

Sobre la configuración constructiva de la cúpula del crucero de la Catedral de Segovia

Miguel Ángel Alonso Rodríguez
José Calvo López
Enrique Rabasa Díaz

El crucero de la catedral de Segovia está cubierto con una cúpula semiesférica, elevada sobre un tambor cilíndrico sobre pechinas, aunque inicialmente se proyectó con un cimborrio cuadrado cerrado por bóveda de crucería. Su construcción ocupó durante veinticuatro años a Francisco Viadero, quien la concluye en 1686, siglo y medio después de que Juan Gil de Hontañón diera las trazas iniciales del cimborrio, en 1524.

Este cambio aparece reflejado en la colección de planos relacionados con la construcción del templo que guarda el archivo catedralicio. Son dibujos que abarcan desde la segunda década del siglo XVI hasta la mitad del siglo XVII y entre ellos hay siete proyectos para el crucero, lo que indica el interés y la preocupación por tan singular elemento de la catedral.

DIBUJOS DEL SIGLO XVI

En las dos trazas conservadas de inicios de la obra, fechadas en torno a 1524 y 1529, la solución para cubrir el crucero es la del cimborrio. En ambos dibujos, realizados sobre pergamino, hay una expresión masiva de la traza muraria y de los soportes, y la red de nervios de las bóvedas, que son fundamentales para su construcción, está representada por su proyección horizontal mediante dobles líneas que unen las claves, decoradas con flores de cuatro pétalos, que enlazan con los perfiles de las columnillas adosadas a los

pilares, los cuales aparecen con sus plintos. En el segundo de estos dibujos también podemos reconocer que sobre los pilares de la nave central y sobre los contrafuertes, se ha dibujado un cuadrado y el inscrito girado según la conocida fórmula para el trazado de los botareles. En consecuencia, estas trazas no son únicamente un esquema de la planta, sino que se reconoce un esfuerzo por definir algunos detalles.

En lo que se refiere al crucero la diferencia entre ambas trazas radica en la nervadura de la bóveda, que en el dibujo más antiguo es una estrella de nervios lineales y doble nervio circular en torno a la clave polar, mientras en la otra presenta cruceros, terceletes y nervios al centro formando un cuadrado. Los dibujos de las tracerías han servido para atribuir el plano más antiguo a Juan Gil de Hontañón y el segundo a Rodrigo Gil de Hontañón, por su afinidad estilística con las que se pueden ver en las obras de cada uno de ellos. Ahora bien, estas atribuciones no son pacíficas; por ejemplo, Casaseca modificó en 1988 su posición anterior para asignar las trazas a Juan Gil y el aparejador García de Cubillas (Casaseca 1978, 35–42; Casaseca 1988, 89–91; Ruiz Hernández 2003, 12–19).

Estas dos plantas tardogóticas, que han sido tomadas como ejemplo y prueba de la existencia de documentos similares previos a la edificación en el mundo de la construcción gótica, se han relacionado con dos representaciones en elevación del transepto. En ambas se dibuja una sección transversal desde los pies de la iglesia, apareciendo superpuestos el alzado

exterior e interior del transepto, sin señalarse los límites externos e internos de cada uno en el teórico plano de corte, y sin entenderse propiamente como una sección. La estrategia gráfica parece funcionar en base a un sistema de superposiciones de proyecciones verticales que se controlan de forma aislada pero sin establecer su relación a través de la línea de sección. Más que una sección es un alzado, en el que se ha abierto un hueco que deja ver parte de su interior, incluyendo los arcos torales y los del cimborrio, así como las tracerías de las bóvedas con las claves a distinta altura, lo que indica el conocimiento de la disposición de las mismas (Casaseca 1978, 42–43; Ruiz Hernando 2003, 20–23).

La línea de sección que señala los límites externos e internos del teórico plano de corte aparece con claridad en otro pergamino que contiene tres dibujos: la planta del transepto, la capilla mayor y la girola, sin sus capillas, una sección por el transepto y un alzado de la girola en una aproximación de perspectiva militar o, por decirlo con más precisión, una perspectiva de las denominadas a veces «transoblicuas», o «de Hejduk», que se pueden definir como una axonometría en la que los ejes forman ángulos rectos o llanos. Los dibujos, realizados entre 1561 y 1579, se han atribuido por lo general a Rodrigo Gil de Hontañón, con algunas dudas (Casaseca 1978, 43–46; Casaseca 1988, 89; Ruiz Hernando 2003, 24–27). Se trata de dos proyectos distintos unidos posteriormente. El diseño más antiguo es el de la girola, siendo posterior el alzado del crucero. Es singular la rigurosa disposición, al modo de la doble proyección ortogonal, de la planta y la sección de la nave transepto, que también encontramos en otros dibujos relacionados con Rodrigo Gil, como es la traza realizada en 1576, uno de sus últimos dibujos, que acompaña el informe sobre los daños de la Iglesia de Santa María de la Antigua de Valladolid junto con su propuesta de reparación (Ortega 2001, 380). Esta disposición también se da en otro dibujo, que algunos atribuyen y otros asignan a Gaspar de la Vega como es el del puente de Viveiros del año 1569 (Ortega 2001, 372).

