

LOS ARTESONADOS RENACENTISTAS DEL PALACIO DUCAL DE PASTRANA (GUADALAJARA): ANÁLISIS GEOMÉTRICO

RENAISSANCE COFFERED CEILINGS IN THE DUCAL PALACE OF PASTRANA (GUADALAJARA): GEOMETRIC ANALYSIS

Ana González Uriel, Manuel de Miguel Sánchez, Miguel C. Fernández-Cabo

doi: 10.4995/ega.2019.10530

Pastrana conserva uno de los conjuntos más relevantes de artesonados renacentistas en España, trazados por Alonso de Covarrubias y ejecutados por Cristóbal de Nieva y Justo de Vega en 1549-50. Con la llegada del Renacimiento, los techos de madera habían adoptado formas *al romano* y tramas geométricas con teselaciones de polígonos presentes en restos de la antigüedad. Mientras en el resto de Europa estos patrones

poblaban techos planos, el oficio y conocimiento geométrico de los carpinteros peninsulares, herederos de la tradición visigoda e hispanomusulmana, permitió su ejecución sobre techos poliédricos, en un desarrollo que supera la mera copia de formas importadas de Italia. El artículo analiza los diferentes trazados presentes en Pastrana y las variadas estrategias para encajar las teselaciones planas en la configuración de los paños inclinados, especialmente en el diseño de los cuartos de limas.

PALABRAS CLAVE: PALACIO DUCAL DE PASTRANA. ARTESONADOS RENACENTISTAS. CARPINTERÍA RENACENTISTA. POLÍGONOS. TESELACIONES

The Ducal Palace of Pastrana houses one of the most remarkable sets of Renaissance coffered ceilings in Spain, designed by Alonso de Covarrubias and executed by carpenters Cristóbal de Nieva and Justo de Vega in 1549-50. Decorative repertoires inspired by ancient Roman style had reached wooden ceilings, including polygonal tessellations that could be seen in Classical remains. Whereas all over Europe those designs were used as flat ceilings, the expertise and geometric mastery of Spanish carpenters, heirs of the Visigothic and Hispano-Islamic tradition, allowed its implementation on polyhedral ceilings, originating rich compositions beyond the mere copying of forms imported from Italy. This article analyzes the geometric patterns present in Pastrana and the various strategies carried out to fit the tessellations in the sloped panels, and especially the junctions among them.

KEYWORDS: DUCAL PALACE OF PASTRANA. RENAISSANCE WOOD COFFERED CEILINGS. RENAISSANCE CARPENTRY. POLYGONS. TESSELLATIONS



Los Mendoza, Pastrana y Covarrubias

Los Mendoza contribuyeron notablemente a la introducción del Renacimiento en España, con tempranas realizaciones que incluían artesonados *a la antigua*: el colegio de Santa Cruz en Valladolid (1486-1491), las casas del Gran Cardenal en Guadalajara o el castillo de la Calahorra en Granada (Gómez-Ferrer 2017). Diego Hurtado de Mendoza y Lemos, segundo hijo del Cardenal Mendoza y primer conde de Mélito, había estado en Italia y era un hombre culto con una importante biblioteca (Hidalgo 2005). En 1541 su viuda, doña Ana de la Cerda, comprará la villa de Pastrana y encargará su palacio al reconocido Alonso de Covarrubias (1488-1570), que había trabajado en numerosas obras para la familia.

Covarrubias era desde 1534 maestro mayor de la Catedral de Toledo, a cuya diócesis pertenecía Pastrana. Hacia 1542 dibujó las trazas del palacio-fortaleza, de planta muy relacionada con el hospital Tavera y con los alcázares reales de Madrid y Toledo, de los que llevaba un lustro siendo maestro mayor, junto con Luis de la Vega (Marías 1983). De planta rectangular en torno a un gran patio y cuatro torres en las esquinas, formaba parte de un amplio proyecto urbano (Alegre et al. 2003).

Los artesonados del palacio muestran diseños basados en cuadrados, hexágonos, octógonos y rombos. Polígonos y poliedros regulares son motivo preferente de estudio en el Renacimiento (Gentil & Martín-Pastor 2015). Libros de trazas y dibujos de arquitecturas de la Antigüedad circulaban también

en el ámbito profesional y eran sin duda una referencia gráfica para maestros y tracistas (Llopis & Torres 2011).

Los carpinteros

Cristóbal de Nieva y Justo de Vega habían trabajado en las obras de Covarrubias en los alcázares de Madrid y Toledo. En febrero de 1549 conseguían un contrato para realizar el artesonado de la antecámara del Alcázar de Toledo, con traza de Alonso de Córdoba. Todos los artesonados del alcázar tenían condiciones de Covarrubias pero trazas de distintos maestros. De Cristóbal de Nieva era la de “una cuadra de artesones de ocho y seis de la delantera” (Marías Franco 1983, pag. 56). Así pues era habitual en la época que los carpinteros ejecutasen trazas dadas por otros maestros, o que diesen trazas para otros. Crece la división diseñador-constructor propia del Renacimiento y asociada a un nuevo concepto de Arte frente al planteamiento medieval del carpintero geométrico (Nuere 2010).

Sobre Pastrana, se conserva escritura de octubre de 1549, por la que Justo de Vega y Cristóbal de Nieva, “*otorgamos e conocemos que tomamos a fazer a obra de los dos quartos de la fortaleza de su Excelentissima que haze en esta villa de Pastrana que el uno es el quarto de hazia la villa y el otro es quarto e Requarto de hazia los guertos y mas la sobre escalera que a de ser conrforme a la traça e condiciones que Alonso de Covarrubias maestro de Obras de su señoría deja señaladas...*”, por setecientos ducados, material aparte. Y se comprometen a realizar en un año “*que se cuenta desde el dia de la fecha de*

The Mendoza family, Pastrana and Covarrubias

Members of the Mendoza family were crucial contributors to the introduction of Renaissance aesthetics in Spain. Since the 15th century, they commissioned Roman style coffered ceilings at the College of Santa Cruz in Valladolid (1486-1491), the houses of the Grand Cardinal in Guadalajara or the castle of Calahorra in Granada (Gómez-Ferrer 2017). Diego Hurtado de Mendoza y Lemos, second son of Cardinal Mendoza and first Count of Mélito, had been in Italy and was a well-educated man with an important library (Hidalgo 2005). His widow, Ana de la Cerda, would buy the village of Pastrana in 1541 and commission her palace to the famed Alonso de Covarrubias (1488-1570), who had carried out a number of works for the family. Covarrubias had been master builder of the Cathedral works in Toledo since 1534, to which diocese Pastrana belonged at that time. Around 1542 he was also together with Luis de la Vega, in charge of the works at royal fortresses in Toledo and Madrid (Marías 1983). At the same time, he was working at the Tavera hospital in Toledo. Very similar to those building schemes was the plan he would have drawn up for the Pastrana fortress-palace in about 1542: a rectangular building around a courtyard with four towers at the corners. It was part of an ambitious urban project for the village that was never completed (Alegre et al. 2003).

The coffered ceilings of the palace show a variety of designs based on squares, hexagons, octagons and rhombuses. Regular polygons and polyhedra were a recurring element in geometry studies in the Renaissance period (Gentil & Martín-Pastor 2015). Theoretical sources on Renaissance architecture and different copies of picture books from antiquity also circulated in professional spheres and were undoubtedly a graphic reference for master builders and draftsmen (Llopis & Torres 2011).

