

Las cúpulas de las torres de la iglesia del Monasterio del Escorial

Ana López Mozo
Escuela Técnica Superior
de Arquitectura de Madrid

- I. Torres y cimborrio: una idea global.**
- II. Documentación gráfica existente.**
- III. Levantamiento.**
- IV. Configuración geométrica y corte de piedra.**
 - 4.1. *Descripción general.*
 - 4.2. *Análisis de la sección de la cúpula.*
 - 4.3. *Hipótesis de configuración constructiva.*

A mediados del siglo XVI la construcción de bóvedas de piedra en España tenía todavía mucho que ver con la tradición gótica. El repertorio formal renacentista se iba introduciendo poco a poco, apareciendo nuevos modos de construir que se mezclaban con los existentes. Los artífices de la construcción del Monasterio del Escorial se enfrentaron plenamente al reto de materializar en piedra bóvedas de formas renacentistas: con esta intención abandonaron la estructura gótica de nervios y plementería, empleando en todo caso resaltes sin función estructural diferenciada, como en el cimborrio o en el intradós de las torres de la iglesia.

El análisis de las bóvedas de piedra del monasterio revela una verdadera labor de investigación que se desarrolló en la obra del Real Sitio desde sus comienzos. Se empleó, ya en los sótanos, un variado repertorio de arcos carpanel —apartándose de los trazados conocidos¹— como directrices de espléndidas bóvedas de cañón que cubrían grandes luces con un escaso desarrollo en altura, iniciándose así una experimentación en bóvedas rebajadas que culminaría en las dos bóvedas planas del monasterio: la primera, realizada por Juan Bautista de Toledo bajo la habitación de prestado de Felipe II, en un espacio de planta cuadrada sobre cuatro arcos y un pilar central, y fi-

1. GENTIL BALDRICH, J. M.^o: «La traza oval y la sala capitular de la catedral de Sevilla», en *Quatro edificios sevillanos. Metodologías para su análisis*. Sevilla, edición a cargo de la Demarcación de Sevilla del Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Occidental, 1996.

Parece ser que en el siglo XVI no se conocían los métodos para dibujar un óvalo de cualquier proporción, y se utilizaban los trazados de Serlio, Vignola y Vandelvira, de proporciones fijas. Sin embargo, algunos de los óvalos construidos en los sótanos del monasterio tienen una directriz más rebajada que los conocidos y parecen estar trazados de la siguiente manera: se sitúan primero los centros de los arcos —siempre a una distancia del eje múltiplo del pie o medio pie—, se unen con una recta que se prolonga y sobre ella se tancan los radios. La luz y la altura de la bóveda no parecen datos de partida, pues en su medida no se han encontrado cotas de alguna manera «redondas».

nalmente, la audaz bóveda plana de Juan de Herrera en el sotacoro. En los encuentros de bóvedas de cañón, tanto de directriz circular como oval, se desarrolló de forma espléndida el tema de la bóveda de arista. En cuanto al problema de resolver la apertura de huecos en una bóveda de cañón, con la construcción del monasterio llega la implantación definitiva de lunetos apuntados², aunque también podemos encontrar ejemplos en el edificio de «arcos avanzados en bóveda» o encuentro de dos cilindros de diferente radio, que da lugar a una curva alabeada de cuarto grado³.

Otra línea importante de investigación se desarrolló en las bóvedas vaídas del monasterio. Se utilizaron variados despieces, seguramente de forma experimental, pues construir una bóveda vaída *desnuda*, sin nervadura de apoyo, era todavía poco frecuente. El máximo exponente podríamos localizarlo en la gran bóveda de la cocina, resuelta por hiladas cuadradas y rematada por un óculo circular para salida de la chimenea. El recurso de las bóvedas vaídas se utilizó con profusión incluso en las cantinas, donde podemos encontrar bóvedas pequeñas —2 x 2 m de planta—, separadas pocos metros, resueltas con diferente despiece; parece claro que los artífices de este trabajo querían experimentar con diferentes soluciones, aunque la tosquedad de la labra sí revela que la situación de estas bóvedas en unas dependencias de servicio no exigía una cuidadosa terminación.

Por último, terminando este breve repaso de las bóvedas del monasterio, llegamos a un tema clave, en el que se enmarca el trabajo que se presenta en esta comunicación: la realización de bóvedas trasdosadas. Antes del Escorial, los ejemplos en España de construcciones de este tipo son escasos —entendiendo que este concepto alude a una bóveda en la que podemos reconocer en el trasdós el material sustentante y una cierta autonomía formal respecto al resto de la edificación—, y más aún los de cúpulas sobre tambor⁴. El primer artífice del proyecto

2. CALVO LÓPEZ, J., «Lunetos y arcos avanzados. El trazado de un elemento constructivo en los siglos XVI y XVII», en *Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Instituto Juan de Herrera, Madrid 2000, p. 167.

3. LÓPEZ MOZO, A., «Las bóvedas de los sótanos de poniente del Monasterio de El Escorial», en *Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Instituto Juan de Herrera, Madrid 2000, p. 616.

4. BUSTAMANTE GARCÍA, A., y MARIAS, F., «La catedral de Granada y la introducción en España de la cúpula del Renacimiento», en *Boletín del Instituto «Camón Aznar»*, 8 (1982) 103.

