



Received: 24-09-2018
Accepted: 13-11-2018

Anales de Edificación
Vol. 4, Nº 4, 25-34 (2018)
ISSN: 2444-1309
Doi: 10.20868/ade.2018.3850

Rehabilitación de la cubierta de la nave principal de la iglesia de Santiago Apóstol de Jumilla (Murcia).

Rehabilitation of the main nave's cover of Santiago's church in Jumilla (Murcia).

María Purificación Moreno Moreno

Universidad Politécnica de Cartagena (mpura.moreno@upct.es)

Resumen— En el ámbito de la rehabilitación se denomina reestructuración a la acción de dotar a una edificación existente de una nueva estructura. El conocimiento de las tipologías estructurales de entramados de madera en las cubiertas era imprescindible para los arquitectos o maestros dedicados a las cíclicas reconstrucciones de las antiguas edificaciones que eran necesarias tras los numerosos incendios, las patologías de origen biótico o las humedades que provocaban la superación de la vida útil. Este artículo describe la reestructuración de parte de la cubierta primitiva de la nave principal de la Iglesia de Santiago de Jumilla (Murcia), realizada en 1989 por el arquitecto Salvador Moreno Pérez. El análisis de su pre-existente sistema estructural y el diagnóstico referido a la inestabilidad de sus bóvedas de crucería suscitó la intervención integral en la cubierta de par-hilera de madera más antigua, cuyo diseño, dimensionado y ejecución, se detalla.

Palabras clave— Estructura, Cerchas, Madera, Cubierta, Iglesia Santiago, Jumilla.

Abstract— In the field of rehabilitation, it is called restructuring to the action of equipping an existing building of a new structure. The knowledge of the typologies of the structural systems of timber framing in the roofs of the old buildings was essential for the architects dedicated to the cyclical reconstructions necessary after the numerous fires, the pathologies of biotic origin or the humidity that caused the overcoming of the useful life. This article describes the restructuring's process of the primitive main nave's cover of Santiago de Jumilla's church (Murcia), realized in 1989 by the architect Salvador Moreno Pérez. The analysis of its pre-existing structural system and the diagnosis referred to the imminent instability of its ribbed vaults provoked the integral intervention on the part of its wooden cover, whose design, sizing and execution, will be detailed.

Index Terms— Structure, Trusses, Wood, Roof, Santiago Church, Jumilla.

I. INTRODUCCIÓN

La Iglesia Mayor de Santiago Apóstol se encuentra situada en la ladera del castillo del municipio de Jumilla, en la comarca del altiplano murciano. Su construcción está datada en un periodo que abarca desde los alrededores del año 1447 -tercer periodo que la arquitectura asigna al arte ojival” (Guardiola Tomás, 1976) -hasta el año 1562 fecha concreta de la terminación de su cabecera renacentista. El cuerpo de la sacristía y el resto de las dependencias adyacentes a la nave principal fueron construcciones añadidas con posterioridad.

Su configuración arquitectónica corresponde a las denominadas por los críticos de arte como “plantas compuestas” (Figura 1). En concreto esta iglesia se conforma con nave central con capillas adosadas en sus flancos de estilo gótico, y una cabecera con un crucero renacentista de planta cuadrada cubierto por una cúpula central y tres brazos adosados de escasa profundidad rematados por tres semi-cúpulas adyacentes que junto a la cúpula principal dotan de una gran espacialidad a la zona del altar mayor. Es decir, a un esquema compositivo de nave basilical se le adosa un espacio central referido a un uso más selectivo del tipo de capilla palaciega (Gutiérrez-Cortines, 1987).

PLANTA DE LA PARROQUIA
DE SANTIAGO DE JUMILLA

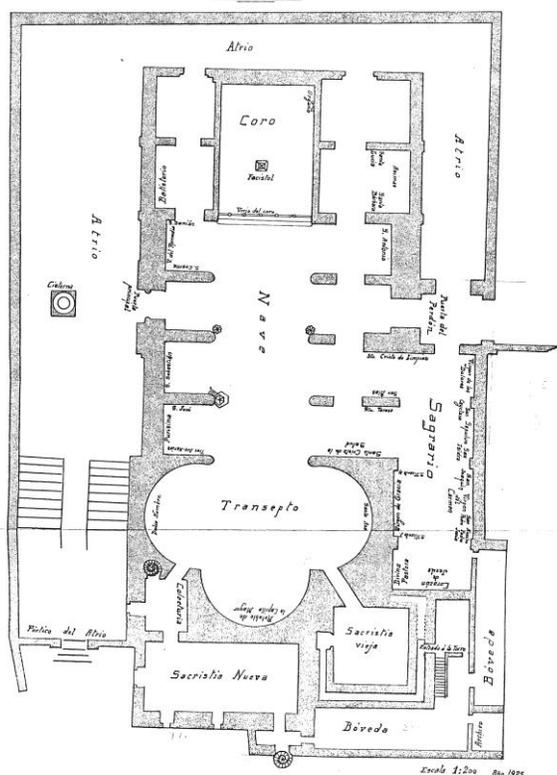


Fig. 1. Planta de la Iglesia de Santiago de Jumilla. Imagen del libro, Guardiola Tomás, Lorenzo, *Historia de Jumilla*, Ed. Bodegas San Isidro, 1976, p. 104.

