

## FORM, CONSTRUCTION AND RESTORATION OF TIMBERVAULTS IN THE MONASTERY OF SANTA MARÍA DE PIEDRA, NUÉVALOS (ZARAGOZA)

### *FORMA, CONSTRUCCIÓN Y RESTAURACIÓN DE BÓVEDAS TABICADAS EN EL MONASTERIO DE SANTA MARÍA DE PIEDRA, NUÉVALOS (ZARAGOZA)*

Belén Gómez Navarro<sup>a1</sup>, Antonio Estepa Rubio<sup>ib</sup><sup>a2</sup>

<sup>a</sup> School of Architecture and Technology, San Jorge University, Spain.  
<sup>a1</sup>bgomez@usj.es, <sup>a2</sup>aestepa@usj.es

#### Abstract

This paper aims to document the constructive solution applied to cover the staircase space executed during the 16th-century expansion of the Monastery of Santa María de Piedra, through the execution of timber vaults. We present a study on the constructive development of the solution employed, as well as a formal analysis of the geometric model that had to be intervened upon to recover and rehabilitate the staircase space. Compared to stone vaults, the efficiency of timber vaults is evident in aspects such as economy of means, speed of execution, and lightness. All of this has led to this system being valued and implemented in various periods of construction history.

**Keywords:** built heritage, brick vault, building traditions, Cistercian.

#### Resumen

Este artículo pretende documentar la solución constructiva aplicada para cubrir el espacio de la escalera ejecutada durante la ampliación del siglo XVI del monasterio de Santa María de Piedra, empleando bóvedas tabicadas. Presentamos un estudio sobre el desarrollo constructivo de la solución empleada, así como un análisis formal del modelo geométrico sobre el que hubo que intervenir para recuperar y rehabilitar el espacio de la escalera. En comparación con las bóvedas realizadas en cantería, la eficacia de las tabicadas es patente en cuestiones como la economía de medios, la rapidez de ejecución o la ligereza y todo ello ha supuesto que este sistema sea valorado y puesto en práctica en diversos periodos de la historia de la construcción.

**Palabras clave:** patrimonio edificado, bóveda tabicada, tradiciones constructivas, Císter.

## 1. TEMPORAL AND TERRITORIAL FRAMEWORK

The Monastery of Santa María de Piedra is located in Nuévalos, Zaragoza. It was founded by the Cistercian Order in 1194, connecting with the abbeys of Fontfroide, Clairvaux, and Cîteaux, all in France, and the Poblet Monastery in the Iberian Peninsula.

The monastic complex has undergone successive expansions and renovations over the centuries. Since the Spanish Confiscation, it has passed into private hands, first becoming a retreat for the Muntadas family and later being converted into a hotel, a use that continues to this day (Fig. 1).

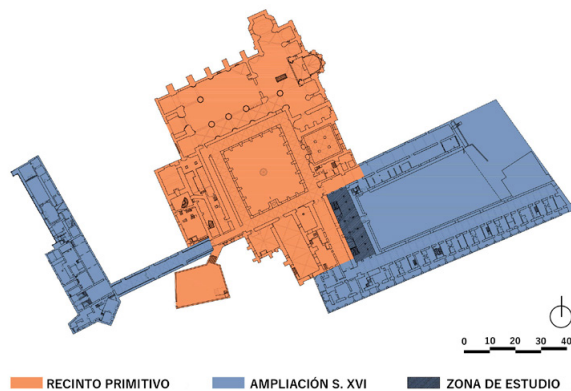


Fig. 1. General floor plan. (Source: own work).

From the foundation of the monastery until the 16th century, the construction methods imported from France characterized Cistercian architecture in many parts of Europe. The cloister, the monks' dormitory, and the chapter house showcase the work of stonemasons who traveled from one settlement to another, transferring construction systems and stylistic languages that acquired unique features in each of the monasteries built.

In the Modern Age, the monastery grew in prestige and expanded its size by erecting a set of individual cells. The construction of this expansion is dated between 1540 and 1560 (González Zyma, 2011, p. 292 and following), possibly sponsored by Friar Hernando de Aragón, who took his vows at Piedra.

At this time, materials and techniques closer to the local land were used. Mud (in rammed earth and adobe); fired clay (in bricks); tuff (the nearby porous stone, which is lightweight and easy to work with); and gypsum, so prevalent in Aragon, were the materials that shaped the construction. In the facade walls and vaults executed during

this period, such as those we are concerned with these materials took center stage.

