



Aplicaciones del chopo en la construcción

Texto está basado en uno publicado por la revista argentina ASORA del Dr. Caetano Castro del Laboratorio de Calidad de la Madera del Instituto de Experimentación de la Populicultura de Casale Monferrato de Italia.

Resumen

Si bien la madera de chopo obtenida de plantaciones especializadas puede ser aplicada a usos diversos, hoy principalmente se encuentra limitada a fines no estructurales. Sin embargo, a pesar que la madera de chopo posee pobres propiedades mecánicas en valores absolutos, tiene también buena homogeneidad y una alta eficiencia estructural, lo cual podría ser la clave del éxito para su expansión hacia aplicaciones estructurales. La madera de chopo podría ser utilizada ventajosamente en la porción central de elementos estructurales, cuyas partes externas se realizan con materiales más resistentes. En este caso, el diseño correcto, la seguridad del producto y la disponibilidad de información técnica precisa, son los principales factores que pueden garantizar el éxito y la utilización creciente de esta madera en el sector de la construcción.

En lo que respecta a los nuevos productos derivados de la madera para uso estructural, conocidos también como productos de ingeniería, algunos requieren poca innovación, como los paneles de madera de chopo para usos especiales, mientras que otros son más complejos de producir: es el caso del *Trus joist*, contruidos a base de LVL y OSB, productos que en la actualidad están ganando grandes porciones del mercado.

Un último uso posible es la producción de madera laminada-encolada, donde la madera de chopo puede mezclarse con otras especies.

El éxito del cultivo intensivo del chopo se debe, en parte, a la alta versatilidad de empleos de su madera y a sus principales propiedades: liviana, color claro, alta homogeneidad y facilidad para ser trabajada (descortezado, mecanizado, encolado y terminado). La multiplicidad de aplicaciones está en continua evolución, ya sea por la dinámica del mercado como por el desarrollo de nuevas tecnologías industriales.

Además, genera un mínimo residuo ya que más allá de la fracción que puede considerarse como la «más noble» (alrededor del 70%), típicamente utilizada para la producción de tableros contrachapados y madera laminada, la porción remanente, en general se aplica a la producción de tableros de partículas, embalajes industriales de tipo variado, paletas y envases con destino a la producción hortofrutícola, pasta y biomasa para energía, una posibilidad de uso muy interesante y ecológica como alternativa a los tradicionales combustibles derivados del petróleo. Los principales empleos de la madera de chopo están representados en la figura 1, donde se ven agrupados sobre la base de las diferentes porciones del fuste o bien, en relación a los diámetros del tronco de donde pueden obtenerse.

La gran difusión del cultivo del chopo se debe a su rápido crecimiento y a la capacidad de adaptación a diferentes condiciones de suelo y clima, en tanto haya suficiente agua disponible. La situación del chopo en Italia brinda un claro ejemplo acerca de la importancia que puede alcanzar para la industria de la transformación de la madera. El área cultivada con esta especie en Italia constituye sólo el 1,3% del área forestal total; sin embargo, representa cerca del 45% de la madera en rollo producida en el país para uso industrial.

Aspectos ecológicos del cultivo del chopo

A raíz del creciente interés y sensibilidad puesta de manifiesto por la opinión pública hacia el medioambiente, se observa que los conceptos de «eco-compatibilidad» y «sostenibilidad» interesan en la actualidad a todos los sectores productivos, incluyendo el de la industria de la madera y paneles basados en la madera. Como consecuencia de ello, también el cultivo del chopo está en este momento «bajo sospecha» principalmente debido a la difusión a lo largo de riberas de ríos y cursos de agua en general, los que son considerados, por definición, como áreas «sensibles» desde el punto de vista medioambiental. Justamente en estos ambientes, donde también la sensibilidad de la opinión pública es mayor, la populicultura se percibe muchas veces como la antítesis del bosque natural, argumentándose como principales desventajas; la degradación del paisaje, la reducción de la biodiversidad, la probable generación de problemas hidráulicos, «la polución verde»; a menudo olvidando que el chopo crece fuera del bosque produciendo madera en áreas agrícolas, con un impacto ecológico mucho menor que el de los cultivos agrícolas y con una mejor salvaguarda de la biodiversidad. Más aún, en áreas agrícolas el cultivo de chopo puede funcionar como un «corredor biológico» con un papel definido en la fijación del carbono y en la fitorremediación, esto es en la depuración de suelos contaminados, en especial por metales pesados.

