

Pau NATIVIDAD VIVÓ  
José CALVO LÓPEZ

Universidad Politécnica de Cartagena  
Dpto. de Arquitectura y Tecnología de la Edificación

### Resumen

The presbytery of the church of El Salvador of Caravaca de la Cruz (Murcia) is covered by a mid-16th century trellis vault, built as a mesh of curved ribs, filled with coffers. Vandelvira's manuscript (ca.1585) explains a number of constructive solutions for this kind of vaults where ribs are defined by spherical surface spanning a rectangular area. However, a number of studies show that many trellis vaults are not really spherical (Palacios [1990] 2003 pp.302-321; Bravo 2009; Bravo 2011). Taking this into account, Bravo (2011) puts forward a geometrical classification. In this paper we shall present a three-dimensional survey of this trellis vault. We have analyzed its geometry, checking it is not a spherical surface and, furthermore, it cannot be included in any type of classification posited in previous studies. Then we will pose a hypothesis about the process of vault formal generation, stressing its differences with Vandelvira's trellis vaults.

### SOBRE LAS BÓVEDAS POR CRUCEROS Y SU GEOMETRÍA: EL CASO DE EL SALVADOR DE CARAVACA DE LA CRUZ

En 1536 los visitadores de la Orden de Santiago deciden construir una nueva iglesia parroquial en Caravaca de la Cruz (Murcia) debido a que el antiguo templo, incluso ampliado, se había quedado pequeño frente al importante crecimiento de la población de la villa. Existen diferentes hipótesis sobre la autoría de las trazas para la nueva iglesia, pero una de las más sólidas señala a Jerónimo Quijano como posible tracista (Gutiérrez-Cortines 1989 pp.299-315). Las obras comenzaron pocos años antes de 1540 y se alargaron durante los siglos siguientes, en varias fases y con diferentes maestros canteros (Pozo 2002) (fig.1).

En la primera fase constructiva estuvo al frente Martín de Oma. Su presencia queda documentada desde 1539 hasta 1557, etapa de máxima actividad en la que se ejecutó parte importante de la iglesia. En 1546, cuando los visitadores inspeccionaron el estado de las obras, comprobaron que ya se había acabado el crucero, dos capillas a cada lado con sus respectivas bóvedas, una sacristía en la parte de la epístola, el primer cuerpo de la torre y parte del segundo. Según Gutiérrez-Cortines (1989, p.309) estos datos permiten atribuir a Martín de Oma la ejecución de la cabecera, el crucero y las partes adyacentes más relevantes. Parece bastante probable, por tanto, que la bóveda del presbiterio fuera también obra suya. Esta bóveda está ejecutada mediante una malla de nervios curvos y casetones labrados en piedra de cantería, tipología conocida como 'bóveda por cruceros' (fig.2). Como veremos en este artículo, la de El Salvador presenta una geometría especialmente interesante dentro del estudio de la forma y construcción de estas bóvedas.

El manuscrito de Alonso de Vandelvira (ca.1585, f. 62v-65r, 70v-71r, 72v-73r, 75v-76r, 97v-102r, 103v, 104v-105r, 106v-107r, 124r) es el único texto de cantería del siglo XVI que incluye trazas para las bóvedas por cruceros. La característica principal de estas bóvedas es que se configuran a partir de un conjunto de nervios, normalmente curvos, orientados según dos direcciones, que se intersecan en el espacio dando lugar a una malla curva. Los nervios reciben el nombre de 'cruceros' y las piezas que resuelven el encuentro entre dos nervios se llaman 'cruceñas'. Entre los cruces de los nervios quedan huecos que se cubren con casetones u otros elementos similares.

En su manuscrito, Vandelvira expone diferentes ejemplos de bóvedas por cruceros. En los modelos con planta cuadrada y rectangular, los cruceros se pueden disponer ortogonal o diagonalmente respecto de la planta, pero siempre se diseñan con directrices circulares de manera que en su conjunto determinan una superficie esférica. Bajo estas circunstancias podríamos pensar que las bóvedas por cruceros sobre planta rectangular son una tipología dentro de las baídas, ya que su intradós es esférico. Pero la realidad construida es bien diferente: existen diversos estudios que muestran como muchas bóvedas por cruceros sobre planta cuadrada o rectangular construidas en España y otras geografías no siempre tienen intradós esférico (Palacios [1990] 2003 pp.302-321; Bravo 2009; Bravo 2011). De hecho, la casuística geométrica a la que están sometidas estas construcciones es enorme. Por este motivo, algunos de estos estudios proponen una clasificación tipológica atendiendo a la configuración geométrica (Bravo 2011). Aparecen, entonces, diferentes bóvedas por cruceros: las baídas, las rebajadas, las de traslación, las que se estructuran según arcos escarzanos, peraltados, etc.

