desarrollar una estrategia que logre atraer a la inversión privada.

### **Diversificación del producto maderero**

Fomentar el uso de madera maciza en edificación no debe limitarse únicamente a la producción de maderas de alta calidad en los bosques, también es importante considerar el conjunto de productos forestales y cómo utilizarlos. Por ejemplo, el fomento del uso de corcho entre otros como material aislante puede ser complementario al desarrollo sostenible del sector.

### **Certificación de los bosques en España**

La certificación forestal es un instrumento que traslada al consumidor la garantía de que los productos forestales con independencia de su origen provienen de una gestión sostenible de acuerdo con los principios ambientales, sociales y económicos adoptados a nivel internacional. A día de hoy, esta garantía no es mayoritaria en los productos provenientes de los bosques en España y su impulso requiere de políticas públicas.

### **Red industrial y desarrollo del territorio**

Planificar las podas y las claras en los bosques, con una inversión económica limitada, puede traducirse en mejores resultados en la gestión forestal. Para ello es importante traspasar esta información al silvicultor/a, tomando por ejemplo la experiencia de países nórdicos o de Francia donde mediante cooperativas se consigue aunar industria y territorio.

### **Abandono rural y fiscalidad**

Para la transformación del sector es fundamental fomentar el retorno al trabajo en el ámbito forestal mediante políticas de incentivos fiscales. El diseño de estas políticas se debería de abordar de forma integral fomentando los diferentes bienes y servicios que aportan los bosques.

### **Digitalización en la industria forestal**

La digitalización del sector forestal presenta importantes oportunidades, pero también es necesario tener en cuenta el tamaño de las empresas forestales en España. Sin los suficientes planes, incentivos y medidas de apoyo no se conseguirá un desarrollo razonable de la silvicultura en todas sus escalas.

### **Demanda social y bioeconomía**

Se observa un mayor interés social por la gestión y el uso sostenible de los recursos naturales. Esto se puede traducir en los próximos años en una mayor demanda de productos y servicios derivados de la bioeconomía. Para ello es necesario crear una estructura territorial que pueda favorecer las cadenas de valor de transformación de los productos forestales y madereros en el territorio.

### **Industria forestal y Créditos de carbono**

La Ley de Cambio Climático exige al sector energético informar y compensar sus emisiones de carbono. Existen instrumentos de compra y venta de los derechos de emisión. Sin embargo, el sector forestal está muy limitado debido a las restricciones impuestas por la OECC. Los propietarios forestales públicos y privados deberían poder optar a entrar en los mercados de intercambios de derechos de emisión considerando que las superficies forestales son el principal sumidero de carbono del planeta. Además, los créditos de carbono forestal pueden complementarse con otros servicios forestales como son la biodiversidad, el agua, el suelo, turismo y recreación.

### **Ciclo de vida de los materiales**

Incentivar el cálculo de la energía embebida en los edificios en los modelos de eficiencia energética puede ser un aliado del fomento forestal. Tanto en obra nueva como en rehabilitación, pública o privada, el desarrollo de modelos de cálculo simples y accesibles a los profesionales puede desencadenar un cambio de paradigma en la demanda de madera maciza en edificación.

“Todavía estamos yendo a la mayor parte de los bosques con tractores agrícolas que no son los apropiados, cuando tendríamos que estar ya haciéndolo todo, como mínimo con tractor forestal y donde se pudieran utilizar procesadores. Y todavía tenemos reticencias en muchas administraciones para esa mecanización.”

Francesc Cano, Ingeniero Forestal. Director Adjunto de Transferencia - CTFC

### Infraestructura en los bosques españoles

Los bosques españoles carecen de una infraestructura necesaria para su explotación, especialmente, a nivel de caminos adecuados, para responder a una demanda creciente de productos madereros. La red ferroviaria para el aprovechamiento forestal es limitada y debería potenciarse en zonas donde se establecen fábricas transformadoras. Además, es importante señalar que existe un déficit de aserraderos de primera y segunda transformación, lo que limita el desarrollo de la industria maderera.

### Trazabilidad y huella de carbono en pliegos de condiciones

Desde las administraciones públicas se deben impulsar pliegos de condiciones que tengan en cuenta la huella de carbono y el tipo de madera empleada en edificación. En estos cálculos debería también tenerse en cuenta la procedencia próxima del recurso natural empleado.

### Promoción del recurso natural

Fortalecer la red de comercialización es esencial para promover y consolidar el uso de madera maciza en edificación en España. Para ello, es también necesario aumentar la conciencia pública sobre las múltiples posibilidades de este material, y en especial su contribución a la descarbonización de la industria de la construcción.

Han participado en el **Diálogo 1: El Bosque y la Industria Forestal en España:**

**Gonzalo Anguita.** Director Ejecutivo - FSC España

**Francesc Cano.** Ingeniero Forestal. Director Adjunto de Transferencia - CTFC

**Rosendo Castelló.** Presidente Consorci Forestal de Catalunya

**Carlos Iglesias.** Responsable aprovechamientos forestales - FINSA

**Eduardo Rojas.** Chair - PEFC

**Joan Rovira.** Secretario General Consorci Forestal de Catalunya

**Vicente Guallart.** Fundador - IAAC (Dirección)

**Daniel Ibañez.** Director - IAAC (Dirección)

**Carla Ferrer.** Arquitecta - ITER (Moderación)

**DIÁLOGOS MASS MADERA**  
RED ESPAÑOLA DE EDIFICACIÓN CON MADERA MACIZA INDUSTRIALIZADA

Con la participación de

**Industria de la madera maciza para la edificación en España**  
6 de julio, 17:30 CET

Online event

Speakers: Unai Gorroño (EGOIN Director Comercial y Marketing), Carles Martí (Grupo Boix Director General), Cristina Montserrat (Degana Col·legi Oficial d'Enginyers de Forests de Catalunya), Francisco Roca (XILONOR Director), Jacinto Seguí (FINSA, Director de Consultoría Técnica y Prescripciones), Álvaro Tarancón (Nemétona CEO), Juan Velayos (Terra Green Living Founder), Carla Ferrer (ITER Moderadora), Daniel Ibañez (Director del IAAC Bienvenida), Vicente Guallart (Fundador del IAAC Introducción)

Logos: MASS MADERA, BUILT BY NATURE, Iaac, CSCAE, European Forest Institute

## DIÁLOGO 2

### INDUSTRIA DE LA MADERA MACIZA PARA LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA

#### Potencial de la industria de la madera maciza en España

El potencial de la madera como material para la edificación en España está empezando a ser reconocido, pero se requiere todavía un esfuerzo significativo para lograr un cambio sustancial. El mercado español produce relativamente poca madera para construcción. Además, en comparación con otros países europeos, los niveles de utilización de la madera maciza en construcción en España son todavía bajos

#### Cambio de paradigma industrial

En 2007, se inauguró la primera planta de CLT en el sur de Europa. Desde entonces, la madera utilizada como recurso natural era principalmente de importación. En los últimos años esta situación ha evolucionado, y ahora se emplean cada vez más maderas autóctonas tanto en la producción de CLT como en la de vigas laminadas.

#### Puesta en valor de la madera nacional

La madera española no recibe a día de hoy el reconocimiento que merece. A pesar de que España cuenta con madera de alta calidad, su disponibilidad es minoritaria. Por esta razón, es esencial fomentar la explotación sostenible de nuestros bosques. La falta de gestión tiene un impacto negativo tanto en el desarrollo socio-económico como en la biodiversidad. Para revertir esta situación, es fundamental la colaboración con los propietarios forestales y la planificación a largo plazo mediante plantaciones de especies de alta calidad.

## “El material que mejor combina la industrialización y la sostenibilidad es la madera.”

Juan Velayos, Fundador - JV20 Forest

### Estándares y especies de madera autóctonas

En la actualidad, los estándares de construcción en madera en Europa se centran en el abeto austriaco como punto de referencia. Esto implica que los cálculos y requisitos se basan en este tipo de madera con características específicas. Sin embargo, las maderas de origen español presentan diferencias significativas y cualidades concretas. Por ejemplo la madera gallega tiene una características de impregnación o calidad visual de alto valor, que no reciben el tratamiento adecuado a nivel normativo.

### Desarrollo de la demanda de madera maciza

Es ampliamente aceptado que la madera maciza es uno de los materiales que mejor combina industrialización y sostenibilidad. Sin embargo, en el sur de Europa, solo uno de cada diez habitantes elegiría una casa construida en madera maciza en igualdad de condiciones. Actualmente, la construcción con madera maciza representa aproximadamente el 1% del mercado. Para consolidar la industria, este porcentaje debería aumentar a un rango del 10-12%.

### Contexto regulatorio europeo actual

En el contexto europeo, el marco regulatorio es actualmente favorable al uso de madera maciza como material de construcción. Esto ha resultado en inversiones significativas en el sector productivo, aunque no se han reflejado completamente en los indicadores de crecimiento de la industria.

### Sinergías entre las administraciones y la industria de madera maciza

Algunas comunidades autónomas e instituciones locales están promoviendo activamente el cambio hacia una construcción sostenible mediante pliegos de condiciones y determinación política. Su objetivo es cada vez más construir edificios neutros en emisiones de carbono, y en este contexto, la madera maciza estructural emerge como una óptima alternativa.

### Cálculo de la huella de carbono de los edificios

Las futuras directivas europeas se centrarán en la huella de carbono embebido en los edificios y con ellos al análisis del ciclo de vida de los materiales. En este contexto, la madera maciza presenta una importante ventaja competitiva. La construcción en madera podría experimentar un cambio de paradigma cuando la legislación cambie en lo que respecta a la medición de emisiones de CO<sub>2</sub>.

## “Para los aserraderos es una oportunidad única. En nuestro caso, valorizamos la madera local de calidad y producimos un producto de valor añadido, con lo que esperamos dar un impulso a toda la cadena de valor de un producto de construcción sostenible.”

Carles Martí, Director General - Group Boix

### Posición del sector en relación al mercado Europeo

España sigue siendo un mercado secundario para la demanda de madera maciza en comparación con otros países europeos. Sin embargo esta situación se puede estar revirtiendo gracias a la importación de tecnología y conocimientos provenientes de Europa Central adaptados al contexto nacional.

### Aumento de la competitividad de la madera maciza

En términos de sostenibilidad y aspectos sociales la madera maciza tiene ventajas claras, pero en lo que respecta al factor económico, todavía se encuentra en un situación de desventaja. Incrementar la capacidad de producción en España podría contribuir a mejorar los precios, reducir los costes de transporte y aumentar la competitividad en relación a Europa. En esta línea, otro aspecto importante es mejorar la integración del material y la industria en las fases tempranas del proyecto.

### Oportunidad para los aserraderos y la segunda transformación

La principal evolución de la industria de la madera maciza en España tendrá lugar en los aserraderos, como ha sucedido en otros países europeos. El contexto actual favorable brinda una oportunidad única para que los aserraderos puedan generar productos de mayor valor agregado, impulsar la cadena de valor y fortalecer la industria de segunda transformación. Para lograrlo, está surgiendo un creciente interés en la creación de ecosistemas productivos, en la transferencia de conocimientos, tanto en el diseño de las estructuras como en la capacitación de mano de obra especializada.

### Cambios en proceso constructivo

A pesar de que la construcción con estructuras de madera maciza permite reducir los plazos de 18 a 4 meses, el resto del sector debe estar listo para adaptarse a estos cambios. En la actualidad la construcción en madera está especialmente impulsada por la administración pública. La participación del sector privado sigue siendo limitada, muchas empresas constructoras aún se muestran reacias a adoptar soluciones en madera maciza porque les conduce a cambiar sus procesos tradicionales de construcción hacia la industrialización del sector, en esto las administraciones juegan un papel importante.

**“No se hace una integración temprana de la madera en los proyectos, con lo cual esto repercute en los costes, en los precios.”**

Francisco Roca, Director. XILONOR

### **Diseño de edificios en madera maciza**

Otro aspecto a considerar es que la construcción en madera maciza a menudo implica requisitos adicionales de diseño, como la incorporación de madera en fachada con sistemas ventilados o la exposición de la madera en el interior. Estos factores pueden terminar por aumentar los costes y son percibidos como complicaciones respecto a la estructura convencional.

### **Inversiones de capitales institucionales**

En los últimos 15 años, el sector inmobiliario en España ha experimentado un aumento en la participación de capital institucional en todos los activos. En un futuro cercano, este tipo de capital no va a aceptar edificios sin certificaciones de sostenibilidad. Esto será un gran aliado para la construcción en madera. En esto va a jugar un papel importante la proximidad. En el futuro, la promoción inmobiliaria se regirá por las emisiones que emitan, haciendo o no viable las operaciones.

### **Evolución asimétrica de la oferta y la demanda**

Aunque la capacidad productiva está aumentando en la actualidad, la demanda no parece estar siguiendo el mismo ritmo. No obstante, es importante tener en cuenta que se anticipa un cambio en la demanda en los próximos años debido a nuevas directivas y certificaciones. Este cambio podría plantear desafíos en términos de ejecución y adaptación de la producción al nuevo escenario.