«En España sorprendentemente, dada la vigencia en Italia de la cúpula con tambor, no aparece construido este tipo hasta El Escorial. Señalemos como curioso

del monasterio, Juan Bautista de Toledo, que había trabajado en San Pedro con Miguel Ángel, murió doce años antes del inicio de las obras en el cimborrio, por lo que sus seguidores tuvieron que realizar un trabajo en el que tenían poca experiencia previa. En el edificio que nos ocupa podemos encontrar varias bóvedas trasdosadas sobre tambor: la cúpula de la iglesia y las dos de sus torres. También se podría considerar de este tipo la cúpula del templete del claustro mayor, pero en su interior el revestimiento de mármol impide analizar el corte de piedra de la bóveda. En la iglesia hay dos bóvedas vaídas pequeñas que también se podrían considerar, en cierta medida trasdosadas, pues su despiece se manifiesta en el trasdós, que es el suelo de los pasillos laterales situados a la cota del coro, y aunque no se incluyen en este trabajo, se abordarán en estudios posteriores.

El estudio de una bóveda trasdosada es especialmente interesante debido a la posibilidad de analizar también el trasdós: un levantamiento preciso en el que interior y exterior estén relacionados permite estudiar la geometría de la sección completa de la bóveda, figura que engendra el modelo desde muchos puntos de vista, y analizar el despiece proponiendo una hipótesis de configuración constructiva⁵.

corolario a esta afirmación el hecho de que en España hasta ese momento no aparezcan –sino como excepción que confirma la regla (*)– cúpulas trasdosadas; por lo tanto, al no interesar su volumen externo es lógico que se prescindiera de un elemento una de cuyas finalidades era hacer resaltar la forma semiesférica en altura; así pues, interesa el valor formal de la cúpula no en su exterior sino sólo en su interior. [...].

(*) Sin intentar ser exhaustivos, nos vienen sólo a la memoria las de la Capilla Real sevillana y la Concepción Francisca de la Puebla de Montalbán.»

En la capilla real de la Catedral de Sevilla el material cerámico de revestimiento exterior impide analizar el trasdós, por lo que los ejemplos «desnudos» del Monasterio del Escorial adquieren todavía mayor relevancia por la posibilidad que ofrecen de ser estudiados.

5. La idea de realizar un levantamiento riguroso para el estudio de las cúpulas de las torres de la iglesia del Monasterio del Escorial fue de Javier Ortega Vidal, catedrático de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid y Miguel Alonso Rodríguez, profesor titular de la misma Escuela. Por otro lado, los conocimientos adquiridos en los trabajos realizados con ambos en años anteriores, han posibilitado la realización del que se presenta en esta ocasión. El levantamiento se ha podido llevar a cabo gracias a la posibilidad de utilizar el instrumental de que dispone el Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica de la citada Escuela, especialmente la estación total láser, y desde luego gracias a la amable disposición de la delegación de Patrimonio Nacional en el Monasterio del Escorial al autorizar y facilitar el acceso en todas las visitas necesarias para realizar la toma de datos.

tivo de este trabajo es aproximarse a las cúpulas de las torres de la iglesia del Monasterio del Escorial para saber más sobre cómo son, cómo se construyeron y por qué se tomaron determinadas decisiones. Por otro lado, el contenido de esta comunicación forma parte de un trabajo más amplio de tesis doctoral sobre las bóvedas de este edificio⁶.

I. TORRES Y CIMBORRIO: UNA IDEA GLOBAL

El análisis de las torres de la iglesia se revela como fundamental en el estudio de las bóvedas del monasterio, pues forman un todo con la cúpula principal⁷: por un lado, aunque a escala muy distinta —los diámetros interiores son 6,68 metros y 18,94 metros, respectivamente— se plantean y se resuelven los mismos problemas de índole constructiva y formal. Se trata en ambos casos de cúpulas trasdosadas en piedra, sobre tambor cilíndrico, con directriz esférica en trasdós e intradós y rematadas por linterna.

Por otro lado, las tres cúpulas fueron construidas casi a la vez. Las condiciones y el presupuesto para realizar la obra del cimborrio principal, por el interior desde la cornisa circular situada sobre los arcos del crucero y por el exterior desde la cornisa cuadrada que remata el cuerpo del crucero por encima de las cumbreras de las naves del templo, hasta su culminación, son redactados por Juan de Minjares, aparejador de la basilica, el 12 de noviembre de 1579. Cinco días más tarde, el 17 de noviembre, se contrata esta partida; la obra de las torres de las campanas, desde la cota de los 86 pies —sobre la primera cornisa del volumen que emerge por encima del resto de la fábrica— hasta arriba, se contrata el mismo día, habiendo redactado también Juan de Minjares las condiciones de realización el día anterior⁸.

6. Tesis doctoral titulada *Las bóvedas del Monasterio de El Escorial*, que está desarrollando la autora de esta comunicación con la dirección de Enrique Rabasa Díaz, catedrático de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

7. SIGÜENZA, Fray J., de, *La fundación del Monasterio de El Escorial*, Madrid, Ed. Aguilar, 1988, 2.^o-II, p. 310:

«A los lados, haciendo compañía al frontispicio y a toda la fachada, se levantan dos torres de linda proporción y arquitectura, propia fábrica de los alcázares de Jesucristo, que son sus templos, porque los romanos y griegos, por no tener uso de campanas, no las usaron. Dan grandísimo ser y ornato a todo el edificio, y responden con el cimborrio principal y con toda la fábrica singularmente.»

8. BUSTAMANTE GARCÍA, A., *La octava maravilla del mundo. Estudio histórico sobre el Escorial de Felipe II*, Madrid, Ed. Alpuerto, 1994, pp. 494-497.

El ritmo de la obra en los tres tajos que nos conciernen discurre casi a la par. El trabajo en el cimborrio se estructura en cuatro partidas y de cada una de ellas se hace cargo el equipo que venía construyendo el pilar toral correspondiente: Juan de Matienzo y Alonso Maldonado, Simón Sánchez y Pedro del Carpio, Nicolás de Ribero y Juan de Ballesteros, y Diego de Matienzo y Simón de la Puente. Francisco del Río y Diego de Cisniega –quien más tarde se ocuparía del sotacoro– se encargan de la torre meridional y Juan de la Puente y Lope de Arredondo se responsabilizan de la septentrional.

