

LA BÓVEDA DE LA CAPILLA DE LA VIRGEN DEL ALCÁZAR EN SAN PATRICIO DE LORCA. EXPERIMENTACIÓN GEOMÉTRICA EN LA ARQUITECTURA RENACENTISTA DEL SUR DE ESPAÑA

THE VAULT OF THE CHAPEL OF OUR LADY OF THE ALCÁZAR IN THE CHURCH OF SAINT PATRICK IN LORCA. GEOMETRICAL EXPERIMENTATION IN SPANISH RENAISSANCE ARCHITECTURE

Miguel Ángel Alonso Rodríguez, José Calvo López, Pau Natividad Vivó

doi: 10.4995/ega.2013.1679

En el sur de la Península Ibérica se construyeron a lo largo del siglo XVI varias bóvedas tóricas singulares. Una de ellas, la que cubre la capilla de la Virgen del Alcázar en San Patricio de Lorca, presenta irregularidades aparentes en la distribución de sus nervios, lo que hace dudar de la naturaleza geométrica de la superficie. Los autores han practicado un levantamiento riguroso de la pieza mediante escáner láser 3D y fotogrametría de imágenes cruzadas, lo que ha permitido llegar a una conclusión inesperada. La bóveda está formada por dos partes, para adaptarla a un esviaje preexistente. Una de estas secciones es tórica y la otra no, pero ambas son geoméricamente

coherentes; los desajustes entre los nervios de una y otra se deben a esta circunstancia y no se apreciarían si ambas porciones no estuvieran yuxtapuestas.

Palabras clave: Geometría; Estereotomía; Levantamiento; Bóveda tórica; Lorca; Capilla de la Virgen del Alcázar; Jerónimo Quijano

A number of peculiar torus vaults were built in southern Spain during the 16th century. One of these vaults, over the chapel of the Virgin of the Alcázar in the church of San Patricio in Lorca, shows at first sight an irregular rib layout; this fact makes the torus nature

of the intrados surface uncertain. The authors have carried on a survey of this member using 3D laser scanning and multi-image photogrammetry. This has led to an unexpected conclusion.

The vault is built in two sections, in order to fit a preexistent skew plan. The intrados of one of these portions is a torus surface, while the other one is not. However, both parts are geometrically consistent. The apparent irregularities arise from these design choices and would not have shown if both portions were not placed one beside the other.

Keywords: Geometry; Stereotomy; Surveying; Torus vault; Lorca; Chapel of Our Lady of the Alcázar; Jerónimo Quijano



1. Paolo Uccello, *Diluvio*, Claustro verde de Santa Maria Novella, Florencia, detalle.

1. Paolo Uccello, *Diluvio*, Green cloister of Santa Maria Novella, Florence, detail.



1

2. Jacopo Torni y Jerónimo Quijano (atr.) Capilla funeraria de Gil Rodríguez de Junterón, catedral de Murcia.

2. Jacopo Torni and Jerónimo Quijano (atr.) Burial chapel of Gil Rodríguez de Junterón, Murcia cathedral.



2

Las bóvedas tóricas del Renacimiento meridional

Durante el siglo XVI se construyeron en el sur de España varias bóvedas de intradós tórico. Esta figura geométrica, presente en elementos arquitectónicos como la basa ática, se genera por la rotación de una sección cónica, por lo general una circunferencia, alrededor de un eje coplanario con la curva. Como en todas las superficies de revolución, existen dos familias de secciones especialmente representativas: los meridianos o secciones por planos que pasan por el eje corresponden a las distintas posiciones de la circunferencia generatriz, mientras que los paralelos o secciones por planos perpendiculares al eje vienen dados por los círculos correspondientes a la trayectoria de un punto de la generatriz. Ahora bien, la superficie no es cuádrlica, sino de cuarto orden. Como consecuencia, las secciones planas no son en general circunferencias, salvo los meridianos, los paralelos y las correspondientes a planos bitangentes al toro, que reciben el nombre de círculos de Villarceau;

las restantes son curvas de cuarto orden, en algunos casos convexas, en otros cóncavas y en el caso particular de planos paralelos al eje, óvalos de Cassini; cuando estos planos además de ser paralelos al eje son tangentes a la superficie tenemos lemniscatas, es decir, curvas que se autointersectan en un punto doble.

Las dos bóvedas más significativas de este grupo, la que cubre el ámbito interior de la capilla funeraria de Gil Rodríguez de Junterón en la catedral de Murcia y la que rodea el patio del palacio de Carlos V en Granada (figs. 2, 3), parecen haber sido concebidas respectivamente por un florentino, Jacopo Torni l'Indaco vecchio, y por un artista venido de Italia, como Pedro Machuca. La bóveda murciana tiene el eje en posición horizontal, mientras que la granadina invierte esta disposición, con eje vertical. Para ser precisos, esta última tiene sección oval y arranques a distinta altura, como resultado de la adaptación a los pies forzados que impuso la ejecución del edificio (3, pp. 9-21; 8; 9, pp. 116-118; 7, pp. 164-167; 12; 5, pp. 137-138, 151-170; 4).

