REPARACIóN DE LA ESTRUCTURA DE CUBIERTA Y CoNSTRUCCIóN DE NUEVA BóVEDA

ANTONIO PERNAS VARELA arquitecto

LUGAR DE TARAGOÑA_AYUNTAMIENTO DE RIANXO

DoSSIER TÉCNICo

1. LA ANTIGUA SOLUCIÓN.

INSPECCIÓN, DIAGNÓSTICO Y POSTERIOR DEMOLICIÓN DE LA BÓVEDA DE LADRILLO EXISTENTE.

La nave central del templo de San Salvador de Taragoña estaba cubierta por una falsa bóveda de cañón rebajada, construida con fábrica de ladrillo cerámico de hueco doble colocado a tabicón, de espesor 12 cm, y acabada con un revoco a la tirolesa. Esta falsa bóveda había sido construida alrededor del año 1.965, sustituyendo al anterior falso techo de madera.

La falsa bóveda presentaba deformaciones en su geometría y una grieta que la recorría a lo largo de toda la nave principal. La grieta tenía una medida de entre 0,5 y 1,0 centímetros, dependiendo de las zonas. En la zona del coro correspondiente con la fachada principal la grieta aparecía también con un recorrido hacia los laterales, coincidiendo con la trampilla existente.

Del análisis realizado sobre las patologías se extraen las siguientes observaciones.

1. Si bien la construcción de esta falsa bóveda simplemente resolvía formalmente el acabado interior de la iglesia, pues no estaba diseñada para colaborar en la sustentación de la estructura de cubierta, su geometría ajustada al máximo al perfil interior de las cerchas de madera había entrado en contacto con estas últimas. Dado que la cobertura de la iglesia no presentaba un buen estado las filtraciones de agua afectaron a la estructura portante de madera en contacto con la bóveda produciendo movimientos o flechas que producían cargas puntuales sobre la bóveda de ladrillo aumentando el riesgo de colapso.

2. Dado que el arco de medio punto requiere un espesor de algo más que el 10% de su radio para estar dentro de los parámetros indicados por los coeficientes de seguridad para este tipo de estructura obtendríamos una configuración de seguridad con un espesor de 65cm. Aunque la configuración rebajada del arco nos permitía reducir este condicionante **concluimos que el margen de seguridad de la estructura era débil**.

Por la geometría de la fisura y su localización, el riesgo para los usuarios del templo se consideró alto.

La solución que se creyó razonable para eliminar los riesgos fue la demolición completa de la bóveda, pues suponía un riesgo potencial para los feligreses y el párroco.

La ejecución de la demolición se realiza por medios manuales. La bóveda de ladrillo tenía su arranque a una cota de +6.00m sobre el nivel del pavimento de la iglesia. Para garantizar la seguridad y la comodidad en la realización de los trabajos de demolición se dispone una plataforma horizontal continua de trabajo realizada con andamiaje de dos alturas alcanzando una cota de +4.75m sobre el nivel del pavimento de la iglesia. Con esta plataforma se evita la posible caída de escombro sobre el pavimento de la iglesia y se facilita la ejecución de los trabajos con los medios manuales.

En las fotografías siguientes se pueden ver las estructuras de andamios utilizados durante la obra. En la primera se ve la base del andamio, en la segunda, sobre la plataforma de trabajo, el apuntalado de la bóveda.

Una vez apuntalada la bóveda se procede a su demolición iniciando la misma desde los pies de la iglesia, sobre el coro, y hacia el altar, en franjas de 1m de ancho. Por motivos de seguridad la demolición los trabajos se hacen siempre desde la zona ya demolida de manera que sea imposible que el escombro de la bóveda caiga sobre el trabajador. La demolición se realiza por medios manuales y el escombro se acumula en la plataforma elevada, transportándose hasta el contenedor a través de una bajante de escombro para su posterior transporte a vertedero autorizado.

INSPECCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE MADERA DE LA CUBIERTA.

Una vez finalizado el derribo de la bóveda, se procede a la inspección de la estructura soporte de la cubierta, así como del entrevigado y la cubrición.