The construction system employed (Moya Blanco, 1987) shows how Piedra aligns with other notable buildings, as we will see below.

The works were carried out between two historical milestones: 1382, the year when Peter IV of Aragon sought to introduce the system of brick vaults in his Royal Palace of Zaragoza and ordered the merino to travel to the Valencian Levant area to learn this technique (Oschendorf, 2013, p. 21). From this date is the work of the Jofre Chapel in the Monastery of Santo Domingo in Valencia (Gómez-Ferrer Lozano, 2003, p. 135-136).

1639, the year in which the first volume of the treatise by the Augustinian friar and architect Friar Lorenzo de San Nicolás, "*Art and Use of Architecture*", was published. This was the first Spanish treatise to mention brick vault construction (San Nicolás, 1639; Redondo Martínez, 2013, p. 47 and following).

This work would therefore be executed one hundred and fifty years after Peter IV urged the use of the brick vault system and almost a century before the publication of Friar Lorenzo de San Nicolás's treatise.

Beyond the construction experiences related to brick vaults in the Spanish Levant, some works are noted in the final bibliography (Zaragozá Catalán et al., 2012; Marín Sánchez, 2018), we refer here to some buildings geographically and temporally close to the Monastery of Piedra.

The evolution of the brick vault technique in aragonese lands did not become widespread until well into the 16th century, with works such as Nuestra Señora de Cogullada (1525), the Lonja of Zaragoza (1540-1551) (Fig. 2), or Nuestra Señora de la Asunción in Pozuelo de Aragón (1546) (Ibáñez Fernández, 2002, p. 201-232; Ibáñez Fernández, 2010, p. 363-405; Sancho Bas and Hernando Sebastián, 2008, p. 13). During this period, the same construction system was used for the renovation of the vaults of La Seo Cathedral in Zaragoza (Ibáñez Fernández, 2005, p. 102). Therefore, we are looking at a work contemporary to the execution of these buildings.

We know the authorship of some works carried out in the aforementioned buildings. Charles de Mendive (González Zyma, 2011, p. 293) was

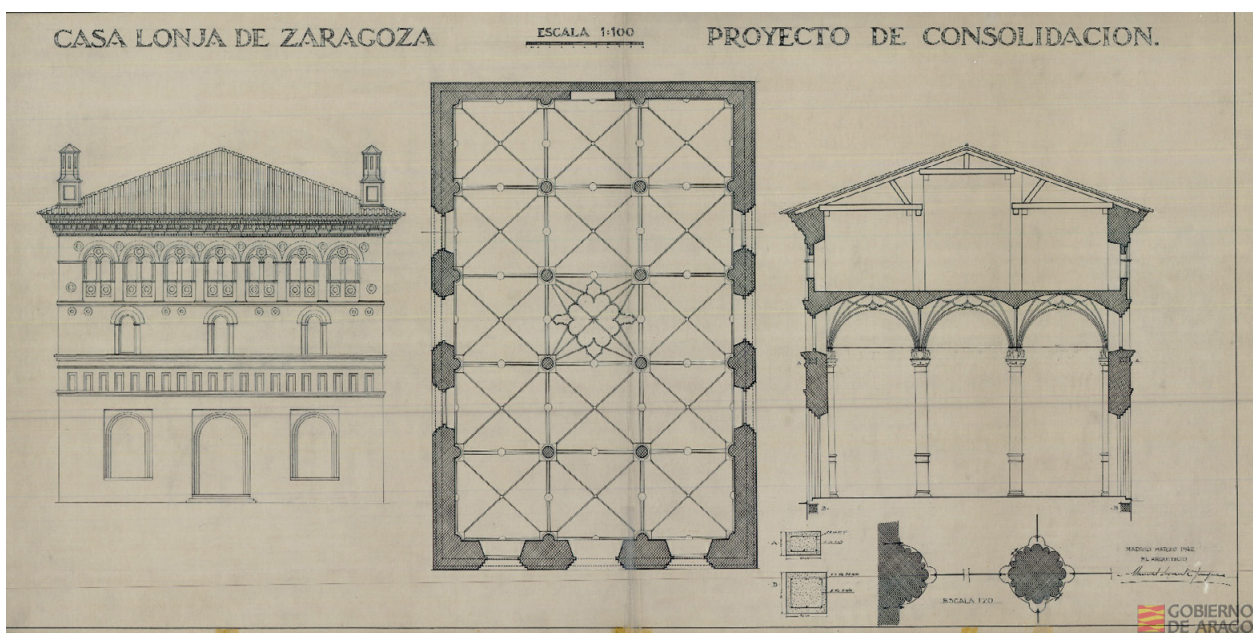


Fig. 2. Casa Lonja de Zaragoza. Consolidation project. Manuel Lorente Junquera, 1942. (Source: DARA Digital Archive. Reference code: ES/AHPZ - P/CARP 000094/0014).

