

Sobre la construcción de pechinas de cantería. El caso de Armenia

Ana López Mozo
Miguel Ángel Alonso Rodríguez
José Calvo López
Enrique Rabasa Díaz

Choisy situaba en las ruinas de Gerasa el ejemplo más antiguo de bóveda vaída y llamaba la atención sobre el corte de piedra de sus pechinas (Choisy [1883] 1997, 90-92). La solución canónica en Occidente para cubrir un crucero emplea pechinas como superficies de transición entre la planta cuadrada que definen las embocaduras de las naves y la planta circular de la imposta de la cúpula. Estas pechinas son porciones de la esfera que definen los arcos perimetrales, cuyos paralelos determinan las juntas aparentes entre hiladas, en las que se apoyan unos lechos normalmente troncocónicos. Sin embargo, según Choisy, los lechos de las pechinas de Gerasa son «simples superficies planas» que convergen en la diagonal transversal, a la altura del arranque de la bóveda, de manera que las juntas aparentes entre hiladas estarían inclinadas: si las pechinas fueran esféricas serían circunferencias y las hiladas husos de altura variable. Choisy no precisa si estas pechinas son esféricas o no, pero las dibuja como tales y representa todas sus hiladas iguales (figura 1).¹

Un reciente viaje de investigación a Armenia ha permitido documentar ejemplos construidos y comprobar que, en muchos casos, la forma de las pechinas armenias y las leyes que gobiernan la disposición de sus juntas no siguen la pauta de la solución canónica antes enunciada y podrían tener similitudes con el caso de Gerasa. Así, este trabajo pretende analizar los casos armenios, apoyándose en el levantamiento riguroso de su configuración geométrica y corte de

piedra, y situarlos en el contexto de la historia de la construcción en cantería.²

CANTERÍA ARMENIA

En la Armenia actual se advierte una patente escasez de arbolado. Sea cierta o no la teoría de Strzygowski (1923, 8), quien explicaba la deforestación de la zona por el suministro de madera a Mesopotamia, lo que es claro es que pronto existió la necesidad de utilizar piedra y, por tanto, construcción abovedada. En la capital, Yerevan, se sigue empleando piedra hoy en día a gran escala en cerramientos de fachada en edificios de viviendas de varias alturas. Junto al material disponible para construir, es importante considerar que la ubicación geográfica de Armenia procuraría una estrecha relación con Bizancio, la antigua Persia y la provincia romana de Siria.

La intervención del arquitecto armenio Trdat en Constantinopla puede ser una muestra de la intensidad de las relaciones entre Armenia y Bizancio. Trdat, a quien se ha atribuido la construcción de la catedral de Ani entre 989 y 1001 y las iglesias principales de los monasterios de Sanahin y Haghpat en la segunda mitad del siglo X, sería el encargado de dirigir las reparaciones en la cúpula de Santa Sofía tras los daños producidos por los movimientos sísmicos del año 989. Las fuentes armenias señalan que maestros griegos habían intentado repetidamente reconstruir la cúpula, pero fue el arquitecto armenio

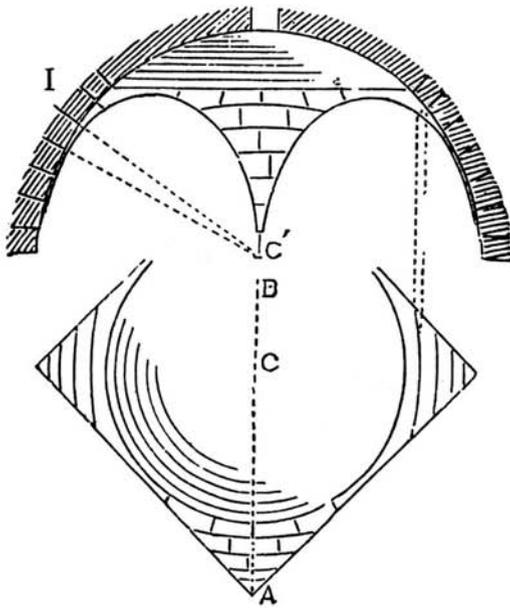


Figura 1
Bóveda vaída en las Termas Occidentales de Gerasa. Hipótesis de configuración de lechos (Choisy [1883] 1997, 91) (foto de Ignacio Arce)

Trdat, que estaba entonces en Constantinopla, quien presentó una planta y una maqueta y consiguió el encargo. Las obras acometidas con éxito por Trdat consistieron en la reconstrucción del sector occidental de la cúpula y el refuerzo del arco de esa zona. La experiencia del arquitecto en la construcción de cúpulas sobre pechinas, que había experimentado en Ani, Sahnin o Haghpat, pudo ser determinante en la adjudicación de la obra de Santa Sofía. Estos proyectos tan relevantes darían a Trdat una fama inusual, lo que explicaría quizá que sea uno de los pocos arquitectos medievales mencionado en fuentes contemporáneas (Maranci 2003).