La estructura soporte consiste en una estructura principal de cerchas de madera de castaño atirantadas a media altura. El tirante está colocado en una posición elevada sobre la base con objeto de permitir la colocación de un falso techo curvo por la parte inferior.

Dado que las cerchas se construyeron en su momento con piezas de madera no escuadradas, ni rectas, se producen irregularidades en la geometría de las mismas. Para adaptarse al trazado de la cubierta, dicha irregularidad se solventa mediante cuñas y piezas intermedias. La cubierta ha sufrido reparaciones, y acuñados sucesivos. Estos pórticos principales se disponen cada 250cm aproximadamente. Se procede al levantamiento gráfico de las cerchas de madera para su posterior estudio.

El entrevigado se apoya sobre cuatro vigas transversales y la viga de cumbrera que a su vez se apoyan en las cerchas antes descritas. Está compuesto por viguetas de unos 150 cm de largo, y separadas por un intereje de unos 40 cm, sobre las que se dispone un entablado que da soporte a las planchas de fibrocemento y la teja.

Se comprueba la solidez de las cerchas en su conjunto y de cada uno de sus componentes por separado. Se comprueba asimismo el grado de afectación de cada pieza por agentes xilófagos. De esta inspección se concluye que el estado general del conjunto es aceptable, excepto en dos de las cerchas [Cerchas C2 y C4]. El resto de la estructura presenta pues solidez frente a los esfuerzos a los que está sometida.

La cercha C2 se encuentra caída. Por este motivo, presenta una geometría diferente del resto de las cerchas. Esta cercha fue objeto de un refuerzo, lo que señala problemas ya existentes.

La cercha original está rota, y además, el refuerzo que se hizo se encuentra podrido. En el proceso de demolición las cimbras de apuntalado que protegían el posible desplome de la misma se mantuvieron tras el derribo en la misma posición en la que estaban, la cercha C2 cedió hasta apoyarse sobre el apuntalamiento.

Se ordena que la cercha permanezca apuntalada hasta su reparación.

Fotografía de la cara oeste de la cercha C2. La parte derecha de la cercha se encuentra más baja que el resto de las cerchas.

Fotografía de la cara este de la cercha C2. En la parte izquierda se puede ver el refuerzo que está podrido. Es inservible desde el punto de vista estructural.

La cercha C4 tiene el tirante roto, lo que hace que ésta no esté en funcionando correctamente como elemento de soporte. Al igual que en el caso de la cercha C2, durante el proceso de demolición las cimbras de apuntalado que protegían el posible desplome de la misma se mantuvieron tras el derribo, y la cercha cedió hasta apoyarse sobre el apuntalamiento. En las pruebas realizadas en obra, se detecta que al retirar el apuntalamiento el tirante se cae. Se ordena que la cercha permanezca apuntalada hasta su reparación.

Fotografía de detalle del tirante partido de la cercha C4. Se aprecia en la imagen que el tirante está apoyado sobre el apuntalamiento.

Se constata el ataque de xilófagos, existente en múltiples piezas, pero se ve que no llega a comprometer la solidez de las mismas, pues en la mayoría de los casos no afecta más que a la cara más exterior de éstas. No se puede ver sin embargo, si los apoyos están afectados. Se ordena abrir los mismos para proceder a su inspección y ver si en esa zona la madera está más afectada. La primera de las actuaciones previas realizada consistió, pues, en el apuntalado de las cerchas y la apertura de la fábrica en la zona de apoyo de los pares de madera. El objeto de tal actuación pretendía mejorar las condiciones de ventilación de los apoyos de las cerchas mediante un cajeado para evitar su pudrición.

Tras la realización del primer cajeado se constata que la parte de la cercha que se encontraba empotrada en el muro se encontraba totalmente podrida. Se procede pues a descubrir el resto de los apoyos resultando que sólo las cerchas número 4 y 5, coincidentes con las capillas laterales, tenían los apoyos en buen estado, precisamente por estar más ventilados que el resto. De la inspección se desprende asimismo que la pudrición en los apoyos provoca que las cerchas hayan descendido en algunos casos hasta 10 cm desde su posición original, lo que explica los acuñados sucesivos de las correas.