En enero de 1580 están terminadas y ubicadas en su lugar dos grúas de madera «... para servicio de la cantería que se prosigue en las dichas torres de la iglesia...»⁹. En julio del mismo año están ya colocadas también, las ocho grúas iniciales del cimborrio –dos para cada una de las cuatro partidas– y se suben cuarenta pies las grúas de las torres¹⁰. Este dato podría permitir suponer que el primer cuerpo de las torres, de cuarenta y cuatro pies y medio de alto, estaba terminado en esa fecha.

Las obras en la torre meridional van más adelantadas que las de su gemela: en abril de 1581 se encomienda a Juan de Laguna, maestro de carpintería, levantar la grúa de la torre septentrional conforme al alto que tiene la de la torre meridional, y en esta última hacer un tiro y cámara para cerrar y deshacer y bajar la grúa que está allí hecha. Estos trabajos, junto con la realización de cuatro grúas más para cerrar la media naranja del cimborrio principal, están ya terminados en octubre de 1581, fecha del documento de pago¹¹.

En agosto de 1581 se «subcontrata» la labra de las tres hiladas de la cornisa de la torre meridional y al mes siguiente ya están colocadas las cimbras de las tres cúpulas: el 1 de septiembre se paga a Andrés de León, «por treinta y dos cimbras de madera que hizo y asentó en la cúpula del cimborrio de la iglesia principal del dicho monasterio...» y el 2 de septiembre a Juan de Laguna, «por dos andamios y veinticuatro cimbras de madera y dos ruedas de grúas que hizo a destajo en las torres y cúpula de la iglesia principal...»¹².

9. IDEM, *ibid.*, p. 498.

10. IDEM, *ibid.*, p. 498.

11. IDEM, *ibid.*, p. 501.

12. IDEM, *ibid.*, p. 501.

Las dos torres están terminadas en diciembre de 1581: el día 22 se mide y se describe la obra realizada en ambas, desde el *pedestal* sobre el que muere la media naranja hasta la aguja de remate¹³.

Los trabajos en el cimborrio van un poco más lentos, pero podemos pensar que en marzo de 1582 están prontos a finalizar, pues se encomienda al carpintero Juan de Laguna que deshaga las grúas que sirven a la cúpula, quite las cimbras de la media naranja grande y desmonte las tres *andamiadas* de la linterna.

Fray José de Sigüenza data la finalización de los trabajos en la iglesia: «El 23 de junio de este mismo año de 82 se remató todo el cuerpo de la fábrica de la iglesia, y se puso la Cruz en la aguja del cimborrio [...], Hizose una procesión muy solemne [...] se levantó toda la fábrica de la iglesia en lo principal de su cuerpo y forma (dejo aparte los ornatos de dentro) en seis años y medio cabales: desde el principio de 1576 hasta la mitad del de 1582, que fue de extrema diligencia»¹⁴.

II. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA EXISTENTE

La documentación gráfica existente sobre las torres de la iglesia del monasterio es amplia y muy valiosa, aunque no se ha encontrado dibujo alguno de sección, fundamental para la realización del trabajo que aquí se plantea, ni del corte de piedra de las cúpulas.

En el conjunto de esta documentación, y siguiendo un orden cronológico, encontramos un dibujo de las torres en alzado en la conocida Sección C¹⁵, atribuida a Juan Bautista de Toledo, que muestra un estado de la idea muy alejado del resultado final. Las trazas de Juan de Herrera de 1579¹⁶ —año de la contratación de estas partidas— son estupendos dibujos con descripción de varios niveles de planta y alzado completo, en el que destaca, como señala Javier Ortega Vi-

13. IDEM, *ibid.*, p. 503.

Seguramente estaban sin realizar los trabajos de retundido en las torres, pero en cualquier caso no hay datos sobre este tema.

14. SIGÜENZA, fray J. de., o.c., t.º-xii, p. 147.

15. Trazas conservadas en la Real Biblioteca del Palacio Real de Madrid y publicadas recientemente en *Las Trazas de Juan de Herrera y sus seguidores*, Catálogo de la exposición organizada por Patrimonio Nacional y la Fundación Marcelino Botín, Santander 2001.

16. IDEM, nota anterior.

dal¹⁷, el tratamiento del trasdós de la cúpula, con resaltos en la traza y liso en la solución final y la proporción de la linterna, a lo que habría que añadir también el tamaño de la esfera exterior, realizada con dos pies más de diámetro de lo que dibuja Herrera y tangente al tambor de arranque¹⁸. Los magníficos dibujos de Herrera para las *Estampas* grabadas por Perret¹⁹ constituyen una documentación interesantísima para estudiar el monasterio, que ya está construido en el momento de su realización. Como ya han señalado varios autores, no constituyen una fiel representación de la obra realizada, sino, en muchos aspectos, una cierta idealización de ella. En estos dibujos aparece una descripción de las torres en alzado en los diseños tercero, quinto y sexto, y una imagen en perspectiva en el séptimo. En todos ellos las torres se representan con muy pocos cambios respecto al dibujo de Herrera del año 79 (por ejemplo, las bolas de la balaustrada, para las que se adopta el tamaño real, y la altura de los dos cuerpos de la torre, que aumenta en ambos casos, adaptándose a lo construido en el inferior y superando incluso el tamaño real en el superior); la cúpula sigue apareciendo con resaltos en el trasdós, como seguramente hubieran deseado poder construir; sin embargo, en las condiciones del presupuesto de Juan de Minjares para la realización de esta partida no aparece referencia alguna a los resaltos exteriores, aunque bien es cierto que tampoco hay ningún dato sobre los interiores, que sí fueron construidos²⁰.

