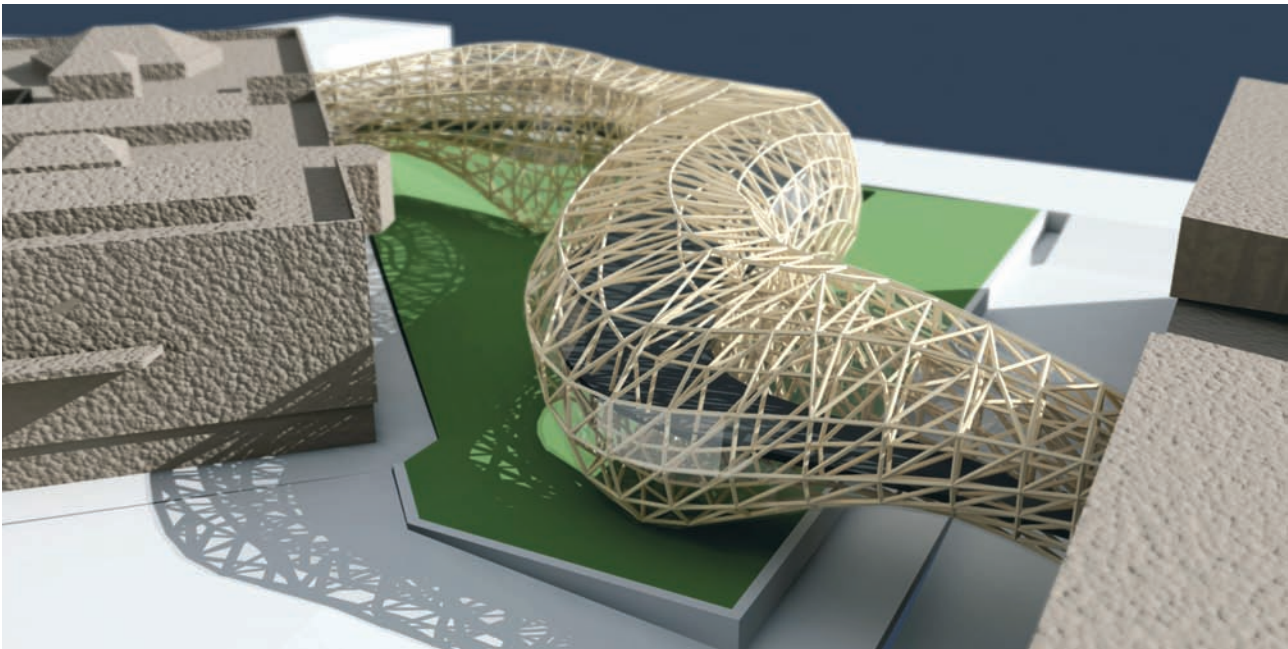


# Studio

Fuente: Miguel Ángel Abián. Responsable del Departamento de Tecnología y Biotecnología de la Madera de AIDIMA.  
Responsable del Área de Construcción en Madera de AIDIMA.  
[Head of Department of Technology and Biotechnology of Wood at AIDIMA](#)  
[Head of the Wood Construction at AIDIMA.](#)

## ARQUITECTURA ORGÁNICA CON MADERA: NUEVAS OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR



Modelo 3D de solución arquitectónica basada en el sistema constructivo mixto. / A 3D model architectural solution based on the mixed construction system.