### **Uso de madera maciza en entornos urbanos**

El impacto más significativo en el sector se espera cuando el uso de madera maciza se promueva desde contextos urbanos. El caso de la ciudad de Barcelona es seguramente un ejemplo a la vanguardia para el resto del país.

### **Incentivos para el desarrollo industrial**

Para activar la demanda es también necesario recurrir a incentivos. Por ejemplo en Francia, se fomenta la construcción mediante materiales de origen biológico activamente desde la construcción de edificios públicos. También pueden ponerse en marcha mecanismos de aumentos de edificabilidad o reducciones impositivas para edificios de cero emisiones.

**“En muchas escuelas de arquitectura, la madera no forma parte de las asignaturas troncales, sigue siendo una optativa. Estamos trabajando en cambiar esto.”**

Maria Pilar Giraldo. INCAFUST

### **Desarrollo de las competencias profesionales para el diseño con madera maciza**

Los arquitectos e ingenieros tienen una tarea crucial por delante: adquirir un conocimiento más profundo del material y crear soluciones que puedan prolongar su durabilidad. Sin embargo, en muchos casos, en instituciones educativas como las escuelas de arquitectura, la construcción en madera maciza se trata como parte de asignaturas optativas en lugar de formar parte del plan de estudios obligatorio.

Han participado en el **Diálogo 2. Industrial de la madera maciza para la edificación en España:**

**Unai Gorroño.** Director Comercial y Marketing - EGOIN

**Carles Martí.** Director General - Grup Boix

**Francisco Roca.** Director - Xilonor

**Álvaro Tarancón.** CEO - NEMÉTONA

**Juan Velayos.** Fundador - JV20 Forest

**Maria Pilar Giraldo.** INCAFUST

**Vicente Guallart.** Fundador - IAAC (Dirección)

**Daniel Ibañez.** Director - IAAC (Dirección)

**Carla Ferrer.** Arquitecta - ITER (Moderación)

**DIÁLOGOS MASS MADERA**  
RED ESPAÑOLA DE EDIFICACIÓN CON MADERA MACIZA INDUSTRIALIZADA

Con la participación de

**Normativa para el impulso del uso de la madera maciza industrializada para la edificación en España**  
12 de julio, 17:00 CET

Online event

**Ferran Bermejo**  
Director técnico ITEC

**Jordi Gené**  
Director INCAFUST

**Miguel Nevado**  
Arquitecto estructurista experto en madera

**Ariadna Miquel**  
Arquitecta, Ayuntamiento de Barcelona

**Vicente Guallart**  
Fundador del IAAC

**Carla Ferrer**  
ITER  
Moderadora

**Daniel Ibañez**  
Director del IAAC  
Bienvenida

Logos: MASS MADERA, BUILT BY NATURE, taac, CSCAE, EUROPEAN FOREST INSTITUTE

### DIÁLOGO 3

## NORMATIVAS PARA EL IMPULSO DEL USO DE LA MADERA MACIZA INDUSTRIALIZADA PARA LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA

#### Promoción del uso de madera maciza desde el sector público

Si las ciudades tienen como objetivo alcanzar la neutralidad de emisiones, es fundamental que las administraciones públicas impulsen la construcción de edificios a bajas emisiones. Esto implica analizar el origen de los recursos utilizados y fomentar el uso de materiales de origen biológico, así como respaldar las economías locales.

#### Evolución en la normativa de la madera maciza en edificación

La edificación en madera maciza industrializada hasta ahora ha enfrentado relativamente pocas barreras normativas significativas. De hecho, expertos argumentan que ha habido una cierta laxitud en este sentido. En contraste, en el caso de otros sistemas constructivos como hormigón o acero, las normativas han evolucionado a lo largo de los años considerando los errores y desarrollando normas más seguras y con mayores requisitos. Esto es algo que todavía no ha pasado en el caso de la madera maciza, donde nos encontramos en una fase de aprendizaje con falta de experiencia consolidada.

#### Código Técnico de la Edificación

Considerando el Código Técnico de la Edificación (CTE), encontramos una abundancia de soluciones estandarizadas y sencillas para la construcción en hormigón y en acero, mientras que existen menos casos para la madera. Esta

“En el Código Técnico y el Código Estructural hay muchas soluciones estandarizadas y simples para el hormigón y el acero, y muchas menos para la madera (que ni siquiera aparece en el Código Estructural, al igual que no aparecen las fábricas). Es decir: no es que estos códigos sean estrictamente una barrera normativa, sino que simplemente para alcanzar el cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad estructural del Código Técnico requiere más conocimiento técnico en el caso de la madera.”

Miguel Nevado, Arquitecto estructurista, experto en madera

disparidad no es una barrera normativa, simplemente requiere profundizar más en el conocimiento técnico.

#### Modelos de colaboración entre proyectistas e industria

En Centroeuropa, la cooperación efectiva entre empresas privadas, centros de investigación y el sector público ha desempeñado un papel crucial en el impulso del uso de madera maciza en la edificación. Estas sinergias son las que han permitido avanzar los marcos regulatorios y el desarrollo de estándares que han propiciado un cambio de paradigma en el sector.

#### Desarrollo de competencias profesionales

Es común que muchos proyectistas comiencen a trabajar con la madera maciza sin tener un conocimiento adecuado de las características de este material, que es anisotrópico y heterogéneo. En este sentido, es fundamental incrementar la formación y la difusión de las propiedades y posibilidades que ofrece la madera. Más que la normativa en sí, la falta de conocimiento constituye una barrera significativa para el uso de este material.

#### Impulso a la madera de origen nacional

En la industria de la edificación en España, es común utilizar madera importada. Para cambiar esta tendencia, es esencial incorporar productos y especies locales garantizando el máximo control sobre su procedencia. En este contexto, las administraciones desempeñan un papel crucial, especialmente a través de los pliegos de licitación y contratación.

#### Falta de diversidad en la normativa

De consecuencia con el desarrollo tecnológico, las normas técnicas aplicadas en la construcción en madera en Europa se basan en el Picea (*Picea Abies*), una especie concreta muy presente en el Centro del Continente. No obstante, en España contamos con especies igualmente adecuadas y valiosas, que presentan matices distintos no recogidos en la normativa. Esta diversidad no está recogida en la filosofía de los estándares, y no se ajustan por tanto a las particularidades de las especies de madera presentes en España.

**“Hay que promover el contacto entre las universidades, las administraciones y las empresas, para poder medir correctamente la huella de carbono de los edificios que promovemos.”**

Ariadna Miquel, Arquitecta - Ayuntamiento de Barcelona

### **Cambio cultural en relación al medio ambiente**

La tala de árboles por su parte, es en muchos casos culturalmente más complicada en sociedades urbanas que tienden a tener una percepción romántica de la naturaleza. En este sentido, falta conocimiento y por ello es importante promover educación y conciencia en torno a la gestión sostenible de los bosques.

### **Neutralidad de emisiones de carbono**

El marco europeo establece claramente los principios de lucha contra el cambio climático y la aspiración de lograr la neutralidad de emisiones en el continente. En consecuencia, es crucial implementar regulaciones que limiten las emisiones generadas por los edificios desde su construcción. La idea de asignar un presupuesto de emisiones de CO<sub>2</sub> por metro cuadrado a cada edificio permitiría calcular el impacto de cada componente y con ello un mayor control de las emisiones.

### **Modelos de Cálculo de CO<sub>2</sub> accesibles**

La estandarización de los modelos de cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> es esencial y se podría asemejar a la introducción de etiquetas en los productos de consumo. Gracias al análisis de Big Data y a la inteligencia artificial, esta estandarización puede ser factible. Para medir con precisión el impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida, es necesaria la colaboración entre universidades y centros de investigación para el desarrollo de los modelos de cálculo.

### **Buenas prácticas: ITeC**

El Instituto de Tecnología de la Construcción en Cataluña (ITeC) lleva tiempo trabajando en la creación de una herramienta sencilla que permite ya actualmente democratizar el acceso al cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> de los edificios, siguiendo las pautas de normativa ISO y en colaboración con distintas instituciones. Se apoya en su base de datos BEDEC ampliamente conocida en el sector y en el software TCQ.

### **Soporte institucional hacia una mayor digitalización de la edificación**

El impulso de la edificación en madera maciza traerá consigo transformaciones fundamentales en la industria de la construcción. Es esencial que las autoridades respalden esta transición hacia una mayor digitalización y desarrollo del sector, promoviendo iniciativas piloto y procesos de innovación.

**“Cuando se establezca un marco regulatorio que asigne la misma importancia a las emisiones embebidas en el proceso de construcción que a las emisiones operacionales de los edificios, el modelo de hacer arquitectura cambiará y la tendencia será utilizar materiales de procedencia local y biológicos (como la madera).”**

Daniel Ibañez, Director - IAAC

### **Trazabilidad de la madera maciza en edificación**

Al abordar la edificación en madera, es crucial precisar su origen. La diferencia es notable dependiendo de si el material proviene de un bosque cercano y certificado, en comparación con otras fuentes. Esto puede tener un impacto significativo en el medio ambiente con pérdida de biodiversidad y emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del transporte.

### **Dimensión física y social de la industrialización de la madera maciza**

El uso de madera maciza en edificación no es, en sí misma, una garantía de sostenibilidad. Es esencial comprender los procesos físicos y sociales asociados con el material o el sistema constructivo particular. Estamos avanzando hacia una trazabilidad cada vez más rigurosa y una simplificación inteligente en esa dirección.

### **Componentes en la transformación del material**

En el proceso de transformación del material natural intervienen conglomerantes, retardantes ignífugos, barnices y componentes antixilófagos que pueden comprometer las condiciones del material, el medio ambiente y en algunos casos la salud. Es importante considerar estos aspectos y promover investigación y directivas para estos procesos.

### **Madera maciza y evolución de la arquitectura**

El diseño de los proyectos se verá influenciado por un mayor énfasis en el cálculo de emisiones y el análisis del ciclo de vida de los edificios. Como resultado, la arquitectura se adaptará con gran probabilidad hacia un enfoque de construcción con menos materiales, lo cual en esencia, ha sido una práctica recurrente a lo largo de la historia.

### **Fin del ciclo de vida útil de los edificios**

Mientras gran parte del debate se centra en el inicio de ciclo de vida del edificio, es importante considerar su fase de desmantelamiento, reuso y reciclaje.

Han participado en el **Diálogo 3. Normativas para el impulso del uso de la madera maciza industrializada para la edificación en España:**

**Ferran Bermejo.** Director Técnico - ITEC

**Ariadna Miquel.** Arquitecta - Ayuntamiento de Barcelona

**Miguel Nevado.** Arquitecto estructurista experto en madera

**Irene Jimeno.** Arquitecta, fundadora y directora - TOCA MADERA·SOUNDS WOOD

**Jordi Gené.** Director - INCAFUST

**Vicente Guallart.** Fundador - IAAC (Dirección)

**Daniel Ibañez.** Director - IAAC (Dirección)

**Carla Ferrer.** Arquitecta - ITER (Moderación)

**DIÁLOGOS MASS MADERA**  
RED ESPAÑOLA DE EDIFICACIÓN CON MADERA MACIZA INDUSTRIALIZADA

Con la participación de

**Elena Orte**  
Socia-fundadora de SUMA Arquitectura

**Iñaki Alonso**  
CEO y socio-fundador de sAtt

**Ibán Carpintero**  
Socio Director de BAUMAD

**Marta Sánchez**  
Directora División de Proyectos, Onesta

**Vicente Guallart**  
Fundador del IAAC

**Carla Ferrer**  
ITER  
Moderadora

**Daniel Ibañez**  
Director del IAAC  
Bienvenida

Online event

MASS MADERA BUILT BY NATURE iaac Instituto for advanced architecture of Catalonia BARCELONA CSCAE Consejo de Arquitectos de España EUROPEAN FOREST INSTITUTE

#### DIÁLOGO 4 DISEÑO PARA EL IMPULSO DEL USO DE LA MADERA MACIZA INDUSTRIALIZADA PARA LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA

##### Promoción del uso de madera maciza en edificación desde el sector público

El impulso significativo el uso de madera maciza industrializada en España no se puede basar solo en pioneros o iniciativas privadas puntuales, tiene que apoyarse en acciones desde las administraciones.

##### Demanda de proyectos en madera maciza

La demanda de proyectos de construcción en madera maciza proviene de diversos perfiles de clientes, que van desde entidades gubernamentales hasta cooperativas de usuarios y fondos de inversión.

##### Aceptación social de la edificación en madera maciza

La transformación cultural de la sociedad hacia una mayor aceptación de la construcción en madera es esencial. Aunque en los últimos años se han logrado avances significativos en esta dirección, aún queda un largo camino por recorrer.

##### Rol de las instituciones en la descarbonización de la industria de la construcción

Hasta el momento, las administraciones, las agencias tasadoras y las aseguradoras no están afrontando el reto de la descarbonización de la industria de la

“La arquitectura siempre evoluciona porque tiene que solucionar nuevos problemas sociales y aprovechar nuevas oportunidades tecnológicas, con el reto de que refleje el espíritu de cada época. Si acabamos haciendo unos edificios que tienen pocas emisiones pero no lo representan, no lo expresan, perderemos la oportunidad de crear un nuevo lenguaje arquitectónico.”