Fotografía del apoyo del par en el que se aprecia la magnitud de la sección perdida. Medición del tramo de 40cm desaparecido en uno de los pares

La parte superior del nivel indica la línea que describía la carasuperior del par en su estado original, e indica el descenso de alrededor de 10cm de la cercha.

Para subsanar el problema de la pérdida de sección de madera en los apoyos se propone la reparación de las mismas mediante la aplicación de la tecnología de las resinas epoxi, una solución limpia y eficaz estructuralmente. Para ello es necesario realizar el saneado de los apoyos de las vigas, y en los casos atacados, la restitución de la parte desaparecida. Además, hay que proteger y ventilar el apoyo, mediante un cajeado.

Al descubrir los muros en las zonas de los apoyos se ve como la zona de la cercha que estaba embebida en los mismos sin ventilación ha desaparecido por completo en todos los apoyos excepto en las cerchas 4 y 5 (las únicas mínimamente ventiladas por ser pasante la cubierta hacia las capillas laterales), produciéndose por este motivo un descenso de toda la estructura. Las pérdidas de longitud de los apoyos llegan a los 40-50cm.

En la foto se ve el ataque de las termitas sobre una de las piezas de madera.

En las fotografías se aprecia la pérdida total de sección del apoyo de la cercha 2, que se encontraba cargando todo su peso y el de la parte de cubierta correspondiente sobre la bóveda de ladrillo.

2. CONSOLIDACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

PROCESO DE REALIZACIÓN DE LAS PRÓTESIS DE MADERA EN LOS APOYOS DE LAS CERCHAS.

La solución consiste en la restitución de la parte desaparecida del par de madera por un mortero de formulación epoxi que se conecta a la madera sana a través de barras de resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio [Sistema Beta].

En las fotografías se explica el sistema de prótesis utilizado para recomponer los apoyos dañados de las cerchas

Se corta la parte dañada y se prepara el extremo del par para acoger la prótesis.

Se coloca la prótesis y se fija con torniquetas y tornillos para que peguen las resinas.

Una vez fijada la prótesis se procede a la realización de los taladros para introducir las armaduras de fibra

Vista de las armaduras de diferentes diámetros y de su introducción en las prótesis.

La inspección de los ataques de xilófagos no se limitó sólo a los apoyos sino que se hizo sobre toda la estructura, reparando o sustituyendo por nuevas piezas allí dónde fue necesario.

Durante la fase de consolidación de la estructura se replantea y comprueba la geometría de la nueva bóveda de madera.

Además de las actuaciones de restitución de los apoyos desaparecidos, se realiza un cepillado de las cerchas y el entrevigado y correas que rodean dichos elementos mediante cepillo de alambre, para posteriormente aplicar un tratamiento biocida.

Fotografías de la cercha una vez procedido a su cepillado. La superficie de la madera cepillada queda en buenas condiciones para proceder a su tratamiento con un tratamiento biocida.

SUSTITUCIÓN DE CERCHAS DAÑADAS POR OTRAS NUEVAS

Se organiza un apuntalamiento de la estructura de correas a cada lado de las dos cerchas que se van a sustituir (números 2 y 4). Como en el resto de la obra, se hace especial hincapié en la seguridad de los trabajadores durante la ejecución de cada partida de la obra. Luego, se retiran las cerchas antiguas y se montan las nuevas cerchas “in situ”. Por último, se desapuntala la estructura siguiendo las instrucciones de proyecto.

A continuación, en la página siguiente, imágenes del apuntalamiento a cada lado de las cerchas a sustituir. Sobre la plataforma de trabajo se disponen tablones para repartir la carga transmitida. En la parte superior se sostienen las correas mediante la disposición de unas viguetas de encofrado.

Colocación de las nuevas cerchas

Imágenes del proceso de construcción de las nuevas cerchas.

Cerchas nuevas.

Imagen de la nueva cercha 4, antes de la realización de la bóveda.