Los dibujos de este pergamino introducen cambios importantes en el diseño de la catedral en relación con los precedentes, como es el paso de la planta rectangular del presbiterio a la cuadrada o el aumento del número de capillas de la girola, de cinco a siete en el tramo curvo. Quizás por este motivo se incluye la perspectiva transoblicua de la fachada de las capi-

llas de la girola, que ilustraría el resultado. Pero la novedad más sobresaliente está en la cubrición del crucero, que se resuelve con cúpula de media naranja con casetones sobre pechinas, rematada en linterna con bola; así pues, se sustituye el cimborrio medieval cerrado con una bóveda de crucería por una bóveda sobre pechinas renacentista.

La cúpula descansa directamente sobre las pechinas, sin el tambor con el que más tarde se construiría, quizás en respuesta a las mismas preocupaciones que tuviera el fabriquero Juan Rodríguez, quien recordaba con frecuencia a los maestros de obras el hundimiento en las catedrales de Sevilla y Burgos. Si así fuera, este dibujo sería anterior a la construcción de los cuatro pilares del crucero, a los que se les dio mayor anchura y donde se sustituyó el relleno del núcleo por sillería.

Otros autores ya han señalado la disposición al modo de doble proyección ortogonal de la planta y de la sección del transepto, pero si nos fijamos más detenidamente veremos que tal relación es tan sólo una simple disposición ordenada de dos dibujos, sin otra relación que la coincidencia del tamaño de sus anchos y de las columnas, pues la cúpula presenta un óculo para la linterna que no aparece reflejado en la planta, las cuatro hiladas de casetones en planta se traducen en tres, representados por círculos equidistantes, y la disposición de sus ejes en una proyección coinciden con los de las naves y en la otra no. Aparece una disposición de la planta y el alzado al modo de la doble proyección ortogonal, pero no hay otra relación entre ambos dibujos.

No obstante, en la representación de la sección de la cúpula encontramos algunos aspectos que conviene resaltar. Se trata de una cúpula esférica de sección variable, decreciente en altura, en la que se abre un hueco superior de iluminación a través de una linterna cupulada. La línea de sección de la cubrición de la linterna se cierra sobre sí misma, y la de la cúpula principal enlaza con la cubierta de la nave, recorre el trasdós hasta llegar al refuerzo perimetral del óculo, resaltando el plano horizontal de apoyo de la linterna, continúa por el intradós hasta llegar a la cornisa interior y la dibuja con sus molduras siguiendo hasta trazar la clave de los arcos formeros.

En cambio, si ahora atendemos a las bóvedas de crucería del transepto, encontraremos que el autor tiene dificultades para dibujarlas en sección, pues presenta con corrección el alzado de los arcos forme-

ros y su sección por la clave, pero secciona e interrumpe el resto de las tracerías a mitad de altura, quedando aisladas, cortadas y sin relación alguna ni entre ellas ni con la plementería que de ningún modo representa. El autor de estas secciones dibuja con notable corrección la de una cúpula renacentista, de escasa tradición en aquella época, pero es incapaz de dibujar la de una bóveda gótica como las construidas por los maestros de la catedral de Segovia. Quizás se deba a que para su construcción no era necesario ni el alzado ni la sección pues se levantaban materialmente sobre el trazado de la planta de las nervaduras y bastaba añadir a esto la traza de la elevación de los arcos. Cada casco de plementería es una superficie irregular, ligeramente cóncava, que se adapta, como puede, a los bordes que en cada caso le corresponden, similar a un tabique, que, completado por hileras, rellena un hueco.

No son, pues, como en la arquitectura clásica, unas superficies aisladamente concebidas. Cada una de ellas y el conjunto no son superficies geométricas puras y definidas, sino el resultado de un proceso y estrategia constructivas. Sus intersecciones con los planos de corte no son líneas definidas. Los problemas de definición y representación de estas formas podrían ser muy complicados si nos empeñáramos, como es habitual en el dibujo técnico moderno, en complementar la planta con una proyección vertical del conjunto o de las partes, es decir con un alzado o una sección. Pero el cantero medieval no los necesita y tan sólo precisa conocer el perfil de los nervios en su plano vertical, que es generalmente un arco de circunferencia. No sabría dibujar una proyección vertical de estas bóvedas, pero no lo necesita para construirla (Rabasa 1996; Rabasa 2000).

La cúpula que cierra el crucero se ha visto inspirada por Covarrubias y también guarda cierto paralelismo con las que podemos ver en el manuscrito de Arquitectura de Hernán Ruiz, realizado entre 1558–60. Las propuestas para el Hospital de la Sangre (Ruiz c. 1560, 78r, 90r, 109r; Navascués 1974) presentan el crucero cerrado por cúpulas renacentistas, y los dibujos en sección, que junto con las plantas definen los diferentes diseños, tienen una gran corrección gráfica. Son en la mayoría de los casos secciones perspectivas del interior desde la altura de un hipotético observador pero tomadas desde el exterior, prescindiendo de una de sus mitades. Así pues, no pretenden reproducir la visión del espacio interior desde una

posición posible. No son, por tanto, imágenes perceptivas, sino imágenes descriptivas que buscan explicar cómo es el interior del templo. Este esfuerzo descriptivo le lleva a dibujar los casetones o resaltos del intradós, cuando los tienen, o el despiece cuando son lisas, lo que no se refleja en el perfil de la sección. No obstante en estos y otros dibujos de Hernán Ruiz (c. 1560, 78r, 85v, 102r) está notablemente bien definida la línea de sección que produce el plano de corte, cerrándose sobre sí misma, lo que no sucede en los dibujos segovianos del siglo XVI.