El objetivo de este trabajo es realizar un levantamiento arquitectónico de la bóveda por cruceros del presbiterio de la iglesia parroquial de El Salvador, en Caravaca de la Cruz (Murcia). A partir de este levantamiento se estudiará la geometría de la bóveda, fundamentalmente de los cruceros, y se realizarán hipótesis sobre el



posible proceso de ideación formal. Este estudio geométrico permitirá comprobar si la bóveda se ajusta a alguna de las tipologías propuestas en las clasificaciones existentes o, por el contrario, si presenta alguna forma singular no estudiada anteriormente. Se realizará una comparación entre las similitudes y diferencias de la bóveda de El Salvador respecto de los modelos propuestos por Vandelvira en su manuscrito, y se realizarán algunas consideraciones sobre cuestiones constructivas.

## LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO TRIDIMENSIONAL

Con el levantamiento arquitectónico se pretende generar una documentación gráfica rigurosa de la bóveda. El instrumental empleado ha sido, básicamente, una estación total láser con precisión de  $\pm 1,5$  mm para la obtención de las coordenadas de los puntos, y un programa de CAD para el modelado tridimensional de la bóveda y la obtención de diferentes planos y perspectivas de la misma.

En primer lugar, mediante el empleo de la estación total láser, se obtienen las coordenadas de diferentes puntos de la bóveda. En este caso, tratándose de un elemento de cantería, nos interesa localizar aquellos puntos que permiten conocer la geometría general de la bóveda y su despiece. Ha sido necesario realizar diferentes estacionamientos para cubrir toda la parte visible del intradós, y se han obtenido las coordenadas de los puntos que definen las aristas generales de los cruceros, de los casetones y las juntas entre las diferentes dovelas. El resultado de este proceso es una nube de aproximadamente 2600 puntos. Estos puntos se cargan en un programa de CAD y se unen convenientemente con líneas rectas o, en su caso, curvas, para generar un modelo alámbrico tridimensional del intradós de la bóveda. A continuación, a partir de estas líneas rectas y curvas, se generan una serie de superficies para dar sensación de 'masa' al levantamiento (fig.3). De esta manera aquellos elementos que deberían verse ocultos dependiendo del punto de vista, pero que en el modelo alámbrico se veían a través de las líneas, ahora permanecen realmente ocultos. Esta cuestión es importante tanto en el trabajo con el modelo tridimensional como con las proyecciones bidimensionales que desde el mismo puedan hacerse.

A causa de las grandes dimensiones del retablo del altar mayor, no se ha podido tomar coordenadas de una pequeña parte de la bóveda, concretamente de los dos cruceros y casetones más próximos al muro del fondo, donde se ubica el retablo. Ahora bien, teniendo en cuenta que los cruceros visibles son simétricos respecto a los ejes longitudinal y transversal, hemos reconstruido la parte oculta por el retablo duplicando por simetría alrededor del eje longitudinal de la bóveda los cruceros visibles en la parte opuesta, junto al arco de testa. En esta reconstrucción se ha dibujado la forma general de los cruceros y los casetones, pero no su despiece, intentando por encima de todo obtener un modelo completo de la bóveda con el menor grado de interpretación posible. El resultado definitivo es un levantamiento tridimensional del intradós de la bóveda, que incluye cruceros, casetones y su despiece correspondiente. Un levantamiento tridimensional tiene la ventaja de facilitar enormemente el estudio geométrico y además permite generar, a través del programa de CAD, cualquier tipo de presentación bidimensional en cualquier sistema de representación. Es decir, que a partir del modelo tridimensional se pueden generar todos los planos y perspectivas deseadas (fig.4).