## ORGANIC ARCHITECTURE WITH WOOD: NEW OPPORTUNITIES FOR THE INDUSTRY

EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL MUEBLE, MADERA, EMBALAJE, Y AFINES, AIDIMA, INVESTIGA NUEVOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS-ESTRUCTURALES BASADOS EN MADERA TÉCNICA QUE REPRODUCEN ESTRUCTURAS CON FORMAS LIBRES Y CURVAS, INSPIRADAS EN LA NATURALEZA. DENTRO DEL PROYECTO IMPIVA "DESARROLLO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MIXTOS DE MADERA LAMINADA Y VIDRIO PARA ESTRUCTURAS LIGERAS DE CUBIERTA", AIDIMA ESTÁ ELABORANDO SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y ESTRUCTURALES MIXTOS DE MADERA LAMINADA ENCOLADA (MLE) Y VIDRIO LAMINADO CON CHAPA DE MADERA PARA SER UTILIZADOS EN ESTRUCTURAS LIGERAS DE CUBIERTA EN CLIMAS MEDITERRÁNEOS. EL PROYECTO POTENCIARÁ LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE BASADA EN MADERA, Y PERMITIRÁ QUE LAS EMPRESAS DEL SECTOR CONOZCAN NUEVAS TÉCNICAS PARA FABRICAR Y MONTAR ESTRUCTURAS DE MADERA CON FORMAS ORGÁNICAS PARA ABRIR NUEVAS LÍNEAS DE NEGOCIO Y ADELANTARSE A LAS NECESIDADES DE LOS ARQUITECTOS Y SUS CLIENTES.

EL AUMENTO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES DERIVADOS DE LA MADERA UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS Y VIVIENDAS DA LUGAR A UN AMBIENTE DE VIDA SOSTENIBLE Y UNA MAYOR CALIDAD DE VIDA PARA LOS CIUDADANOS. ■

[THE TECHNOLOGICAL INSTITUTE OF FURNITURE, WOOD, PACKING, AND ALLIED TRADES, AIDIMA, IS RESEARCHING NEW BUILDING SYSTEMS BASED ON TECHNICAL WOOD THAT REPRODUCE STRUCTURES WITH FREE-FORM CURVES INSPIRED BY NATURE.](#)

[WITHIN THE IMPIVA PROJECT CALLED 'DEVELOPMENT OF MIXED LAMINATED WOOD AND GLASS BUILDING SYSTEMS FOR LIGHT COVER STRUCTURES' AIDIMA IS DEVELOPING MIXED BUILDING AND STRUCTURAL SYSTEMS WITH GLUED LAMINATED WOOD \(MLE\) AND LAMINATED GLASS WITH A WOOD VENEER FOR USE IN LIGHTWEIGHT COVER STRUCTURES FOR MEDITERRANEAN CLIMATES. THE PROJECT WILL PROMOTE SUSTAINABLE CONSTRUCTION BASED ON WOOD, AND WILL ALLOW COMPANIES TO FIND OUT ABOUT NEW TECHNIQUES FOR THE MANUFACTURE AND ASSEMBLY OF WOODEN STRUCTURES WITH ORGANIC FORMS IN ORDER TO OPEN NEW BUSINESS LINES AND TO ANTICIPATE THE NEEDS OF ARCHITECTS AND THEIR CLIENTS.](#)

[THE INCREASE IN THE AMOUNT OF WOOD-BASED MATERIALS USED IN CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND HOUSES HAS GIVEN RISE TO A SUSTAINABLE LIVING ENVIRONMENT AND AN IMPROVED QUALITY OF LIFE FOR PEOPLE. ■](#)

Estos sistemas constructivos posibilitarán la ejecución de estructuras orgánicas, que simulan formas naturales. Por tanto, no siguen las reglas cartesianas del espacio ni la verticalidad propia de la gravedad terrestre. La naturaleza, como optimizadora de recursos, es la que mejor enseña a construir estructuras orgánicas. La aplicación de soluciones biológicas a la técnica de los sistemas de arquitectura e ingeniería (biónica) permite aprovechar millones de años de evolución y selección natural.

Numerosos seres vivos han desarrollado estructuras ultraligeras de gran resistencia. Inspirándose en ellos y en formas naturales, la arquitectura orgánica promueve la armonía entre el hábitat humano y el mundo natural.

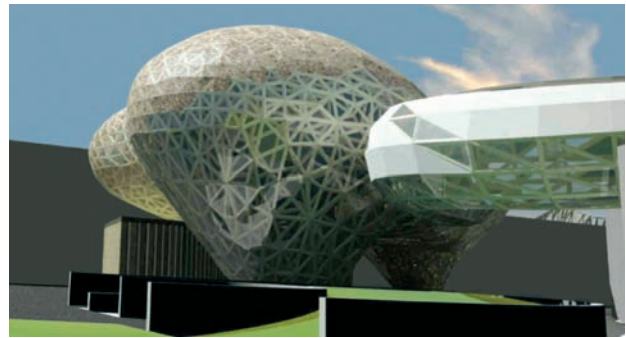
La madera, como principal material estructural que ofrece la naturaleza, ha sido aprovechada por el hombre desde el principio de su evolución. Posee una estructura totalmente optimizada donde diferentes polímeros (celulosa y lignina) se complementan entre sí formando una matriz de células y paredes celulares que permiten una gran resistencia con un bajo peso.