Las conexiones entre Armenia y la provincia romana de Siria podrían ser más patentes a partir del análisis que esta comunicación ofrece de las pechinas armenias y sus posibles similitudes con las de Gerasa. Persia dominó Armenia entre los años 428 y 640: quizá la experiencia persa en abovedamiento en adobe fue trasladada a la piedra por los maestros armenios.

La cantería armenia dispone un relleno de sillarejo y mortero entre dos caras de sillaría. Ésta ha sido la forma habitual de construcción de muros de piedra en Occidente, pero en Armenia se extiende a todo el edificio, incluidas las bóvedas. El sistema facilita que la forma externa y la interna tengan mayor independencia (Baltrusaitis 1929, 73 y ss; Baltrusaitis 1936, 13). En los muros, los sillares presentan unos lechos de muy poca profundidad, filetes de solo unos centímetros, pero en su parte central la masa de piedra es mayor y evita emplear mucho relleno. Aunque las juntas son rectas y los lechos son horizontales, se observa con mucha frecuencia que en algunos lugares se ha alcanzado un punto de la hilada avanzando por dos lados con alturas distintas, y se ha resuelto el encuentro con piezas especiales, a veces de formas difíciles o dimensiones muy pequeñas. Es decir, en los muros el trabajo no se apoya en una planificación previa, sino que se procede a tallar lo necesario para la colocación inmediata. En las bóvedas los lechos parecen ser algo más profundos, quizá para facilitar el apoyo.

Quizá este modo de construir tenga que ver con el *opus emplectum* romano, pues aunque Armenia fue provincia romana plena sólo entre 114 y 118 d.C., siempre tuvo una estrecha relación con el Imperio. Los sillares de los muros con la masa de piedra creciente hacia el centro se comportarían, a otra escala,

como el *opus reticulatum*, cuyas piezas troncopiramidales facilitarían el enlace con el relleno.

PECHINAS ARMENIAS

Las primeras aproximaciones a la idea de pechina como transición entre una forma poligonal y una circular eran ya construidas en forma de tosca «falsa» bóveda vaída por los etruscos en Vetulonia en el siglo VII a.C. (Frothingham 1894) (figura 2).³ En ejecuciones más cuidadas el primer ejemplo documentado es el ya mencionado de la bóveda vaída pétreo en las termas de la antigua Gerasa en la provincia romana de Siria en el siglo II. Como superficies de transición independientes de la bóveda que soportan fueron ya construidas en el llamado templo de Minerva Médica y en las termas de Caracalla en Roma en el s. III, y en Santa Sofía en Constantinopla en el s. VI, en una configuración que se repetiría con frecuencia después en Occidente para solucionar la cubrición de un crucero.

En Armenia los ejemplos más antiguos de iglesias con cúpula suelen construir ésta, ya sea de paños o aproximadamente esférica, sobre tambor poligonal que se apoya en los arcos del crucero mediante trompas cónicas o cilíndricas. Entre los casos más tempranos están las iglesias de Santa Hripsime en Ejmiacin y San Step'anos en Lmbatavank', ambas



Figura 2
Tumba del Diavolino en Vetulonia, s. VII, reconstruida en el jardín del Museo Arqueológico de Florencia (www.canino.info)

del siglo VII (Cuneo 1988, 98 y 254). Pero también hay algún ejemplo de esta época con cúpula sobre pechinas, como es el caso de la catedral de T'alín, de la primera mitad del siglo VII. Por otro lado, los constructores armenios muestran una maestría excepcional en la ejecución de transiciones entre líneas curvas y rectas. En las trompas aparentemente cilíndricas del *gavit* (atrio cubierto) de Goshavank se aprecian generatrices curvas intermedias. En el *scriptorium* de Sanahin cuatro arcos naciendo de los puntos medios de los lados de una habitación cuadrada soportan cuatro pechinas sobre las que apoya una cúpula circular rematada finalmente en un óculo octogonal: es decir, pasaron de un cuadrado a otro girado y de éste a un círculo para terminar con un octógono.

De los ejemplos armenios documentados en el viaje de investigación mencionado al principio, se ofrece aquí el estudio detallado de los cinco más significativos. La toma de datos métricos se ha hecho mediante fotogrametría digital de imágenes cruzadas. Una vez obtenidas las coordenadas de los puntos por fotogrametría, se ha promediado en CAD tridimensional una superficie adaptada a cada pechina. A continuación se ha trazado la sección por los planos diagonales y se ha buscado su naturaleza geométrica. La proyección de puntos de pechinas y su correspondiente sección diagonal sobre un plano paralelo a ésta ha resultado clarificadora en el proceso de determinación de la configuración de los lechos.

