

## La Catedral de Cuenca: diferentes tipologías de la bóveda sexpartita

Rocío Maira Vidal

Esta ponencia quiere dar a conocer los aspectos constructivos de unas de las bóvedas más extraordinarias producidas por el gótico español: las bóvedas que cubren las naves de la Catedral de Cuenca.

La Catedral de Santa María de Cuenca es la única catedral española enteramente construida con bóvedas sexpartitas, particularidad ésta, que a nuestro juicio no ha recibido la atención que merece. Este tipo de abovedamiento es escaso en España, aunque su uso fue muy extendido en el gótico francés de finales del siglo XII al XIII, donde se conservan infinidad de ejemplos, entre ellos en algunas de las catedrales de mayor relevancia como Bourges, Laon o la mismísima Nôtre Dame de París. En nuestro país, las bóvedas de Cuenca son un notable ejemplo que reclama un estudio más allá del puramente histórico adentrándose y valorando la singularidad de sus aspectos constructivos

La bóveda sexpartita ha sido escasamente estudiada. Los dibujos de Viollet le Duc parecen definir el modelo por el que se rigen este tipo de estructuras. Sin embargo, la catedral de Cuenca, parece contradecir estos estudios, en ella se observan cuatro tipologías distintas. Las diferentes curvaturas de sus arcos permiten formas diversas dentro del mismo tipo lo que otorga al arquitecto gran libertad para diseñar la configuración de los espacios a cubrir. Estas bóvedas tuvieron su pleno desarrollo a comienzos del gótico y delatan un escaso desarrollo de la estereotomía; no obstante, muestran detalles en su despiece y construcción que ponen de manifiesto ingeniosos recur-

sos para llevar a cabo la labra de sus dovelas, claves y jarjas y lograr la máxima facilidad del proceso constructivo de estas impresionantes estructuras.

### CONTEXTO HISTÓRICO

En septiembre de 1177, Alfonso VIII reconquista la ciudad de Cuenca. En un primer momento se utiliza la mezquita consagrada como templo cristiano, a esperas de la construcción de la nueva catedral, que se llevaría a cabo sobre los restos del antiguo templo musulmán. Los años sucesivos debieron ser momentos difíciles con la prioridad de afianzar el territorio recién conquistado, por ello tanto la constitución del cabildo como el inicio de las obras de la catedral se retrasarían unos años (Palomo Fernández 2002, 1: 139).

Las obras no comenzaron antes de 1182, emprendiéndose muy probablemente a partir de 1194, momento en el que se demandan para su construcción contribuciones anuales a las iglesias de la ciudad y las aldeas del obispado. En este momento Juan Yáñez es obispo de Cuenca (1182-1197). Todos los indicios apuntan a que en la época del obispo San Julián (1198-1208) ya estarían en marcha las obras de la catedral (Palomo Fernández 2002, 1: 134-160, 2: 220-226).

Los trabajos debieron iniciarse en su cabecera continuando a buen ritmo con su sucesor, García Ruiz (1208-1224). La cabecera y el transeptodebieron terminarse hacia la segunda mitad del siglo XIII,<sup>1</sup> mo-

mento en el que comienza la construcción de las bóvedas de la nave central o nave de los reyes, probablemente hacia 1270 (García Muñoz 2009, 96). Algunos investigadores, como Gema Palomo, plantean la posibilidad de que a principios del siglo XIV aun se esté cerrando el abovedamiento de la nave principal. En todo caso resulta complicado dar una cronología para las bóvedas, ya que han sido objeto de algunas reconstrucciones en distintos momentos.

#### METODOLOGÍA EMPLEADA

En la Catedral de Santa María de Cuenca encontramos en total ocho bóvedas sexpartitas, dos en el presbiterio, dos en cada brazo del crucero y otras dos sobre el coro (figura 1).

Para poder determinar su geometría y construcción, se ha procedido a su levantamiento riguroso empleando estación total láser, modelo Leica TCR1105. La campaña de medición sigue en marcha y por el momento ha producido una nube de aproximadamente 45.000 puntos, quedando pendientes algunos detalles de estereotomía y estacionamientos exteriores que permitirán relacionar el sistema de contrarresto con el despiece interior de las bóvedas.

Con el sistema de medición elegidose obtienen levantamientos muy precisos, con un error máximo inapreciable de 1,9cm en la unión de los diferentes días de medición. Se han medido las bóvedas, tomando el despiece de sus arcos, claves y jarjas, aunque con más profusión cinco de ellas, por presentar características distintas (figura 2). Con el análisis de estos datos se pretende investigarlas desde un enfoque inédito que aportará datos relevantes sobre su construcción y sus diferentes tipologías.

#### VIOLLET LE DUC Y LA BÓVEDA SEXPARTITA

La bóveda sexpartita ha sido escasamente estudiada a lo largo de la historia. Podemos encontrar algunas referencias en los textos publicados por Viollet le Duc, donde el arquitecto define su volumetría y la curvatura de sus arcos e incluso algunos detalles de su estereotomía; jarjas, dovelas y despiece de su plementería.