Es importante recordar que las plantaciones de chopo, cuando son manejadas correctamente, minimizando el impacto





productos



ambiental, pueden ser certificadas de acuerdo a un esquema internacional como FSC o PEFC. Ello permitiría obtener materia prima para ser utilizada por las industrias en el marco de una cadena, entre la demanda de productos certificados por parte de los consumidores y una oferta deficitaria.

Otro beneficio importante es la gran capacidad del chopo para la absorción de CO₂ y para la fijación de carbono. Una hectárea plantada con chopo puede absorber más de 25 toneladas de CO₂. Se ha calculado que, teóricamente, su correspondencia en valor económico es de alrededor de 1000 \$US por año.

Un último aspecto ecológico, relativo a la posible expansión del uso de productos derivados del chopo en otros sectores, incluyendo la construcción, es la sustitución de materiales que requieren un gasto energético más elevado.

El tablero contrachapado hasta ahora capitaliza la mayor aplicación

Entre los diversos usos posibles de la madera de chopo, el tablero contrachapado o los tableros de madera laminada, concentran los mayores esfuerzos productivos de la populicultura tradicional, dado que es el más remunerativo, con ventaja sobre las demás aplicaciones.

La madera de chopo se destina casi siempre al sector del mueble incluyendo también aplicaciones en la industria de las casas móviles donde, por ser liviana debido a la baja densidad, es muy apreciada y prácticamente imposible de sustituir por otros productos. Sin embargo, deber tenerse presente que el tablero contrachapado constituye un producto que ha alcanzado una «madurez» de desarrollo y aplicaciones de carácter superior, al punto que resulta difícil imaginar nuevas alternativas de desarrollo para este tipo de tableros. Ello en parte se debe, por un lado a la competencia de nuevos paneles basados en madera de uso creciente y a menudo más económicos, (por ejemplo OSB) y por otro, a la estricta tipología de «aplicaciones técnicas» sujeta a requisitos específicos, no fáciles de satisfacer y/o sustituir con los correspondientes a otros tipos de tableros.

Cabe señalar que si el rango de posibles aplicaciones técnicas es limitado, ello no se puede relacionar con características intrínsecas «desfavorables» de la madera de chopo, si bien no pueden negarse su baja durabilidad natural cuando es expuesta a agentes atmosféricos externos y sus propiedades mecánicas, considerablemente modestas. En realidad, ese reducido rango principalmente se debe a que en muchos países donde el chopo viene siendo cultivado en forma intensiva, entre ellos Italia, el uso de la madera y tableros basados en ella para propósitos estructurales es tradicionalmente reducido.

Productos estructurales derivados de la madera también denominados productos de ingeniería de madera para la construcción («engineered wood products»)

En muchos otros países como Canadá, Estados Unidos, Francia, Alemania y algunos países del Norte de Europa, el uso de la madera para usos estructurales o edificación es mucho más frecuente. Allí, la madera sólida, utilizada típicamente en forma de vigas, frecuentemente es sustituida de modo ventajoso con productos derivados de la madera denominados expresamente diseñados y desarrollados para satisfacer requerimientos propios de aplicaciones específicas en el ámbito de la construcción.

Las razones principales del éxito de estos productos son las siguientes: optimización del comportamiento físico-mecánico y reducción de la variabilidad natural de la madera, lograda a través de una selección de la materia prima y una recomposición controlada, con la finalidad de obtener productos más isotrópicos y homogéneos; aumento de la durabilidad del producto elaborado, logrado a través de mecanismos químicos y/o físicos, por ejemplo, mediante tratamientos específicos o por la elección de adhesivos apropiados.

Gracias a estas características equilibradas en función de requerimientos de los usos específicos previstos, estos productos han podido ganar importantes sectores del mercado. De este modo, un producto manufacturado que fue un «commodity» (producto semi-terminado para propósitos generales) ha sido transformado en un «specialty» (producto-servicio dirigido a un uso específico bien definido).

Es interesante observar que estos productos no son fabricados a partir de maderas particularmente resistentes o durables, sino de materiales a menudo bastante similares al chopo cultivado, por ejemplo, Aspen o álamos temblones del tipo *Populus tremuloides*, como se muestra en la tabla 3.

