MIGUEL NEVADO

ESTRUCTURAS EN CLT OBRAS Y PROYECTOS 2015-2017

Miguel Nevado. Dr. Arquitecto miguel.nevado@enmadera.info

Las infografías de modelos de cálculo así como las fotografías sin indicación, corresponden al autor. El resto, son infografías elaboradas por el mismo a partir de modelos aportados por los instaladores (o por los proyectistas, en el caso de obras no ejecutadas). Las infografías arquitectónicas corresponden a los proyectistas.

Scanned by CamScanner

Nadie sabe, si el CLT llegará a ocupar parte (o la mayor parte) del espacio que hoy acaparan en la construcción los materiales estructurales mayoritarios. Esta selección de elementos representativos de mi labor en diseño de estructuras a lo largo de estos tres años busca poner sobre la mesa las razones por las que pienso que sí, que la penetración de la madera estructural es imparable. Es más, es una extensión en forma de mancha de aceite, que no necesita de grandes operaciones de marquetin por parte del sector. Sólo requiere el desarrollo de sus propias disciplinas y sistemáticas de diseño, y la asunción de las mismas por los proyectistas, algo que está ocurriendo de forma paulatina. Creo que estos trabajos, pese a su aparente complejidad en algunos casos, son experiencias que pueden aportar algo a la generación de las citadas disciplinas y sistemáticas. La oportunidad de hacer estas obras, por lo demás, debo agradecérsela a la actitud de promotores en busca de modos diferentes de construir y habitar, arquitectos abiertos a la experimentación, fabricantes innovadores e instaladores flexibles y creativos.

EDIFICACIÓN EN ALTURA
Con edificios de 50 m terminándose de construir (Canadá), otros de 70 m en fase de proyecto final (Holanda), varios de 80 a 100 m en desarrollos iniciales (Suecia, Alemania, Francia) y uno de 300 m en estudio teórico (Inglaterra), lo que les presento en este apartado no parece gran cosa. De hecho, no lo es: tan solo se trata de ejercicios razonables. En los cuatro casos, se ha trabajado (o se está trabajando) en dura competencia de costes con los sistemas "alternativos", lo que deja poco margen para nada que no sea el rigor y la contención en la disciplina del diseño estructural.

LA BORDA

La esbeltez de los pilares de hormigón y madera de los espacios de planta baja, inhabitual para lo que suele encontrarse el paseante urbano, expone hasta qué punto pude explotarse la favorable relación resistencia/peso de la madera. En el caso particular de los pilares exentos de planta baja en madera, sin revestimiento en una zona de 90 minutos de resistencia al fuego, la esbeltez se consigue por el mecanismo de «fusible». En hipótesis de incendio, los pilares no trabajan, y todo el inmueble que hay sobre ellos está concebido para funcionar como un cajón estructural en el vano de la totalidad de la fachada. El mecanismo de fusible se utiliza asimismo en la solución de los forjados: en hipótesis de incendio, los forjados (que quedan vistos), se reducen a dos capas cruzadas, una de ellas mínima. Esto es suficiente para asegurar la estabilidad lateral, mientras el pavimento flotante (una losa de hormigón pulido, armada) soporta la flexión con deformaciones importantes, pero compatibles con la evacuación y la extinción del incendio. El núcleo de comunicaciones y rigidez, estaba previsto inicialmente en hormigón prefabricado, por "presuntas" razones de coste. La revisión del mismo a la luz de los empujes de que se trataba, multiplicó el coste de las uniones hasta el punto de hacer competitiva la solución finalmente ejecutada, con grandes pantallas de 30 cm de espesor ancladas a hormigón con herrajes especiales, basados en tirafondos de rosca completa. Este espesor, necesario para limitar la oscilación lateral en viento, permitió el que finalmente sean éstos los únicos muros que se pueden dejar vistos, sin necesidad de revestimiento, ante un incendio de 120 minutos desde su exterior. El montaje duró poco más de un mes, en una muestra más de hasta qué punto la velocidad de la construcción con CLT es un salto de género, no de grado. El material utilizado en la estructura fue *Pinus insignis*, de procedencia vasca. En los ensayos realizados durante la obra por el fabricante, se constató cómo la enorme reducción de la variabilidad que aporta el CLT, hace que las especies cuyo problema es, precisamente, la variabilidad en sus prestaciones mecánicas, se beneficien de forma acusada. Es decir, con maderas de clases resistentes inferiores, se alcanza CLT de perfil resistente muy superior. Este efecto estadístico, ya conocido en la literatura técnica para otras especies, abre los ojos al notable potencial que el CLT puede suponer para el uso estructural de todo tipo de coníferas españolas, especialmente las de más bajas calidades estructurales (que suponen de los dos tercios a las tres cuartas partes de la totalidad de lo que crece en nuestros montes).

