

## **Bóvedas sexpartitas: traza, estereotomía y construcción. Monasterio de Santa María de Huerta**

Rocío Maira Vidal

La bóveda sexpartita aparece en los comienzos del gótico, entre los siglos XII y XIII. Es una bóveda de planta cuadrada con dos nervios diagonales y un tercero que la atraviesa en sentido transversal. Se utilizó para cubrir los grandes tramos cuadrados de las naves centrales. Fue la gran protagonista de los inicios del gótico y podemos encontrarla en la mayor parte de Europa. Tuvo una vida efímera, tras medio siglo de existencia desaparecería del gótico europeo. Este precipitado y extraño final ya fue señalado por Viollet Le Duc y Auguste Choisy.

Esta ponencia se centra en los aspectos constructivos y geométricos de las bóvedas sexpartitas del Monasterio de Santa María de Huerta. Fueron construidas entre 1215 y 1225, por un arquitecto desconocido probablemente de origen francés, constituyendo un ejemplo de la importación del primer gótico francés al territorio español.

En este estudio abordamos la traza geométrica de sus arcos y sus procedimientos constructivos. La disposición de las jarjas, el corte de sus dovelas y claves, los medios auxiliares utilizados para su construcción, y de manera singular la disposición del dovelaje de sus cuarteles de plentería de menor tamaño.

### **CONTEXTO HISTÓRICO**

El estudio de esta bóveda nos sitúa en un momento histórico concreto. En la primera mitad del siglo XII

se produce la expansión cisterciense en Castilla. La reconquista avanzaba hacia el Sur, y las actuales tierras sorianas constituían una comarca fronteriza en la que Alfonso VII el Batallador impulsó una verdadera repoblación. Para llevar a cabo esta labor fundó el Monasterio cisterciense de Cántabos en 1142 cerca de Deza, a pocos kilómetros de Almazán, pidiendo a Alberico, abad del Monasterio de Verduno (Verduns) en la Gascuña, que le enviase algunos regulares de su orden. Posteriormente, en 1162, los monjes se trasladarían a Huerta buscando tierras más fértiles y agua (Martínez Frías 1980).

En 1166 es elegido abad Don Martín de Finojosa, futuro obispo de Sigüenza, decisión que aseguraría la protección del Monasterio. Las importantes donaciones de los reyes y la poderosa familia Finojosa, muchas procedentes de la toma de Cuenca, aceleraron su construcción. En 1179 comenzaron las obras del monasterio, colocando la primera piedra Alfonso VIII (Martínez Frías 1980; Lambert [1931] 1985).

Martín Muñoz, sobrino de don Martín de Finojosa y mayordomo mayor de Enrique II, emprendió hacia 1215 las obras del refectorio. En 1223 su hijo, Diego Martín de Finojosa, contribuye con nuevas donaciones para la continuación de su fábrica. Es en este momento cuando comienzan las obras de la parte superior. (Martínez Frías 1980; Lambert [1931] 1985).

### CONSTRUCCIÓN DEL REFECTORIO. DOS ETAPAS Y DOS MAESTROS

Si observamos con detenimiento la construcción del refectorio, algunos detalles parecen indicarnos que se llevó a cabo en dos momentos distintos por dos maestros diferentes.

En un primer momento se construyó la parte inferior de la sala, hasta la línea de imposta, y posteriormente sus bóvedas. En el interior de la sala se puede comprobar que las columnas en ménsula de los arranques de las bóvedas no coinciden con el centro del entrepaño que separa los ventanales del cuerpo inferior. Esta falta de relación es una prueba evidente de un cambio en la idea del proyecto original para la cubrición de la sala. Aun así la disposición de las bóvedas se realizó con habilidad, probablemente por un maestro experimentado. Por otro lado, encontramos en el exterior detalles que apoyan igualmente esta tesis. Un contrafuerte de la fachada Este queda empujado en una de las ventanas, por lo que su erección es posterior a las partes bajas del edificio. Además el hastial Norte presenta diferente tipología en sus vanos (figura 1). (Lambert [1931] 1985,174; Martínez Frías 1980, 59-60)

El primer proyecto de cubrición no se conoce, aunque entre los investigadores podemos encontrar diferentes opiniones al respecto.<sup>1</sup> Si es una idea consolidada la construcción de cada fase por un maestro distinto. Lambert está seguro de que para la elevación de las bóvedas llegó al monasterio un nuevo maestro desde el Norte de Francia o quizá de Borgo-

ña. Podría haber participado también hacia la misma época en la cabecera de las Huelgas, las naves laterales de la Catedral de Cuenca o la Catedral de Sigüenza. (Lambert [1931] 1985,175)

Estas bóvedas son prácticamente coetáneas a las últimas grandes sexpartitas de Francia: las de Nôtre Dame de París, que fueron construidas en los años de transición entre el siglo XII y XIII.

El refectorio de Huerta en opinión de Lambert «...es sin duda una de las obras más puras y más elegantes de la arquitectura gótica francesa fuera de Francia.» (Lambert [1931] 1985,172)

### ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DE LAS BÓVEDAS SEXPARTITAS. METODOLOGÍA EMPLEADA

Para poder determinar los sistemas constructivos y la geometría de las bóvedas del refectorio del Monasterio de Huerta se ha procedido a su levantamiento riguroso.

Para ello se ha realizado la medición del refectorio empleando instrumentación de última generación que permite una toma de datos muy precisa. Se ha utilizado estación total láser, modelos Leica TCR1105 y Leica TCR805ultra.

Como resultado de las campañas de medición se obtuvo una nube de 26.945 puntos. Dicha campaña se desarrolló a lo largo de varios meses entre 2010 y 2011 contando con un total de 12 días de medición.