La madera de chopo es muy apreciada por su aspecto visual y por la alta calidad de terminación que es posible de alcanzar. Sin embargo, debido a los precisos procesos de selección realizados a través de mejora genética y a las técnicas de cultivo intensivo frecuentemente adoptadas, posee una baja densidad y, en correspondencia, propiedades mecánicas modestas si se compara con los citados Aspen y Yellow Poplar. Por otro lado, gracias a la óptima relación entre sus características (performance) y el peso, su eficiencia estructural es muy alta. Sin embargo, es importante hacer notar que, si las exigencias del mercado orientaran a los forestales hacia una madera de chopo de densidad más elevada, deberían elegir para las plantaciones otros clones mejorados que, aún con crecimientos superiores al ampliamente extendido en todo el mundo, clon *Populus x canadensis* I-214, brinden una madera más densa y de comportamiento mecánico netamente superior (20% / 30% más que el 'I-214'). Estos clones no son comúnmente cultivados, básicamente en razón de que su



madera, de características estéticas inferiores, es menos apreciada por la tradicional industria del tablero contrachapado.

Ejemplos históricos de usos estructurales de la madera del chopo

En la tabla 4 se exponen varios ejemplos históricos de aplicación de la madera de chopo en el ámbito de la construcción en Italia, aún cuando existía disponibilidad de otras especies maderables, que prueban que no hay razones técnicas para no utilizar madera de chopo para propósitos estructurales.

En estos casos, la madera de chopo fue elegida en virtud de su bajo peso y muy buena estabilidad dimensional. Algunos problemas relativos a su modesta durabilidad y al comportamiento mecánico recibieron oportuna consideración y fueron resueltos en la etapa de diseño. Estas estructuras, aún hoy, prueban su resistencia.

Madera laminada encolada de chopo.

Entre los motivos que han obstaculizado el uso de la madera de chopo en la construcción debe tenerse en cuenta la falta del concepto de bosque puro de chopo como tal. Los chopos siempre han crecido distribuidos esporádicamente, en forma heterogénea y alcanzando raramente las dimensiones requeridas para la producción de vigas estructurales para uso en edificios.

Hoy en día, gracias a la tecnología de la madera laminada, las dimensiones de la materia prima no constituye una limitación. Partiendo de una transformación industrial tradicional como es el aserrado, ahora es posible obtener productos (vigas estructurales) de dimensiones virtualmente ilimitadas.

El autor de este documento, junto a colegas de otras áreas de investigación, ha llevado a cabo varios estudios acerca de la posibilidad de utilización la madera de chopo para la producción de vigas de madera laminada.

Los primeros estudios se llevaron a cabo sobre madera de chopo de plantaciones de cultivo; todas las fases del proceso fueron estudiadas tanto en el laboratorio como a nivel industrial. Los resultados, y en particular la alta fiabilidad de la capacidad de unión o adhesividad del producto encolado logrado, probaron que la madera de chopo es perfectamente adecuada para este uso. Ello, a pesar de que los bajos valores de rigidez y resistencia a la flexión limitarían considerablemente la aplicación, no permitiendo la clasificación de estas viguetas laminadas en el marco del Eurocódigo 5, que es la norma europea que estipula los requerimientos para todas las estructuras de madera.

A pesar de los bajos valores de resistencia a la flexión, el comportamiento a cizalladura de la madera de chopo resultó muy interesante, sugiriendo que esta madera podría ser utilizada de manera ventajosa en viguetas de luces o espacios pequeños o en la porción central de viguetas laminadas mixtas.

Entonces, se comenzó a verificar experimentalmente la posibilidad de elaborar elementos laminados con alta eficiencia estructural, entendida como la relación entre características relacionadas con el comportamiento mecánico y la densidad de la madera, mediante la combinación de madera de chopo en torno al eje central con especies más duras dotadas de características mecánicas notablemente superiores dispuestas simétricamente en la laminación externa.

La primera especie que se mezcló con el chopo fue *Eucalyptus grandis*, caracterizada por un rendimiento mecánico muy alto y por tener valores de contracción similares a la madera de chopo. Los resultados mostraron que, utilizando eucalipto para el par de laminaciones externas (o bien, 2/7 de la altura de la sección), en combinación con cinco laminaciones centrales de chopo, es posible obtener un incremento del 78% en la resistencia a la flexión (MOR) y del 50% en el módulo de elasticidad (MOE) con respecto a las viguetas realizadas exclusivamente con madera de chopo. Por su parte, el módulo de corte G permanece casi igual. La unión a través del encolado demostró una completa seguridad, ya sea entre las laminaciones de la misma especie como así también en la interfase entre ambas.

Con este comportamiento, estas viguetas pueden ser clasificadas fácilmente de acuerdo al criterio de clases de resistencia estipuladas por la norma EN 1194 para viguetas mixtas.

