

BÓVEDAS CONSTRUIDAS COMO ARCOS EN LA ARQUITECTURA DE BALDOMAR

VAULTED CEILINGS BUILT LIKE ARCHES IN THE ARCHITECTURAL WORKS OF BALDOMAR

Pablo Navarro Camallonga, Enrique Rabasa Díaz

doi: 10.4995/ega.2018.8606

El auge de la Corona de Aragón en el siglo xv va a propiciar en la arquitectura notables progresos. El caso del maestro Francesc Baldomar (activo entre 1425-1476) es probablemente el más destacado en Valencia, pues dirigirá las obras más significativas de la ciudad. En estas, además, demostrará su maestría y su avanzado control de la geometría aportando soluciones de gran complejidad, e incluso un nuevo tipo de bóveda.

PALABRAS CLAVE: BÓVEDAS. TRAZAS. GÓTICO. TARDO-GÓTICO. CANTERÍA

The rise of the Crown of Aragón in the 15th century paved the way for some major breakthroughs in architecture. Francesc Baldomar (active between 1425-1476) is probably the most prominent master stonemason in Valencia, having overseen construction of the city's most emblematic works of architecture. These works gave him an opportunity to demonstrate his expertise and his sophisticated mastery of geometry providing solutions of great complexity, and culminating in a novel style of vaulted ceiling.

KEYWORDS: VAULTED CEILINGS. TRACES. GOTHIC. LATE-GOTHIC. STONEMASONRY



Las obras de Baldomar se presentan como un corpus repleto de tipologías poco usuales y de dificultad técnica, como esviajes, esquinas y bóvedas aristadas –distinguiremos entre bóveda de arista, la intersección de dos cañones, y bóveda aristada, la que, siendo semejante a una bóveda gótica convencional, no tiene nervios–. Esto no es un caso aislado, sino una tendencia a lo largo del siglo xv en la Corona de Aragón, y con particular intensidad en Valencia 1.

Las obras más significativas de Baldomar: La Catedral, el Portal de Quart y Santo Domingo de Valencia

De las intervenciones en la *arcada nova* de la catedral de Valencia (1458-1472), las partes atribuidas a Baldomar responden a tipos poco comunes: el arco en rincón, la bóveda aristada de acceso al Miguelete y los dos ventanales en esviaje que dan a la nave central (Fig. 2).

El Portal de Quart (1444-1451) está también repleto de casos constructivos singulares: caracoles de Mallorca, pechinas, la bóveda de arista del paso inferior y la bóveda aristada de la tribuna (Figs. 1 y 3).

La Capilla Real del convento de Santo Domingo (1439-1463) es la obra más importante en Valencia hacia mediados del siglo xv. Aquí la bóveda aristada alcanza su máxima dimensión, cubriendo un espacio de 10,95 x 21,89 m (Fig. 4). Además, se muestra también la habilidad en otros detalles de la obra: la bóveda esquifada de acceso, las de los cenotafios, de la sacristía y la escalera, entre otros.

A la vista de estos ejemplos es evidente que los tipos empleados

en la obra de Baldomar poco tienen que ver ya con la construcción de acuerdo con los principios del *opus francigenum*. Se puede decir que su arquitectura se mueve en un estadio posterior, que, aun no siendo renacentista, es ya distinto y está emancipado del originario proceder constructivo gótico.

Las tipologías, la montea y los tratados posteriores

Los tipos puestos en práctica por Baldomar precisan del trabajo de obtención de plantillas para el posterior labrado de piezas. Estas plantillas o “motles” (Tolosa y Zaragoza, 1996) se obtienen a partir de dibujos realizados en obra que llamamos monteas. Estos han llegado en ocasiones hasta nuestros días, pero no es el caso de Baldomar 2.

No obstante, para el conocimiento de los hábitos gráficos propios de la cantería disponemos de la tradística que se desarrolla entre el siglo xvi y el siglo xviii, cuando deriva en una estereotomía compleja bajo los principios de la geometría descriptiva. Este corpus recoge algunas experiencias de la tradición medieval que se pueden identificar con soluciones utilizadas por Baldomar (Figs. 5 y 6).

Obtención de plantillas y recursos gráficos

En la obra de Baldomar destacan dos grupos de aparejos: por un lado, las bóvedas de arista y esquifadas (tipologías donde la superficie que define el espacio viene dada por la intersección de dos cilindros) y por otro, un grupo más amplio en sus variantes, que es el de los arcos, del cual derivarán las bóvedas aristadas.

The works of Baldomar manifest themselves as a body of work replete with unusual designs and technical difficulty, such as obliques, groined corners and vaults – we distinguish between groin vault, the intersection of two barrels, and groined vault, where, as with conventional Gothic vaults, there are no ribs. This is not an isolated case *per se* but rather was part of a new tendency that prevailed throughout the 15th century during the rule of the Crown of Aragon, and was particularly prevalent in Valencia 1.

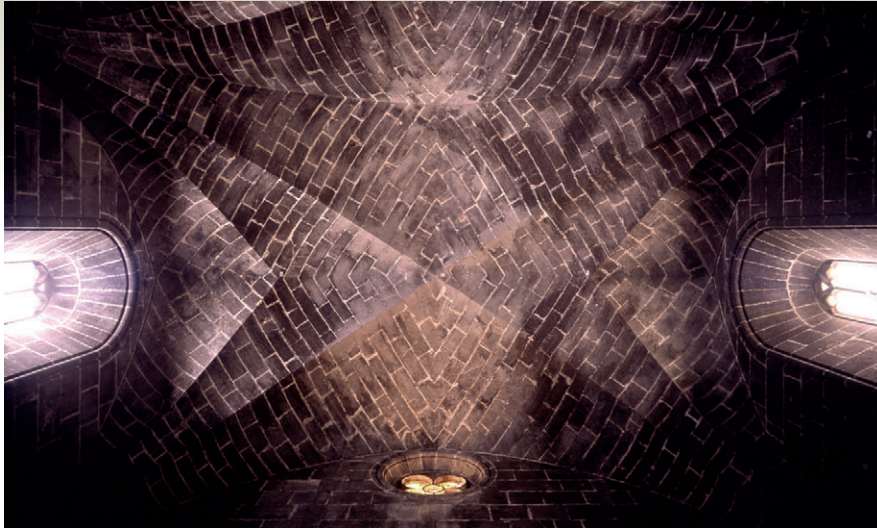
The most significant works of Baldomar: Valencia Cathedral, the Quart City Gates and the Santo Domingo Convent in Valencia

Of the interventions on the *arcada nova* or new arcade in Valencia Cathedral (1458-1472), the parts attributed to Baldomar are quite unusual: the corner arch, the groined vault accessing the Miguelete and the two oblique picture windows that look out over the central nave (Fig. 2).

The Torres de Quart city gates (1444-1451) are also brimming with singular architectural features: “*Majorca*” spiral staircases, spandrels, the groined vault of the lower passageway and the groined vault of the gallery (Figs. 1 and 3).

The Royal Chapel at the former Santo Domingo Convent (1439-1463) is the most noteworthy example in Valencia of mid-15th-century architecture. Here the groined vault reaches its maximum extent, covering an area of 10.95 x 21.89 m (Fig. 4). Their mastery can also be seen in other features of this architectural work: The cloister vault at the entranceway, those of the cenotaphs, of the vestry and the stairway, to name a few.

The examples above make it obvious that the style of Baldomar has little to do with the gothic architectural style of the *Opus Francigenum*. It could be said that his architectural design had already broken new ground, and although not quite yet *Renaissance* in style, was already unusual and had managed to break away from its gothic architectural roots.

