

**TENDENCIAS
EN MADERA
LAMINADA**

DISEÑO A MEDIDA

PRISCILA ALVAREZ M.
PERIODISTA REVISTA BIT



GENTILEZA INGELAM



GENTILEZA LAMITEC

■ La fabricación y el desarrollo en madera laminada avanza. Si bien falta para igualar a los grandes productores mundiales, el país está a la vanguardia en la aplicación de nuevos adhesivos, herrajes y maquinaria. ■ Un diseño a la medida de cada proyecto.



A MADERA laminada encolada permite una gran versatilidad, pudiéndose lograr diversas formas y dimensiones de estructuras. Éstas pueden ser curvas, variables o rectas, a diferencia de las maderas convencionales que no admiten dichas cualidades.

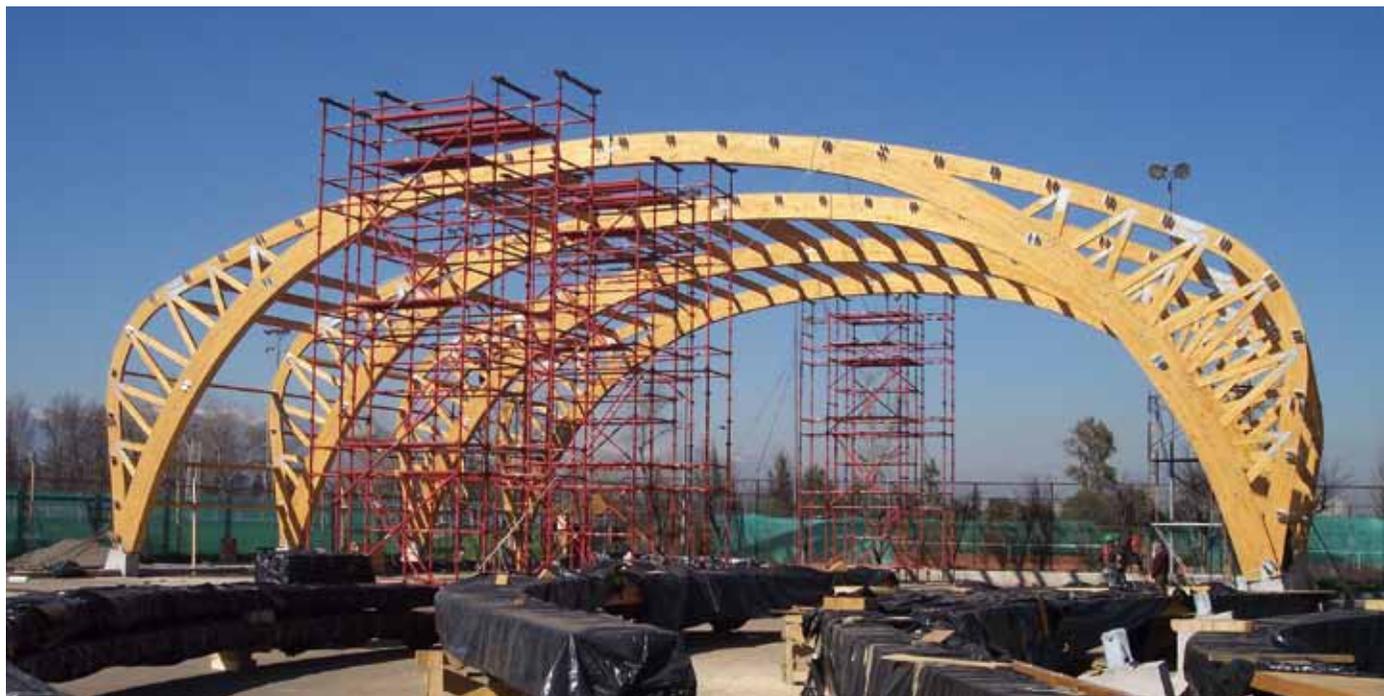
La madera laminada encolada (MLE) es la unión de piezas de madera de largo superior a los 30 cm a través de sus cantos, caras y extremos, con su fibra en la misma dirección, conformando un elemento no ilimitado en escuadría ni en largo, y que funciona como una sola unidad estructural. Posee una muy buena estabilidad dimensional, ya que se utiliza sólo madera seca, mientras que la madera tradicional se estabiliza cuando alcanza la humedad de equilibrio del ambiente.