El gráfico 5, muestra el resultado de las pruebas mecánicas de las viguetas. De izquierda a derecha del gráfico, se representan los datos relativos al incremento progresivo de las laminaciones de eucalipto, partiendo (izquierda) de viguetas confeccionados íntegramente con chopo y finalizando (derecha) con las elaboradas solamente con eucalipto.

Tomando en consideración estos interesantes resultados, se decidió extender la investigación a otras dos especies de interés potencial: abeto rojo (*Picea abies* Karst.) y alerce (*Larix decidua* Mill.).

Combinando estas especies con chopo, también resulta interesante estudiar el efecto de la distinta contracción de las especies sobre los planos de unión o encolado, durante el riguroso test de deslaminación requerido por la norma europea EN 391. Valorando el comportamiento mecánico en términos de eficiencia estructural, tanto para las viguetas mixtas entre chopo y abeto, como las de chopo y alerce, los mayores valores fueron obtenidos con las viguetas que tenían las dos laminaciones de abeto o alerce en posición externa de cada lado (para un espesor del orden de 4/11 de la altura de la sección) y las siete laminaciones centrales de chopo. Estas viguetas mostraron un incremento de alrededor del 65% en MOE y del 45% en MOR, comparados con las viguetas elaboradas totalmente en chopo.

Considerando el aspecto económico, la solución mixta de sustitución del abeto o alerce por chopo en las siete laminaciones centrales, podría dar por resultado un ahorro de entre el 20% y 25% de los costes, en relación a las estructuras



productos

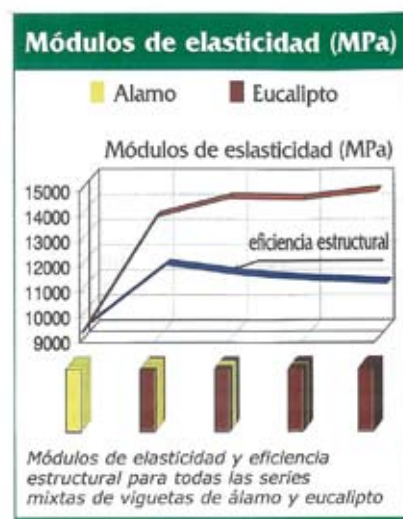


Tabla 3. Otros productos eficaces para diversos usos

Producto	Densidad kg/m^3	Durabilidad natural de la madera (EN 350/2)	Principales aplicaciones
Contrachapado finlandés de abedul tipo Combi	600-700	muy baja	Todos los sectores
Tablero OSB de abeto y otras especies ligeras	400-500	baja	Construcción, transporte
Intrallam LSL con Aspen (<i>Populustremuloides</i> , P. g.)	600	muy baja	armazones carpintería
Parallam PSL con Yellow poplar 600 (<i>Liriodendron tulipifera</i>)	muy baja	Construcción	Construcción

Tabla 4. Ejemplos de aplicaciones del chopo en la construcción en Italia

Ejemplo	fuentes
Techo de la Sala delle feste. Castillo Valentino. Turín siglo XVIII	Bertolini C.
Estructura central del techo del Teatro Verdi, Pisa siglo XIX	Carmassi M., 1994
Viaducto de Paderno d'Adda-Como, siglo XIX	Bertolini
C., 1989	
Aeroplanos hasta c. 1930 (fuselaje, alas,...) marcas Caproni, Savoia Marchetti, etc.	Giordano G., 1983



logradas íntegramente con abeto o alerce. La capacidad de adhesión (evaluada por un test de corte y varias pruebas de deslaminación) mostró una vez más completa seguridad, también en la interfase mixta entre las dos especies.

Una ventaja adicional que brindan las viguetas mixtas es el comportamiento a la rotura. Los gráficos de carga de deformación, que resultaron de los test de flexión, los muestran menos frágiles (más «dúctiles») que las viguetas elaboradas a partir de una especie única.

Considerando la importancia de tal comportamiento, particularmente en términos de seguridad estructural en áreas sísmicas, se decidió concluir el proyecto de investigación con un estudio específico acerca del comportamiento frente a la rotura de las viguetas asimétricas de chopo y eucalipto.