## ESTUDIO GEOMÉTRICO

En nuestro estudio geométrico nos va a interesar trabajar únicamente con los cruceros, pues son éstos los que proporcionan a la bóveda su configuración geométrica global, mientras que los casetones son unos elementos añadidos posteriormente que se ajustan en forma y dimensiones al hueco generado entre los cruceros. Por este motivo en el estudio geométrico trabajaremos con planos y proyecciones donde se han excluido los casetones intencionadamente.

Si analizamos la bóveda en planta, comprobamos que los cruceros se organizan según dos direcciones principales (fig.5). La dirección longitudinal en la que se disponen 8 cruceros mayores (más largos), y la transversal en la que se disponen 10 cruceros menores (más cortos). El cruce de estos 18 nervios deja una malla de 7x9 casetones. El perímetro de la planta se adapta a un rectángulo que mide 9,90 x 5,64 metros, lo que nos da una proporción de 7:4. Vamos a dibujar la circunferencia circunscrita a la planta y vamos a dividirla por las cuatro esquinas del rectángulo. De esta manera nos quedan 4 arcos de circunferencia: 2 largos y 2 cortos. Si dividimos los arcos largos en 9 partes iguales y unimos con rectas las divisiones correspondientes entre ambos, se comprueba que dichas rectas definen las directrices, en planta, de los cruceros menores. Lo mismo pasa con los dos arcos cortos. Si los dividimos en 7 partes iguales y unimos las divisiones de ambos con rectas, podemos ver que quedan definidas las directrices de los cruceros mayores. Evidentemente existen pequeñas desviaciones entre algunos cruceros y las directrices obtenidas, pero es bastante probable que se deban a tolerancias en fase de construcción o deformaciones posteriores.

Una vez determinado el esquema que regula la posición de los nervios en planta, es momento de analizar su curvatura. En una sección vertical transversal de la bóveda se pueden estudiar los cruceros menores, mientras que en una sección longitudinal se puede hacer lo propio con los mayores (fig.5). Es importante indicar que todos los cruceros interiores tienen su arranque y final en los cuatro cruceros perimetrales, situados en los laterales de la bóveda. Esto significa que la mayor o menor curvatura de los perimetrales determina la posición

de los interiores y, por tanto, condiciona de manera importante la geometría resultante de la bóveda, como podremos ver a continuación.

En la sección vertical longitudinal se observa un crucero perimetral mayor en verdadera magnitud. Su curvatura queda definida según una circunferencia con centro por debajo del plano de arranque de la bóveda. Si ahora observamos la sección vertical transversal, vemos los cruceros menores en verdadera magnitud. La altura de arranque de cada uno de los menores viene determinada por la curvatura del perimetral mayor, y sus directrices parecen estar definidas según circunferencias concéntricas con centro por debajo del plano de arranque de la bóveda. Todo parece indicar que el maestro cantero tenía en mente construir una bóveda donde los cruceros menores fueran arcos circulares concéntricos (según se ven en sección vertical), para lo cual necesitaba conocer dos datos: la posición del centro y el radio de cada arco. El centro puede colocarse en el plano de arranque de la bóveda o por debajo, cuestión que sólo depende de si se quiere un abovedamiento más o menos rebajado. Una vez fijado el centro queda definido el radio de cada crucero menor, como ya hemos indicado, por la altura a la que se encuentra su arranque, cuestión que depende de la curvatura del perimetral mayor.

Llegados a este punto, el maestro cantero podría tomar dos caminos diferentes para el diseño de su bóveda. En el hipotético caso de que el centro del crucero perimetral mayor se localizara a la misma altura que los centros de los menores, solo cabría la posibilidad de que los cruceros mayores fueran todos circulares. Entonces el resultado sería un intradós esférico, es decir, una bóveda baída. Sin embargo, la realidad es que el centro del crucero perimetral mayor no está a la misma altura que los centros de los menores, sino por debajo. Esto provoca que todos los cruceros mayores, excepto los perimetrales, sean unas curvas de geometría en principio desconocida y cuyo trazado debería cumplir, entendemos, dos requisitos: por un lado deben ser curvas planas, pues su proyección en planta es un nervio recto, y por otro lado deben intersectar con todos los cruceros menores a la altura correspondiente. Dadas estas circunstancias, el resultado final no es un intradós esférico, sino una superficie curva pseudo-esférica.