Vicente Guallart, Fundador - IAAC

construcción de forma decidida. Esta condición representa un reto fundamental y, al mismo tiempo, una gran oportunidad para la madera maciza industrializada. Se podría incentivar la reducción de emisiones de carbono de cada edificio por vía de un aumento de la edificabilidad, reducción de tasas administrativas, reducción de los plazos de consecución de licencias...

### **Directivas, normativas e incentivos públicos**

La nueva normativa UNE sobre triple huella de carbono presenta un considerable potencial para promover el uso de madera maciza en construcción. Sin embargo, para lograr un impacto efectivo hacia la descarbonización, es fundamental complementarla con políticas fiscales que fomenten la edificación de estructuras de baja emisión de carbono. La incorporación del cálculo de la huella de carbono en el Código Técnico de la Edificación prevista para 2027 va a suponer un cambio de paradigma.

### **Proyectistas: interés, desconocimiento y prejuicios**

Cada vez más, los arquitectos muestran un mayor interés por adquirir conocimientos sobre el uso de madera maciza en la construcción. Para ello, se acercan a la industria buscando asesoramiento ante un desconocimiento generalizado entre técnicos, promotores y escuelas de arquitectura. Desafortunadamente, todavía existen muchos prejuicios en torno a este material. Por ejemplo, en relación a sus propiedades, su resistencia al fuego y durabilidad.

### **Formación en el diseño de proyectos en madera maciza**

Las universidades deben avanzar hacia la inclusión del diseño con madera maciza en la formación curricular. Actualmente, muchos estudiantes de posgrado en arquitectura en España finalizan sus estudios con un conocimiento limitado en esta materia. Se debería incluir en los programas académicos una formación más extensa sobre los límites y posibilidades de la madera maciza industrializada.

### **Manuales técnicos, códigos y estándares compartidos**

Un desarrollo significativo de manuales técnicos, códigos y estándares contribuiría a facilitar el proceso de diseño de edificios en madera maciza acercando los conocimientos en esta materia a los profesionales del sector.

“Como material, la madera se lleva usando durante milenios. No conviene perder de vista esa tradición y saber. Debe conocerse y aprenderse porque es un material con unas características especiales.”

Ibán Carpintero, Socio director. BAUMAD

### **Expresión de la arquitectura en madera maciza**

La madera en la arquitectura contemporánea española no se está aprovechando al máximo en términos de expresión. Se deberían explorar más sus diferentes usos en estructuras, formatos y acabados. Es fundamental desarrollar un lenguaje propio del siglo XXI en la construcción en madera maciza. Simplemente utilizar madera sin cambiar los acabados o la expresión no comporta ninguna evolución de la arquitectura.

### **Tradición de construcción con madera**

La larga tradición en el uso de madera como material de construcción ofrece un gran potencial para conocer mejor sus cualidades y servir de inspiración para nuevas formas y diseños.

### **Modelo de cálculo de los presupuestos**

Un aspecto crucial para el desarrollo de la madera maciza industrializada en España es el factor económico. En la actualidad, los cálculos económicos en la edificación tienden a ser reduccionistas y no contemplan las externalidades. En particular y en referencia a las administraciones públicas, resultaría positivo dar mayor atención a los beneficios derivados del uso de esta tecnología.

### **Desarrollo de la gestión forestal**

El aumento de la edificación con madera maciza en España requiere una transformación radical de la gestión forestal en nuestro país. Este cambio de paradigma representa una valiosa oportunidad para afrontar el reto de la despoblación en entornos rurales.

### **Promoción de un diseño ecosistémico**

Las arquitectas y arquitectos que se acercan al mundo del diseño en madera maciza suelen tener una comprensión mayor de la dimensión sistémica del recurso con el que trabajan. La posibilidad de incluir la cadena de valor de la madera en el diseño de los edificios representa una gran ventaja para proyectos con vocación ecosistémica.

### **Valor residual de los inmuebles**

Cada vez más se presta atención al valor residual del edificio en el final de su ciclo de vida. El diseño de edificios altamente desmontables en madera maciza puede aportar un valor adicional al proyecto e incrementar su rentabilidad.

“Los arquitectos somos muy optimistas, pero necesitamos un respaldo institucional asentado e integrado dentro del pensamiento colectivo como para que el uso de madera maciza en edificación sea más fácil.”

Guillermo Sevillano, Socio-fundador - SUMA Arquitectura

### Promoción y colaboración entre los distintos actores

Es imprescindible aumentar la divulgación sobre las ventajas de utilizar madera en la construcción, es crucial llegar a los promotores y a la clase política. Es necesario ejercer presión y hacer *lobby* ante las instituciones, además de promover la educación y fortalecer el trabajo en red.

### Buenas prácticas: Galicia y París

El Parlamento Gallego insta a la Xunta de Galicia a promover el uso de madera maciza en los nuevos proyectos de edificios públicos, se estudia que un total del 20%, o la mayor parte de los materiales que darán forma a la Villa Olímpica de París en 2024 serán de origen biológico. Estos son ejemplos de visión y voluntad política hacia la descarbonización del sector de la construcción.

### Buenas prácticas: Crédito a la construcción con materiales biológicos

Facilitar el acceso al crédito con condiciones favorables para proyectos que favorezcan el uso de materiales de origen biológico puede ser una iniciativa interesante para el sector. En los Países Bajos, por ejemplo, se está trabajando en una tipología de hipoteca que asocia el interés a la condición biológica del edificio.

### Vivienda urbana en madera maciza

El verdadero cambio se materializa cuando la madera se utiliza ampliamente en la construcción de la ciudad, concretamente en viviendas. Esta tipología es la que mejor puede generar el volumen que necesita la industria para asentarse.

### Reducción de plazos de ejecución

La disminución de los plazos de construcción es un excelente valor competitivo de la edificación en madera maciza. Sin embargo, el sector no está todavía completamente preparado para absorber este cambio en el proceso del desarrollo de la obra.

### Impulso a la industrialización de la obra

El sector de la construcción avanza como ya ocurre en los países de nuestro entorno hacia una mayor industrialización. La construcción en madera se encuentra en muchos casos a la vanguardia de estos procesos. Además de permitir fácilmente la integración de la estructura con otros sistemas de particiones, mobiliario o detalles constructivos.

“El diálogo entre los arquitectos y los interlocutores del sector de madera maciza para construcción, aunque lento, está siendo muy interesante, productivo y constructivo para ambas partes.”

Marta Sanchez, Directora División de Proyectos - ONESTA

Han participado en el **Diálogo 4. Diseño para el impulso de la madera maciza industrializada para la edificación en España:**

**Guillermo Sevillano.** Socio-fundador - SUMA Arquitectura

**Iñaki Alonso.** CEO y socio-fundador - sAtt

**Ibán Carpintero.** Socio Director - BAUMAD

**Marta Sánchez.** Directora División de Proyectos - ONESTA

**Vicente Guallart.** Fundador - IAAC (Dirección)

**Daniel Ibañez.** Director - IAAC (Dirección)

**Carla Ferrer.** Arquitecta - ITER (Moderación)

# DIÁLOGOS MASS MADERA

RED ESPAÑOLA DE  
EDIFICACIÓN CON  
MADERA MACIZA  
INDUSTRIALIZADA

Con la participación de

Promoción para el impulso  
del uso de la madera  
maciza industrializada para  
la edificación en España

4 de octubre, 17:00 CET



**Oriol Bosch Casabó**  
Head of Design en O11h

**Jacinto Seguí Mendez**  
Director de consultoría técnica y especificaciones en FINSIA

**Eduardo Agustín**  
Co-fundador y CEO de LOCARE

**Juan Velayos Lluís**  
Socio fundador en JV20 Investment & Advisory

**Jose Antonio De Pedro Cuadrado**  
CDO en Distrito Natural

Online event





**Carla Ferrer**  
ITER  
Moderadora



**Daniel Ibañez**  
Director del IAAC  
Bienvenida



**Vicente Gualart**  
Fundador del IAAC  
Introducción

## DIÁLOGO 5 PROMOCIÓN PARA EL IMPULSO DEL USO DE LA MADERA MACIZA INDUSTRIALIZADA PARA LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA

### Factor económico y modelo de cálculo de costes

Una de las principales barreras para el desarrollo de la madera maciza estructural en España es el factor económico. Con frecuencia, los modelos de negocio y los presupuestos comparan de manera simplista las soluciones en madera con materiales, lo que resulta en una percepción equivocada. Cuando se sigue un enfoque tradicional en el cálculo de costes, el precio no refleja adecuadamente el ahorro en los tiempos de ejecución o en los costes de cimentación. Por tanto, sería necesario desarrollar modelos de cálculo de costes más complejos para poder evaluar adecuadamente el impacto económico de construir con madera maciza industrializada.

### Tipo de activos e impulso del uso de madera maciza

A diferencia de la promoción inmobiliaria orientada a la propiedad, el desarrollo de promociones destinadas al alquiler muestra un mayor interés en la sostenibilidad en la construcción y en la reducción de la huella de carbono de los edificios. Esto es especialmente evidente en el caso de activos destinados a oficinas y hoteles.

### Factor flexibilidad en las soluciones en madera maciza

En ocasiones, el uso de madera maciza en edificación se percibe como una solución menos flexible en comparación con otros sistemas constructivos, lo que puede ser percibido como un obstáculo por parte de algunos promotores.

### Dificultad en el acceso a pólizas asegurativas

Las pólizas de seguros representan otra barrera para promover el uso de madera maciza en España. La dificultad para asegurar promociones que incorporan tecnologías en madera no se limita únicamente a los componentes estructurales de los edificios. Las compañías de seguros y los códigos deberían avanzar en la búsqueda de soluciones tanto para estructuras como para fachadas o elementos de división interior.

### Cambios regulatorios para mejorar las condiciones de seguros y la circularidad

Desde una perspectiva regulatoria, se necesita dar un paso importante adelante para poder impulsar el uso de madera maciza industrializada en España. Este avance conlleva, por una parte, la mejora de las condiciones de los seguros, y por otra, la promoción de prácticas constructivas más circulares y el fomento de la reutilización de los componentes de los edificios.

### Nueva cultura del diseño de edificios con madera maciza

Con frecuencia, los proyectos se diseñan inicialmente sin considerar suficientemente las propiedades inherentes a la madera, lo que resulta en una mayor complejidad y costes en el proceso de industrialización del edificio. La cultura del diseño debería incorporar los límites y potenciales de las soluciones de madera maciza desde las etapas iniciales del desarrollo del proyecto.

### Desconocimiento de la tecnología de la madera maciza

A menudo, los promotores y personas a cargo de proyectos no están familiarizados con el uso de madera maciza en edificación. Cuando adquieren una mayor comprensión de la tecnología y sus ventajas, los miedos y las dudas disminuyen. Por lo tanto, la colaboración y el diálogo entre la industria y el sector de la promoción inmobiliaria es fundamental para poder impulsar el uso de este material.

### Presencia de la madera maciza en certificaciones internacionales

Los fondos de inversión internacionales demandan sellos de certificación para poder financiar las promociones inmobiliarias. Las certificaciones LEED y BREEAM son actualmente las más solicitadas, pero no otorgan un valor importante al uso de madera en la construcción de los edificios. Por otra parte, se prevé que el certificado Levels, ligado a la taxonomía Europea de financiación sostenible y de referencia para algunos fondos, pueda avanzar en las mediciones de la construcción Cradle-to-Cradle, y de esta manera favorecer el impulso del uso de madera maciza industrializada debido a su capacidad para reducir la huella de emisiones de carbono.

**“Estamos en un cambio importante, dado que, a medida que los efectos del cambio climático se hacen más visibles, el análisis de la huella de carbono del sector inmobiliario va a ir ganando importancia a la hora de gestionar una cartera de inversión inmobiliaria dedicada al arrendamiento.”**

Andrés Horcajada, Consejero Delegado - LOCARE

### **Cálculo de la huella de carbono**

Se advierte un cambio de paradigma en el mercado de capitales, donde cada vez se priorizan más las inversiones con un bajo impacto de carbono. Esto crea un entorno favorable para el uso de madera maciza en edificación. Sin embargo, a medida que este contexto se consolida se presentan dos retos importantes. Por una parte, el coste de construcción de los edificios está aumentando, y de hecho ya existen informes que cuantifican el impacto de la resiliencia en los presupuestos. Por otra parte, con la esperada entrada normativas europeas en esta dirección, se espera un aumento en la demanda que podría superar la capacidad productiva de la industria española.

### **Trazabilidad del proceso de construcción y reducción de costes**

Se espera la implementación de un pasaporte de ciclo de vida de los edificios y sus componentes en un futuro cercano. La tecnología blockchain puede ser una herramienta esencial para garantizar la seguridad de los datos recabados. La convergencia de la regulación para promover una industria de la construcción más sostenible y la disponibilidad de capital auguran importantes transformaciones en el sector.