Los diferentes archivos elaborados tanto del interior como del exterior del edificio, se relacionan en-



Figura 1

Fotografía exterior de los contrafuertes de la fachada Este. Fotografía interior que muestra la falta de correspondencia entre columnas y entrepaños

tre sí con ayuda de algunos puntos señalados en el refectorio. El error máximo en la unión de los diferentes días de medición es de 0.003m.

Las dos bóvedas del refectorio situadas al Norte fueron medidas de manera pormenorizada, tomando nervios, claves, jarjas y plementería. Esta decisión nos permitía determinar los dos tipos de bóvedas con los que cuenta esta sala, la sexpartita propiamente dicha y una variante de la misma añadiendo un nervio más. Las dos bóvedas de la sala situadas al Sur se midieron de forma menos exhaustiva para poder corroborar los datos obtenidos en las primeras, tomándose solamente nervios, jarjas y claves con menor densidad de puntos (figura 2).

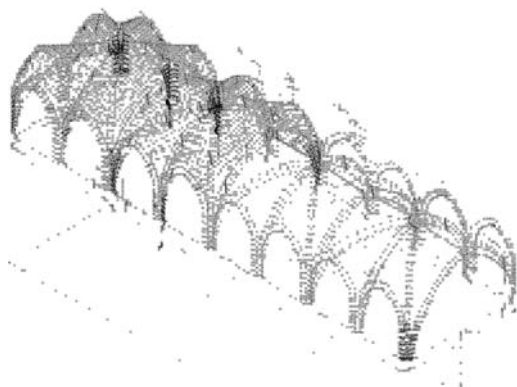


Figura 2  
Vista general de la nube de puntos elaborada

Se llevó a cabo también la medición en el exterior para comprobar la relación entre el sistema de contrarresto y la disposición de las piezas de las bóvedas.

Con el estudio y análisis de estos datos se pretende investigar el edificio desde el punto de vista constructivo con un enfoque inédito que aportará datos relevantes en la historia de la construcción de estas bóvedas. Esta investigación se encuentra dentro del marco de estudio de la tesis doctoral «Orígenes del gótico. Bóvedas sexpartitas».

## TRAZADOS REGULADORES

El refectorio se sitúa en la panda Norte del claustro formando ángulo recto, tal y como corresponde a la tipología cisterciense, flanqueado por la cocina y el calefactorio, ya desaparecido. (Martínez Frías 1980)

Sus dimensiones en planta son 9,48 metros por 34,10 metros de longitud, con una altura en las claves de 15,45 metros.

Para determinar la construcción de la bóveda primeramente hay que definir en profundidad sus trazas geométricas.

En la medición hemos comprobado que la planta de las bóvedas es un rectángulo casi cuadrado. Comparando sus medidas con la tabla de proporciones de Simón García (Palacios 2009, 85-87), encajan perfectamente con la proporción 8:7.

La geometría de estas bóvedas es muy sencilla: arcos de medio punto para los ojivos, y arcos apuntados en perpiaños y arcos de través. Todos ellos se trazan con su centro en la línea de imposta. La altura que alcanzan los ojivos determina por tanto la altura de la clave, por lo que los arcos de través suben hasta alcanzar este punto.

El espinazo de la bóveda no es horizontal en ninguna dirección. Los arcos perpiaños se encuentran 0,41 metros más bajos que las claves centrales. De esta forma el rampante desciende ligeramente desde la clave en el sentido longitudinal, teniendo la sala sección variable. El espinazo transversal tiene una pendiente pronunciada. En este caso su altura desciende 1,28 metros desde la clave. De esta forma la bóveda presenta ya la pendiente necesaria para desaguar en el exterior permitiendo prescindir de la cubierta de madera (figura 3). La teja va colocada directamente encima del trasdós de la bóveda. Esta solución supone un ahorro de material considerable aunque va en detrimento de la calidad. La presencia

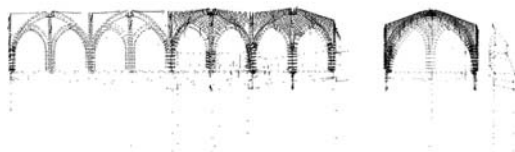


Figura 3  
Alzados longitudinal y transversal de la nube de puntos

de goteras es inevitable con el paso de los años, y por otro lado no se ventila el trasdós de la bóveda. La cubierta de madera también tiene la ventaja de proteger el proceso de construcción de las bóvedas de las inclemencias meteorológicas, ya que se colocaba antes de su inicio.

Los arcos formeros son arcos apuntados, y están peraltados 2.28 metros por encima de la línea de imposta para poder alcanzar la altura deseada. Los ventanales situados al Norte, en la cabecera de la sala, presentan dos arcos formeros de distinto tamaño a los demás. Son ligeramente más altos y anchos. Los arcos apuntados de los formeros tienen sus centros a 1/4 del ancho del vano desde sus salmeres.

Con estas sencillas trazas se puede realizar la moneja de la bóveda para proceder a su construcción (figuras 4 y 5).

Podemos encontrar similitudes de estas bóvedas con la geometría de las sexpartitas que planteaba Viollet Le Duc.<sup>2</sup>

Hemos comprobado que los arcos no están estandarizados, es decir, que son distintos entre sí.<sup>3</sup> La estandarización realmente facilita mucho la construcción de la bóveda, ya que permite con un solo baibel tallar las dovelas de todos los arcos. En esta bóveda no supondría una ventaja en su talla ya que como veremos más adelante no utilizaron baibel.