responsible for, among others, the Chapel of Saint Bernard of Clairvaux in La Seo Cathedral in Zaragoza, the Parish Church of Pozuelo de Aragón, and the expansion and completion works of La Seo Cathedral (Martínez Verón, 2011, p. 302). Juan de Sariñena is the author of the Lonja of Zaragoza (Camón Aznar, 1933).

No data has been found to indicate the authorship of the timber vaults at Piedra.

## 2. TIMBERVAULTS: A SIMPLE, ECONOMICAL AN AGILE SYSTEM FOR EXPANSION

Brick construction has long been considered a “lesser” system, more associated with practice than with theories and calculations. For centuries, masons were much better at executing brick vaults for stairs and vaults than theorists were at explaining the reasons for their stability.

The brick system succeeded for a long period because it combines simplicity, economy, speed of execution, and a final appearance that imparts a noble character to buildings. Additionally, its fire resistance is noteworthy, as it is constructed from two materials that guarantee this characteristic: gypsum and fired brick (Espíe, 1754; Sotomayor, 1776).

The name by which it is known, like many other construction systems, varies according to

different regions, but the transcription of these names gives us a more complete idea of what it entails.

- **Brick Vault:** A general term used, derived from the fact that this type of vault is constructed as if it were a partition wall, with bricks joined by their narrow faces, although placed horizontally instead of forming a vertical plane, giving us an idea of its lightness.
- **Catalan Vault.**

*“The Catalan vault is not Catalan... It is very common to apply this epithet not because it is a monopoly of Catalonia... but because the application of hydraulic binders to high-quality ceramic material allowed Catalan masons to take this type of vault to such extremes of slenderness and audacity that even the master builders of the Court wanted to distinguish it with our gentile adjective”* (Bassegoda Musté, 1997, pp. 32-33).
- *Maó de plà* (ceramic tile in plane): Name used in Catalonia.
- *Voltes de barandat* (partition vaults): Known as such in Valencia.
- *Volta in folio* (leaf vault) and *volte a la volterrana*: Terms used in Italy.
- *Voûte à la roussillon*: Name used in France, indicating the region where it was prevalent, close to Catalonia (Aragüas, 1999, pp. 173-185).

- *Rhorfas*: Term used in Algeria (Huerta Fernández, 2002, p. 5).
- *Timbervault*: Which we could translate as “bóveda a pandereta” (tambourine vault), as Rafael Guastavino would call it, who exported this construction method to the United States (Oschendorf, 2013, p. 22; García-Gutiérrez Mosteiro, 2000; Loren Méndez, 2007, pp. 28-45).

Various terms demonstrate the presence of the system in the Mediterranean, complemented by Guastavino’s “american leap,” which had a precedent during the Spanish colonization with the Viceroyalty of New Spain (Zaragozá Catalán et al., 2012).

This system is applied here, in a Cistercian monastery, whose stylistic origin and construction methodology are related to its origins in French territory, and which, in this expansion, applies the new techniques of the historical period in which it was executed.

### 3. DESCRIPTION AND RESTORATION OF THE ANALYZED VAULTS

The staircase rises along the extension of the North-South axis, continuing from the medieval dormitory located above the chapter house, and connects with the new individual cells. (Fig. 3).

The staircase is developed in a rectangular space measuring 8.55 meters in width and 28 meters in length. The longitudinal walls, on which the vaults rest, are made of stone and rammed earth without buttresses. The height to the main keystones of the vaults is 13.70 meters (Figs. 4 and 5). They cover and enhance a monumental staircase considered one of the most robust examples of 16th-century Cistercian architecture in the Iberian Peninsula (Torralba Soriano, 1975).

