

Título de la comunicación: **La construcción de la bóveda de crucería por Rodrigo Gil**

Autor principal: **Palacios Gonzalo, José Carlos**

Autor secundario: **Moreno Dopazo, Pablo**

Rodrigo Gil (1500-1577) fue uno de los más grandes arquitectos españoles de todos los tiempos. Su labor se extendió sobre un vasto territorio de la Corona de Castilla en el que llegó a construir un sinnúmero de edificios religiosos y civiles. Tuvo la fortuna de participar en la construcción de dos de las fábricas más importantes de su tiempo, las catedrales de Salamanca y Segovia, y es autor, además, del más completo manuscrito sobre construcción gótica existente en Europa.<sup>1</sup>

La extraordinaria cantidad de obras realizadas por Rodrigo Gil sólo se comprende si se contempla su figura como vértice de una pirámide gremial que, desde los tiempos de su padre, Juan Gil de Hontañón, se había convertido en receptora de muchos de los encargos más importantes de la Corona de Castilla. Esta peculiaridad gremial española, claramente diferente a los gremios estrictamente profesionales europeos, permitía la existencia de sagas familiares que durante lustros extendían su influencia sobre territorios concretos en los que desarrollaban su actividad laboral. Por otro lado, su brillante carrera encuentra también una contundente explicación en el alto grado de eficacia alcanzado por su técnica constructiva, que se pone especialmente de manifiesto en su faceta como constructor de bóvedas. En este sentido, y aunque su obra ha merecido importantes y numerosos estudios,<sup>2</sup> son prácticamente inexistentes los que analizan las prácticas constructivas empleadas por este maestro.<sup>3</sup> La observación detallada de sus bóvedas de crucería hacía sospechar que, tras la extraordinaria complejidad formal, se ocultan técnicas geométricas y constructivas que hacen notablemente sencilla su ejecución. Esta ponencia quiere poner de manifiesto algunos de estos recursos constructivos.

### **La estandarización**

Sólo recientemente han comenzado a aparecer estudios en los que se alude a una de las más importantes herramientas de los constructores de bóvedas de crucería: la estandarización.<sup>4</sup> Este término, relativamente moderno, hace referencia a un recurso geométrico que persigue simplificar la ejecución de las bóvedas construyéndolas, a ser posible, con un solo arco. Desde las sencillas bóvedas en cruce de ojivas, en las que por regla general los arcos diagonales eran semicirculares, el gótico fue evolucionando hacia crucerías cada vez más complejas, multiplicándose los nervios en ellas. Los arcos de estas bóvedas podían ser todos diferentes, adoptando cualquier trazado, aunque rápidamente los constructores se dieron cuenta de que si los ejecutaban con una misma curvatura la obra se simplificaba extraordinariamente: todas las dovelas podían ser iguales, así como los camones de las cimbras necesarias para su construcción. Por esta razón, con mucha frecuencia la forma final que adopta una bóveda gótica, al contrario de lo que ocurre en otras arquitecturas, no está predeterminada, es decir, no es una forma escogida por su constructor, sino que es consecuencia de la estandarización de sus arcos.

### **Los arcos y el rampante**

Cuando se construye una bóveda empleando la misma curvatura para todos sus arcos la forma que se obtiene es muy particular, con sus líneas de cumbre o "rampantes" sensiblemente horizontales. Efectivamente, el trazado semicircular de los arcos diagonales u ojivos determina la altura de la clave central; si con esta misma curvatura se trazan los cuatro arcos

perimetrales, estos, al tener una luz menor, van a quedar ligeramente apuntados y con sus claves sólo un poco más bajas que la central: se trata de una bóveda de rampante llano. Si en ella aparecen terceletes, no existe inconveniente para trazarlos de nuevo con el mismo arco, pudiendo dar como resultado una bóveda de crucería extraordinariamente compleja cuya construcción se ha simplificado de forma notable. No obstante, determinadas circunstancias pueden aconsejar en ocasiones que la bóveda adopte una forma de cáscara cupulada, con rampantes curvados que caen ligeramente hacia los arcos del perímetro: se obtiene entonces una bóveda de rampante redondo, resultado de rebajar las claves de los perpiaños y, especialmente, de los formeros. El abandono del rampante llano no quiere decir necesariamente que se pierda la capacidad de unificar las curvaturas de los arcos: unas adecuadas líneas de espinazo pueden crear coincidencias entre los arcos que permitan estandarizar el trazado de los mismos.

Ejemplos de bóvedas de rampante llano construidas por Rodrigo Gil son las que cubren los transeptos de la catedral de Astorga (León), trazados con una sola curvatura, o las de la nave central de la Catedral Nueva de Salamanca, resueltas con dos arcos distintos. En otros casos hace uso también de las bóvedas de rampante redondo, como en las naves laterales de la Catedral Nueva de Salamanca, en las que únicamente el arco perpiaño requiere de una curvatura distinta; o en las que cubren la nave central de la catedral de Segovia, en las que el trazado de perpiaños y formeros se resuelve con una segunda curvatura.<sup>5</sup> Sin embargo, debemos observar que en sus bóvedas es mucho más habitual el rampante llano, que encontramos en la mayor parte de los casos estudiados. La bóveda del cimborrio de la iglesia del convento de San Esteban en Salamanca, quizás la más notable concebida por este maestro, es precisamente de este tipo; aunque construida tras la muerte de Rodrigo Gil, muestra claramente su influencia, resolviéndose con una planta cuadrada de aproximadamente 14,35 m. de lado, dobles terceletes en ambas direcciones y 37 claves verticales dispuestas en una bóveda de rampante llano. Con respecto al trazado de los arcos, son poco frecuentes las bóvedas atribuidas a Rodrigo Gil donde aparecen arcos compuestos por tramos de distinta curvatura, como por ejemplo arcos ovales.