**ANÁLISIS PORMENORIZADO POR ELEMENTOS**

**Jarjas**

Para la medición de las jarjas se tomaron cuidadosamente todas las juntas de cada pieza. Cada una, dependiendo de su tamaño, puede estar definida por entre 300 y 500 puntos. Esto permite ver la forma de las plantillas utilizadas por los canteros medievales para poder tallar las piezas.

Las jarjas del refectorio de Santa María de Huerta tienen un tamaño considerable, ascendiendo entre 2,45 y 2,60 metros sobre la línea de imposta. Estos elementos tienen enorme complejidad ya que en ellos se unen todos los arcos formando piezas bastante grandes con los lechos en horizontal. El jarjamento crea un sólido empotramiento de los nervios en el muro, favoreciendo la estabilidad de la obra. (Palacios 2009, 107)

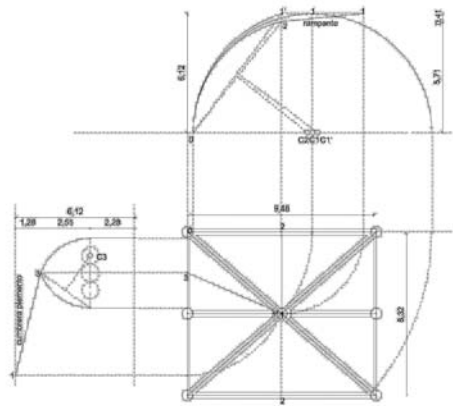


Figura 4  
Análisis geométrico de la bóveda sexpartita del refectorio

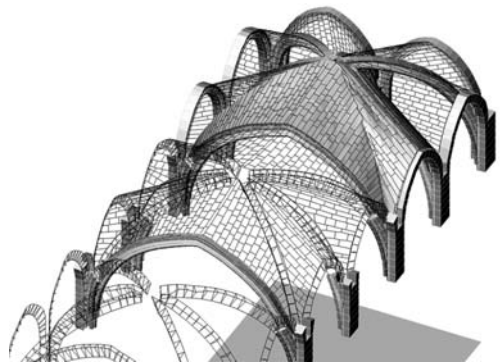
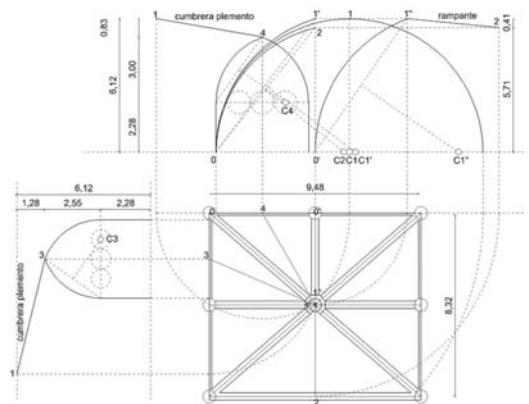


Figura 5  
Análisis geométrico de la bóveda sietepartita del refectorio. Perspectiva del conjunto

En el caso de Huerta encontramos cuatro tipos de jarjas distintas. Su talla supone controlar ciertos conocimientos de geometría, como veremos a continuación.

La más sencilla de ellas recoge el arco de través y los dos formeros (figura 6). Está formada por siete piezas. La última de ellas se talla con las pendientes necesarias para recibir cada uno de los nervios. Estas inclinaciones son diferentes para cada tipo de arco, ya que dependen de la curvatura que tenga. Es simétrica, lo que sin duda facilita su talla. En sus plantillas, al igual que en las demás jarjas, hay dos secciones de nervios, los formeros más pequeños, y los demás nervios de mayor tamaño todos con igual sección.

En las esquinas del refectorio encontramos dos tipos de jarjas distintas ya que necesariamente se tienen que adaptar al ángulo formado entre ojivo y formeros (figura 7): Las jarjas del hastial Norte unen los dos formeros en esquina con el arco diagonal. Están formadas también por siete piezas. El formero Este es más pequeño y bajo que el formero Norte que remata la cabecera de la sala. Además al ser la planta de la bóveda ligeramente rectangular observamos que a pesar de lo que parece la pieza no es perfectamente simétrica.

La esquina opuesta, en el lado Sur, presenta una jarja más compleja ya que es la unión de tres arcos muy distintos entre sí, lo que le da una forma notablemente irregular a cada plantilla. En este caso se unen un arco perpiaño con el ojivo y un formero. Las diferentes curvaturas provocan que los nervios se independicen de la jarja en diferentes momentos. En este caso el perpiaño solo forma parte de la jarja en sus cuatro primeras piezas, independizándose rápidamente. En cambio los otros dos nervios están formados por seis piezas en total.

La jarja más complicada es la que une los tramos de la nave (figura 8). Esta pieza nos indica el grado de conocimiento de los maestros canteros en la época. De ella salen cinco nervios, un perpiaño, dos ojivos y dos formeros. La altura de la pieza es de 2.60 metros y se divide también en siete partes. La última de ellas es especialmente compleja por las diferentes inclinaciones que tiene cada saliente para recibir a los nervios.