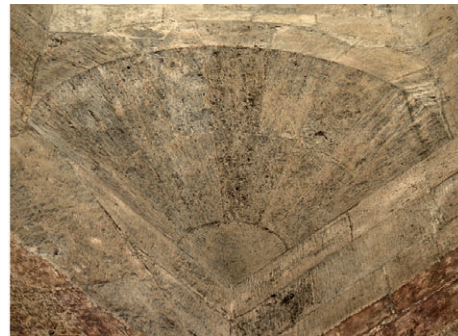


1

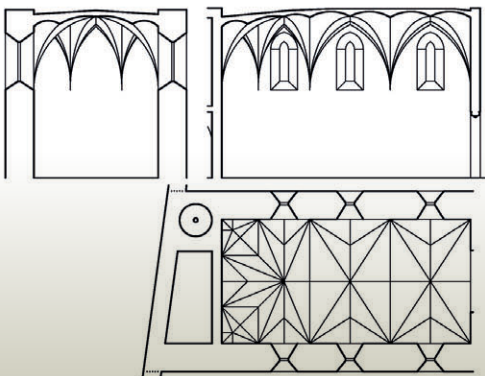
1. Imagen de la bóveda de la Capilla Real del antiguo convento de Santo Domingo de Valencia. (cámara métrica C. Zeiss UMK 120)
 2. Intervenciones de Baldomar en la Catedral de Valencia (1458-1472). Izquierda: bóveda aristada de acceso a la torre del Miguelete. Centro: arco en esquina de acceso al Miguelete. Derecha: ventana en esviaje en la nave central del templo
 3. Portal de Quart. Izquierda: bóveda de arista del paso inferior. Centro: pechinas en el paso inferior. Derecha: Escalera de caracol "de Mallorca" de acceso a la parte superior de las torres
 4. Bóveda de la Capilla Real de Santo Domingo. izquierda: planta y secciones longitudinal y transversal. Centro y Derecha: imágenes fotográficas (cámara métrica C. Zeiss UMK 120)



2



3



4



1. Photo of the vaulted ceiling at the Royal Chapel of the former Santo Domingo Convent in Valencia. (C. Zeiss UMK 120 metric camera)
2. Interventions of Baldomar in Valencia Cathedral (1458-1472). Left: groined vault accessing the Miguelete Tower. Middle: corner arch providing access to the Miguelete. Right: oblique picture window in the central nave of the church
3. The Quart City Gates. Left: groined vault of the lower passageway. Middle: spandrels in the lower passageway. Right: "Majorca" spiral staircase leading to the upper part of the towers
4. Vault of the Royal Chapel at the former Santo Domingo Convent. Left: ground plan and longitudinal and transversal sections. Middle and Right: photos (C. Zeiss UMK 120 metric camera)

Las intersecciones de cilindros para las bóvedas de arista no suelen presentar importantes problemas geométricos o de trazado. Las piezas en las que se define la arista intersección se asemejan a los quiebros de las molduras clásicas. Podemos concebir su conformación como el resultado de avanzar tallando cada una de las dos superficies cilíndricas del intradós. Pero en la práctica, tanto en las bóvedas de arista como en los quiebros de molduras, resulta más cómodo tallar primeramente en un sentido, para marcar sobre esa superficie tallada la línea de quiebro, y proceder después con la segunda superficie. Sólo a partir del siglo xvii, con objeto de ahorrar trabajo, se desarrollarán métodos que emplean plantillas de la cara de intradós, relativamente complejas (Pérez de los Ríos y Senent, 2013).

Los arcos, sin embargo, a pesar de aparentar más sencillez, requieren, en sus diversas variantes, la definición de plantillas para los lechos, superficies de intradós, y a veces las testas, suponiendo complejas operaciones gráficas.

El tracista ha de hallar plantillas en verdadera magnitud, que ayuden a definir las piezas que se tallarán en piedra. En el siglo xv lo hará sirviéndose de la geometría, no entendida como ciencia moderna (geometría descriptiva) sino como el conjunto de conocimientos ad-

quiridos a través del oficio y de la tradición medieval. Es, como se ha comentado, el estadio posterior al *opus francigenum*: no se va a trabajar con las secciones de los nervios, sus direcciones y ángulos tomados de la monte, sino con plantillas especiales para cada tipo, obtenidas ex profeso y en ocasiones, todas diferentes entre sí 3.

Para eso se emplea lo que llamamos abatimiento. Todos los autores abaten sin dificultad figuras planas alrededor de rectas de punta. Martínez de Aranda aplica un procedimiento similar cuando el eje de giro no es una recta de punta, si bien en algunos casos de manera no completamente correcta 4. Todos también saben encontrar la distancia entre dos puntos cualesquiera, a partir de su posición en planta y sus alturas. De esta manera se establece la verdadera magnitud de un triángulo, buscando las longitudes de los tres lados; o de un cuadrilátero, añadiendo la diagonal. Así procede Vandelvira en los más variados casos.

Esta operación, la determinación de la longitud de un segmento que conocemos en proyección, es significativa de las habilidades del tracista. La principal preocupación parece ser encontrar la forma real de los elementos representados, con recursos que son tácticas diversas más que sistemas coherentes.

Cuando hablamos de abatimiento imaginamos, contaminados por la moderna concepción del espacio articulado de la geometría descriptiva, que se produce un giro en el espacio. No es evidente que ésta fuera la manera de entenderlo de los viejos tracistas. Al abatir alrededor de una recta de punta, los tratadistas anteriores al siglo xviii no dibujan, como haríamos noso-

Styles, "monteas" and later treatises

The styles implemented by Baldomar required templates to be prepared for the subsequent carving of the pieces. These templates or "motles" (Tolosa & Zaragoza, 1996) are acquired using drawings carried out *in situ* that we call "monteas" – full-scale engraved architectural drawings. Some of these have survived through to the present day, but unfortunately not those of Baldomar 2.

Nevertheless, our knowledge of the stonemasonry drawing techniques stem from treatises dating from the 16th and 18th centuries, when it developed into a complexed stereotomy based on the principals of descriptive geometry. This body of work shows proficiency in traditional Medieval techniques, and these clearly come through in the solutions implemented by Baldomar (Figs. 5 and 6).

Collecting templates and graphic resources

Baldomar's works have two prominent styles: on the one hand, the groined and cloister vaults (created by the intersection of two barrels) and the other, a group with a greater variety, namely arches, from which groin vaults are derived.

The intersections of the barrels for the groin vaults do not usually present serious geometric or tracing issues. The pieces used for the intersecting arrises resemble the changes in direction of the classical forms. Their composition is formed by continuing to carve along the two cylindrical surfaces of the soffit. But in practice, for both the groined vaults and the changes in direction, it is easier to carve first in one direction, marking the break line on the carved face, and then proceed to the second one. Only from the 17th century onwards, and to save work, were methods developed that employed relatively complex templates of the soffit, (Pérez de los Ríos & Senent, 2013).

The arches, nevertheless, despite appearing to have a greater simplicity, require in their many forms, templates to be defined for the curves and the faces of the soffit, and sometimes the smaller surfaces, requiring complicated feats of drawing.