Siguiendo un orden cronológico de mayor a menor antigüedad, comenzaremos por la iglesia de San Grigor, construida en el siglo VII en el convento de Harichavank. Un reducido espacio de planta cuadrada, del que sólo sobresalen cuatro pequeños ábsides rematados con bóveda de horno, está cubierto por una cúpula semiesférica sobre pechinas. Según Cuneo, el tambor y la cúpula serían posteriores (1988, 248). Los arcos perimetrales presentan una directriz peraltada, pero podría no tratarse de arcos de medio punto elevados, sino de algo más elaborado, de trazado oval o elíptico. La sección diagonal de las pechinas podría estar formada por arcos de círculo con centros al nivel del arranque y los lechos podrían ser planos convergentes hacia dichos centros, paralelos a la diagonal transversal de la planta. Las alturas de hilada son diferentes en cada pechina y en pechinas distintas. La hilada superior resuelve la transición entre el sistema inferior de lechos inclinados y la imposta cir-

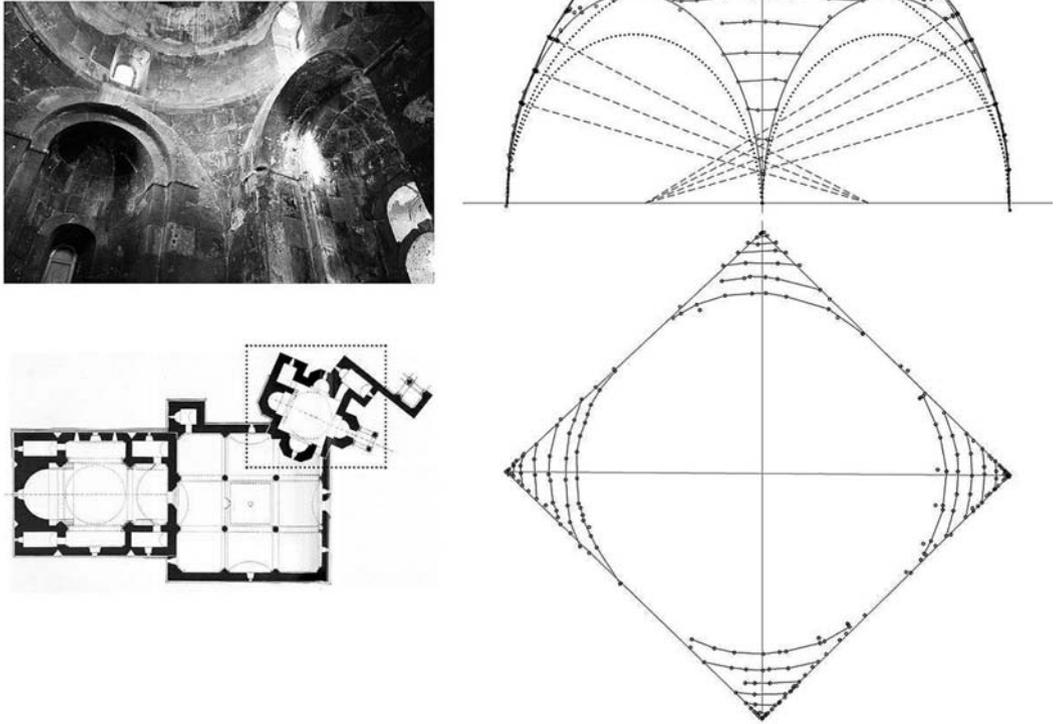


Figura 3
Iglesia de San Grigor en Harichavank s. VII (foto y levantamiento de los autores 2012) (planta de Cuneo 1988, 248-249)

cular horizontal donde apoya el tambor, por lo que su altura es evidentemente variable (figura 3).

El espacio principal de la iglesia de la Santa Cruz en el monasterio de Haghpat, posiblemente construida por el arquitecto armenio Trdat en la segunda mitad del siglo X (Maranci 2003, 294), está cubierto por una cúpula semi-esférica sobre tambor y pechinas. Los arcos perimetrales y las secciones diagonales de las pechinas son escarzanos y podrían pertenecer a una misma esfera con centro por debajo del plano de arranque. Los lechos podrían ser planos convergentes hacia dicho centro, paralelos a la diagonal transversal de la planta. Las pechinas están formadas por cinco hiladas de alturas diferentes, como en el caso anterior. Otra vez la última hilada

antes de la imposta presenta altura variable al tener la junta inferior inclinada y la superior horizontal (figura 4).

La iglesia de San Amenaprkich en el monasterio de Sanahin, construida en la segunda mitad del siglo X y atribuida también al arquitecto armenio Trdat (Maranci 2003, 294), tiene un crucero de planta irregular. Las secciones diagonales de las pechinas y los arcos perimetrales tienen una configuración similar a la del ejemplo anterior, del mismo arquitecto: podrían pertenecer todos a una esfera con su centro por debajo del plano de arranque. Los lechos podrían estar contenidos en planos convergentes hacia dicho centro, paralelos a la diagonal transversal de la planta: la irregularidad estaría aquí absorbida por una penúltima