The torus vaults of southern Renaissance

During the 16th century a number of vaults with the intrados in the shape of a torus surface were built in Southern Spain. This geometrical figure, akin to an attic base, is generated by the rotation of a conic section, usually a circle, around an axis lying on the plane of the curve. As in any surface of revolution, meridians and parallels play a central role. Meridians, that is, sections by planes passing through the axis, correspond with different positions of the generating circle, while parallels or sections by planes that are orthogonal to the axis, are given by the trajectories of the points of the generating circle. However, the surface is not a quadric, but rather a fourth-order surface. Thus, planar sections are not generally conic sections, excepting the parallels, the meridians and the sections by double tangent planes, which are known as Villarceau circles. Other planar sections are quartic curves; some of them are convex, other are concave; when the cutting plane is parallel to the axis, they are Cassini ovals; when such planes are also tangent to the cone, the sections are self-intersecting curves called lemniscates.

The most representative vaults in this group are built over the inner room of the funerary chapel of Gil Rodríguez de Junterón in Murcia Cathedral and around the courtyard of the palace of Charles the V in Granada (fig. 2, 3). While the



first one seems to have been designed by a Florentine artist, Jacopo Torri l'Indaco Vecchio, the second was conceived by a Spanish painter-architect that had been working in Rome, Pedro Machuca. The vault in Murcia is built around a horizontal axis, while the Granada one inverts this layout, with its axis in vertical position. To be precise, this last one features an oval cross-section, while its inner and outer springers are placed at different heights, in an effort to adapt the design to the constraints brought about by the execution of the building. (3, pp. 9-21; 8; 9, pp. 116-118; 7, pp. 164-167; 12; 5, pp. 137-138, 151-170; 4).

The manuscript of Alonso de Vandelvira attests that both pieces acted as icons of 16th-century Spanish stonecutting. The vault in the chapel of Junteron plays the role of the archetype of horizontal-axis torus vaults, which are known as *Boveda de Murcia*. Vandelvira mentions also the vault at Granada when dealing with vaulted spiral staircases or *Vis de Saint-Gilles*: "This layout is also useful when building a vault about a round courtyard, as done in the royal castle in the Alhambra in Granada", making also clear its role as an model (11, ff. 53 r; 69 v-70 v; 111 r).

Anyhow, the ring vault in the palace of Charles V did not exerted much direct, actual influence in its surrounding area. By contrast, the piece in Murcia fostered some derivatives, such as a pair of torus vaults over the altar and a lateral recess in the presbytery of the church of Saint James in Orihuela; both are designed in the fashion of half a *Boveda de Murcia*, split through the longitudinal symmetry plane (fig. 5). The intrados of the vault over the presbytery of the chapel of the Lady of the Perpetual Help in Murcia cathedral (fig. 4) is divided in two sections by a transverse arch; however, a survey carried on with the help of a 3D laser scanner has shown that both portions of the intrados surface fit a single torus with acceptable precision (7, pp. 188-189; 2). It is more difficult to determine the geometric nature of the intrados surface of the vault in the chapel of the Sacrament and Our Lady of the Alcazar, in the former collegiate church of Saint Patrick in Lorca (fig. 6); the piece spans an irregular heptagon and shows a number of problems in rib junctions (fig. 8) that suggest at first view a careless execution or an emergency refurbishment.

3. Pedro y Luis Machuca, bóveda anular del patio del palacio de Carlos V en Granada.

3. Pedro and Luis Machuca, annular vault around the courtyard of the palace of Charles V in Granada.

El manuscrito de cantería de Alonso de Vandelvira atestigua la importancia que se concedió en su época a ambos modelos. La pieza de la capilla de Junterón aparece como arquetipo de las bóvedas tóricas de eje horizontal, que reciben la denominación de *Bóveda de Murcia*. El anillo granadino no disfruta de este tratamiento, pero Vandelvira menciona explícitamente el palacio al tratar del arquetipo de las escaleras de caracol abovedadas, la *Vía de San Gil*: "Sirve también esta traza para hacer una bóveda alrededor de un patio redondo como está puesto por obra en la alcázar real del Alhambra de Granada", lo que deja constancia de su papel como modelo (11, ff. 53 r; 69 v-70 v; 111 r).

La bóveda anular del palacio de Carlos V no parece haber dejado influencias visibles en su entorno inmediato; por el contrario, la pieza murciana dio lugar a algunos derivados, como dos bóvedas tóricas dispuestas

sobre el altar y en un nicho lateral del presbiterio de Santiago de Orihuela, que equivalen a media *bóveda de Murcia*, dividida por el plano longitudinal de simetría (fig. 5). La bóveda que cubre el presbiterio de la capilla de la Virgen del Socorro en la catedral de Murcia (fig. 4) tiene el intradós dividido en dos partes por un arco fajón; un levantamiento por medio de escáner láser ha demostrado que la superficie de la bóveda se ajusta con razonable precisión a un toro (7, pp. 188-189; 2). Aún más difícil resulta determinar a simple vista la naturaleza de la superficie de intradós de la bóveda de la capilla del Sacramento y la Virgen del Alcázar en la ex-colegiata de San Patricio de Lorca (fig. 6), que cubre un heptágono irregular y presenta desajustes en los encuentros de nervios (fig. 8) que hacen pensar en un primer momento en una ejecución descuidada o en reformas de emergencia.