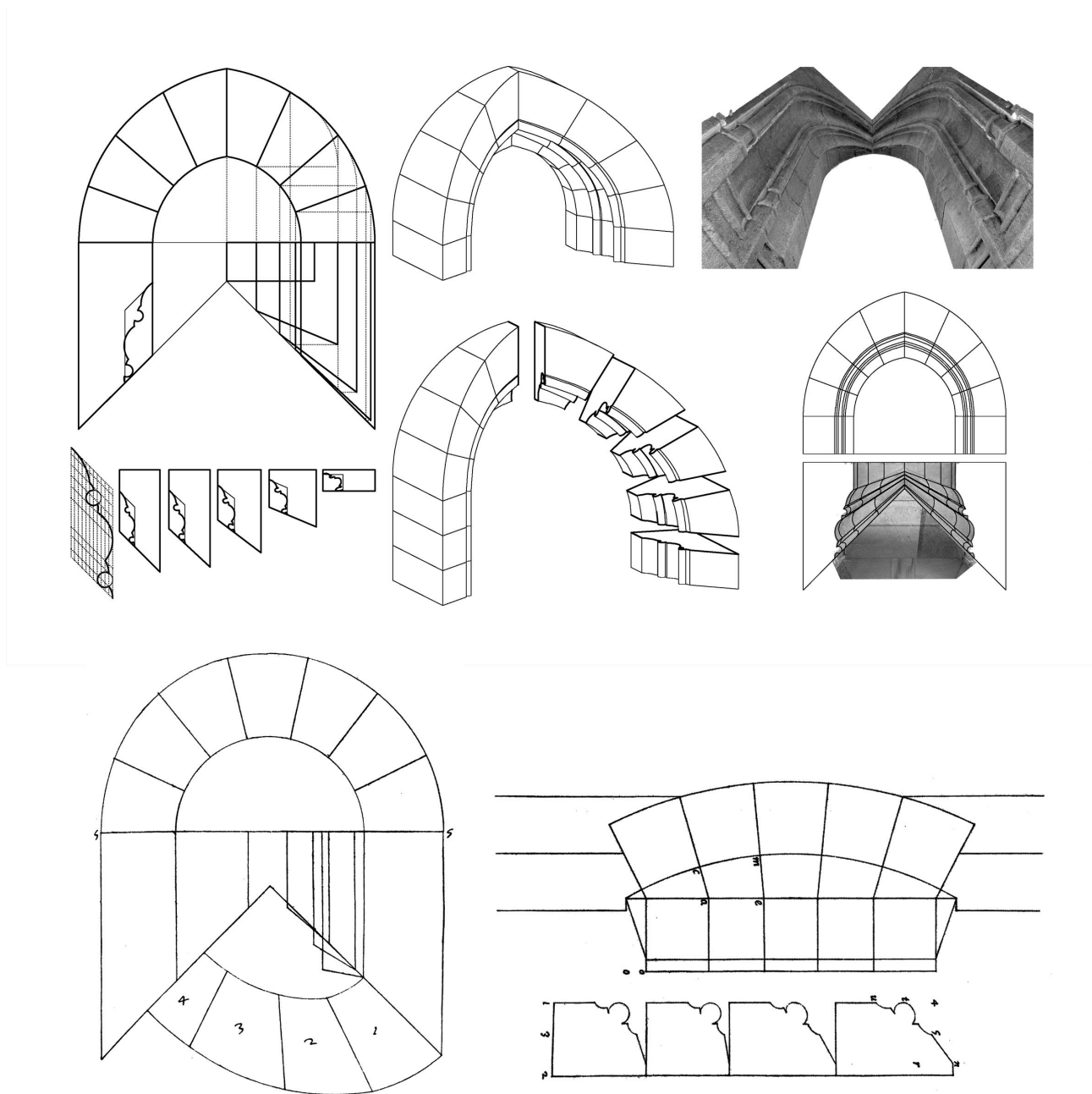


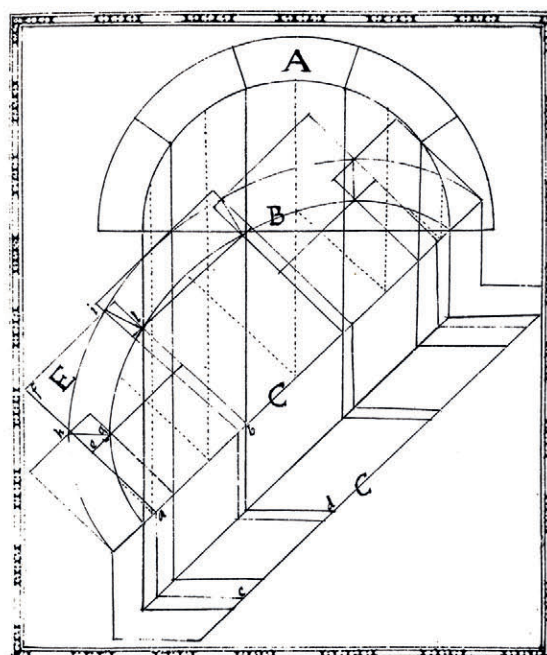
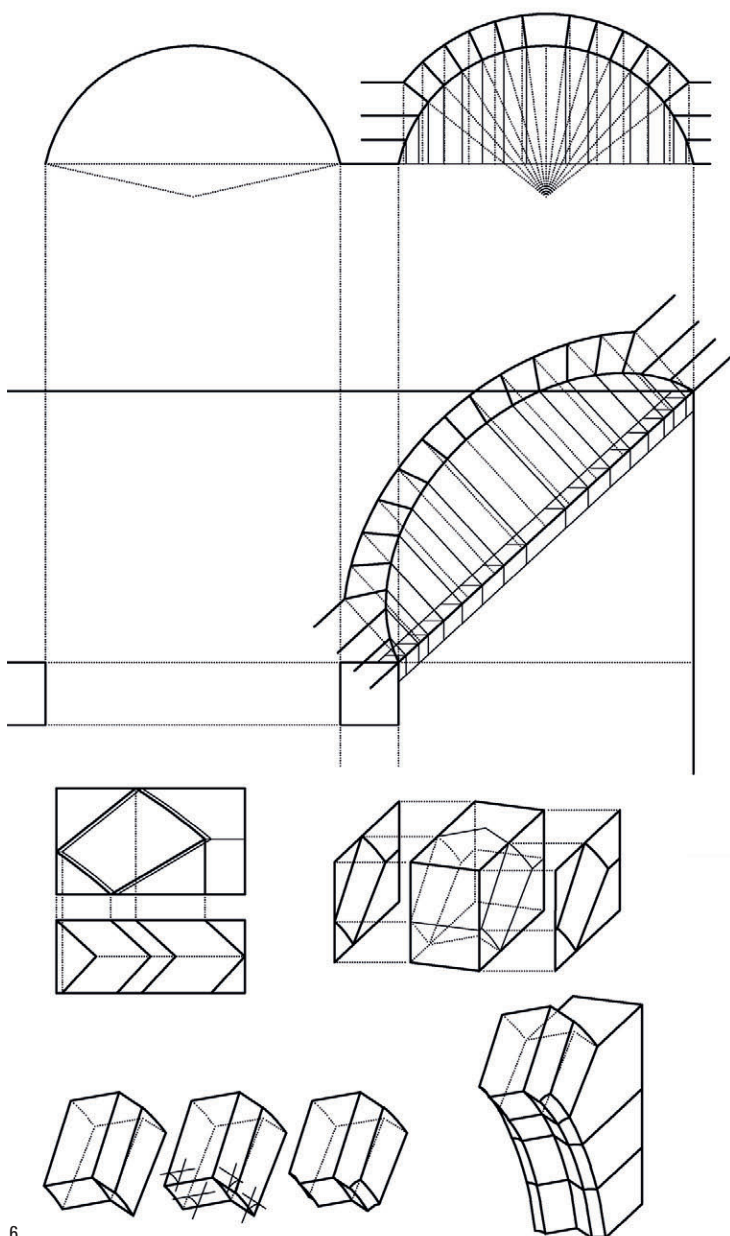
The tracer needed to find life-size templates, which help to define the pieces to be carved in stone. In the 15th century, this was done using geometry, not understood as a modern science (descriptive geometry) but rather as a body of knowledge acquired through their profession and medieval tradition. This, as already mentioned, is the stage following the *Opus Francigenum*: work was not carried out on the sections of the ribs, their directions and angles taken from the "montea", but rather

tros, un pequeño arco en la vista vertical, que explicita el giro 5 (Fig. 7). La manera de explicar la operación en el texto también es ajena a la idea de giro espacial: se trasladan magnitudes, medidas, de un lugar a otro.