El techo de estilo medieval de la nave principal se configura al interior por unas bóvedas de arista, estructuradas por arcos ojivales cuyas claves están decoradas por policromados florones. Sobre este sistema de bóvedas al interior se construye un tejado tradicional de madera en su cara externa formando planos inclinados a dos aguas rematados por tejas cerámicas.

Al interior, la transición constructiva entre la nave gótica de arcos ojivales y la cúpula central del crucero se realiza gracias a dos estrategias de diseño del tracista: la primera, la realización en el encuentro de un arco de medio punto en vez de arco ojival como el resto. Y la segunda la utilización de la dimensión del ancho de la nave gótica como módulo del lado del cuadrado del crucero y de los diámetros de las tres semi-cúpulas adyacentes.

Dicho crucero cuadrado en planta se transforma en la cúpula circular gracias a mechinales en esquina, que sirven de elementos espaciales de transición entre la cúpula central y las tres semi-cúpulas de los brazos adosados. Todas estas superficies curvas están decoradas al interior con acanaladuras veneras ofreciendo una textura corpórea gracias a los juegos de sombra y luz sobre las escultóricas cáscaras (Figura 2).

El gótico tardío de la nave principal se ve acompañado por el estilo renacentista y plateresco de sus fachadas o más posteriormente por el estilo barroco en el retablo del altar mayor. La confluencia de diversos estilos arquitectónicos en el todo el conjunto junto al hecho significativo de ser la primera construcción con gran cúpula sobre el crucero en la Diócesis de Cartagena, ayudó a que la Iglesia fuera declarada Monumento Nacional en 1931 y posteriormente Bien de Interés Cultural (BIC).

II. ANTECEDENTES

En 1989, la Dirección General de Cultura de la Región de Murcia -en virtud de los acuerdos convenidos con el Obispado de la Diócesis de Cartagena- tomó la iniciativa de asumir los estudios para la Restauración de la Iglesia Mayor de Santiago Apóstol de Jumilla, encargando dichos trabajos al arquitecto Salvador Moreno Pérez.

En la memoria del proyecto el arquitecto realizó un reconocimiento seguido de un análisis de la organización estructural de las acciones y solicitudes a las que estaba sujeto el edificio. Tras el diagnóstico de los daños existentes se ofreció un listado de los posibles trabajos a realizar estableciendo, bajo una argumentación técnica, un orden de prioridades de las actuaciones; desde las más urgentes hasta otras menos graves que podrían abordarse con futuras disponibilidades económicas.

La metodología empleada abarcó el análisis tanto del sistema constructivo de la iglesia como de su configuración arquitectónico-material.