The carpenters

Cristóbal de Nieva and Justo de Vega had worked under Covarrubias' orders at royal fortresses in Madrid and Toledo. In February 1549 they obtained a contract, the script of which is kept, to build the coffered ceiling of an antechamber of the Alcázar de Toledo designed by Alonso de Córdoba. All the coffered ceilings of the fortress had articles and conditions specified by

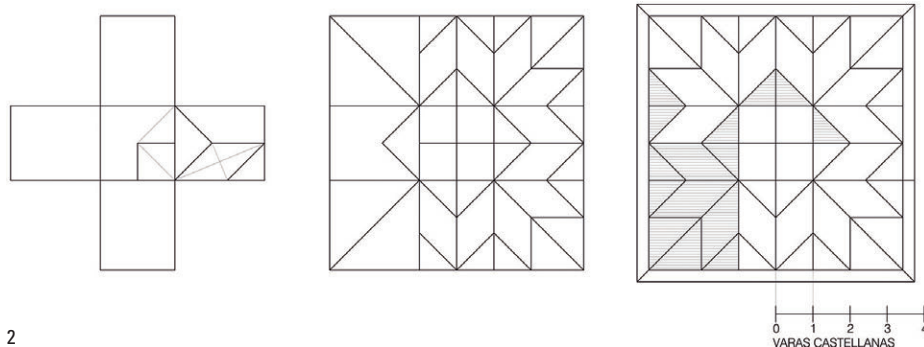
Covarrubias but designs by different masters. Cristóbal de Nieva himself was the author of a plan for another chamber ceiling with eight by six coffers (Marías Franco 1983, page 56). Therefore, it was not unusual at the time that carpenters executed ceilings designed by other masters, or that they designed for others. The roles of designer and builder became increasingly split as a new concept of Arts arose, leaving behind the medieval approach of the geometric carpenter (Nuere 2010). A contract script dated in Pastrana in October 1549 still exists, in which Justo de la Vega and Cristóbal de Nieva committed to build certain

esta carta dandonos las paredes sin vigas conforme a las dichas condiciones e de no alçar mano de dicha obra hasta sea acabada” (García López 1992, pag 66). Es claro que, a partir de las trazas generales del Maestro, son los carpinteros, implicados técnica y económicamente en la obra, quienes deben adaptar esos diseños a los techos poliédricos y asumir la labor que exigen los ajustes en los faldones, testereros y cuartos de limas.

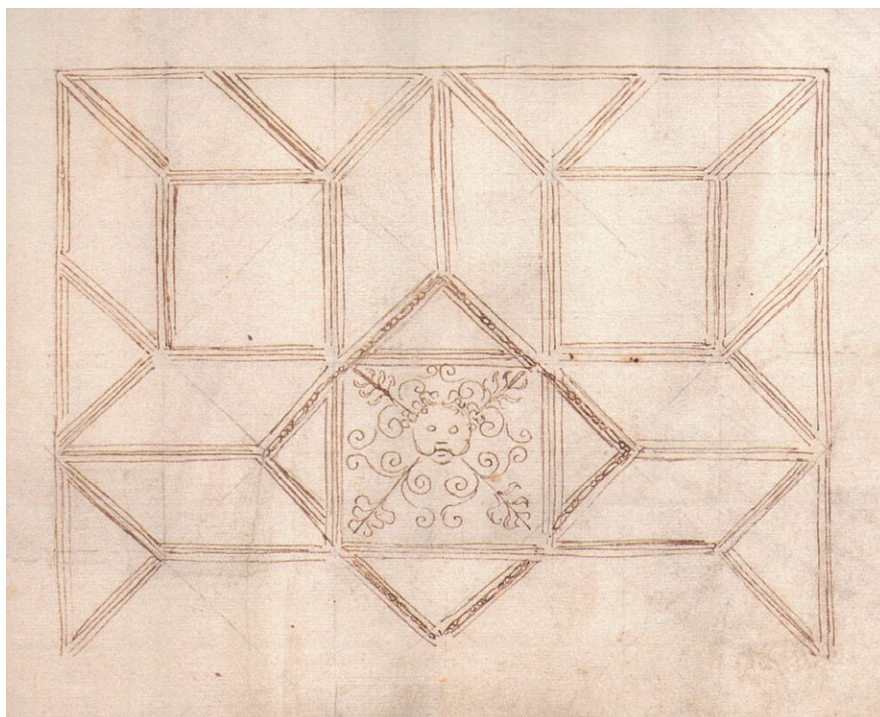
El conjunto de los artesonados

Los seis artesonados estudiados en este trabajo están en la planta noble (Fig. 1). Dos de ellos son alfarjes planos, ubicados en las únicas torres que se construyeron, que flanquean la fachada sur. El resto tiene paños inclinados, con diferentes soluciones de esquina. El de la capilla, situada en la crucía oeste, es de planta cuadrada sin





2



3

1. Detalles y ubicación de los artonados del palacio ducal de Pastrana. Salvo indicación en contra, todas las fotografías y dibujos del artículo son de los autores
2. Esquema de generación del trazado en planta del techo de la Capilla. Con trama los casetones perdidos antes de la restauración. Ortofoto en proyección horizontal obtenida tras levantamiento fotogramétrico
3. Detalle del folio 66 del Codex Escorialensis (1480-1500). Biblioteca del Real Monasterio de San Lorenzo de El Escorial, 28 -II -12

1. Details and location of the coffered ceilings in the ducal palace of Pastrana. All photographs and drawings in this article are by the authors unless otherwise stated
2. Design scheme of the chapel ceiling plan view. Highlighted areas correspond to missing coffers at the beginning of last restoration. Orthophotograph obtained after photogrammetric survey
3. Detail from folio 66 of Codex Escorialensis (1480-1500). Library of the Royal Monastery of San Lorenzo de El Escorial, 28 -II -12

ochavar, con pechinas colgantes. Dando a fachada se sitúa el salón del trono, un largo rectángulo que se cubre con un artonado ochavado en ambos testeros. Junto a él las antesalas de las torres: una de planta cuadrada con un artonado sin ochavar y encuentros a inglete de los faldones; la otra de planta ligeramente rectangular, con un artonado ochavado. La estructura, en estos cuatro artonados no planos, es de jácenas y jabalcones.

La capilla

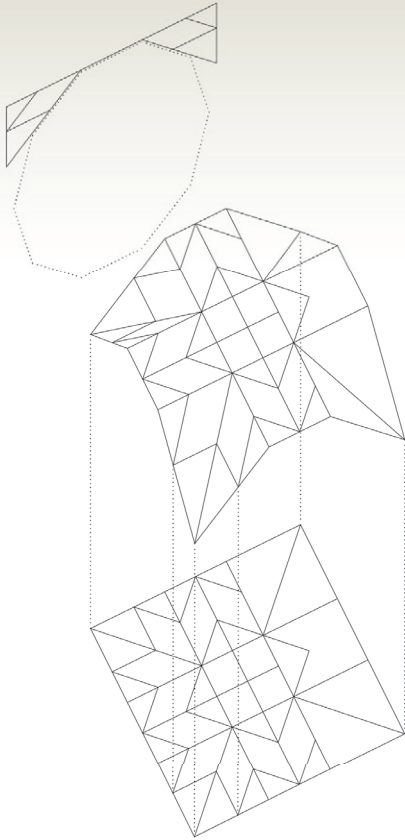
De lado 30 pies (6,25 m), aloja un artonado de simetría central cuyo trazado en planta se basa en las diagonales del cuadrado, utilizan-

do rombos y triángulos a 45° (Fig. 2). Parecido diseño puede verse en el llamado Codex Escorialensis, en manos de los Mendoza en la época (Fig. 3). Estas figuras se mantienen en verdadera magnitud en el paño horizontal del artonado, que tiene forma de cruz griega, pero no así sobre los paños inclinados, que forman pliegues convexos en las esquinas. En estos paños inclinados, los triángulos que en planta son isósceles dejan de serlo, y lo que en planta son rombos devienen romboides: los lados horizontales mantienen la misma dimensión que tienen en planta, mientras que el resto resultan más largos, en lo que hoy llamaríamos una afinidad entre figuras planas. (Fig. 4).

ceilings in the palace after the drawings and conditions marked by Covarrubias, for the amount of seven hundred ducats, excluding the cost of materials, and in less than a year. It is clear then that the carpenters, technically and economically involved in the works, would be in charge of adapting the master designs to the polyhedral ceilings, especially on the sloping panels and junctions between them.