4



5



6

4. Jerónimo Quijano (atr.) Capilla de la Virgen del Socorro, catedral de Murcia. Detalle de la bóveda del presbiterio.

5. Jerónimo Quijano. Cabecera de la iglesia de Santiago de Orihuela, detalle del nicho lateral del lado del evangelio.

6. Jerónimo Quijano (atr.), Capilla de la Virgen del Alcázar, San Patricio de Lorca.

4. Jerónimo Quijano (atr.) Chapel of Our Lady of the Perpetual Help, Murcia cathedral. Vault over the presbytery.

5. Jerónimo Quijano. Crossing of the church of Saint James in Orihuela, detail of lateral recess in the north side.

6. Jerónimo Quijano (atr.) Chapel of Our Lady of the Alcázar. Church of Saint Patrick in Lorca.

The chapel of Our Lady of the Alcázar

This chapel is placed next to the central bays of the ambulatory, at both sides of the longitudinal axis of the church, projecting from the exterior of the church. It is laid out as a single space, with two different areas. The main one is spanned by a torus vault laid across the church axis, while the lesser area over the presbytery is covered by a coffered barrel vault placed over the altar. The vault over the main space is divided by a number of radial ribs, placed on planes passing through the axis of the vault. Another rib, placed in a vertical plane which is orthogonal to the main axis, divides the vault in two parts, which are clearly different. In fact, some of the radial ribs are cut by this perpendicular rib, and do not show continuity with the opposing radial rib. Anyhow, it is not easy to tell at first sight the causes of this apparent misadjustment.

No documents dealing specifically with this chapel have been found; thus, the date and authorship of the chapel cannot be ascertained directly. However, a Papal Bull allowing the creation of the church was signed on May 1533, while the sacristy of the church was already built in 1547. Taking into account that the construction of the church proceeded from East to West, as usual in the churches of the period, this allows us to surmise that the chapel was built in the decade of 1530 or, more probably, 1540. (10, pp. 13-16). No documents mention the author of the design directly. In this period, the construction of the church was entrusted to Maestre Lope, at least up to 1540 onwards; however, the few facts known about him do not allow the attribution of the design to this mason. By contrast, the Master Mason of Murcia cathedral, Jeronimo Quijano, who exerted a tight control over all religious constructions in the bishopric, received a great number of payments from the Lorca granary



7

between 1548 and 1563. All this makes Quijano the most suitable candidate for the attribution of the design of the chapel of Our Lady of the Alcazar (6, pp. 18-19; 7, pp. 215-219; 10, pp. 16-21).

The geometry of the vault over the chapel of Our Lady of the Alcazar

We have carried on a survey of the chapel using 3D laser scanning and multi-image photogrammetry (1). From a station point in the center of the chapel area we have taken points with a Riegl V scanner, using the program Riscan-Pro to control data gathering, process the point cloud and export it to AutoCAD. The resulting point cloud represents completely and precisely the geometry of the ensemble of the chapel. At the same time, a digital camera placed over the scanner has been used in order to assign chromatic values to the point cloud. This has allowed us to get true orthophotographs, that is, representations in parallel projection of

La capilla de la Virgen del Alcázar

Esta capilla se abre a los dos tramos centrales de la girola, dispuestos en el eje longitudinal de la iglesia, mediante dos arcos. La capilla invade el espacio exterior, sobresaliendo en planta de su perímetro. Se trata de un espacio único, pero con dos ámbitos, el principal cubierto con una bóveda que sigue el esquema de una bóveda tórica dispuesta transversalmente al eje de la iglesia y el otro de planta rectangular cubierto con una bóveda de cañón con casetones, que a modo de cabecera aloja el altar.

La bóveda que cubre el espacio principal está dividida por una serie de nervios radiales, dispuestos según planos convergentes en el eje de la bóveda. En un plano vertical perpendi-

cular al eje de la bóveda se sitúa otro nervio que divide a la bóveda en dos partes claramente diferenciadas pues algunos de los nervios radiales quedan cortados por este nervio perpendicular, quedando visiblemente desfases del nervio radial dispuesto en la otra mitad de la capilla, si bien a simple vista no es fácil determinar las causas de este desfase.