Conociendo la geometría de los arcos que forman la jarja, si se abaten dibujándoles su espesor, se puede ver el momento en el que se separan y por

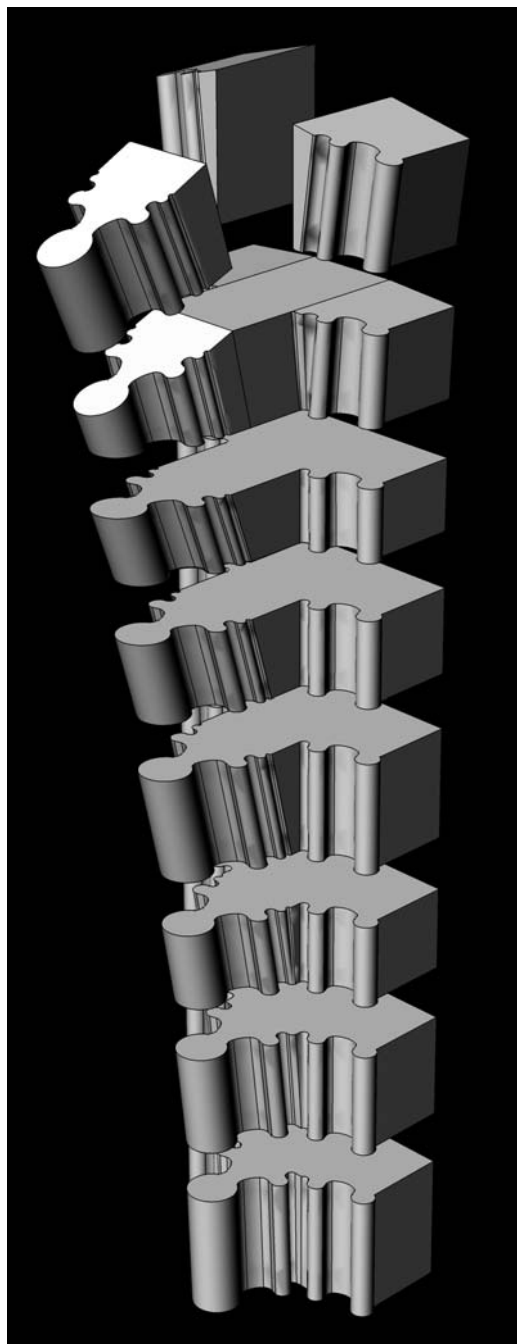


Figura 6  
Jarja sencilla, recibe tres arcos: dos formeros y el arco de través

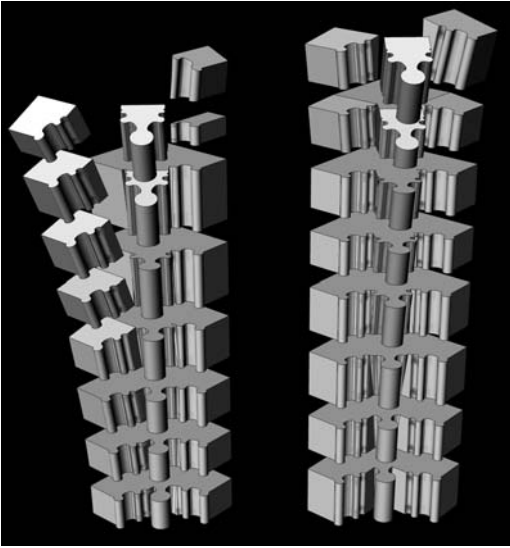


Figura 7  
Jarjas en esquina. A la izquierda la jarja del lado Sur, a la derecha la del hastial Norte

tanto la altura en la que se coloca el primer lecho inclinado. Después se procederá a dividir los arranques en el número de piezas deseado (Palacios 2009).

Trabajando simultáneamente con la nube de puntos obtenida del alzado y la planta de las jarjas se pueden determinar las plantillas que definen estas complejas piezas (figura 9).

Se ha corroborado que las piezas que forman las jarjas no tienen curvatura, son rectas. Su talla es el resultado de colocar la plantilla inferior y la superior ligeramente desplazadas. Después se elimina el material sobrante colocando una saltarregla con el ángulo correspondiente sacado del abatimiento de los arcos.

Las jarjas de las bóvedas sexpartitas de Huerta son las piezas más complicadas y singulares de su construcción. Teniendo en cuenta que se hicieron en la primera mitad del siglo XIII, suponen un conocimiento importante de geometría.

Es interesante observar la disposición de la plementería en las jarjas. Los nervios se van separando quedando un hueco entre ellos. La plementería se va disponiendo apoyada en cada arco dejando un espacio central que quedará relleno por cal y canto.

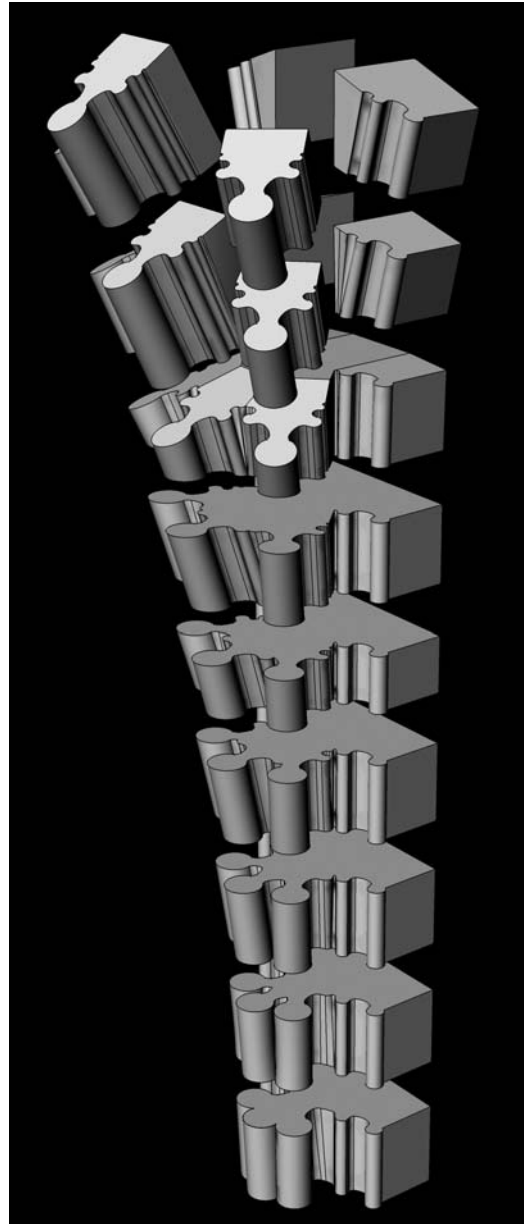


Figura 8  
Jarja de separación de tramos; recibe cinco nervios: dos formeros, dos ojivos y un perpiñaño