The set of coffered ceilings of the palace

The six coffered ceilings studied in this work are on the main floor (Fig. 1). Two of them are flat ceilings, located in the only two towers that were built, flanking the south façade. The rest of the ceilings have sloped panels, showing different corner solutions. The one in the chapel, in the west wing of the palace, is a square ceiling, with pendentives at the corners. The ceiling of the throne room, in the middle of

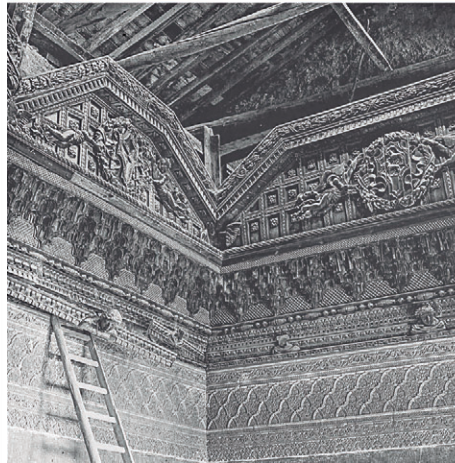


4

the south wing, covers a long rectangle and has chamfered corners. Next to it, at both sides, are the antechambers of the tower rooms. One of them is square and houses a coffered ceiling with mitered joints of the panels. The other, slightly rectangular, is covered by a chamfered ceiling. The structure supporting all these non-flat ceilings consists of beams and struts.

The chapel

A square room of 30 foot sides (6.25 m), its ceiling design is based on the central symmetry and diagonals of the square, using rhombuses and triangles at 45° (Fig. 2). A similar design can be seen in the so-called Codex Escorialensis, in the hands of the Mendoza family at that time (Fig. 3). This flat design corresponds to the ceiling plan view, therefore the figures keep their appearance on the cross-shaped central horizontal panel of the ceiling, but not so on the sloped panels, which form convex folds at the corners. There the triangles that look like isosceles on plan view are scalene in fact, and what on plan view seem to be rhombuses are irregular rhomboids. In these figures the horizontal sides maintain the dimension they have on plan view, while the rest are actually longer than how they appear when projected on plan. Nowadays we would call it affine transformation between flat figures. (Fig. 4).



5

El levantamiento fotogram6trico realizado a partir del estado actual arroja una medida (83,81 cm) muy pr6xima a una vara castellana (83,59 cm) para el lado de cada uno de los cuatro cuadrados de la parte central, lo que parece confirmar el dise1o unitario de f6brica y carpintería. El ángulo de inclinaci6n de los pa1os de las esquinas es muy pr6ximo a 36° , que correspondería al cartab6n llamado por los carpinteros de 5 (por ser $36=180/5$). Su determinaci6n gr6fica era de sobra conocida en el oficio, ya que su uso era muy frecuente para pendientes de teja y tambi6n en el trazado de ruedas de lazo de 10 (Nuere 1985).

Pechinas colgadas hubo tambi6n en el desaparecido artesonado de la escalera del palacio de Pe1aranda de Duero (Carazo 1997) (Fig. 5). Las aristas convexas al interior pueden encontrarse en artesonados castellanos anteriores, como el de la iglesia de Madrigal de las Altas Torres (Ávila).

Sal6n del trono

Hex6gonos adosados por dos de sus lados habían sido utilizados a1os antes por el propio Covarrubias en el palacio arzobispal de Alcalá de Henares, si bien en un artesonado plano (Fig. 6). La uni6n entre los artesonos así dispuestos se corresponde con la estructura paralela de las jácenas.

En Pastrana dicho motivo se pliega en un artesonado de tres pa1os que cubre un rectángulo de 23×8 y $1/4$ varas (19,2 x 6,9 m), adem6s ochavado (Fig. 7). Analizaremos c6mo se adapta la trama plegada a este perímetro, y despu6s c6mo se resuelve su continuidad en los cuadrales.

De acuerdo con las mediciones practicadas in situ y las que se desprenden de la fotogrametría, en secci6n transversal la inclinaci6n de los faldones es 45° . Dada su facilidad de replanteo, parece razonable que ésta fuera una premisa de partida para establecer la dimensi6n del m6dulo hexagonal, tres veces repetido en el almizate y dos en los pa1os inclinados (Fig. 8).

La pendiente de los testereros ha de ser por fuerza diferente ya que los hex6gonos est6n en otro sentido. Para descender la misma altura, se inclinarían casi 55° . Pero esto daría lugar a un rectángulo perimetral demasiado corto respecto a la sala. La soluci6n construida, adaptada a la longitud de ésta, tiene en estos pa1os unos 50° . Esto deforma los hex6gonos alargando sus lados no horizontales, si bien esta irregularidad pasa completamente desapercibida al espectador (Fig. 9).

M6s evidentes son los ajustes acometidos para ochavar. Los últimos hex6gonos de los faldones longitudinales se ven plegados y deformados, y los de los testereros ade-



4. Esquema en perspectiva mostrando la proyección del trazado sobre el techo de la capilla, y el perfil de éste en relación a un decágono regular

5. Arriba: detalle del techo de la capilla. Abajo: Friso del artesonado sobre la escalera del palacio de Peñaranda de Duero, fotografía de Eutasio Villanueva, tomada entre 1913 y 1929. Instituto del Patrimonio Cultural de España. MCD

6. Dibujos de Andrew Nobel Prentice sobre los techos del palacio arzobispal de Alcalá de Henares (Prentice, 1893)

7. Izquierda: Salón del Trono del palacio de Pastrana. Derecha: Salón de embajadores del palacio de Peñaranda de Duero. Fotografía de Juan Miguel Pando, 1967. Instituto del Patrimonio Cultural de España. MCD

4. Axonometric view showing the projection of the plan outline onto the ceiling, and its profile related to a regular decagon

5. Above: detail of the ceiling of the chapel. Below: Frieze of the coffered ceiling over the staircase in the palace of Peñaranda de Duero, photograph by Eutasio Villanueva, taken between 1913 and 1929. Cultural Heritage Institute of Spain. MCD

6. Roofs in the archiepiscopal palace of Alcalá de Henares. Drawings by Andrew Nobel Prentice (Prentice, 1893)

7. Left: Throne room in the palace of Pastrana. Right: Hall of ambassadors in the palace of Peñaranda de Duero. Photograph by Juan Miguel Pando, 1967. Institute of Cultural Heritage of Spain. MCD

más pasan a tener siete lados. A la dificultad de la distinta orientación de los hexágonos a uno y otro lado, hay que añadir que se ochava no desde la esquina del rectángulo que circunscribe el almizate, sino desde el lado del hexágono más cercano a la esquina. Esto da lugar a paños trapezoidales en lugar de triangulares. Además se trata de trapezoides alabeados, pues sus lados horizontales no son paralelos. Estos difíciles paños se resuelven al intradós definiendo un plano sobre dos lados del trapezoide, con un triángulo que alojará un hexágono, imperceptiblemente irregular. Y triangulando el

The side of each square in the central part of the ceiling is very similar to a Castilian yard (83.59 cm), since the photogrammetric survey of the ceiling in its current state led to a measurement of 83.81 cm. This seems to confirm the unitary design of carpentry and masonry. The slope of the corner panels, after the same survey, is very close to 36° , which would correspond to the set square known by carpenters as of 5 (since 36 is $180/5$). Its graphic determination was well known at that time among carpentry masters, as it was frequently used for tile roofs and also in Hispano-Islamic 10-point star interlace pattern designs (Nuere 1985).