17. ORTEGA VIDAL, J., *El Escorial: dibujo y lenguaje clásico*, Madrid, Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V, 1999, pp. 216 y 217.

18. La documentación existente sobre las torres se ha contrastado con la realidad construida a través del levantamiento realizado expresamente para este trabajo, lo que podría ser en cierta medida considerado una osadía; la autora es consciente de que aunque se trata de un trabajo serio y riguroso, no pasa de ser una aproximación más, de las muchas posibles, a este modelo que nos ocupa.

19. CERVERA VERA, L., *Las Estampas y el Sumario de El Escorial por Juan de Herrera*, Madrid, edición facsímil a cargo del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid y la Fundación Cultural COAM 1998.

20. BUSTAMANTE GARCÍA, A., o.c., p. 496:

«Cada bara de las dobelas de la media naranja que a de ser labrado a picon muy menudo. por la parte de dentro y por la parte de fuera escodado por abajo con siete pies de lecho y por arriba quatro poco mas o menos, como se les hordenare y por abajo yra en dos piezas su grueso, y por arriba en una para que las ultimas hiladas resciban siendo del grueso que conbengan el grueso de las que bienen de abajo, en dos medias hiladas y no se an de medir por de fuera sino por de dentro cada bara a de tener quatro pies y medio superficiales con todo su grueso.»

Ya sin la intervención de los artífices del monasterio, disponemos, por un lado, de una serie de cuidadosos dibujos del levantamiento de José de Hermosilla del año 1759²¹: en ellos las torres aparecen representadas en alzado con una enorme fidelidad respecto a lo construido, salvo en las alturas del cuerpo de luces de la linterna y de la aguja, que se dibujan algo exageradas. Por otro lado, disponemos también del levantamiento y análisis realizado por Javier Ortega Vidal²², cuya consulta ha sido fundamental para la realización de este trabajo. En sus dibujos la torre aparece descrita en dos plantas y un alzado completo. El levantamiento realizado por la autora con los modernos medios de que disponemos en la actualidad tan sólo discrepa del realizado por Javier Ortega en 1988 con métodos manuales, en el radio del trasdós de la cúpula, que resulta ser en el primer caso algo más de un pie mayor, y pequeños ajustes en el cupulín y diámetro de la linterna.

III. LEVANTAMIENTO

La toma de datos necesaria para llevar a cabo este trabajo se realizó en la torre meridional. La medición de todas las zonas inaccesibles se realizó mediante una estación total láser²³, y se tomaron manualmente —con cinta y distanciómetro— las medidas interiores de los dos niveles del cuerpo inferior y algunos datos de comprobación para la planta del cuerpo superior. La toma de datos con estación fue parcialmente realizada con Miguel Alonso Rodríguez²⁴.

21. MARIAS, F., «El Escorial entre dos Academias: Juicios y Dibujos», en *Reales Sitios* n.º 149, Madrid, ed. por Patrimonio Nacional 2001.

22. Tesis doctoral *El Lenguaje clásico en El Escorial*, leída en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid en 1988. Lo esencial del desarrollo de esta tesis se mantiene, casi en su integridad en la obra de este mismo autor citada anteriormente.

23. La estación total láser funciona sin prisma de reflexión, por lo que se pueden obtener coordenadas en el espacio de puntos inaccesibles, a una distancia máxima de 150 m aproximadamente (con el modelo utilizado).

24. Con Miguel Alonso Rodríguez se realizaron los dos primeros estacionamientos en el cuerpo de campanas de la torre meridional para obtener datos del interior de su cúpula y otro a la misma altura en la torre septentrional para visar parte de los puntos del trasdós de la cúpula mencionada. Miguel Alonso se encargó también de «fundir» los datos del interior, que se habían medido desde dos bases diferentes, en un mismo sistema de coordenadas. El resto del trabajo necesario para completar

Las mediciones efectuadas proporcionaron datos sobre la forma del modelo y también sobre el corte de piedra de la cúpula, permitiendo realizar una propuesta rigurosa de plantas, alzado y sección, y una hipótesis de configuración constructiva. Los datos de estación sobre la geometría general del modelo se obtuvieron, en el caso de la definición del área seccionada de cada planta o sección, radiando series de puntos situados en los elementos arquitectónicos virtualmente seccionados por el plano de corte; para la definición del resto de los elementos proyectados en cada dibujo se radiaron los puntos necesarios para trazar perfiles horizontales y verticales, y así poder representar todos los contornos aparentes. Los datos del corte de piedra se obtuvieron visando con la estación tres puntos en cada junta visible, tanto del trasdós como del intradós: uno situado en la hilada inferior, otro en la superior y uno intermedio necesario tan sólo para reconocer la existencia de la junta. Los resaltes del intradós se definieron radiando puntos de cada hilada en todos sus quiebros. Las limitaciones existentes en el exterior de la torre para situar la estación y obtener datos del trasdós —sólo era posible estacionar en la torre septentrional y en el cimborrio—, unidas a las dificultades encontradas al visar puntos del intradós desde la propia torre por las *sombras* producidas por la estructura que soporta las campanas y a la necesidad de obtener datos tanto de juntas exteriores como interiores de cada zona de la bóveda, redujo el campo de datos final a un poco menos de la mitad de la cúpula, lo que se consideró suficiente para elaborar este trabajo.