De todos los materiales naturales, la madera posee las mejores características para el uso estructural. El factor de resistencia en relación a su peso es superior al de los materiales convencionales, como el acero y el hormigón. Su comportamiento en caso de incendio es seguro y predecible, y superior al que ofrece cualquier otro material estructural en igualdad de condiciones. El grado de innovación tecnológica del proyecto es muy alto. La combinación entre vidrio y madera es altamente novedosa, tanto en la combinación de elementos estructurales de primer y segundo orden con sistemas de cerramientos, como fundamentalmente en la combinación de laminados mixtos de vidrio y chapa de madera para mejorar las propiedades aislantes, la permeabilidad regulada de la luz y la eficiencia energética. Existen infinidad de aplicaciones que justifican el esfuerzo investigador dirigido hacia la obtención de sistemas constructivos en los que la madera y el vidrio trabajen conjuntamente. Vidrio y madera tienen características opuestas que, si se consiguen equilibrar, aportan la posibilidad de lograr un balance interesante en el que estos materiales se compensen y complementen entre sí.

Basándose en los resultados obtenidos hasta la fecha se ha enviado una propuesta de artículo para el Congreso IBSE-IASS



Construcción real diseñada por AIDIMA y ubicada en el jardín del Instituto para la realización de ensayos./ Actual construction designed by AIDIMA and located in the garden of the Institute for conducting testing.



Ejemplo de estructura ligera de cubierta basado en madera laminada encolada y vidrio (fuente: diseño propio de AIDIMA)/ An example of a lightweight structure housing based on glued laminated wood and glass (source: AIDIMA's own design).

2011 (International Association for Bridge and Structural Engineering & International Association for Shell and Spatial Structures).

Para el proyecto se utiliza madera laminada encolada (MLE) de pino y abeto rojo. En el ámbito energético y medioambiental, cabe destacar que la producción de una tonelada de madera laminada requiere cerca de 430 kilowatios hora de electricidad o su equivalente, mientras que la producción de una tonelada de acero necesita 2.700 kWh y una tonelada de aluminio 17.000 kWh de electricidad.



Ejemplo de madera laminada encolada./ An example of glued laminated wood.

Siguiendo principios biónicos, en el proyecto se busca el aprovechamiento de la madera como material estructural ligero para todo tipo de estructuras complejas que simulen formas naturales. En el caso de estas estructuras, la madera presenta ventajas económicas y de montaje frente a materiales más convencionales en la arquitectura española (acero, hormigón).

Las ventajas de la madera laminada encolada (MLE) para las estructuras ligeras de cubierta son múltiples. Debido a que está compuesta por láminas orientadas con la fibra en dirección paralela es mucho más estable dimensionalmente que la madera ordinaria; puede fabricarse con casi cualquier tamaño y con las curvaturas que se desee con diseños estructuralmente más eficaces que con partes rectas y para cualquier tipo de edificio; puede usarse para vigas o cerchas de más de 50 metros, limitadas solamente por la capacidad de las plantas o el transporte; tiene una resistencia alta y predecible, y a diferencia del acero y del hormigón armado, con las grandes secciones se incrementa la resistencia al fuego, y no son necesarios tratamientos ni falsos techos, ni se dobla, tuerce o descascarilla en los incendios, siendo así las primas de seguros más bajas en algunos países. En el proyecto se está creando una metodología técnica que abarca desde el diseño de estructuras orgánicas de madera hasta la ejecución, pasando por el cálculo estructural, el dimen-





sionado, la resolución de los nudos, la integración estructural de la madera y el vidrio y la fabricación estandarizada. Se persigue que esas estructuras resulten superiores desde el punto de vista económico y de velocidad de ejecución a estructuras similares ejecutadas en acero u hormigón.