The space, with an area of 254 m<sup>2</sup>, is enclosed by a succession of six sections of delicate star-shaped vaults with tiercerons and combados (Fig. 6), executed with two layers of four-centimeter bricks each. In total, there are four sections of equal width and two smaller ones at the beginning and end, in the longitudinal closures of the corridor.

The panels are formed by the turning of two ceramic sheets (rejola) laid flat and bonded with gypsum (aljez), which allows for rapid setting (Fig. 7).

Regarding the ribs, from the areas where part of the gypsum had been lost, we can deduce that they consist of an inner element of non-molded ceramic material, covered with gypsum that was (probably) shaped using a template to form the final shape. It is difficult to ensure that this technique was used for all the ribs since it has not been possible to access the interior of all of them.

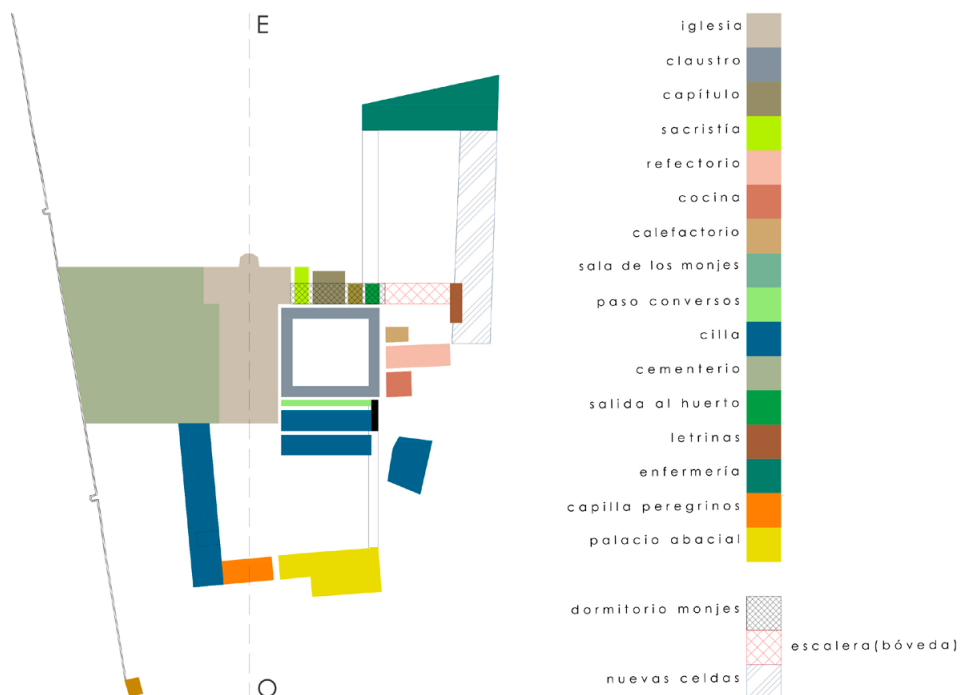


Fig. 3. Organizational diagram of the spaces in the Monastery of Piedra. (Source: own work).



Fig. 4. State of the staircase in the 1920s. Photograph by Julio Requejo, 1924. (Source: DARA Digital Archive. Reference code: ES/AHPZ - MF/REQUEJO 10/0828-662).

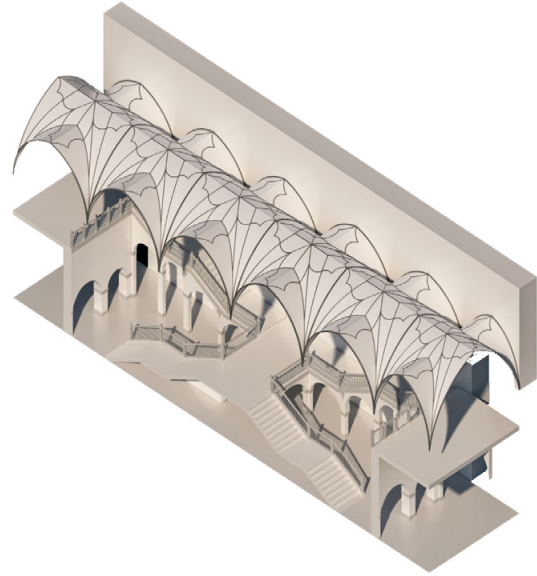


Fig. 6. Volumetric diagram of the architectural elements that shape the space. (Source: own work).



Fig. 5. Facade facing the Patio de San Martín. Current state. (Source: own work).

