

## ESTRUCTURA EN EDIFICIO DE USOS MÚLTIPLES EN EL RECINTO FERIAL DE ALMAZAN (SORIA)

MIGUEL NEVADO, ARQUITECTO  
MIGUEL.NEVADO@ENMADERA.INFO



En el verano de 2006 contactó conmigo, a través de Amatex (constructora de la estructura), el arquitecto Carlos Calonge, al objeto de estudiar la posibilidad de realizar en madera un pabellón ya proyectado en otros materiales, sin desviar los costes excesivamente. El planteamiento inicial, era análogo al que condujo a las Bodegas Anta Natura (ver Boletín de Aitim nº 240), con una diferencia importante: en el caso de Almazán, el presupuesto correspondía a una solución de, prácticamente, mínimo coste. Se trataba de muros de paneles de hormigón prefabricado, con jácenas y pilares del mismo material, y correas de madera laminada. El estudio geotécnico disponible recomendaba, dada la relativamen-

te baja capacidad portante del terreno y sus características, una costosa losa armada cubriendo la totalidad de la superficie. Ésta resultó ser la clave: sensiblemente, el sobrecoste que tuvo la solución de las láminas de KLH nervadas que comentaremos brevemente, se cubrió con el ahorro derivado de prescindir de la cimentación en losa. Si bien hubo que asumir, dado el citado planteamiento de bajo coste, unas calidades de acabado y ejecución muy básicas, dentro de la consideración estricta de la seguridad estructural normativa. El diseño se realizó en el marco de mi actividad habitual como asesor técnico de KLH y Amatex SL, en colaboración con cuya oficina técnica se desarrolló el proyecto de detalle del entramado.

La estructura se concibe como una membrana nervada subtensionada, que se apoya sobre una "caja" de cuatro láminas, a su vez nervadas. Las láminas se materializaron mediante madera contralaminada de 6 cm de espesor, con nervios de madera empalmada de una sección uniforme de 60/220 mm en los muros, y 80/240 mm en la bóveda. El subtensionado de la misma, se ejecuta con tirantes pareados de madera laminada, de diámetro 2 x 140 mm cada barra estructural. El nervado se fió por tirafondeado directo en los muros, y por encolado y tirafondeado en el caso de la membrana. En éste caso, se entiende que el encolado sirve para limitar adecuadamente las deformaciones, mientras que el tirafondeado, aparte de aportar presión de encolado, asegura que los



estados límites últimos no dependen en ningún caso del adhesivo (que se aplicó en obra). Los enlaces entre las barras que componen los tirantes, se realizan mediante llantas encoladas en el tirante, que se enlazan por bulones de acero de alta resistencia. La transmisión a los tirantes desde las zonas interiores del vano, se realiza mediante jabalcones en V, que entregan en los bulones mediante una pieza intermedia de elondo. En todos estos encuentros, se utiliza neopreno para asegurar una distribución uniforme de tensiones. El empuje lateral de la membrana se entrega a los tirantes por medio de perfiles de borde intermitentes, que



# estructuras

distribuyen los esfuerzos de la lámina hasta el bulón correspondiente. El eje de éste, coincide con la vertical de la extensión de determinados grupos de pares de nervios del muro. Las cargas verticales, así, se transmiten a un muro-pantalla de enorme rigidez a la flexión vertical, lo que permite obviar los problemas que la cimentación podía presentar. Dado el carácter relativamente experimental, entendí que debía realizarse al menos una prueba de carga de una de las secciones de la bóveda. Dicha prueba consistió en someterla a una sobrecarga extremadamente asimétrica: una mitad se dejó completamente descargada, y la otra se cargó con el equivalente al peso propio adicional más vez y media la sobrecarga máxima de nieve normativa. El resultado fue, casi diríamos, sospechosamente positivo:



el máximo descenso, sensiblemente igual al máximo ascenso, se dio en el nudo inferior de la V de subtensionado, alcanzando un valor máximo instantáneo algo inferior a 3 cm. En el proceso de montaje final, quedaron, en algunas secciones, importantes desviaciones respecto a la directriz teórica (véase la infografía del proyecto), que redujeron la curvatura, e incluso cambiaron su signo localmente. Esto llevó a la realización de diversas pruebas de carga puntuales, con la membrana en posición, para asegurar que el entramado mantenía el nivel de seguridad normativo (con independencia de que la readaptación a la nueva geometría

del modelo de elementos finitos originalmente realizado, no indicaba desviaciones de consideración en los estados tensionales).

El equilibrio ante el viento se consigue mediante la transmisión del mismo siempre a componentes contenidas en el plano de los muros-pantalla, a través de la capacidad de reparto superficial de la propia bóveda. El resultado es que los apoyos trabajan muy poco de forma local, al hacerlo linealmente a lo largo de toda la longitud del muro; esto supuso que el anclaje necesario acabara resultando casi "ridículo" a la vista: simples escuadras estándar del mínimo tamaño posible, ancladas con tacos expansivos al murete de hormigón. Esta concepción estructural permite crear estructuras de nave diáfana que transmiten una apreciable sensación de esbeltez, al no ser necesarios grandes sistemas empotrados o articulados para la absorción de los empujes laterales.

La estabilidad a incendio requerida fue de 30 minutos, que se consiguió mediante el pintado adecuado de los elementos metálicos. Los elementos de madera no requirieron ninguna protección intumescente para alcanzar la estabilidad citada.