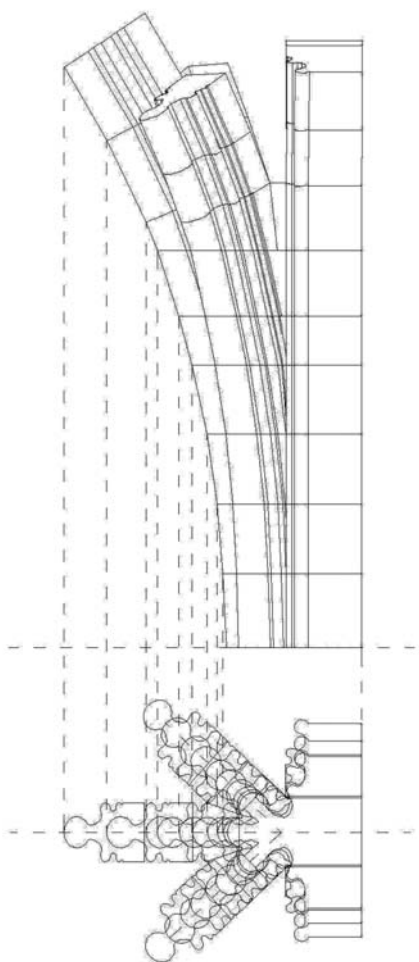


Figura 9  
Alzado y plantillas superpuestas de la jarja que recibe cinco nervios

### Estereotomía de los arcos

Las dovelas que forman los arcos de estas bóvedas sexpartitas son bastante pequeñas. Por un lado tenemos los nervios ojivos, perpiaños y de través, todos con la misma sección; su dimensión longitudinal varía entre 30 y 40 centímetros con un ancho de 33 centímetros. El canto de las piezas es de 54 centímetros. Por otro lado la sección de los arcos formeros es distinta. La parte visible

del arco sobresale 13 centímetros del muro. La dimensión de su canto es aproximadamente 40 centímetros.<sup>4</sup>

En estas bóvedas el arte de la estereotomía no se encuentra desarrollado completamente. El instrumento fundamental de la cantería es el baibel; una escuadra de brazos no articulados con uno recto y otro curvo que reproduce la curvatura del arco en cuestión. Cada arco queda definido con un baibel. Este instrumento permite prescindir de planos y cotas para la construcción de las piezas curvas que forman el arco (Palacios 2009), lo que evita errores que podrían acarrear enormes costes materiales. En las bóvedas del refectorio el baibel no se utiliza, ya que las piezas carecen de curvatura. Para conseguir estas dovelas solo se necesita una saltarregla como guía para tallar sus lados formando un ángulo recto.

La cuestión sería pensar entonces como han podido darle curvatura a cada arco si está formado por piezas rectas. En algunas zonas de la bóveda se ve de forma notable la variación del grosor de la junta en los planos de los lechos. Es decir, la junta es mucho mayor en la parte superior de la unión entre piezas que abajo. Suponemos por tanto que se ha recurrido a la colocación de cuñas entre cada dovela, de tal manera que se va consiguiendo poco a poco la curvatura del conjunto del arco (figura 10). Con una estrategia tan sencilla no era necesario tallar grandes piezas curvadas para construir la bóveda, lo que evitaba problemas en un momento incipiente dentro del desarrollo de la cantería.<sup>5</sup>

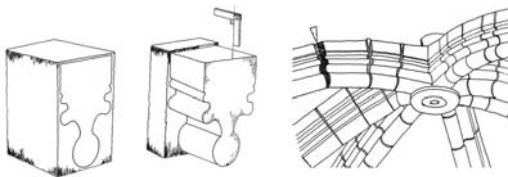


Figura 10  
Procedimiento de talla de las dovelas. Colocación de cuñas para conseguir la curvatura de los arcos

### Claves

Las claves se componen de un cilindro central desde el que parten radialmente los seis brazos que componen los arcos de la bóveda. En el refectorio de Huerta encontramos tres tipos de clave distintas respondiendo al número de nervios o la forma de su decoración.

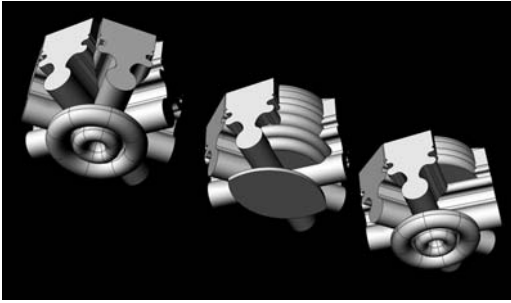


Figura 11  
Los tres tipos de claves del refectorio

En la bóveda sietepartita tenemos una clave de mayor complejidad: con un brazo más. El remate inferior decorativo tiene forma circular. Las otras tres bóvedas tienen una clave más sencilla, de seis brazos. Entre ellas encontramos dos tipos, unas rematadas inferiormente con medallones circulares florales y otra con decoración antropomorfa sobre forma almendrada (figura 11).