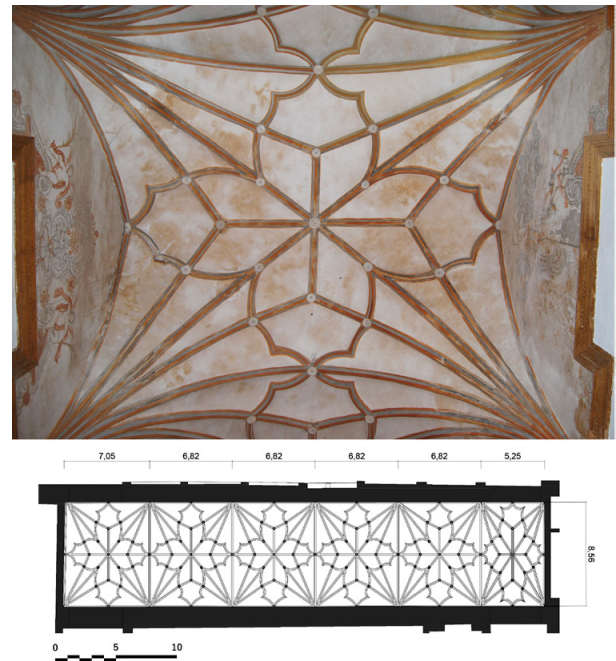


Fig. 7. Condition of one of the vaults before the restoration process. General plan of the vault. (Source: own work).

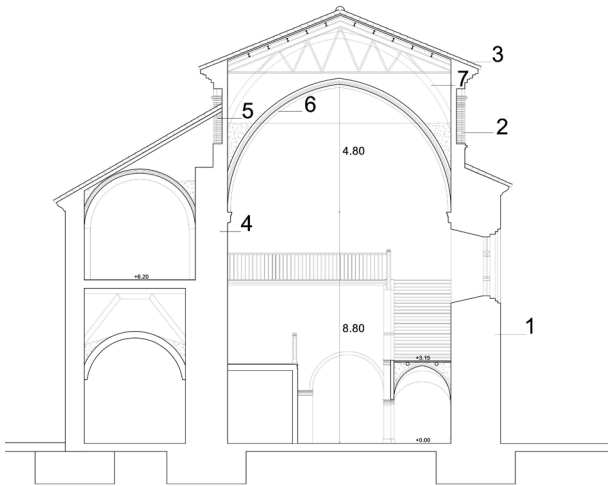
In other buildings constructed with the brick vault system, as explained and analyzed by Marín Sánchez (2018, pp. 404-414), they are executed in this way or using molded ceramic elements or entirely gypsum pieces.

The following sections, general and detailed, show the configuration of the whole (Figs. 8 and 9).

The vault rests on two parallel longitudinal walls, with a thickness of 1.89 meters and 1.61 meters in its lower section, and has a height of 8.80 meters up to the springing of the vault.

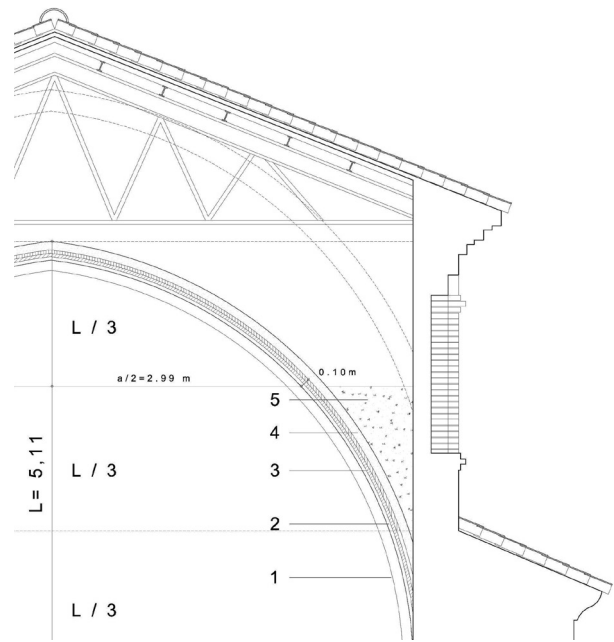
The fillings of the extrados in this type of structural vaults allow the transmission of lateral thrusts

to the walls. Here, they are filled with rubble and mortar (without the presence of tongues or transverse partitions) up to 1/3 of the total height of the vault (Fig. 10), which coincides with the estimates in Friar Lorenzo de San Nicolás's treatise.