### **Subvenciones públicas para el impulso de proyectos en madera maciza**

En general, las administraciones públicas no promueven la construcción con madera maciza de forma decidida, excepto en casos aislados. Para compensar el aumento de costes de una construcción más sostenible, el sector público debería intervenir mediante subvenciones parciales o bonificaciones. Por ejemplo, la reducción del impuesto ICIO (Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras) o la disminución de la Plusvalía municipal, junto con la creación de un bonus de edificabilidad para este tipo de iniciativas podrían contribuir a aumentar las cuotas de promociones que utilicen madera maciza estructural.

### **Perfil de la industria de proveedores de madera maciza para edificación**

La estructura industrial de la madera maciza se caracteriza por un número limitado de proveedores que dominan el mercado, lo que genera inseguridad para los inversores. Aunque se están dando pasos importantes para ampliar la oferta del sector, el actual entramado empresarial se presenta limitado para los desafíos que se avecinan a medio plazo.

### **Aumento de la estandarización en los elementos y componentes industriales**

Una mayor estandarización de los elementos y componentes industriales podría significar un importante cambio en los costes de los edificios en madera. Actualmente, la industria aborda cada proyecto de forma individual partiendo desde cero. Es fundamental trabajar en la creación de consensos dentro del sector para poder revertir esta situación y así optimizar los procesos y los precios.

### **Madera maciza y tecnologías híbridas de materiales**

La combinación de sistemas de madera maciza mediante tecnologías híbridas que emplean otros materiales sostenibles representa un gran potencial. Estas soluciones híbridas presentan alternativas según la tipología de edificios, el objetivo último debería ser el uso de madera maciza de la forma más optimizada según las necesidades.

### **Reducción de plazos de ejecución**

La madera maciza industrializada, destaca no solo por su sostenibilidad, sino también por su capacidad para acelerar los plazos de construcción. Esta ventaja en la reducción de tiempos puede ser tan significativa como los beneficios ambientales.

### **Nuevo modelo de construcción**

Construir en madera significa construir con tecnologías en seco lo que conlleva grandes ventajas. Esto se traduce en mejoras en el comportamiento térmico del edificio y en el proceso de construcción involucrando a profesionales con un perfil diferente del tradicional. Este cambio requiere una mayor digitalización y una ejecución distinta de la obra. El potencial en la reducción de costes imprevistos, en “soft costs” y en gestión es significativo, pero es necesario un importante esfuerzo de la industria de la construcción para evolucionar en esta dirección.

### **Ampliar el uso de madera a otros componentes de los edificios**

Es crucial extender el uso de madera a otros componentes de los edificios más allá de la estructura portante. Esto implica ampliar el debate sobre cómo la madera puede utilizarse en tabiquería, fachadas, revestimientos interiores, techos y pavimentos. La diversificación del uso del material puede comportar beneficios estéticos y de diseño tanto como ambientales.

### **Promociones en madera maciza asociadas a activos innovadores**

En muchos casos la elección de la madera maciza como material de construcción se asocia a proyectos pioneros, con un fuerte componente innovador y experimental. Introducir elementos novedosos en activos con precios ajustados como las viviendas para alquiler o venta accesible puede resultar complicado. La innovación requiere una cierta holgura económica, pero, al mismo tiempo, para lograr un cambio significativo en el sector es necesario promover el uso de la madera maciza en construcción en masa.

“La construcción industrializada reduce las contingencias que tienen un coste de entre el 2% y el 4% del importe de la obra. Esto es una importante ventaja competitiva.”

Oriol Bosch Casabó, Head of Design - 011h

### Edificación en madera y emergencia habitacional

La utilización de madera en edificación ofrece ventajas competitivas en términos de sostenibilidad y eficiencia. Sin embargo, para abordar la presente emergencia habitacional es fundamental que el precio de venta o alquiler de los inmuebles sea asequible. Las reformas del CTE (Código Técnico de la Edificación) se suelen traducir en un aumento de los costos que se revierten al usuario final. Por otra parte, es necesario garantizar la calidad constructiva también en esta tipología para que no repercuta en los costes energéticos a lo largo de la vida útil del edificio. Combinar altas prestaciones y buen precio es un reto fundamental.

### La rehabilitación es un gran motor para el impulso del uso de madera maciza

El sector de la rehabilitación de edificios representa una oportunidad significativa para promover el uso de madera maciza. Esta puede convertirse en una estrategia efectiva para reducir la huella de carbono de numerosos inmuebles existentes, ya que la tecnología actual permite la intervención parcial utilizando capas industrializadas de madera maciza, reducir los tiempos de construcción e intervenir de forma localizada.

### Gestión sostenible de los bosques

La gestión sostenible de los bosques desempeña un papel importante en la reducción de los costes en el sector derivado de un mejor acceso a material prima nacional. Es necesario mejorar la gestión forestal para respaldar el crecimiento de la edificación con madera maciza industrializada en España.

Han participado en el **Diálogo 5. Promoción para el impulso del uso de la madera maciza industrializada para la edificación en España:**

**Oriol Bosch Casabó.** Head of Design - 011h

**Andrés Horcajada Castro.** Consejero Delegado - LOCARE

**Jose De Pedro Cuadrado.** CDO - Distrito Natural

**Jacinto Seguí Mendez.** Director de consultoría técnica y especificaciones - FINSA

**Juan Velayos Lluís.** Socio fundador - JV20 Investment & Advisory

**Vicente Guallart.** Fundador - IAAC (Dirección)

**Daniel Ibañez.** Director - IAAC (Dirección)

**Carla Ferrer.** Arquitecta - ITER (Moderación)

# DIÁLOGOS MASS MADERA

RED ESPAÑOLA DE EDIFICACIÓN CON MADERA MACIZA INDUSTRIALIZADA

Con la participación de

## Educación e I+D para el impulso del uso de la madera maciza industrializada para la edificación en España

18 de octubre, 17:00 CET Online event



**Jose Enrique Peraza**  
Arquitecto. Secretario General AITIM



**Maite Crespo de Antonio**  
Doctora en Arquitectura. Docente/investigadora Universidad del País Vasco



**Silvia Blanco Agüeira**  
Doctora en Arquitectura. CESUGA - USJ



**Quim Escoda**  
Arquitecto. MsC in Wood Technology. BBG



**Pablo Saiz**  
Doctor en Arquitectura Industrializada. CAO Woodea



**Carlos Lopez**  
Arquitecto. Director Oficina Técnica Lignum Tech















**Carla Ferrer**  
ITER  
Moderadora



**Daniel Ibañez**  
Director del IAAC  
Bienvenida



**Vicente Guallart**  
Fundador del IAAC

## DIÁLOGO 6 EDUCACIÓN + ID PARA EL IMPULSO DEL USO DE LA MADERA MACIZA INDUSTRIALIZADA PARA LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA

### Educación en madera en España en auge

Se está experimentando un momento de creciente interés en la formación relacionada con la madera en edificación en España. La oferta de diversos másteres –entre ellos algunos de reciente creación– foros anuales y blogs especializados dan muestra de este nuevo paradigma.

### Diversificación del conocimiento de sistemas de madera para la edificación

Además de consolidar la formación en sistemas de CLT, es importante considerar la transferencia de conocimiento a otras tecnologías, como las viguetas prefabricadas o soluciones de entramado ligero. La madera tiene aplicaciones en edificación más allá de la estructura, y es esencial comprender e impulsar estas posibilidades.

### Limitaciones: Impacto de las termitas y consideraciones acústicas

Es necesario llevar a cabo investigaciones más exhaustivas para comprender el impacto de las termitas en los edificios construidos en madera en entornos urbanos, así como los desafíos que la construcción en madera maciza plantea en términos de confort acústico.

**“Estamos potenciando muchísimo la parte de formación de arquitectos y otros técnicos especializados y, sin embargo, fomentando poco el conocimiento de quienes tienen que prescribir el uso y contratación de madera maciza, que son promotores y constructores.”**

Carlos López, Arquitecto. Director Oficina Técnica - Lignum Tech

### **Formación en prescriptores en edificación en madera**

Es fundamental promover la educación y el conocimiento del material entre los profesionales del sector encargados de las prescripciones, especificaciones y promoción. En los últimos años se ha avanzado mucho en la formación de técnicos (ingenieros y arquitectos ejercientes, o estudiantes), pero es igualmente importante avanzar en la divulgación entre los actores que forman parte de la demanda. Se debería invertir más en formación, pero no necesariamente desde las universidades, sino más bien desde el mundo de la profesión y la empresa.

### **Formación integral en la cadena de valor de la industria de la construcción**

El sector de la producción de elementos de madera destinados a la edificación tiene también importantes retos por delante en relación a la formación. En necesario fortalecer y reorientar la formación de los carpinteros, pasando de una destreza casi equiparable a la ebanistería artesanal, deberían transformarse en montadores de edificios altamente especializados y digitalizados. Para ello, se requiere una mano de obra diferente, donde la formación es central, y todavía hay un largo camino por recorrer en esta dirección.

### **Comparativa de la oferta de másteres relacionados con la madera en España**

A modo de ejemplo se compara la naturaleza de los programas formativos representados en el debate. El Máster “Estructuras, Construcción, y Diseño en Madera” de la Universidad del País Vasco se distingue por explorar los distintos usos del material en construcción. El programa de CESUGA, en Galicia, se centra por su parte en los aspectos de la durabilidad, los detalles, y la transferencia de conocimientos de la industria tradicional de la madera. En contraste, el Máster “Construcción con Madera” de la Universidad Politécnica de Madrid está más enfocado al cálculo.

### **Comparativa de la demanda de másteres relacionados con la madera en España**

En contraste con la temática anterior, se analiza la demanda y la empleabilidad de estos programas. En el caso gallego, las empresas del sector buscan constantemente estudiantes para incorporar a sus equipos, sin embargo, los proyectos a los que se incorporan no siempre son para el mercado nacional. En el caso vasco, ocurre casi lo contrario, ya que se ha observado una disminu-

ción en el número de matrículas y los alumnos no siempre terminan trabajando en el sector. Esta es una tendencia que se está experimentando en Madrid.

### **Descentralizar la formación en torno a la madera maciza**

En general, los programas formativos se distribuyen de forma muy centralizada en España. Aunque puede haber una cierta difusión de conocimientos en torno a las viviendas unifamiliares prefabricadas, la oferta educativa se concentra principalmente en Madrid, Galicia, País Vasco, Navarra y Cataluña. Aunque recientemente se han visto iniciativas interesantes de investigación y desarrollo en otras regiones como en Cuenca, Andalucía, Valencia o Aragón.

### **Capacidad de absorber una demanda creciente a nivel técnico**

En el sector de la consultoría de proyectos en madera, la realidad es que existe una limitación en la capacidad de atender la demanda creciente en la petición de ofertas. Esta condición parece contradecir la empleabilidad de los alumnos formados en la materia. Al mismo tiempo, si se anticipa un futuro cercano en el que el uso de la madera industrializada gane una mayor cuota de mercado, esta condición podría plantear un riesgo significativo para el sector.

### **Impulso de la madera maciza desde el sector público y privado**

El sector de la madera no puede depender únicamente de la inversión pública de manera indefinida. Es necesario convencer a la iniciativa privada para que invierta en proyectos a diferentes escalas. Hasta que esto no suceda, la disponibilidad de técnicos no transformará la industria. En este sentido, la construcción de viviendas puede desempeñar un papel fundamental al servir como medio para dar a conocer las posibilidades de esta tecnología.

### **Falta de sinergia entre la industria y las instituciones académicas**

En el ámbito de la investigación de materiales, las empresas generan conocimiento, pero este conocimiento rara vez se transfiere a la enseñanza. A diferencia de lo que ocurre en otros países de nuestro entorno, donde la colaboración entre la industria y la academia es más directa y mutuamente beneficiosa. En España, las investigaciones sobre materiales en las universidades se basan en estudiantes de doctorado que abordan un tema específico pero después no se establece una sinergia o un desarrollo estratégico que pueda beneficiar a la industria y en última instancia a la sociedad. Son dos mundos rara vez interconectados, aún es necesario avanzar mucho en esta dirección, y se puede aprender mucho de otros países.

### **Innovación y desarrollo en la industria maderera**

Siguiendo el tema anterior, se puede afirmar que la mayor parte de la investigación y desarrollo en madera maciza en España se lleva a cabo dentro de la industria. Un enfoque importante en la investigación de las empresas productoras de madera industrializada es la optimización en el uso de recursos forestales locales para poder producir madera de origen cercano que pueda favorecer las cadenas de valor de la región.

**“Todos los alumnos de la primera promoción del Máster de Madera de CESUGA, en Galicia, están trabajando en el sector. Las empresas nos reclaman continuamente más gente.”**

Silvia Blanco, Doctora en Arquitectura - CESUGA-USJ

### **Cultura de la madera como material de construcción**

La madera industrializada como solución constructiva enfrenta un importante desafío en términos de su percepción cultural. Persisten mitos arraigados que influyen en la toma de decisiones. La madera se percibe como un material débil relacionado con tipologías tradicionales como casas rurales o caseríos, lo que impide la formación de una imagen colectiva de la madera como material apto para contextos urbanos.