Podemos concluir que la geometría de la bóveda por cruceros del presbiterio de El Salvador no se ajusta a una superficie esférica. Se ha indicado anteriormente que existen estudios donde se proponen tipologías geométricas para las bóvedas por cruceros. Sin embargo se ha comprobado que ninguna de estas tipologías parece ajustarse a las características formales de la bóveda que nos ocupa. Por este motivo pensamos que la bóveda por cruceros de El Salvador presenta una geometría singular, quizá única en todo el ámbito ibérico, y nos parece relevante profundizar en su estudio.

#### SIMILITUDES Y DIFERENCIAS CON LA 'CAPILLA PERLONGADA POR CRUCEROS' DE VANDELVIRA

El manuscrito de Alonso de Vandelvira es el único texto de cantería del siglo XVI con trazas para las bóvedas por cruceros. Dada la singularidad de la geometría de la bóveda de El Salvador, consideramos importante realizar un estudio comparado entre dicha bóveda y las trazas del manuscrito. De esta manera podremos analizar las similitudes y diferencias entre ambas dentro del proceso de ideación formal e identificar los aspectos que la hacen peculiar. De todas las bóvedas por cruceros que expone Vandelvira, la que más se asemeja a la de El Salvador es la que se presenta bajo el título de 'capilla perlongada por cruceros' (ca.1585, f. 99r) (fig.6). Y es la más parecida por tres motivos: en primer lugar porque, evidentemente, es una bóveda que se resuelve por cruceros, es decir, por nervios cruzados; en segundo lugar porque su planta es rectangular; y en tercer y último lugar, porque los nervios se disponen ortogonalmente entre sí y son paralelos a los lados de la planta.

La primera diferencia apreciable entre estas trazas y la bóveda de El Salvador es el número y disposición de los nervios. En ambos casos primero se traza una circunferencia circunscrita a la planta y se divide en varias partes para establecer la posición de los cruceros en planta. En El Salvador se divide en 9 y 7 partes los arcos de la circunferencia mayor y menor respectivamente, para situar los 9 cruceros transversales y los 7 cruceros longitudinales. Por su parte, Vandelvira únicamente divide un tramo de la circunferencia circunscrita y traslada las divisiones a través de la diagonal de la planta para obtener el mismo número de cruceros en sentido longitudinal y transversal. Es posible que no quiera complicar las trazas más de lo necesario y por eso emplee las divisiones de un lado para disponer los cruceros en las dos direcciones. Pero, si por cualquier motivo fuera deseable dividir la bóveda con un número diferente de cruceros en cada sentido, la estrategia a seguir sería, probablemente, la llevada a cabo en el presbiterio de El Salvador.

A continuación comienza el proceso para trazar las curvaturas de los cruceros. Vandelvira va a emplear directrices circulares para todos los cruceros, lo que simplifica el trazado y da lugar a una bóveda de intradós esférico. Para dibujar las directrices utiliza la mitad de un alzado en la parte superior izquierda de la planta; la otra mitad es innecesaria pues entiende que la bóveda va a ser simétrica. En este alzado parcial se entremezclan diferentes directrices circulares de los cruceros mayores y los menores. Es decir, se superponen dos alzados que en principio podríamos pensar que son independientes. Pero la realidad es que están íntimamente ligados, pues recordemos que el crucero perimetral en un sentido nos debe de dar la altura, y por tanto el radio, de los cruceros interiores del otro sentido. Como vamos a ver a continuación, aunque esta superposición pueda hacer algo confusa la lectura del



trazado, el proceso es relativamente sencillo.

En primer lugar dibuja las dos directrices circulares de los cruceros perimetrales. Éstas son fáciles de localizar pues son los dos únicos arcos que trazan un cuarto de circunferencia completa y que nacen desde plano de arranque de la bóveda (la línea horizontal inferior del alzado). A continuación dibuja una serie de rectas verticales que representan la separación en planta entre cruceros de ambos sentidos. Vandelvira denomina con la letra D a las verticales que marcan la separación entre los cruceros menores. Estas verticales D suben directamente desde la planta, pues existe correspondencia con el alzado. Y con la letra E denomina a las verticales que marcan la separación entre los cruceros mayores. En este caso, al no existir correspondencia entre planta y alzado, mide las distancias en el lado menor y las traslada al alzado. Los puntos de intersección de las verticales D con la directriz circular del crucero perimetral mayor proporcionan la altura de arranque de los cruceros menores. Y las intersecciones de las verticales E con la directriz circular del crucero perimetral menor proporcionan la altura de arranque de los cruceros mayores. Todas estas intersecciones se trasladan horizontalmente hasta la vertical F en el lado izquierdo del alzado. Y por fin Vandelvira está en disposición de dibujar los arcos circulares que van a definir las directrices de todos los cruceros. Para los mayores utiliza el centro del crucero perimetral mayor y toma como radio la distancia desde dicho centro hasta cada una de las alturas marcadas en F correspondientes a cruceros mayores. Para los menores procede de igual manera: utiliza el centro del crucero perimetral menor y toma como radio la distancia desde dicho centro hasta cada una de las alturas marcadas en F correspondientes a los cruceros menores. Este proceso de diseño de las directrices de los cruceros da como resultado una bóveda baída.