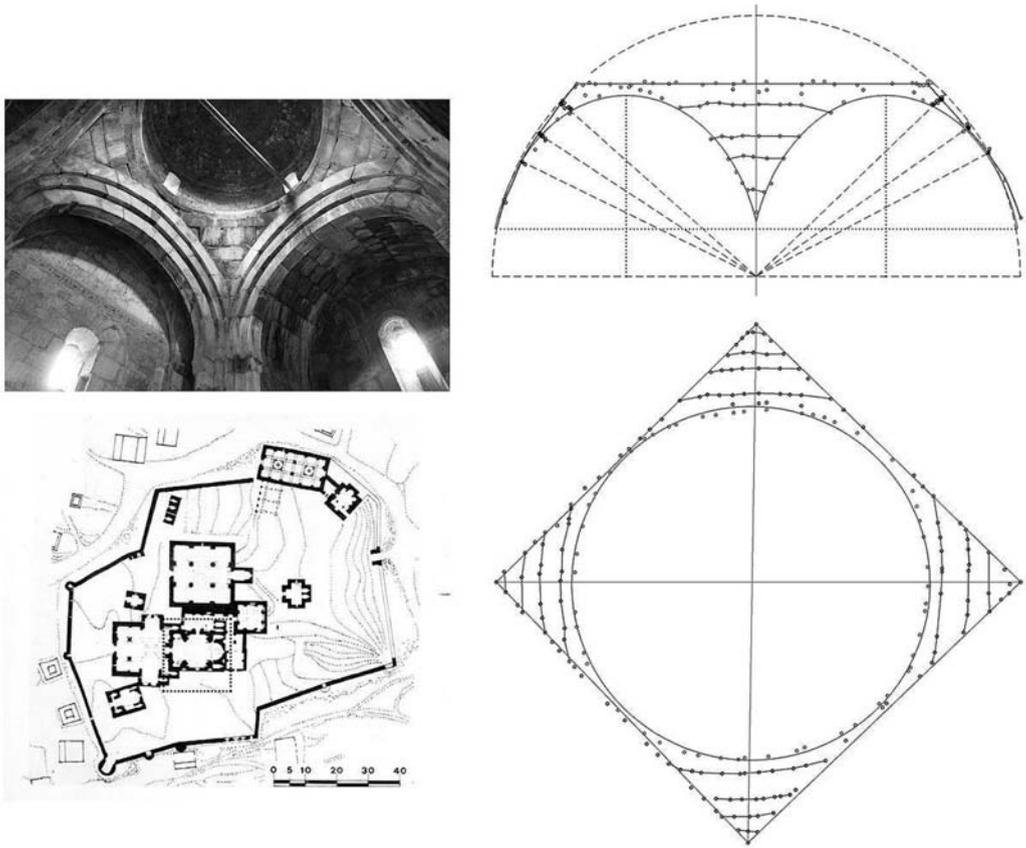


Figura 4
Iglesia de la Santa Cruz en el monasterio de Haghpat s. x (foto y levantamiento de los autores 2012) (planta de Cuneo 1988, 302-303)

hilada de altura variable antes de la última horizontal sobre la que apoya la imposta. Las pechinas tienen cinco hiladas de alturas diferentes (figura 5).

El *gavit* o atrio cubierto de la iglesia anterior, San Amenaprkich, en el monasterio de Sanahin, fue construido en 1181 (Cuneo 1988, 290). Siguiendo la configuración típica de estas antesalas de las iglesias armenias, cuatro pilares exentos soportan arcos y pechinas de apoyo de la cúpula, en este caso formada por paños cilíndricos. La sección diagonal de las pechinas podría ser rectilínea y los lechos planos paralelos y equidistantes perpendiculares a la sección diagonal. En consecuencia, las hiladas tienen altura constante. El acuerdo entre este sistema y la imposta horizontal no está en este caso en-

comendado a una última hilada de altura variable, sino a un relleno dispuesto en los lugares necesarios (figura 6).

San Astvatsatsin, iglesia principal del convento de Harichavank, fue construida en 1201 (Cuneo 1988, 248). El crucero está cubierto por una cúpula semi-esférica sobre tambor y pechinas. Los arcos perimetrales presentan una directriz apuntada. La sección diagonal de las pechinas podría estar conformada por arcos de círculo con su centro situado por debajo del plano de arranque. Los lechos serían planos paralelos a la diagonal transversal y en las hiladas inferiores convergerían hacia los centros de la sección diagonal, salvo el último antes de la junta horizontal, que tiene menor inclinación y partiría