Viollet le Duc comienza su análisis con las proporciones en planta, cuadradas o próximas al cuadrado. En sus dibujos reproduce la montea de una sexpartita tipo, explicando las curvaturas que suelen tener cada uno de sus nervios (figura 3). Asegura que los ojivos son siempre arcos de medio



Figura 1

Bóvedas sexpartitas de la catedral de Cuenca; A la derecha las del presbiterio, en el centro las del brazo crucero sur, a la izquierda las de la nave central (fotos de la autora 2013)

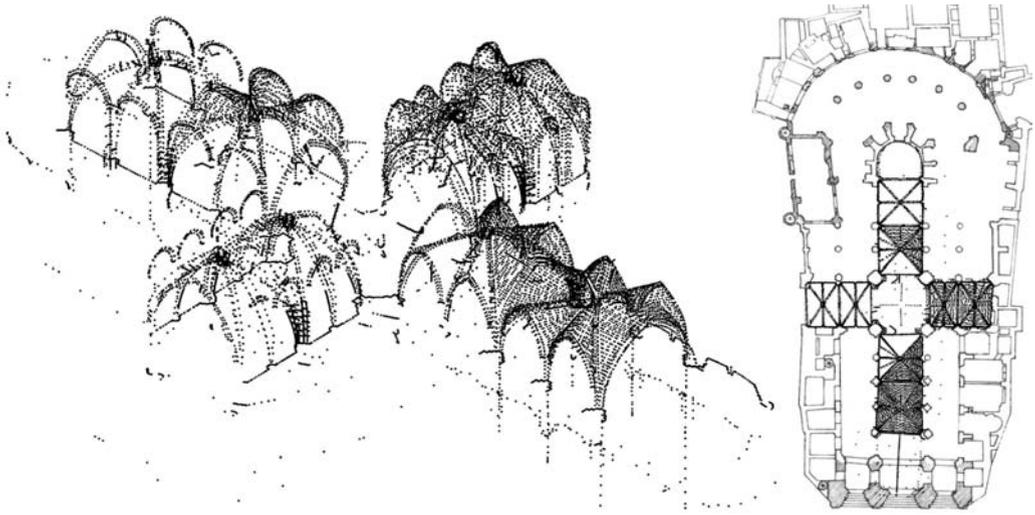


Figura 2

Nube de puntos elaborada. Se comprueba que coincide casi perfectamente la planta general de Vicente Lampérez con el levantamiento topográfico realizado (dibujo de la autora)

punto.<sup>2</sup> Los perpiños y de través son nervios apuntados,<sup>3</sup> que o bien alcanzan la misma altura que la clave central siendo en este caso una bóveda de rampante estrictamente horizontal o bien bajan ligeramente siendo en este caso una bóveda con ram-

pante ligeramente descendiente en la dirección longitudinal. En el dibujo de la montea tipo indica que los formeros son siempre apuntados,<sup>4</sup> aunque posteriormente se contradice, determinando que los arcos formeros de las bóvedas primitivas, entre los que cita varios ejemplos de sexpartitas, son arcos de medio punto, por tener carga reducida o poca abertura (Viollet 1996, 48). Probablemente se referiría a una progresión, presentando las sexpartitas más primitivas formeros de medio punto y las más modernas formeros apuntados. Indica que estos arcos siempre alcanzan una altura menor a la clave central por lo que el espinazo de la bóveda en sentido transversal (es decir, el rampante de las bocinas de la bóveda) es siempre descendente.

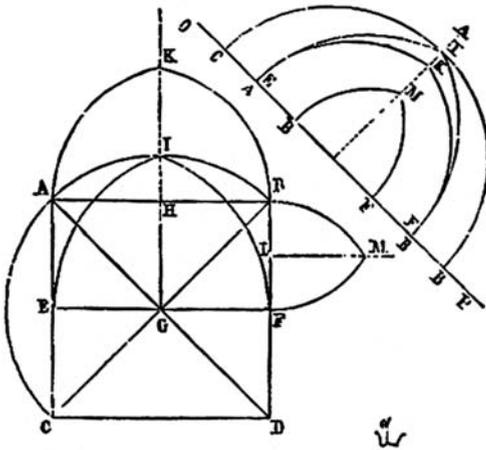


Figura 3

Montea tipo de una bóveda sexpartita según Viollet Le Duc (Viollet Le Duc [1854] 1996, 33).

En el dibujo de la volumetría tipo, observamos una estructura que presenta una acusada forma cupular, con un descenso considerable de los rampantes en las dos direcciones de la bóveda, pero estando siempre más bajos los arcos formeros respecto de todos los demás (figura 4)<sup>5</sup>.