Sobre la crucería principal de estas bóvedas aparece muy habitualmente una ornamentación suspendida de nervios “combados” característica de los Hontañón y, por extensión, de todo el gótico castellano: los cuadrifolios. Estos adornos, con frecuencia de complicada traza, no pueden hacernos olvidar que la bóveda que decoran es de una extraordinaria sencillez, ejecutada toda ella con uno o dos arcos distintos.

### **Las claves**

Una de las características más interesantes del gótico español del siglo XVI es la aparición de claves inclinadas, es decir, con su eje orientado hacia el centro de la bóveda, que poco a poco van sustituyendo la tradicional clave de eje vertical. La explicación a este hecho parece incontrovertible: las claves inclinadas suponen frente a las verticales un considerable ahorro de piedra, tanto mayor cuanto la clave está más alejada del centro, ya que cualquiera de los arcos, muy inclinados en la periferia, acomete a la clave vertical con un ángulo muy agudo, multiplicándose este efecto en las bóvedas más redondeadas, mientras que las claves inclinadas, por el contrario, mantienen un ángulo constante y un volumen razonable, sea cual sea el lugar que ocupen en la crucería de la bóveda. Por tanto, poderosas razones económicas explican la cada vez más frecuente aparición de claves inclinadas en las bóvedas góticas españolas del XVI.<sup>6</sup>

Curiosamente, Rodrigo Gil no se ve tentado por este tipo de claves, sino que utiliza de modo casi invariable las de eje vertical, influido quizás por la tradición medieval de su padre. Sus

claves mantienen prácticamente siempre un cilindro de piedra en torno al eje que facilita la conexión de los nervios que acometen a ellas, disponiéndose su cara inferior paralela al plano tangente a la bóveda en ese punto. Sólo excepcionalmente se elimina este cilindro de ciertas claves, resolviéndolas como cruceros, como ocurre en las bóvedas que cubren la cabecera de la iglesia de Santiago de los Caballeros en Cáceres, o el ábside de la catedral de Ciudad Rodrigo (Salamanca). Ya hemos visto cómo, en las bóvedas de rampante redondo, el volumen de las claves verticales aumenta considerablemente cuanto más alejadas se encuentran del centro; sin embargo, en las de rampante llano, en las que la mayor parte de las claves se sitúan en la cúspide de la bóveda, este efecto es mucho menor. Esta idea puede explicar el binomio casi constante en las bóvedas de Rodrigo Gil: rampante llano y claves verticales, combinado con otros recursos constructivos sencillos, muy limitados pero extraordinariamente eficaces.

### El taller

Los indicios anteriormente expuestos nos convencieron de la oportunidad de analizar pormenorizadamente una bóveda de Rodrigo Gil y construir un modelo a gran escala de ella. Se escogió a tal efecto una de las más celebradas, la que cubre el cimborrio de la capilla del Colegio del Arzobispo Fonseca en Salamanca, construida entre 1547 y 1549.<sup>7</sup> Se trata de una bóveda cuadrada de 8,31 m. de lado, equivalentes a 30 pies castellanos, resuelta con un cruce de ojivas y terceletes. En el centro de la bóveda, un elegante cuadrifolio conopial envuelve una estrella de cuatro puntas y un cuadrado interior, mientras que por el perímetro se disponen una serie de combados convexos, tangentes al cuadrifolio, produciendo un dibujo de 33 claves (figura 1).

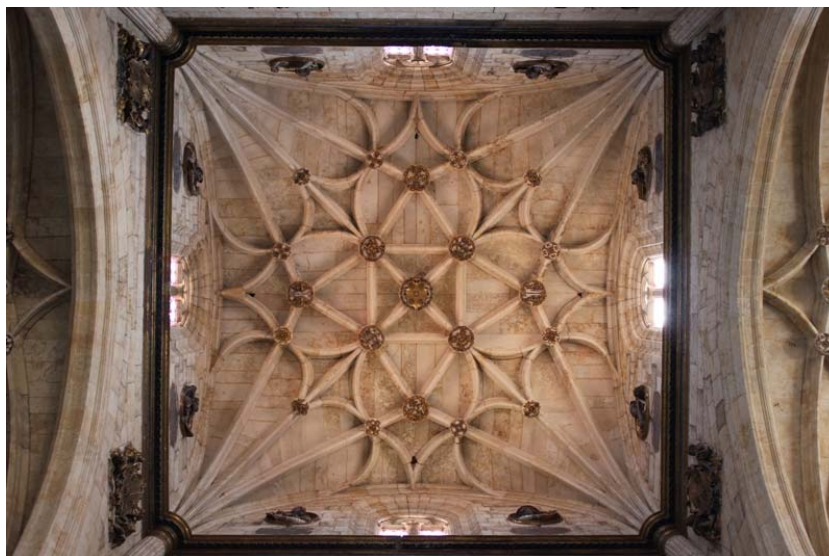


Figura 1. Bóveda del cimborrio de la capilla del Colegio del Arzobispo Fonseca en Salamanca (imagen autores).