En otro pergamino hay tres propuestas para el crucero (Casaseca 1978, 46–49; Ruiz Hernando 2003, 28–29). El dibujo se estructura a partir del corte de la girola y el crucero según el eje longitudinal de la iglesia, que aparece cubierto mediante una cúpula esférica, con resaltos, sobre pechinas, sin tambor y en la parte superior de este dibujo está el alzado exterior de la cúpula y el cuerpo de pechinas. A la derecha de este dibujo vemos la segunda propuesta, definida por la sección, sólo del crucero, y el alzado del remate, sin repetirse el corte de la girola, en una estrategia de simplificación gráfica y de interrelación de dibujos. La tercera propuesta aparece en sección a la derecha de las anteriores pero su alzado está a la izquierda del primero, quizás debido a que no había espacio en el pergamino, ya que le falta la esquina superior izquierda. Se piensa que este documento gráfico fue presentado al Cabildo para que eligiese la solución que debía realizarse.

Hay una propuesta más para cubrir el crucero con un cimborrio (Ruiz Hernando 2003, 30–31), que es un extraño híbrido entre cúpula y plementería gótica. Sobre el cuerpo cuadrado se montan unas pechinas y se dispone una cúpula peraltada de menor diámetro que el cuadrado de la planta, de forma que el tambor está dividido en doce paños, en los que alternan los ciegos y los abiertos con un arco apuntado. El trasdós se resuelve con dovelas solapadas. De este dibujo nos interesa en especial el hecho de que se dispone, superpuesto, el alzado del trasdós y la sección de la cúpula, o la de los paños ciegos correspondiendo a un casquete esférico de sección constante. Esta solución recuerda a la de Gil de Hontañón para la catedral de Badajoz y se ha relacionado también con la propuesta segunda del pergamino precedente.

Algunos de los dibujos considerados hasta ahora son de fecha incierta, lo mismo que su atribución, pero todos fueron realizados en el siglo XVI. Otros

autores ya han señalado que, a partir de la década de los ochenta, se produce en general una mejoría en la calidad de la mayoría de los documentos gráficos de nuestra arquitectura, que se ha relacionado con la construcción de El Escorial y las figuras de Juan Bautista de Toledo y Juan de Herrera.

No obstante no encontramos ninguna relación notable entre los dibujos del Monasterio de El Escorial y los de la Catedral de Segovia, aunque es conocida la relación de Gil de Hontañón con la construcción del Monasterio, al menos hasta 1572. Tuvo sus inicios en torno a 1564, con motivo del proceso de elevación de las alturas del Monasterio, a propuesta de la Congregación. Durante cinco días, a partir del primero de julio, junto con Hernán González de Lara, estuvo en las obras, vio las trazas y oyó a la Congregación (Bustamante 1994, 70). Finalmente ambos emitieron un informe sobre los dibujos de proyecto de Juan Bautista de Toledo, criticando diversos aspectos y sugiriendo algunas propuestas (Ortega 2001, 375).

No es esta la única vez en la que Gil de Hontañón se aproximó a los dibujos de El Escorial y de la que se conocen datos fehacientes. En 1566 tasa el coste del claustro de la iglesia vieja y el de la enfermería que se quieren levantar, cuyas trazas había dado Juan Bautista de Toledo, y que se conserva en la Biblioteca del Palacio Real de Madrid (Bustamante 1994, 119). Pero no se encuentran influencias apreciables entre los dibujos de El Monasterio y los de la Catedral de Segovia del siglo XVI.

DIBUJOS DEL SIGLO XVII

A finales del siglo XVI se ralentizan las obras de la catedral; se reanudaron con vigor en 1614, para volver a rematar la torre que ardió ese mismo año, y a partir de 1682 para cerrar el crucero en cuatro años. En noviembre de 1614, a los dos meses del desastre, Pedro Brizuela lleva a cabo el nuevo proyecto para la torre, del que nos ha llegado una sección del campanario (Ruiz Hernando 2003, 36–37). La cúpula que proyecta es similar a la solución que propuso algunos años después, en 1630, para cubrir el crucero de la catedral, que también se conserva. Este proyecto no se llevó a cabo por razones económicas, pero en él se basó Francisco del Campo Agüero para redactar los que presentó al cabildo en 1660, el mismo año en que fallecía. El cabildo sugerirá al sucesor en el car-

go de maestro mayor, Francisco Viadero, que rebaje la altura del crucero; éste acepta, y una vez realizadas las correspondientes reformas, comienza las obras que concluirán en 1686.

La solución propuesta por Brizuela para reponer el campanario, que, como hemos señalado, guarda gran semejanza con la que proyecta para el crucero, ha quedado reflejada en un dibujo en sección que presenta la singularidad de ser una sección constructiva en la que se definen los elementos de sillería, las hiladas de la cúpula y del tambor y cada uno de sus dovelas, con la notable particularidad de reflejar en el perfil de la sección, que dibuja con perfecta corrección según una línea cerrada, la relación entre las hiladas del trasdós y del intradós, definiendo una bóveda maciza, de una sola hoja, de sección variable y con todos sus lechos cónicos, sin hiladas horizontales en el arranque. Dentro de la general corrección del dibujo, llama la atención que las llagas o juntas entre dovelas de la misma hilada, que deberían aparecer como arcos de elipse, o al menos como curvas, se representan como rectas; pero esta simplificación es perfectamente aceptable dada la escala del dibujo.