La industria de la madera laminada irrumpió en Chile hace aproximadamente 20 años, bajo un nivel de producción mayor que el resto de los países de América, a excepción de Canadá y Estados Unidos. Y si bien el volumen que hoy se transa es alrededor de los 6 mil m³ al año, si se compara con Europa, quedamos muy por debajo de los 4 millones de m³ al año que se utiliza en dicho continente.

En los últimos cinco años, el crecimiento de la industria ha sido sostenido y se ha visto un mayor desarrollo en términos de proyectos de madera, en particular en infraestructura pública. Originalmente nació de una necesidad del sector privado para construir bodegas de vino, colegios, gimnasios, piscinas y todo tipo de naves industriales, y poco a poco se ha ido incorporando al sector estatal. La tendencia en maderas laminadas apuesta por la innovación y el desarrollo de nuevos adhesivos, herrajes y moderna maquinaria para potenciar la elaboración de este material. Un diseño a la medida.

1. ADHESIVOS

Los proyectos forestales son a largo plazo, y es por ello que las innovaciones en la industria de maderas laminadas se han realizado de forma gradual. En este sentido, los principales desarrollos han ido por el lado de los pegamentos. Hace años predominaba el resorcinol formaldehído, adhesivo de uso exterior, de color burdeo, que resiste muy bien en ambientes agresivos.



GENILEZA INGELAM

vos, en que predomina gran humedad. En tanto, hoy existe una amplia gama de adhesivos, entre ellos los pegamentos en base a poliuretano y melamina. La tendencia mundial hacia el uso de adhesivos incoloros y de baja o nula emisión de formaldehído fue la plataforma del cambio hacia la melamina urea formaldehído (MUF) y también al uso del poliuretano (PUR).

La principal ventaja de estos adhesivos es ser incoloros y por lo tanto no generan línea visible de cola entre láminas. El antiguo resorcinol es de color oscuro y al unir las láminas, el adhesivo deja una línea marcada, en cambio, la nueva generación de pegamentos, al ser incoloros no dejan dicho aspecto, logrando un gran elemento macizo, condición limpia desde el punto de vista arquitectónico. Estos productos de nueva generación presentan mejores condiciones estructurales y de resistencia a la intemperie que el tradicional resorcinol. Veamos algunas de sus cualidades:

Poliuretano: Es un adhesivo monocomponente, en otras palabras, contiene endurecedor y catalizador en una sola unidad. La aplicación del poliuretano es más simple en términos de control, es un adhesivo menos restrictivo a las temperaturas y a la humedad ambiental. Además está libre de elementos contaminantes.

Melamina: A diferencia del poliuretano, necesita de endurecedor y catalizador. Contiene bajas cantidades de formaldehído, y su secado es más lento y similar al resorcinol, por lo que su costo es más elevado, pero a la vez

posee un mayor rendimiento.

Resorcinol: Adhesivo casi en retirada en Europa, que si bien es resistente requiere control de temperatura y humedad.

La aplicación de dichos adhesivos han resultado en experiencias exitosas en los productos de madera laminada. En Arauco, "paulatinamente incorporamos el poliuretano, lo cual ha dado excelentes resultados. Además de controlar la temperatura para obtener un óptimo resultado", explica Enrique McManus, jefe de desarrollo de producción y construcción en maderas.

En Ingelam por su parte, "hace cuatro años se tomó la decisión de innovar en la aplicación de los pegamentos, usando hoy, en forma alternada, poliuretano y melamina. Hemos tratado de estar a la vanguardia y reproducir lo que hacen los grandes productos de maderas laminadas en el mundo, incorporando la aplicación de estos adhesivos que logran una línea incolora al momento de unir las láminas que conforman el elemento laminado. Asimismo, nos preocupamos de la temperatura de la aplicación del adhesivo, clave para asegurar la calidad del producto", detalla Jorge Becerra, gerente y constructor civil de Ingelam.