Los formeros siempre arrancan a una cota considerablemente más elevada que los salmeres de ojivos y perpiños por lo que se peraltan sobre pequeñas columnas, aunque en algunos casos bajan hasta el ábaco de los capiteles.<sup>6</sup> El arquitecto francés dibuja y ex-

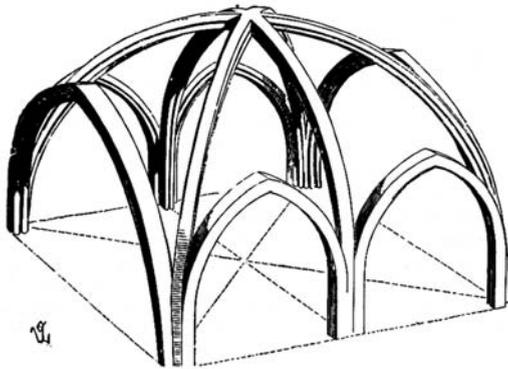


Figura 4  
Volumetría de una sexpartita tipo según Viollet Le Duc  
(Viollet Le Duc [1854] 1996, 34)

plica cómo se realizaría el diseño de los salmueras partir del grosor de los arcos. Además indica la importancia del diseño de estas piezas ya que, dependiendo de cómo se ejecute su construcción, por piezas enterizas con lechos en horizontal o con las dovelas sueltas de cada nervio unas al lado de las otras, puede ocupar mayor o menor espacio sobre al ábaco de los capiteles, modificando enormemente el diseño de la planta general del edificio (Viollet Le Duc [1854] 1996, 44). Como veremos a continuación, en la catedral de Cuenca hay distintas tipologías de bóveda sexpartita, que presentan grandes diferencias con el modelo del arquitecto francés.

#### **BÓVEDAS SEXPARTITAS DE LA CATEDRAL: PROPORCIONES**

En la Catedral de Cuenca vemos que tanto las bóvedas que cubren el presbiterio como la que se encuentra sobre el lado Este de la nave de los reyes, son cuadradas. La bóveda del lado Oeste de la nave principal se alarga más de un metro en la dirección de la nave, teniendo proporción rectangular 8:7. Debería ser igual que la del lado Este, es decir, cuadrada. Probablemente su proporción rectangular es el resultado de la adaptación al terreno rocoso o a cimentaciones preexistentes.

Hay que destacar las que cubren los cruceros de la Catedral, ya que tienen una proporción rectangular muy acusada y un tanto extraña, sexquitercia, es de-

cir 4:3.<sup>7</sup> Elie Lambert atribuye este diseño a que los brazos del crucero son sensiblemente más largos que anchos, por lo que era imposible realizar una bóveda sexpartita sobre planta cuadrada como en los demás tramos de la catedral (Lambert [1931] 1985, 163).

Además se podría añadir a esta observación que de haberse ejecutado tendría su lado largo en la dirección de los formeros, con proporción sexquitercia. El arco de través no sería suficiente para reforzarla, los formeros y ojivos serían demasiado grandes, siendo la altura de la clave central mayor que en las demás, a menos que se hicieran rebajados, lo que comprometería su estabilidad.<sup>8</sup>

#### **DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE BÓVEDA SEXPARTITA EN LA CATEDRAL DE CUENCA. MONTEAS Y VOLUMETRÍA**

Esta catedral es un interesante ejemplo de las múltiples geometrías que puede adoptar una bóveda sexpartita. A diferencia de las francesas, cubiertas completamente con sexpartitas que prácticamente tienen la misma forma y dimensiones, la catedral de Cuenca cuenta con cuatro tipologías diferentes de bóveda sexpartita dentro de las ocho que encontramos en su interior. Las diferentes geometrías de sus arcos pueden generar volumetrías muy dispares como veremos a continuación.

La primera tipología se encuentra en las bóvedas que cubren el presbiterio (figura 5). Los ojivos son arcos de medio punto con su centro en la línea de imposta. La altura alcanzada por los arcos perpiños, que son nervios apuntados, es la de la clave central. Lo mismo ocurre con los formeros. Son bóvedas planas,<sup>9</sup> es decir, con sus caballetes en ambas direcciones estrictamente horizontales. Parece haber estandarización en sus arcos, los ojivos tienen la misma curvatura que los perpiños, y también que los arcos de través, que simplemente se peraltan ligeramente para poder alcanzar la altura de la clave central. Los arcos formeros son de medio punto y se encuentran peraltados aproximadamente 4,40 metros sobre la línea de imposta. Este tipo de estandarización, peraltando ligeramente el arco de través entre 30 y 45 cm, podemos encontrarlo en las bóvedas del refectorio gótico de Santa María de Huerta en Soria.<sup>10</sup> El peralte es tan pequeño que pasa completamente desapercibido. La forma de esta bóveda se aleja de la tipología de Viollet le Duc al ser plana en sus dos direcciones (figura 6).

