



## LA CUESTION DE LA INESTABILIDAD EN ESTRUCTURAS LAMINARES EN MADERA

### DOS EJEMPLOS CONSTRUIDOS: CASA 205 Y 8 VIVIENDAS ADOSADAS EN VILAFANT

Las dos obras que les presento en este artículo dieron lugar en su momento a sendos ejercicios de análisis de estabilidad lateral más detallados que las habituales consideraciones del fenómeno del pandeo. Me refiero al procedimiento simplificado de modelar un muro-pantalla laminar de madera como un hipotético pilar de un ancho teórico generalmente de un metro, por el espesor del muro, y aplicar directamente la teoría de Euler la viga-columna. Las estructuras superficiales presentan comportamientos resistentes post-críticos (más allá de la carga teórica de pandeo) que hacen que la aplicación de dicha teoría subestime drásticamente su capacidad mecánica real, entre vez y media y dos veces y media, respecto a la carga crítica (en función de la geometría local y global, fundamentalmente). Si bien esta reserva es mucho más relevante en materiales con claro comportamiento plástico, como el acero o algunos compuestos estructurales frecuentes en aviación, en el caso de la madera es también de entidad. Esto es particularmente cierto en el caso de la madera contralaminada.

En las obras a continuación descritas, se procedió a la verificación conforme CTE por el procedimiento simplificado referido (entre otras razones, para evitar una complejidad desproporcionada en el correspon-

diente procedimiento burocrático) llegándose a situaciones próximas al agotamiento total de la sección, particularmente en incendio. No obstante, el análisis post-crítico revelaba claramente márgenes de seguridad mucho más generosos.

Hay que considerar que la tradición de análisis estructural hacia la que hemos de mirar cuando estudiamos este tipo de proyectos no es la habitual de la arquitectura o la construcción civil (en sentido amplio). Las verdaderas fuentes en las que quien esto escribe ha encontrado guía suficientemente sólida son los textos de diseño estructural de barcos y aeronaves. La Casa 205 se entiende y analiza mucho mejor como si de un barco de dos cubiertas se tratase, en sollicitación intermedia entre condición de arrufo y quebranto. El equilibrio como jácena continua de los núcleos de Vilafant, se entiende más claramente si se estudia análogamente a los esfuerzos del cascarón de una aeronave puntualmente sustentada en sus alas. La notable torsión que puede provocar el viento en la Casa 205 se comprende mucho mejor si se analiza con los mismos criterios que el fuselaje de un avión en caso de turbulencia que fuerce la guiñada. Igualmente, el estudio del cabeceo del avión, permite entender mejor la compleja distribución de esfuerzos cortantes que se genera en la totalidad de

la estructura por el “vuelo” de la misma casa. La consideración del comportamiento post-crítico de las estructuras laminares que configuran barcos y aeronaves ha sido uno de los factores de mayor relevancia a la hora de conseguir una reducción de pesos en los dos ámbitos a lo largo de las últimas décadas. Y la aplicación de las mismas técnicas tiene un prometedor campo por delante en el mundo de las estructuras laminares en madera: no en vano, el fuselaje monocasco del Havilland Mosquito era madera contralaminada, con la hoja interior de balsa, y se hicieron del mismo más de siete mil unidades hasta entrada la postguerra. Remitiría al lector a mi artículo “Naturaleza y Construcción de Barcos” (boletín de Aitim 217, 2002), para algunas reflexiones complementarias al respecto.

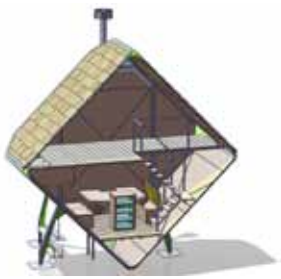
No sé si está bien traída la siguiente cita de Le Corbusier allá por 1921 en torno a la casa como máquina para vivir, por lo demás bastante manida por todas las vanguardias y corifeos posteriores, pero aquí la dejo: “La casa es una máquina de vivir... los lavabos son máquinas para lavar... El mundo de nuestro que-hacer ha creado sus cosas: la ropa, la estilográfica, la cuchilla de afeitar, la máquina de escribir, el teléfono... la limusina, el barco de vapor y el avión.”.



## Vacarisses 2007







## CASA 205, en Vacarisses (Barcelona, 2007)

El proyecto inicial contemplaba una casa de entramado ligero que se apoyaba en todo su perímetro. Después de los primeros contactos del arquitecto con la madera contralaminada, y ya decidido por ésta, comenzó un interesante proceso de reconsideración de los “fundamentos” del proyecto en su relación con el sitio. Desde luego, arquitectónicamente a nadie se le escapa la dramática diferencia entre la obra construida, y el aspecto que tendría la misma bajando con un murete hasta el mismo terreno. El arquitecto, a partir de una serie de ejemplos que le remití, me puso sobre la mesa la posibilidad de organizar los apoyos de una forma menos “impactante” a nivel visual, movilizándolo al máximo la capacidad mecánica de los muros. Después de considerar varias opciones, la solución fue tan simple como incrementar el canto de los muros, de forma que los forjados acometieran contra aquéllos (en lugar de apoyarse sobre los mismos, que es el procedimiento habitual). De este modo, se reducía drásticamente el efecto del cortante en la deformación final, y la solución pasaba a ser simple, muy simple (teniendo en cuenta que cada lado terminó volando como 5.5 m respecto a su apoyo).