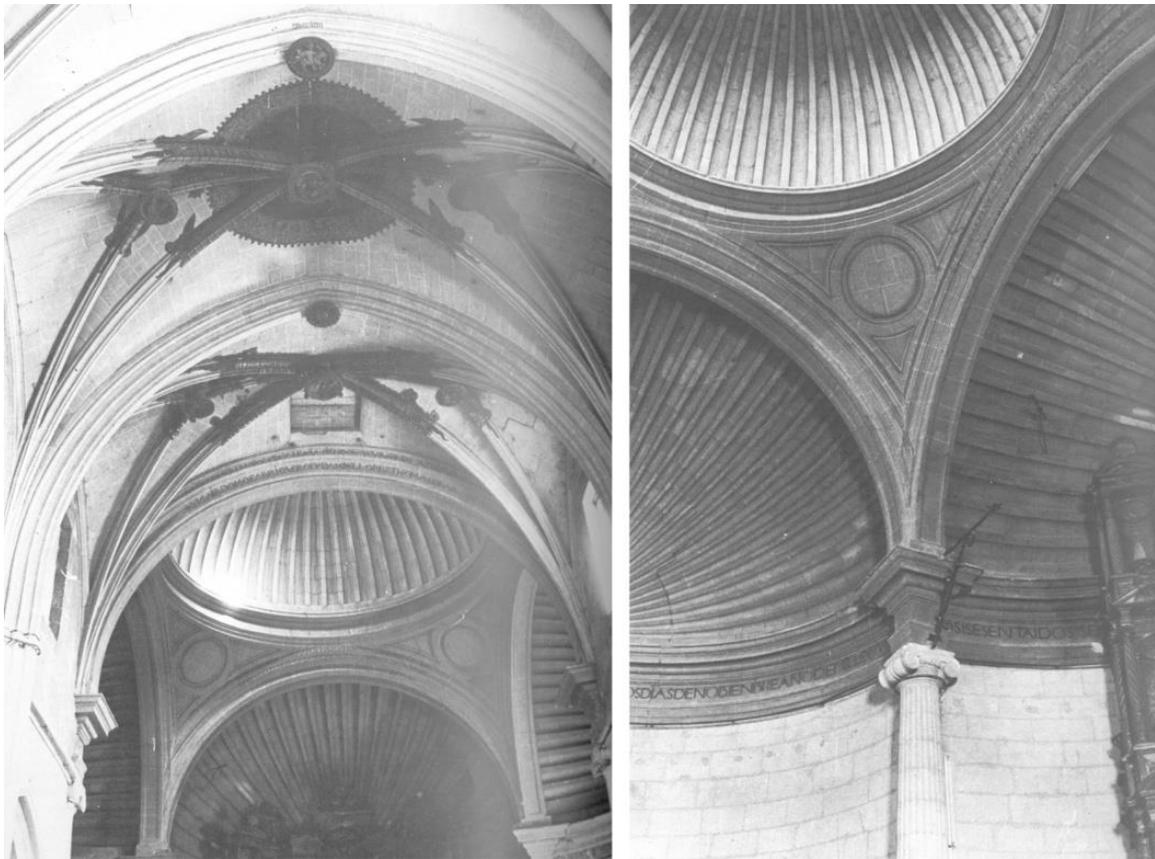


Fig. 2. Interior de la Iglesia de Santiago Apóstol de Jumilla. Bóvedas de crucería de nave principal. Mechinales del crucero. Fotografías recogidas del libro, Gutierrez-Cortines Corral, Cristina, Renacimiento y Arquitectura Religiosa en la Antigua Diócesis de Cartagena. Ed. Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, Murcia, 1987, pp. 243 y 246.

En un primer reconocimiento visual se fueron desgranando las causas de las patologías encontradas. Y así, se reconocieron las grietas y fisuras de los muros de piedra del cuerpo bajo de la torre del campanario, producto de intervenciones descontroladas como la realización de cajeados inoportunos – para crear capillas hornacinas- sin respetar su carácter resistente y estructural. A nivel configurativo y urbano se planteó la conveniencia de la apertura de un pasaje que comunicara las dos calles laterales de la iglesia por la parte de la sacristía aprovechando el inminente derribo de una casa adosada. (Intervención ejecutada posteriormente de lo que da cuenta el actual plano de situación del emplazamiento), (Figura 3).

Se aconsejó la renovación de toda la pavimentación de piedra de los atrios y la reconstrucción de los bancos corridos y de los peldaños de la escalinata del acceso, cuyo estado de deterioro era producto del continuo efecto del agua, del hielo y de la erosión en el transcurso del tiempo.

A nivel arquitectónico se describió la conveniencia de establecer algún tipo de recorrido en pasarela capaz de ofrecer al visitante la contemplación de una fachada original que se encontraba en el flanco Norte de la nave principal. Dicha iniciativa permitiría en un futuro recuperar el patrimonio oculto de unas decoraciones en piedra cuyo estado de conservación era

excelente gracias a haber permanecido protegidas de la intemperie por la ampliación de la cubierta realizada con posterioridad a la construcción original.

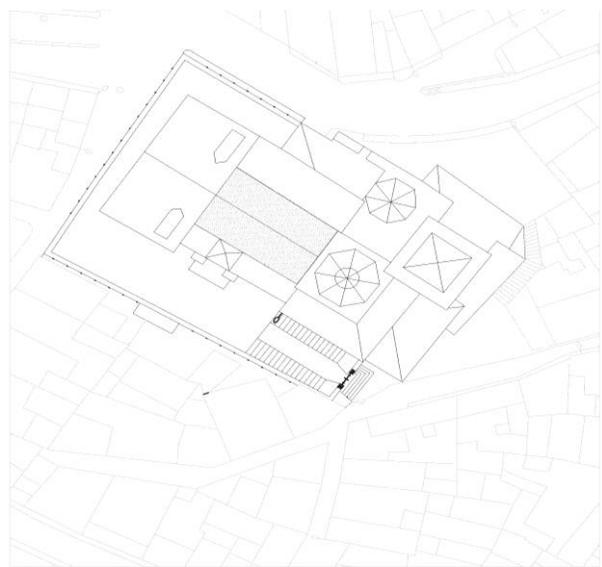


Fig. 3. Plano de emplazamiento de la Iglesia de Santiago Apóstol de Jumilla.

Tras el reconocimiento general en la memoria del proyecto se relataron las necesarias actuaciones organizadas por orden de prioridad. Previamente a asumir cualquier propuesta de ejecución, una vez tomado conocimiento del estado, el arquitecto adoptó la decisión de abordar en primer lugar el problema más acuciante para la futura conservación de la edificación que, bajo su criterio técnico, consistía en resolver con urgencia las causas de las humedades aparecidas en las bases de los muros, además de las insufribles goteras al interior que eran objeto de crítica y desasosiego social. Por todo ello, la actuación a realizar se centró en resolver una solución constructiva adecuada a las capacidades y los medios disponibles del momento. El objetivo prioritario tras el análisis de las cubiertas y el diagnóstico general de sus patologías fue proponer una intervención integral en la zona más deteriorada de la misma con el objetivo de atajar de raíz el problema de la entrada indiscriminada de agua de lluvia al interior.