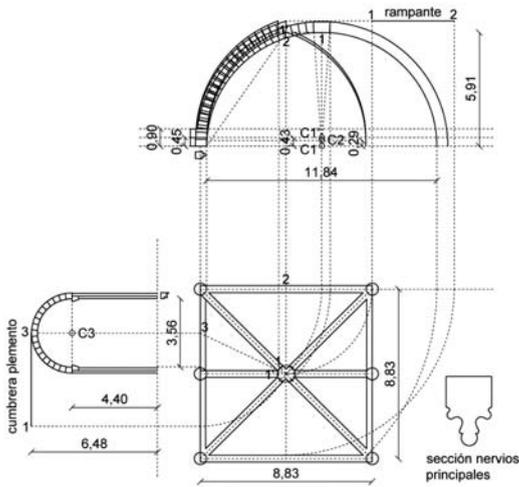


Figura 5. Montea de las bóvedas sexpartitas del presbiterio de la Catedral de Cuenca (dibujo de la autora)

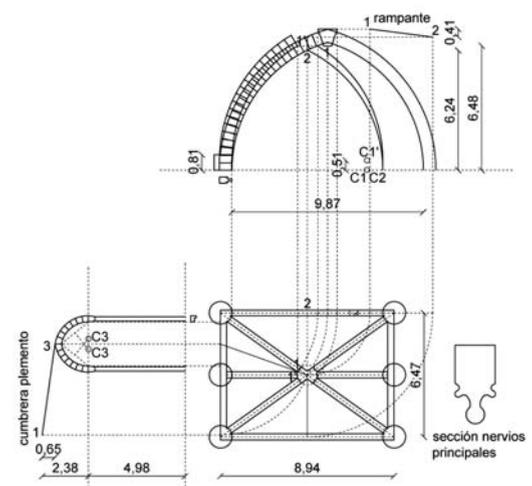


Figura 7. Montea de las bóvedas sexpartitas de los brazos del crucero de la Catedral de Cuenca (dibujo de la autora)

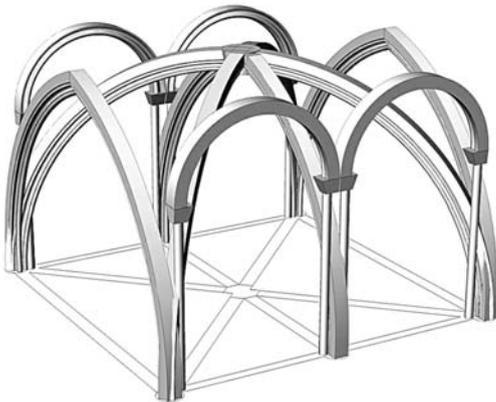


Figura 6. Volumetría de las bóvedas sexpartitas del presbiterio de la Catedral de Cuenca (dibujo de la autora)

En los brazos del transepto encontramos otras cuatro bóvedas sexpartitas de planta rectangular. Los nervios diagonales no son arcos de medio punto sino apuntados, lo que les permite alcanzar la misma altura en la clave central que en las demás bóvedas de la catedral, aun siendo su planta mucho más pequeña.<sup>11</sup> Hay estandarización en la curvatura de to-

dos sus nervios, estando los arcos de través peraltados aproximadamente 80 centímetros sobre la línea de imposta (figura 7).<sup>12</sup> La altura que alcanzan los arcos perpiños se encuentra medio metro por debajo de la altura de la clave. La bóveda presenta por tanto una ligera pendiente en el rampante longitudinal. Los arcos formeros son arcos ligeramente apuntados. Se encuentran peraltados casi 5 metros, pero su clave no alcanza la altura de la clave central por lo que el caballete de la bóveda desciende también en esta dirección (figura 8). Esta tipología se aleja enormemente de la presentada por Viollet le Duc, por un lado por la proporción de su planta pero sobre todo por la geometría apuntada de sus arcos diagonales.

La bóveda situada en el lado Este de la nave central es una bóveda sexpartita de planta cuadrada (figura 9). Todos sus nervios parecen tener la misma curvatura. Sus arcos ojivos son de medio punto con sus centros sobre la línea de imposta. Los perpiños se encuentran ligeramente más bajos que la clave central, por lo que el rampante de la bóveda desciende en su dirección longitudinal cerca de 30 cm. Los arcos de través se peraltan de nuevo ligeramente sobre la línea de imposta, del orden de 45 cm. Los formeros son arcos muy apuntados, siendo 80 cm más bajos en altura que la clave central. El caballete de la bóveda en la dirección transversales por tanto descen-

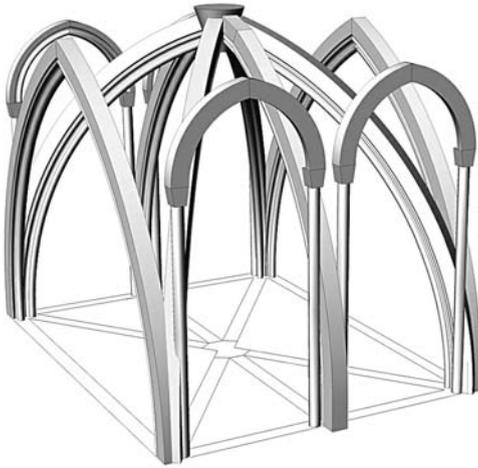


Figura 8  
Volumetría de las bóvedas del crucero de la catedral (dibujo de la autora)