Convex folds at the corners were not common, but they can be found in some previous Castilian coffered ceilings, such as the one in the church of Madrigal de las Altas Torres (Ávila). They were also used in the now missing ceiling over the stairs in the palace of Peñaranda de Duero (Carazo 1997) (Fig. 5).

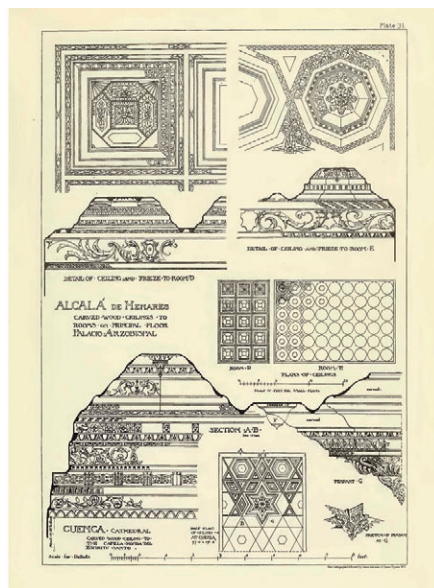
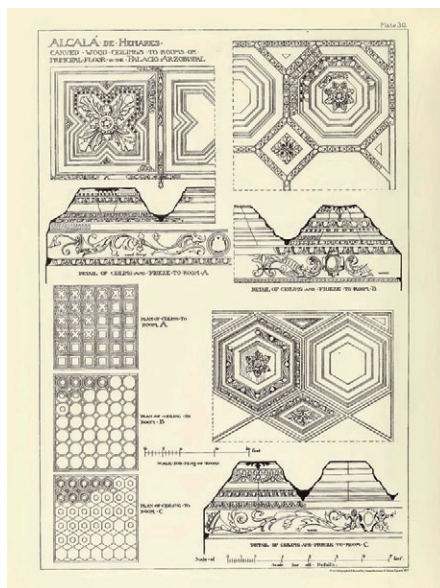
Throne room

A pattern with hexagons connected by two of its sides had been used years before by Covarrubias in the archbishop's palace of Alcalá de Henares, although that was a flat coffered ceiling (Fig. 6). Coffers arranged this way match the structural scheme of parallel beams.

In Pastrana that pattern is folded in a three-paneled ceiling that covers a rectangle of 23 x 8 and 1/4 yards (19.2 x 6.9 m) with chamfered corners (Fig. 7). We will first discuss how the pattern is folded to adapt to the perimeter, and then how its discontinuity at the corners is treated.

According to the measurements taken in situ and those derived from the photogrammetric survey, the long side panels tilt at a 45 degree angle. Given its ease to implement, it seems reasonable that this was the starting premise to establish the dimension of the hexagonal module, three times repeated on the top flat plane and two on the tilted panels (Fig. 8).

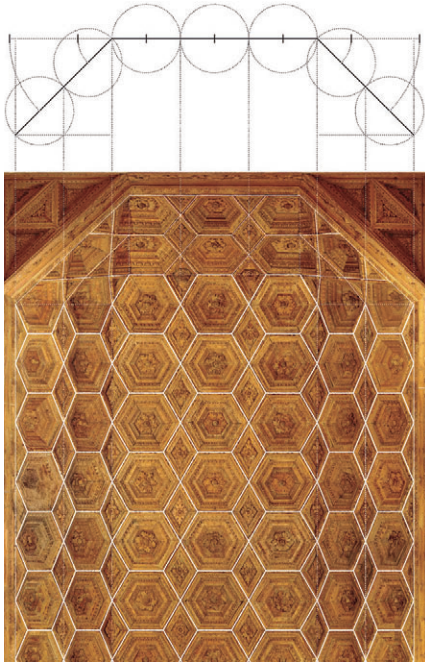
The slope of the short side panels must of necessity be different because the hexagons are in the perpendicular direction. To descend the same height, they would tilt almost at a 55° angle. However, this would result in too short a rectangle in relation to the perimeter of the room. The built ceiling, adapted to the length of the room, has a 50° tilt angle for these panels. This forces the deformation of the hexagons, lengthening their non-horizontal sides, although



6



7

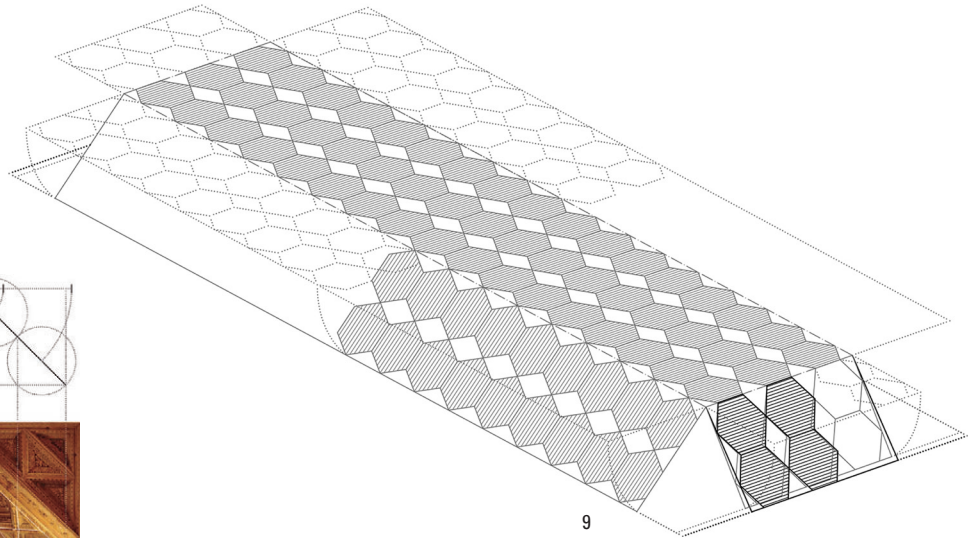


8

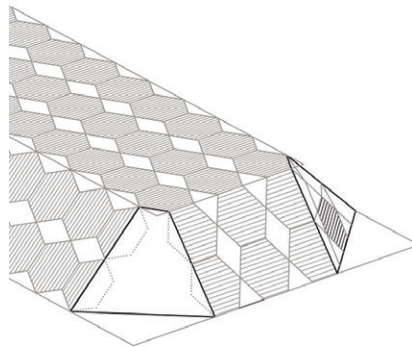
that irregularity goes completely unnoticed to the viewer (Fig. 9).

More noticeable are the adjustments made for chamfering the corners. The last hexagons on the long side panels are folded and deformed, and those on the short side panels go on to have seven sides. In addition to the difficulty that the different orientation of the hexagons involves, the chamfer panel does not start from the corner of the rectangle circumscribing the top plane, but from the side of the closest hexagon to the corner. This results in trapezoidal panels instead of triangular ones. In addition, they are skew trapezoids, because their horizontal sides are not parallel. At the intrados, these difficult panels are sorted by defining a triangle with two sides of the trapezoid and fitting an imperceptibly irregular hexagon within it. The rest of the trapezoid is triangulated, and therefore composed of flat facets (Fig. 10). That arrangement implies slight bends in some flashing lines between coffers, but not their discontinuity.

