

Desde hace unos años, la construcción de casas con estructura de madera se está desarrollando y afianzando en España como otra opción de calidad en el mercado inmobiliario. La sustitución de cubiertas metálicas o de tabiquillos palomeros por cerchas de madera con cerramiento de tablero estructural abre nuevas vías de soluciones estructurales y estéticas.

JOAQUÍN BELTRÁN DEL CORRAL
ARQUITECTO

Este nuevo sistema está poco estudiado en España en el comportamiento estructural de los tableros de cubierta y en la distribución de cargas del 'platform frame'.

La técnica de construcción norteamericana procura mantener una buena ventilación de la madera, un buen manejo y trato en su transporte y montaje. Unas cerchas que hayan estado expuestas a la lluvia, a las radiaciones solares o a un contacto prolongado con el terreno pueden haber modificado su naturaleza y grado de humedad, con la posibilidad de pérdida de resistencia o movimientos en las cerchas, imposibles de reducir a su estado original.

En cuanto a la calidad de la madera utilizada depende del lugar de origen y de la especie. El Pino amarillo americano puede llegar a tensiones admisibles de 120 Kg/cm². La tensión que se considera normal para el resto coníferas es de 90 Kg/cm², un valor medio que tiene en cuenta las irregularidades de la pieza, la existencia de nudos etc. Con un módulo elástico de 10.000 N/mm² se puede llegar a una gran deformación sin superar el límite de la tensión admisible.

En España, al no existir todavía normativa específica y en tanto esperamos las primeras noticias fidedignas del Eurocódigo que regulará la utilización de la madera en los países de la Unión Europea, los cálculos se hacen con la normativa francesa. Concretamente, para el cálculo de las escuadrías de las cerchas se tienen en cuenta las características físicas particulares de cada especie, haciendo una combinación de cargas eligiendo para cada nudo las más desfavorables y aplicando el hiperestatismo de estructuras planas. Para el control en la calidad de los ta-

Cerchas y viguetas prefabricadas para cubiertas

bleros se utiliza la normativa prEN 300 que regula las características mecánicas y físicas que se requieren para su comportamiento estructural. Además de ello existe un riguroso control de calidad y programa de verificación de las piezas por medio de APA -The Engineered Wood Association-, organismo que somete a sus miembros a un programa de inspección y control para obtener su marca de calidad. Los paneles son clasificados específicamente con un sello según su comportamiento para distintas aplicaciones, lo cual facilita su utilización.

Comportamiento Energético

También las pérdidas de calor deben tenerse en cuenta. A través de la cubierta se solucionan, en nuestro caso, de una forma bastante diferente al sistema tradicional. Normalmente, el aislamiento empleado es lana de roca de 20 cm de espesor y 40 kg/m³ de densidad,

con el que se consigue, con cámara ventilada, un Kc de 0.18 w/m² °C. El IDAE, Instituto de la Diversificación y Ahorro Energético, creyó interesante hacer un estudio en una de las viviendas de estructura de madera construidas en Villanueva de la Cañada (Madrid). Según sus cálculos, se alcanzó un Kg de 0.73 w/m³ °C general, que junto con el Kc de fachadas, soleras, tabiques medianeros, etc, puede lograr un ahorro energético teórico, entre el 15% y el 30%.

Construcción de la Cubierta

Uno de los elementos más característicos en cuanto a imagen y posibilidades de habitabilidad de las viviendas es la cubierta. Su diferencia fundamental con las tradicionales se centra en la técnica constructiva y el ensamblaje de sus diferentes piezas.

La construcción es como sigue: el tirante funciona como elemento portante

de la placa de yeso-cartón del falso techo con 13 mm de espesor sobre la que se distribuye el aislamiento térmico en dos capas de 10 cm de lana de roca de densidad 40 Kg/m³.

La distribución de las cerchas en cubierta viene determinada siempre por el tablero OSB de 15 mm, que se utiliza como revestimiento exterior de la estructura sobre el cual irá la teja. El dimensionado general de estos tableros es de 1,22 x 2,44 mtrs. (4" x 8") con lo que el intereje de las cerchas será múltiplo de estas dimensiones con el el máximo apoyo del tablero, es decir, normalmente 609 mm., 406 mm. ó 304 mm. Un mayor distanciamiento obliga a un recículo de la estructura o al aumento de las escuadrías.

El tablero APA es por definición estructural, sirve para dar continuidad a la estructura consiguiendo el arriostramiento de los elementos de cubierta. Cabe destacar también su facilidad de transporte y montaje, su poco peso y limpieza de colocación en obra. El tipo más utilizado es una categoría específica de paneles estructurales, el OSB (Oriented Strand Board) que presenta una gran resistencia y rigidez. Las piezas están tratadas en sus bordes para preservarlas de la humedad en su transporte y suele tener al menos una de sus superficies antideslizantes. La correcta colocación de los tableros exige dejar una holgura de 3 mm en todo el perímetro del panel para insertar unas piezas en "H" de acero galvanizado que corrige las posibles deformaciones que pudieran producirse a lo largo de la construcción. Se fijan a la cubierta clavados cada 15 cms. en todo el perímetro y cada 30 cms. en los apoyos intermedios.

Puesta en Obra

Las escuadrías utilizadas en los tirantes y pares de las cerchas varían entre 38 mm. (2") de ancho y un canto que pueden oscilar entre 69 mm (4") y 230 mm (10"), estos últimos utilizados para espacios habitables. Estos datos son orientativos, ya que en la práctica habrá que aplicar los datos producto del cálculo y de las normas vigentes.