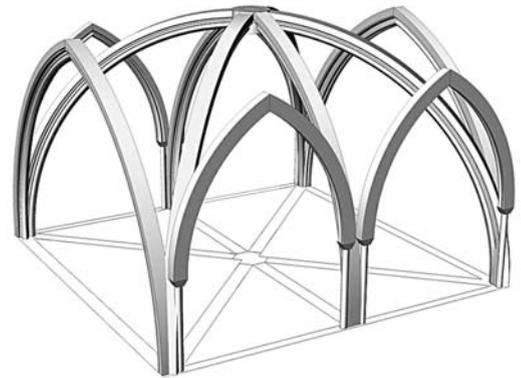


Figura 10  
Volumetría de la bóveda de la nave central situada al Este (dibujo de la autora)

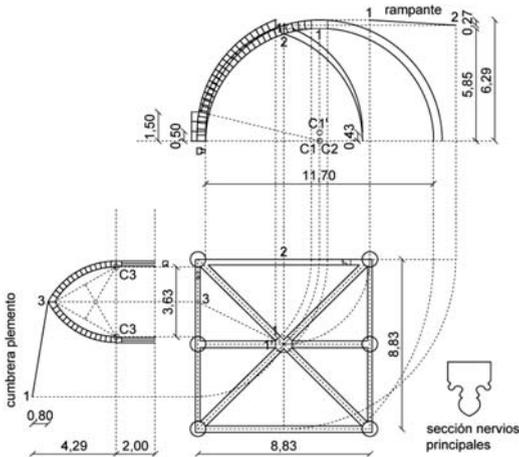


Figura 9  
Montea de la bóveda de la nave central situada al Este (dibujo de la autora)

dente. Es la que más se parece a la tipología de Viollet le Duc, aunque con una forma menos cupulada (figura 10).

La otra sexpartita de la nave central, la más cercana a los pies de la catedral, es un ejemplo curioso, que al igual que las del crucero, se aleja de los parámetros comúnmente utilizados en la geometría de las

bóvedas sexpartitas (figura 11). Aunque debería tener la misma forma y tamaño que la bóveda Este sobre el coro, su geometría es muy distinta. Sin embargo ambas bóvedas han sido consideradas históricamente iguales en todos los planos en los que han sido representadas. Su proporción en planta es rectangular. Sus arcos diagonales son rebajados y presentan una relación geométrica entre sus curvaturas. Estos arcos no se hacen rebajados para poder alcanzar la misma al-

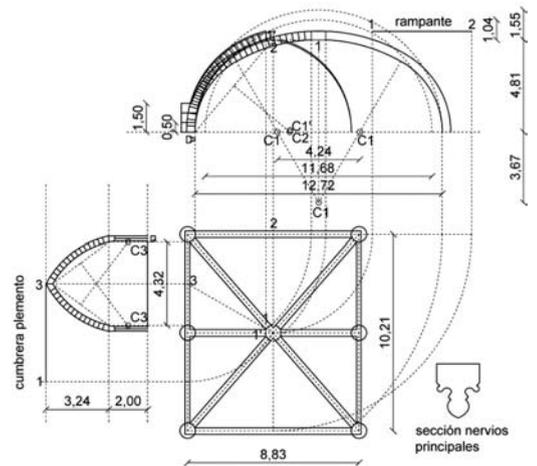


Figura 11  
Montea de la bóveda Oeste de la nave central de la Catedral de Cuenca (dibujo de la autora)

tura de la clave respecto de las demás bóvedas. Es la única que tiene su clave notablemente más baja, prácticamente 1 metro. Esta característica parece ser intencionada ya que ni la bóveda ni los muros sobre los que apoya presentan deformaciones relevantes.

Además la altura alcanzada por los perpiaños es variable en cada lado, descendiendo poco a poco para que el cambio de altura entre ambas bóvedas pase desapercibido y para evitar en lo posible superficies de plementería visiblemente descendentes desde el perpiaño hacia la clave. Su perpiaño Oeste tiene la misma altura que la clave. El arco perpiaño Este, que la separa de la otra bóveda sexpartita de la nave, se encuentra en una posición intermedia, está más alto que la clave pero más bajo que la altura que alcanza el otro arco perpiaño de la bóveda Este de la nave. Parece, por tanto, que el arquitecto quería bajar la altura general de edificio en la zona de los pies de la catedral. La decisión podría deberse a la conexión de la nave con la fachada principal. Es difícil saberlo ya que la fachada original desapareció en 1902, desmontada tras el hundimiento de la torre del Giraldo. Su fachada neogótica actual es completamente nueva, realizada según los diseños de Vicente Lampérez y Romea.

Los arcos perpiaños tienen la misma curvatura que el de través, que en este caso no está peraltado. Los formeros, peraltados 2 metros sobre la línea de imposta, son también apuntados. La bóveda tiene rampante horizontal en sus dos direcciones, por lo que su forma es plana y rebajada, completamente alejada del modelo violetiano (figura 12).