Ni siquiera esa vista vertical puede ser llamada siempre propiamente proyección; a veces no existe, y

con frecuencia es más bien la forma y dimensión real de la testa o de un elemento que se encuentra en un plano vertical, ofrecida en relación a su posición en planta. Solo la planta se entiende como proyección (aunque no se emplee esta palabra), lo que no es de extrañar si pensamos que queda materializada con la plomada.





6

5. Arco en rincón de acceso al Miguelete (1458). Arriba: hipótesis de traza. Abajo izquierda: traza para el tipo y deformación de las plantillas, según Gelabert (1653, fols.75r y 95r)

6. Arco “en esquina y rincón” del Almudín de Valencia (1455). Izquierda: traza y talla. Derecha arriba: imágenes. Derecha abajo: “rincón y esquina”, por Ginés Martínez de Aranda (fol. 86) (Ferrer, 2008, 149-184)

5. Corner arch at the entranceway to the Miguelete (1458). Top: hypothetical trace. Bottom left: trace for the style and distortion of the templates, according to Gelabert (1653, fols.75r and 95r)

6. “Corner” arch in the Almudín in Valencia (1455). Left: trace and carving. Top right: images. Bottom right: “corner”, by Ginés Martínez de Aranda (fol. 86) (Ferrer, 2008, 149-184)

Así pues, debemos entender los recursos del tracista medieval como un conjunto de soluciones dirigidas a encontrar verdaderas magnitudes, que no se apoyan en un sistema geométrico fundado en dos proyecciones como el que nosotros damos por supuesto.

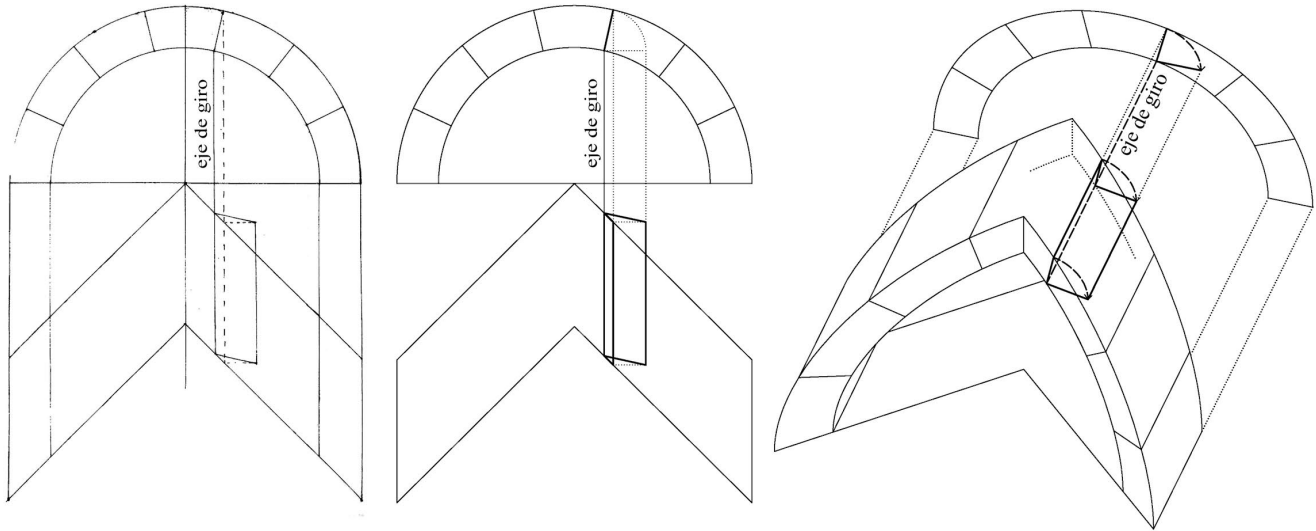
Las bóvedas aristadas. Un nuevo tipo que deriva del arco

Las bóvedas aristadas de Baldomar prescinden de nervios, creando una superficie con aristas cuya

using special templates for each type, obtained *ex professo* and on occasions, each one different from the next 3.

This requires what is known as “doubling over” (or “rabattement”). All authors are easily able to rotate a flat figure around the vertical plane. Martínez de Aranda applies a similar process when the axis of rotation is not a vertical plane, although in certain cases, he does so in a rather unorthodox manner

4. They all know how to find the distance between any two points, based on their position of the ground plan and their heights. By doing so, the true size of a triangle can be found, looking for the lengths of its three sides; or of a quadrilateral, adding the diagonal. And this is how Vandelvira proceeds in a whole variety of cases.



7

This operation, determining the length of a segment in projection is crucial for the skills of the tracer. The main concern, it would appear, is to find the real shape of the features represented, using tactically diverse resources rather than a coherent system.

When we use the term “rabattement” we imagine, contaminated as we are by the modern concept of the more established descriptive geometry, what is produced by a rotation. It is not obvious that the old tracers understood it in the same way. By “doubling over” around a “vertical plane”, the literature prior to the 18th century does not draw, as we would do, a small arc on the vertical perspective, which describes a rotation 5 (Fig. 7). Nor how the text explains this process resemble a rotation: but rather the transfer of magnitudes and measurements from one point to another.

Neither should this vertical perspective always be called a projection; at times there is none, and frequently, it is more the real shape and size of the “testa” or of a feature that is found on a vertical plane, expressed as its position on the ground plan. Only the ground plan is understood to be a projection (although this is not the term used), which should not seem strange when we think that it was determined using a plumb line.

We should therefore think of the resources available to the Medieval tracer as a solution suite aimed at determining true sizes, without the backing of geometric system based on two projections, such as the one that we are presuming.

Groined vaults. A new type stemming from the arch

The groined vaults by Baldomar dispense with ribs, creating as such a surface with

resolución estereotómica es distinta a la de una bóveda nervada (Zaragozá, 2010, pag. 179). No obstante, la solución al problema pasa por entender la bóveda ligada a la tipología que muestra un mayor desarrollo técnico en el momento, es decir, el arco.

Para esto es necesario considerar la división en sectores iguales o cuartos, que siguen a una de las aristas desde el punto de arranque hasta el más alto, definiendo por simetría, toda la forma de la bóveda (Fig. 8, A, B, C).

En cada cuarto se establece un conjunto de planos o lechos cuya inclinación varía, y que voltean el espacio. Es decir, se ha de entender como una rama de arco cuya directriz es el ojivo, y cuyos lechos convergen (Navarro y Rabasa, 2017) (Fig. 8, D, E).