Además, la MLE no sufre corrosión, con gran resistencia ante ataques químicos y ante ambientes agresivos y contaminados; es posible fabricar piezas libres de defectos debido a que las uniones dentadas (finger joints) permiten el saneado de los mismos. El proceso de fabricación y el secado de las láminas facilita la prefabricación de vigas de con dimensiones muy precisas, lo cual permite una construcción opuesta a la tradicional, con obra en seco y elementos preparados en el taller que ayudan a una ejecución final de la obra en menor un plazo con mayor fiabilidad y sin aportar humedades.

El modelo de cálculo estructural elegido para los entramados de madera laminada, vidrio y chapa ha sido el de elementos finitos, debido a su generalidad. Este método es un método numérico general para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales muy utilizado en diversos problemas de ingeniería y física.

Se parte de una superficie compuesta por dos planos triangulares conectados. Estos tienen un tamaño cualquiera que surge de la necesidad del diseño arquitectónico. Partiendo de esta geometría a cubrir con vidrio, se procede al cálculo de las tensiones que la superficie de vidrio va a tener que soportar por medio del programa de cálculo por elementos finitos. Con él se obtiene la subdivisión mínima precisa para cumplir con la estática. Después se procede a la depuración de los resultados para aumentar la subdivisión si es necesario. Este aumento de subdivisión puede ser, por ejemplo, resultado de las necesidades de restringirse a un formato de vidrio viable para su colocación o por su precio. Una vez encontrada la subdivisión final, se procederá al dimensionamiento exacto de las piezas de madera que servirán de sostén al paño de vidrio.

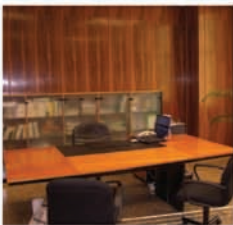
La modelización de las estructuras de madera laminada encolada objeto de este proyecto se realiza por el método de los elementos finitos con elementos tipo barra y lámina.

En este reportaje se muestran algunos modelos desarrollados (1). Un avance del aspecto general de las leyes de esfuerzos (2). Para la compresión se ha utilizado el color rojo, y el amarillo para la tracción.

El proyecto está coordinado y dirigido técnicamente por Miguel Ángel Abián, premio Schweighofer Innovation Prize 2009, y en él participa un equipo de expertos que incluye ingenieros, arquitectos técnicos y arquitectos superiores, junto a la empresa valenciana RISAL WOOD, especializada en estructuras de madera. Cuenta también con la colaboración de empresas europeas de vanguardia en el ramo de la construcción de madera, como Rotho Blaas, Dietrichs, y Hundegger, entre otras. ■

These building systems will enable the implementation of organizational structures that mimic natural forms. Therefore, they do not follow the Cartesian rules of space or the verticality of gravity. Nature, as the optimizer of resources, is the best teacher for building organizational structures. The application of biological solutions to the technique of systems for architecture and engineering (bionics) can take millions of years of evolution and

THE BEST RANGE OF PLYWOODS



Plywood boards  
Flexible plywoods  
Tropical plywoods  
Decorative plywoods  
Water resistant plywoods  
Fire resistant plywoods  
Sound isolation plywoods

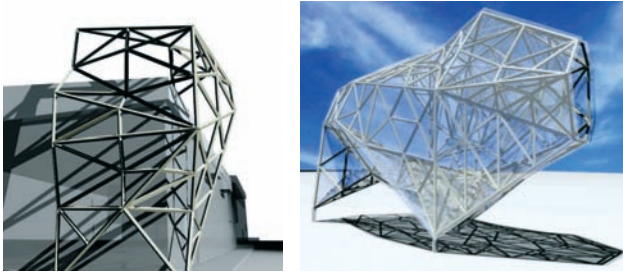
Tableros contrachapado  
Tableros flexibles  
Tableros varios  
Tableros finos  
Tableros hidrófugos  
Tableros ignífugos  
Tableros insonorizantes