Son escasas en este momento las secciones descriptivas de elementos constructivos; algunas en las que se definen las cubiertas y los suelos de madera, como el alzado con sección por el eje del patio de la primera casa de oficios de San Lorenzo de El Escorial, realizada por Juan de Herrera y fechada en 1578; más escasas aún son las secciones que muestran la configuración de la obra de cantería. Ya hemos mencionado las que aparecen en el manuscrito de Hernán Ruiz de intención más figurativa del espacio que de la construcción. Entre los dibujos de El Escorial hay una sección realizada por Francisco de Mora con indicaciones de Juan de Herrera para el Molino de la Compañía de 1596 (Bustamante et al. 175–178), en la que se refleja la disposición constructiva a la que debe ajustarse la obra de cantería en el perfil de la sección, y se describe la disposición de las hiladas en los paramentos y el despiece de la bóveda rebajada de la cuba de agua, que no llegó a construirse, así como la del espacio que aloja la turbina. Se describe, únicamente, lo que sucede en el plano de corte sin reflejar el alzado interior, ahorrando esfuerzo, de manera que en este caso se trata más de un perfil constructivo que de una sección.

Sin embargo hay un precedente notable de la sección de Brizuela en el proyecto de Gaspar de Arce

para el remate de la Torre de los Signos o de las Campanas de la catedral de Lugo, la más antigua de las tres que tiene la basílica lucense, fechado en 1575 y realizado por encargo del Cabildo, que deseaba elevar la torre para alojar un reloj (Goy Diz 1992, 150–151). Sobre la antigua caña de la torre se levanta un segundo cuerpo de igual planta cuadrada y un tercero, que en el exterior es octogonal y en el interior una bóveda esférica, coronado por una balaustrada, resolviéndose la transición mediante chaflanes cilíndricos, de eje horizontal, y trompas en cada caso. La cúpula, cuyo trasdós esférico sobresale parcialmente por encima del plano de la balaustrada, está coronada por linterna con cupulín. Los dibujos del proyecto que nos ha llegado son un alzado y una sección, en perspectiva frontal desde abajo, de los cuerpos añadidos. En el alzado aparece reflejado el despiece de los paramentos en detalle, con los arcos de medio punto sobre los huecos de las ventanas y las llagas de cada hilada alternadas, pero su autor carece de los recursos gráficos necesarios para hacerlo correctamente en aquellas superficies que no son planas, como los chaflanes cilíndricos o el trasdós del cupulín, que no dibuja. En la sección representa el despiece del intradós según una retícula, sin alternar las juntas verticales, como la bóveda que construye en la capilla de San Jacinto, en Santiago.

Dentro de la línea cerrada del perfil de la sección, que en el cupulín lo sería por una ventana que no toma en consideración, dibuja la configuración de la cantería, de manera que los muros serían macizos con hiladas pasantes y las bóvedas esféricas sin peralte, de sección constante, macizas, de doble hoja con las hiladas del trasdós solapadas y los lechos cóncavos, desde la más baja, ninguna en avance. El despiece de la cúpula no presenta ninguna incorrección; se pasa directamente de un octógono a la circunferencia inscrita en planta, por vuelo, y sobre esta hilada hay una cornisa, ya circular, donde apoyaría la cimbra, y se remata en una hilada que ofrece lecho horizontal sobre la que se monta directamente el cupulín, que vuelve a repetir este mismo esquema. Sin embargo sorprende que, dadas sus dimensiones, las cúpulas sean de doble hoja.

Las secciones constructivas de Gaspar de Arce y de Brizuela difieren, en el tiempo, en más de medio siglo, pero en ambas se remata una torre cuadrada con una bóveda esférica trasdosada, de hiladas solapadas, con linterna, resolviendo la transición interior

a través de un octógono sobre trompas y colocando en la esquinas exteriores jarrones o bolas sobre pedestal, y se define con una sección constructiva, poco habitual en aquella época. Podemos ver en todo ello un cierto paralelismo que podría ir más allá anotando que Gaspar de Arce y Solórzano, llamado el viejo, trabajó en Santiago, donde acabo el claustro de Juan de Alava y Rodrigo Gil de Hontañón.

De la solución de Brizuela de 1630 para la cubrición del crucero se conserva la sección longitudinal, que incluye un tramo de la nave central y la capilla mayor, sin el presbiterio, en toda su altura (Casaseca 1977, 462; Ruiz Hernando 2003, 38–39). Presenta una gran corrección gráfica, en cuanto que la línea de sección es continua y delimita, sin dudas, el macizo y el vacío, incluso para las bóvedas de crucería, cuya dificultad ya conocemos. Se ha señalado que su autor se ha permitido algunas concesiones gráficas, mezclando elementos del alzado norte y sur y que no refleja con exactitud lo construido. Este comentario podría hacerse extensivo a las bóvedas de crucería pues las que dibuja son de las más sencillas, con tan sólo cuatro claves y la polar, muy alejadas de las complejas tracerías de las bóvedas segovianas construidas, lo que no debemos entender como un error sino más bien como una abstracción de lo construido. La cúpula se define mediante una sección constructiva que tiene su precedente en la ya comentada del campanario.

LAS «MONTEAS DE LA MEDIA NARANJA»

En el archivo de la catedral de Segovia se conserva una hoja que incluye tres dibujos: sección de una cúpula con linterna y dos monteas de bóveda de naranja, denominada en la época *Capilla redonda en vuelta redonda*. La cúpula del alzado es de sección constante y presenta una linterna decorada con bolas sobre pedestales, al modo escurialense. Una de las monteas representa una cúpula con 14 hiladas y la clave, si bien la primera hilada es mucho mayor que las restantes, y de hecho equivale a cuatro hiladas ordinarias; la montea menor tiene 7 hiladas y la clave. El dibujo de la cúpula dista de la calidad gráfica de los del monasterio y las monteas, como veremos, presentan numerosos errores e imprecisiones. Junto al alzado aparecen las inscripciones «Alçado de la media naranja», «Alçado de la linterna» y «Subira

media naranja y Linterna cincuenta y seis pies»; junto a la montea mayor tenemos el rótulo «Montea de la m[edia] Naranja».