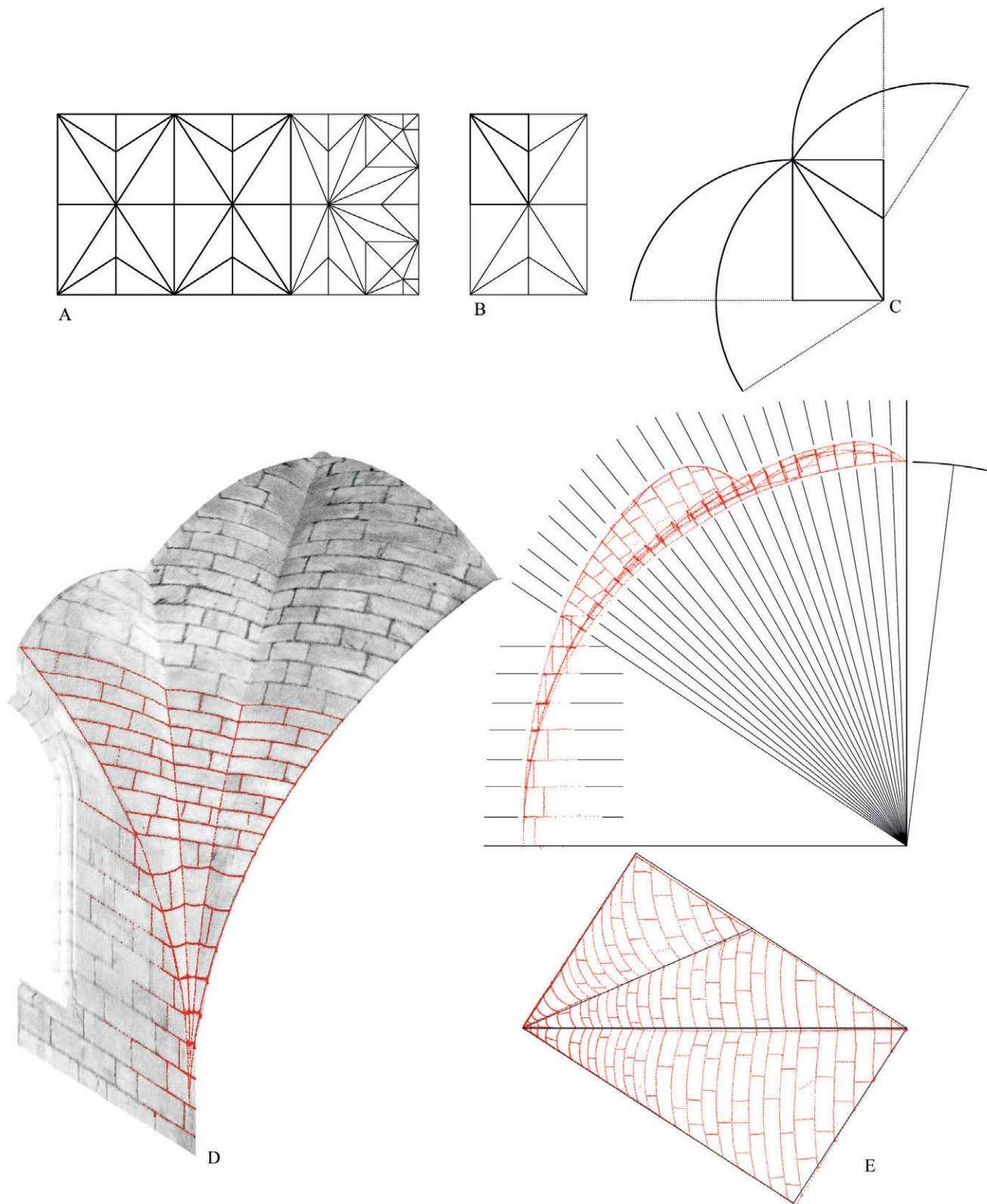
Situación de lechos, obtención de los patrones de corte y ejecución de las piezas

Definidas las aristas, podemos tomar el cuarto de bóveda, que asimilamos a un semiarco (Fig. 9, B), y situar el eje sobre el que giran los lechos (Fig. 9, D); debemos entonces encontrar los puntos de intersección de las aristas con los planos.

Esto se puede resolver de la siguiente manera. El eje encuentra en puntos determinados al plano vertical de cada arista (Fig. 9, D, puntos *p* y *o*). En la figura se han representado los abatimientos de esos planos verticales; son planos que se encuentran en una recta vertical, también representada en el abatimiento. Cada plano de lecho cortará a los planos verticales según una recta. Las rectas correspondientes a un mismo lecho no presentan la misma inclinación, pero se pueden relacionar por su encuentro con la vertical común (Fig. 9, F, puntos *h1*, *h2* y *h3*) 6.

De esa manera quedan señalados en planta los puntos de encuentro de cada lecho con las aristas. La situación relativa real de esos puntos, en cada lecho, se puede obtener mediante abatimiento convencional, pero también se puede realizar de manera indirecta, trasladando medidas 7 (Fig. 10, H). Queda, únicamente, trazar la curvatura de las líneas que van de punto a punto con arcos de 60°. (Sánchez, 2011)

A la hora afrontar el proceso de talla, conviene no perder de vista la condición de *arco*, que consiste precisamente en tallar inicialmente los planos convergentes, para aplicar las plantillas de intradós sobre cada uno y finalizar la ejecución enlazándolas (Fig. 11).



8

7. Abatimiento sobre un arco en esquina. Izquierda: Obtención de una plantilla de lecho, según Vandelvira (manuscrito de la ETSAM, fol. 20v.) (no se grafían líneas ni arcos auxiliares). Centro: Abatimiento grafiando el giro. Derecha: Esquema en perspectiva

8. Capilla Real de Santo Domingo. A: planta. B: definición del sector tipo para un tramo inicial. C: definición de las aristas (abatidas sobre su planta).

D: Nube de puntos obtenida mediante escáner láser (P40, Leica Geosystems) y puntos seleccionados en rojo. E: Vistas diédricas, superponiendo la hipótesis geométrica a los puntos

7. "Doubling over" for a corner archway. Left: Getting a curve template, according to Vandelvira (manuscript belonging to the ETSAM, fol. 20v.) (no auxiliary lines or arches are drawn). Middle:

"Doubling over" drawing the rotation. Right: Diagram in perspective

8. Royal Chapel of the former Santo Domingo Convent. A: planta. B: definition of the type sector for an initial stretch. C: definition of the arrises (doubled over the ground plan). D: Point cloud achieved using a laser scanner (P40, Leica Geosystems) with selected points in red. E: Dihedral perspectives, superimposing the geometric hypothesis onto the points

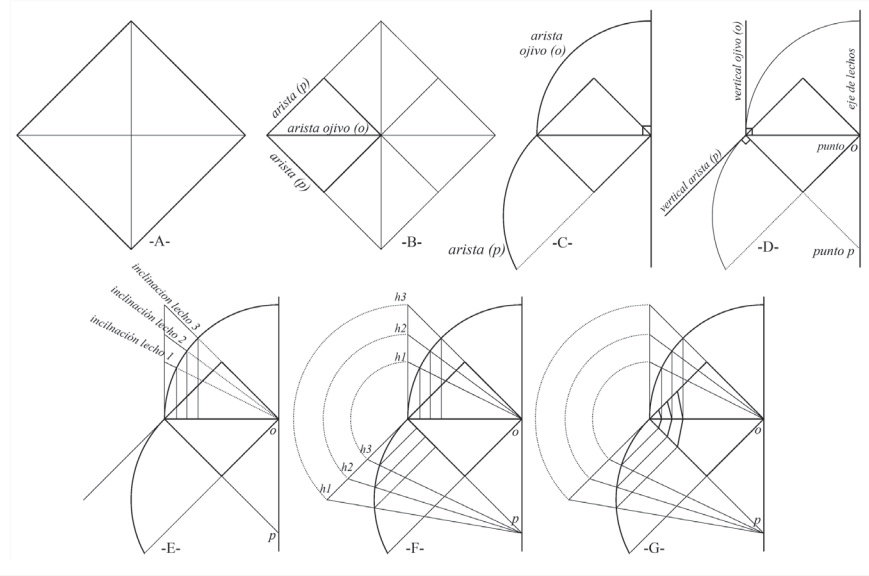


9. Trazo para una bóveda de planta cuadrada. A: Planta. B: Sectorización C: Definición de las aristas. D: Situación del eje de lechos, de la vertical en cada arista, y de "p" y "o". E: Situación de las inclinaciones de los lechos. F: Traslación de los lechos a la arista (llevando las alturas h1, h2 y h3). G: Definición de las intersecciones arista – lecho. H: Obtención de los lechos y delimitación del bloque a tallar. I: obtención de la verdadera magnitud entre los puntos de intersección arista-lecho (trasladando las medidas "a-b", colocando sobre ellas "A-B", y finalizando con la construcción de arcos de 60°). J: definición de dos lechos. K: Definición del ancho del bloque, de las inclinaciones (distancia "i-s" y respectivos ángulos), y de las plantillas superior e inferior. L: Situación de la pieza en planta