Los datos de coordenadas que proporciona la estación total son fácilmente transformados en puntos en ficheros dxf y, por lo tanto susceptibles de ser procesados por cualquier programa de dibujo por ordenador. Los datos de los diferentes estacionamientos, cada uno con un sistema de coordenadas particular, se fundieron en uno solo a través de puntos comunes previamente radiados en cada caso. A partir de este momento, en un único archivo de dibujo con todos los puntos en el espacio tridimensional, se fueron procesando y analizando todos los datos. De esta forma se prepararon plantas de la torre a seis niveles distintos, alzado y sección (fig. 1) y modelado tridimensional.

la toma de datos, incluyendo los estacionamientos, uno más para completar la medición del interior y dos más en la balconada circular del cimborrio para completar la del exterior, la «fusión» del resto de los datos en un único sistema y la toma de datos manual del cuerpo bajo de la torre, fueron realizados por la autora de esta comunicación.

IV. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA Y CORTE DE PIEDRA

4.1. *Descripción general*

La geometría de las plantas se articula en todos los casos a partir de la figura del cuadrado, respondiendo a esta tesis con gran fidelidad todos los datos medidos. Nos encontramos, pues, con dos planos de simetría principales y otros dos diagonales. La directriz cuadrada en planta organiza el modelo hasta la cornisa superior y balaustrada del segundo cuerpo de la torre, en el que se ubican las campanas.

El remate del cuerpo de campanas de las dos torres de la iglesia —en el que se concentran los objetivos de este trabajo— está formado por una cúpula semiesférica trasdosada, sobre tambor cilíndrico apoyado en pechinas en el interior, coronada por linterna y aguja.

El intradós de la cúpula está formado por una semiesfera de 25 pies de diámetro, con resaltos, y todo ello peraltado. En el exterior otra esfera, no concéntrica con la anterior y virtualmente tangente al tambor de apoyo, conforma la *casi* media naranja; una molduración idéntica en forma y tamaño a su homóloga en el cimborrio resuelve la transición. Un hueco con un fuerte esviaje vertical perfora el tambor en su parte oriental.

Una división de la planta circular de la bóveda en dieciséis partes iguales articula el relieve del intradós, en el que se alternan ocho sectores *lisos* con ocho grupos de resaltos: en cada uno de éstos, dos nervios principales van acompañados de cuatro secundarios. Los resaltos principales son sectores de una esfera de 24 pies de diámetro y los secundarios lo son de una de 24,5 pies. Estas tres esferas que configuran la cúpula por el interior no son concéntricas: la altura del centro aumenta conforme disminuye el radio. De esta forma, el espesor de los resaltos se va reduciendo al aproximarse al eje de la cúpula, al igual que disminuye la anchura al tratarse de sectores radiales. La *sombra* de la imposta de la bóveda ha impedido obtener datos de la parte inferior de los sectores lisos de intradós, que se han dibujado enmarcados por una faja resuelta por prolongación de los resaltos secundarios, tal como está resuelto en el cimborrio.

En el exterior, esfera y tambor tienen el mismo diámetro: 36 pies. Las medidas obtenidas para el espesor de la cúpula son claramente

más pequeñas que las que se adelantan en el presupuesto²⁵. En la linterna ocho huecos y ocho machones surgen también de la división de la planta en dieciséis partes iguales y la cubrición se resuelve con un cupulín semiesférico, peraltado en el interior. Un pequeño bocel determina el fin de superficies de revolución en nuestro modelo y marca el principio de la aguja. Las dos primeras piezas de planta cuadrada «sufren» un chaflán en sus esquinas para no quedar en voladizo sobre el bocel. El hueco dibujado en el interior de la aguja responde a la descripción hallada en la tasación realizada sobre la obra de las torres terminada²⁶, documento que se puede considerar más vinculante respecto al resultado final que las condiciones descritas en el presupuesto, que, como se ha visto, se alteraban con frecuencia.

4.2. Análisis de la sección de la cúpula

La sección de la cúpula de la torre, fruto del levantamiento realizado para este trabajo, se ha comparado con la del cimborrio principal. Par ello se ha representado, en la mitad izquierda del dibujo reproducido en la figura 2, la sección de la torre a línea y la sección del cimborrio con un tramado de color gris, a escalas diferentes, haciendo coincidir centro y radio de la esfera exterior. Como puede apreciarse, la sección de la cúpula de la torre es proporcionalmente más gruesa. Por otro lado, en la mitad derecha del mismo dibujo se representa una aventurada propuesta de lo que pudo haber sido la idea de Herrera para la sección en el momento en que estaba dibujando las plantas y el alzado de la torre²⁷, antes de comenzar la obra. Para ello se ha calcado el perfil del alzado y se ha propuesto un intradós cuyo diámetro es un dato que Herrera nos ofrece en el hueco cuadrado de la planta del cuerpo de campanas. Ese diámetro sería de 29 pies, frente a los veinticuatro construidos, por lo que se podría decir que la cúpula que Herrera tenía entonces en la cabeza era mucho más delgada, con una proporción similar a la del cimborrio, y que se puede apreciar en el dibujo. Por otro lado, la relación de tamaños reales en-

25. Ver nota n.º 20. La sección de la media naranja está descrita *por abajo con siete pies de lecho*, donde este levantamiento propone algo más de cinco, y por *arriba quatro poco mas o menos*, donde hemos encontrado dos y medio.

26. BUSTAMANTE GARCÍA, A., o.c., p. 503:

«...y en las siete yladas de la aguja ba echo un agujero de pie y medio de quadrado para aliiuar la carga.»

27. Ver nota n.º 15.

tre los diámetros de la calota exterior de la cúpula *madre* y la de las *hijas* es 2,27:1.