La rigidez de la cubierta viene determinada por la correcta colocación de las cerchas y de las pequeñas piezas de acero galvanizado, perfiles en forma de "U" clavados sobre el panel de apoyo y la cercha, que aseguran la perfecta unión entre los dos elementos. Este sistema de sujección a la estructura no es suficiente para hacer que la cubierta funcione como un elemento continuo, por lo que se utilizan cordones de atado de 2 x 4" entre cerchas, por grupos,



a modo de arriostramiento.

La fabricación de estas cerchas en comparación con las soldaduras del sistema metálico tradicional presenta un sistema bastante peculiar y no menos interesante. Tras el diseño de la forma de la cercha, con posibilidades de todo tipo, desde la forma de "tijera" para techos planos hasta la denominada "techo de catedral" (cathedral ceiling) para techos inclinados. Los nudos con los ángulos de corte de las diferentes piezas se determinan en un software que define a su vez una pieza dentada de acero galvanizado de 1 mm de espesor con dientes de 8 mm que sujeta cada nudo. Tras el cálculo de los nudos, el ensamblaje del conjunto de la cercha se ejecuta con una prensa de gran superficie, donde se replantea el esquema de ésta y se van asegurando las cartelas nudo a nudo.

El sistema industrializado de fabricación permite diseñar cerchas de gran dimensión y altura, de tal manera que pueden crearse dos piezas independientes que serán acopladas en obra mediante cartelas de tablero contrachapado de 16 mm (normalmente sobredimensionadas). La utilización de la prensa asegura los nudos de una forma continua, sin presiones diferenciales.

Dicha versatilidad hace posible que este sistema de fabricación permita diseñar

desde cerchas que albergan espacios interiores habitables, hasta los pequeños triángulos que posibilitan alcanzar la cota en encuentros con otras pendientes del conjunto.

Al igual que en la construcción tradicional, se presenta una variación cuando en cubiertas desaparece la cercha para transformarse en un forjado inclinado de viguetas. La desaparición de los pares (rafters) o correas de madera maciza, sustituidas por viguetas prefabricadas de doble T, microlaminada en alas y con tablero de viruta orientada en alma permiten cubiertas inclinadas en las mismas condiciones que los tradicionales, pero con unas características térmicas superiores.

El orden de la construcción, en este caso, sitúa bajo la vigueta la placa de yeso-cartón de 13 mm. con barrera de vapor y sobre ésta el tablero de OSB de 15 mm más la teja al exterior. Las viguetas dejan en su interior una altura libre de 230 mm. (con 302 mm. de canto) que se rellena también con lana de roca más una cámara de aire para ventilación.

De la misma manera que con madera maciza, los apoyos y ensamblaje de las viguetas se realizan de diferentes formas. El apoyo inferior de la vigueta suele ser sobre panel de madera, utilizándose un diseño de corte llamado "pico de pájaro" con una mínima pérdida de sección

de vigueta reforzándose además el alma con tablero OSB de 15 mm. para absorber la sollicitación de cortante. En cambio, el encuentro superior siempre se lleva a cabo con estribos metálicos ('hanger') de acero galvanizado fijados con clavos.

El arriostramiento de las viguetas entre sí se resuelve con cruces de San Andrés de 2" x 4" distribuidas según sea necesario.

En ambas opciones constructivas el remate perimetral de la cubierta tiene varias soluciones en función de la mayor o menor necesidad de cota en el alero y de la situación de éste respecto a la estructura. Una de ellas consiste en diseñar la cercha con el vuelo como continuación del tirante, con lo que no hay reducción de altura; la otra, en un añadido de la longitud que se desea, llamado "queue de vache" (cola de vaca), sin función estructural alguna, que se coloca cuando la cercha o vigueta acaba en el apoyo.

La única diferencia entre las dos es la economía de la primera, ya que las segundas obligan a una mano de obra adicional.

Cuando se trata de aleros a partir de hastiales, la solución se denomina escalera o desarrollo de alero con piezas de 2x4" en longitud y 2x6" como arriostramientos, consiguiendo vuelos de 50 ó 60 centímetros.

Acabado Exterior

Las posibilidades de acabados exteriores es igual o mayor que en el sistema tradicional ya que estas superficies del tablero admiten cualquier tipo de sujeción y peso. La solución más usual es la teja asfáltica y la teja de madera de

cedro, poco conocida en España pero muy difundida en Estados Unidos, al principio de color marrón tostado, y que con el paso del tiempo adquiere tonos grisáceos, con un aspecto muy atractivo, nada convencional.

Mantenimiento

Es necesario definir el mantenimiento higrométrico con renovación de aire. Normalmente se realiza a través del alero. Por medio de planchas perforadas de aluminio lacado con pequeños orificios o rejillas, (en inglés denominadas sofitos).

El aire caliente acumulado en la parte superior de la cubierta se escapa a través de unas piezas que recorren toda la cumbrera bajo de las tejas (Ridge vent) que se dimensionan en función de las renovaciones necesarias.

En el campo de la rehabilitación destacan las buenas soluciones que ofrecen estos sistemas ligeros de cubierta, ya que frente al forjado tradicional de 270 kg/m², reducen su peso propio a 50 kg/m² dando opción a soluciones más rápidas de montaje, sobre todo porque dan lugar a una construcción seca, donde no hay fraguados ni secados.

En el aspecto económico, esta solución permite una reducción de costos entre el 15-20%. El precio medio de una cercha de madera de 9 m de luz con 2,20 m de altura puede alcanzar las 10.000 ptas Si incluimos el tablero OSB montado, el m² de cubierta oscila entre las 7.500 y las 8.000 ptas. dependiendo de la dificultad de la cubierta. La reducción afecta tanto a los materiales como a la mano de obra, reducción que también repercute en el usuario, gracias al aislamiento térmico logrado.