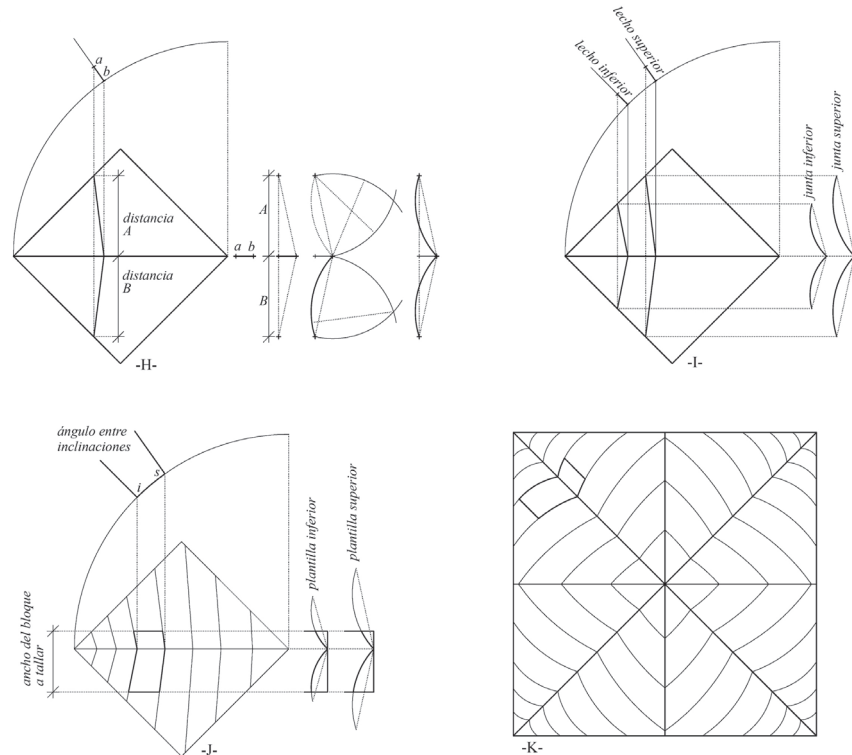
11. Proceso de labra de pieza tipo. A: bloque de piedra a tallar. B: labra de un primer plano horizontal con ayuda de la regla. C: labra de planos perpendiculares (testas). D: colocación sobre las testas del ángulo entre inclinaciones ("i-s" y sus respectivos ángulos) E: colocación de las plantillas de intradós inferior y superior. F: marcado de referencias para labrar la pieza. G: labrado de las superficies. H: pieza concluida

9. Trace for a square design vault. A: Design. B: Sectorisation C: Defining the arrises. D: Position of the axis of the curves, of the vertical for each arris, and from "p" and "o". E: Position of the angles of the curves. F: translation of the curves to the arris (with heights of h1, h2 and h3). G: Definition of the arris-curve intersections. H: Acquiring the curves and marking the boundaries of the block to be carved. I: acquiring the true size between the points of intersection between the arris and the curve (translating the measurements "a-b", overlaying "A-B", and finishing off with the construction of the 60° arcs). J: Defining the width of the block, and of the slopes (distance "i-s" and their respective angles), and of the upper and lower templates. K: Location of the piece in the floorplan

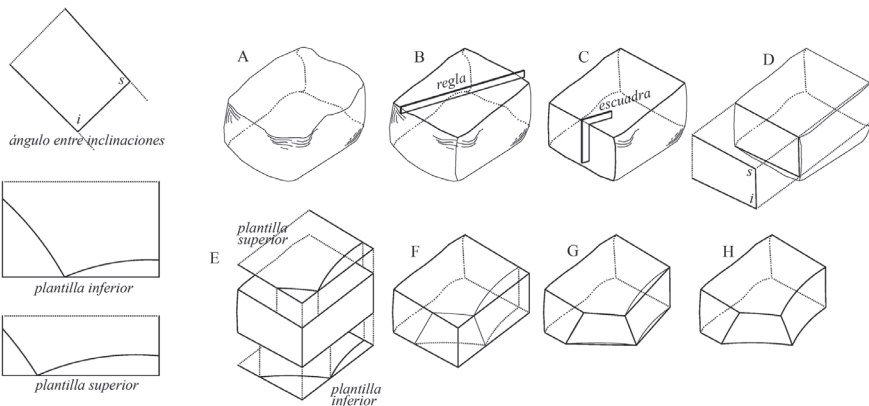
11. Process of stone carving. A: stone block to be carved. B: carving of the first horizontal plane using a ruler. C: carving the perpendicular planes ("testas"). D: positioning on the "testas" of the angle between the slopes ("i-s" and their respective angles) E: positioning of the upper and lower soffit templates. F: marking reference points prior to carving the piece. G: carving of the surfaces. H: finished piece



9



10



11



Las bóvedas aristadas de Francesc Baldomar

El caso de la bóveda de la tribuna del portal de Quart (Fig. 1) es el más antiguo conservado, y el primero del tipo. Sus dimensiones son 6,60 x 8,65 m. En él se observan particularidades que evidencian su carácter experimental, así como algunos errores constructivos **8**. Además, los lechos no voltean en torno al ojivo, sino a la bisectriz entre muros. Esto evidencia el carácter de arco, y permite que la bóveda pueda estar dispuesta en esviaje y que sus juntas coincidan (Fig. 12).

La bóveda de acceso al Miguelete (Fig. 13), pese a su reducido tamaño (2,05 x 3,92 m), se presenta como un estadio más avanzado, pues presenta aristas terceletes, y complicados encuentros con el muro en los arranques.

La Capilla Real (Fig. 14) cubre un espacio rectangular (10,95 x 21,89 m) con dos tramos y una cabecera poligonal. No obstante, todo el conjunto se puede resumir en módulos que se repiten, con lo que la definición de la bóveda pasa por resolverlos, considerándolos como ramas de arco.

Conclusión

Tras efectuar un breve recorrido por los aspectos que centran la visión de las bóvedas aristadas de Baldomar, se hace evidente que su concepción pasa por asimilar el trazado del arco, tan hábilmente dominado en todas sus variantes en el entorno valenciano en aquel momento, como estrategia general. De manera que este proceder no se limita a un tipo particular, sino que, en un abanico de casos, la bóveda aristada aparece como uno más.

Pero otro propósito del artículo ha sido discutir el punto de partida que se ha de tomar a la hora de efectuar análisis estereotómicos de estas obras, procurando un esfuerzo de superación de los prejuicios derivados de nuestros hábitos de concepción espacial. ■

Notas

- 1/ Este trabajo está inscrito en el proyecto del Plan Nacional (BIA2013-46896-P) “La construcción de bóvedas tardogóticas españolas en el contexto europeo. Innovación y transferencia de conocimiento”, y el método de diseño de Baldomar es el eje central de la investigación que realiza Pablo Navarro en su tesis doctoral acerca de la arquitectura valenciana en la segunda mitad del xv, y que dirige el profesor Ignacio Bosch Reig,
- 2/ En la documentación de Fábrica de la Capilla Real (Tolosa y Zaragoza, 1996) se recogen pagos de almagra y de yeso, probablemente para crear superficies sobre las cuales dibujar.
- 3/ Algunas de esas superficies, especialmente el intradós, pueden no ser planas. Para definir el intradós cilíndrico de una dovella se emplea una plantilla que define realmente el plano que pasa por los cuatro vértices. En cualquier caso, la diferencia entre ese plano y el desarrollo real es pequeña.
- 4/ En el “Arco viaje contra viaje por cara, por plantas y por robos” aplica el procedimiento pensado para una recta horizontal sobre una recta no horizontal; también encuentra la plantilla plana de una cara alabeada, aunque eso puede ser entendido como una aproximación práctica (Calvo, 1999, 78).
- 5/ Ninguno de los españoles hasta Joseph Ribes (1708). Hay algo parecido a la señal de un giro alrededor de un eje vertical en las trompas que muestra De l’Orme en 92v y 100v, aunque el texto no lo explica así. También en el manuscrito de Jacques Gentillâtre, aunque comete algún error (BNF 14727, consultable en Gallica <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b90615460>). En los dos casos no se trata de abatimiento de plantillas.
- 6/ Cuando los planos presentan una inclinación elevada, en lugar de la recta vertical se puede tomar una horizontal cualquiera, a la misma altura para los diversos arcos.
- 7/ Más que abatir, lo correcto en este caso, como se ha indicado anteriormente, sería hablar de construir una figura plana a partir de medidas.
- 8/ La investigación realizada por Pau Natividad Vivó (2010) es la primera en detectar estas particularidades.