Cerchas reparadas

Cercha 1 reparada

Cercha 3 reparada

Cercha 5 reparada

Cercha 6 (estructura sobre arco) reparada

Imagen de la cercha 7 reparada

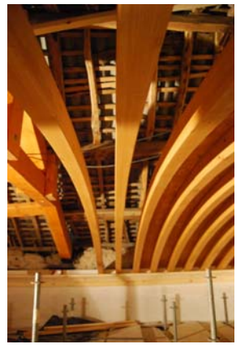
3. LA NUEVA BÓVEDA DE MADERA.

Se diseñó un sistema prefabricado para facilitar un montaje rápido seguro y limpio de la nueva bóveda de madera, así como para garantizar un perfecto acabado y tratamiento de la misma. Los materiales utilizados responden a estos preceptos; los arcos se realizan en madera laminada de pino tratada en autoclave, mientras que el tablero contrachapado utilizado, QUERTO de 22mm, es el único que posibilita una fácil curvatura, facilitando su montaje y permitiendo que no se vea ninguna junta desde el interior de la iglesia.

En primer lugar se nivelan y colocan las cornisas de madera que actúan a su vez de durmientes para recibir la bóveda.

Imágenes del proceso de colocación de los arcos, primero se presenta el arco sobre la cornisa de madera

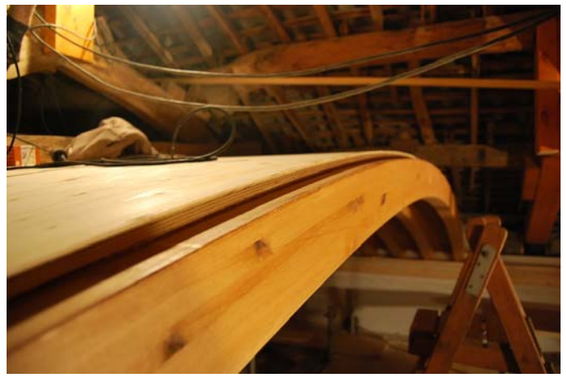
Luego se procede a su asiento y fijación sobre la cornisa de madera en ambos lados.



Vista de los pontones antes de cubrirse con el tablero.

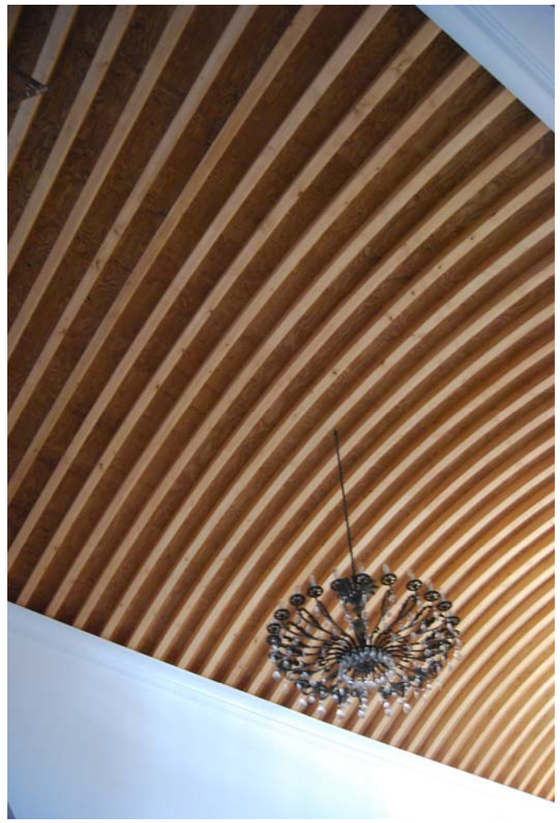
Después de colocados dos arcos se presenta el tablero QUERTO. El tablero se adapta fácilmente a la curva del arco.

Una vez colocado el tablero se atornilla a los pontones desde su cara superior

Vista del tablero y el pontón ya colocados.

Una vez terminada la bóveda se protege ante posibles filtraciones por una lámina impermeable transpirable tipo GORE TEX.

Se realiza una trampilla en la zona del coro para acceder al bajocubierta.

Vistas de la nueva bóveda.



Vista del altar antes y después de la intervención.