La propuesta para una sección herreriana de la cúpula de la torre se ha dibujado con un intradós liso, de acuerdo con las condiciones de ejecución, en las que no aparece mención alguna sobre resaltos interiores y ciertamente tampoco sobre los exteriores que Herrera dibuja. Este punto sería el más débil de esta línea argumental, puesto que en el cimborrio las condiciones describen un trasdós liso que luego se construyó con resaltos²⁸, y tampoco «aciertan» con las medidas del espesor de la cúpula de la torre, como se ha comentado anteriormente.

4.3. Hipótesis de configuración constructiva

El análisis del corte de piedra se ha realizado sobre datos de juntas exteriores e interiores de la mitad nororiental de la cúpula. Una simple inspección visual del «troceado» exterior de la cúpula de las torres revela, como señalaba Enrique Rabasa²⁹, la existencia de una hilada significativamente más alta que las demás: su argumentación sobre un cambio en dicha hilada en la disposición de los lechos, que pasarían de ser horizontales a radiales, ha guiado el curso de ésta y otras investigaciones.

El aparejo más común para cortar una cúpula de media naranja produce unas juntas visibles según paralelos y meridianos de trasdós e intradós: los paralelos forman parte de los lechos de apoyo de una hilada en la siguiente, que suelen estar formados por conos invertidos con vértice en el centro de la esfera interior; los meridianos pertenecen a los planos verticales radiales que separan entre sí dovelas de la misma hilada. Por lo tanto, cada dovela se tallará según dos superficies cónicas que formarán lecho y sobrelecho, dos planos radiales de junta y las porciones de esfera de trasdós e intradós.

28. ALONSO RODRÍGUEZ, M., y LÓPEZ MOZO, A., «Levantamiento de la cúpula de la iglesia del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial», en *Actas del IX Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*, ed. por el Departamento de Representación y Teoría Arquitectónicas de la Universidad de La Coruña, 2002, p. 308.

29. RABASA DÍAZ, E., *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*, Ed. Akal, Madrid 2000, pp. 162-167

La cúpula está formada por dos hojas de sillería en su parte inferior; las juntas radiales entre dovelas de una misma hilada no coinciden en ningún punto, ni siquiera contando con pequeñas desviaciones de talla o replanteo. A partir de la hilada alta comentada anteriormente, la coincidencia de juntas radiales es completa, por lo que podríamos pensar en la existencia de una sola hoja (sería extraño proponer la posibilidad de dos hojas, pues las juntas estarían sin contrapear en la mitad de la bóveda). Esta propuesta coincidiría con la forma en que se presupuestó la cúpula³⁰; «... y por abajo yra en dos piezas su grueso, y por arriba en una...», de lo que podríamos deducir también que entre las dos hojas no hay relleno.

La propuesta de configuración de lechos en la zona de la bóveda en la que existe una sola hoja de sillería es inmediata, sin más que unir, en el dibujo de sección, los puntos que definen cada hilada exterior con su correspondiente interior (fig. 3). La prolongación de estas líneas coincide con gran exactitud con el centro de la esfera interior (vértice de los conos mencionados anteriormente). Por otro lado, la inclinación de los lechos en los resaltos corrobora este planteamiento.

Las seis primeras hiladas, contando desde el peralte interior de la cúpula, están dispuestas en lechos horizontales; la séptima sería la hilada alta, cuyo sobre-lecho estaría un poco inclinado, pero no de forma radial, y constituye esa pieza de cambio, con más altura en el trasdós para no terminar muy estrecha en el intradós³¹. En los dibujos de la figura 3 se plantean, en la parte izquierda, tres hipótesis que podrían ser válidas para apoyo de la hilada alta. En la hilada inmediatamente anterior, la inclinación de lecho y sobre-lecho en los resaltos es diferente a la que marcan las dovelas de las zonas *lisas*, siguiendo una disposición radial según el centro de la esfera de los resaltos principales. Es decir, en dicha hilada los lechos llevan una inclinación que cambia al *asomarse* a los resaltos.

La configuración que se está describiendo plantea que la cúpula se empezaba a construir por lechos horizontales, al modo de los jaramentos góticos, sin necesidad de cimbras, por vuelo sucesivo de las piezas. A partir de un punto determinado, y ya con cimbra, se completaba la construcción por lechos radiales, tras disponer una hilada más alta de transición entre los dos sistemas constructivos. En el

30. Ver nota n.º 20.

31. RABASA DÍAZ, E., O.C.

caso de una bóveda con resaltos interiores como la que nos ocupa, debía preocupar a sus artífices la apariencia de los lechos en dichos resaltos y seguramente un probable descantillado de piedra por lo forzado del ángulo, por lo que en la primera parte de la bóveda dispusieron lechos inclinados en los resaltos, donde todavía son horizontales para la hoja principal de la bóveda.

La constatación de esta disposición constructiva en la cúpula de la torre podría permitir proponer una nueva línea de argumentación para el despiece de la cúpula del cimborrio³²: la inclinación de los lechos en la parte inferior de los resaltos no implica que todas las dovelas de la misma hilada deban seguir la misma ley, especialmente donde la hoja exterior está dispuesta en lechos horizontales, y habría que poner cimbra para la parte interior (dibujos en la parte derecha de la fig. 3). Por otro lado, el análisis de la hilada alta en esta cúpula plantea nuevos interrogantes: al estar constituida todavía por dos hojas de bóveda, podría permitir disponer dos hiladas de tamaño normal en la hoja exterior, en lugar de una sola. Quizá sería posible plantear que estas piezas grandes funcionen a modo de zunchos, en una zona en que los empujes tienen todavía poca componente vertical y la existencia de un lecho sensiblemente horizontal podría hacer deslizar las dovelas.