Referencias

- CALVO, J. 1999. “Cerramientos y trazas de montea” de Ginés Martínez de Aranda. Tesis doctoral. Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid
- GÓMEZ FERRER, M. 2008. *Lenguajes, fábricas y oficios en la arquitectura valenciana del tránsito entre la Edad Media y la*

arrises but whose stereotomic appearance is different from that of a ribbed vault (Zaragozá, 2010, p. 179). However, the solution to the issue is getting a better understanding of the type of vault associated with this type of architecture which was more technically advanced at that time, namely, the arch.

This requires considering the division in equal sectors or quarters, which follow the line of one of the arrises from the starting point to the highest point, defining through symmetry, the entire shape of the vault (Figs. 8, A, B, C).

In each quarter, you determine a set of planes or curves at varying angle, and which then rotate. In other words, it must be understood as an arch branch, with the ogive as the guideline, and whose “beds” converge (Navarro & Rabasa, 2017) (Figs. 8, D, E).

Position of the beds, getting cutting patterns and carving the pieces

With the arrises defined, we can take the quarter vault, which we take as a semi-arch (Fig. 9, B), and position the axis on the one the curves will rotate around (Fig. 9, D); we then need to find the points of intersection between the arrises and the bed planes.

This can be carried out in the following way. The axis is found at specific points along the vertical plane of each edge (Fig. 9, D, points *p* and *o*). The diagram shows the “rabattement” of said vertical planes; they are planes located along a vertical line, and are also represented in the “rabattement”. Each curve plane will cut across the vertical planes along a straight line. The straight lines corresponding to the same curve do not have the same angle, but are related as they meet at the same vertical line (Fig. 9, F, points *h1*, *h2* and *h3*) **6**.

In this way, the design clearly shows the meeting points for each curve with the arrises. The real relative position of these points, in each curve can be acquired using conventional “rabattement”, but this can also be carried out in a rather more indirect way, translating measurements **7** (Fig. 10, H). All that remains is to trace the curvature of the lines that go from point to point with 60° arcs. (Sánchez, 2011)



When it comes to the carving process, it is best not to lose sight of the provision of the arch, which consists of initially carving the converging planes, and then apply the intrados template over each one and then complete by linking them (Fig. 11).

The groin vaults of Francesc Baldomar

The vaulted ceiling of the gallery of the Quart city gates (Fig. 1) is the oldest preserved example, and the first of its type. It measures 6.60 x 8.65 m. It contains features that would appear to show its experimental design, such as certain errors in construction **8**. Furthermore, the curves do not rotate around the ogive, but rather the bisector between walls. This reflects the character of an arch, and allows the vault to be oblique and that its joints coincide (Fig. 12). The access vault to the Miguelete (Fig. 13), despite its small size (2.05 x 3.92 m), appears to be at a more advanced level, with its *tierceron* arrises, and the complex meeting of the wall by the springers.

The Royal Chapel (Fig. 14) covers a rectangular space (10.95 x 21.89 m) comprising two sections and a polygonal header. Nevertheless, it could be said that the whole thing consists of repeated set of modules, whereby the vault is the end product, deeming them as such arch branches.

Conclusion

From the brief overview of the key features of the groin vaults designed by Baldomar, it is obvious that he uses the trace of the arch, skilfully mastered in all its forms in Valencia at that time, as a general strategy. As such, this approach does not focus on any one vault, but rather on a variety of cases, the groined vault being just like any other. But the other goal of the article was to discuss which approach is needed when it comes to carrying out a stereotomic analysis of these architectural works, trying to overcome any prejudices we might have due to our attitudes to spatial conception. ■

Notes

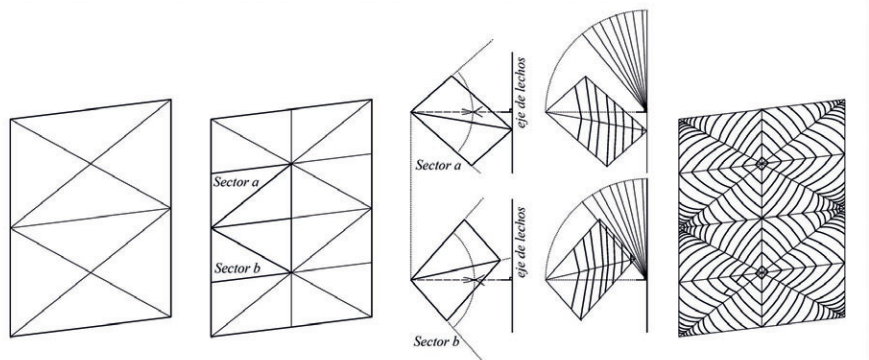
1 / This paper is registered as part of the National Plan (BIA2013-46896-P) "The construction of Spanish late-gothic vaulted ceilings in the European context. Innovation and knowledge transfer", and Baldomar's design method is the cornerstone of the research project by Pablo Navarro for

Edad Moderna. (1450-1550). Artigrama, nº 23. Pp.149-184.

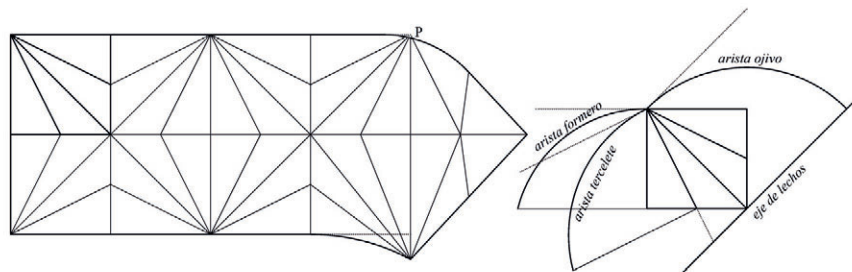
- NATIVIDAD, P. 2010. *Análisis estereotómico de bóvedas del portal y las torres de Quart*. Trabajo final de Máster.
- PÉREZ DE LOS RIOS, C. SENENT-DO-MÍNGUEZ, R. 2013. *La construcción de la bóveda de arista rectangular del tratado de Gelabert: teoría y práctica*. Informes de la Construcción. Madrid. Instituto Juan de Herrera.
- SÁNCHEZ SIMÓN, I. 2011. *Traza y montea de la bóveda de la Capilla Real del convento de Santo Domingo de Valencia. La arista del Triángulo de Reuleaux entre*

las aristas de la bóveda. Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Santiago de Compostela, 26 - 29 octubre 2011. Madrid. Ed. Instituto Juan de Herrera, 2011. Vol.2 pp.1301-1310.