En primer lugar se procede a establecer los criterios por los cuales se ordena en planta este complicado dibujo. Se puede comprobar que los terceletes se sitúan en la bisectriz del ángulo que forman los ojivos y los formeros, como es frecuente en las bóvedas de este maestro. A partir de ellos, con el radio del tercelete se obtiene sobre la diagonal la otra clave de la estrella central. Encontrada esta, una retícula permite localizar los centros de los combados que forman el cuadrifolio y los de los combados convexos tangentes. Por último, con centros situados en los formeros se trazan los remates conopiales del cuadrifolio o “pies de gallo”. Dibujado un cuarto de la bóveda, el resto puede obtenerse por simetría, resultando todas las claves alineadas e insertas en una cuadrícula (figura 2).

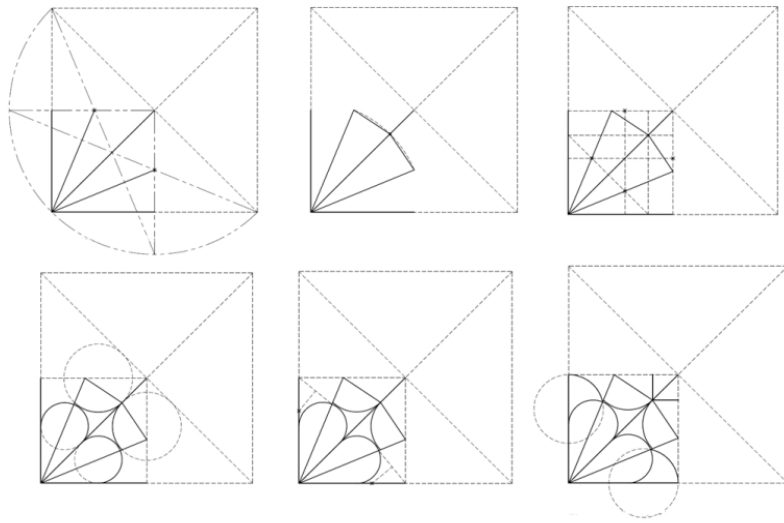


Figura 2. Composición de la planta de la bóveda (imagen autores).

A continuación se lleva a cabo una medición de alturas para conocer la traza de sus arcos. Se descubre entonces que el arco diagonal es una semicircunferencia de radio 5,88 m. que, en el plano de imposta, situado a 17,09 m. de altura desde el suelo de la capilla (61 pies), arranca con un ligero peralte de 0,23 m. Estos peraltes, incluso mucho más elevados, aparecen con cierta frecuencia en las bóvedas de Rodrigo Gil. Aunque los terceletes se trazan con el mismo arco, los formeros requieren de uno diferente, con el mismo peralte en el arranque pero con una curvatura algo más cerrada, de 5,47 m. Con este arco se consigue rebajar la altura del perímetro y dar una cierta curvatura a los rampantes; en consecuencia, la forma de la bóveda se redondea, si bien, como las claves de los formeros se mantienen considerablemente altas, la bóveda sigue estando más cerca del rampante llano que del redondo (figura 3).

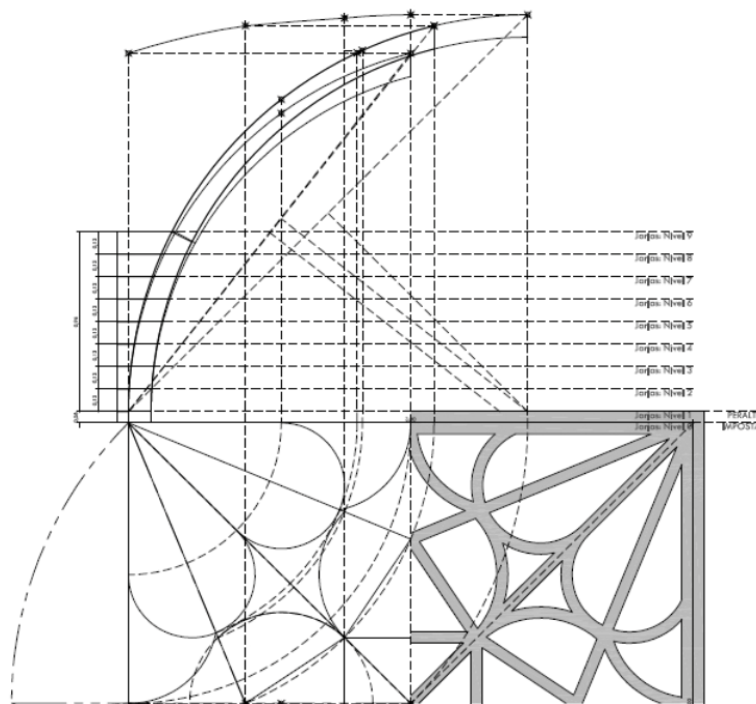


Figura 3. Montea de los arcos de la bóveda (imagen autores).

La figura 4 muestra un corte de la bóveda por el arco ojivo, que pone de manifiesto algunos detalles interesantes. En primer lugar llama la atención el enorme macizo de arranque, esto es, la “jarja” o “jarjamento”, formada por ocho hiladas horizontales, que prácticamente equivale a la mitad de la altura interior de la bóveda. Desde esta extraordinaria jarja hasta la primera de las claves sólo queda espacio para tres dovelas, mientras que las otras dos claves situadas también en el ojivo están separadas entre sí por una única dovela. En la figura 5 puede verse el alzado del arco tercelete, en el que podemos apreciar ahora que, desde la jarja hasta la primera clave, hay cuatro dovelas, y, entre las dos claves situadas en este arco, de nuevo, aparece una sola dovela.