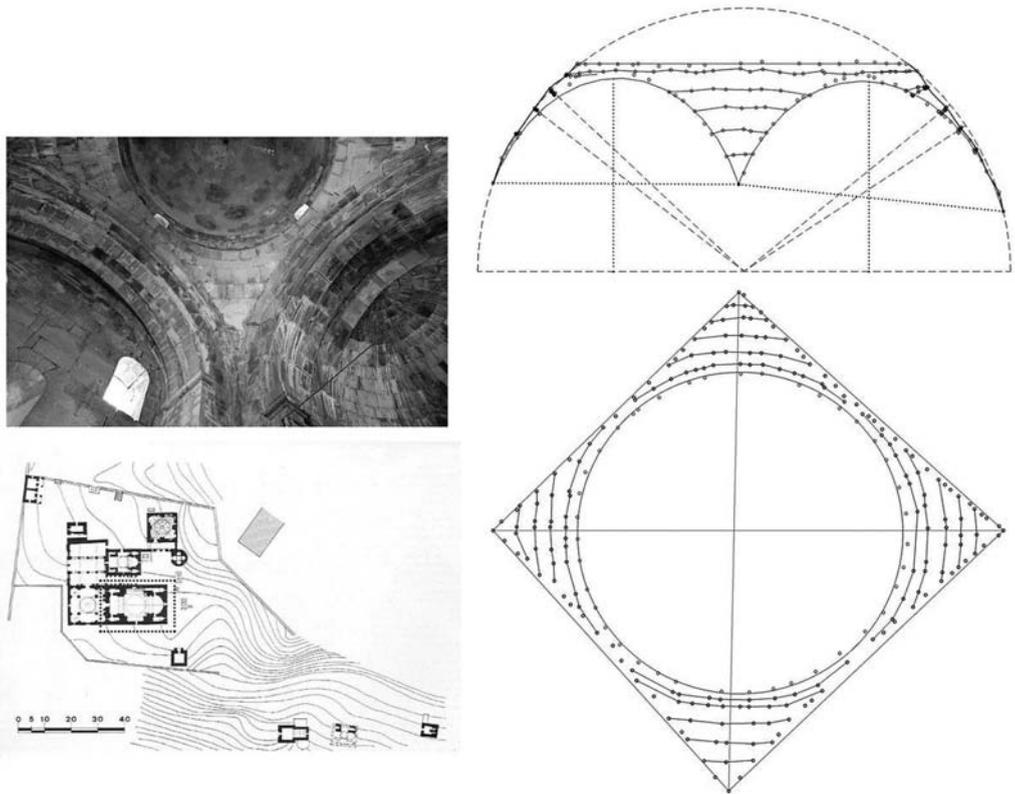


Figura 5
Iglesia de San Amenaprkich en el monasterio de Sanahin s. x (foto y levantamiento de los autores 2012) (planta de Cuneo 1988, 291)

del arranque de la pechina opuesta, quizá para facilitar la transición hasta la siguiente junta horizontal. Las pechinas tienen cinco hiladas de alturas diferentes (figura 7).

CASOS NO CANÓNICOS POSTERIORES EN OCCIDENTE

En Occidente también existen ejemplos de pechinas de cantería con despiezos no canónicos. Es el caso de la Sacristía Mayor de la catedral de Sevilla, ejecutada siguiendo inicialmente trazas de Diego de Riaño y finalmente cerrada por Martín de Gaínza en 1543 (Pinto 2001, 157-171). No se trata, como han señalado algunos autores, de la primera esfera de nuestro Renacimiento: en 1525 estaba ya terminada la bóveda vaída de la Sacristía de la catedral de Murcia (Calvo

et al. 2005, 85). La última hilada de las pechinas antes de la imposta presenta altura variable, apreciable a simple vista, lo que nos habla de un sistema constructivo diferente en las hiladas inferiores, con juntas aparentes inclinadas (figura 8). En consecuencia, no sería de aplicación en este aparejo el procedimiento de trazado propuesto por Vandelvira ([ca. 1575-1591] 1977, Título 96). Quizá la talla de la ornamentación que incluyen estas pechinas aconsejó la disposición de lechos sensiblemente ortogonales a la superficie.

La bóveda plana del sotacoro del Monasterio de El Escorial, cerrada en 1583, se apoya por medio de pechinas en los arcos carpanel perimetrales. En este caso las hiladas de las pechinas son horizontales, pero su centro no está en el eje de la bóveda: las juntas aparentes son arcos de circunferencia también horizontales