La datación y autoría de la capilla no se pueden determinar con completa seguridad, pues no se han publicado documentos que se refieran específicamente a la capilla. Ahora bien, la bula de erección de la Colegiata se otorgó en Mayo de 1533, mientras que la sacristía estaba construida en el año de 1547. Teniendo en cuenta que la construcción de la iglesia se desarrolló desde la cabecera hacia los pies, como es frecuente en las iglesias



7. Jerónimo Quijano (atr.), Capilla de la Virgen del Alcázar, San Patricio de Lorca.

7. Jerónimo Quijano (atr.) Chapel of Our Lady of the Alcazar. Church of Saint Patrick in Lorca.

del período, esto nos permite situar la construcción de la capilla de la Virgen del Alcázar en las décadas de 1530 o, más probablemente, de 1540. (10, pp. 13-16)

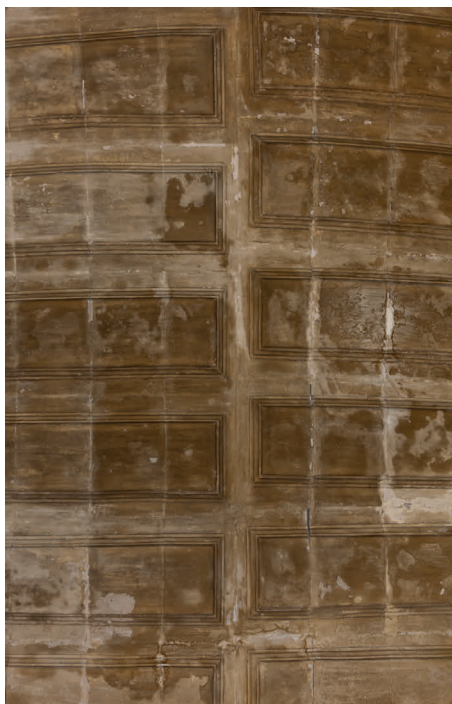
En cuanto al autor de la traza, tampoco existen documentos que lo mencionen explícitamente; la obra de la iglesia de este período estaba a cargo del llamado maestro Lope, al menos hasta 1540, pero lo que conocemos de este maestro no permite adjudicarle el diseño. Por el contrario, el control que ejercía el maestro mayor de la catedral de Murcia, Jerónimo Quijano sobre las construcciones religiosas de todo el obispado y los numerosos pagos percibidos por Quijano del granero de Lorca entre 1548 y 1563 permiten atribuir el diseño de la capilla a Quijano con alta probabilidad (6, pp. 18-19; 7, pp. 215-219; 10, pp. 16-21).

La geometría de la bóveda de la capilla de la Virgen del Alcázar

Se ha practicado un levantamiento de la capilla mediante escáner laser y fotogrametría de imágenes cruzadas (1). Haciendo estación en el centro de la capilla con el escáner láser de la casa Riegl modelo V, se ha obtenido una nube de puntos que permite establecer la geometría completa y rigurosa del conjunto, mediante el programa Riscan-Pro, que permite controlar la toma de datos, procesar la nube de puntos y exportarla a AutoCAD. Simultáneamente, se realizó automáticamente una serie fotográfica que sirvió para asignar valores cromáticos a los puntos y obtener ortofotos, es decir, representaciones en proyección cilíndrica ortogonal obtenidas proyectando las fotografías sobre la superficie

8. Jerónimo Quijano (atr.), Capilla de la Virgen del Alcázar, San Patricio de Lorca. Detalle de encuentros entre nervios.

8. Jerónimo Quijano (atr.) Chapel of Our Lady of the Alcazar. Church of Saint Patrick in Lorca. Detail of rib junctions.



8

obtenida a partir de la nube de puntos (fig. 9). Se tomó además un reportaje fotográfico general y una serie de fotografías específicas para la medición fotogramétrica con el programa Photomodeler, que requiere imágenes oblicuas para trabajar con precisión; esto ha permitido dar coordenadas a puntos singulares y definir la posición de las juntas, lo que permite junto con las ortofotos obtener plantas y perspectivas axonométricas.

La capilla está limitada lateralmente por las colindantes de la girola, pero sobresale de su perímetro. El nervio perpendicular al plano de simetría encuentra a los muros laterales en su extremo; tras este punto, los muros quiebran, dando lugar a dos tramos de longitud desigual que forman entre sí un ángulo de unos 120° y que cortan la bóveda según semiar-

the vault geometry, projecting the photographs over the surface obtained from the point cloud (fig. 9). At the same time, we have taken a general photographic survey of the vaults and a number of oblique photographs in order to use the crossing-image photogrammetric program Photomodeler. This has allowed us to assign three-dimensional coordinates to singular points and define the position of the joints; combining this photogrammetric survey with the ortophotographs resulting from the point cloud, we have prepared plans and axonometric perspectives.

The chapel is laterally limited by the surrounding chapels in the ambulatory, although it projects from its perimeter. The rib which is perpendicular to the axis of symmetry meets the lateral walls at their end; at this point, the walls turn inward, with two sections of different length, which form angles of 120° . These sections cut the vault along oval arches (fig. 12); if the vault were strictly toroidal, such arches would be Cassini ovals. The first section of each wall corresponds with the lateral wall in the next chapel in the ambulatory. This allows us to lengthen the wall, placing the center of the ambulatory and the axis of the whole church, that is, the bisector plane of both walls, which coincides with the axis of the chapel. By contrast, the sections of the wall that project from the perimeter of the church do not meet at the axis. As a result of this asymmetric layout of the second section of the vault, the arches opened in the walls are not coaxial; this makes fitting a toroidal surface through these arches quite difficult.