A su vez, el gerente de proyectos de Lamitec, Ernesto Hernández, cuenta que desde los inicios de la empresa se trabaja con resorcinol, y con melamina desde hace 5 años, pero no descartan utilizar otro tipo de adhesivo. "Estamos haciendo innovaciones en términos de temperatura, porque para trabajar

En 5 años, el crecimiento de la industria de la madera laminada ha visto su desarrollo en la creciente ejecución de proyectos de infraestructura pública, como el caso del patinodromo del Estadio Nacional.

la urea melanina, el ambiente debe estar a más de 20° C, con una humedad en ambiente controlado. En verano es fácil mantener las condiciones del producto, pero con frío se vuelve complicado".

Otro caso de interés es el de Henkel. Los principales cambios que han aplicado en el ámbito de los adhesivos ha sido desarrollar elementos ecológicamente amigables. "Las normativas y exigencias internacionales y locales, han sido actualizadas en base a las extensas evaluaciones bajo normativas nuevas que son principalmente creadas en Alemania, permitiendo el uso de nuevas tecnologías", señala Álvaro García, gerente de ventas de adhesivos industriales y construcción para América Latina de Henkel, y agrega que "hay nuevas regulaciones de emisión de formaldehído libre, para diferentes componentes usados en la construcción de casas, muebles, entre otros".

2. HERRAJES Y CONEXIONES

Los herrajes son elementos metálicos que en las uniones y empalmes permiten vincular dos o más piezas estructurales de madera, de manera de traspasar entre ellas las fuerzas en forma eficiente y segura. En Chile el mercado de herrajes no se ha podido industrializar a

La integración de los herrajes con las piezas de madera y los componentes de hormigón o acero requieren de pernos, tirafondos y clavos ranurados, entre otros

gran escala, debido a la poca estandarización dimensional de los productos de madera y de las soluciones constructivas, además del escaso volumen que representan las construcciones intensivas en MLE frente a las de acero, hormigón, entre otros materiales.

La integración de los herrajes con las piezas de madera y los componentes de hormigón u acero requieren del uso de medios de unión mecánicos, tales como pernos, tirafondos, conectores, tornillos especiales, clavos ranurados, pasadores o pernos de anclaje.

En Chile los conectores de hinca, que corresponden a discos de acero con endentados que se incrustan en la madera con la ayuda de un perno prensor, se han usado desde prácticamente tres décadas debido a su simpleza de instalación y altas capacidades de carga y rigidez en comparación con las uniones exclusivamente apernadas. Estas últimas características permiten reducciones impor-



tantes en las dimensiones de las piezas de madera laminada. Contra la creencia popular, el perno resulta un medio de unión de limitada eficiencia, ya que puede experimentar grandes deformaciones en uniones en las que se deben traspasar fuerzas mayores entre las piezas de madera, las que a su vez sufren aplastamientos considerables en las vecinda-

des de los pernos. Veamos ejemplos:

Conectores Bulldog - Simpson: Corresponden a la definición de conectores de hinca y se pueden emplear en aquellas construcciones de madera que consideren el uso de pernos. Los dientes del conector, una vez hincados en la madera, quedan distribuidos sobre una superficie amplia, lo que les permite resis-

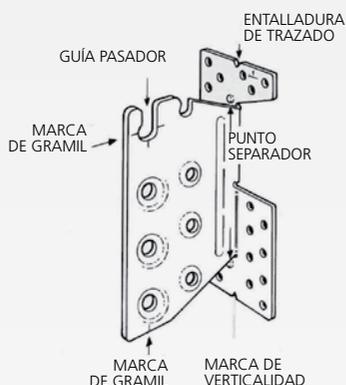
rothofixing

Contact Chile: **Mariano Garces** mariano.garces@rothoblaas.com | Tel. +56 961 925 686

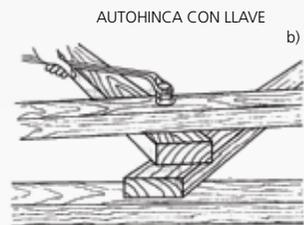
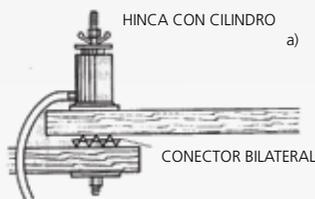
rothoblaas.com



PARTES DE UN HERRAJE TRADICIONAL



TIPOS DE CONECTORES DE HINCA



TORNILLO DE DOBLE ROSCA



tir grandes demandas de fuerzas en las uniones y empalmes entre piezas de madera. Se fabrican con dos tipos de disposición: unilaterales y bilaterales; y tres formas, circular, cuadrada y elíptica.