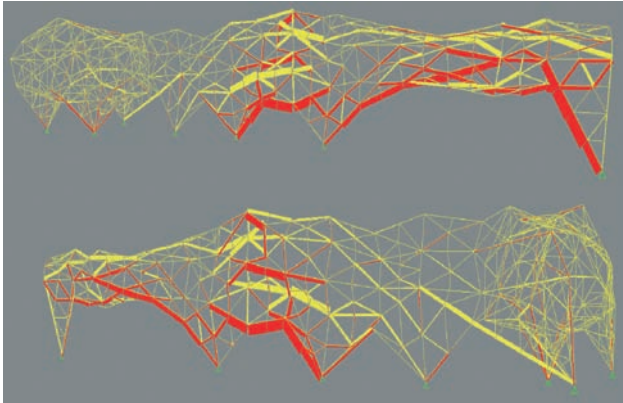
tableros folgado, s.a.

Mayor, 102 - Apdo. Correos 18  
46960 Aldaya (Valencia) Spain  
Tel.: 961 500 100 • Fax: 961 500 108  
vfolgado@tabfolgado.es  
jfolgado@tabfolgado.es  
Web. www.tabfolgado.es





(1) Vista de un modelo 3D de un fragmento de sistema constructivo mixto./ View of a 3D model of a fragment of a mixed construction system.



(2) Diagrama de esfuerzos axiales del entramado./ Diagram of an axial force diagram of the structure.

natural selection.

Many living things have developed high-strength lightweight structures. Inspired by them and other natural forms, organic architecture promotes harmony between the human habitat and the natural world.

Wood as the main structural material offered by nature has been used by man since the beginning of his evolution. Therefore, it has a fully optimized structure where different polymers (cellulose and lignin) complement each other to form a matrix of cells and cell walls that allow high strength with low weight.

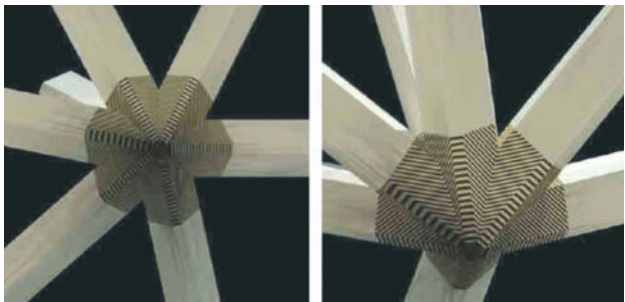
Of all the natural materials, wood has the best characteristics for structural use. The factor of resistance to the weight ratio is superior to conventional materials like steel and concrete. Its behavior in case of fire is safe and predictable, and greater than that offered by any other material of equal structure.

The degree of technological innovation in the project is very high. The combination of glass and wood is highly innovative, both in the combination of structural elements of the first and second order with closure systems, primarily in a combination of mixed laminates of glass and wood veneer to improve the insulating properties, controlled permeability of light and energy efficiency.

There are innumerable applications that justify the research effort directed towards obtaining building systems where wood and glass work together. Glass and wood have opposite characteristics which, if they can be equilibrated, provide the possibility of achieving an interesting balance in that these materials be offset and complement each other.







Solución para encuentros complejos de barras./ Solution for complex bar issues.

Based on the results obtained to date a draft article has been sent to the 2011 IBSE-IASS Congress (International Association for Bridge and Structural Engineering & International Association for Shell and Spatial Structures).

For the project glued laminated wood (MLE) of pine and spruce was used. In the field of energy and environment, it is worth pointing out that the production of a ton of laminated wood requires some 430 kilowatt hours of electricity or its equivalent, meanwhile the production of a ton of steel requires 2,700 kWh and a ton of aluminum requires 17,000 kWh of electricity. Following bionic principles, the project seeks to take advantage of wood as a lightweight structural material for use in all types of complex structures that mimic natural shapes. In the case of these structures, wood has economic and assembly advantages against the conventional materials used in Spanish architecture (steel, concrete).