The vault includes thirteen radial ribs that do not meet the lateral planes. The other ribs, the ones at the edges, are quite short, since they are limited by the oval arches and their edges are aligned over the transversal rib. The angle between the full ribs equals 9° , which is the result of dividing a half circle in twenty sections. Out of the thirteen complete ribs, the first four at the right portion of the vault feature perfect continuity at both sides of the transverse rib. In the fifth and sixth ribs, the distance between the rib ends at both sides of the transversal ribs is small, although it can be appreciated by the naked sight and is evident on a high resolution photograph. The edges of the seventh pair of ribs are hidden by the boss of the vault; however, as far as we can see, in this case the



9. Jerónimo Quijano (atr.), Capilla de la Virgen del Alcázar, San Patricio de Lorca. Nube de puntos obtenida mediante escáner láser 3D, combinada con fotografías tomadas con cámara digital adosada al escáner.

distance between rib edges at both sides of the transversal rib is greater than the one in the sixth pair of ribs and lesser than the one in the eight and successive pairs of ribs.

Our survey, carried out after the earthquake of May 11th, 2011, reflects a number of distortions, such as the leaning of the walls and slight deformations in some arches.

Notwithstanding that, it is easy to fit a series of circular arches through the first ribs in the left side, with a radius of 3,62 m and an angular length of 97° . The centers of these arches are laid out along a circle with its center on the axis of the chapel, at the height of the chapel cornice, and a radius of 1,90 m. This circle stands on a vertical plane which is perpendicular to the chapel axis; however, it is not placed on the plane of the transversal rib, but rather around 35 cm in front of it.

The vault is built using voussoirs which form courses with equal widths, with their directrices placed on vertical planes that are parallel to the transverse rib, in the fashion of splayed arches. The joints between voussoirs do not alternate; they are rather continuous lines laid out at the axis of the radial ribs, dividing the vault in segments. Since the number of voussoirs in each course is even, at the top of each splayed arch there is a joint, rather than a keystone. Since the transverse rib is also divided by a joint, the same thing would happen for each segment if the transverse rib were placed at the top of the vault. This is not the case, since the center of the toroidal surface is not on the plane of the directrix of the transversal rib, but slightly in front of it; thus, the voussoirs of the course behind the transversal rib act as keystones of each segment. Quite significantly, the golden boss is not placed on the transversal rib, but rather on the axis of the preceding course, which goes through the higher point in the vault.

Two symmetrical triangles are placed between the toroidal vault, which is transversal to the church axis, and the polygonal ambulatory. They are spanned by a transition surface divided by radial joints, as an arch or trumpet squinch; its joints are not aligned with the ones in the vault, but rather they are independent. However, both surfaces have a common directrix, a vertical rib of the vault that is coaxial with the transversal rib. The main vault in the chapel is set apart from the barrel vault over the altar with a round arch

10. Jerónimo Quijano (atr.), Capilla de la Virgen del Alcázar, San Patricio de Lorca. Ortofotografía obtenida mediante escáner láser 3D.

9. Jerónimo Quijano (atr.) Chapel of Our Lady of the Alcazar. Church of Saint Patrick in Lorca. Point cloud gathered by a 3D laser scanner, combined

with photographs taken by a digital camera placed attached to the scanner.

10. Jerónimo Quijano (atr.) Chapel of Our Lady of the Alcazar. Church of Saint Patrick in Lorca. Orthophotograph obtained through Laser scanner 3D.



9



10

cos ovalados (fig. 12); si la bóveda fuese estrictamente tórica tendríamos óvalos de Cassini. El primer tramo de cada uno de los lados coincide con el muro lateral de la capilla colindante de la girola; esto permite obtener por prolongación el centro de la girola y el eje de iglesia, que sería la bisectriz,

y que coincide con el de la capilla. En cambio, los tramos que sobresalen del perímetro de la girola, no se cortan sobre el eje y son asimétricos. Esta estructura asimétrica de la planta de la capilla, difícil de percibir a simple vista, hace que los arcos que limitan la bóveda principal no sean coaxiales, y