Conectores de tipo bilateral: Se utilizan en uniones de madera con madera. Mediante el endentado bilateral los maderos quedan rígidamente interconectados, transmitiéndose la solicitud de un madero a otro a través del endentado y la placa base. La hinca de los dientes en la madera se logra, en la mayoría de los casos, por medio del simple apriete del perno que en este tipo de unión tiene como función asegurar la posición de los maderos.

Conectores de tipo unilateral: Se designan así porque tienen dientes hacia un solo lado. Permiten materializar uniones entre madera-madera, madera-acero, o bien madera-hormigón. Posibilitan una unión rígida del elemento con otros materiales de construcción, cuya ventaja es la de permitir la prefabricación industrial de series completas de cerchas u otros elementos constructivos. La hinca de los conectores puede realizarse después del ensamblado de armado, reduciéndose la construcción de terreno a un simple montaje de las uniones apernadas. Esta posibilidad racionaliza las faenas de fabricación, transporte y construcción, disminuyendo los costos.

Colgadores de viga JANE – TU: Son insertos de acero plegados en forma de T. Se instalan en ranuras materializadas en los extremos de la pieza de madera, que se debe fijar a tope contra un elemento receptor, que puede ser otra viga, columna o muro, quedando ocultos a la vista en la construcción terminada. Proporcionan capacidades de carga relativamente altas posibilitando faenas

rápidas y sencillas; permiten el montaje mediante un sistema integrado de pasadores de acero, clavos ranurados o pernos de anclaje y se encuentran provistos de una protección anticorrosiva.

Tornillos de doble rosca WT - T: En contraste con los tornillos tradicionales, los de doble rosca son sometidos a un proceso de endurecimiento con posterioridad al laminado de las roscas que incrementa su capacidad para resistir sollicitaciones de flexión y torsión. Esto a su vez permite, con la ayuda de un equipo adecuado, un atornillado directo en la madera, prescindiendo de la perforación guía requerida por los tornillos tradicionales. Permiten un atornillado muy sencillo, con la posibilidad de su eventual desatornillado prácticamente sin destrucción de la madera.

El tornillo de doble rosca resiste cargas de tracción y compresión orientadas según la dirección axial del vástago, trabajando ambos sectores roscados. La cabeza no juega en este caso rol estructural alguno, requiriéndose exclusivamente la alta resistencia contra la extracción directa y el incrustamiento hacen de estos tornillos una muy buena alternativa como medios de unión en uniones de madera a madera.

Las uniones poseen una alta rigidez, cuentan con gran estabilidad dimensional, incluso ante variaciones significativas del contenido de humedad de las maderas y una alta resistencia al fuego, ya que el tornillo queda embebido en el interior de las piezas.

Sistema Mini WT: Responden al mismo concepto anterior y se usan para la fijación de revestimientos de madera. Además de evitar manchas de corrosión en la madera, la reducida dimensión reduce los riesgos de partidura





GENTILEZA INGELAM

La encoladora de cortina, permite generar encolados a 80 metros lineales por minuto. Un avance en la industria nacional.

del material, y la facilidad de embutido y pequeño tamaño de la cabeza constituye una protección contra el acceso de agua lluvia.

Tornillos de madera WFR: Permiten una ejecución rápida y confiable de uniones de piezas de madera con tableros de materiales de madera. Los tornillos se fabrican usando un acero endurecido e incorporan una protección superficial anticorrosiva. Además, su rosca especial de paso doble permite un atornillado un 50% más rápido. El ranurado del cono inferior de la cabeza evita el desgarro y la destrucción de la madera durante el embutido. El roscado especial permite un atornillado directo prescindiendo de la perforación requerida por los tornillos tradicionales.