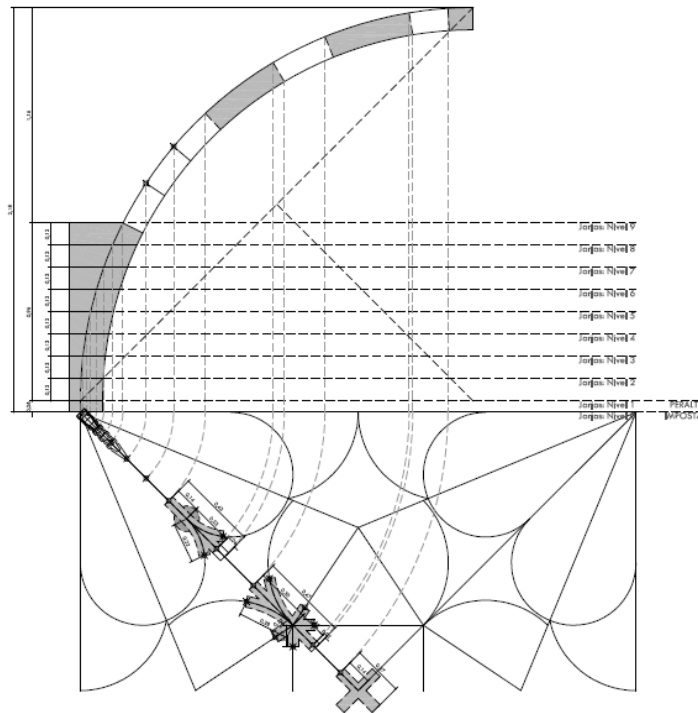


Figura 4. Montea del arco ojivo con sus tres claves (imagen autores).

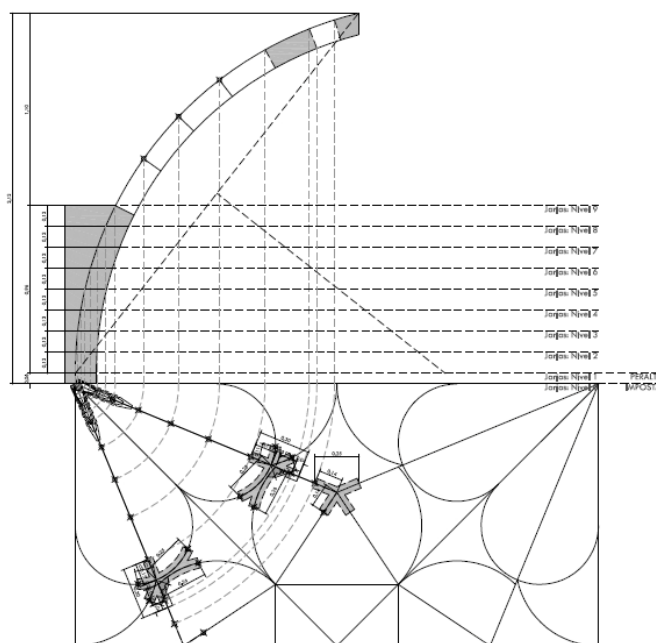


Figura 5. Montea del arco tercelete con sus dos claves (imagen autores).

Tras este análisis, una observación atenta de la bóveda nos permite comprobar que, invariablemente, entre sus 33 claves, todas ellas verticales, sólo queda espacio para una única dovela. Esta curiosa circunstancia va permitiendo que una hipótesis constructiva vaya presentándose con claridad: la práctica totalidad de la superficie de la bóveda no requiere cimbras para su construcción. Podría ejecutarse, como dice Rodrigo Gil en su tratado, colocando las claves sobre pies derechos o “mazas” verticales;<sup>8</sup> el montaje de cada dovela situada entre dos claves se podría resolver empleando, como mucho, un ligero apoyo puntual. Por su parte, la formidable altura de la jarja tampoco es casual: permite reducir el espacio entre su lecho superior y la clave inferior de cada nervio, disminuyendo por tanto la longitud de las cimbras curvas necesarias para construir el arranque de la bóveda, constituido, como hemos visto, por tres dovelas en el caso de los ojivos, y por cuatro en el de los terceletes. Los formeros tienen escasa incidencia en este sentido, ya que estos arcos, al estar embutidos en los muros perimetrales, no requieren ningún apeo.

Con objeto de corroborar con la práctica la hipótesis formulada, y profundizar el análisis de los distintos aspectos geométricos y constructivos, se procedió a reproducir esta bóveda en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, en el marco de la asignatura “Taller de construcción gótica”, desarrollando un modelo de 3 m. de lado, lo que equivale aproximadamente a un tercio del tamaño real.

### **Las monteas**

La construcción comienza con el trazado de sus monteas, es decir, el dibujo a escala natural de su planta, o una porción significativa de la misma, y de su sección o, más concretamente, la elevación de sus arcos. Hoy día es bien conocida la existencia de este tipo de dibujos, imprescindibles para la construcción de una bóveda, y numerosos estudios se vienen publicando relativos al tema, convertido en objeto específico de investigación.<sup>9</sup> Por tanto, la oportunidad de llevar a cabo uno de estas monteas es de por sí una experiencia extraordinaria.