Las particularidades de todas ellas nos indican cómo fue su proceso de talla. Sus brazos son rectos; no tienen ninguna inclinación por lo que forman ángulo recto con el eje del cilindro central. Este detalle facilita enormemente su talla.

Primero se desbastará un paralelepípedo colocando en su cara superior la planta de la clave. Se cortan sus caras con la inclinación adecuada. Se talla la pieza desde su planta cuidando los ángulos y para terminar se coloca la plantilla de testa sobre cada nervio dándoles su forma.

La medición pormenorizada de la pieza ha permitido conocer la inclinación del trasdós de la clave. Cada brazo continúa la curvatura del nervio hasta encontrarse con el cilindro. De esta forma se garantiza el buen apoyo de la plementería (figura 12).<sup>6</sup>

Probablemente el cilindro central sobresalga para

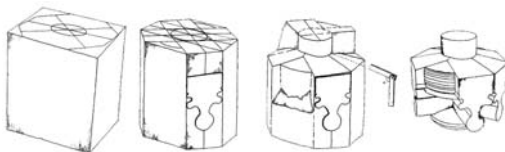


Figura 12  
Proceso de talla de las claves

encajar perfectamente con la plementería rematando la superficie de la bóveda en su trasdós.<sup>7</sup>

### Plementería

La plementería de estas bóvedas presenta aparejo a la francesa. Como es sabido, en este tipo de aparejo se dividen la mitad de los arcos donde apoya en n número de hiladas. Como los ojivos tienen mayor longitud que los arcos perimetrales, cada hilada de plementería debería tener lechos variables (Palacios 2009). En este caso observamos como los mampuestos que forman la plementería tienen siempre más o menos el mismo tamaño: 50 por 25 centímetros. Para resolver el error que se va acumulando, cada cierto tiempo se coloca una hilada en forma de cuña, e incluso a veces esta hilada se duplica a la mitad de su recorrido para poder alcanzar el ancho necesario.

La colocación de las plementerías comenzaría en las jarjas, elevándose al mismo tiempo desde ambos extremos para unirse en la cúspide. Para cerrar el paño se colocaba una última hilada en forma de cuña que absorbiese el error arrastrado desde cada lado.

Las superficies que generan están piezas no son alabeadas. En este caso las hiladas de plementos son planas por lo que forman en su conjunto una superficie reglada (figura 13). Respecto a las técnicas adoptadas para su colocación: nosotros nos decantamos por la teoría de Torres Balbás, contraria a los estudios de Viollet Le Duc y Fitchen (Palacios 2009, 112). Probablemente no se utilizaron grandes cimbras para su montaje: solamente se necesitan pequeños pies derechos a modo de apeos puntuales en algunas piezas hasta conseguir cerrar cada hilada, momento en el que pasa a ser autoportante.

En los arranques de los paños de plementería primero es suficiente con una sola pieza que se tiende entre los nervios. A medida que aumenta la elevación también lo hace la distancia entre los nervios, necesitando entonces 2 y 3 piezas sucesivamente. Estas primeras hiladas no necesitan ninguna ayuda auxiliar en su colocación. A medida que aumenta el número de piezas, la inclinación de los lechos se va acercando a la vertical, requiriendo entonces pequeños apoyos hasta que las juntas de mortero de cal se sequen.

Suponemos que la plementería apoya completamente a lo largo de todo el ancho de cada nervio ya



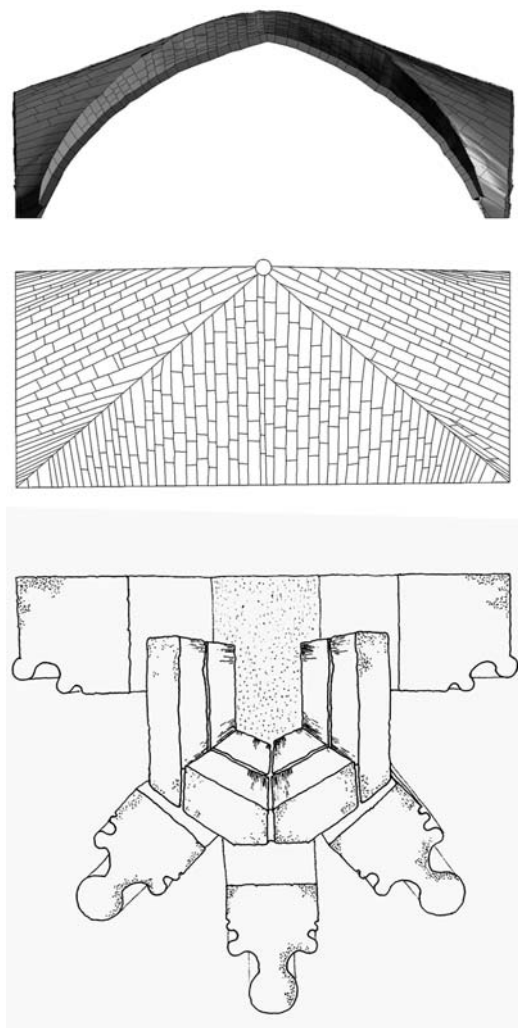


Figura 13  
Forma y despiece de la plementería. Disposición de los plementos sobre jarjas y nervios

que estos probablemente no tendrán cola en su trasdós.<sup>8</sup>

Aunque no hemos podido corroborarlo de manera fehaciente, planteamos la hipótesis de que el canto de los plementos es aproximadamente 18 centímetros de ancho.<sup>9</sup>

### Sistema de contrarresto

Los datos obtenidos en el exterior del edificio nos han permitido comparar la correspondencia entre los elementos que forman la bóveda y el sistema de contrarresto diseñado.