El resultado es una estructura extremadamente flexible frente a cargas puntuales (se camina sobre ella "como sobre un colchón"), pero muy eficiente en



# estructuras

costes frente a cargas distribuidas, incluso en supuestos de asimetría o irregularidades de distribución (por ejemplo, por acumulación de nieve contra los petos). Los muros, a su vez, son muy robustos frente a posibles agresiones. De hecho, “destrozos” que supusieran vacíos mecánicos en el orden de los cinco a siete metros del nivel inferior del muro, no conducirían al colapso de la estructura, y serían, en todo caso, de fácil reparación.

El montaje de la estructura se inició a finales de noviembre de 2006. Los muros se elevaron en las dos últimas

jornadas antes de las Navidades (con el detalle añadido de que el Gordo de aquel año de Gracia cayó precisamente en Almazán), y la membrana de cubierta se elaboró e izó entre principios de enero y mediados de marzo de 2007 

Créditos y datos generales de la obra:

Promotor: Ayuntamiento de Almazán y Junta de Castilla y León.

Superficie total: 1.500 m<sup>2</sup> (1.297 de nave y 203 de elementos auxiliares).

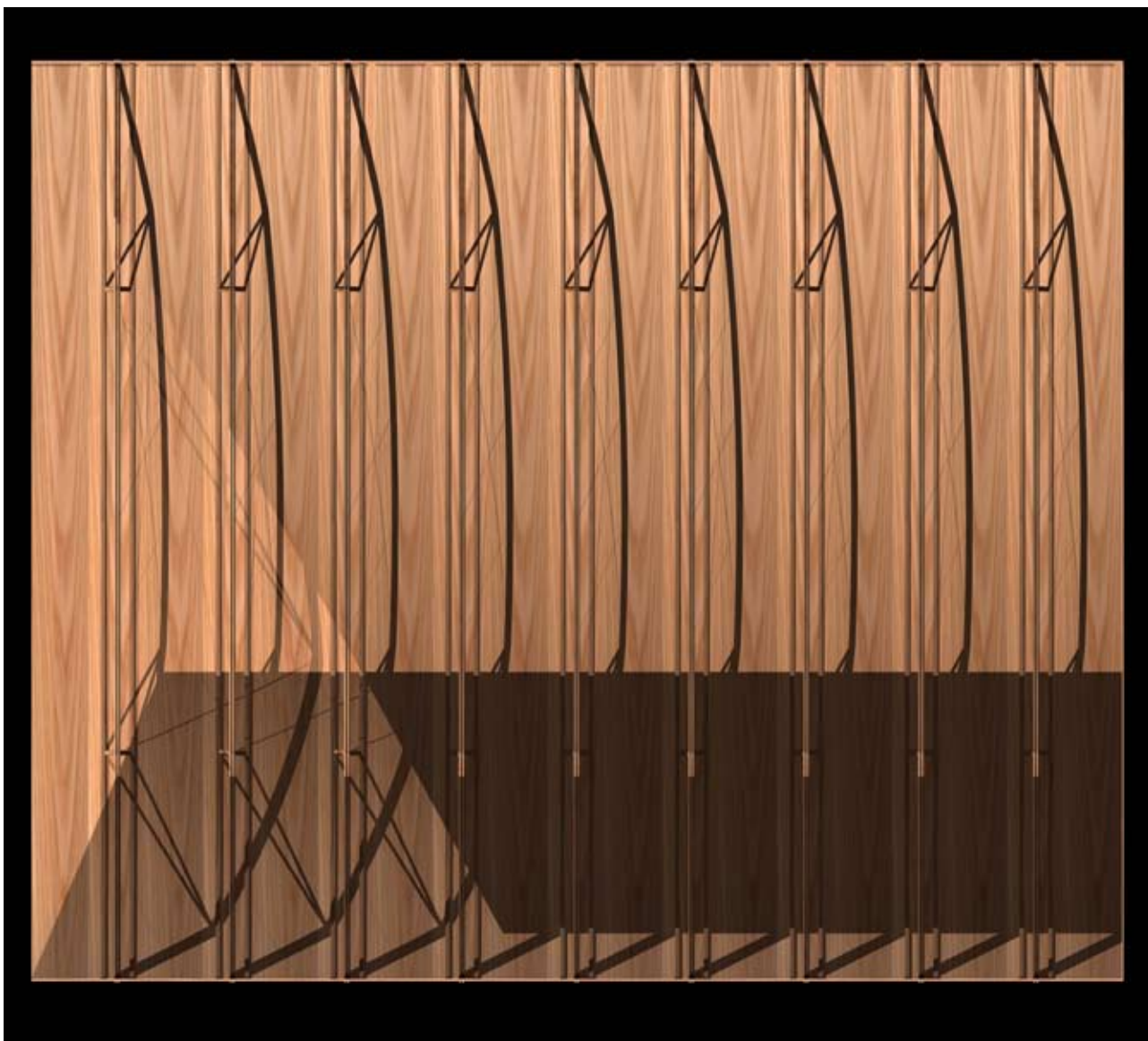
Presupuesto de contrata total: ca. 800.000 €

Arquitecto: Carlos Calonge Mugeta e Inmaculada Ruiz Orte

Diseño estructural: Miguel Nevado.

Contratista general y constructor de estructura: AMATEX SL

Paneles de madera contralaminada: KLH







# estructuras



Resultado final: interior del edificio