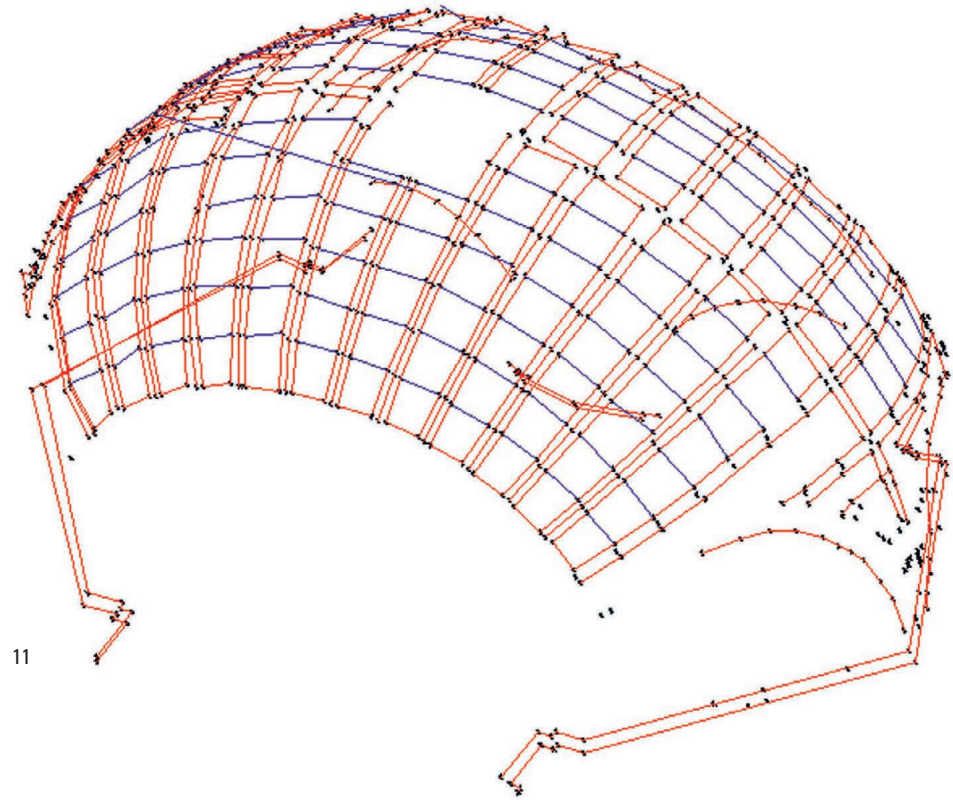
11. Jerónimo Quijano (atr.), Capilla de la Virgen del Alcázar, San Patricio de Lorca. Modelo alámbrico tridimensional obtenido mediante fotogrametría de imágenes cruzadas.

11. Jerónimo Quijano (atr.) Chapel of Our Lady of the Alcazar. Church of Saint Patrick in Lorca. 3D model obtained through crossing-image photogrammetry.

por tanto es difícil encajar entre ellos una bóveda tórica.

La bóveda tiene trece nervios radiales que no se encuentran con los planos laterales. Los restantes, los de los extremos, tienen escasa longitud al estar limitados por los arcos ovalados y sus nervios están alineados sobre el transversal. El ángulo que forman entre sí los nervios completos es de 9° , resultado de dividir el ángulo recto en diez partes iguales, o la bóveda en veinte. De los trece nervios completos, los cuatro de la derecha están en prolongación a un lado y otro del nervio transversal y los restantes no lo están. En los dos siguientes, el quinto y el sexto, el desfase entre ejes de nervios es reducido, pero se puede observar a simple vista fijándose con atención, y resulta evidente en una fotografía de alta resolución. El séptimo nervio, vertical, tiene los extremos ocultos por la tortera de la bóveda, pero lo que deja ver indica que el desplazamiento es mayor que en el anterior y menor que en los siguientes, en los que la irregularidad es ya evidente y progresiva.

La medición, realizada con posterioridad al terremoto de 2011, refleja las distorsiones existentes en la capilla, como son algunos desplomes en los paramentos y ligeras deformaciones en ciertos arcos. No obstante, sobre los nervios radiales continuos se puede encajar con facilidad arcos de una circunferencia de 3,62 m de radio y 97° de longitud angular, cuyos centros describen una circunferencia de 1,90 m de radio con el centro sobre el eje de la capilla y a la altura de la cornisa. Dicha circunferencia está en un plano vertical perpendicular la eje de la capilla, pero no en el plano del nervio transversal, sino adelantada un promedio de 35 cm.



La bóveda está resuelta mediante piezas enterizas que forman hiladas de igual anchura, con las directrices contenidas en planos verticales, a modo de arcos abocinados. Las juntas entre dovelas no se trazan alternadas, sino como líneas continuas dispuestas en los nervios radiales. Dado que el número de gajos es par, en el punto superior de los arcos abocinados no encontramos una clave, sino una junta. Sucedería lo mismo en los gajos si el nervio transversal fuese ecuatorial, pues lo divide por la mitad una junta. Ahora bien, el centro de la superficie tórica no está en la directriz de este nervio, sino ligeramente avanzado, de manera que las dovelas de la hilada anterior al nervio transversal son las claves de los gajos. Sin duda no es casualidad que el disco dorado que co-

placed on a plane which is perpendicular to the axis of the church. The center of this arch is placed at the same height of the cornice that goes around the chapel, but it is set around 30 cm to the right of the axis of the ensemble, as a result of the asymmetry between the rear sections of the side walls.

We have performed a rotation on the points of the ribs around the axis of the inner section of the vault, in order to bring them to a horizontal plane. Such operation shows a dispersion from the previously computed theoretical circle that generates the toroidal surface. However, this departure from the ideal model takes place in the points that are placed on the outer sections of the ribs, where the continuity between both halves of the vault is broken, but not in the rest of the segments.