En la planta se localizan y dibujan con detalle las claves, determinando con precisión la longitud y forma de sus brazos, ya que a partir de esta proyección horizontal se extraerán las plantillas para su talla. En esta bóveda aparecen dos tipos de claves verticales, aquellas en que los nervios se cruzan limpiamente, es decir los cruceros, y aquellas que están provistas de un cilindro central para facilitar la conexión de las nervaduras. Las primeras son las más abundantes, mientras que al segundo tipo únicamente pertenecen las claves más bajas de los ojivos y terceletes, algo infrecuente en las bóvedas de Rodrigo Gil, que prácticamente siempre mantiene este cilindro central. Se van dibujando también, como si fueran curvas de nivel, los distintos niveles superpuestos de las jarjas. Como su ejecución se resuelve con nueve hiladas, se requiere dibujar el contorno de los diez niveles o lechos, desde la cara inferior, nivel 0, hasta la superior, nivel 9, con objeto de crear diez plantillas, una por cada nivel, que serán imprescindibles para la construcción de cada hilada horizontal.<sup>10</sup> Se comprueba entonces el procedimiento empleado habitualmente por Rodrigo Gil para dotar a la bóveda de unas jarjas muy elevadas: para su construcción, las plantillas de los nervios se deben colocar de forma radial en la base pero todas juntas, compartiendo un punto de rotación común situado en el vértice de la bóveda; de este modo el racimo de nervios parte muy apretado, y la jarja debe elevarse notablemente hasta que los nervios se independicen unos de otros. Por el contrario una jarja en cuya base los nervios se dispongan radialmente pero algo distantes del vértice necesitará menos altura para lograr que estos se separen.

La montea del alzado de una bóveda puede ser extraordinariamente compleja (figura 6). En ella debe aparecer en primer lugar el dibujo de los arcos principales que la bóveda requiere para su construcción, a partir del cual se extraerán los baiveles que permitirán tallar las

dovelas con su correcta curvatura. Recordemos que esta bóveda se construye con dos arcos diferentes: el ojivo (con el que además se trazan los terceletes) y el formero. En este caso, Rodrigo Gil decide que la sección transversal y el canto de ojivos y terceletes sean los mismos, contradiciendo lo que aconseja en su propio manuscrito, en el que establece una clara jerarquía entre los distintos nervios;<sup>11</sup> si observamos otras bóvedas suyas, vemos indistintamente casos en los que se produce o no dicha coincidencia. En el alzado debe dibujarse también la sección de la jarja, con los planos horizontales que corresponden a cada nivel, y que, al ir cortando a los arcos, permiten dibujar las plantas de cada lecho y extraer a partir de ellas las distintas plantillas que servirán para cortar sus piezas.

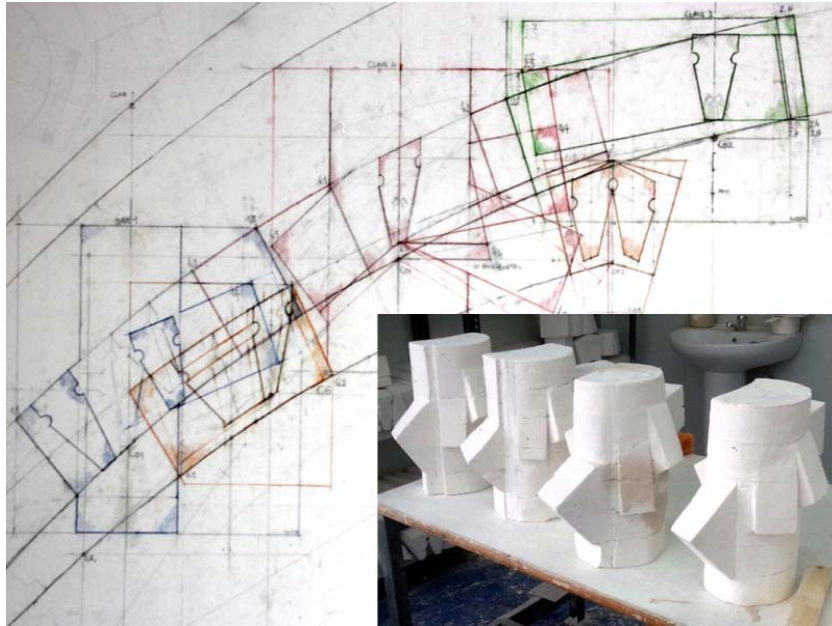


Figura 6. Detalle del alzado de la montea mostrando la curvatura de sus arcos y el dibujo de las distintas claves superpuestas. Detalle de la clave inferior del tercelete (imagen autores).

La bóveda de Rodrigo Gil se adorna con un buen número de nervios decorativos o combados, que en realidad son los causantes del gran número de claves de esta bóveda. Estas nervaduras decorativas son, según el propio Rodrigo Gil, nervios suspendidos o “sustentados” entre dos claves.<sup>12</sup> En la bóveda que estamos construyendo los hay de dos tipos, curvos y rectos; nervios curvos son los que forman el gran cuadrifolio y los combados convexos tangentes a este, mientras que rectos son los que componen la estrella central y el cuadrado inscrito en ella. Estas nervaduras presentan además una complicación estética y constructiva extraordinariamente sutil: la sección de las mismas debe ser siempre vertical. En realidad, la estética gótica parece imponer que todas las nervaduras, además de las claves, sean siempre verticales, en lugar de radiales hacia el centro de la bóveda. Esto implica que, dependiendo de su posición en la crucería, los nervios secundarios tienen que deformar su sección en mayor o menor medida para adaptarse a la curvatura local de la superficie en cada punto. Por ejemplo, los nervios convexos tangentes al cuadrifolio, al estar muy alejados del centro, tienen su sección muy deformada ya que su eje vertical forma con la pendiente de la bóveda un ángulo muy agudo; en cambio, los nervios que forman el cuadrifolio, situados en una posición intermedia, tienen una deformación algo menor; por último, la estrella y el cuadrado centrales, que se encuentran en la cúspide de la bóveda, pueden tener su sección recta, esto es, sin deformación alguna. Los nervios decorativos, por tanto, se resolverían con tres secciones diferentes, una de ellas simétrica y otras dos con “rebiro” o “bulco”, como se decía entonces, de manera que siempre permanezcan verticales.<sup>13</sup>