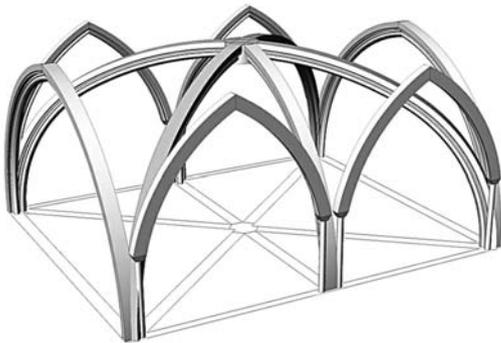


Figura 12  
Volumetría de la bóveda Oeste de la nave central de la Catedral de Cuenca (dibujo de la autora).

## ESTEREOTOMÍA DE LAS BÓVEDAS

### Jarjas y dovelas

Analizando las jarjas de unión de los tramos abovedados, aquellas donde se unen los cinco nervios (dos ojivos, un perpiaño y dos formeros), podemos distinguir una forma de talla común, aunque con ligeras diferencias en su morfología y tamaño (dependiendo de la tipología de bóveda en la que se encuentren). Los enjarjes están formados por grandes piezas. En algunos casos cada pieza de jarja tiene una altura de 50 cm y en otros llegan incluso a los 80 cm. A pesar de sus enormes dimensiones son piezas rectas. Para su talla se necesitan dos plantillas, una de ellas más adelantada que la otra y una escuadra con el ángulo necesario. Las jarjas solo están formadas por las molduras de tres de los nervios; el perpiaño y los dos ojivos. Los formeros están peraltados sobre columnas por lo que su arranque está muy por encima de las jarjas de los demás nervios.

Las jarjas de las bóvedas de presbiterio están formadas por dos piezas superpuestas con sus lechos en horizontal. Cada una tiene una altura de entre 45 y 50 cm. La última tiene su lecho superior también horizontal sobre el que se disponen las dovelas de cada arco. Las jarjas de las bóvedas del crucero están formadas por una sola pieza, de 80 cm de altura, cuyo lecho superior lleva una pequeña inclinación para re-

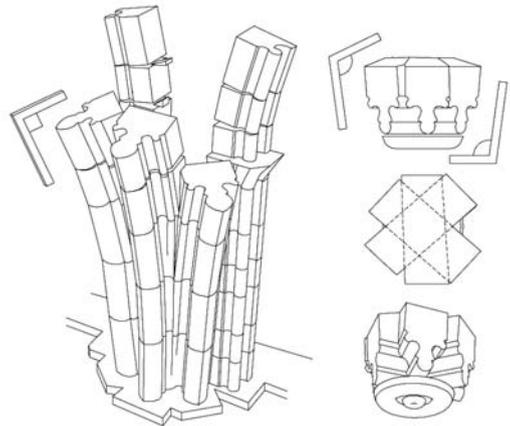


Figura 13  
Dibujo en 3D de la jarja entre las bóvedas de la nave principal, realizados a partir de la nube de puntos. Derecha: clave de la bóveda Este del presbiterio (dibujos de la autora)

cibir las dovelas de cada nervio. Las jarjas de las bóvedas de la nave central, están formadas por tres piezas superpuestas, de unos 50 cm cada una. La última de ellas con su lecho superior con las inclinaciones necesarias para recibir a cada nervio (figura 13).

Al analizar las dovelas se ha comprobado que son rectas en todas las bóvedas. Son piezas de aproximadamente 30 cm, probablemente recibidas en su trasdós con pequeñas cuñas que permiten ir curvando cada nervio.<sup>13</sup>Su sección varía mucho en tamaño y forma. Las del presbiterio tienen una sección alargada con el baquetón central redondo,<sup>14</sup>mientras que las de la nave tienen una proporción muy cuadrada, de canto reducido, con el baquetón central acabado en pico (figuras 5 y 9). Las bóvedas del crucero tienen la sección de sus nervios exageradamente grande en comparación con el tamaño de la bóveda. El baquetón central es redondo pero el canto es el doble que el ancho (figura 7).

### Claves

Las claves se componen de un cilindro central desde el que parten radialmente los seis brazos que componen los arcos de la bóveda. Son grandes piezas monolíticas. Los brazos tienen un desarrollo mínimo, son muy cortos y rectos. Al no tener curvatura se tallan con la ayuda de una escuadra. La inclinación del trasdós de los brazos de la clave continúa la curvatura del nervio hasta encontrarse con el cilindro central. De esta forma se garantiza el buen apoyo de la plementería, permitiendo la continuidad de su suave curvatura. Analizando todas las claves de las sexpartitas podemos ver pequeñas diferencias en su talla.

Los brazos de las claves de las bóvedas de la nave forman un ángulo recto con el eje del cilindro central. Los lechos que reciben a los nervios forman igualmente un ángulo recto con el eje de los brazos. Se requiere de pequeños ajustes in situ, por lo que la última dovela de cada arco tiene que ser necesariamente trapezoidal en su encuentro con la clave. De esta forma se resuelve la transición entre la curvatura de los arcos y los brazos rectos y horizontales de la clave.