Thus, we should consider that the main vault in the chapel is made up from a toroidal section and another different section, separated by the transversal rib. And there are no real, significant irregularities in neither of these sections.

There is nothing coarse in the junction of both sections; if they were not placed one in front of the other, the lack of continuity between pairs of radial ribs would pass unnoticed. At first sight, all segments seem to have the same width; only when comparing the width of the radial ribs at their junction with the transversal rib we are able to notice that some ribs are slightly wider than the other ones. There are no thick or double joints suggesting last-minute adjustments. It is quite clear that both sections of the vault follow a previous design. The tracing procedure for a toroidal vault is explained in Spanish stonecutting literature (18, ff. 69 v.). It is not so easy to find another model for the other half of the vault, but it is evident that the designer of the vault put forward a remarkable effort in order to cope with the irregularities of the plan, in keeping with the tradition of geometrical experimentation in Spanish Renaissance stonecutting. ■

NOTE

This study is included in the research project "Stonecutting in the Mediterranean and Atlantic areas. Analysis of built examples" sponsored by the National R+D plan of the Spanish Government. We wish to thank the parson of the church, the architect of the restoration project, Juan de Dios de la Hoz, the construction company in charge of the works and, last but not least, Carmen Martínez Ríos, for their help during our survey.

References

- 1 / ALONSO RODRÍGUEZ, M. Á. and CALVO LÓPEZ, J., 2010. Sobre el levantamiento arquitectónico mediante fotogrametría multiimagen. In: *XIII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, pp. 35-40.
- 2 / ALONSO RODRÍGUEZ, M. Á., et al., 2011. La capilla del canónigo Jerónimo Grasso y el desplome de la fachada renacentista de la catedral de Murcia. In: *XXII Jornadas de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia*. Cartagena 2011. Murcia: Ediciones Tres Fronteras, pp. 13-22.
- 3 / BAQUERO ALMANSA, A., 1902. *Rebuscos*. Murcia: Hermanos Perelló.
- 4 / CALVO LÓPEZ, J. and ALONSO RODRÍGUEZ, M. Á., 2010. Perspective versus Stereotomy: from Quattrocento Polyhedral Rings to Sixteenth-Century Spanish Torus Vaults. *Nexus Network Journal*, vol. 12, no. 1, pp. 75-111.
- 5 / CALVO LÓPEZ, J., et al., 2005. *Cantería renacentista en la Catedral de Murcia*. Murcia: Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia.
- 6 / ESPÍN RAE, J., 1931. *Artistas y artífices levantinos*. Lorca: La Tarde.
- 7 / GUTIÉRREZ-CORTINES CORRAL, C., 1987. *Renacimiento y Arquitectura religiosa en la antigua diócesis de Cartagena*. Murcia: Colegio de Aparejadores.
- 8 / IBÁÑEZ, J. M., 1925. Don Gil Rodríguez de Junterón. *Boletín de la Junta del Patronato del Museo de Bellas Artes de Murcia*, no. 4.

rona la bóveda a modo de tortera no esté sobre el nervio transversal, sino en el eje de la hilada anterior, que pasa por el punto más alto de la bóveda.

Entre la bóveda tórica, que es transversal al eje de la iglesia, y la nave poligonal de la girola se forman dos triángulos simétricos cubiertos mediante una superficie de transición despiezada radialmente, al modo de un arco o una trompa y cuyas juntas no están alineadas con las de la bóveda, siendo por tanto independientes. Ahora bien, ambas superficies tienen una directriz común, un nervio vertical de la bóveda que la limita por este lado y que es coaxial con el nervio transversal central.

La bóveda principal de la capilla está separada del cañón que cubre el altar por un arco de medio punto situado en un plano perpendicular al eje de la iglesia. Dicho arco tiene su centro a la altura de la cornisa que recorre la capilla, pero queda desplazado unos 30 cm, a la derecha del eje del conjunto, como consecuencia de la asimetría existente en los tramos posteriores de los muros laterales de la planta.

Se ha hecho girar a los puntos de los nervios en torno al eje del tramo interior de la bóveda, hasta situarlos en un plano horizontal. Esta operación permite apreciar una dispersión respecto a la teórica circunferencia que genera el toro y que habíamos calculado inicialmente; ahora bien, este alejamiento del modelo ideal se produce en los puntos situados en los tramos exteriores de los nervios en los que se rompe la continuidad entre las dos mitades y no en los restantes.