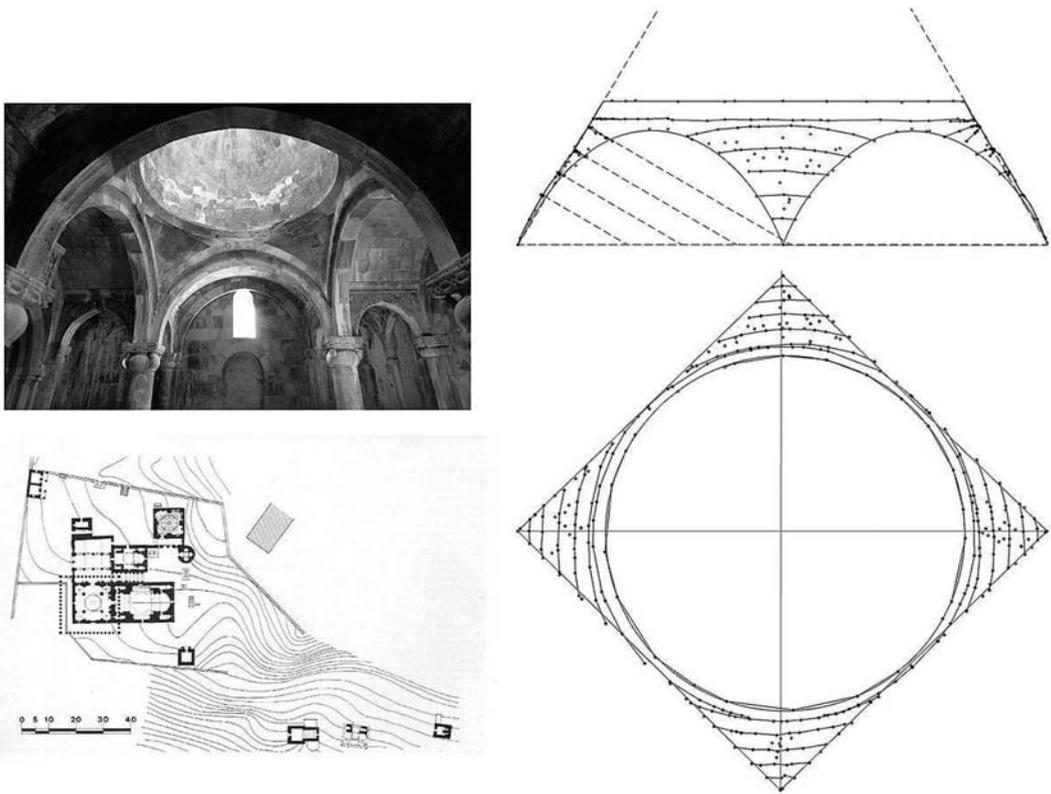


Figura 6

Gavit o atrio cubierto de la iglesia de San Amenaprkich en el monasterio de Sanahin (s. xi) (foto y levantamiento de los autores 2012) (planta de Cuneo 1988, 291)

que se apoyan en la sección diagonal y en los dos correspondientes arcos torales y tienen por tanto el centro desplazado respecto al eje. Por este motivo, la hilada de transición entre pechinas y zona central presenta un ancho variable apreciable a simple vista (figura 9). La cara vista de las dovelas de esta zona es una superficie ligeramente alabeada, seguramente tallada por aproximación (López Mozo 2009, 360-365).

La capilla del Hospital de la Concepción en Burgos, construida entre 1619 y 1626 con trazas de Juan de Naveda (Losada Varea 2007, 176-184), está cubierta por una media naranja sobre pechinas, todo ello de cantería. En las pechinas se aprecia a simple vista una hilada superior de altura variable, que nos habla de juntas entre hiladas consecutivas inclinadas en la parte inferior. Quizá aquí también la talla de la ornamentación aconsejó esta disposición de lechos (figura 10).

CONCLUSIONES

Dos de los casos estudiados podrían haberse trazado a partir de una concepción geométrica previa de la forma de la pechina, aquéllos que se atribuyen al arquitecto armenio Trdat, que se ocupaba de las reparaciones de Santa Sofía a finales del siglo x. Se trata de las iglesias principales de los monasterios de Haghpat y Sanahin (figuras 4 y 5) y en ambas se adaptarían a un casquete esférico, pues el centro está por debajo del arranque, produciendo arcos perimetrales y secciones diagonales escarzanos. La sección diagonal en el resto de los ejemplos estudiados no se aproxima al caso canónico y en uno de ellos es casi recta (figura 6), pero en todos resulta determinante en la configuración de los lechos, que se trazarían en planos sensiblemente ortogonales a