El objetivo de este trabajo era saber algo más sobre las cúpulas de las torres de la iglesia del Monasterio del Escorial. Por un lado, se ha hecho una propuesta sobre cómo son las torres, punto de partida imprescindible; se han establecido una serie de hipótesis sobre su configuración constructiva allí donde no se puede realizar otra comprobación que no sea una cata, y finalmente se han abierto infinidad de interrogantes sobre la historia de estos elementos y el devenir de los acontecimientos que a su alrededor se desarrollaron: ¿por qué cambió tanto la cúpula desde los dibujos de Herrera? ¿Se aumentó su espesor por el cambio en la proporción de la linterna, o hubo algún otro factor que aconsejara el cambio? ¿Por qué se presupuestó lisa, Herrera la dibuja con resaltos exteriores y, finalmente, se construye con resaltos interiores? Esta investigación sigue en curso con la idea de encontrar alguna respuesta a todas estas cuestiones.

32. Ver nota n.º 28.

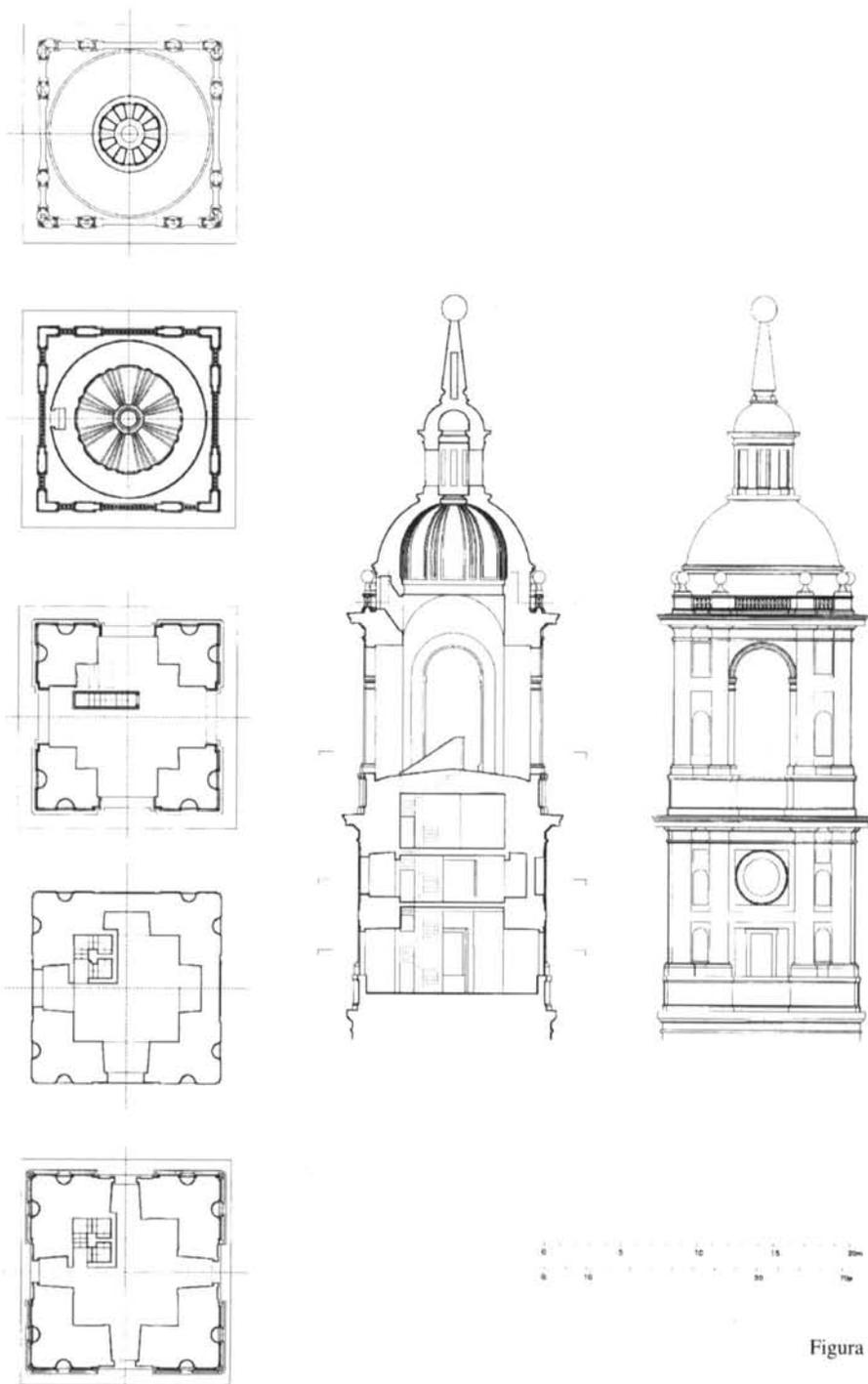


Figura 1

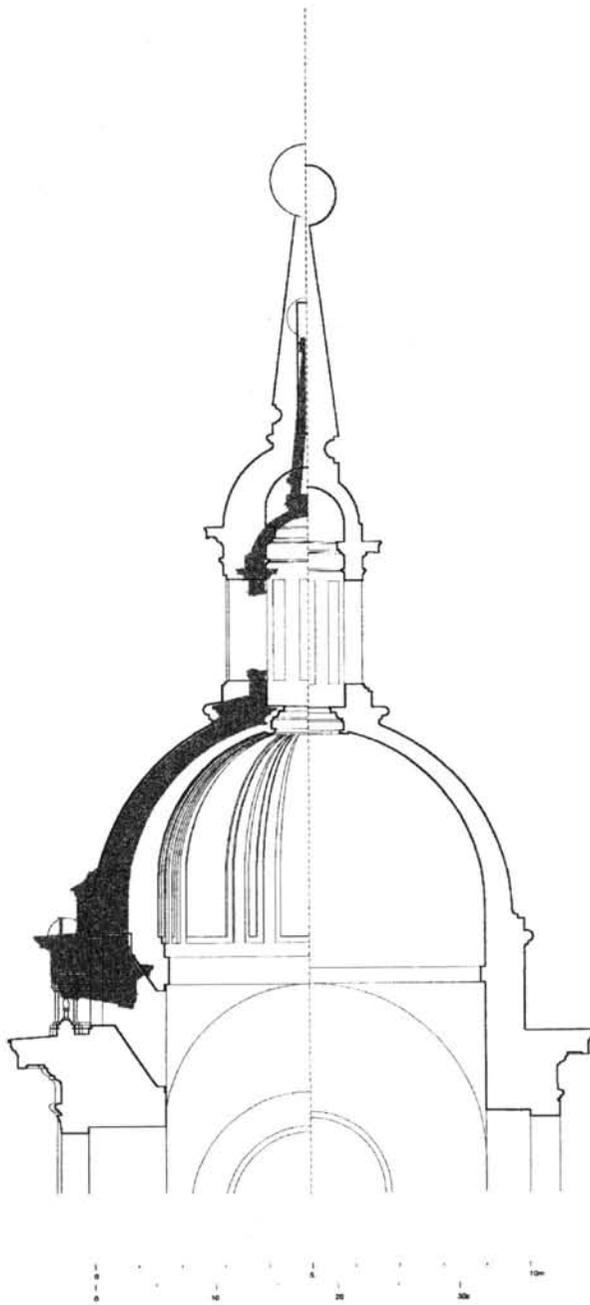


Figura 2

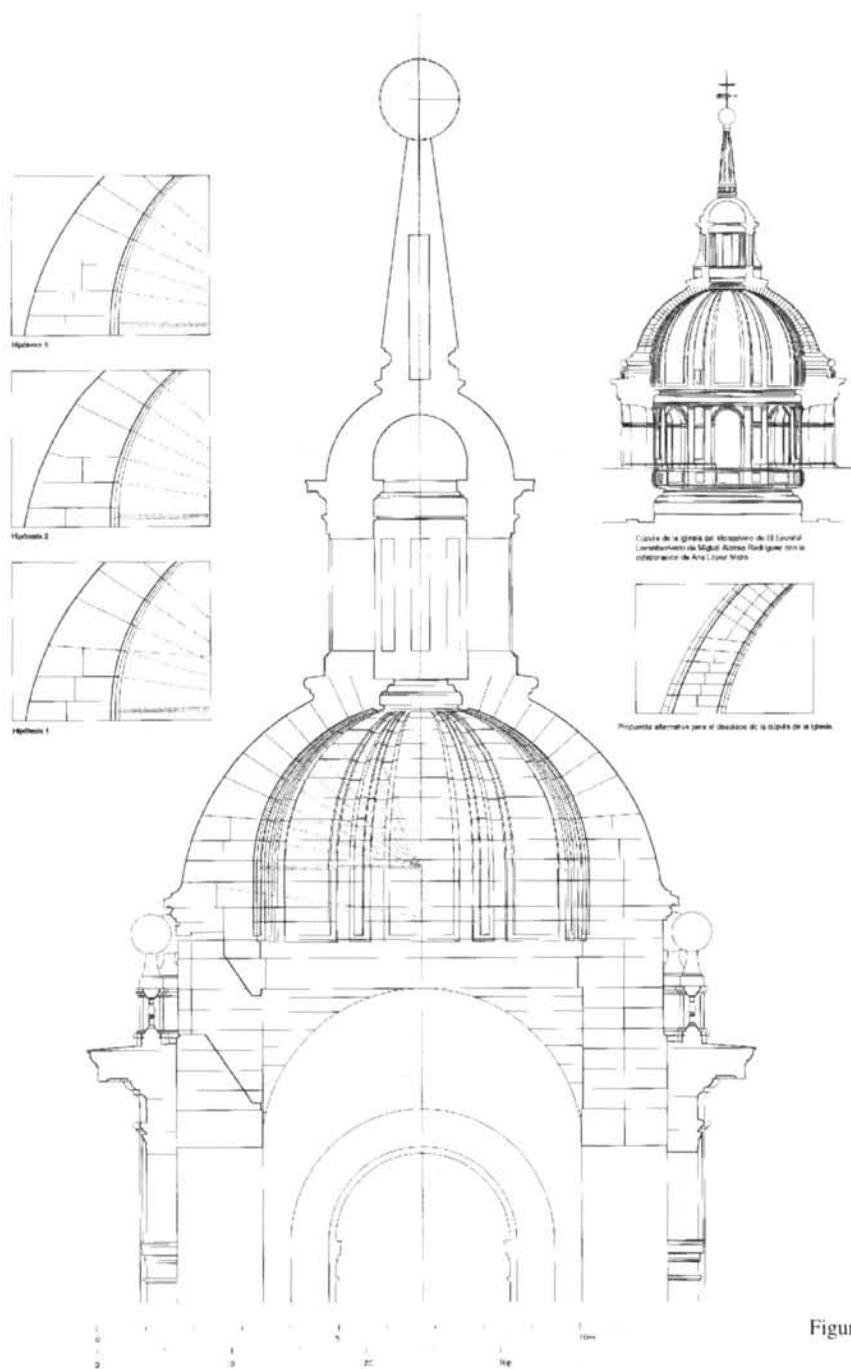


Figura 3