Podemos considerar, entonces, que la bóveda principal está formada por una parte tórica y otra que no lo es, separadas por el nervio que divide en

dos secciones la capilla. Y no hay desajustes en ninguna de las dos. No hay nada brusco en el encuentro entre una y otra, y si no estuvieran enfrentadas el desacuerdo pasaría desapercibido. A simple vista, parece que los gajos tienen todos el mismo ancho; tan solo al comparar el grosor de los nervios radiales en su encuentro con el nervio perpendicular al eje de la capilla podemos apreciar que algunos son ligeramente más gruesos que otros. No hay juntas gruesas ni dobles que indiquen un ajuste forzado. Las dos porciones de la bóveda responden sin duda a un diseño previo. La traza de una bóveda tórica ha quedado explicada en los tratados de cantería (18, ff. 69 v.). No es fácil encontrar un modelo similar para la otra porción de la bóveda, pero es preciso reconocer un esfuerzo notable por resolver un esviaje preexistente que el tracista ha abordado con gran corrección, dentro de la tradición de experimentación geométrica de la cantería renacentista española. ■

NOTA

Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación "Construcción en piedra de cantería en los ámbitos mediterráneo y atlántico" del Plan Nacional de I+D+i (BIA 2009-14350). Agradecemos las facilidades para la realización del levantamiento de la bóveda dadas por el párroco de la iglesia, el arquitecto de las obras de restauración Juan de Dios de la Hoz y la empresa constructora encargada de las obras y, sobre todo, la inestimable ayuda de María del Carmen Martínez Ríos, arquitecta de la Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales de la Región de Murcia.

Referencias

- 1 / ALONSO RODRÍGUEZ, M. Á. y CALVO LÓPEZ, J., 2010. Sobre el levantamiento arquitectónico mediante fotogrametría multiimagen. En: *XIII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, pp. 35-40.
- 2 / ALONSO RODRÍGUEZ, M. Á., et al., 2011. La capilla del canónigo Jerónimo Grasso y el desplome de la fachada renacentista de la catedral de Murcia. En: *XXII Jornadas de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia*. Cartagena 2011. Murcia: Ediciones Tres Fronteras, pp. 13-22.
- 3 / BAQUERO ALMANSA, A., 1902. *Rebuscos*. Murcia: Hermanos Perelló.
- 4 / CALVO LÓPEZ, J. y ALONSO RODRÍGUEZ, M. Á., 2010. Perspective versus Stereotomy: from Quattrocento Poly-



12. Jerónimo Quijano (atr.), Capilla de la Virgen del Alcázar, San Patricio de Lorca. Detalle de los óvalos en los testeros.

12. Jerónimo Quijano (atr.), Chapel of Our Lady of the Alcázar Church of Saint Patrick in Lorca. Detail of ovals on the side walls.



12

hedral Rings to Sixteenth-Century Spanish Torus Vaults. *Nexus Network Journal*, vol. 12, no. 1, pp. 75-111.

5 / CALVO LÓPEZ, J., et al., 2005. *Cantería renacentista en la Catedral de Murcia*. Murcia: Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia.

6 / ESPÍN RAEI, J., 1931. *Artistas y artífices levantinos*. Lorca: La Tarde.

7 / GUTIÉRREZ-CORTINES CORRAL, C., 1987. *Renacimiento y Arquitectura religiosa en la antigua diócesis de Cartagena*. Murcia: Colegio de Aparejadores.

8 / IBÁÑEZ, J. M., 1925. Don Gil Rodríguez de Junterón. *Boletín de la Junta del Patronato del Museo de Bellas Artes de Murcia*, no. 4.

9 / ROSENTHAL, E. E., 1985. *The Palace of Charles V in Granada*. Princeton: Princeton University Press.

10 / SEGADO BRAVO, P., 2007. *La Colegiata de San Patricio de Lorca. Arquitectura y arte*. Murcia: Universidad de Murcia.

11 / VANDELVIRA, ALONSO DE. 1585 c. Libro de trazas de cortes de piedras. Madrid, Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid. (Ed. de Geneviève Barbé Coquelin de Lisle, *Tratado de arquitectura de Alonso de Vandelvira*. Albacete: Caja Provincial de Ahorros, 1977).

12 / VILLELLA, M., 1998-1999. Jacopo Torri detto l'Indaco (1476-1526) e la capella funebre 'a La Antigua' di Don Gil Rodríguez de Junterón nella cattedrale de Murcia. *Annali di Architettura*, no. 10-11, pp. 82-102.

9 / ROSENTHAL, E. E., 1985. *The Palace of Charles V in Granada*. Princeton: Princeton University Press.

10 / SEGADO BRAVO, P., 2007. *La Colegiata de San Patricio de Lorca. Arquitectura y arte*. Murcia: Universidad de Murcia.

11 / VANDELVIRA, ALONSO DE. 1585 c. Libro de trazas de cortes de piedras. Madrid, Library of the School of Architecture of Universidad Politécnica de Madrid. (Ed. by Geneviève Barbé Coquelin de Lisle, *Tratado de arquitectura de Alonso de Vandelvira*. Albacete: Caja Provincial de Ahorros, 1977).

12 / VILLELLA, M., 1998-1999. Jacopo Torri detto l'Indaco (1476-1526) e la capella funebre 'a La Antigua' di Don Gil Rodríguez de Junterón nella cattedrale de Murcia. *Annali di Architettura*, no. 10-11, pp. 82-102.