En la sección, por último, han de dibujarse las claves en su correcta posición en el recorrido de los arcos principales. El trazado de cada una de ellas ha de tener en cuenta el volumen prismático vertical que la contiene, no sólo para elegir posteriormente un bloque adecuado de material, sino también porque sus planos horizontales superior e inferior sirven como referencia para determinar la inclinación de cada uno de sus brazos y los ángulos con que cortar los lechos de estos. El alzado de algunas de las claves de esta bóveda, imprescindible para poder proceder a su labra, es de una complejidad fuera de lo común, dada por la gran cantidad de nervios decorativos presentes. Señalemos al respecto la clave intermedia del ojivo, de ocho brazos (figura 4), o la situada en la parte inferior de los terceletes, de seis (figura 5 y 6). Pensemos que, en alzado, cada brazo parte en una dirección diferente, hacia arriba o hacia abajo, con sección revirada o recta, y además, en planta, su trazado puede ser curvo o recto. El dibujo que se muestra en la figura 6 puede dar idea de la extraordinaria complejidad de las monteas de las claves, y pone de manifiesto el altísimo nivel alcanzado en el siglo XVI por la geometría, que, utilizando la correspondencia entre planta y alzado, había permitido la construcción de la bóveda de crucería desde la profunda Edad Media.

### La construcción

Con los datos geométricos y las plantillas extraídos de las monteas es posible ya comenzar a labrar las distintas piezas que componen la bóveda. Se comienza por las dovelas de los arcos: los dos baiveles obtenidos a partir de la montea del alzado permiten dar a cada dovela la curvatura precisa, y con las plantillas de testa se labra la forma de su sección.<sup>14</sup>

También se van tallando los nervios decorativos curvos. Precisemos antes que nada que cada uno de estos nervios, al irse conectando con los contiguos, va describiendo una línea curva en el espacio, cada una de cuyas porciones es sin embargo plana. La labra de cada tramo se lleva a cabo a partir de su dibujo en planta, cortando primero un bloque con esa curvatura. A continuación se ha de marcar en él la diferencia de cotas que debe salvar el combado, tomándola del alzado, y proceder a un corte oblicuo del mismo. Por último, con su plantilla de testa, con el reviro correspondiente, damos la forma definitiva a esta porción del combado (figura 7). Los nervios decorativos rectos plantean escasos problemas, ya que no tienen curvatura alguna y su talla sólo requiere una plantilla de testa.



Figura 7. Nervios combados en proceso de talla con sus plantillas, con y sin reviro. Las simetrías y sus reviros a izquierda o derecha añaden insospechadas dificultades a la labra de estas piezas (imagen autores).



A continuación se inicia la labra de las jarjas, empleando para cada hilada dos plantillas, que corresponden a cada una de sus caras o lechos. Se dibuja el contorno de cada plantilla sobre la superficie inferior y superior de un bloque y se procede, mediante la talla, a enlazar un dibujo con el otro. Una vez terminadas y montadas las nueve hiladas, el resultado es una jarja extraordinariamente esbelta y elevada (figura 8).

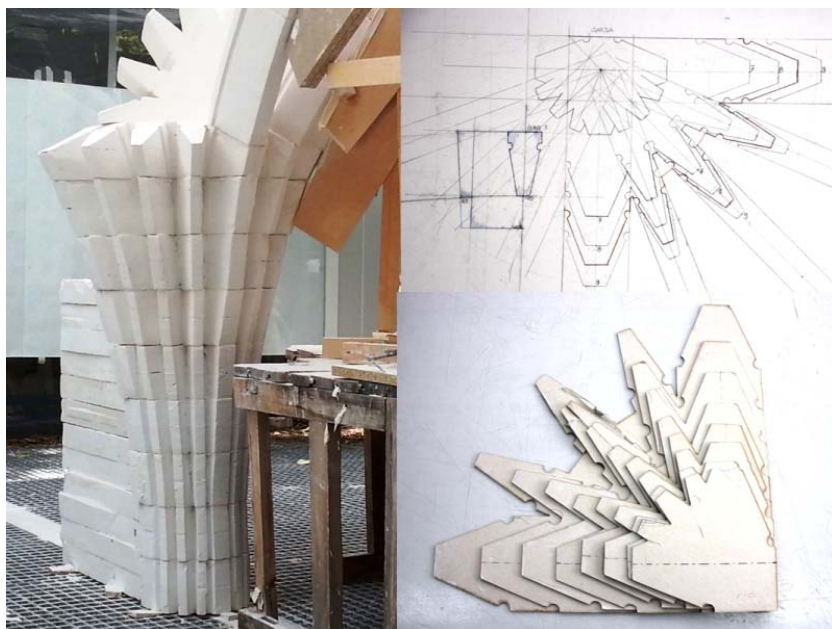


Figura 8. La formidable jarja diseñada por Rodrigo Gil (imagen autores).

La última y dificultosa tarea que exige la construcción de esta bóveda es la labra de sus claves. La forma en planta de cada una de ellas se obtiene de la plantilla realizada a partir del dibujo horizontal de la bóveda, mientras que las inclinaciones de salida de cada brazo se pueden determinar a partir del alzado con una escuadra falsa o saltarregla. Esto último puede ser bastante más complicado en el caso de los combados, para cada uno de los cuales, conocidos sus puntos de salida y llegada, podría determinarse su pendiente y por tanto la de los brazos de las claves a que acomete. Aunque así expresado pueda parecer sencillo, resolver una clave de ocho brazos, cada uno de ellos con su correspondiente inclinación y reviro, es un trabajo extremadamente laborioso que requiere enorme atención.