### **Desafío en las herramientas informáticas de diseño y cálculo**

Otro aspecto a considerar es el software empleado en el diseño de proyectos con componentes de madera industrializada. Estas herramientas suelen ser bastante complejas y de difícil acceso, con una curva de aprendizaje alta, lo cual representa una barrera adicional.

### **La importancia de promover la colaboración y el trabajo en red**

En el ámbito de la industria y la formación, coexisten diversas iniciativas que operan de manera independiente y, en ocasiones, sin conocimiento mutuo. Establecer redes de colaboración resulta fundamental. En este contexto, eventos como el presente Diálogo permiten generar relaciones y promueven la colaboración.

### **Incluir los estudios de madera maciza en los programas de grado**

La ausencia de formación sólida en construcción con madera en los programas de grado de ámbito general representa una importante barrera. Más allá de la oferta de formación especializada, es esencial incluir el conocimiento de las tecnologías de la madera en los planes de estudios de grado para que los arquitectos e ingenieros conozcan las posibilidades del material. Si se desconocen las opciones, será difícil poder avanzar hacia un mayor uso de la madera en construcción.

### **Fomentar la educación en los principios del DfMA**

Otro aspecto fundamental y complementario es proporcionar formación en los principios del DfMA (Design for Manufacturing and Assembling), así como las estrategias de construcción industrializada en general. La construcción en madera está intrínsecamente ligada a la industrialización. Esto requiere un enfoque distinto en la concepción y ejecución de los proyectos. Por lo tanto, es esencial avanzar en la formación en conocimientos DfMA y diseño para la construcción industrializada.

**“El carpintero que formamos aquí en España es una persona que hace muebles y puertas y ventanas. No es una persona que construye edificios. Entonces, como en esa parte también tiene que evolucionar esa docencia.”**

Quim Escoda, Investigador en la Industria de la Madera en la Universidad de Berna

### **Colaboración para el desarrollo de estándares y códigos**

La colaboración entre industria, empresas y administración pública es fundamental y debería centrarse en la creación de estándares y en la actualización de las normativas. Por ejemplo, sería interesante establecer soluciones normalizadas que sirvan como base para el diseño en materia de estructuras, acústica, comportamiento contra el fuego y protección de la humedad. Este desarrollo debería nutrirse de la experiencia práctica para evitar así errores poniendo a disposición catálogos de soluciones (bibliotecas de detalles constructivos, entre otros) de fácil acceso y con garantía de cumplimiento con las prestaciones establecidas en los códigos.

### **Acceso a instrumentos de financiación y fomento del ecosistema europeo**

Para el desarrollo de productos y análisis de prestaciones es esencial contar con fondos de financiación pública que impulsen la investigación. Asimismo, es importante que estos proyectos tengan la oportunidad de interactuar y beneficiarse de un ecosistema Europeo donde la innovación y el estudio de productos de madera se encuentra en etapas más avanzadas.

Han participado en el **Diálogo 6. Educación + ID para el impulso del uso de la madera maciza industrializada para la edificación en España:**

**Pablo Saiz.** Doctor en Arquitectura Industrializada - CAO Woodea

**Maite Crespo de Antonio.** Doctora en Arquitectura. Docente e investigadora - Universidad del País Vasco

**Jose Enrique Peraza.** Arquitecto. Secretario General - AITIM

**Quim Escoda.** Arquitecto. Investigador en la Industria de la Madera - Universidad de Berna

**Silvia Blanco Agüeira.** Doctora en Arquitectura - CESUGA-USJ

**Carlos López.** Arquitecto. Director Oficina Técnica - Lignum Tech

**Vicente Guallart.** Fundador - IAAC (Dirección)

**Daniel Ibañez.** Director - IAAC (Dirección)

**Carla Ferrer.** Arquitecta - ITER (Moderación)

## CONCLUSIONES

Del análisis de las ideas principales surgidas durante los Diálogos Mass Madera 2023, se pueden identificar algunos elementos comunes que proporcionan una base sólida para el impulso de madera maciza en edificación en España. Las siguientes premisas ofrecen una perspectiva global del resultado de las mesas redondas.

### Promoción pública

Fomentar el uso de madera maciza industrializada mediante proyectos públicos y medidas como subvenciones y bonificaciones fiscales.

### Sinergías en la cadena de valor

Impulsar una mayor colaboración a lo largo de la cadena de valor de la madera maciza para contribuir al desarrollo económico y social en las áreas forestales y en la industria maderera.

### Cálculo de emisiones

La adopción de modelos de cálculo de la huella de carbono en el proceso de construcción, conformación y transporte de materiales por parte de la industria, junto con la tasación de emisiones se convertirá en un gran aliado en el impulso de la edificación con madera maciza.

### Estándares y códigos compartidos

El desarrollo de códigos, manuales y estándares compartidos para mejorar la eficacia en el diseño y ejecución de proyectos es fundamental para facilitar los procesos y las prescripciones, optimizar los costes y facilitar el acceso a seguros.

### Formación accesible

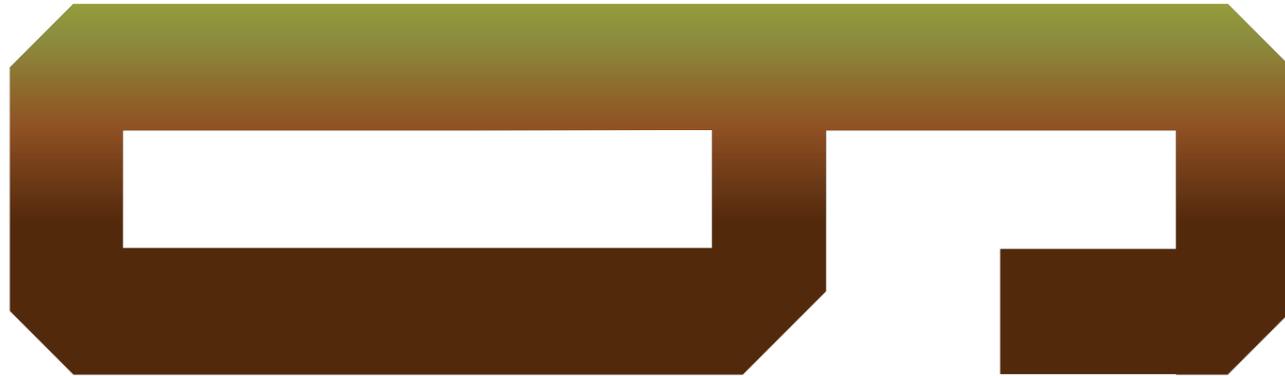
Promover el conocimiento y la formación en el uso de madera maciza de manera accesible, diversificada y transversal considerando todos los actores implicados en la cadena de valor y en la sociedad.

**En resumen, los Diálogos Mass Madera ofrecen un importante consenso en el potencial del uso de madera maciza industrializada en España. Las oportunidades y los desafíos identificados por el medio centenar de expertos involucrados dibujan una hoja de ruta clara para consolidar un cambio de paradigma en la industria de la construcción en nuestro país.**



Edificio de viviendas, Cornellà de Llobregat, 2021. Autores: Peris+Torral Arquitectes. Foto: © José Hevia.

# POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL IMPULSO DEL USO DE LA MADERA MACIZA INDUSTRIALIZADA



## INTRODUCCIÓN

La presente sección examina las Políticas Públicas implementadas a nivel internacional en los últimos años que han favorecido el uso de madera maciza industrializada en edificación. El propósito de este capítulo es proporcionar un análisis comprensivo de las estrategias puestas en marcha en otras naciones, con el objetivo de integrarlas en el debate sobre la adopción de esta tecnología constructiva en nuestro país.

A pesar de los potenciales beneficios del uso de madera maciza industrializada en edificación, los contextos normativos de muchos países tienden a limitar sustancialmente el desarrollo de la construcción en madera en edificios de varias plantas.<sup>1</sup> A la luz de las notables perspectivas de crecimiento de la industria de la madera maciza industrializada en España en los próximos años recogidas en este Informe, todavía se puede aprender mucho de las políticas favorables que los gobiernos internacionales, principalmente en Europa y Norteamérica, han promulgado para facilitar la realización de estructuras altas de madera.<sup>2</sup>

En términos generales, estas políticas incluyen: flexibilización de las restricciones<sup>3</sup>; financiación de la investigación y el desarrollo<sup>4</sup> campañas de información y certificaciones de rendimiento medioambiental<sup>5</sup>; entre otras. Para abordar el contexto normativo, el último informe internacional de revisión de las principales políticas públicas en Europa y Norteamérica realizado por la UNECE sigue siendo un recurso útil<sup>6</sup>, aunque el rápido ritmo de cambio en el sector de la construcción con madera en los últimos años ha visto surgir numerosas evoluciones significativas desde su publicación en 2016, en particular las disposiciones para los edificios de madera de hasta 18 plantas en el marco de las categorías de tipo IV-A, IV-B y IV-C recientemente introducidas en el 2021 *International Building Code*.<sup>7</sup>

- 1 Dumler, P., Werther, N., & Steen-Hansen, A. (2020). *Obstacles and possibilities in implementation and use of engineered wood systems in construction*.
- 2 Wiegand, E., & Ramage, M. (2022). The impact of policy instruments on the first generation of Tall Wood Buildings. *Building Research & Information*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613218.2021.1905501>
- 3 Östman, B., & Källsner, B. (2011). *National building regulations in relation to multi-storey wooden buildings in Europe*.
- 4 Mohammad, M., Jones, R., Whelan, M., & Coxford, R. (2018, August). *Canada's tall wood buildings demonstration projects*. WCTE 2018, World Conference on Timber Engineering, Seoul, South Korea.
- 5 Westerlund. (2012). *A new way: TRÄSTAD 2012*.
- 6 UNECE. (2016). *Promoting sustainable building materials and the implications on the use of wood in buildings: A review of leading public policies in Europe and North America | Green Policy Platform*. <https://www.greenpolicyplatform.org/case-studies/promoting-sustainable-building-materials-and-implications-use-wood-buildings-review>
- 7 Breneman, S., Timmers, M., & Richardson, D. (2022). *Tall Wood Buildings and the 2021 IBC: Up to 18 Stories of Mass Timber (WW-WSP-12)*. Woodworks. [https://www.woodworks.org/wp-content/uploads/wood\\_solution\\_paper-tall-wood.pdf](https://www.woodworks.org/wp-content/uploads/wood_solution_paper-tall-wood.pdf)

## PERMISOS PRESCRIPTIVOS DEL CÓDIGO

En lo que respecta a la flexibilización de las restricciones antes del IBC de 2021, los discretos mecanismos incluidos en códigos prescriptivos que, de otro modo, serían prohibitivos, representaron las primeras oportunidades para la edificación de edificios altos de madera. Entre los ejemplos se incluyen: la *Site-specific Regulation* o Regulación Específica del Emplazamiento en Canadá que permite el cumplimiento de la normativa mediante la demostración de criterios de rendimiento dentro de ubicaciones concretas.<sup>8</sup> Esta directiva ha permitido construir todos los edificios altos en madera en Canadá.<sup>9</sup>

Por otra parte, en Finlandia, la edición de 2011 del *Building Fire Code* que elimina las restricciones de altura para los edificios de madera de varios plantas para usos residenciales y de oficinas,<sup>10,11</sup> tres edificios altos de madera que no habría sido posible realizar con anterioridad, el Puukuokka de 8 pisos (2015), el Lighthouse de 14 pisos (2019) y el Wood City de 8 pisos (2021), se completaron posteriormente y los técnicos afirman que el cambio de norma de 2011 dió el impulso necesario.<sup>12</sup>

Así mismo, el *Model Building Code* de 2002 en Alemania que aumenta la altura permitida para las estructuras de madera de tres a cinco pisos, o 13 metros y, desde 2020 y en combinación con el *Model Timber Code* hasta una altura de evacuación de 22 metros, que corresponde aproximadamente a 8 pisos.<sup>13</sup> Por último, una categoría prescriptiva en el *Building Code* de Minnesota (EE. UU.), permite que el edificio T3 de 7 plantas (2016) evite el requisito nacional estándar de cumplimiento excepcional mediante criterios funcionales (ICC, 2006) en virtud del uso de un zócalo de hormigón para la primera planta.<sup>14</sup>

8 University of British Columbia. (2016). *Brock commons tallwood house: Code compliance*. [https://www.naturallywood.com/wp-content/uploads/brock-commons-code-compliance\\_case-study\\_naturallywood.pdf](https://www.naturallywood.com/wp-content/uploads/brock-commons-code-compliance_case-study_naturallywood.pdf)

9 Wiegand, E., & Ramage, M. (2022). *Op. cit.*

10 Franzini, F., Toivonen, R., & Toppinen, A. (2018). Why Not Wood? Benefits and Barriers of Wood as a Multistory Construction Material: Perceptions of Municipal Civil Servants from Finland. *Buildings*, 8(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/buildings8110159>

11 Karjalainen, M. (2015). Status and possibilities of wood construction in Finland. *Ministry of Employment and the Economy*.