The advantages of glued laminated wood (MLE) to cover the lightweight structures are manifold. Because it is composed of sheets oriented with fiber in a parallel direction it is much more dimensionally stable than ordinary wood; it can be made to almost any size and with curves, rather than straight sides, which are needed for more efficiently structural designs and are usable in any building; it can be used for beams or trusses over 50 meters in lengths, limited only by the capacity of the floors and the transportation; it has a high and predictable resistance, and when there are large sized sections fire resistance actually

# Los Leones de la Madera

**Solicite Catálogo Digital 4.0**  
Digital Catalog 4.0 on request

C/ Seis - nº12, Polígono Industrial, P.O.Box: 205  
46220 PICASSENT (Valencia) SPAIN  
Tel.: 34 96 124 24 10 • Fax: 34 96 124 26 09  
E-mail: losleones@losleonesdelamadera.com  
www.losleonesdelamadera.com

increases unlike steel and reinforced concrete, and it does not require treatment or false ceilings, neither does it bend, twist or chip off in the fires, resulting in lower insurance premiums in some countries.

The project aims to create a technical methodology that includes everything from the design of wooden organizational structures through to execution, covering the issues of structural analysis, sizes, resolution of the nodes, the structural integration of wood and glass and standardized manufacturing. It is argued that these structures are superior from the economic point of view and from the viewpoint of speed of execution of similar structures in steel and concrete.

In addition, the MLE does not corrode, as it boasts high resistance to chemical attack and to aggressive and contaminated environments; parts can be manufactured free of defects due to the joints (finger joints) which allow the cleaning of the same. The manufacturing process and the drying of the laminate plates facilitate the prefabrication of beams in very precise sizes, allowing a construction opposite to traditional construction with drywall construction and offers other elements prepared in the workshop to help with the final execution of the work in quicker time with greater reliability and without humidity.

The model chosen for the structural analysis of the laminated wood trusses, and glass and veneer has been that used for finite elements due to its general use. This method is a general numerical method for reaching solutions with partial differential equations widely used in various engineering and physical problems. We assume a flat surface composed of two connected triangles.

Any size might be employed according to the needs of the architectural design. Based on the geometry to be covered with glass, the next calculation is to solve the surface tension of glass which had to be supported using the formula for calculating finite elements. With that result, you get the minimum precise subdivision required to comply with the statistics.

You then proceed to retest the results to increase the subdivision if necessary. This increased subdivision may, for example, result from the need to reduce it to a more viable format because of the location of the glass or because of its price. Once you reach the final subdivision, you then proceed to exactly cut the pieces of wood which serve as support for the glass pane.

The modeling of the laminated glued wood for this project is achieved by using the finite element method with bar and laminate items.

In this report we show some developed models

(1). A preview of the general appearance of the laws of strain  
(2). For compression we used the red color, and yellow for traction.

The project has been coordinated and directed by Miguel Angel Abián, winner of the 2009 Schweighofer Prize for Innovation, and involves a team of experts including engineers, technical architects and top architects, together with the company from Valencia, RISAL WOOD, which specializes in wooden structures. There was also collaboration with leading European companies in the field of wood construction, like Rotho Blaas, Dietrichs, and Hundegger, among others. ■



**Únase a nosotros para aprovechar toda su fuerza.**

**CONSTRUMAT**  
BARCELONA  
SALÓN INTERNACIONAL DE LA CONSTRUCCIÓN

## La fuerza de la unión.

En 2011, las mejores oportunidades del mercado de la Construcción:

- **Todos los sectores y las asociaciones apoyan a CONSTRUMAT**, el salón generalista de la construcción.
- **La oferta de nuestro país es la mejor del mercado internacional.** Productos y Servicios de alta tecnología y alta calidad al mejor precio.
- Acciones específicas para la captación de distribuidores europeos, así como prescriptores y compradores de Brasil y Marruecos.
- Construmat, el **referente sectorial**, apuesta ampliamente por la **Sostenibilidad, Rehabilitación e Innovación** como ejes de desarrollo para el sector.
- **2011, un paso más hacia la interrelación de la oferta y la demanda**, realizando agendas comerciales para favorecer los mejores resultados.

**Construmat, por experiencia, por capacidad, por iniciativa, ahora más que nunca ofrece las mejores soluciones al sector.**

  
**Fira Barcelona**

**Recinto Gran Via**  
**16-21 Mayo 2011**

[www.construmat.com](http://www.construmat.com)

Aerolínea Oficial  
  
A STAR ALLIANCE MEMBER