En la bóveda del presbiterio de El Salvador existen algunas similitudes y diferencias respecto del comentado proceso de diseño de cruceros. En primer lugar, los perimetrales no son semicirculares, sino arcos de circunferencia rebajados. Esto provoca que la bóveda sea algo rebajada, aunque no tiene mayor importancia. En segundo lugar, los centros de estos cruceros perimetrales no están a la misma altura, sino que se disponen a cotas diferentes, cuestión que resulta clave en la geometría final, como a continuación veremos. Y en tercer lugar, el procedimiento empleado para obtener las alturas y curvaturas de los cruceros menores es exactamente el mismo, resultando unos nervios circulares. Sin embargo, los cruceros mayores ya no son circulares, por lo que el trazado de sus directrices debió de hacerse de otra manera. Identificadas las similitudes y diferencias, podemos indicar que la verdadera particularidad de la bóveda de El Salvador respecto de la propuesta que realiza Vandelvira en su 'capilla perlongada por cruceros' es el hecho de disponer a diferente altura el centro los cruceros perimetrales mayores y los menores. Este detalle es clave, pues implica que sólo vamos a poder diseñar cruceros circulares en un sentido. En El Salvador se decidió que los menores serían circulares. Los mayores, por tanto, no podían serlo, y entonces se diseñaron según una directriz curva que va intersecando, a la altura adecuada, a los menores. Todo el proceso culmina en una bóveda de intradós pseudo-esférico, como ya hemos indicado anteriormente.

## CONSIDERACIONES SOBRE LA CONSTRUCCIÓN

¿Qué motivaciones pueden llevar a hacer una bóveda con una geometría tan peculiar? ¿No habría sido más sencillo hacer un intradós esférico con todos los cruceros circulares? Puede ser que a los canteros no les preocupara lo más mínimo el hecho de que los cruceros mayores tuvieran directrices de trazado complejo. Quizá estos cruceros se pueden ejecutar aun no conociendo exactamente que curva los define. Podría ser que el sistema empleado permitiera jugar con estos aspectos dentro de ciertos márgenes. Y que la bóveda adquiriese su geometría casi de forma natural, resultado del proceso constructivo. Pensamos que las respuestas a estas preguntas se pueden obtener de las trazas expuestas por Alonso de Vandelvira para la 'capilla perlongada por cruceros' (ca.1585, f. 99r) (fig.6), concretamente en las partes a las que todavía no hemos hecho referencia y que tratan sobre la orientación de los cruceros, su despiece y la obtención de sus plantillas.

Existen dos posibilidades de orientación de la sección de los cruceros. Cuando su sección se orienta según la vertical independientemente de su posición, estamos ante el caso de 'cruceros revirados'; esta opción se presenta en la parte inferior derecha de las trazas. La otra posibilidad es que las secciones de los cruceros se orienten hacia el centro de la bóveda, en cuyo caso hablamos de 'cruceros cuadrados'; esta opción la podemos ver en la parte superior izquierda de las trazas y es la que se emplea en la bóveda del presbiterio de El Salvador. Una vez decidida la sección del crucero, estamos en disposición de obtener las plantillas de intradós necesarias para labrar sus dovelas. Vandelvira entiende que la bóveda por cruceros tiene intradós esférico y, por tanto, que cada crucero es como una hilada redonda vertical de esa superficie esférica. Entonces, para obtener las plantillas de intradós de las dovelas de un crucero, empleará la técnica de desarrollo de conos. Recordemos que esta técnica consiste en asemejar el intradós esférico de una hilada (en este caso un crucero) a un tronco de cono, susceptible de desarrollarse sobre un plano para obtener las plantillas de intradós (Palacios [1990] 2003 pp.188-195; Rabasa 1996; Rabasa 2000 pp.160-183). En las trazas, en la parte superior izquierda de la planta, podemos ver el desarrollo parcial del intradós de un crucero cuadrado, con las plantillas para 3 crucetas (numeradas del 1 al 3). Vandelvira diseña una bóveda donde los cruceros se despiezan por sus puntos medios entre sus intersecciones. El resultado es una bóveda compuesta únicamente por 'crucetas', es decir, piezas de cuatro brazos sobre las que posteriormente se disponen los casetones. Estas crucetas se tocan unas con otras sin necesidad de dovelas intermedias. Sin embargo en El Salvador los cruceros no se componen