En Arauco se desarrolla una línea de productos estandarizados que incluye vigas y pilares. "De esta forma comenzamos a llegar a los arquitectos y constructores, entregando tablas de cálculo para pisos y techos e información técnica de cómo instalar y recomendaciones de tratamientos superficiales y mantenimiento. Incluso desarrollamos una línea de herrajes estandarizados: bases para pilares y conectores para unir vigas", afirma el representante de dicha entidad. Además cuenta que esto ha permitido masificar el producto, en proyectos de menor envergadura, en construcción de casas o complementos, como pérgolas", cuenta McMannus.

3. MAQUINARIAS

La mayor diferencia entre Chile y los países avanzados en la industria de madera laminada, es que falta incorporar maquinaria y así producir elementos de mayores dimensiones para ejecutar otro tipo de proyectos. No obstante, hay inversiones, como en Ingelam. "En marzo de 2011, incorporamos una máquina encoladora de cortina traída de Europa que permite generar encolados a 80 metros lineales por minuto. Un avance significativo, consi-

derando que en el mercado se utiliza aún encoladoras tipo rodillo donde el adhesivo se premezcla previo a la aplicación con bajas velocidades de encolado, a diferencia de la de cortina, donde los componentes se encuentran separados y reaccionan al unir las láminas. Esto permite velocidades de uso muy superiores a la aplicación de rodillo", cuenta Becerra.

Dicho instrumento posee un display que registra la cantidad de gramos que se aplican a la madera por metro cuadrado y la temperatura de ésta y del adhesivo. Una inversión considerable, ya que la maquinaria anterior de cortina no tenía tales características, con la imposibilidad de lograr una velocidad mayor del proceso.

4. MONTAJE

Dependiendo del proyecto, el montaje de estructuras de madera laminada puede variar, pero en general, para naves industriales, el paso a paso es el siguiente. Construido el radier y terminados los muros perimetrales de hormigón, se inicia la segunda parte de la obra: el montaje de las estructuras de madera laminada. Primero llega el material a terreno, consistente de marcos tri articulados de columnas tubulares compuestas y tijerales simples. Los tijerales de cada semi marco están constituidos de piezas monolíticas de madera, que se presan en fábrica siguiendo la curvatura del proyecto arquitectónico. Las componentes estructurales se vinculan entre sí por medio de herrajes de acero galvanizado, utilizando pernos, golillas gruesas y conectores de acero dentados de auto hinca. Las piezas laterales de las columnas de sección transversal compuestas permiten "amarrar en cepo" a los travesaños mediante una configuración circular de conectores, materialización que produce el efecto de una unión rígida.

Una vez armados los marcos en una plata-



**DISEÑO
FABRICACIÓN
MONTAJE
CALIDAD**



INGENIERIA EN LAMINACIÓN DE MADERAS

Av. Las Industrias 1530, Valle Grande. Tel: 3652900, ingelam@ingelam.cl



www.ingelam.cl



SECUENCIA DE MONTAJE
Terminado el radier y los muros perimetrales, se montan los marcos izados mediante grúa. Finalmente, colocadas las costaneras, se instala la cubierta.



forma, se izan mediante grúas de 12 a 15 t (según el proyecto puede variar). A continuación se colocan las costaneras apoyadas contra los tijerales, en herrajes precolocados antes del izaje de los marcos.

“La superficie de techo se estabiliza lateralmente por medio de paños arriostrados por un sistema diagonalizado de piezas de madera laminada encolada dispuesto inmediatamente debajo de las costaneras. La estabilidad longitudinal de las fachadas verticales se materializa por medio de paños arriostrados por medio de triangulaciones dispuestas entre las columnas y adecuadamente sujetas a éstas y al sistema de techo”, indica Mario Wagner, ingeniero calculista en madera. Los marcos se vinculan axialmente a su vez a nivel de los aleros por medio de un travesaño perimetral de madera laminada encolada.

Pero hay más. La logística al trasladar estas

grandes piezas de madera laminada no es menor. Dependiendo del proyecto, la mayor dificultad radica en trasladar las vigas de madera laminada de grandes luces. En general se utilizan camiones con rampas extensibles y con escolta policial para trasladarlas por la autopista o lugares con tráfico.