Las monteas tienen gran interés, pues no es frecuente encontrar este tipo de dibujos en papel aplicados a un ejemplo concreto. En el caso de la bóveda semiesférica, el procedimiento gráfico para la obtención de las plantillas de intradós de sus dovelas se explica en los manuscritos de Alonso de Vandelvira (c. 1580, 60v), Alonso de Guardia (c. 1600, 69v; v. también 84v, 85 v, 87v) y Joseph Gelabert (1653, 90). La solución expuesta en los tres manuscritos es básicamente la misma y ha sido analizada por Rabasa (1996; 2000). Bastará decir aquí que se divide la semiesfera de intradós por medio de planos horizontales, lo que arroja una serie de paralelos que hacen las veces de líneas de junta de los lechos. No es posible obtener un desarrollo de la superficie esférica del intradós, dado que se trata de una superficie curva, pero esta dificultad se evita sustituyendo el sector esférico que corresponde a cada hilada por un tronco de cono que pasa por las dos líneas de junta de lecho consecutivas. Dada la simetría de la figura, estos conos tendrán sus vértices en la recta vertical que pasa por el centro de la semiesfera, pero estarán dispuestos a diferentes alturas. Estas alturas se pueden determinar gráficamente desde la sección de la bóveda, sin más que trazar una recta que pase por los puntos que representan las dos juntas de lecho consecutivas; donde esta recta encuentre a la vertical trazada por el eje de la bóveda tendremos el vértice del cono correspondiente. El desarrollo de los troncos de cono se obtiene entonces sin más que trazar dos arcos de circunferencia con centro en el vértice, pasando por las dos juntas de lecho. Cada tronco de cono queda desarrollado en una banda limitada por los dos arcos y que comienza en la generatriz que ha servido para encontrar el vértice. Para obtener lo que hoy entendemos como desarrollo completo del tronco de cono sería necesario computar la longitud de los arcos de círculo, y limitar la tira con una segunda generatriz (que coincidiría con la primera si se recortara y se construyera el cono de papel), pero ninguno de los manuscritos citados aborda el problema; de hecho Vandelvira se desentiende de él diciendo sin más que «las cuales dos cerchas cerrarás por do quisieres que miren al punto G»; es decir, que el cantero puede delimitar los arcos de círculo trazando la segunda generatriz libremente, siempre y cuando pase por el vérti-

ce del cono. Este desparpajo puede resultar sorprendente a nuestros ojos, pero hemos de tener en cuenta que incluso en una obra tan cuidada como la cúpula del crucero de la basílica de El Escorial la longitud de las dovelas no es uniforme; sin duda, esto permitiría a los canteros emplear con más eficiencia la piedra que llegaba de la cantera en bloques de diferentes longitudes o escuadrías (v. también Calvo et al. 2005, 57–63; Calvo, Alonso y Martínez Ríos 2008). Se ha demostrado en la práctica cómo cualquier plantilla, más o menos larga, puede servir para cualquier pieza, desplazándola en un sentido u otro si no es suficiente o si sobra (Rabasa 2007, 13–55).

En la práctica, estos trazados de cantería se realizaban, por lo general, a tamaño natural, en el suelo o en las paredes, con objeto de evitar la pérdida de precisión que inevitablemente comporta un cambio de escala. Un trazado de cantería hallado en las terrazas de la catedral de Sevilla por Ruiz de la Rosa y Rodríguez Estévez (2002), confirma que esta técnica se empleaba en la práctica a mediados del siglo XVI. La semejanza de esta montea con los trazados de Vandelvira, Guardia y Gelabert es notable; de hecho, no parecen existir las segundas generatrices, lo que da a entender que los canteros se planteaban obtener una plantilla genérica, válida para todas las dovelas de la misma hilada, aunque tuvieran longitudes diferentes. No se han conservado proyecciones horizontales de las juntas de lecho, pero si el perímetro prácticamente completo de la imposta, que no sería estrictamente necesario para obtener el desarrollo de las dovelas.

En este contexto, las monteas de la catedral de Segovia presentan gran interés, pues no se trata de propuestas teóricas abstractas, como las de Vandelvira, Guardia y Gelabert, pero tampoco de la montea a tamaño natural, como en las terrazas de Sevilla. Merece la pena, por tanto, realizar un análisis detallado de estos dibujos. En primer lugar, como señaló Ruiz Hernando (2003, 40–41) se trata de dos hojas, unidas horizontalmente; la mayoría de los trazos son de pluma y tinta sepia, pero existe un trazo que parece estar realizado con punta de plomo. El espaciado de corondeles y puntizones es idéntico en ambas hojas, si bien una de ellas presenta una filigrana con tres medias lunas y la otra no. Algunos trazos, en particular las generatrices de los conos, atraviesan las dos hojas. La montea menor tiene el mismo diámetro y está situada precisamente debajo de la linterna del alzado,

lo que hace evidente la correspondencia entre los dibujos. No ocurre lo mismo con la montea mayor, pero el trazo de punta de plomo tiene el mismo diámetro y está realizado bajo el alzado de la media naranja. Esto parece indicar que el autor intentó construir tanto el alzado como las monteas en una sola hoja, pero advirtió pronto que no había espacio suficiente para hallar la intersección de las generatrices de los conos inscritos en las primeras hiladas con el eje de la bóveda; para resolver este problema, redujo la escala de la montea mayor y quizá añadió la segunda hoja. Aún así, resulta también significativo comprobar que se divide la bóveda en hiladas, todas de la misma altura excepto la primera, que equivale a cuatro de las restantes; esto se debe, con toda probabilidad a que para esta primera hilada el centro de los arcos que limitan el desarrollo, esto es, el vértice de los conos, se iría fuera del papel. El problema sería todavía más grave en los trazados a tamaño natural, por lo limitado de los espacios empleados con este fin, como casas de trazas, terrazas, muros, u otros análogos.