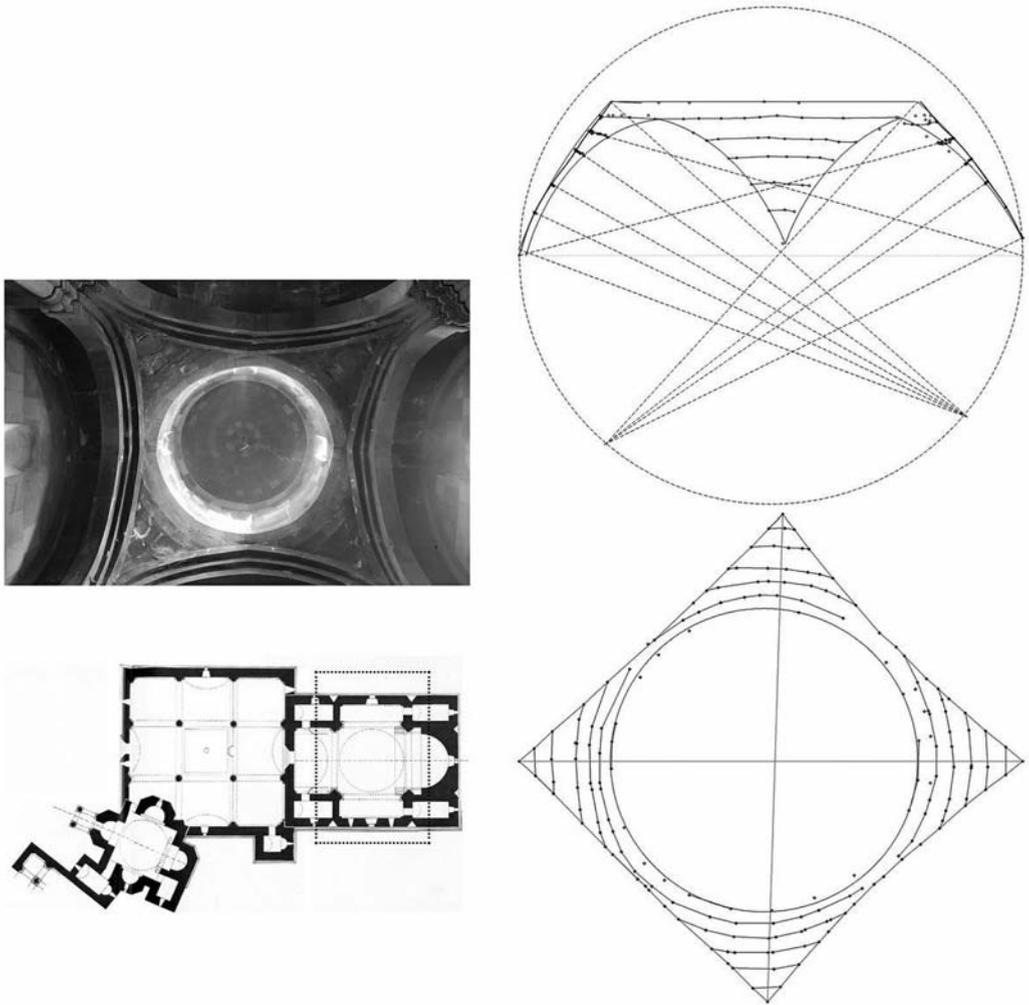


Figura 7

Iglesia de San Astvatsatsin en el convento de Harichavank 1201 (foto y levantamiento de los autores 2012) (planta de Cu-neo 1988, 248-249)

ella. Por otro lado, la corta longitud de las juntas aparentes entre hiladas consecutivas de las pechinas ha dificultado determinar el arco que definen: sí se ha podido hallar, sin embargo, su inclinación aproximada.

Los casos de pechinas estudiados no coinciden exactamente con la hipótesis de Choisy sobre Gerasa, pero sí presentan un despiece con juntas inclinadas entre hiladas. La reiteración de esta solución in-

dica que los constructores armenios habían llegado a sistematizar un procedimiento específico para resolver la transición de la planta cuadrada del crucero a la circular de una cúpula.

Por otra parte, dada la falta de regularidad en las alturas de las diferentes hiladas de una pechina, podemos considerar que el procedimiento empleado no se basaba en la obtención y uso de un sistema de plantillas. En consecuencia, no servirían de forma



Figura 8
Pechinas en la Sacristía Mayor de la catedral de Sevilla
(foto de los autores 2007)

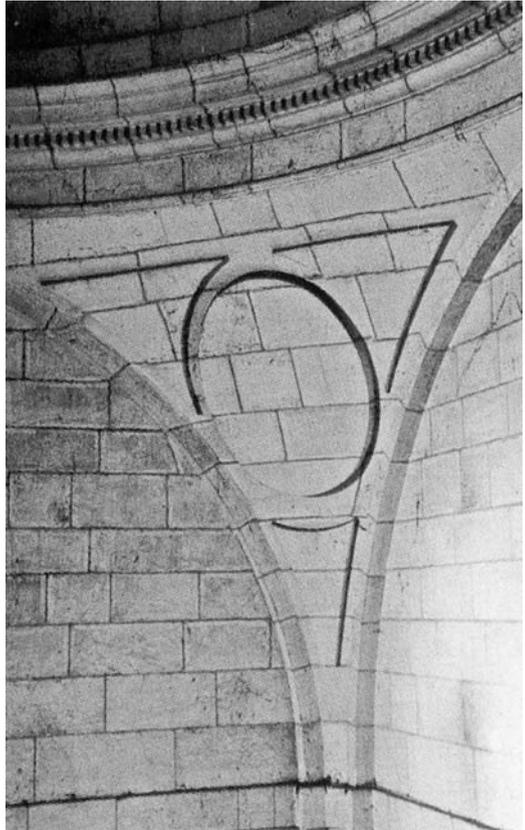


Figura 10
Pechinas en la capilla del Hospital de la Concepción en Burgos (Losada Varea 2007, 94)

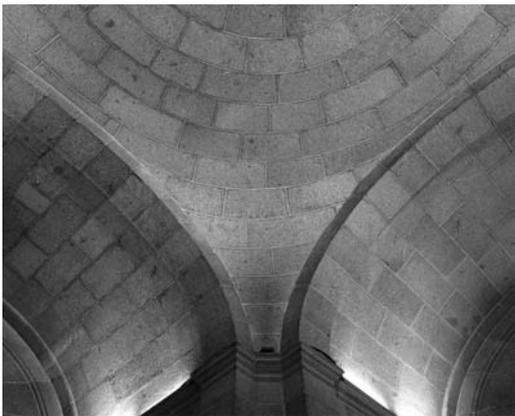


Figura 9
Pechinas en el sotacoro del Monasterio de El Escorial (López Mozo 2009, 364)

general los procedimientos que después desarrollaría el Renacimiento español. Una hipótesis razonable sería considerar que lo que vemos es el resultado de un modo de construir que permite una gran libertad en la forma de la pechina y en sus condiciones de contorno: los arcos perimetrales pueden seguir cualquier directriz, ya sea de medio punto, escarzana o apuntada y la sección diagonal puede ser recta o curva de cualquier forma, permitiendo situar a diferentes alturas la base de la cúpula. El acuerdo con la imposta se resuelve en una última hilada de transición o con relleno interpuesto en los lugares necesarios, como en el *gavit* del monasterio de Sanahin (figura 6). La talla requiere trabajo in situ, como ocurre con los muros.