Legend: 1.- Facade facing the Patio de San Martín (load-bearing wall, thickness = 1.89 m, with tuff courses and rammed earth panels). 2.- Gallery of small arches (molded brick, sealed with brick coated with lime mortar). 3.- Roof (slopes with Arabic tiles). 4.- Load-bearing wall (to which the staircase body and vault are attached, separating it from the cloister and calefactory, made of stone). 4.- Rear gallery of small arches. 5.- Timbervault. 6.- Hidden medieval arches in the false ceiling.

Fig. 8. General section of the vault. (Source: own work).



Legend: 1.- Brick ribs coated with plaster. 2.- Painted plaster coating. 3.- Double-layer vault board made of "rejola" (4 cm + 4 cm) bonded with plaster. 4.- Lime mortar. 5.- Ceramic rubble and lime mortar filling one-third of the height of the vaults, invading the space of the small arches, which are thus blocked during their construction.

Fig. 9. Detailed section. (Source: Own elaboration).

The partitioned vaults are thin shells, as demonstrated by the constructed reality and the analysis of their slenderness, the ratio between span and thickness.

Without intending for this article to conduct a study of structural behavior, as Professor Huerta has done for many other buildings (Huerta Fernández, 2002, p. 5), we can note that the slenderness of the solution employed here can be deduced from the following data:

- $e$  [thickness of the vaults without extrados filling]: 0.10 m.
- $L$  vault (at the level of the sinus filling): 5.98 cm.
- Therefore, the  $L/e$  ratio takes a value, in this case, of 59.8.

The lateral walls on which it rests are crowned by galleries of small arches on both façades, now blocked. This element was widely used during the Renaissance period of Aragonese architecture (Gómez Urdáñez, 1988). Originally, it was a

ventilation system that, like a cold roof, crowned and configured the attic or false ceiling.

Since the intervention carried out by the architect Justino Bernad in 1970, the roof slopes have been supported by metal trusses that replaced the original wooden ones. The reasons for choosing this system, which we consider inadvisable, are unknown.

The lateral walls showed numerous fissures and cracks. The cracks in the vaults are a natural response to a system with good compressive strength and low tensile response. Their presence indicates that they allow adaptation to boundary conditions and articulate the structure without affecting its structural safety.

Years of leaks marked the presence of moisture and the consequent loss of cohesion between some of the ribs and the vaulted Surface (Fig. 11).

The cracks in the lateral walls had caused partial loss of the coating and polychromy, as well as water infiltration and the appearance of salt efflorescence, accelerating the degradation process.



Fig. 10. Image of the extrados of the vaults during the restoration process. (Source: Own elaboration).



Fig. 12. Mortar injections and stitching with fiberglass rods. (Source: Own elaboration).



Fig. 11. View of the vault during the assembly of the interior scaffolding. (Source: Own elaboration).

The shell presented a longitudinal crack along the central axis in both the infill and the ribs. The disconnection between these elements indicates that they work separately. In some areas, this had led to the partial loss of the plaster coating on the ribs.

The intervention in the walls consists of injecting lime mortar grout and stitching with fiberglass rods approximately every 40 cm, after drilling and injecting polyester resin. The filling of cracks and fissures in the ribs is done using cannulas for plaster pouring. In some points, the deteriorated decorative pieces are volumetrically reconstructed (Fig. 12).

During the restoration, some findings in the masonry shed light on periods of the functional organization of the monastic complex:

In the lateral walls, we found traces of wooden beam supports, leading us to think that before being occupied by the staircase, the space was possibly a dormitory, connected to the upper level above the medieval cloister (Fig. 13).

On the extrados of the vault, we found pointed stone arches, currently bypassed by the unfortunate metal trusses that support them. We observed that they have the same characteristics as the arches of the medieval dormitory. This leads us to think of a spatial continuity that was concealed during the 16th-century expansion (Fig. 14).

The galleries of small arches that crown the longitudinal façades are blocked because the vault partially coincides with them. It seems likely that this gallery belonged to the space configured by the now-missing floor, and when the grand staircase and vaults were constructed, the façade openings were closed (Fig. 15).

During the restoration, a trompe-l'œil was discovered that reproduces the symmetry of one of the alabaster windows on the main façade, on the opposite side. The decision was made to display the evidence of the painting of the false window (Figs. 16 and 17).