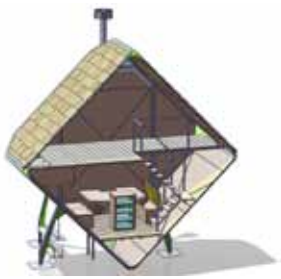







# Vacarisses 2007





## OCHO VIVIENDAS ADOSADAS en Vilafant (Gerona, 2010)

Igualmente, el proyecto inicial preveía un entramado ligero. Consideraciones como la estabilidad a incendio (que alcanzaba 120 minutos en algunos casos), así como la rapidez de montaje y mejoras en la calidad del ambiente interior, llevaron al desarrollo de una solución en madera contralaminada. Pese a ser una zona de riesgo sísmico relativamente alto, la rigidez intrínseca del sistema laminar en las tres direcciones del espacio simplifica hasta extremos casi inverosímiles la cimentación, al poderse transmitir todos los esfuerzos horizontales a los muros perimetrales. La estructura consiste en una sucesión de jácenas-cajón (ver esquema de planta estructural: en azul, los muros de madera), con una relación canto/luz del orden de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{2}{3}$ . La adaptación a los requerimientos de la distribución hacen que el análisis deba ir más allá de la inmediata analogía con la jácena de perfil hueco y paredes delgadas (precisamente por la profusa e irregular perforación de las paredes). No obstante, el análisis tridimensional por elementos finitos modelando prudentemente la rigidez relativa de las uniones lineales, convierte este problema, en última instancia, en un tema menor. Una consideración común a ambas viviendas es que el hecho de analizar la vivienda como una nave, facilita, bien notables ahorros en la cimentación (Vilafant), bien la realización de alardes estructurales “domésticos” sin incrementar los costes (Casa 205) 

miguel.nevado@enmadera.info

### REFERENCIAS:

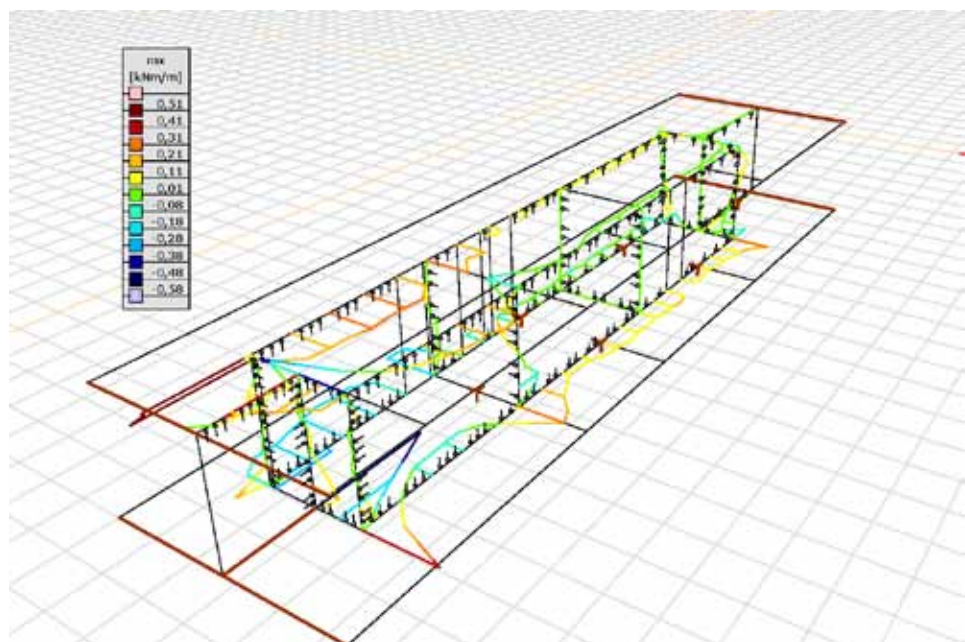
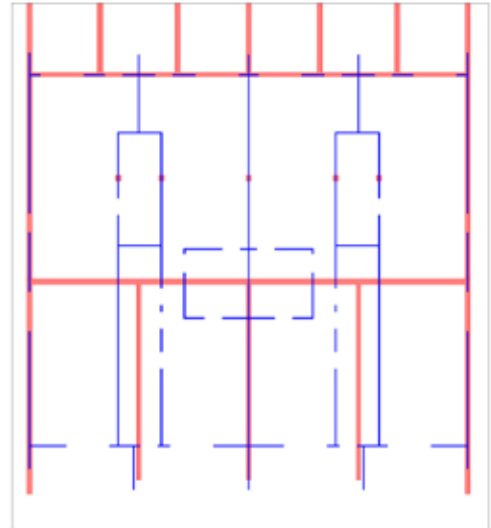
Estructura: Miguel Nevado.  
Madera contralaminada: KLH

### VACARISSES

Arquitectura: H Arquitectes.  
Montaje: Amatex SA  
Promotores: M. Farriol y F. Ortega.

### VILAFANT

Promotor: Ayuntamiento de Vilafant



# Vilafant 2010