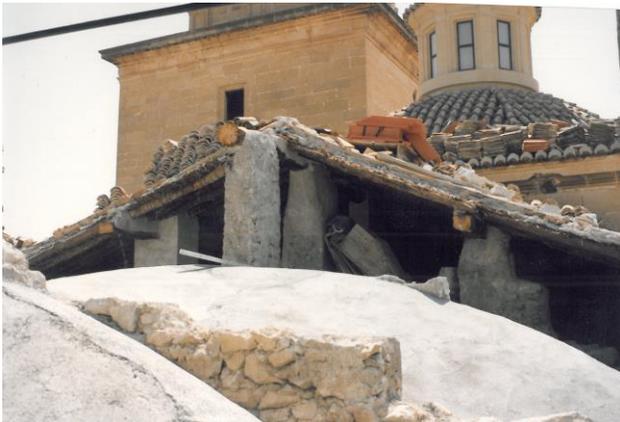


Fig. 4. Estado preexistente de cara exterior de las bóvedas y cubierta de zona antigua del tejado. Machones de piedra careada ubicados sobre cáscara de bóvedas sosteniendo lomerías de madera de conformación de planos inclinados de la cubierta.

Gracias a aquella primera intervención, posteriormente se acometieron en sucesivos proyectos asumidos por otros técnicos- la restauración de paramentos interiores, la limpieza del retablo, la reposición de pavimentos, e incluso la restauración de la veleta de la torre. Todas ellas fueron posibles gracias a haber sustituido el tramo de cubierta más dañada. Lo importante y lo urgente estaba ya resuelto dejando para sucesivas disposiciones económicas las intervenciones más vistosas para la exposición al público no profesional. Por ello este artículo pretende dar luz a una intervención, que aunque discreta pero no por ello exenta de dificultad y peligro, supuso el inicio de la recuperación del edificio.

III. ESTADO PREEXISTENTE

Los problemas de la cubierta de la nave principal de la Iglesia presentaban dos aspectos de distinta naturaleza; uno de carácter constructivo-arquitectónico referido a la propia configuración

de la estructura de madera. Y otro ligado a los daños lógicos del paso del tiempo como: la acción del viento sobre aleros, tejas y cubreras, la obturación de canaletas de desagüe por la acumulación de hojarasca en limatesas y limahoyas o el cedimiento de los encuentros con los muros. Todos estos últimos daños habían sido subsanados a lo largo del tiempo de manera ocasional con el simple retejado o con la mínima sustitución de elementos, sin ninguna operación que afectara de manera integral a la estructura portante principal.

A pesar de un aspecto exterior aparentemente similar en toda la longitud de la iglesia, la nave principal presentaba una dualidad en su sistema constructivo producto de una ejecución en dos etapas temporales distintas. La parte más primitiva, situada sobre los cuatro tramos de bóvedas de crucería del interior, desarrollada desde el arco fajón del encuentro con la cúpula hasta el comienzo del coro se encontraba en gran estado de deterioro; mientras la otra zona de cubierta ubicada sobre el coro a un nivel ligeramente superior estaba en perfecto estado de conservación al interior y exterior al haber sido realizada a finales del s. XVIII.



Fig. 5. Estado preexistente de cubierta antigua con cumbrera de palos apoyados en machones de piedra.

La estructura de la cubierta de la zona primitiva estaba conformada por una solución de par-hilera con dos faldones apoyados en el nivel superior en una cumbrera y a nivel inferior en las cabezas de los muros laterales de la nave. La excesiva longitud de los pares de madera obligaba a la aparición de caballetes intermedios para evitar la excesiva flexión. Tanto la cumbrera como estos caballetes descansaban sobre machones de mampostería careada de piedra (Figura 4) colocados aleatoria y directamente en el trasdós de la superficie de las bóvedas. Sobre dichos machones se desarrollaba una cubierta tradicional de vigas lomerías en cumbrera (Figura 5) y palos de madera en hilera que descansaban sobre los muros laterales conformando los planos inclinados a dos aguas del tejado que resueltos con cañizo en mal estado de conservación eran las superficies receptoras de las tejas cerámicas al exterior (Figura 6). La representación esquemática en planta de dicha situación



Fig. 6. Estado preexistente de cubierta antigua.

en la cubierta de la nave principal, y la superposición de la ubicación de los machones de mampostería sobre las líneas de encuentros de la bóveda de crucería (Figura 7) advertían del peso inaudito al que estaban siendo sometidas las bóvedas y explicaban algunas de las fisuras aparecidas por su cara interior.

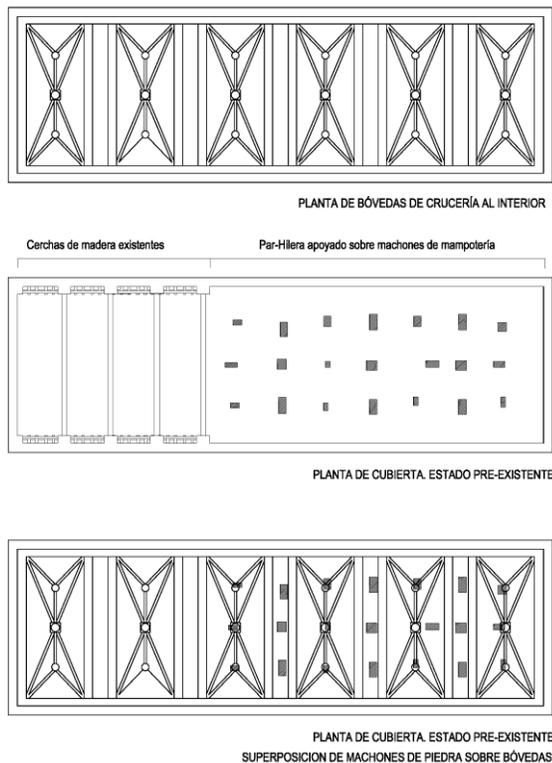


Fig. 7. Planta esquemática de nave principal de Iglesia de Santiago Apóstol. Bóvedas de crucería al interior. Ubicación de machones existentes sobre la cara exterior de la bóveda.