Quizá esta forma de hacer es un procedimiento derivado de la construcción de trompas cónicas, que en Armenia centró la primera etapa de soluciones al problema de situar una cúpula sobre una planta cuadrada. Según Strzygowski (1919, 363-368), esta tradición de construcción de trompas podría tener relación con Persia y Asia Central.

El análisis de algunos ejemplos significativos de pechinas armenias nos permite concluir que el proceso parece apoyarse casi exclusivamente en un control por medio de líneas, sin concepción geométrica previa de la superficie, como habría venido sucediendo en muchos períodos de la historia de la construcción, no sólo en el gótico (López Mozo, Rabasa, Sobrino 2011). Por otro lado, esta comunicación pretende también llamar la atención sobre la necesidad de cuestionar la configuración formal y constructiva de algunos ejemplos de pechinas que tradicionalmente se han venido adscribiendo al caso canónico de triángulos esféricos con hiladas horizontales.

NOTAS

1. Choisy no explica cómo ha conocido que los lechos son planos que se dirigen al centro de la planta. Como veremos, no es fácil determinar esto con seguridad, incluso con fotogrametría digital de imágenes cruzadas. Quizá Choisy consiguiera situar la vista en ese punto y dirigir visuales sobre una regla, para garantizar que los planos pasan por la posición del ojo.
2. Este trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto de Investigación «Construcción en piedra de cantería en los ámbitos mediterráneo y atlántico. Análisis de ejemplos construidos» (BIA2009-14350) del Plan Nacional de I+D+i, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación. Queremos expresar nuestra gratitud a Ignacio Arce, quien puso a nuestra disposición abundante documentación fotográfica sobre la bóveda vaída de las termas de Gerasa.
3. Isidoro Falchi informaba sobre los descubrimientos realizados en las excavaciones que dirigió en Vetulonia desde 1886 y especialmente durante 1891 en *Notizie degli Scavi*, 1892, pp. 381-405 y 1893, pp. 143-161.

LISTA DE REFERENCIAS

- Baltrusaitis, Jurgis. 1929. *Études sur l'art médiéval en Géorgie et en Arménie*. Paris: Ernest Leroux.
- Baltrusaitis, Jurgis. 1936. *Le problème de l'ogive et l'Arménie*. Paris: Ernest Leroux.
- Calvo López, José et al. 2005. *Cantería renacentista en la catedral de Murcia*. Murcia: Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia.
- Choisy, Auguste. [1883] 1997. *El arte de construir en Bizancio*. S. Huerta y J. Girón (ed.). Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.
- Cuneo, Paolo. 1988. *Architettura armena dal quarto al diciannovesimo secolo*. Roma: De Luca.
- Frothingham, A. L. 1894. «A Primitive Dome with Pendentives at Vetulonia». *The American Journal of Archaeology and of the History of the Fine Arts*, Vol. 9, No. 2 (Apr. - Jun., 1894), pp. 213-216.
- López Mozo, Ana. 2009. «Bóvedas de piedra del Monasterio de El Escorial». Tesis doctoral inédita, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid.
- López Mozo, Ana; Rabasa Díaz E. y M. Sobrino González. 2011. «La línea en el control material de la forma». *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Santiago de Compostela*. Santiago Huerta et al (ed.). Vol. 1, p. 743-754. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Losada Varea, Celestina. 2007. *La arquitectura en el otoño del Renacimiento: Juan de Naveda (1590-1638)*. Santander: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria.
- Maranci, Christina. 2003. «The Architect Trdat: Building Practices and Cross-Cultural Exchange in Byzantium and Armenia». *Journal of the Society of Architectural Historians*, Vol. 62, No. 3 (Sep., 2003), pp. 294-305.
- Pinto Puerto, Francisco. 2002. *Las esferas de piedra. Sevilla como lugar de encuentro entre ciencia y arte en el Renacimiento*. Sevilla: Diputación de Sevilla.
- Strzygowski, Josef. 1918. *Die Baukunst der Armenier und Europa*. Viena: Kunstverlag Anton Schroll and Co.
- Strzygowski, Josef. 1923. *Origin of Christian Church Art. New facts and principles of research*. Oxford: Clarendon Press.
- Vandelvira, Alonso de. [ca. 1575-1591] 1977. *Tratado de Arquitectura de Alonso de Vandelvira*. Geneviève Barbé - Coquelin De Lisle (ed.). Albacete: Caja Provincial de Ahorros.