Todo esto, unido a la precisa indicación «Subira media naranja y Linterna cinquenta y seis pies» indica con claridad que no se trata de un ejercicio didáctico, sino un dibujo orientado a la resolución de un problema concreto. Resulta significativo comprobar que se representa únicamente la sección de la mitad de la bóveda y la mitad de la linterna, aprovechando que la simetría de la figura hace innecesario obtener las plantillas de las dovelas de la mitad opuesta; así pues, se economiza el trazado como se haría en una montea. También apunta en esta dirección el elevado número de dovelas de la bóveda, frente a la división de la directriz en cinco o en siete partes, usual en los manuscritos citados.

Según el levantamiento de Miguel Ángel Alonso, la altura de la cúpula del crucero de la catedral de Segovia, medida desde la imposta de la media naranja al punto más elevado del trasdós del cupulín hemisférico de la linterna, es de 19,1 m, lo que equivale a 68,4 pies segovianos de 27,93 cm. Por tanto, podría en principio tratarse de un tanteo para el proyecto de la media naranja y linterna del crucero, como señaló Ruiz Hernando (2003, 40), pero en tal caso tendríamos una versión anterior del proyecto, de menor altura. Ahora bien, el autor de este esbozo pudo elegir con cierta libertad la altura del conjunto, pero el diámetro de la cúpula estaba más condicionado, entre

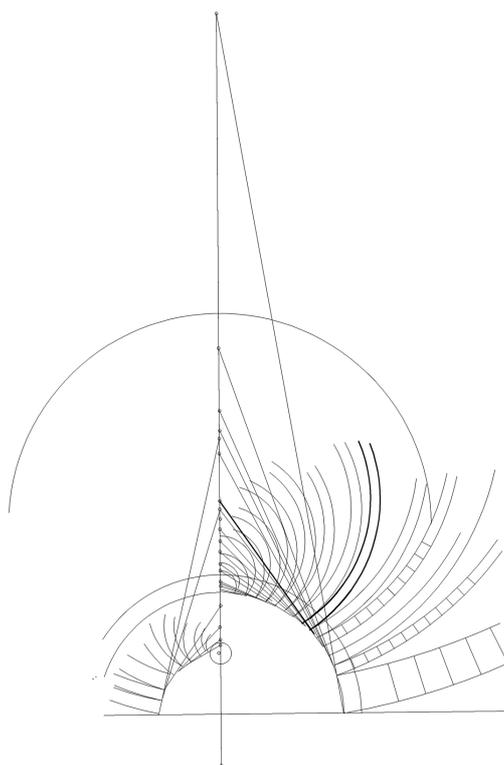


Figura 1
Montea de una media naranja en el archivo de la catedral de Segovia, en el que se destaca el desarrollo de una de las hiladas y la generatriz, equivocada, que para este desarrollo se emplea. Dibujo de Enrique Rabasa

otros factores por la separación entre los pilares del crucero. Si ponemos a escala el dibujo, obtenemos un diámetro interno de la cúpula de 13,7 m y un diámetro exterior de 14,9 m; en la obra que ha llegado a nosotros, estas medidas valen 13,2 m y 15,0 m. Es decir, todo apunta que nos encontramos ante un tanteo de la bóveda del crucero de la catedral de Segovia, más chata y más delgada que la solución finalmente adoptada.

Este carácter de tanteo queda reflejado en varios errores e imprecisiones de las monteas. Examinando la montea mayor con atención, se aprecia que no se ha trazado en realidad la sección de la bóveda; lo que aparenta ser una circunferencia es en realidad la envolvente de las generatrices de los conos inscritos en

cada hilada. Por otra parte, las generatrices no se trazan uniendo los puntos que corresponden a las juntas de lecho, como hacen Vandelvira y Guardia, sino pasando por el punto medio de cada hilada. Es más, el desarrollo del cono correspondiente a la cuarta hilada no se traza, y que a partir de la quinta hilada las generatrices pasan por el centro que correspondería a la hilada anterior. Es decir, el desarrollo de la quinta hilada se obtiene mediante arcos que tienen por centro el que correspondería a la cuarta hilada, y así sucesivamente. Como consecuencia de esto, resulta aparente a la vista que los arcos que limitan el desarrollo cruzan la sección de manera muy oblicua, y tienen su centro más alto de lo debido, mientras que en un trazado correcto los mencionados arcos deberían cruzar a la línea de la sección más o menos ortogonalmente; por decirlo con más precisión, esa ortogonalidad se daría para un arco intermedio entre los dos arcos. Si se hubieran empleado en la labra de las dovelas de la cúpula unas plantillas obtenidas a partir de este trazado, las hiladas resultantes serían demasiado estrechas, y además algunas de las juntas entre dovelas de la misma hilada no se dispondrían en planos meridionales, contra lo que es regla prácticamente invariable en las bóvedas de naranja. En la montea pequeña se cometen errores semejantes, y en la parte alta falta uno de los desarrollos; en concreto, parece que se toma por error alguno de los centros correspondientes a la montea mayor, con la que comparte el eje.