Las claves de las bóvedas del presbiterio son iguales a las anteriores, con la única diferencia de tener la inclinación necesaria en la cara de testa de sus brazos, para recibir las dovelas de cada nervio. Los brazos siguen siendo rectos pero sus lechos se tallan inclinados (figura 13). En este caso no son necesarias

dovelas trapezoidales de transición entre la clave y los nervios.<sup>15</sup>

Las claves de las bóvedas del crucero tienen también sus brazos rectos y sus lechos inclinados para recibir a los nervios, pero sus brazos forman un ángulo agudo con el eje del cilindro central, para continuar la dirección de los nervios. Siendo las bóvedas mástrecas y pequeñas de lo normal, no es posible conseguir una buena concordancia entre la clave y los nervios si los brazos de la clave son horizontales.

### Plementería

La plementería presenta aparejo mixto, combinando hiladas a la francesa, con el grosor de sus plementos variable en forma de cuña, y a la inglesa, con hiladas de plementería de grosor constante. Este sistema permite corregir la dirección de sus plementos poco a poco. Las hiladas de plementería no tienen forma de arco sino que son planas. Forman en su conjunto superficies regladas. Las superficies de plementería suelen cerrarse con una hilada superior más estrecha, seguramente a modo de cuña que se golpeaba, con un martillo, para que entrase a presión en el hueco restante, creando la tensión necesaria en la superficie de plementería para que entrase en funcionamiento.

El primer tercio de plementería podría colocarse sin ayuda de medios auxiliares. A partir de ahí se podrían emplear puntales y tabloneros de madera, sin la colocación de grandes cimbras. Estos datos contradicen la teorías de Viollet le Duc que indica que las plementerías de la bóveda sexpartita tienen aparejo a la francesa, siendo superficies de doble curvatura, teniendo cada hilada forma de arco, con una flecha central aproximada de medio metro (en la hilada de mayor longitud) (Viollet le Duc [1854] 1996, 103-104).

### CONCLUSIONES

La catedral de Cuenca es una de las construcciones más originales del gótico primitivo en Europa. Analizada su geometría se concluye que se trata de un edificio donde se emplearon diferentes tipologías de bóveda sexpartita para adaptarse a las necesidades espaciales de cada crujía. La riqueza y variedad de estas bóvedas es impresionante y poco habitual dentro de un solo edificio.

Las bóvedas sexpartitas de la catedral que presentan mayores diferencias con el modelo de Viollet le Duc tienen sus arcos diagonales o bien apuntados o bien rebajados, pero no de medio punto, como indica el arquitecto francés. Por otro lado, el modelo viollettiano tiene sus rampantes descendentes, especialmente el de los arcos formeros, en cambio en la catedral de Cuenca observamos no solo rampantes descendentes sino también estrictamente horizontales en ambas direcciones. En las bóvedas de la cabecera los formeros son de medio punto, y en las demás ya presentan forma apuntada, tímidamente en los cruceros y muy marcada en las bóvedas de la nave central.

Del análisis de su estereotomía se extraen conclusiones también interesantes. La talla y el aparejo de sus bóvedas es primitivo, al igual que en las grandes sexpartitas francesas, las dovelas son rectas, probablemente recibidas con cuñas en el trasdós para curvarse siguiendo la forma de los arcos. Sus jarjas son también rectas. Sus claves son grandes cilindros con escaso desarrollo de sus brazos, igualmente rectos. No hay empleo del baibel en la talla de estas estructuras. Todas las piezas se tallan sin curvatura, con la ayuda de escuadras. Por el contrario podemos comprobar que hay estandarización en sus arcos. Teniendo todos los arcos la misma curvatura, se consigue una ventaja importante en la obra, se emplea la misma cimbra para todos ellos. Estas técnicas muestran el espíritu práctico de los constructores de las grandes catedrales buscando sistemas sencillos y flexibles para poder realizar estas complejas estructuras.