Los derrumbamientos esporádicos y parciales de los faldones a lo largo de los años produjeron en la estructura añadidos complementarios de refuerzo para el apoyo de los caballetes y los palos (Figura 8). Dichas operaciones configuraron una planta anárquica con una desordenada ubicación de machones

de distintas dimensiones y alturas que transmitían por gravedad unos esfuerzos incontrolables sobre la delgada cáscara de la bóveda de crucería. Parecía increíble que una losa tan fina de apenas 15 cm de espesor hubiera sido capaz de aguantar tanto el peso de dichos machones postizos como los posibles movimientos sísmicos de la zona a lo largo del tiempo.



Fig. 8. Estructuras auxiliares de cubierta preexistente.

La planta del estado preexistente con la ubicación en sus dimensiones reales de dichos machones de mampostería delataba que el efecto “cáscara” de la bóveda había permitido por leyes de redistribución el traspaso de los esfuerzos de gravedad desde la nervadura principal de crucería hacia los muros laterales. Sin embargo, aún así existían evidentes fisuras superficiales entre las dovelas al interior que revelaban un funcionamiento de reparto de cargas aleatorio y al límite de sus capacidades. Sin duda, la presentación de algún esfuerzo circunstancial de procedencia casual -como una fuerte nevada o movimiento sísmico- podía haber hecho peligrar el estado de inestable equilibrio de aquella parte de la cubierta de la iglesia.



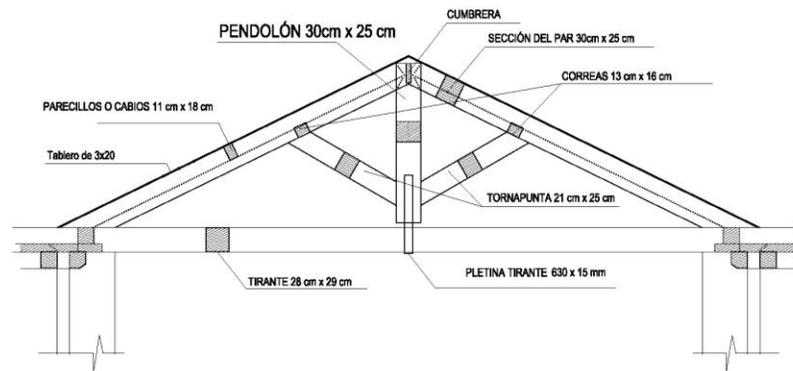
Fig. 9. Cerchas de cubierta zona del Coro realizadas a finales de s.XVIII.

En contraste con aquella estructura anárquica -situada sobre los cuatro tramos de las bóvedas de arista- la zona de la cubierta coro -sobre dos tramos de bóveda- se conformaba con una estructura más elaborada y totalmente diferente a la anterior por su diafanidad y sobre todo por la ausencia de machones descansando sobre la bóveda (Figura 9).

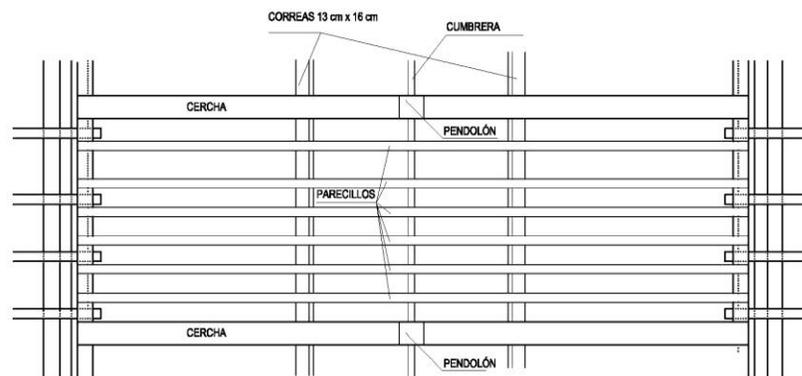


Fig. 10. Encuentro de cerchas de zona de coro con muros laterales.

ESTRUCTURA DE CUBIERTA PRE-EXISTENTE



ALZADO



PLANTA

Fig. 11. Planta y alzado de estructura de cubierta sobre la zona de coro de la nave principal de la iglesia, realizada a finales del s.XVIII.

Esta estructura había sido realizada a finales del s. XVIII y se conservaba en perfecto estado de conservación funcionando de manera lógica gracias a un sistema clásico de cerchas o cuchillo elemental de madera formado por dos pares –piezas inclinadas que forman la pendiente-, un pendolón –pieza vertical que une cumbre con tirante-, dos tornapuntas –piezas inclinadas que impiden la flexión de los pares- y por último un tirante –pieza horizontal apoyada en muros laterales que impide la separación de los pares-. Todas estas piezas unidas por sus extremos de manera variada consiguen repartir mecánicamente los esfuerzos resultantes del peso propio de la cubierta más las sobrecargas de mantenimiento, uso y nieve. Dicho conjunto constructivo no apoyaba directamente de manera puntual en los muros laterales, sino que gracias a un sistema de durmientes de madera se conseguía transmitir la carga a lo largo de la longitud, evitando cualquier carga puntual a la estructura de las bóvedas (Figura 10).