Únicamente de crucetas, sino que aparecen tramos de nervio propiamente dicho entre crucetas contiguas. En cualquier caso, no parece que el hecho de disponer estas dovelas intermedias suponga un problema.

Explicada la estrategia de Vandelvira para obtener las plantillas y sabiendo que en El Salvador existen unas dovelas intermedias, podemos plantear un posible proceso constructivo de los cruceros. Los menores pueden ejecutarse al completo sin ningún problema, pues sus directrices son circulares y, por tanto, pueden asemejarse a un tronco de cono cuyo desarrollo nos permitirá obtener las plantillas de intradós con las que labrar las crucetas y las correspondientes dovelas intermedias. Para los cruceros mayores, que no tienen directriz circular, no es posible aplicar la técnica de desarrollo de conos, de forma que no podemos obtener sus plantillas de intradós. Es bastante probable que el maestro cantero no conozca con exactitud la curvatura que debe tener cada crucero mayor, pero podría ser que tampoco le importe demasiado, como ahora veremos. Los cruceros mayores se componen, al igual que los menores, de crucetas y dovelas intermedias. Sin embargo, las crucetas son piezas que pertenecen simultáneamente a dos cruceros (uno menor y otro mayor) de manera que todas quedan definidas en el proceso de ejecución de los cruceros menores. Por tanto, para completar los cruceros mayores tan sólo faltaría labrar sus dovelas intermedias, cuya sección será la misma que la empleada en el resto de nervios, y cuya curvatura será la necesaria para poder relacionar adecuadamente las correspondientes crucetas contiguas, que ya están fijadas en posición y altura gracias a los cruceros menores. Bajo esta hipótesis, la geometría de los cruceros mayores, a priori desconocida, surge como resultado del propio proceso constructivo. Y sus dovelas intermedias cobran especial importancia pues son las que materializan la relación entre crucetas y, en definitiva, las que permiten construir los cruceros mayores, aunque éstos sean complejas nervaduras curvas.

## CONCLUSIONES

En este estudio se ha realizado un levantamiento tridimensional, mediante estación total láser, de la bóveda por cruceros del presbiterio de la iglesia parroquial de El Salvador, en Caravaca de la Cruz (Murcia). El análisis geométrico de este levantamiento muestra que el intradós de la bóveda no es esférico, como podría parecer a simple vista. Sabemos, por varios estudios, que las bóvedas por cruceros están sujetas a una casuística geométrica especialmente amplia, sin embargo la bóveda de El Salvador presenta unas características singulares que impiden su clasificación dentro de las tipologías establecidas en dichos estudios. Por este motivo se ha realizado un análisis más amplio del posible proceso de ideación formal de la bóveda, fundamentalmente de los nervios o cruceros, comparándola con las trazas del único manuscrito de cantería del siglo XVI que presenta trazas para este tipo de construcciones. Este estudio comparado ha permitido identificar el aspecto fundamental, en nuestra opinión, que diferencia y singulariza la bóveda de El Salvador y por el cual el intradós resultante es una superficie pseudo-esférica. Finalmente se han realizado algunas consideraciones sobre el posible proceso constructivo de la bóveda, prestando especial atención a la ejecución de los cruceros menores circulares y los mayores definidos según curvas de geometría compleja.