Encontramos dos tipos de contrafuertes. El mayor de ellos corresponde a las jarjas de cinco nervios, coincidiendo con el perpiño que separa las bóvedas entre sí. Los contrafuertes pequeños coinciden con las jarjas de tres nervios: a las que llega el arco de través.

Los estribos grandes tienen variable su sección: se van estrechando con la altura. La relación entre el interior y el exterior viene explicada en la figura 14. Destacamos aquí que la posición de la jarjas coincide con el tramo recto del contrafuerte al exterior.

Los estribos pequeños tienen sección constante. Comienzan en la línea de imposta y precisamente por ello parecen un refuerzo posterior: según Lambert son el resultado del cambio en el sistema de abovedamiento.

### Proceso de Montaje

El proceso de montaje del refectorio de Huerta debió de realizarse en diferentes fases. Primero se ejecutaría el cuerpo inferior, sin el sistema de contrarresto, tal y como hemos indicado anteriormente.

En una segunda fase se comenzarían las jarjas y se añadiría el sistema de contrarresto. Una vez dispuesto el jarjamento, se construiría una plataforma de tablonos de madera a la altura de los lechos inclinados de las jarjas. Aquí se dibujaría la crucería de la bóveda y se situaría la clave central elevándola a la altura correspondiente apoyada en un pie derecho. (Palacios 2009). Entre la clave y las jarjas se dispondrían las cimbras de madera para los nervios.

Nuestra experiencia práctica en construcciones de bóvedas nos dice que es realmente difícil conseguir que los nervios salgan derechos al apoyarlos sobre la cimbra. Por ello suponemos que la forma del nervio podría indicar la posibilidad de una doble cimbra hecha con dos delgados tablonos que atrapan las piezas impidiendo que se desplacen describiendo pequeñas curvas. Estos tablonos podrían unirse en de-

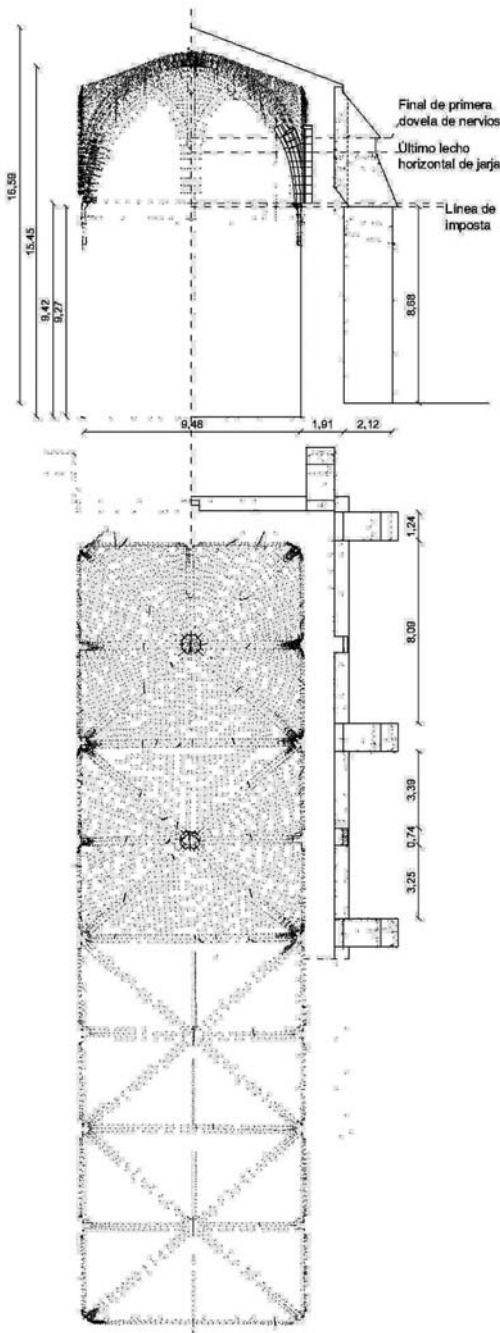


Figura 14  
Relación entre las bóvedas y el sistema de contrarresto

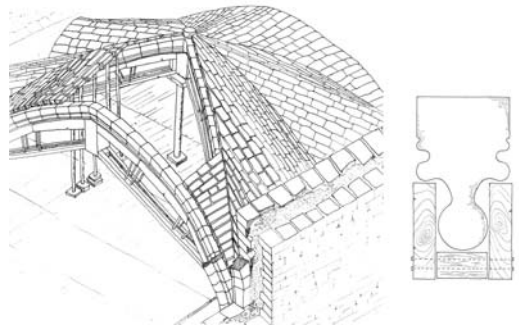


Figura 15  
Propuesta de cimbra. Imagen del montaje de la bóveda.

terminados puntos con pequeñas piezas de madera (figura 15).

Una vez montados los arcos se tiende la plementería tal y como hemos planteado anteriormente, sin cimbras pero con pequeños apeos, lo que supone un ahorro de material considerable. Cuando ya está todo colocado es el momento de descimbrar la bóveda para que entre en carga.

**CONCLUSIONES**

Las bóvedas sexpartitas del Monasterio de Huerta, construidas a principios del siglo XIII, son un ejemplo de la importación del primer gótico francés a nuestro país.