La generosidad de las escuadrías de los componentes de estas cerchas en buen estado de conservación –correas, tablerajes y redundantes pares- delataban que se trataba de una solución sobrada en dimensión de la Cercha denominada “cuchillo a la española” debido a un cálculo más intuitivo que exacto (Figura 11).

La diferencia entre los dos tipos de cubierta demuestra el progreso evidente entre las dos soluciones constructivas. En la zona más antigua, la flexión de los pares sin piezas que la contrarrestaran –como la tornapunta- obligó al apoyo directo sobre la bóveda por medio de machones de mampostería a mitad de luz y en la cumbre.

En el desarrollo histórico de las cubiertas a dos aguas la limitación del uso de la solución denominada “a tijera” a vanos inferiores a seis metros. Dicha circunstancia obligó a la introducción de la forma elemental del triángulo con piezas de apeo intermedio; primero fueron el pendolón y el tirante. El primero como elemento vertical intermedio que se ensamblaba con los pares inclinados a caja y espiga, y el segundo solucionando los esfuerzos de tracción al colgarse a través de un estribo metálico para conservarlo en el mismo plano que el par y evitar cualquier pandeo. Este sistema evoluciona con el objetivo de reducir las secciones de los pares disponiendo unos apoyos intermedios o tornapuntas, dando lugar a los denominados “cuchillos a la española”, como el de la zona del coro de esta iglesia (Lozano Apolo & Lozano Martínez-Luengas, 1995).

IV. ACTUACIÓN PROPUESTA

Analizada la situación de la cubierta de la nave, la propuesta del proyecto fue la sustitución de la zona más deteriorada, por unas nuevas cerchas de madera. Dicho sistema constructivo debía ser capaz de alojar nuevas correas para la conformación de un tablero sobre el que retejar siguiendo la misma disposición de la zona bien conservada, pero esta vez con escuadrías ajustadas a los esfuerzos de solicitación y con los dispositivos mecánicos adecuados.

La actuación no se limitó únicamente al sistema constructivo de la cercha sino que incluyó un saneamiento de la lámina de la bóveda. Así, una vez demolidos todos los machones de mampostería se colocó en el extradós –cara superior- de las

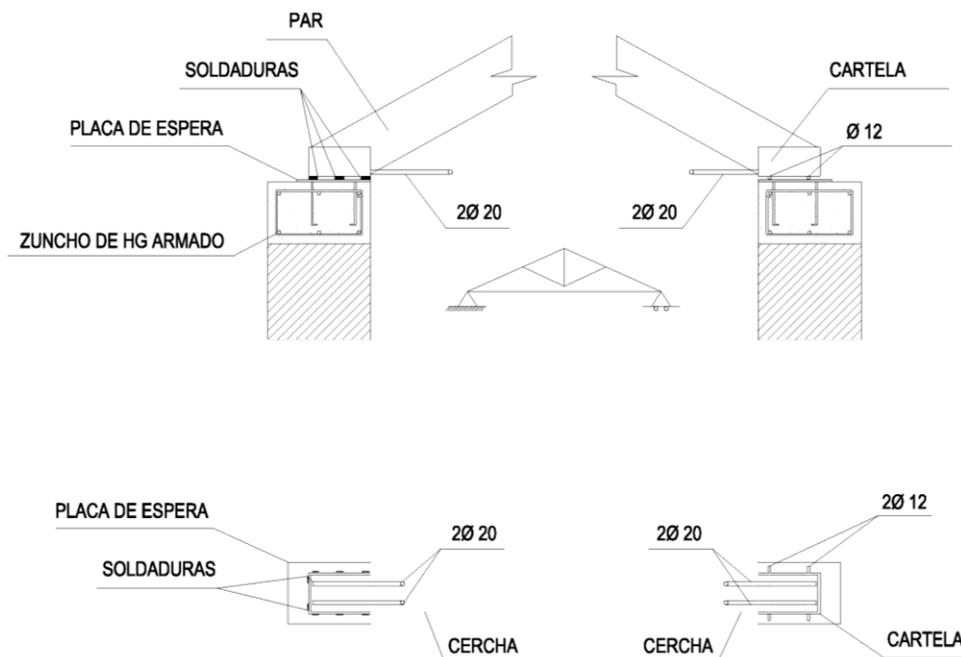


Fig. 12. Detalle de encuentro cercha nueva con muros laterales de la nave de la iglesia.