Este tipo de errores se daría fácilmente si el tracista dibujara primeramente todas las generatrices de los conos y después se ocupara de todos los arcos de los desarrollos; así se podría perder la cuenta, y, si no se domina el proceso, pasa inadvertido lo incorrecto del resultado.

Frente a lo que propone Vandelvira, en la montea mayor se divide cuidadosamente el desarrollo de algunas hiladas, en concreto la primera, la segunda y la quinta, en partes iguales, lo que parece indicar una intención de igualar la longitud de las dovelas para obtener un aspecto más uniforme de la bóveda, como se hace con mejor o peor resultado en la bóveda vaída de la sacristía de la catedral de Murcia y en la bóveda de naranja del crucero de Santiago de Jumilla. Examinando el dibujo con atención se aprecia que la primera dovella de cada hilada es mayor que las demás, pero a continuación aparecen unas pequeñas perforaciones a lo largo de los arcos que limitan el desarrollo, coincidiendo con los puntos de división,

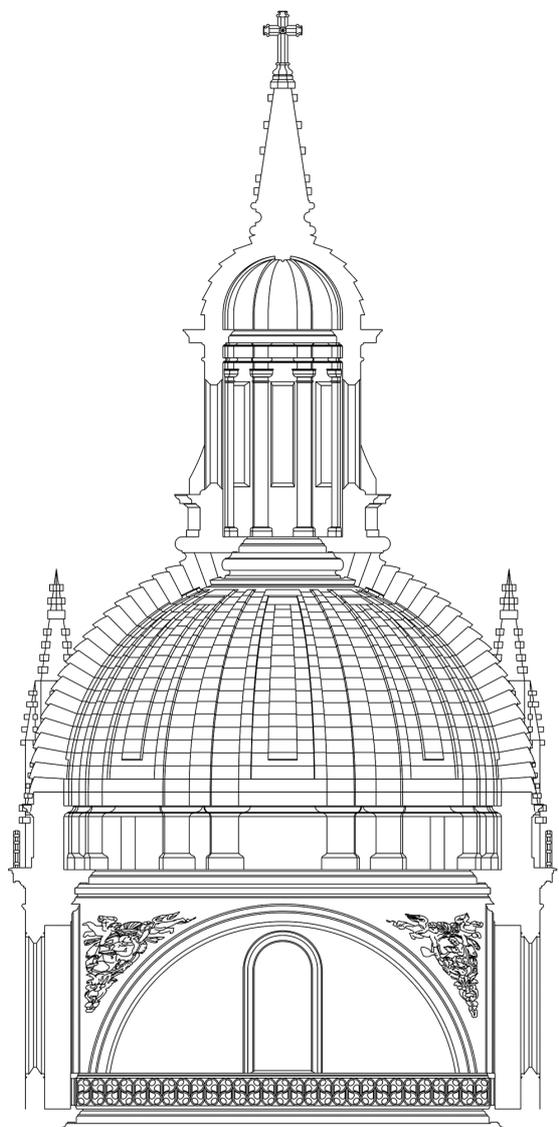
lo que da a entender que las divisiones se practicaron con el compás de puntas. La cuestión tiene un marcado interés, pues ninguno de los manuscritos citados expone este método; únicamente existe una referencia muy indirecta en Vandelvira que sugiere el empleo de la cercha con este fin (Calvo et al. 2005, 57–63; Calvo, Alonso y Martínez Ríos 2008).

A la luz de todo lo anterior, resulta claro que no se trata de material didáctico como el de los tratados mencionados, pero también parece evidente que no se trata de un dibujo estrictamente operativo, sino de un primer tanteo para una montea a tamaño natural. Además de las razones expuestas, no resulta razonable suponer que el contorno de cada dovella que aparece en los dibujos, de algunos milímetros, pueda ser ampliado para obtener una plantilla a tamaño natural. Por otra parte, y teniendo en cuenta los errores mencionados, quien trazó estos dibujos geométricos estaba ensayando y aprendiendo el sistema, y no lo controlaba del todo bien. Quizá la intención inicial de estos dibujos previos sería conocer de antemano los problemas que podrían plantearse durante la realización de la montea, como la falta de espacio para trazar las generatrices de las hiladas inferiores, y en general dirigir la ejecución de la montea a tamaño natural.

CONCLUSIÓN

Por fin el 8 de junio de 1686 se derribaron los muros que separaban las naves de la cabecera descubriéndose el crucero con su media naranja «a cuya vista entusiasmado el concurso [de gente] prorrumpió en gritos de alegría y acción de gracias» (Ruiz Hernando 2003, 38).