ARQUITECTURA: La Col S Coop.
PROMOTOR: La Borda S Coop.
CONSTRUCCIÓN: 2017. Barcelona.
FABRICANTE Y MONTADOR DE CLT: Egoin.

Scanned by CamScanner

Secciones

Scanned by CamScanner

BUENAVISTA

Las infografías del modelo de cálculo exponen cómo el explotar las posibilidades del trabajo con membranas estructurales flexibiliza el diseño de las plantas sucesivas, que van cambiando hasta convertirse en una planta baja notablemente diáfana considerando los costes. La ubicación, en una "imposible" calle del barrio de Lavapiés, limitó una de las ventajas habituales del CLT: el tamaño máximo de los paneles (que a la fecha está por 0.5 x 4.0 x 20.0 m). Sin embargo, éste terminó en un límite superior de 2.4 x 7.0 m en camiones de pequeño tamaño: más que suficiente para mantener las citadas posibilidades del trabajo con láminas sin multiplicar el coste de las uniones. La ligereza de la solución facilitó la organización de apoyos en voladizo desde muros de sótano remetidos 1 m al interior de la parcela, limitando así al mínimo la posible afectación de las cimentaciones vecinas.

ARQUITECTURA: b720 - F. Vázquez
PROMOTOR: Impact-o
CONSTRUCCIÓN: prevista final de 2017. Madrid
SUMINISTRADOR E INSTALADOR: Altermateria
FABRICANTE DE CLT: KLH

Vista superior

Scanned by CamScanner

LAS CAROLINAS

Al igual que en La Borda, Las Carolinas es una propuesta de una cooperativa con el suelo en régimen de cesión de uso, con voluntad de reducir al máximo posible el impacto ambiental de la vivienda, sin salir de marcos presupuestarios estrictos. El proyecto interpreta la tradición de los modos de habitar y relación entre viviendas de la corrala tradicional (si bien, como se ve, la parcela no ayudó a un planteamiento tan radical en este mismo sentido como el de La Borda). La planta de acceso se somete a una serie de cambios de rasante que, al combinarse con los requerimientos de circulación de sótano, da lugar a un reparto bastante irregular de los apoyos. Esto no resulta problemático gracias al CLT. El suelo de esta zona del barrio de Usera consiste en estratos coluviales del terciario, resultado de la proximidad al Manzanares. Es un terreno mecánicamente más bien pobre que implica, generalmente, el recurso a costosos pilotajes para cimentar viviendas de varias plantas. En nuestro caso, la cimentación se ha limitado a una losa flotante sobre la arena de la antigua cuenca del río. A mayor abundamiento, ha sido posible la reutilización de todos los muros de contención preexistentes, de los años 50, con la drástica reducción de costes que puede imaginarse.

ARQUITECTURA: sAtt
PROMOTOR: Entrepatios S Coop Madrileña
CONSTRUCCIÓN: prevista principios de 2018.
Madrid.