Su sistema constructivo ha resultado ser muy interesante. La geometría de las bóvedas que determina su monte es muy sencilla, y no presenta estandarización de nervios. Este dato por otro lado es lógico, ya que sus dovelas no tienen curvatura; por tanto, el baibel, herramienta imprescindible en las grandes obras de cantería, no ha sido utilizado en esta ocasión. Sin baibel, con todas las piezas rectas e iguales, no hay riesgos de equivocaciones. Los nervios se van curvando mediante un sistema muy simple, la colocación de pequeñas cuñas entre sus lechos.

Las claves son igualmente rectas aunque su trasdós presenta una ligera pendiente para recibir correctamente el apoyo de la plementería continuando su suave curvatura.

La plementería está formada por mampuestos dis-

puestos con aparejo a la francesa. Las hiladas son rectas formando superficies regladas. Suponemos que para su realización no se recurrieron grandes cimbras, sino que se recurrió a pequeños apeos puntuales hasta ir cerrando cada hilada.

Lo más destacable de estas bóvedas son sus impresionantes jarjas, de 2,60 metros de altura, formadas por la superposición de siete piezas. En la sala podemos encontrar cuatro tipos de jarjas distintas. La más complicada de todas ellas recibe cinco nervios. Las piezas no tienen curvatura por lo que para su talla solo se han necesitado dos plantillas y la saltarregla.

A pesar de la aparente complejidad del conjunto hemos podido comprobar como con pequeñas decisiones la construcción se simplifica enormemente, dando lugar a una de las salas de mayor calidad arquitectónica en nuestro país.

## NOTAS

1. Elie Lambert opina que las bóvedas del primer proyecto serían como las del refectorio de Mont-Saint-Michel (Lambert [1931] 1985,174), es decir, dos naves con bóvedas cuatripartitas separadas por una hilera de columnas. Por otro lado José María Martínez Frías se decanta por una bóveda de medio cañón apuntado sobre fajones, como los refectorios de Valbuena, La Oliva, Rueda y Sacramenia. (Martínez Frías 1980, 59)
2. La geometría y la relación entre las alturas que alcanzan los diferentes arcos es similar, en cambio en el estereotipo que plantea Viollet no tienen peralte los arcos formeros. (Viollet Le Duc 1996,33-34)
3. No hay estandarización típica francesa, es decir, con sus arcos trazados a partir de la semicircunferencia y con todos los centros en la línea de imposta. Estandarización inglesa tampoco, los arcos no están inclinados ya que todos salen tangentes a la línea de imposta; ni el modelo alemán, con un arco que da forma a la totalidad de la bóveda. (Palacios 2009, 57-67)
4. La relación entre el canto de los arcos y el lado de la bóveda podría ser un dato interesante. Al menos en el tardogótico, según Rodrigo Gil (Palacios 2009), los nervios tenían un tamaño determinado dependiendo de esta distancia. En este caso tenemos dos secciones distintas. El formero tiene una relación de  $L/22$  y los demás nervios de  $L/16$ , siendo  $L$  la media de los lados de la bóveda (Palacios 2009).
5. Este recurso es especialmente evidente en los arcos que tienen que alcanzar rápidamente la altura de la clave

central, como el arco suplementario de la bóveda siete-partita o los arcos de través.

6. Si se tallan las claves sin esa inclinación en su trasdós, al apoyar las plementerías sobre ellas se produciría una línea de inflexión y un cambio brusco en la pendiente que estropearía la imagen de la bóveda.
7. Así encontramos las claves en el trasdós de las bóvedas de la cabecera de la iglesia, y aunque son anteriores a las del refectorio probablemente sean semejantes.
8. Esta era la forma de apoyar las plementerías en las bóvedas francesas del siglo XIII (Palacios 2009). Además, en las jarjas que se conservan semidestruidas de las antiguas naves laterales de la iglesia del monasterio, podemos ver nervios de sección semejante, sin cola, donde apoyan los plementos directamente. Probablemente estas bóvedas son posteriores a las del refectorio.
9. El refectorio ha sido objeto de restauraciones en diversas ocasiones a lo largo del siglo XX. En 1920, el arquitecto Manuel Aníbal llevó a cabo un refuerzo de las bóvedas por su trasdós con rasilla y cemento, colocando teja nueva en la cubierta (Aguerri, 1994). La plementería de la bóveda siete-partita tiene un agujero cerca de la clave que parece ser debido a un desprendimiento de un pequeño plemento. Se ha medido la profundidad del hueco con la estación, obteniendo un espesor de 18 centímetros. Es probable que el rayo laser esté rebotando en el cemento del trasdós aplicado en la restauración. Al no ser este dato obtenido completamente fiable, hemos comprobado según la forma de disponer la plementería el grosor máximo que podría tener, que debería ser la mitad del grosor del nervio sobre el que apoya tal y como se ve en la figura 13, por tanto el valor se encuentra entre 17 y 18 centímetros.

## LISTA DE REFERENCIAS

- Aguerri, Fernando; J. Ibargüen. 1994. *Plan Director del Monasterio Cisterciense de Santa María de Huerta. Tomo I: Recopilación documental y reconocimiento previo*. Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Turismo. Dirección General de Patrimonio y Promoción Cultural.
- Azcárate, José María. 1996. *Arte gótico en España*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- 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.

- Martínez Frías, José María. 1980. *El gótico en Soria. Arquitectura y Escultura Monumental*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca. Publicaciones de la Excm. Diputación Provincial de Soria.
- Palacios Gonzalo, José Carlos. 2009. *La Cantería Medieval. La construcción de la bóveda gótica española*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- 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. 1996. *La construcción medieval*. Madrid: Instituto Juan de Herrera. ETS de Arquitectura de Madrid.
- Willis, Robert. [1842] 1910. *On The Construction Of The Vaults Of The Middle Ages*. London: The Royal Institute of British Architects.