#### 4. GUASTAVINO Y EL MONASTERY OF PIEDRA

In the autumn of 1871, Rafael Guastavino visited the “family home” of the Muntadas in Nuévalos. There, the architect, as he later transcribed in



Legend: 1.- Key level of the medieval pointed arches. 2.- Partitioned vault. 3.- Blocked gallery of small arches. 4.- Remains of floor support. 5.- Level of the missing floor. 6.- Blocked window. 7.- Current access to the enclosure. 8.- Corridor leading to cells.

Fig. 13. Longitudinal section through the key of the vaults. (Source: Own elaboration).



Fig. 14. Hidden arches in the false ceiling that were not removed during the 1970 intervention, when the wooden roof framework was replaced with metal trusses. (Source: Own elaboration).



Fig. 15. Blocked gallery of small arches on the longitudinal façades. (Source: Own elaboration).

the introduction to his *Treatise on Cohesive Construction* (Guastavino, 1892), explained:

*“...I understood why my distinguished construction professor, Mr. Juan Torras, once said: ‘The architect of the future will build by imitating nature, as it is the most rational, durable, and economical method.’ Why had we not built using this system?”*

As we know today, he had cohesive systems in mind, and the visit provided him with a stimulating experience. Guastavino, who had only just begun what would later become his immense and extraordinary work, realized how “small and insignificant” his previous efforts had been. However, by the time he published his treatise in 1892, America had already embraced the value of this construction system.

We do not know if during this visit he toured the staircase we refer to, although it is likely since it was an important space within the monastic complex. However, it is evident that the architect was much more impressed by the natural surroundings than by the building itself, whose mention in the text is very vague and generic (Fig. 18).

## 5. CONCLUSIONS

The studied and restored vaults did not present any damage that would compromise their structural safety, but it was necessary to intervene to address the damage caused by the passage of

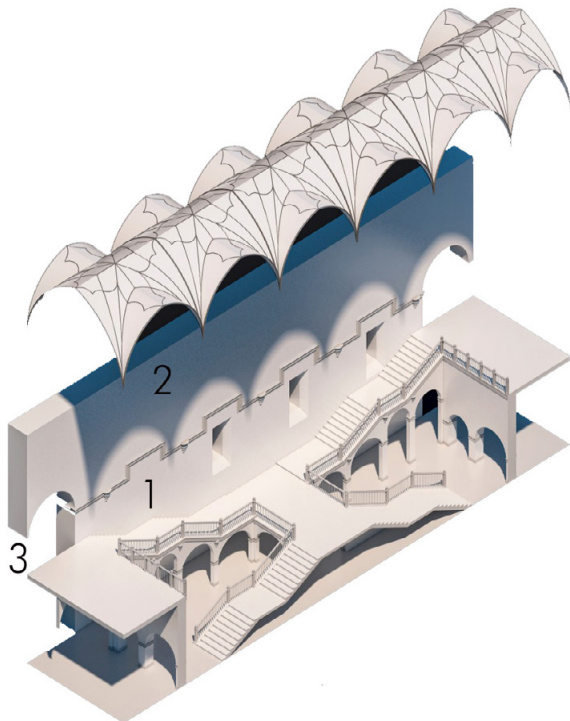




Fig. 16. Rescued trompe-l'œil reproducing the geometry of the symmetrical window. (Source: Own elaboration).



Fig. 18. Interior view of the restored vault. (Source: Own elaboration).



Legend: 1.- Blocked window. 2.- Blocked small arches. 3.- Access to the attached longitudinal corridor.

Fig. 17. Volumetric study on the formal configuration of the staircase. (Source: Own elaboration).

time in a building that, although it has been in use for most of its life, has not always received the extensive maintenance required for any structure of this nature.

The restoration of the vaults in the Monastery of Piedra restores dignity to this representative space of Aragonese architecture and highlights its value within the context of the Mediterranean development of partitioned architecture.

The restoration of this type of vaults (and their dissemination) allows for an understanding of their physical and constructive reality, which remains hidden from view as the final coatings mask the construction virtuosity employed in such designs.

In parallel with the intervention, the discovery and tracing of architectural and decorative elements have expanded the understanding of the complex, opening up avenues for interpretations that enhance its knowledge.