In this way the feeling of regularity dominates throughout the whole, despite the distortions suffered by the pattern. A very similar solution can be seen at the ambassadors' hall in the palace of the Counts of Miranda in Peñaranda de Duero, Burgos (Fig. 7), the construction of



9



10



resto de la superficie, que queda así compuesta de facetas planas (Fig. 10). Esto implica ligeros quiebros en algunas líneas de tapajuntas pero no su discontinuidad.

De este modo la sensación de regularidad domina en el conjunto, pese a las distorsiones de la trama. Una solución similar a la del artesonado del salón de embajadores del palacio de los condes de Miranda en Peñaranda de Duero, Burgos (Fig. 7), cuya construcción se fecha en el primer tercio del siglo XVI, con la posible participación de Luis de Vega (Martínez 2005).

Antesala de la hora

Este artesonado de nuevo reproduce un trazado utilizado anteriormente por el propio Covarrubias, en 1524-1534 en el palacio arzobispal de Alcalá de Henares (Fig. 11), y familiar también a los Mendoza (Ràfols 1926). Octógonos unidos por vértices, dejando

estrellas de cuatro puntas, pueden verse en el palacio de la Calahorra, 1509-1512, mandado construir por el cuñado de Doña Ana.

Pero Pastrana aporta la importante innovación del plegado por paños. En este caso no se ochava, sino que los cuatro paños inclinados se encuentran a inglete. La teselación de octógonos inscritos en cuadrados es perfectamente compatible con ese corte en la diagonal. Basta ajustar la pendiente de los faldones para que coincidan elegantemente los vértices de los octógonos de la banda perimetral, de modo que sólo se sacrifica el octógono de la banda intermedia. La determinación de esa pendiente puede hacerse con una operación gráfica elemental de lo que hoy llamaríamos abatimiento en diédrico directo (Fig. 12), recurso que manejaban tanto canteros como carpinteros y aparece recogido en textos como los de Vandelvira o De L'Orme.



8. Hipótesis de cálculo de la dimensión del polígono como división en seis partes del ancho de la sala. Polígonos tratados como círculos tangentes
9. Desarrollo de la trama hexagonal en el salón del trono. Los faldones tienen distinta pendiente, 45° los longitudinales, en los testeros 50°. Replanteo conservando la regularidad de los hexágonos y, en negro, trazado realmente construido
10. Trapezoides alabeados en los paños que ochavan el salón del trono: Esquema de la solución construida. Fotografía del trasdós. Ortofoto en proyección horizontal del intradós, en que se señalan rectas y quebradas
11. Izquierda: Ortofoto en proyección horizontal del artesonado en la antesala de la hora. Derecha arriba: Techo del palacio arzobispal de Alcalá de Henares, desaparecido en el incendio de 1939. Fotografía de Moreno (Ráfols, 1926). Derecha abajo: Artesonado de la antesala de la hora, detalle del estado previo a la rehabilitación. Fotografía de M^a José Arnaiz y M^a Trinidad Yunquera. Archivo de la Universidad de Alcalá
12. Determinación de la pendiente de los faldones en la antesala de la hora

8. Hypothesis of the polygon dimension as stemming from the division of the room width in six parts. Polygons are taken as tangent circles
9. Hexagonal pattern and its folding in the throne room ceiling. The long side panels tilt at a 45° angle, the short side panels at a 50° angle. Hexagons on the actually built short side panels, highlighted in black, are compared to strictly regular hexagons that would involve another tilt angle
10. Skew trapezoids on the corner panels at the throne room: Scheme of the built solution. Photograph of the structure above. Orthophotograph of the intrados, where some straight and slightly zig-zag lines are highlighted
11. Left: Orthophotograph on plan view of the coffered ceiling in the antechamber of the hour. Right above: Ceiling of the archiepiscopal palace of Alcalá de Henares, destroyed by fire in 1939. Photograph by Moreno (Ráfols, 1926). Right below: Coffers of the antechamber of the hour before restoration. Photograph by M^a José Arnaiz and M^a Trinidad Yunquera. Archive of the University of Alcalá
12. Determination of the slope of the side panels in the antechamber of the hour

Antesala de Nebrija

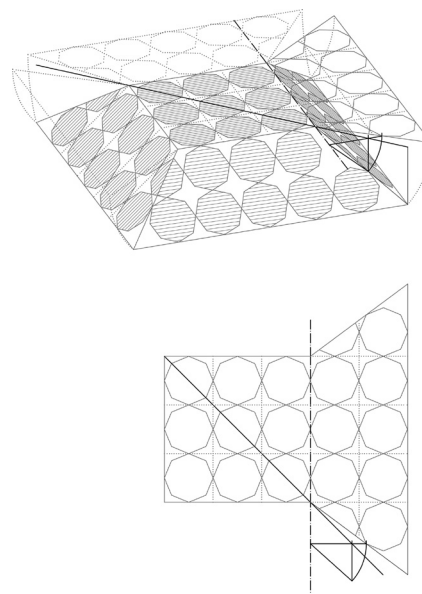
Un artesonado basado en rombos cubre la estancia ligeramente rectangular, de 35 x 33 pies, 7,31 x 6,86 m (Fig. 13). El ángulo agudo de los rombos es de 60°, de modo que tres de ellos forman un hexágono regular (Fig. 14). El ancho de los faldones longitudinales se corresponderá a dos veces y media el lado del hexágono, y a tres veces su apotema en los testeros. Es pues algo diferente, como puede verse a partir del desarrollo de la trama (Fig. 15).

Para mantener la horizontalidad del estribado al plegar los faldones, la pendiente debería ser distinta y los cuadradales no estarían exactamente a 45° en planta, sino a 43,2°. Sin embargo, a tenor de los datos obtenidos del levantamiento, los cuadradales se ejecutaron a 45°, como además parece subrayar la presencia de octógonos regulares en las pechinas (Fig. 16). De modo que se impuso una pendiente igual para los cuatro faldones, a costa de alterar ligeramente el módulo hexagonal en dos de ellos. La pendiente corresponde a 7/9 (37,8°). Son los testeros los que

which dates from the first third of the 16th century, with the possible participation of Luis de Vega (Martínez 2005).

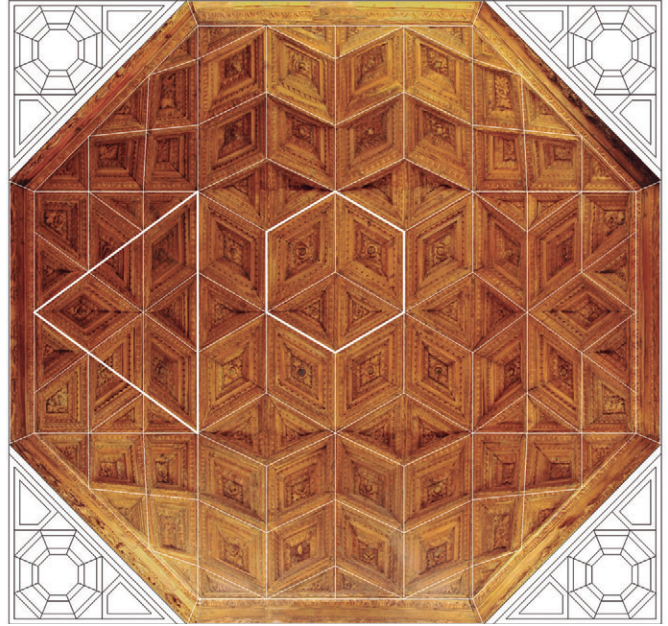
Antechamber of the hour

Again this coffered ceiling reproduces a layout previously used by Covarrubias in 1524-1534 in the archbishop's palace of Alcalá de Henares (Fig. 11), and that was also familiar to the Mendoza family (Ráfols 1926). Octagons joined by vertices, girding four-pointed stars, can be seen as well in the palace of Calahorra, 1509-1512, commissioned by Doña Ana's brother-in-law. But again the Pastrana ceiling involves the significant innovation of putting it onto folding panels. In this case the square plan does not have chamfered corners. The four inclined panels are mitered. The tiling of octagons inscribed in squares is perfectly compatible with that cut on the diagonal. It would suffice to adjust the slope of the panels so that the vertices of the octagons on the perimeter strip elegantly coincide. Only the octagons on the intermediate band would need to be sacrificed. The tilt angle can be determined by an elementary graphic operation, consisting of rotating the plane containing the miter line down onto the horizontal plane (Fig. 12), a method that both stonemasons and carpenters used at the time and was included in texts such as those of Vandelvira or De L'Orme.