### El montaje

Finalmente, con todas las piezas talladas, se puede proceder al montaje de la bóveda, para lo cual ha de construirse en primer lugar una cimbra. Tenemos noticia del proceso de montaje de las bóvedas utilizado por el propio Rodrigo Gil gracias al conocido y extraordinario dibujo recogido en el tratado de Simón García y acompañado de su correspondiente descripción.<sup>15</sup> Las cimbras se disponían sobre una plataforma horizontal situada a la altura del nivel superior de las jarjas; este plano de trabajo se apoyaba a su vez sobre un andamio principal, colocado al nivel de la línea de imposta, y soportado por una colosal estructura de madera, que se elevaría probablemente desde el suelo, o quizás desde unas vigas puente empotradas en los muros del cimborrio. En el modelo desarrollado, el andamio principal no es necesario ya que la línea de imposta y el plano del suelo coinciden. Obsérvese que, en este sistema de montaje, cuanto más alta sea la jarja más pequeña debe ser la plataforma.

Siguiendo a Rodrigo Gil, sobre esta plataforma se lleva a cabo el replanteo de la bóveda, es decir, su dibujo en planta, y, una vez localizada la posición de las 33 claves, se colocan unos pies derechos o mazas con la altura precisa para instalar sobre ellos cada una de aquellas. De nuevo la montea resuelve este problema de alturas ya que, trazando una línea horizontal en el dibujo del alzado a la altura de la plataforma, se pueden conocer fácilmente las alturas relativas de cada clave (figura 9).



Figura 9. Montaje de la plataforma de trabajo, las cimbras curvas y los pies derechos, ya coronados con sus correspondientes claves (imagen autores).

Colocadas sobre la plataforma las 33 mazas con sus correspondientes claves, muy numerosas para una dimensión de bóveda relativamente pequeña, se observa que el espacio entre ellas es deliberadamente reducido, de modo que sólo cabe una dovela, que se puede colocar sin apenas medios auxiliares. En consecuencia, la práctica totalidad del apeo de la bóveda son pies derechos verticales: la elevada altura de la jarja hace que la distancia desde esta hasta las claves más bajas se reduzca drásticamente y, por tanto, también las cimbras curvas de terceletes y ojivos, necesarias para estos tramos y de dificultoso trabajo.

El montaje continúa con los arcos principales, los ojivos y los terceletes. Estos arrancan desde la jarja sobre una pequeña cimbra curva, especialmente reducida en el caso de las diagonales, y, a partir de la primera clave, se pueden construir sin apoyo alguno. Ya sólo queda colocar los nervios decorativos, formados por piezas colgadas entre clave y clave, por lo que su montaje sólo requiere algún apoyo ocasional (figura 10).

La construcción de la bóveda llega a su fin. Su forma revela el rampante llano al que hicimos mención al principio como consecuencia de la estandarización de sus arcos principales. También muestra la extraordinaria belleza del diseño de Rodrigo Gil, la plenitud formal del gótico de Castilla y, por extensión, del de la Península Ibérica en su momento de madurez (figura 11).



Figura 10. Invariablemente entre las claves sólo cabe una pieza (imagen autores).



Figura 11. La bóveda ya terminada revela su rampante llano originado por la estandarización de sus arcos principales (imagen autores).

## Conclusiones

Como preveíamos desde un principio, la construcción de la bóveda de Rodrigo Gil ha puesto de manifiesto algunos de los invariantes constructivos de la obra de este arquitecto. En primer lugar destacaríamos su apego por las bóvedas de rampante llano, más evidente en las bóvedas de planta cuadrada pero también presente muchas veces en las de planta rectangular. Hemos comprobado que esta forma es consecuencia de la estandarización de las nervaduras: Rodrigo Gil construye sus bóvedas con uno o a lo sumo dos arcos; esta técnica de homogeneizar las curvaturas provoca necesariamente bóvedas de rampante llano.

Por otra parte, contradiciendo su propio tratado, en el que establece una clara gradación de secciones según la importancia de los arcos, en las bóvedas de Rodrigo Gil, con más frecuencia

de lo esperado, la sección de ojivos y terceletes coincide; los arcos perimetrales y los nervios decorativos tienen habitualmente una sección diferente.

Por lo que respecta a las claves hemos de señalar que en Rodrigo Gil son invariablemente verticales. También es esta una particularidad interesante ya que la labor profesional del arquitecto se desarrolla en un momento en que las claves inclinadas, más económicas, van sustituyendo a las verticales cada vez con mayor frecuencia. Señalemos, por otra parte, que en la célebre y bien conocida sección constructiva en la que el autor explica cómo construir una bóveda de crucería, algunas de las claves dibujadas parecen ser inclinadas, lo cual viene a añadir nuevas e interesantes contradicciones entre la teoría y la práctica profesional.

Por último, quizás el aspecto más interesante que ha revelado la construcción de esta bóveda es precisamente su estrategia constructiva. Como hemos podido comprobar, la multiplicación de claves, en lugar de ser una dificultad añadida, se usa para abaratar y hacer más eficiente la construcción de la misma. Las claves permiten construir sin cimbra alguna la mayor parte de la superficie de la bóveda.