Vista frontal

Vista superior

Vista inferior

Scanned by CamScanner

MIGUEL NEVADO

OUR SHELVES

La idea del proyecto es crear espacios interiores complejos, rodeados de un sistema de amplias baldas de madera que soportan un ajardinamiento en la mayor parte de la fachada de la fachada. Este jardín, en unas zonas se mantiene al exterior y en otras al interior de la envolvente, al tiempo que sirve de sistema de bajada de cargas perimetral, de difícil lectura. Hacia el interior, la estructura se «serena», y pasa a ser un sistema de retícula y forjados de CLT, sin ningún tipo de protagonismo. Se trata de un grupo de viviendas en régimen de cooperativa.

ARQUITECTURA: SUMA – E. Orte – G. Sevillano.
PROMOTOR: Privado.
CONSULTOR DE FACHADAS: ENAR
CONSTRUCCIÓN: prevista final de 2018. Madrid.

Scanned by CamScanner

HOTEL REIMAR

Este tipo de intervenciones parecen un marco «a propósito» para la utilización sistemática del CLT. Una vez que un arquitecto o promotor evalúan despacio la problemática asociada a las ampliaciones de cierta entidad (incertidumbre de la estructura y cimentación existentes, tiempos de montaje, etc.), si conoce en alguna profundidad el CLT, es poco probable que encuentre otro procedimiento más racional. En el caso del Hotel Reimar, a partir de un levantamiento aproximado de la estructura preexistente, prácticamente sin desmantelamientos (ya que se disponía de parte de los planos originales, de los años 60), se realizó un análisis 3D de la totalidad del inmueble. Los resultados de este estudio apuntaban a que era altamente probable que la cimentación original pudiera ser válida, lo que orientó la realización puntual de catas de los cimientos originales. Si bien el terreno era delicado (zona arenosa al borde del mar, sin afloramientos pétreos próximos que se supiera), de la respuesta del inmueble se dedujo que la reserva resistente del suelo era suficiente, sin más limitación que trabajar con pesos propios muy limitados. Desde luego, no poder utilizar significativos pesos propios adicionales a estructura es problemático, ya que encarece enormemente el control acústico, pero siempre abrumadoramente por debajo del coste de una intervención sistemática de recalce de la cimentación. Por lo demás, la estructura se configuró de forma que la bajada de cargas al sistema de pilares original, pudiera «acogerse» a diferentes alternativas, para llegar a una situación de robustez de la obra frente a posibles deficiencias ocultas de alguno de los elementos de soporte.

Vista superior

ARQUITECTURA: J. Tió
PROMOTOR: Hotel Reimar. CONSTRUCCIÓN: 2017. S. Antoni de Calonge (Gerona)
INSTALACIÓN: Madergia
FABRICANTE CLT: Stora Enso

Vista inferior

PREEXISTENTES
AMPLIACIÓN DE EDIFICIOS

Scanned by CamScanner

© Madergia

© Madergia

© Madergia

Scanned by CamScanner

PLEGADURAS

El recurso a los esfuerzos de membrana, citados en otros puntos de este mismo artículo, es clave para enriquecer el discurso estructural en el trabajo con CLT. Los dos ejemplos de este apartado ilustran las dos líneas principales a seguir. Uno de ellos es la configuración de secciones huecas de pared delgada, que se analizan con procedimientos análogos al diseño estructural de naval y aeronaval. El otro, es la substitución de las reacciones verticales en el extremo de una losa oblicua, por reacciones horizontales que se absorben en láminas opuestas. Este último es un procedimiento de optimización que se encuentra implícito en muchas tradiciones de carpintería de armar, particularmente en las de tradición hispánica.

CASA CRYDD'S

El objetivo de volar 5 m el cuerpo da la casa sobre la pendiente se resolvió haciendo trabajar todo el edificio como sección hueca: de este modo, el «esfuerzo» se resuelve con sencillez. Sencillez aparente, desde luego, pero en todo caso sin la aparición de elementos aparatosos, visualmente pesados, que habrían dado lugar a imágenes exteriores (o interiores) alejadas de lo que arquitectónicamente se buscaba.