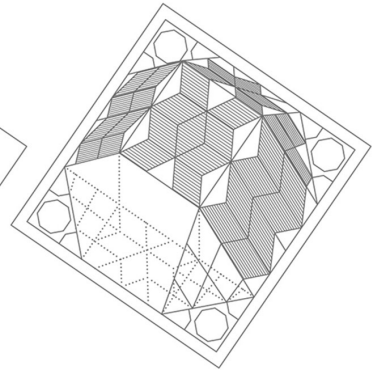
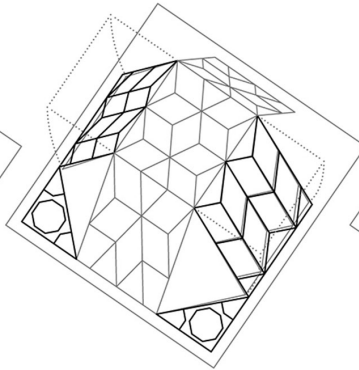
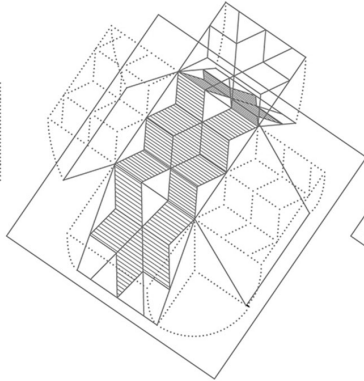
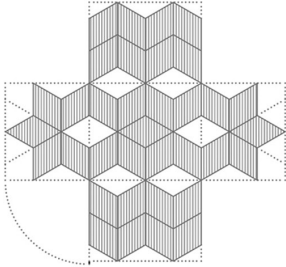




13



14



15



16

13. Artesonado de la antesala de Nebrija

14. Artesonado de la antesala de Nebrija, esquemas y ortofoto en proyección horizontal obtenida del levantamiento fotogramétrico

15. Antesala de Nebrija. Desarrollo y plegado de la trama de rombos basados en hexágonos

16. Antesala de Nebrija. Detalle de los octógonos en las pechinas

13. Coffered ceiling in Nebrija's antechamber

14. Coffered ceiling in Nebrija's antechamber, schemes and orthophotograph on plan view obtained after photogrammetric survey

15. Nebrija's antechamber. Rhombuses pattern based on hexagons, spread out and folded

16. Nebrija's antechamber. Detail of the octagons on the pendentives



conservan el módulo exacto. Sobre ellos puede verse un triángulo equilátero formado por la prolongación de lados de los rombos, dispuestos para completar una estrella de seis puntas. Los faldones longitudinales tienen los hexágonos y sus rombos levemente deformados (Fig. 15). Así, de modo análogo a lo que ocurre en la sala larga, se mantiene una regularidad visual a costa de unos pequeños ajustes sobre la regularidad geométrica de la trama, imperceptibles al espectador.

Los paños que ochavan, aquí triángulos isósceles, muestran tres cuadriláteros que mantienen la idea de rombos, sin llegar a serlo, tratando de conciliar las tramas de los paños a los que dan continuidad.

Alfarjes de las torres

En los techos planos de las salas hoy llamadas Antonio de Nebrija y sala de la Hora o de la Princesa (García López 2010, p. 109) se desarrolla idéntica trama poligonal a partir de cuadrados y giros a 45° , muy relacionada con el trazado de lazo de ruedas de cuatro, el llamado lazo castellano (Fig. 17) y con diseños clásicos (Fig. 18). La convivencia de diseños de lazo con formas renacentistas es característica de la carpintería española en ese momento. Los mismos maestros eran capaces de ejecutar las dos cosas, a menudo en la misma obra.

Por otro lado, en estos techos el módulo se reproduce no un número entero, sino dos veces y media por cada lado. Así, pese a cubrir una planta cuadrada, el conjunto no tiene una simetría central respecto a los planos paralelos a los lados (Fig. 19). Esta configuración va más allá de la regularidad y equilibrio correspondiente a un trazado puramente renacentista.

Si bien de planta rectangular, un alfarje similar se conserva sobre la escalera del hoy convento de la Imagen en Alcalá de Henares (Fig. 20), atribuida al mismo Alonso de Covarrubias hacia 1545. Quizá pudo también haber sido trazado por él, o bien inspirar los de Pastrana.

Conclusiones

La colonización del espacio poliédrico a partir de trazados geométricos planos es un rasgo característico de los techos en madera en la península Ibérica. La herencia formal romana, combinada con los conocimientos de geometría desarrollados en la tradición hispanomusulmana de construcción en madera, convergen en la producción de unos artesonados punteros en la arquitectura renacentista que se estaba realizando en los distintos estados europeos.

Pastrana es un exponente de los conocimientos y pericia de los maestros y carpinteros españoles de la época, capaces de prever la pendiente adecuada para que coincidan vértices de polígonos sobre paños contiguos, o de mantener la sensación de regularidad de la teselación, cuando geoméricamente es imposible hacer coincidir un trazado poligonal sobre las aristas del intradós poliédrico, o de ajustar imperceptiblemente el diseño a las dimensiones de la sala.

Fueron los carpinteros quienes crearon una solución geométrica ingeniosa para dar respuesta a las condiciones de diseño impuestas por Covarrubias. Es probable que fueran esquemas planos de trazados tomados de Roma los que el propio Covarrubias manejara, pero la solución tridimensional requiere un conocimiento combinado

Nebrija's Antechamber

A rhombus based pattern covers the slightly rectangular room, 35 x 33 feet, 7.31 x 6.86 m (Fig. 13). The acute angle of the rhombuses is 60° , so that three of them form a regular hexagon (Fig. 14). The width of the long side panels is two and a half times the side of the hexagon, while that of the short side panels is three times the apothem of the hexagon. These two measurements are not the same, as the spread out layout of the ceiling shows (Fig. 15). Therefore the slopes should be different to keep the perimeter horizontal, and the corner braces would not be exactly at 45° on plan view, but at 43.2° . However, according to the data obtained from the survey, the squares were executed at 45° , as it also seems to emphasize the presence of regular octagons in the pendentives (Fig. 16). Thus an equal slope was set for the four tilted panels, at the expense of slightly altering the hexagonal module in two of them. The slope corresponds to $7/9$ (37.8° tilt angle). The short side panels keep the exact module. Regular triangles can be seen on them overstepping the hinges with the top horizontal panel, formed by the prolongation of the sides of the rhombuses arranged to complete a six-pointed star. The long side panels have the hexagons and their rhombuses slightly distorted (Fig. 15). Analogously to what happens in the throne room, visual regularity is maintained at the expense of some small adjustments on the geometric regularity of the pattern, unnoticeable to the viewer.

Each of the chamfering panels, in this case isosceles triangles, shows three quadrilaterals that maintain the appearance of rhombuses and, even if they are not, give a sense of continuity to the pattern on the lateral panels which they are in between.