El éxito profesional de Rodrigo Gil, uno de los arquitectos más prolíficos de la arquitectura española, puede en parte explicarse por la eficacia de los recursos constructivos utilizados. Pocos y sencillos: bóveda de rampante llano con arcos estandarizados, y combinación de jarjas elevadas con multiplicidad de claves verticales para minimizar las cimbras, particularmente los laboriosos camones curvos. Estas limitadas técnicas le permitieron desarrollar una intensa actividad constructiva, basada en la simplicidad y en la economía.

## Notas

1. Del manuscrito, recogido dentro del tratado de Simón García (García 1681), se han realizado distintas ediciones (1868, 1941, 1951, 1979, 1991), de las cuales únicamente incluimos en la bibliografía la más reciente (García [1681] 1991).
2. Entre ellos podemos destacar los siguientes: Hoag 1985; Casaseca 1988; Redondo 2003. Otros autores se han ocupado del análisis del manuscrito de Simón García desde el punto de vista del cálculo estructural: Huerta 2002; Kubler 1944; Sanabria 1982.
3. Huerta 2013; Palacios 2009, 122-127, 167-171, 201-203, 229-232.
4. Palacios 2009, 18-19.
5. Palacios 2009, 122-127, 167-171.
6. Palacios y Tellia 2015.
7. Para los distintos aspectos históricos, véase Casaseca 1988, 257-261; Hoag 1985, 137-142; Sendín 1977.
8. García 1681, 24r-25v.
9. Dos de las investigaciones que más han aportado sobre este tema son: Ruiz y Rodríguez 2011; Taín y Natividad 2011.

10. El modelo construido en el taller se realizó con diez lechos en lugar de los nueve reales por imposiciones del material utilizado, sin cambiar, no obstante, la proporción entre la altura de la jarja y la total de la bóveda.

11. García 1681, 23r-23v, 25v. Su canto real es de aproximadamente 0,329 m., lo que representa un valor intermedio entre los prescritos en el Compendio para diagonal (L/24) y tercelete (L/28). El formero se encuentra en torno a 0,278 m., coincidiendo con la mayor de las dos cifras L/30 y L/36 dadas en el manuscrito.

12. García 1681, 23v-24v.

13. El modelo desarrollado en el taller se realizó con dos secciones, una simétrica y otra con reviro, con objeto de simplificar la ejecución.

14. En el modelo construido en el taller se emplearon plantillas de testa con un perfil simplificado a fin de facilitar la labra, manteniendo, sin embargo, la proporción real x, y de la bóveda original.

15. García 1681, 24r-25v.

#### **Lista de referencias**

Casaseca Casaseca, Antonio. 1988. *Rodrigo Gil de Hontañón (Rascafría 1500 - Segovia 1577)*. Salamanca: Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Bienestar Social.

García, Simón. 1681. *Compendio de Architectura y simetría de los templos*. Manuscrito. Biblioteca Nacional de España, Mss/8884.

García, Simón. [1681] 1991. *Compendio de Architectura y simetría de los templos...* Edición facsímil y transcripción. Valladolid: Colegio Oficial de Arquitectos en Valladolid.

Hoag, John D. 1985. *Rodrigo Gil de Hontañón. Gótico y Renacimiento en la arquitectura española del siglo XVI*. Madrid: Xarait.

Huerta, Santiago. 2002. "The medieval «scientia» of structures: the rules of Rodrigo Gil de Hontañón". En: A. Becchi; F. Foce; M. Corradi y O. Pedemonte. eds. *Towards a History of Construction. Between Mechanics and Architecture*, 567-585. Basel: Birkhäuser.

Huerta, Santiago. 2013. "La construcción de las bóvedas góticas según Rodrigo Gil de Hontañón, arquitecto de la catedral de Segovia". En: Pedro Navascués Palacio y Santiago Huerta. eds. *Segovia: su catedral y su arquitectura. Ensayos en homenaje a Antonio Ruiz Hernando*, 107-133. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Kubler, George. 1944. "A late gothic computation of rib vault thrusts". *Gazette des Beaux-Arts*, nº 26: 135-148.

Palacios Gonzalo, José Carlos. 2009. *La cantería medieval. La construcción de la bóveda gótica española*. Madrid: Munilla-Lería.

Palacios, José Carlos y Fabio Tellia. 2015. "The inlined bossstone in the late spanish gothic". En: Brian Bowen; Donald Friedman; Thomas Leslie y John Ochsendorf. eds. *Proceedings of the Fifth*



*International Congress on Construction History*, . Chicago: Construction History Society of America.

Redondo Cantera, María José. coord. 2003. *El arte de la cantería. Actas del congreso V centenario del nacimiento de Rodrigo Gil de Hontañón*. Santander: Centro de Estudios Montañeses.

Ruiz de la Rosa, J. A. y J. C. Rodríguez Estévez. 2011. "Capilla redonda en buelta redonda: nuevas aportaciones sobre una montea renacentista en la Catedral de Sevilla". En: S. Huerta; I. Gil Crespo; S. García y M. Taín. eds. *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción, 1275-1282*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Sanabria, Sergio Luis. 1982. "The mechanization of design in the 16th century: the structural formulae of Rodrigo Gil de Hontañón". *Journal of the Society of Architectural Historians*, vol. XLI, nº 4: 281-293.

Sendín Calabuig, Manuel. 1977. *El Colegio Mayor del Arzobispo Fonseca en Salamanca*. Salamanca: Universidad de Salamanca.

Taín Guzmán, Miguel y Pau Natividad Vivó. 2011. "La montea para las bóvedas de horno de Santa Columba de Carnota". En: S. Huerta; I. Gil Crespo; S. García y M. Taín. eds. *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción, 1389-1399*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.