ARQUITECTURA: R. Fabra – O. Hanssman
PROMOTOR: Privado.
CONSTRUCCIÓN: 2015. Alp (Barcelona)
INSTALACIÓN: Arquitectes Cerdanya.
FABRICANTE CLT: KLH

© Arquitectes Cerdanya

Scanned by CamScanner

SALA DE MEDITACIÓN EN LA VERTIENTE SUR DE GREDOS

Se trataba de cubrir la sala de meditación del centro Dhamma Sacca, de 13.5 x 20.1 m, con una solución que respetara la envolvente exterior de proyecto, pero con la máxima diafanidad interior, y con un coste que no superara las soluciones convencionales que estaban sobre la mesa en principio (cerchas convencionales de acero u hormigón, con tirante a nivel de arranques). Esquematizando el comportamiento, podríamos decir que, en la sección transversal, cada losa de CLT, idealizada como viga biapoyada, tiene dos reacciones en su arranque, y una en su cumbrera: ésta se absorbe en el plano del faldón opuestoa. A su vez, cada faldón, debe absorber en su plano la citada reacción del opuesto en el nivel de cumbrera, y transmitirlo a los muros testeros y contrafuertes: como una jácena de 7 m de canto, en tres vanos continuos. Así, los principales esfuerzos en las uniones, se dan por la transmisión de esfuerzos cortantes entre paneles consecutivos, obviamente en la proximidad de los estribos horizontales (este esfuerzo es el que ilustra el diagrama expuesto). Esto permite resolver la estructura con paneles de 9 cm, más unos puentes intermedios para limitar los movimientos por flexión del panel, lo que lleva los costes a los límites indicados, pero con un evidente enriquecimiento espacial.

ARQUITECTURA: R. Prats.
PROMOTOR: Fundación Vipassana.
CONSTRUCCIÓN: 2015. Candeleda (Ávila).
INSTALADOR: Eric García – Ecofusteria Gara
FABRICANTE CLT: KLH

Scanned by CamScanner

CASA SALVADOR

La relación entre superficies transparentes y opacas adquiere en este proyecto un protagonismo particular, merced al rasgado de paramentos que se presentan a la vista con un espesor acusado. La estructura se ha tratado de resolver obedeciendo a esta intención arquitectónica, mediante el recurso a pilares de mínima dimensión embebidos en perfil de carpintería metálica.

ARQUITECTURA: Guibernau-Mateu.
PROMOTOR: Privado
CONSTRUCCIÓN: 2017. S. Cugat d.V. (Barcelona)
INSTALADOR: Altermateria
FABRICANTE CLT: KLH

LA VERSATILIDAD EN LAS VIVIENDAS

Estos tres ejemplos exponen caminos más o menos «serenos» para adaptar la estructura a la arquitectura sin que aquella cobre protagonismo ni ésta perciba limitaciones. Los distintos modos posibles de mecanismos resistentes del CLT, ya comentados en otros puntos, se aprovechan aquí de forma particularmente orientada a hacer desaparecer los elementos estructurales

Scanned by CamScanner

CASA BONANOVA

El espacio hacia el que la casa se abre, vuela escalonadamente desde el zócalo de hormigón. Merced a la movilización mecánica de los antepechos entregando su carga sobre muros de espesores inhabituales (25 – 30 cm), se obtienen vanos libres en planta inferior de más de 8 m. Se utiliza un mínimo número de elementos portantes en dicha planta, lo que acentúa la sensación de amplitud y continuidad interior/exterior en el ámbito de mayor uso de la vivienda.

ARQUITECTURA: www.puntarquitectes.com
PROMOTOR: Privado.
CONSTRUCCIÓN: 2017. Barcelona.
INSTALADOR: Velima System
FABRICANTE CLT: KLH

CASA SILVIA

Los bloques superiores organizan un juego de cajas que, al apilarse, resuelven los vuelos que acogen los espacios cubiertos al exterior.

ARQUITECTURA: Grupo Boxx - P. Carrasco.
PROMOTOR: Privado.
CONSTRUCCIÓN: prevista para final 2018. Palma de Mallorca.
SUMINISTRADOR E INSTALADOR: Altermateria
FABRICANTE CLT: KLH

Scanned by CamScanner