Flat ceilings in the towers

The same polygonal pattern is shown on both flat ceilings in the tower rooms, nowadays called Antonio de Nebrija and Room of the Hour or of the Princess (García López 2010, p.109). It is based on squares and 45° rotations, and bound up with the Hispano-Islamic interlace pattern design called *rueda de cuatro*, also called *lazo castellano* (Fig. 17), and with classical designs (Fig. 18). The coexistence of Hispano-Islamic designs with Renaissance forms is characteristic of Spanish carpentry at that time. Carpentry

masters were capable of executing both, often in the same work.

Moreover, in both ceilings the module is not repeated an integer number of times, but two and a half times per side. Thus the set does not have axial symmetry planes parallel to the sides, despite covering a square room (Fig. 19). This configuration goes beyond the regularity and balance corresponding to a purely Renaissance layout.

A similar ceiling, though rectangular instead of square, remains over the staircase of today's Convent of the Image in Alcalá de Henares (Fig. 20). That staircase is attributed to the same Alonso de Covarrubias around 1545. Perhaps the ceiling could also have been designed by him, or serve as inspiration for those in Pastrana.

Conclusions

The capacity to colonize polyhedral spaces from flat geometrical patterns is a significant feature of wooden ceilings in the Iberian Peninsula. Roman formal heritage, combined with the geometric proficiency achieved in Hispano-Islamic traditional wooden construction, led to the production of state-of-the-art coffered ceilings in the context of European Renaissance architecture. Pastrana demonstrates the first-class knowledge and expertise of Spanish masters and carpenters of the time, able to foresee

de geometría y carpintería, que en el caso que nos ocupa produjo brillantes propuestas. ■

Referencias

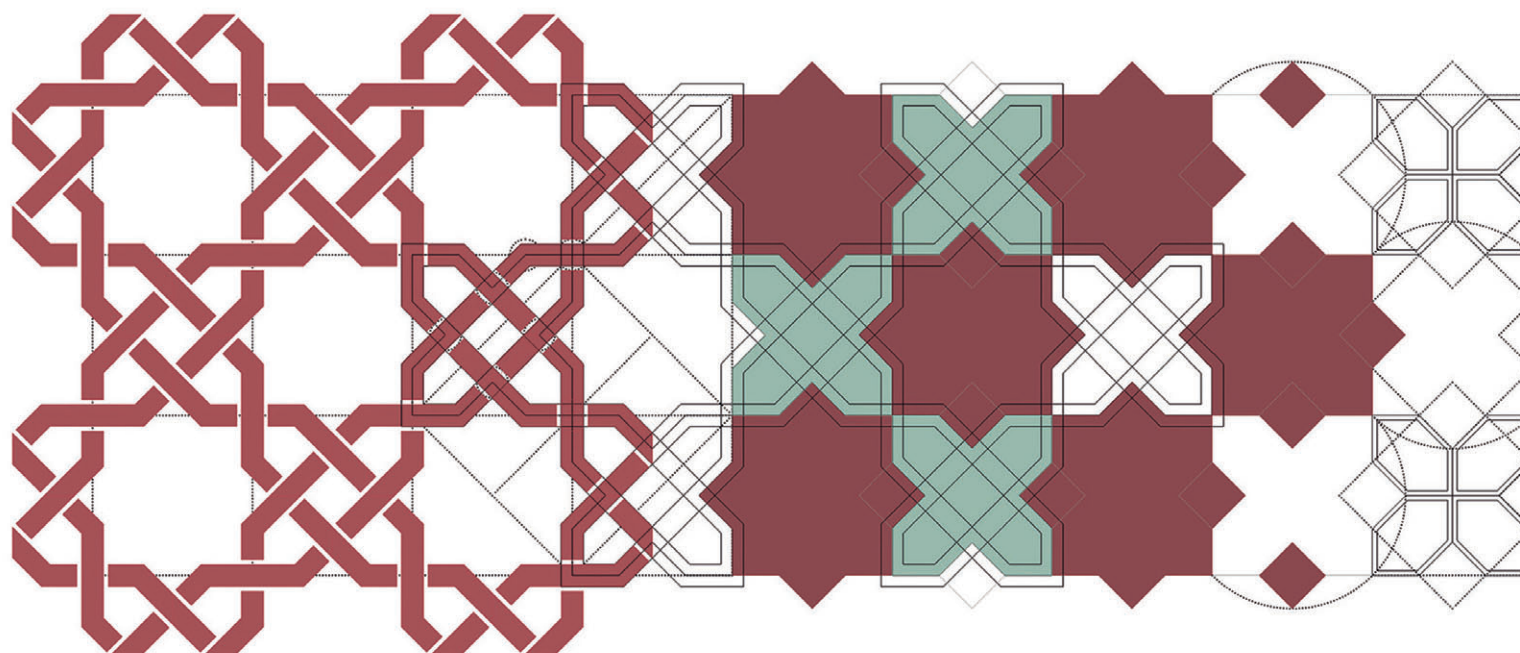
- ALEGRE, E., NIETO, T. y FERNÁNDEZ ALBA, A., 2003. *La villa ducal de Pastrana*, Guadalajara: AACHE.
- CARAZO, E., 1997. El Palacio de los Condes de Miranda en Peñaranda de Duero. *Academia: Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, (85), pp.505–544.
- GARCÍA LÓPEZ, A., 1992. Alonso de Covarrubias, autor del Palacio Ducal de Pastrana. *Wad-al-Hayara: Revista de estudios de Guadalajara*, (19), pp.51–74.
- GARCÍA LÓPEZ, A., 2010. *El Palacio Ducal de Pastrana: una obra desconocida de Alonso de Covarrubias: un libro para conocer su historia*, Guadalajara: Aache.
- GENTIL, J.M. y MARTÍN-PASTOR, A., 2015. Los poliedros como forma de conocimiento geométrico. *EGA.Revista de expresión gráfica arquitectónica*, 20(25), p.56. doi: 10.4995/ega.2015.3677.
- GÓMEZ-FERRER, M., 2017. Artesanos entre Italia y España en la Arquitectura Renacentista temprana. *Studi e Ricerche di Storia dell'Architettura*, (2), pp.8–27. doi: 10.17401/studiericerche-2/2017-GOMEZ.
- HIDALGO, J., 2005. El papel de la nobleza en la introducción del Renacimiento en España: nuevas aportaciones referentes a los marqueses del Zenete y los condes de Melito. In *XII*

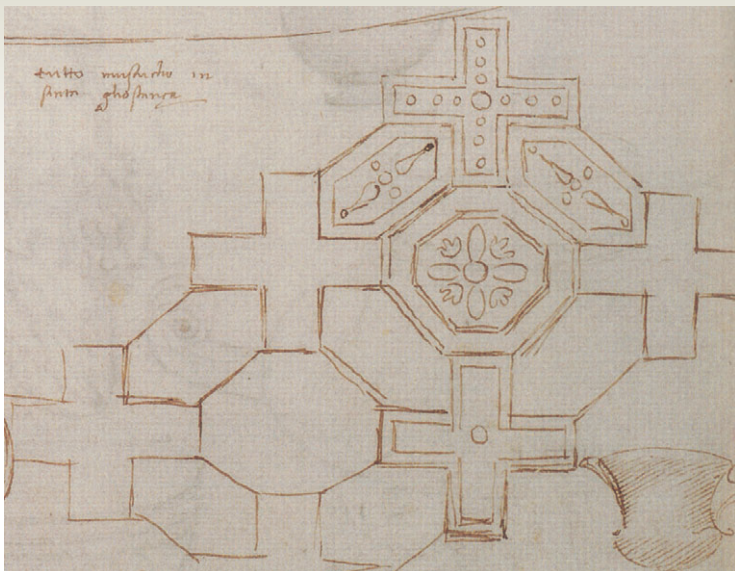
Jornadas de Arte. El arte foráneo en España: presencia e influencia. CSIC, pp. 261–268.