La solución finalmente construida es una bóveda peraltada montada sobre pechinas con dobles resaltes en el exterior y pilastras en el interior, coronada por una linterna. No presenta recubrimiento exterior ni interior alguno, lo que nos ha permitido medirla con estación láser, definir sus perfiles y establecer la posición de las juntas entre hiladas y entre dovelas de la misma hilada tanto del trasdós como del intradós. El perfil exterior e interior de la cúpula dibujan una bóveda semiesférica, las juntas entre hiladas del trasdós y del intradós están alineadas radialmente por lo que todas sus hiladas tienen los lechos cónicos, sin hiladas horizontales en el arranque. Vistas en planta, las juntas entre dovelas de una misma hi-



SECCION DE LA CUPULA DE LA CATEDRAL DE SEGOVIA



Figura 2
Levantamiento de la bóveda del crucero de la catedral de Segovia. Miguel Ángel Alonso Rodríguez

lada por encima de la duodécima están alineadas de forma radial, no habiéndose podido confirmar este dato con seguridad para las hiladas inferiores debido a las ocultaciones que producen los botareles sobre la parte baja del trasdós. Aunque a partir del perfil de la cúpula podemos deducir que toda ella es de una sola hoja. En la sección reflejamos esta disposición constructiva.

NOTA

Este trabajo ha sido realizado como parte del proyecto de investigación «Construcción en piedra de cantería en el ámbito hispánico. Fuentes documentales y patrimonio construido», del Plan Nacional de I + D + I, (BIA2006–13649). Deseamos agradecer las facilidades ofrecidas por el Cabildo de la Catedral de Segovia para realizar nuestro trabajo.

LISTA DE REFERENCIAS

- Bustamante García, Agustín. 1994. *La octava maravilla del mundo. Estudio histórico sobre el Escorial de Felipe II*. Madrid: Alpuerto.
- Bustamante García, Agustín; Javier Ortega Vidal y Delfín Rodríguez Ruiz. 2001. *Las trazas de Juan de Herrera y sus seguidores*. Madrid: Fundación Marcelino Botín-Patrimonio Nacional.
- Calvo López, José; Miguel Ángel Alonso Rodríguez; Enrique Rabasa Díaz y Ana López Mozo. 2005. *Cantería renacentista en la catedral de Murcia*. Murcia: Colegio de Arquitectos.
- Calvo López, José; Miguel Ángel Alonso Rodríguez y María del Carmen Martínez Ríos. 2008. Levantamiento y análisis constructivo de la cabecera de la iglesia de Santiago de Jumilla. En *Jornadas de Patrimonio Arquitectónico ... de la Región de Murcia*, 649–659. Murcia: Consejería de Cultura.
- Casaseca Casaseca, Antonio. 1977. Trazas de Pedro de Bizueta para la Catedral de Segovia. *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 43: 459–462.
- . 1978. Trazas para la catedral de Segovia. *Archivo Español de Arte* 51 (201): 29–52.
- . 1988. *Rodrigo Gil de Hontañón (Rascafría, 1500–Segovia, 1577)*. Valladolid: Junta de Castilla y León.
- Gelabert, Joseph. 1653. De l'art de picapedrer. Biblioteca del Consell Insular de Mallorca, Palma de Mallorca.
- Goy Diz, Ana. 1992. Los trasmeranos en Galicia: la familia de los Arce. En *Juan de Herrera y su influencia*, 147–158. Santander: Universidad de Cantabria.
- Guardia, Alonso de. 1600 c. Manuscrito de arquitectura y cantería. Anotaciones sobre una copia de
- Battista Pittoni, *Imprese di diversi principi, duchi, signori ...*, Libro II, Venecia, 1566. ER/4196. Biblioteca Nacional, Madrid.
- Hoag, John D. 1958. Rodrigo Gil de Hontañón: His work and writings. Late medieval and Renaissance architecture in Sixteenth century Spain. Ph. D. dissertation, Yale.
- . 1985. *Rodrigo Gil de Hontañón. Gótico y Renacimiento en la arquitectura española del siglo XVI*. Madrid: Xarait.
- Navascués Palacio, Pedro. 1974. Estudio. En *Libro de Arquitectura de Hernán Ruiz el Joven*, Madrid: Escuela Superior de Arquitectura.
- Rabasa Díaz, Enrique. 1996. Técnicas góticas y renacentistas en el trazado y la talla de las bóvedas de crucería españolas del siglo XVI. En *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 423–433. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Akal.
- . 2007. *Guía práctica de la estereotomía de la piedra*. León: Akal.
- Ruiz el Joven, Hernán. 1550 c. Libro de Arquitectura. Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Ruiz Hernando, José Antonio. 2003. *Las trazas de la catedral de Segovia*. Segovia: Diputación Provincial de Segovia-Caja Segovia.
- . 1994. La catedral de Segovia. En *Medievalismo y neomedievalismo en la arquitectura española: Las catedrales de Castilla y León. Actas de los congresos de septiembre de 1992 y 1993*, 161–191. Ávila: Fundación cultural Santa Teresa.
- Ruiz de la Rosa, José Antonio y Juan Clemente Rodríguez Estévez. 2002. 'Capilla redonda en vuelta redonda' (sic): Aplicación de una propuesta teórica renacentista para la catedral de Sevilla. En *IX Congreso Internacional Expresión Gráfica Arquitectónica. Re-visión: Enfoques en docencia e investigación*, 479–486. A Coruña: Universidad de A Coruña.
- Ortega Vidal, Javier. 2001. Una muestra del dibujo de arquitectura en la España dorada. En *Las trazas de Juan de Herrera y sus seguidores*, editado por Agustín Bustamante García; Javier Ortega Vidal y Delfín Rodríguez Ruiz, Madrid: Fundación Marcelino Botín-Patrimonio Nacional.
- Vandelvira, Alonso de. 1585 c. Libro de trazas de cortes de piedras. Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. Ed. facsimilar: *Tratado de arquitectura*, Albacete: Caja Provincial de Ahorros, 1977, con transcripción y prólogo de Geneviève Barbé-Coquelin de Lisle.