Mayo, J. (2015). *Solid Wood: Case Studies in Mass Timber Architecture, Technology and Design*. Routledge.

12 Wiegand, E., & Ramage, M. (2022). *Op. cit.*

13 Mahapatra, K., Gustavsson, L., & Hemström, K. (2012). Multi-storey wood-frame buildings in Germany, Sweden and the UK. *Construction Innovation*, 12(1), 62–85. <https://doi.org/10.1108/14714171211197508>

14 ThinkWood. (2017). *Wood: Tenant-Cool, Tech-Friendly Commercial Space*. <https://www.thinkwood.com/wp-content/uploads/2019/08/Think-Wood-ADV-Tenant-Cool-Tech-T3.pdf>

## CÓDIGOS BASADOS EN EL RENDIMIENTO

Desde principios de siglo XXI, las lagunas en los enfoques prescriptivos han dado paso a códigos basados en el rendimiento más permisivos y dinámicos, promovidos por Austria en 2006<sup>15</sup> y adoptados posteriormente en Alemania, Finlandia, Noruega, Suecia, Reino Unido y Oregón, EE.UU.<sup>16</sup> Los códigos basados en el rendimiento ofrecen la posibilidad de permitir innovaciones imprevistas demostrando el cumplimiento sin necesidad de revisiones normativas, como ejemplifica la afirmación de un responsable político: “Según el código austriaco antiincendios, la construcción de edificios altos en madera con más de seis plantas requiere medidas adicionales de compensación”, requisitos adicionales aparte, En el reciente estudio de Wiegand y Ramage se incluyen tres edificios altos en madera construidos en Austria tras el cambio de política: la Life Cycle Tower One (2011), de 8 plantas, la Wagrammer Strasse (2013), de 7 plantas, y el HoHo Wien (2019), de 24 plantas.

Si bien Austria ha marcado hitos importantes a nivel normativo en los últimos años, Alemania ha superado a Austria en la innovación en el cumplimiento de códigos de seguridad contra incendios basados en el rendimiento de edificios construidos con el edificio E3 de 7 plantas en 2008, lo que supuso un logro novedoso para Europa.<sup>17</sup> El proceso de aprobación del E3 requirió que el equipo del proyecto llevara a cabo investigaciones de viabilidad, pruebas, certificación de componentes e interlocución con las autoridades.<sup>18</sup>

Del mismo modo, los proyectos de madera de gran altura completados en virtud del código basado en el rendimiento de Finlandia requirieron diversas combinaciones de ingeniería de incendios,<sup>19</sup> o simulaciones de comportamiento ante el fuego e inspecciones estructurales.<sup>20</sup> La capacidad de incorporar la innovación y ampliar los logros obtenidos utilizando un enfoque normativo basado en el rendimiento sugiere que las autoridades españolas pueden hacer bien en adoptar tales estrategias, refiriéndose al IBC de 2021 como una línea de base justificable.

15 Meacham, B. J. (2009). Performance-based building regulatory systems. *A Report of the Inter-Jurisdictional Regulatory Collaboration Committee*. [https://www.researchgate.net/profile/Brian-Meacham-2/publication/265287373\\_Performance-Based\\_Building\\_Regulatory\\_Systems/links/553e7e8d0cf210c0bdaaa6e2/Performance-Based\\_Building\\_Regulatory\\_Systems.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Brian-Meacham-2/publication/265287373_Performance-Based_Building_Regulatory_Systems/links/553e7e8d0cf210c0bdaaa6e2/Performance-Based_Building_Regulatory_Systems.pdf)

16 Wiegand, E., & Ramage, M. (2022). *Op. cit.*

17 Moore, C. (2016). E3 Berlin: Europés first wooden high-rise. In *Building Guide: Upgrade to Ultra-Low-Energy Buildings* (pp. 1–19). Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy.

18 Wiegand, E., & Ramage, M. (2022). *Op. cit.*

19 Green, M., & Taggart, J. (2020). *Tall wood buildings: Design, construction and performance*. Birkhäuser. [https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=8a-vWDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Green,+M.,+%26+Taggart,+J.+\(2017\).+Tall+wood+buildings:+Design,+construction+and+performance.+Tall+Wood+Buildings:+Design,+Construction+and+Performance+\(Birkh%C3%A4user\).&ots=fl-cB-ITxDM&sig=avtcAphAc7AteZrWJA\\_z6-OzWtA](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=8a-vWDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Green,+M.,+%26+Taggart,+J.+(2017).+Tall+wood+buildings:+Design,+construction+and+performance.+Tall+Wood+Buildings:+Design,+Construction+and+Performance+(Birkh%C3%A4user).&ots=fl-cB-ITxDM&sig=avtcAphAc7AteZrWJA_z6-OzWtA)

20 Arcadia. (2019). *Lighthouse Joensuu*. <https://www.arcadia.fi/referenssit/lighthouse>

Aunque, en general, los códigos basados en el rendimiento han servido para hacer posible la construcción de edificios en madera de media y gran escala, algunos requisitos concretos plantean retos de los que los reguladores deberían tomar nota. Por ejemplo, varios profesionales de Noruega han señalado la dificultad de satisfacer los requisitos contra incendios del código basado en incendios establecido.<sup>21</sup> En respuesta, la organización gubernamental Innovation Norway puso en marcha en 2008 el *Wood Innovation Programme* para fomentar la creación de valor en toda la industria maderera, con una política denominada Tree in the City (Tre I by) que apoya financieramente el proceso de aprobación de proyectos seleccionados, a saber, el Treet de 14 pisos (2015), el Moholt de 9 pisos (2016) y el Mjøstårnet de 18 pisos (2019).<sup>22, 23</sup>

Además de apoyar las pruebas de constructibilidad, estructurales y contra incendios para demostrar el cumplimiento, estas políticas también dieron lugar a cambios en la normativa para permitir la construcción de plantas adicionales.<sup>24</sup> Demostrar el cumplimiento de los requisitos basados en el rendimiento también puede aumentar los costes asociados a la concesión de permisos, como se ha observado en Suecia. No obstante, se han realizado al menos seis edificios altos de madera a nivel nacional siguiendo esta vía: el Limnologen de 8 plantas (2009), el Portvakten de 8 plantas (2009), el Älvsbacka Park de 7 plantas (2010), el Strandparken de 8 plantas (2013), el Vallen de 8 plantas (2015) y el Kulturhus de 20 plantas (2021); un experto que participó en el proyecto del Strandparken explica cómo estos costes adicionales se negociaron explícitamente entre las partes interesadas en el proyecto.<sup>25</sup> Se han aplicado varias políticas para facilitar la construcción de edificios altos de madera en este contexto, como la *Swedish National Timber Construction Strategy* de 2004.<sup>26</sup>

El intercambio de conocimiento entre países también ha contribuido a demostrar que los edificios de madera satisfacen los onerosos requisitos basados en las prestaciones. El edificio Murray Grove (2009), de 9 plantas, en el Reino Unido, utilizó la *European Technical Approval* que la empresa austriaca KLH Massivholz GmbH había obtenido previamente para sus productos en cuanto a rendimiento térmico, ignífugo y estructural; a continuación, KLH financió las pruebas acústicas, la única prueba independiente necesaria según la normativa británica (Wiegand & Ramage, 2022). Todos los demás edificios altos de madera estudiados por Wiegand y Ramage en el Reino Unido fueron igualmente autorizados mediante la demostración de los valores prestacionales. En EE.UU., a diferencia del edificio T3 de Minnesota, autorizado mediante una categoría específica de código prescriptivo, dos edificios altos de madera de Oregón, el Framework de 12 plantas y el Carbon12 de 8 plantas, obtuvieron la aprobación mediante el *Performance-based Code* alternativo del estado (Wiegand & Ramage, 2022).

21 Wiegand, E., & Ramage, M. (2022). *Op. cit.*

22 Røtnes, R., Bjøru, E., Evjen, B., Åström, T., Engblom, H., & Breitz, C. (2017). *Evaluering av Trebasert Innovasjonsprogram.*

23 Wiegand, E., & Ramage, M. (2022). *Op. cit.*

24 Røtnes, R., Bjøru, E., Evjen, B., Åström, T., Engblom, H., & Breitz, C. (2017). *Op. cit.*

25 Wiegand, E., & Ramage, M. (2022). *Op. cit.*

26 *Ibidem.*

Un último comentario que merece la pena hacer sobre el tema de los códigos es que también se han establecido iniciativas gubernamentales con la intención expresa de influir en las ediciones de los códigos hacia una preferencia por la madera, como por ejemplo el programa canadiense *Green Construction through Wood*, lanzado en 2017.

## INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, CONCURSOS Y COLABORACIONES

Junto con el mencionado *Wood Innovation Programme* de Noruega y la *Swedish National Timber Construction Strategy*, que financiaron la investigación necesaria para satisfacer los requisitos basados en el rendimiento, otras financiaciones clave para la investigación y el desarrollo respaldadas por políticas públicas incluyen las iniciativas austriacas *Building of Tomorrow* (1999) y *City of Tomorrow* (2013) (Wiegand & Ramage, 2022). *Building of Tomorrow* facilitó el edificio Life Cycle Tower One (2011) a través de un proyecto de investigación interprofesional y académico denominado eightpluss que dio como resultado un prototipo de 8 plantas (Mayo, 2015).

En estrecha relación con la financiación de la investigación y el desarrollo existen numerosos concursos, a menudo realizados a escala regional o local de la ciudad, en lugar de nacional. Por ejemplo, Viena organizó en 2009 el concurso *Timber Construction in the City* (Construcción en madera en la ciudad) para promover bloques residenciales de madera, que subvenciona el desarrollo por parte de los interesados de varias soluciones de construcción estructurales y acústicas contra incendios para la Wagrammer Strasse (2013), de 7 plantas.<sup>27</sup>

En la Columbia Británica, el Brock Commons (2017), de 18 plantas, y en Quebec el Origine (2017), de 13 plantas, se desarrollaron como resultados del concurso canadiense *Tall Wood Buildings Development Initiative*, una política basada en múltiples instrumentos, destacada por los profesionales implicados como crucial para la asistencia técnica y las pruebas de financiación para lograr el cumplimiento de los códigos y mejorar la eficiencia de la construcción.<sup>28</sup> Origine recibió financiación complementaria de investigación y desarrollo para pruebas de fuego y acústicas del Ministerio de Bosques, Fauna y Parques, y basándose en estos resultados la Régie du bâtiment du Québec publicó la *RBQ Guide* que beneficia directamente a los siguientes edificios altos de madera, como atestigua un profesional implicado en el edificio Arbora de 8 plantas (2019).<sup>29</sup> El *Tall Demonstration Project of Ontario's Mass Timber Program*, combinado con el programa *Green Construction through Wood* presentado anteriormente, respaldó de forma similar dos edificios altos de madera de la provincia, el edificio de 14 plantas de la Universidad de Toronto (en curso) y el Arbour de 12 plantas (en curso) mediante el desarrollo de proyectos técnicos y el apoyo

27 Schluder Architektur. (2013). *Austria's first seven-storey residential building made of timber has been finished.*

28 Wiegand, E., & Ramage, M. (2022). *Op. cit.*

29 *Ibidem.*

al cumplimiento del código a través de pruebas, consultas y subvenciones que financian honorarios de servicios, pruebas de constructibilidad y visitas a plantas de fabricación para fundamentar las decisiones de diseño.<sup>30</sup>

El *Wood Building Programme* de Finlandia (2016) tenía como objetivo aumentar la cuota de mercado de los edificios de madera de varias plantas con apoyo a proyectos, trabajos de investigación, actividades educativas y fomento de la cooperación entre los agentes del sector.<sup>31</sup> En concreto, Puukuokka (2015), iniciado por la ciudad de Jyväskylä, se concibió como una colaboración entre el equipo de diseño y los agentes del sector.<sup>32</sup> Wood City (2021) fue el resultado de un concurso en el que el Ayuntamiento de Helsinki y otros agentes privados fueron designados como jurados (Ayuntamiento de Helsinki, 2020). Del mismo modo, la ciudad de Joensuu, con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente, participó activamente en el proyecto Lighthouse (2019) y lo subvencionó, zonificando específicamente el solar para un edificio alto de madera.<sup>33</sup>

La Fundación Alemana para el Medio Ambiente también apoyó colaboraciones, como la de Shankula Architects, el promotor B&O e investigadores académicos para producir el edificio H8 de 8 plantas (2011) mediante la financiación de pruebas de incendio tras un prototipo de 4 plantas desarrollado previamente para probar otros principios técnicos (Mayo, 2015). La política austriaca *Building for Tomorrow* también respalda la construcción de tres edificios altos de madera en Alemania.<sup>34</sup> Aprendiendo de la Life Cycle Tower One (2011), el edificio H7 de 7 plantas se completó en Münster (2014) logrando el cumplimiento normativo a través de medios sencillos, y las torres SXB (2021) de 7 y 8 plantas respectivamente siguen los mismos principios.<sup>35</sup>

La *Swedish National Timber Construction Strategy* incentivó a la ciudad de Växjö a poner en marcha su propio programa titulado *More Timber in Construction*, con el objetivo de posicionar la madera como alternativa para los nuevos proyectos y edificios de varios pisos, y proporcionando financiación para investigación y desarrollo.<sup>36</sup> La ciudad de Växjö colaboró con la industria y el mundo académico para crear un centro de investigación directamente relacionado con el edificio Limnologen (2009); también en Växjö, la Agencia Sueca de la Energía y Vinnova apoyaron el diseño de medidas de eficiencia energética para las dos

30 *Ibidem*.