ESTRUCTURA DE CUBIERTA PROPUESTA

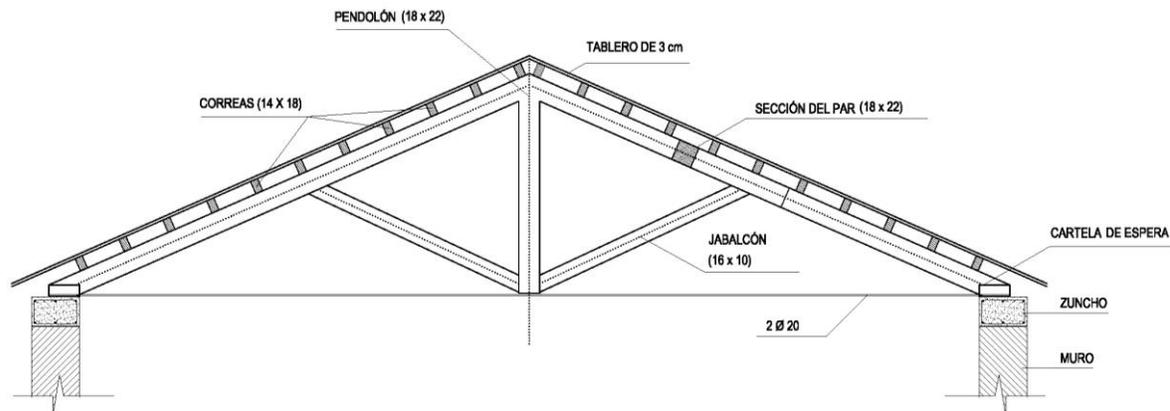


Fig. 13. Solución constructiva de Cercha propuesta.

bóvedas una malla de gallinero con conectores a la original que conformó la armadura continua de una losa nueva de hormigón de escaso espesor -5 cm variable en función de la ejecución-. Dicha losa junto a la primitiva trabajaba solidariamente creando una nueva cáscara restaurada que actuaba monolíticamente y estaba reforzada gracias a la malla armada de la capa superpuesta.

Sobre los dos muros laterales de la nave, se ejecutó un zuncho corrido de hormigón armado de anchura similar a la del muro y una altura de 30 cm cuya función era recoger los esfuerzos transmitidos por las nuevas cerchas y repartirlos de manera continua sobre los muros existentes. Sobre dicha pieza de hormigón armado se situaron unas placas de espera cada 2,5m con el objetivo de conectar las nuevas cerchas con muro planteando en un lateral un apoyo empotrado y en el otro un apoyo articulado que absorbiera posibles movimientos horizontales (Figura 12).



Fig. 14. Cercha nueva, con tirante metálico y escuadrías ajustadas al cálculo.

La diferencia más significativa de la nueva cercha respecto de las conservadas en buen estado fue la sustitución de la pieza de tirante de madera por dos redondos de acero de diámetro 12

mm capaces de absorber en exceso las solicitaciones de tracción derivadas del sistema constructivo (Figura 13).

A pesar de que la imagen conseguida no delate aparentes diferencias con la zona en buen estado de conservación, sus elementos constructivos como la cercha nueva con tirante metálico, el hormigón armado de la bóveda y los zunchos sobre los muros laterales representarán para futuras generaciones el testimonio directo del progreso y de la diferencia de épocas de los dos tipos de sistemas constructivos de la cubierta (Figuras 14,15 y 16).



Fig. 15. Cerchas nuevas sobre bóvedas liberadas de peso puntual.



Fig. 16. Cercas nuevas sobre nave principal de Iglesia.

V. CÁLCULO DEL DIMENSIONAMIENTO

La tensión admisible de la madera, en flexión y compresión se estima de 100 Kg/cm². La separación de las correas se estima de 50 cm, el tablero se mantiene con el mismo espesor de la zona del coro 3 cm y el ángulo de la cercha de nueva creación es 25°.

A. Cálculo de las correas

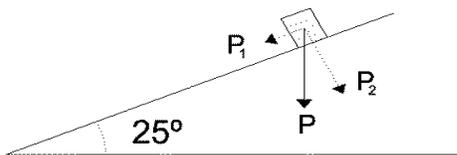


Fig. 17. Cálculo de las correas.

Teniendo en cuenta la figura 17:
 Carga en la cubierta = 3,50 kN/m²
 $P = 3,50 \text{ kN/m}^2 \times 0,50 \text{ m} = 1,75 \text{ kN/m}$
 $P_1 = 1,75 \text{ kN/m} \times \text{sen}25^\circ = 0,75 \text{ kN/m}$ $\text{sen } 25^\circ = 0,4226182$
 $P_2 = 1,75 \text{ kN/m} \times \text{cos}25^\circ = 1,59 \text{ kN/m}$ $\text{cos } 25^\circ = 0,9063077$

Momentos flectores para una separación de cerchas de 2,5 m:

$$M_{f1} = \frac{0,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \times (2,5 \text{ m})^2}{8} = 0,58 \text{ kN} \times \text{m}$$

$$M_{f2} = \frac{1,59 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \times (2,5 \text{ m})^2}{8} = 1,24 \text{ kN} \times \text{m}$$

Sección de correa de 14 cm x 8 cm:

$A = 112 \text{ cm}^2$
 $W_x = 261 \text{ cm}^3$
 $W_y = 150 \text{ cm}^3$

$$\frac{M_{f1}}{W_x} + \frac{M_{f2}}{W_y} < 100 \text{ kN/m}^2$$

La correa con la sección de 8 cm x 14 cm, para una tensión admisible de 100kN/m², estrictamente podría colocarse con unas separaciones de 58 cm.