5. PROTECCIÓN

Las empresas productoras se preocupan de estar a la vanguardia con los nuevos métodos de preservación. Desde hace cuatro años en Arauco se usa un tratamiento con Vacsol Azure RTU, en base a un solvente orgánico liviano cuya formulación contiene funguicidas, un insecticida/termiticida, combinados con un sistema repelente al agua. Es un preservante tipo LOSP (Light Organic Solvent Preservative), que protege la madera de hon-

gos y termitas. Una de sus ventajas es que no cambia las dimensiones de las piezas de madera, y como el solvente se evapora rápidamente, no es necesario secarlas después del tratamiento. Ha sido usado con éxito para proteger piezas de madera en aplicaciones de celosías exteriores o tapacanes. “Es un gran avance porque a muchos arquitectos les gusta trabajar con aplicaciones de madera al exterior. Este tratamiento resuelve la resistencia del producto a diversas condiciones climáticas”, indica McManus.

En Ingelam en tanto, optan por la protección mediante barnices para ambientes agresivos, como los cercanos a la costa, piscinas, o donde existen termitas, por lo que trabajan con madera tratada con CCA (cobre, cromo y arsénico). Éste tratamiento se utiliza en pino radiata. En Lamitec en cambio, se utilizan las dos alternativas dependiendo de las condiciones del proyecto,

Si bien existen avances en la industria de la madera laminada, aún queda camino por recorrer. “Falta en Chile una entidad autónoma que aglutine a los productores de manera de promover en conjunto la comercialización del producto y asegurar los estándares cualitativos de fabricación”, comenta Mario Wagner.

Hoy, Chile exporta madera laminada encolada. Entre los ejemplos que se pueden citar se encuentra el recinto principal del aeropuerto internacional de Usuhaia, la estructura de una nave de almacenamiento de fertilizantes en Necochea y diversas construcciones en centros turísticos en México y el Caribe, fabricados en nuestro país con madera laminada encolada de pino radiata. Sin duda la industria ha avanzado. Las empresas han mejorado su eficiencia en el montaje, personal calificado, maquinarias de última generación y tecnologías en herrajes y conectores. Un diseño a la medida. ■

*www.ingelam.cl;
www.lamitec.cl; www.hilam.cl;
www.araucosoluciones.com*

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- “Packing Greenvic. Naturaleza en madera”. Revista BIT N° 66, Mayo de 2009, pág. 82.
- “Viña Chocalán. Bajando de los cerros”. Revista BIT N° 59, Marzo de 2008, pág. 104.

■ EN SÍNTESIS

Las tendencias en la aplicación de nuevas tecnologías en maderas laminadas han avanzado por la utilización de adhesivos, herrajes, conectores y maquinaria avanzada. En paralelo, para asegurar un buen rendimiento del producto, es necesario un montaje acorde a cada proyecto. Un diseño a la medida.



Restaurante BANQ © Office SA, Inc. Arquitectos, Foto John Horner

**PRODUCTOS Y SOLUCIONES
PARA LA MUEBLERÍA Y CONSTRUCCIÓN**



**SOLUCIONES SOSTENIBLES
PARA UNA ARQUITECTURA
DE VANGUARDIA**



www.araucosoluciones.com



*No corra riesgos, instale con el
especialista en agua caliente*



Panel Blue Tech
Máxima eficiencia
100% cobre

Sistemas Solares Splendid

- Tecnología termosifón de 120 - 150 - 300 litros.
- Proyectos colectivos.
- Evaluación de proyectos e ingeniería de detalles.
- Respaldo técnico y asesoría a nivel nacional.
- Contrato de mantenimiento.
- 100% compatible con calefones, termotanques u otros.



Seguridad



Garantía



Respaldo



TERMOS SOLARES

*60 años innovando
con energía*

**AHORRO DE HASTA
75%
EN ENERGÍA**

Más de 3.000.000 de m²
instalados en el mundo

Equipos con beneficio tributario



www.splendid.cl

56-2-870 50 44 | splendidolar@cemsa.cl