## NOTA

Este trabajo se inscribe en el proyecto de investigación 'Construcción en piedra de cantería en los ámbitos mediterráneo y atlántico (2)' (BIA2009-14350-C02-02) del Plan Nacional de I+D+i del Ministerio de Economía y Competitividad. Agradecemos al párroco de El Salvador de Caravaca de la Cruz las facilidades dadas para realizar este estudio y a Indalecio Pozo que compartiera con nosotros su profundo conocimiento sobre la historia constructiva de la iglesia.





Fig 1. (Izquierda) Iglesia parroquial de El Salvador, en Caravaca de la Cruz (Murcia). 2011. (Derecha) Sección longitudinal de la iglesia. 1989. Gutiérrez-Cortines (p.301).

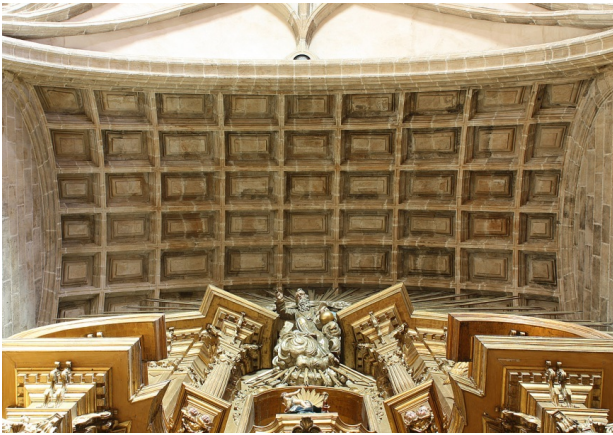


Fig 2. Vista del intradós de la bóveda del presbiterio. 2011.

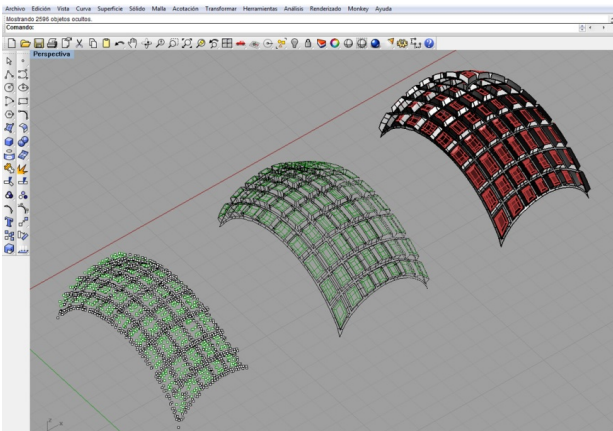


Fig 3. Proceso de modelado tridimensional del intradós de la bóveda. 2012.

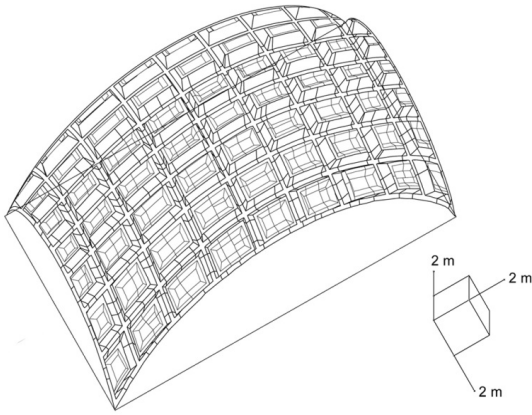


Fig 4. Perspectiva militar cenital del intradós de la bóveda. 2012.