B. Cálculo de la cercha

Para el cálculo de los pesos hay que tener en cuenta la figura 18 y las dimensiones (Tabla 1).

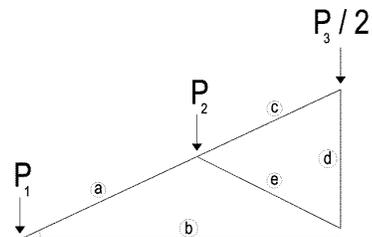


Fig. 18. Cálculo de la cercha.

TABLA I
DIMENSIONES

Barra	Longitud (m)
a	3,13
b	5,18
c	2,54
d	2,38
e	2,55

$P_1 = 3,50 \text{ kN/m}^2 \times 2,50 \text{ m} \times (3,13/2) = 13,70 \text{ kN}$
 $P_2 = [3,50 \text{ kN/m}^2 \times 2,50 \text{ m} \times (2,54 \text{ m}/2)] + [3,50 \text{ kN/m}^2 \times 2,50 \text{ m} \times (3,13 \text{ m}/2)] = 24,80 \text{ kN}$
 $P_3/2 = 3,50 \text{ kN/m}^2 \times 2,50 \text{ m} \times (2,54 \text{ m}/2) = 11,10 \text{ kN}$

TABLA II
CUADRO DE ESFUERZOS SEGÚN MÉTODO GRÁFICO CREMONA

Barra	Longitud(m)	Esfuerzo en medida de longitud	Esfuerzo en kN	
			Tracción	Compresión
a	3,13	24,10		89,17
b	5,18	22,00	81,40	
c	2,54	16,00		59,20
d	2,38	6,00		22,20
e	2,55	8,20		30,34

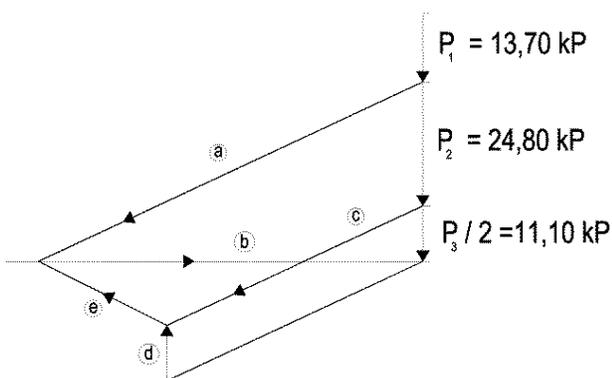


Fig. 19. Cálculo de los pesos por Cremona.

Aplicando el método gráfico de Cremona (Fig. 19), se calculan los Pesos en cada nudo (Tabla 2).

Las piezas más solicitadas a compresión son las barras (a) y (c) que deben conformarse con la misma sección en continuidad al estar sometidas a la flexión derivada de recibir el apoyo directo de las correas. Realizados los cálculos su sección propuesta será 180mm x 220 mm, configurando por facilidad de ejecución la barra (d), pendolón de la misma dimensión. Y las tornapuntas con una sección de 160mm x 100mm.

VI. CONCLUSIONES

La reestructuración de parte de la cubierta de la Iglesia Mayor de Santiago Apóstol de Jumilla, constituyó una intervención ajustada al lugar y a los medios disponibles, pero sobre todo, supuso un ejercicio de mimesis actualizada respecto de la estructura de la cubierta realizada a finales del s. XVIII con el sistema de cercha a la española. Dicha configuración de la zona del coro, en buen estado, con sus escuadrías

sobredimensionadas, su tirante de madera, y sus apoyos en muros laterales sobre durmientes de madera fueron el modelo seguido por el arquitecto, para solucionar la sustitución de la zona más deteriorada. Sin embargo, la contemplación de las dos soluciones testificará en un futuro la diferencia temporal de su ejecución; el ajustado cálculo de las nuevas escuadrías, la sustitución de la pieza de tirante por redondos de metálicos que absorben los esfuerzos de tracción y los tipos de apoyo diferenciados -articulado y empotrado- serán los signos que demostrarán los síntomas del progreso en el cálculo eficiente de las estructuras de madera. Dichas circunstancias de adecuación y mimesis actualizada merecían ser expuestas en este artículo.

REFERENCIAS

- Argüelles Alvarez, Ramón y Arriega Martitegui F. (2003). Estructuras de madera: diseño y cálculo. Madrid: Aitim.
- Arriaga, Fco, Peraza, Fernando y otros (2002). Intervención en estructuras de madera. Madrid: Aitim.
- Guardiola Tomás, L. (1976). Historia de Jumilla. Bodegas Cooperativa San Isidro, p.105.
- Gutiérrez-Cortines Corral, C. (1987). Renacimiento y Arquitectura religiosa en la antigua diócesis de Cartagena. Murcia: Colegio de Aparejadores, p.237-250.
- Lozano Apolo, G., & Lozano Martinez-Luengas, A. (1995). Curso: técnicas de intervención en el patrimonio arquitectónico. Tomo 1: reestructuración en madera. Consultores Técnicos de Construcción C.B. Gijón. P.26-27.



Reconocimiento – NoComercial (by-nc): Se permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga un uso comercial. Tampoco se puede utilizar la obra original con finalidades comerciales.