31 Karjalainen, M. (2015). Status and possibilities of wood construction in Finland. *Ministry of Employment and the Economy*.

Mayo, J. (2015). *Solid Wood: Case Studies in Mass Timber Architecture, Technology and Design*. Routledge.

32 Wiegand, E., & Ramage, M. (2022). *Op. cit.*

33 Better building design. (2003). *Refocus*, 4(3), 70–71. [https://doi.org/10.1016/S1471-0846\(03\)80127-0](https://doi.org/10.1016/S1471-0846(03)80127-0)

34 Wiegand, E., & Ramage, M. (2022). *Op. cit.*

35 Hein, C. (2014). *Developing hybrid timber construction for sustainable tall buildings*. 40–45.

ICC. (2006). *International Building Code*. <https://codes.iccsafe.org/content/IBC2006>

36 Växjö. (2005). *Mer trä i byggandet*.

torres de Portvakten (2009).<sup>37</sup> A diferencia de Växjö, la ciudad de Skellefteå no cuenta con un plan de construcción en madera, sino con una estrategia denominada Skellefteå Sostenible centrada en la reducción de los impactos ambientales del ciclo de vida de los materiales de construcción y en la promoción de casos ejemplares.<sup>38</sup> En 2015, el ayuntamiento de Skellefteå puso en marcha un concurso relacionado con este tema que condujo al desarrollo de Kulturhus (2021) a través de empresas conjuntas entre la industria y el mundo académico.<sup>39</sup>

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos puso en marcha en 2015 el *Tall Wood Building Prize Competition* para apoyar el desarrollo de estructuras demostrativas.<sup>40</sup> El premio de 1,5 millones de dólares se concedió al proyecto Framework de 12 pisos (en espera) para apoyar la fase exploratoria y las pruebas de fuego, estructurales, acústicas y de ensamblaje.<sup>41</sup> A nivel estatal, el centro tecnológico sin ánimo de lucro Oregon Built Environment and Sustainability lanzó el premio *CLT Design Contest Award* en beneficio del proyecto Carbon12 con apoyo para pruebas de humedad y acústicas.<sup>42</sup> Excepcionalmente, Carbon12 recibió la autorización de las oficinas estatales en lugar de las autoridades municipales de Portland, lo que, dado el interés de la ciudad por promover los edificios de madera, redujo los costes asociados a la aprobación (Taylor, 2018).

En el Reino Unido, un concurso de diseño organizado por el distrito londinense de Hackney también dio lugar a la Bridport House (2011), de 8 plantas (Wiegand y Ramage, 2022).

## LEYES Y DIRECTIVAS

Otra técnica aplicada son las leyes dirigidas al uso de edificios de madera. En esta categoría, la ley canadiense *Wood First Act* (2009) exige el uso de madera en todos los edificios públicos financiados por las provincias.<sup>43</sup> En consecuencia, la Universidad de Columbia Británica desarrolló el primer edificio alto de madera del país, el Centro de Innovación y Diseño de la Madera (2014), de 8 plantas, que supera los límites de altura de los códigos de construcción contemporáneos, lo que exigía la demostración del comportamiento ignífugo y acústico.<sup>44</sup> En Francia, el *Décret no 2021-1004* (2021) incluía

37 Johansson, M., & Schauerte, T. (2015). Nine storey residential timber construction and the wood building strategy of Växjö municipality. *Internationales Holzbau-Forum IHF 2015*, 1–10. [https://www.forum-holzbau.ch/pdf/39\\_IHF\\_2015\\_Johansson.pdf](https://www.forum-holzbau.ch/pdf/39_IHF_2015_Johansson.pdf)

38 Westerlund. (2012). *Op. cit.*

39 *Ibidem*.

40 Robinson, T., Hallova, A., Spiritos, J., & Roelofs, M. (2016). New Heights for Renewables: The US Tall Wood Building Competition. *CTBUH Journal*, 1, Article 1.

41 *Ibidem*.

42 Taylor, M. (2018). *Mass Timber Methods*. [https://issuu.com/mollytaylor/docs/masstimbermethodsreport\\_180309\\_fina](https://issuu.com/mollytaylor/docs/masstimbermethodsreport_180309_fina)

43 British Columbia. (2009). *Wood First Act*. [https://www.bclaws.gov.bc.ca/civix/document/id/complete/statreg/09018\\_01](https://www.bclaws.gov.bc.ca/civix/document/id/complete/statreg/09018_01)

44 Woodworks. (2018). *Wood innovation and design centre*. Canadian Wood

originalmente un mandato que aspiraba al 50% de materiales de origen biológico —entendiéndose que prefería la madera— en todos los edificios financiados con fondos públicos, especialmente los asociados a los próximos Juegos Olímpicos de 2024, hasta que esta cláusula fue debilitada por los grupos de presión de la industria cementera.<sup>45</sup> Un distrito del municipio sueco de Växjö, Välle Broar, adoptó una estrategia según la cual la madera debería utilizarse en uno o dos proyectos al año durante los próximos 10 o 15 años.<sup>46</sup>

## HERRAMIENTAS, CLASIFICACIONES E INFORMACIÓN

Una última categoría de políticas contiene los sistemas de clasificación gubernamentales, como la herramienta sueca *Green Building* para la evaluación holística del comportamiento medioambiental, aplicada al proyecto del parque de Älvsbacka (2010).<sup>47</sup> El Consejo Austriaco de Edificación Sostenible creó una *Total Quality Building Assessment* aplicada al HoHo Wien (2020).<sup>48</sup>

Inspirado por el éxito de Murray Grove (2009), el Ayuntamiento londinense de Hackney intentó implantar una ley de planificación que beneficiara a la madera, pero no recibió la aprobación, pero dio lugar a una política *Timber First* centrada en proporcionar información que comunicara “los beneficios del sistema constructivo.”<sup>49</sup> Aparte de Murray Grove y Bridport House, la promoción de edificios de madera por parte del ayuntamiento reforzó el Cube de 10 pisos (2015), Trafalgar Place de 10 pisos (2015) y Dalston Lane de 10 pisos (2017).<sup>50</sup>

Más recientemente, en 2023, la organización británica sin ánimo de lucro Alliance for Sustainable Building Products publicó el *Mass Timber Insurance Playbook*.<sup>51</sup> Aunque no se trata de una iniciativa gubernamental, esta publicación aborda las barreras financieras sistémicas fundamentales para la ampliación de los edificios de madera, lo que llevó casi inmediatamente a Aviva, una de las mayores aseguradoras del Reino Unido, a anunciar una mayor capacidad de suscripción para los edificios de madera en masa.<sup>52</sup>

Council. <https://wood-works.ca/wp-content/uploads/151203-WoodWorks-WI-DC-Case-Study-WEB.pdf>

45 Bremner, C. (2020, February 6). *Macron: Use more wood in our buildings*. <https://www.thetimes.co.uk/article/macron-use-more-wood-in-our-buildings-wml-rf2f3g>

46 Westerlund. (2012). *Op.cit.*

47 *Ibidem.*

48 *Ibidem.*

49 *Ibidem.*

50 *Ibidem.*

51 ASBP. (2023, January 3). *Mass Timber Insurance Playbook*. *The Alliance for Sustainable Building Products*. <https://asbp.org.uk/project/mass-timber-insurance-playbook>

52 Aviva. (2023, August 7). *Aviva expands underwriting appetite to include engineered timber for commercial buildings*. <https://www.aviva.com/newsroom/news-releases/2023/08/aviva-expands-underwriting-appetite-to-include-engineered-timber-for-commercial-buildings/>

## LECCIONES DEL CONTEXTO NORMATIVO INTERNACIONAL EN LA EDIFICACIÓN EN MADERA MACIZA PARA ESPAÑA

Los diversos ejemplos detallados en este capítulo ejemplifican diferentes estrategias en las políticas públicas implementadas en Europa y América del Norte que han acompañado el avance de la construcción con madera maciza. Desde el desarrollo de regulaciones específicas para el proyecto y su ubicación, hasta el desarrollo de códigos basados en el rendimiento, el respaldo financiero gubernamental a la investigación y el desarrollo, así como concursos y colaboraciones público privadas, e incluso la promulgación de decretos y leyes que respaldan directamente la construcción en madera, estas iniciativas han allanado el camino para la construcción de proyectos que antes parecían inimaginables.

En el contexto español, encontramos iniciativas recientes en algunos casos asimilables al panorama internacional, pero todavía con menor alcance. Entre ellas destaca la aprobación por parte del Parlamento Gallego de la Propuesta No de Ley para instar a al Gobierno regional a incluir la madera en la construcción del 20% de las nuevas licitaciones para edificios públicos,<sup>53</sup> así como diferentes concursos promovidos por Gobiernos regionales y Administraciones locales que favorecen el uso de madera como principal material de construcción con ejemplos galardonados como es el caso de la Biblioteca Gabriel García Márquez de Barcelona<sup>54</sup> diseñada por Suma Arquitectura y completada en 2022, entre otros.

Además de celebrar el apoyo público emergente a nivel local y regional, es esencial comunicar y compartir estas experiencias para inspirar nuevas colaboraciones y ampliar su alcance. El camino que muestra la experiencia internacional apunta a la necesidad de elevar el debate sobre políticas públicas que fomenten el uso de madera maciza industrializada en España. Esto implica respaldar y promover el importante potencial que se anticipa en el horizonte.

53 Galicia Press. (2023, November 10). <https://www.galiciapress.es/articulo/economia/2023-11-10/4527890-parlamento-insta-xunta-incluir-madera-construccion-20-nuevos-edificios>

54 Ajuntament de Barcelona (2023) [https://ajuntament.barcelona.cat/biblioteques/en/bibgarciamarquez/news/the-gabriel-garcia-marquez-library-in-barcelona-best-public-library-of-the-year-2023\\_1313603](https://ajuntament.barcelona.cat/biblioteques/en/bibgarciamarquez/news/the-gabriel-garcia-marquez-library-in-barcelona-best-public-library-of-the-year-2023_1313603)

# DECÁLOGO DE RECOMENDACIONES



El uso de madera maciza industrializada en España experimenta a día de hoy un creciente interés y se anticipa un considerable potencial como se recoge en este Informe 2023–2024. Para consolidar esta tendencia, y con el objetivo de proporcionar orientaciones prácticas para fomentar la edificación con madera maciza en nuestro país que ayude a la descarbonización del sector de la construcción, se presenta a continuación un decálogo de recomendaciones que toma como referencia las conclusiones expuestas en los capítulos anteriores. Estas sugerencias buscan ser un instrumento útil para los actores tanto públicos como privados comprometidos en la transición hacia entornos urbanos y ciudades libres de emisiones. Por ello es necesario que cada organización (sea pública o privada) apruebe una hoja de ruta para el proceso de transición en el sector de la construcción para lograr su descarbonización completa en el año 2050, definiendo una serie de hitos intermedios, siguiendo las pautas de los organismos internacionales.

## **Censo de la huella de Carbono**

Inclusión obligatoria de la declaración de la huella de carbono incorporada en la construcción de los edificios a lo largo de su vida útil. Esta declaración, debería ser parte integral de la documentación requerida para la obtención del visado del proyecto en los Colegios Oficiales de Arquitectos e implicaría establecer unos parámetros máximos definidos para este indicador ambiental.

## **Cuotas para edificios a bajas emisiones**

Establecimiento de cuotas mínimas en los procesos de licitación para la construcción de nuevos edificios de obra pública para impulsar la realización de proyectos con una huella de carbono reducida, siguiendo el ejemplo de las legislaciones puestas en marcha en algunos países de nuestro entorno, y concursos como el promovido por el Institut Municipal de l’Habitatge i Rehabilitació de Barcelona (IMHAB) para 151 nuevas viviendas construidas de forma industrializada y con madera como principal material constructivo<sup>1</sup>, o la reciente Instancia del Parlamento Gallego a la Xunta de Galicia para incluir un 20% de construcción en madera en licitaciones de obra nueva<sup>2</sup>, apunta también en esta dirección.

## **Bonificaciones a la construcción sostenible**

Estímulo de la edificación sostenible a través de incentivos, los cuales pueden abarcar la disminución de impuestos y tasas asociadas a la construcción, así como el incremento puntual de la edificabilidad de la parcela. La iniciativa transsectorial *Swiss Resource Policy*<sup>3</sup> promovida por el Gobierno Federal Suizo para incrementar la cantidad de madera presente en los edificios construidos es un modelo para considerar.