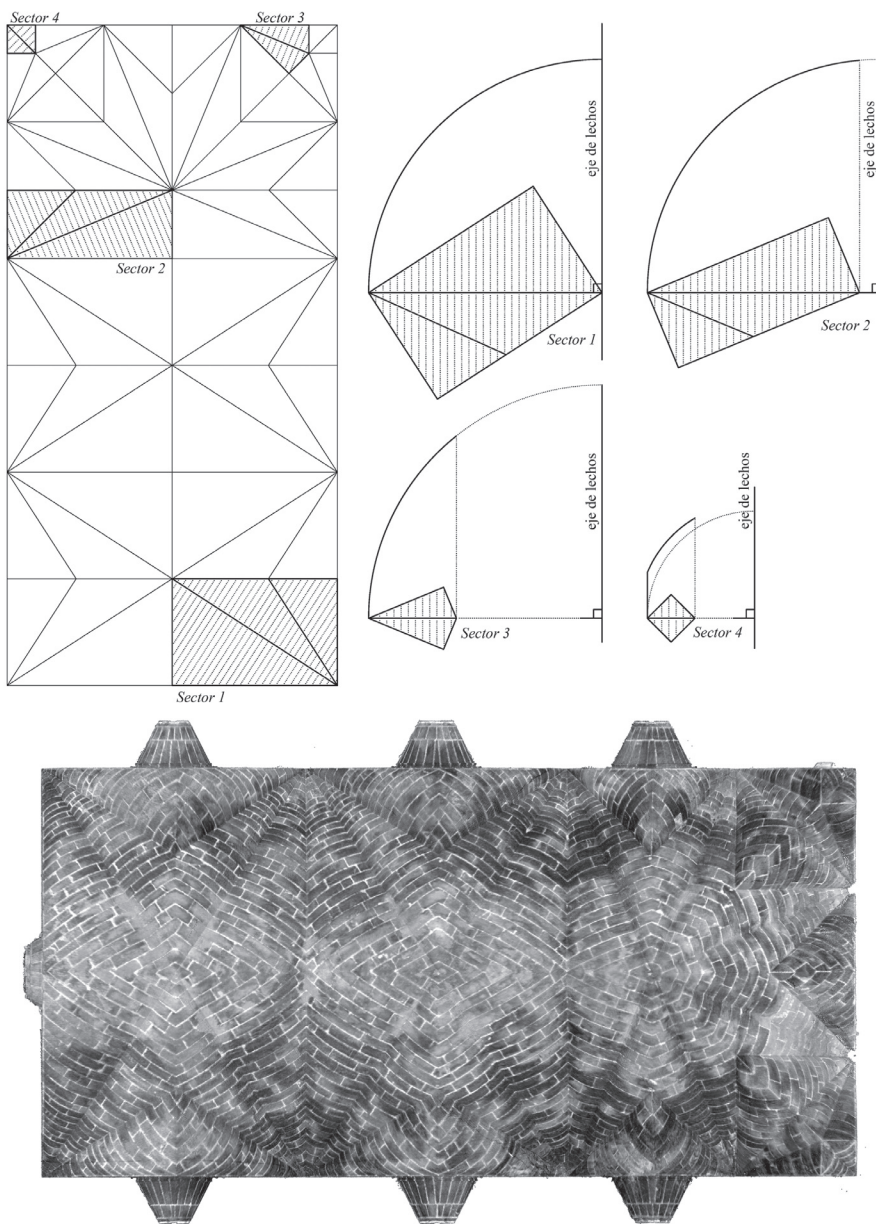
- TOLOSA ROBLEDO, L; ZARAGOZÁ CATALÁ, A. 1996. *La Capella Reial d'Alfons el Magnànim de l'antic monestir de predicadors de Valencia*.1996.
- ZARAGOZÁ, A. 2012. *Cuando la arista gobierna el aparejo. Bóvedas aristadas. Arquitectura en construcción en Europa en época medieval y moderna*. Valencia. Publicaciones de la Universidad de Valencia, 2010. pp 17-214.



12



13



14

12. Tribuna del portal de Quart. Arriba, de izquierda a derecha: planta, subdivisión en sectores, definición del eje de giro mediante bisectriz, obtención de lechos y planta de juntas. Abajo: Imagen de la bóveda (izquierda), vista de la junta entre sectores (centro) y error constructivo (derecha)
 13. Sala de acceso al Miguelete. Arriba: Planta de la bóveda y desarrollo del sector. Abajo: Detalles en enjarjes y encuentros
 14. Capilla Real. Arriba: Planta con sectores y definición del eje de lechos en cada uno. Abajo: Imagen (ortofoto resultante) de la nube de puntos en vista diédrica superior, de la Capilla Real

12. Tribune of the Quart city gates. Top, from left to right: design subdivided into sectors, definition of the axis of rotation using a bisector, acquiring the curves and the joints. bottom: view of the vault (left), view of the joint between sectors (middle) and mistake in construction (right)
 13. Sala de acceso al Miguelete. Arriba: Planta de la bóveda y desarrollo del sector. Abajo: Detalles en enjarjes y encuentros
 14. Royal Chapel. Top: Design with sectors and the definition of the axis of the curves in each one. Bottom: Image (resulting orthophoto) of the point cloud from a superior dihedral angle, of the Royal Chapel

his doctoral thesis of Valencian architecture in the second half of the 15th century, being overseen by Professor Ignacio Bosch Reig.

2 / The documents from the Construction of the Royal Chapel - *Fábrica de la Capilla Real* - (Tolosa and Zaragoza, 1996) show payments for almagra and gypsum, and these were probably used to create a surface on which to draw.

3 / Some of these faces, especially the soffit, may not be flat. To define the cylindrical soffit of a keystone, for example, a template is used that simply defines the plain that passes through the four vertices. Regardless, the difference between this plane and the actual elaboration is slight.

4 / In his treatise "Arco viaje contra viaje por cara, por plantas y por robos" he applies the process for a horizontal line against a non-horizontal line; he also finds the flat template of a warped surface, although this should be taken as a practical approximation (Calvo, 1999, 78).

5 / No Spaniard until Joseph Ribes (1708). There is something resembling a sign for a rotation around a vertical axis in the squinches as seen by De l'Orme in 92v and 100v, although the text does not describe it as such. Additionally, in the manuscript of Jacques Gentillâtre, although he does make some mistakes (BNF 14727, which can be browsed at Gallica <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b90615460>). In neither case, do they discourage the use of templates.

6 / When the planes appear with a sharp incline, instead of a vertical line, you can take any of the horizontal lines at the same height for the different arcs.

7 / Rather than "rabattement", which is correct in this case, as pointed out earlier, it is building a flat figure from measurements.

8 / Research carried out by Pau Natividad Vivó (2010) was the first to identify these features.

References

- CALVO, J. 1999. «Cerramientos y trazas de montea» de Ginés Martínez de Aranda. Tesis doctoral. Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid
- GÓMEZ FERRER, M. 2008. *Lenguajes, fábricas y oficios en la arquitectura valenciana del tránsito entre la Edad Media y la Edad Moderna. (1450-1550)*. Artígrama, nº 23. Pp.149-184.
- NATIVIDAD, P. 2010. *Análisis estereotómico de bóvedas del portal y las torres de Quart*. Trabajo final de Máster.
- PÉREZ DE LOS RÍOS, C. SENENT-DOMÍNGUEZ, R. 2013. *La construcción de la bóveda de arista rectangular del tratado de Gelabert: teoría y práctica*. Informes de la Construcción. Madrid. Instituto Juan de Herrera.
- SÁNCHEZ SIMÓN, I. 2011. *Traza y montea de la bóveda de la Capilla Real del convento de Santo Domingo de Valencia. La arista del Triángulo de Reuleaux entre las aristas de la bóveda*. Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Santiago de Compostela, 26 - 29 octubre 2011. Madrid. Ed. Instituto Juan de Herrera, 2011. Vol.2 pp.1301-1310.
- TOLOSA ROBLEDO, L; ZARAGOZÁ CATALÁ, A. 1996. *La Capella Reial d'Alfons el Magnànim de l'antic monestir de predicadors de Valencia*.1996.
- ZARAGOZÁ, A. 2012. *Cuando la arista gobierna el aparejo. Bóvedas aristadas. Arquitectura en construcción en Europa en época medieval y moderna*. Valencia. Publicaciones de la Universidad de Valencia, 2010. pp 17-214.