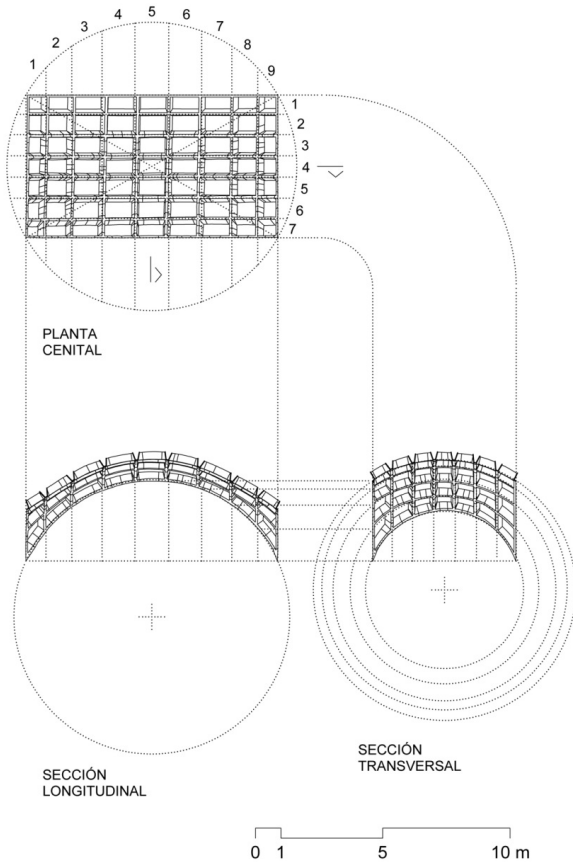


Fig 5. Planta cenital, sección longitudinal y transversal del intradós de la bóveda (sin casetones). 2012.



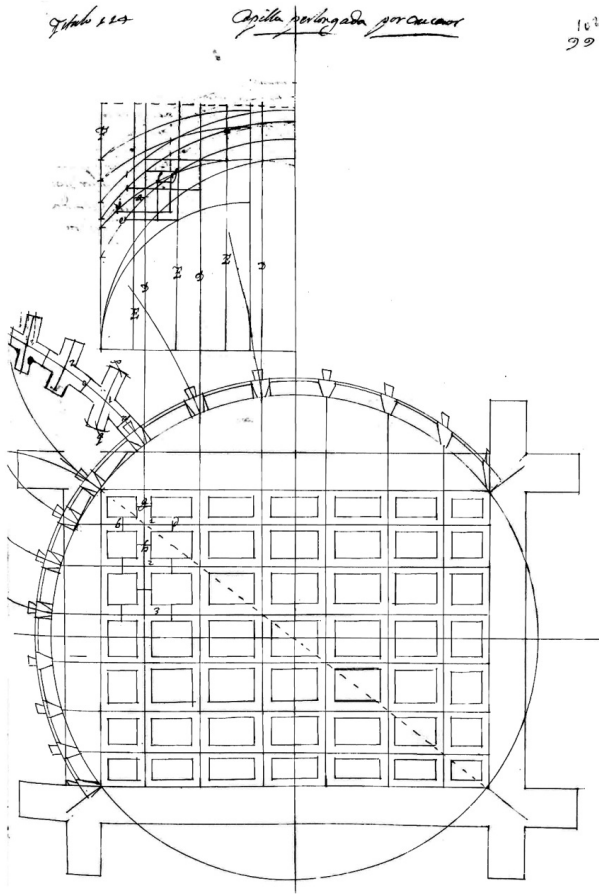


Fig 6. Trazas para la 'capilla perlongada por cruceros'. Ca.1585. Alonso de Vandelvira.

#### Referencias bibliográficas

- Bravo Guerrero, S. C. 2009. Bóvedas cuadradas por cruceros en España y México. *Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, pp.235-242. Instituto Juan de Herrera, Madrid.
- Bravo Guerrero, S. C. 2011. Bóvedas por cruceros. Clasificación geométrica. *Actas del VII Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, pp.161-167. Instituto Juan de Herrera, Madrid.
- Gutiérrez-Cortines Corral, C. 1989. *Renacimiento y arquitectura religiosa en la antigua diócesis de Cartagena (Reyno de Murcia, Gobernación de Orihuela y Sierra del Segura)*. Murcia: Consejería de Cultura y Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia.
- Palacios Gonzalo, J. C. [1990] 2003. *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento Español*. Madrid: Munilla-Lería. Ed.1º del Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Ministerio de Cultura, 1990.
- Pozo Martínez, I. 2002. *La iglesia parroquial del Salvador, Caravaca (Murcia)*. Murgetana, Nº106, pp.37-67.
- Rabasa Díaz, E. 1996. Técnicas góticas y renacentistas en el trazado y la talla de las bóvedas de crucería españolas del siglo XVI. *Actas del I Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, pp.423-434. Instituto Juan de Herrera, Madrid.
- Rabasa Díaz, E. 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Akal.
- Vandelvira, A. d. ca.1585. *Libro de traças de cortes de piedras*. Madrid: Biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid. Edición facsimilar con introducción, notas, variantes y glosario hispano-francés de arquitectura: Barbé-Coquelin de Lisle, G. 1977. *Tratado de arquitectura de Alonso de Vandelvira*. Caja Provincial de Ahorros, Albacete.