## NOTAS

1. Las partes altas del transepto delatan la mano de un taller diferente al que realizó la cabecera.
2. Viollet indica que los ojivos rebajados presentan mayores problemas en cuanto a su solidez estructural, geometría y ejecución de sus dovelas, por lo que dejaron de utilizarse por los primeros constructores góticos (Viollet Le Duc [1854] 1996, 35).
3. La clave de estos arcos se desplaza hacia arriba respecto de la altura que alcanzaría un arco de medio punto para cubrir esa luz, entre 1 y 3 veces el canto del nervio (Viollet Le Duc [1854] 1996, 28-29).
4. Los arcos de medio punto aplicados a perpiaños y formeros habrían sido un retraso por su mayor empuje y condicionarían la forma de las bóvedas teniendo demasiada diferencia de altura entre la clave central y los perpiaños y formeros (Viollet le Duc [1854] 1996, 36).
5. La forma de la bóveda tipo que presenta Viollet Le Duc es muy parecida a la volumetría que tienen las bóvedas del crucero de la catedral de Sigüenza (Palacios y Maira, 2013).
6. Viollet indica que esta solución es un caso menos habitual (Viollet le Duc [1854] 1996, 44-46).
7. Para conseguir este rectángulo se unen dos triángulos rectángulos por su diagonal. El triángulo de Pitágoras es el único con sus lados formados por números enteros, 3, 4 y 5 unidades.
8. El crucero norte se cubre con dos sexpartitas iguales. El crucero sur tiene la sexpartita situada en su lado norte visiblemente menor que las demás ya que la longitud total del brazo es menor que la del lado norte. Esta bóveda no corresponde a una proporción concreta, estando entre la sexquialtera y la dupla.
9. Estas bóvedas ya fueron estudiadas y publicadas por el profesor José Carlos Palacios Gonzalo en su libro *La cantería medieval. La construcción de la bóveda gótica española*. Sus conclusiones coinciden con la monea que aquí se presenta.
10. Su estudio fue publicado en las actas del VII Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Posteriormente se han revisado los resultados de la investigación durante la construcción a escala 1/3 de una de estas bóvedas en la asignatura de Taller de Construcción Gótica, llevado a cabo en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid por el profesor José Carlos Palacios. Esta experiencia docente me ha permitido comprobar que las diferencias entre las curvaturas de sus arcos eran despreciables tratándose de bóvedas de esta magnitud y siendo sistemas constructivos que absorben errores de ejecución con una facilidad asombrosa. Este trabajo práctico me permitió revisar estos datos, llegando a la conclusión de que todos sus arcos están estandarizados. Esto no supone una ventaja en la talla de las dovelas, que son todas rectas e iguales, pero sí permite utilizar la misma cimbra para todos sus arcos, simplificando enormemente el proceso constructivo.
11. Todas las sexpartitas de la catedral alcanzan aproximadamente los 20 metros de altura, a excepción de la bóveda Oeste de la nave central, la más cercana a los pies de la iglesia, cuya clave se encuentra casi un metro por debajo.
12. Los demás arcos tienen sus centros en la línea de imposta.
13. Con respecto al aparejo de las bóvedas primitivas, comenta Viollet Le Duc que las dovelas suelen tener un tamaño sorprendentemente reducido. La construcción con piezas pequeñas suponía un abaratamiento en el coste, facilidad de colocación a grandes alturas y mayor elasticidad de la construcción (Viollet Le Duc [1854] 1996, 49).

14. Estas dovelas han sido recubiertas parcialmente en algunos nervios con morteros, perdiendo su sección original, probablemente para reforzar las zonas más esbeltas. Podría deberse a la presencia de agrietamientos.
15. En la bóveda Este del presbiterio, todos los lechos de los brazos de la clave se han tallado con el mismo ángulo. Su inclinación permite una conexión perfecta con los nervios ojivos. En el caso del arco de través se necesita un ángulo mayor. El maestro cantero ha simplificado la pieza, considerando el mismo ángulo para todos los brazos, y ajustando una dovela en forma trapezoidal para realizar la unión de los arcos de través y la clave. En la clave del presbiterio Oeste, utiliza ángulos claramente distintos para los brazos que reciben los arcos de través y los que reciben los ojivos. Su talla es más compleja que la anterior y no requiere el empleo de dovelas en cuña.

#### LISTA DE REFERENCIAS

- AA.VV. 2009. *La Catedral de Santa María de Cuenca. Tres décadas de intervenciones para su conservación*. Madrid: Fundación ACS.
- Bechmann, Roland. [1981] 2011. *Les racines del cathédrales*. París: Payot.
- Chueca Goitia, Fernando. [1964] 2001. *Historia de la Arquitectura española. Edad Antigua y Edad media. Tomo I*. Ávila: Fundación Cultural Santa Teresa y COAM.
- Fitchen, John. [1961] 1981. *The Construction of Gothic Cathedrals. A Study of Medieval Vault Erection*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lambert, Elie. [1931] 1985. *El arte gótico en España*. Madrid: Editorial Cátedra.
- Lampérez y Romea, Vicente. 1909. *Historia de la Arquitectura Cristiana Española en la Edad Media. Tomo II*. Madrid.
- Maira Vidal, Rocío. 2011. «Bóvedas sexpartitas: Traza, estereotomía y construcción. Monasterio de Santa María de Huerta». *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción - Santiago de Compostela. Vol. II*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Palacios Gonzalo, José Carlos. 2009. *La Cantería Medieval. La construcción de la bóveda gótica española*. Madrid: Munilla-Lería.
- Palacios Gonzalo, J.C. y R. Maira Vidal. 2013. «Nuevas tecnologías de medición al servicio del Patrimonio: Sigüenza y Santa María de Huerta». *Actas del Congreso Internacional La Experiencia del Reuso. Vol I*. Madrid.
- Palomo Fernández, Gema. 2002. *La Catedral de Cuenca en el contexto de las grandes canterías catedralicias Castellanas en la Baja Edad Media. Tomos I y II*. Cuenca: Publicaciones de la Diputación provincial de Cuenca.
- Rabasa Díaz, Enrique. 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Akal ediciones.
- Viollet-Le-Duc, Emmanuel. [1854] 1996. *La construcción medieval*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Willis, Robert. [1842] 1910. *On The Construction of the Vaults of the Middle Ages*. London: The Royal Institute of British Architects.