Muestras de estas especies, combinadas asimétricamente, mostraron un mejor comportamiento a la flexión, tanto para la energía disipada como para la relación entre la deformación de rotura y la deformación elástica. La energía disipada en la carga final, y a la posterior reducción del 5% de tal carga, resultó significativamente más alta en las viguetas de tipo mixto. En pruebas de elasticidad cíclicas, las muestras evidenciaron un comportamiento elástico perfecto. Los patrones de rotura de las muestras con especies mezcladas fueron muy interesantes. La rotura de compresión, a través de toda la laminación de chopo, avanzó desde el lado comprimido hacia el lado bajo tensión, moviendo el eje neutro cerca hacia la línea encolada (a la interfase entre chopo y eucalipto). Esto causó una elongación macroscópica de la gráfica de carga de deformación.



Composite papel plástico

El grupo finlandés UPM ha decidido lanzar un producto composite bautizado como UPM Profi. Presentado en la pasada edición de la feria del mueble de Milán, se obtiene a partir de material reciclado de la fábrica de UPM, Raflatac: papel y plástico adhesivo. Este producto, destinado a terrazas de exterior puede mecanizarse como la madera y soporta la erosión y los golpes gracias a su superficie rígida. Este producto puede ser incinerado o reciclado.

UPM Profi ha sido presentado mediante un stand especialmente diseñado por el arquitecto japonés Shigeru Ban.


Dado que el tema al que se ha dedicado este año la muestra de Milán es la sostenibilidad, la cooperación entre UPM, Artek y el arquitecto Shigeru Ban han encajado perfectamente en la misma. En general, el proyecto conjunto de pabellón con Artek, ha resultado un ejemplo excelente de cómo utilizar un material nuevo de una forma creativa 



Norma sobre escaleras

A nivel europeo, las normas de ensayo y caracterización de las escaleras de madera están en estos momentos en preparación. Después de complejas discusiones entre miembros de CEN y EOTA, una parte de los textos está actualmente sometido a encuesta pública. El proyecto deberá servir de base a una futura norma armonizada en preparación, lo que facilitará el mercado CE.

Norma sobre madera plástico

Francia ha empezado a normalizar la madera-plástico o madera líquida (según algunos autores) Bois polymères, en Francia. También a nivel nacional se está trabajando en la normalización de la madera termotratada (bois modifié thermiquement (BMT) 

CTBA RAPPORT ANNUEL 2006

Pueden ser socios de AITIM, tanto empresas como particulares. Ser socio interesa lógicamente a quienes van a utilizar los Servicios que ofrece la Asociación ya que se obtienen los siguientes beneficios:

- Suscripción gratuita a la Revista
- Inclusión gratuita en el Directorio de Empresas de la Revista
- Inclusión gratuita en el Directorio de Empresas de la Página Web de AITIM (www.aitim.es) y link con la propia página
- Descuento del 20% en todos los Servicios que se contraten (informes, peritaciones, compra de libros, normalización, sellos de calidad, identificación de maderas, ensayos, auditorías, publicidad, etc.)
- Acceso a la Biblioteca del Centro, presencial o por consulta
- Consultas gratuitas en todo lo que no requiera experimentación o estudio

BOLETÍN DE SUSCRIPCIÓN O AFILIACIÓN 2007

Empresa	DNI/CIF
Apellidos	Nombre
Actividad/Profesión	E-mail
Domicilio	Tfno
Ciudad	Provincia
	Fax
	C.P.

Deseo suscribirme a la Revista AITIM durante el año 2007

Por un importe de O 63 euros + 4% IVA (España) O 100 euros (Resto de países)

Deseo afiliarme a AITIM durante el año 2007 por un importe de 325 euros O

Haré efectivo el pago mediante Cheque

O Contrareembolso

AITIM Fax 91 -559.05.12

Correo electrónico: informame@aitim.es

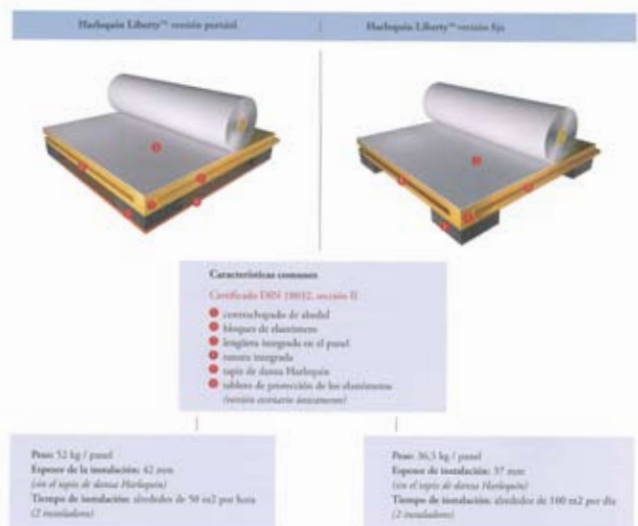
Suelos de madera para danza

El pasado 23 de abril Harlequin, fabricante de suelos para danza, organizó una mesa redonda sobre la necesidad de una norma básica.