1 [https://www.habitatge.barcelona/ca/noticia/sant-marti-tindra-151-nous-habitatges-socials-construits-amb-un-metode-industrialitzat\\_1093371](https://www.habitatge.barcelona/ca/noticia/sant-marti-tindra-151-nous-habitatges-socials-construits-amb-un-metode-industrialitzat_1093371)

2 <https://www.europapress.es/galicia/agro-00246/noticia-parlamento-ins-ta-xunta-incluir-madera-construccion-20-nuevos-edificios-20231110151932.html>

3 <https://unece.org/fileadmin/DAM/timber/publications/SP-38.pdf>;

### Formación en madera maciza industrializada

Promoción de la formación en los fundamentos asociados al uso de madera maciza industrializada en edificación, mediante su inclusión en el currículo obligatorio de las escuelas de arquitectura e ingeniería. El programa de educación en madera *Wood Program* de la Aalto University en Finlandia puede servir como un valioso ejemplo para considerar<sup>4</sup>.

### Guías y manuales técnicos de código abierto

Facilitación del acceso a la información relativa a la edificación en madera maciza industrializada para los diferentes agentes envueltos en el proceso de planificación y construcción de los edificios. La elaboración de guías y manuales técnicos de acceso libre y gratuito contribuiría a reducir la desinformación presente en la industria de la construcción en torno a este material. Un referente interesante en esta dirección es el documento *New Model Building: Guide Book*<sup>5</sup> desarrollado en el Reino Unido por Andrew Waugh con el soporte de Built by Nature.

### Agencia de asesoramiento técnico

Instauración de una agencia técnica de asesoramiento destinada a proporcionar apoyo a proyectistas, prescriptores, promotores y técnicos involucrados en el proceso constructivo. Esta plataforma puede proporcionar cursos formativos, asesoramiento en fases iniciales y acceso a información, mejores prácticas y recursos técnicos. Esta medida ya se ha implementado con éxito en otros países como por ejemplo mediante el *WoodWorks*<sup>6</sup> un programa del Consejo para la Madera del Gobierno de Canadá, en Chile gracias a *Madera21*<sup>7</sup> o *Wood for Good*<sup>8</sup> en el Reino Unido.

### Proyectos ejemplares de Innovación y Desarrollo

Impulso de la construcción de proyectos experimentales que utilicen madera maciza industrializada y sirvan como ejemplos concretos para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico. Estas iniciativas, concebidas desde la colaboración de los sectores público y privado, han demostrado ser catalizadores en otros países para hacer avanzar a la industria, como por ejemplo el Edificio UBC Earth System Science contruido en Vancouver en 2012, dio pie a un proyecto mayor la *Tall Wood Building Demonstration Initiative (TWBDI)*<sup>9</sup> en 2012. De esta iniciativa surgieron dos edificios en altura de viviendas en Canadá, el Brooks Commons and Origine Buildings en 2017 y 2018 respectivamente.

---

4 <https://www.aalto.fi/en/wood-program>  
5 <https://builtbn.org/knowledge/new-model-building-guide-book/404>  
6 <https://wood-works.ca>  
7 <https://www.madera21.cl>  
8 <https://asbp.org.uk/sponsor/wood-for-good-2>  
9 <https://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=40337>

### Sinergia Universidad e Industria

Fomento de una mayor colaboración entre la Universidad española y la Industria en torno a la madera maciza industrializada a través de modelos híbridos de financiación para proyectos de investigación centrados en las necesidades específicas y aplicadas del sector. Un modelo a tener en cuenta es la Cátedra Madera Onesta en colaboración con la Universidad de Navarra<sup>10</sup> y la Cátedra promovida por Onesta junto con la Universidad de Córdoba<sup>11</sup> para abordar toda la cadena de valor del material.

### Transformación tecnológica del sector maderero local

Apoyo a la transformación del tejido productivo maderero local mediante la financiación de proyectos orientados a la conversión de las plantas madereras existentes en instalaciones tecnológicamente avanzadas capaces de generar productos industriales de alto valor añadido para la construcción. En esta dirección, dos nuevas plantas de producción de madera contralaminada (CLT) estarán operativas en los próximos años en Andorra (Teruel) y en la comarca del Berdegá (Lleida) promovidas por JVForest<sup>12</sup> y Grup Boix<sup>13</sup> respectivamente.

### Presencia en foros y acuerdos internacionales

Promoción de una mayor participación nacional en los foros y acuerdos internacionales que establecen los compromisos y los criterios para la construcción sostenible y el uso de materiales de origen biológico en la edificación. Un ejemplo destacado es la Declaración Global para el apoyo a la construcción de bajas emisiones suscrita por una coalición de 17 países durante la COP 28<sup>14</sup>, un acuerdo significativo al que España debería sumarse.

---

10 <https://www.unav.edu/web/catedra-madera/concurso-pfc>  
11 [https://www.eldiadecordoba.es/cordoba/UCO-Catedra-Onesta-Bioproductos-Cordoba-construccion\\_O\\_1837316433.html](https://www.eldiadecordoba.es/cordoba/UCO-Catedra-Onesta-Bioproductos-Cordoba-construccion_O_1837316433.html)  
12 <https://www.lacomarca.net/planta-jv20-forest-andorra-comenzara-funcionar-2024/>  
13 <https://www.icf.cat/ca/sala-de-premsa/Grup-Boix-i-ICF-signen-una-ampliacio-de-capital-de-5M-deuros-per-impulsar-la-construccio-duna-nova-fabrica>  
14 <https://builtbn.org/news/built-by-nature-commends-global-declaration-supporting-low-carbon-construction/546>



Edificio de viviendas "Terrazas para la vida", Barcelona, 2024. Autores: Urbanitree. Foto: © Adrià Goula.

## AUTORES

**JUAN BUGARIN** es arquitecto con una maestría en diseño de madera maciza industrializada por el Instituto de Arquitectura Avanzada de Catalunya (IAAC). Ha expuesto en la Conferencia Internacional de Madera Maciza Industrializada en Portland (EE UU). Actualmente colabora con firmas en EE UU y México; y está cursando un Master en Diseño, Construcción y Gestión Sostenible del Entorno Construido impartido por la Universidad de Oporto, THM y la Universidad de Cantabria.

**EDUARD CORREAL** es ingeniero de montes y doctor en tecnología de la madera. Actualmente es investigador responsable del área de productos madereros y productos derivados del INCAFUST y desde 2005 está vinculado al Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña.

**CARLA FERRER** es arquitecta con Máster en Urbanismo por la Universidad de Harvard, socia co-fundadora del estudio ITER con sede en Milán. Actualmente, está desarrollando proyectos de vivienda colectiva y equipamientos públicos en Italia y España. Es co-editora de la publicación *Touch Wood. Material, Architecture, Future* promovida por el Centro de Arquitectura de Zúrich con el apoyo del Gobierno Federal Suizo.

**VICENTE GUALLART** es arquitecto y urbanista, autor de numerosos proyectos en Europa, Asia y África. Ha sido arquitecto jefe (2011-2015) del Ayuntamiento de Barcelona con la responsabilidad de desarrollar su visión estratégica y sus grandes proyectos de desarrollo. También cofundó y dirigió el IAAC (2001-2011). Es co-fundador de Urbanitree desde donde desarrolla proyectos ecológicos con un intensivo uso de madera industrializada. Es autor de numerosas publicaciones de arquitectura como el *Diccionario Metápolis de Arquitectura Avanzada o Geologies* y es uno de los impulsores de la red Mass Madera.

**DANIEL IBÁÑEZ** es arquitecto y doctor en diseño por la Universidad de Harvard. En la actualidad, es director del IAAC y co-fundador del estudio de arquitectura Urbanitree. Su enfoque profesional, académico y de investigación se centra en las implicaciones del uso de materiales renovables en edificación. En este ámbito, Daniel está construyendo el edificio de vivienda social en madera industrializada más alto de España, está impulsando la red nacional Mass Madera y está asesorando a gobiernos latinoamericanos en el uso de madera en la edificación desde su rol como consultor urbano senior en el Banco Mundial.

**IRENE JIMENO** es una arquitecta especialista en construcción con madera. Responsable de la plataforma digital de divulgación, formación y asesoramiento técnico TOCA MADERA-SOUNDS WOOD.

**FELIPE RIOLA** es arquitecto especialista en estructuras por la Universidad de Coruña, doctor por la Universidad Técnica de Viena y desde 2022 Profesor Titular de "Mecánica, Construcción con Madera y Sostenibilidad" en la Universidad de Ciencias Aplicadas de Bremen en Alemania.

**AÍDA SANTANA** es arquitecta egresada de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, con experiencia internacional que abarca Italia, México y Austria. Actualmente, trabaja en el departamento de Construcción y Diseño Sostenible en la Universidad de Ciencias Aplicadas de Viena, mientras desarrolla simultáneamente su doctorado (PhD) en la Universidad Politécnica de Viena.

**MICHAEL SALKA** es arquitecto, coordinador del Máster en Biociudades y Edificios Ecológicos Avanzados (MAEBB). Ha publicado investigaciones en múltiples publicaciones, ha desarrollado informes para el Banco Mundial y el Centro Interamericano de Desarrollo y cursa un doctorado en la Universidad de Cambridge.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del Informe agradecen la colaboración y contribución de todas las empresas, instituciones y personas que han participado en la elaboración de este Informe. Especial reconocimiento se reconoce al apoyo proporcionado por los actores que forman Mass Madera Red Española para el Impulso del uso de madera maciza industrializada para la edificación, cuyos nombres figuran a continuación:

---

### IMPULSORES

**Built by Nature**

**IAAC**

**Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. Gobierno de España**

**EFI**

**CSCAE**

---

### PIONEROS

**FSC**

**PEFC**

**Miguel Nevado**

**Velima System**

**Onesta**

**Madergia**

**AITIM**

**CETEMAS**

**INCAFUST**

**Tecnalia**

**Lignum-tech**

**FINSA**

**Xilonor**

**SAVIA**

**EGOIN Wood Group**

**Grup Boix**

**Nemétona**

**BAUMAD**

**SUMA Arquitectura**

**sAAT Arquitectura**

**Urbanitree**

**Zubi Cities**

**Terra Green Living**

**NASUVINSA**

**O11h**

**Woodea**

**Sorigué Inmobiliaria**

**Concello de Lugo**

**Urban Forest Lab (Cuenca)**

**Area Metropolitana de Barcelona**

**IMHAB**

**Toca Madera**

**Blog Madera y Construcción**

Además, se agradece de manera especial la intervención de los expertos invitados en las mesas redondas Diálogos Mass Madera, los profesionales que han contribuido a la elaboración del Catálogo de Casos, así como las aportaciones de las industrias productoras de CLT (Xilonor, Egoín Wood Group, Fustes Sebastià y Grup Boix) por compartir sus datos de actividad. Asimismo, agradecemos la colaboración de la investigadora Irene Luque de la AMS de Ámsterdam por sus valiosas aportaciones en la fase inicial de concepción del documento. Por último, los autores agradecen muy especialmente el trabajo y la coordinación operativa de Laia Pifarré, sin los cuales no hubiese sido posible la redacción de este Informe.

## CRÉDITOS

**Informe 2023–2024 Mass Madera**  
**Red española para el impulso del uso de madera maciza industrializada en España**

**Publicado por**  
IAAC. Institut d'arquitectura avançada de Catalunya

**Autores**  
Juan Bugarin  
Eduard Correal  
Carla Ferrer  
Vicente Guallart  
Daniel Ibañez  
Irene Jimeno  
Felipe Riola  
Michael Salka  
Aida Santana

**Diseño gráfico**  
spread. David Lorente - Tomoko Sakamoto

**Impresión y encuadernación**  
Gràfiques JOU S.L.

**Todos los derechos reservados**  
© de la edición: IAAC. Institut d'arquitectura avançada de Catalunya, 2024  
© de los textos: sus autores  
© de las imágenes, fotografías y dibujos: sus autores

Esta obra está sujeta a derechos de autor. Todos los derechos reservados, sobre el total o parte del material, específicamente los derechos de traducción, reimpresión, reutilización de ilustraciones, recitación, transmisión, reproducción en microfilm u otros medios y almacenamiento en bases de datos. Para cualquier tipo de uso, debe obtenerse permiso del propietario de los derechos de autor.

**Distribución**  
Actar D, Inc. New York, Barcelona.

New York  
440 Park Avenue South, 17th Floor  
New York, NY 10016, EE. UU.  
salesnewyork@actar-d.com

Barcelona  
Roca i Batlle 2-4  
08023 Barcelona, España  
eurosales@actar-d.com

**Indexación**  
ISBN: 978-1-63840-137-7

Impreso en Barcelona, España  
Fecha de publicación: 2024

La editorial ha puesto todo su empeño en contactar con aquellas personas e instituciones que poseen los derechos de autor de las imágenes publicadas en este volumen. En algunos casos su localización no ha sido posible y, por esta razón, sugerimos a los propietarios de tales derechos que se pongan en contacto con la editorial.

**massmadera.org**

**builtbn.org**





Desarrollado por



Con el apoyo de



ISBN: 978-1638401377



9 781638 401377



53495