- LLOPIS, J. y TORRES, A., 2011. Tratadística e imagen arquitectónica en el siglo XVI en Valencia. *EGA Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 18(1). doi: 10.4995/ega.2011.983
- MARÍAS, F., 1983. *La arquitectura del Renacimiento en Toledo (1541-1631)* III 1st ed., Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- MARTÍNEZ, J., 2005. La escalera del palacio de los condes de Miranda en Peñaranda de Duero, Burgos. *De arte: revista de historia del arte*, (4), pp.75–87.
- NUERE, E., 2010. Dibujo, geometría y carpinteros en la arquitectura. Available at: http://www.realacademiabellasartessanfernando.com/assets/docs/discursos_ingreso/nuere_matauco_enrique-2010.pdf.
- NUERE, E., 1985. *La carpintería de lo blanco: lectura dibujada del primer manuscrito de Diego López de Arenas*, Madrid: Ministerio de Cultura.
- PRENTICE, A.N., 1893. *Renaissance architecture and ornament in Spain: 1500-1560*, London: B.T.Batsford.
- RÀFOLS, J.F., 1926. *Techumbres y artesanos españoles* 1st ed., Barcelona: Barcelona Labor.

Agradecimientos

Queremos manifestar especialmente nuestro agradecimiento a la Universidad de Alcalá, a su Archivo, y a Ismael Gumiel, encargado de mantenimiento del Palacio.





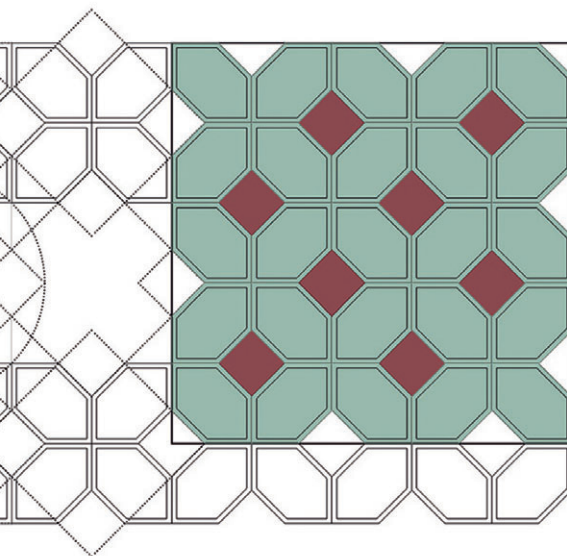
18



18

17. Relación del trazado de lazo de cuatro con el diseño de los alfarjes de las torres
 18. Detalle del folio 4v del Codex Escorialensis (1480-1500). Biblioteca del Real Monasterio de San Lorenzo de El Escorial, 28 -II -12
 19. Ortofotografía en proyección horizontal de uno de los alfarjes de las torres
 20. Arriba: Artesonado en una de las torres de Pastrana. Abajo: Artesonado en el Convento de la Imagen en Alcalá de Henares. Fotografía de Pilar Navío. Fototeca Municipal de Alcalá de Henares

17. Four-pointed stars pattern in the design of the tower ceilings
 18. Detail from folio 4v of Codex Escorialensis (1480-1500). Library of the Royal Monastery of San Lorenzo de El Escorial, 28 -II -12.Fig
 19. Orthophotograph on plan view of one of the tower ceilings
 20. Above: Coffered ceiling in one of the Pastrana towers. Below: Coffered ceiling in the Convent of the Image in Alcalá de Henares. Photograph by Pilar Navío. Alcalá de Henares city council photo library



the appropriate tilt angle to match the vertices of polygons on contiguous panels, or to maintain the sense of regularity of the tiling even if it is geometrically impossible to fit it within the edges of the polyhedral intrados, or to imperceptibly adjust the design to the dimensions of the room. It was the carpenters who generated clever geometric solutions to fulfill the design conditions marked by Covarrubias. His drawings very likely were flat layouts taken from Roman designs. Their three-dimensional wooden construction requires a combined knowledge of geometry and carpentry, which in this case produced brilliant works . ■

References

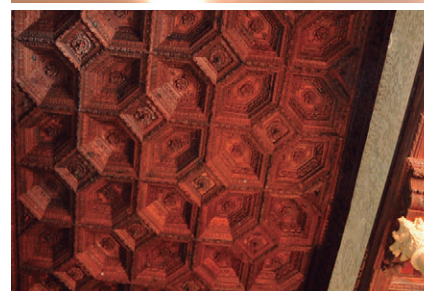
- ALEGRE, E., NIETO, T. & FERNÁNDEZ ALBA, A., 2003. *La villa ducal de Pastrana*, Guadalajara: AACHE.
- CARAZO, E., 1997. El Palacio de los Condes de Miranda en Peñaranda de Duero. *Academia: Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, (85), pp.505-544.
- GARCÍA LÓPEZ, A., 1992. Alonso de Covarrubias, autor del Palacio Ducal de Pastrana. *Wad-al-Hayara: Revista de estudios de Guadalajara*, (19), pp.51-74.
- GARCÍA LÓPEZ, A., 2010. *El Palacio Ducal de Pastrana: una obra desconocida de Alonso de Covarrubias: un libro para conocer su historia*, Guadalajara: Aache.
- GENTIL, J.M. & MARTÍN-PASTOR, A., 2015. Los poliedros como forma de conocimiento geométrico. *EGA Revista de expresión gráfica arquitectónica*, 20(25), p.56. doi: 10.4995/ega.2015.3677.
- GÓMEZ-FERRER, M., 2017. Artesonados entre Italia y España en la Arquitectura Renacentista temprana. *Studi e Ricerche di Storia dell'Architettura*, (2), pp.8-27. doi: 10.17401/studiericerche-2/2017-GOMEZ.
- HIDALGO, J., 2005. El papel de la nobleza en la introducción del Renacimiento en España: nuevas aportaciones referentes a los marqueses del Zenete y los condes de Melito. In *XII Jornadas de Arte. El arte foráneo en España: presencia e influencia*. CSIC, pp. 261-268.
- LLOPIS, J. & TORRES, A., 2011. Tratadística e imagen arquitectónica en el siglo XVI en Valencia. *EGA Revista*

de Expression Grafica Arquitectonica, 18(1). doi: 10.4995/ega.2011.983

- MARIAS, F., 1983. *La arquitectura del Renacimiento en Toledo (1541-1631) III* 1st ed., Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- MARTÍNEZ, J., 2005. La escalera del palacio de los condes de Miranda en Peñaranda de Duero, Burgos. *De arte: revista de historia del arte*, (4), pp.75-87.
- NUERE, E., 2010. *Dibujo, geometría y carpinteros en la arquitectura*. Available at: http://www.realacademiabellasartessanfernando.com/assets/docs/discursos_ingreso/nuere_matauco_enrique-2010.pdf.
- NUERE, E., 1985. *La carpintería de lo blanco: lectura dibujada del primer manuscrito de Diego López de Arenas*, Madrid: Ministerio de Cultura.
- PRENTICE, A.N., 1893. *Renaissance architecture and ornament in Spain: 1500-1560*, London: B.T.Batsford.
- RÀFOLS, J.F., 1926. *Techumbres y artesonados españoles* 1st ed., Barcelona: Barcelona Labor.

Acknowledgments

We wish to express our gratitude especially to the University of Alcalá, to its Archive, and to Ismael Gumiel, in charge of maintenance at the Palace of Pastrana.



20