Se trata de una reivindicación constante tanto por parte de bailarines como médicos especialistas y fabricantes de suelos. Desde 1992 existe en Francia una ley que regula esta materia mientras que en España sólo hay una referencia legislativa muy breve en el Real Decreto 389/1992 de 15 de abril de 1992 que dice que «un suelo de danza deberá ser un pavimento flotante». En Francia además se ha convertido en una exigencia indispensable que exista un recubrimiento de moqueta o tapiz no sólo porque evita lesiones sino porque posibilita nuevas posibilidades coreográficas.

Auge del decking en losetas

Las terrazas de exterior están conociendo un gran auge en toda Europa. El sistema clásico de instalación a base de una estructura elevada de viguetas sobre una cimentación superficial, que exige obra, está cediendo terreno a las losetas. Éstas forman unidades autoportantes y pueden colocarse directamente sobre el terreno sin necesidad de estructura auxiliar alguna. Se comercializan en dos tipos de medidas (pequeña alrededor de 40 cm de lado y grande, en torno a 90 cm de lado). Las especies son las habituales. Actualmente se vende ya en grandes superficies de bricolage.



Conexiones para madera Simpson Strong Tie anuncia la salida al mercado de los primeros conectores tridimensionales con marcado CE

El número 1 francés y europeo en conexiones para madera, Simpson Strong-Tie refuerza su posición al ser el primer fabricante lanzando al mercado conectores tridimensionales con marcado CE.

El mercado CE atestigua que el conector responde a las exigencias de la Directiva Europea correspondiente, especialmente en términos de resistencia mecánica, estabilidad, seguridad y medio ambiente. Permite igualmente la libre circulación del producto en Europa.

El mercado CE no se considera como una modificación de las características del producto, sino como un nuevo compromiso de transparencia y una fuente suplementaria de tranquilidad para los profesionales. Para Simpson Strong Tie, es sólo el reconocimiento de un nivel de calidad alcanzado e incluso superado desde hace muchos años.

Una exigencia de calidad reconocida

Desde la concepción de los productos hasta el servicio postventa, la calidad ha sido siempre una prioridad absoluta.

Esto lo confirma la certificación ISO 9001 del conjunto de los tres centros de producción en Francia, Dinamarca y el Reino Unido. En materia de medio ambiente, el centro de Sainte-

Gemme-la-Plaine (Francia) ha sido el primero en Europa en obtener la certificación ISO 14001.

Dotándose de los medios técnicos, humanos y financieros necesarios, Simpson Strong-Tie ha sabido imponerse como la referencia en el campo de la fijación y la conexión de madera.

Es probablemente el primer fabricante europeo que dispone internamente de un laboratorio de ensayos certificado según BS EN ISO/IEC 17025, acreditado para los ensayos efectuados dentro del ámbito del mercado CE.

Los ensayos realizados en este laboratorio están reconocidos por los miembros de la EOT A, Organización Europea de Acuerdos Técnicos, de la que depende básicamente la autorización del marcado CE.

Gracias a su experiencia técnica única y a un trabajo de vigilancia permanente, todos los productos estructurales de la gama Simpson Strong-Tie son conformes a las reglamentaciones y a las normas de los productos para la construcción en todos los países donde se distribuyen.

En el origen de las innovaciones que marcan las pautas en el sector

Además de las inversiones destinadas a la búsqueda de cero defectos, el grupo

dedica cada año miles de millones de euros a la investigación y desarrollo (I+D).

Sobre el terreno y anticipándose a las necesidades de los profesionales, Simpson Strong-Tie conoce mejor que nadie el tema de las conexiones para madera, sus particularidades y sus expectativas, para poder ofrecer una mejor respuesta.

Cada año, lanza también al mercado nuevos productos que rápidamente se convierten en estándares.

Además de presentar la gama más amplia del mercado, Simpson Strong-Tie domina todos los procesos de fabricación de piezas especiales, lo que le permite responder a las demandas más específicas. Catálogos, fichas técnicas, vídeos de demostración...

Visítenos en www.simpson.fr