## REFERENCES

- Aragüas, P. 1999. "Voûte á la Rousillon". *Butlletí de la Reial Acadèmia Catalana de Belles Arts de Sant Jordi*, no. 13, p. 173-185. ISSN: 1133-0341. <https://raco.cat/index.php/ButlletíRACBASJ/article/view/219285>
- Bassegoda Musté, B. 1997. *La bóveda tabicada*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico, p. 32-33. ISBN 84-7820-344-3.
- Camón Aznar, J. 1933. *La Lonja de Zaragoza. Sus constructores*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Espié, F. 1754. *Maniere de rendre toutes sortes d'édifices incombustibles, Ou Traite Sur La Construction Des Voutes*. Edición facsímil, 2010. París: Edicion Kessinger.
- García-Gutiérrez Mosteiro, J. 2000. "Las bóvedas tabicadas de Guastavino: forma y construcción". *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Sevilla Ed. Graciani, A.; Huerta, S., Rabasa, E. Tabales, M. Instituto Juan de Herrera SEdHC, U. Sevilla, Junta Andalucía, COAT Granada, CEHOPU
- Gómez-Ferrer Lozano, M. 2003. *Una arquitectura gótica mediterránea*. Mira González, E (dir), Zaragoza Catalán, A. (dir) Vol. 2, p. 135-156. ISBN 84-482-3545-2.
- Gómez Urdáñez, C. 1988. *Arquitectura civil en Zaragoza en el siglo XVI. Tomos I y II*. Zaragoza: Ayuntamiento de Zaragoza. ISBN: 84-505-5541-8 y 84-86807-03-4. <http://www.zaragoza.es/contenidos/cultura/publicaciones/266.pdf>
- González Zymla, H. 2011. *Historia y arte en el Real Monasterio de Santa María de Piedra* (Tesis Doctoral). Universidad Complutense de Madrid, p. 292 y sig.
- Guastavino, R. 1892. *Essay on the Theory and History of Cohesive Construction: Applied Especially to the Tumbrel Vault*. Boston: Andesite Press. ISBN: 978-0343726362. <https://archive.org/details/cu31924022866440/page/n13/mode/2up>
- Guastavino, R. 2006. *Escritos sobre la construcción cohesiva y su función en la arquitectura*. Madrid: Instituto Juan de Herrera. ISBN: 84-7790-429-4.
- Huerta Fernández, S. 2002. *Informe sobre la estabilidad de la cúpula interior de la Basílica de los Desamparados (Valencia)*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura, p. 5. [https://oa.upm.es/687/1/Huerta\\_Inf\\_007.pdf](https://oa.upm.es/687/1/Huerta_Inf_007.pdf)
- Huerta Fernández, S. 2001. *Las bóvedas de Guastavino en América (Libro Catálogo de la Exposición «Guastavino Co. La reinención de la bóveda». Madrid, octubre de 2001)*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, COAC, UPV, Avery Library.
- Ibáñez Fernández, J. 2002. "La iglesia parroquial de Pozuelo de Aragón. Estudio documental y artístico". *Revista Turiaso*, no 16, p. 201-232. ISSN: 0211-7207. <https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/25/50/08ibanez.pdf>
- Ibáñez Fernández, J. 2005. *Arquitectura aragonesa del XVI. Propuestas de renovación en tiempos de Hernando de Aragón (1539-1575)*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico, p. 102. ISBN: 84-7820-820-8. [https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/26/08/\\_ebook.pdf](https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/26/08/_ebook.pdf)
- Ibáñez Fernández, J. 2010. "Técnica y Ornato: aproximación al estudio de la bóveda tabicada en Aragón y su decoración a lo largo de los siglos XVI y XVII". *Revista Artigrama*, no. 25, p. 363-405. ISSN: 0213-1498. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_artigrama/artigrama.2010257566](https://doi.org/10.26754/ojs_artigrama/artigrama.2010257566)

Loren Méndez, M. M. 2007. "La obra de la compañía Guastavino en Nueva York. Su actualidad y restauración". *Loggia, Arquitectura & Restauración*, no. 20, p. 28-45. <https://doi.org/10.4995/loggia.2007.3203>

Marín Sánchez, R. 2018. *Uso estructural de prefabricados de yeso en la arquitectura levantina en los siglos XV y XVI* (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia.

Martínez Verón, J. 2011. *Arquitectos en Aragón Diccionario Histórico*. Vol. 3. Zaragoza: Institución Fernando el Católico, p. 302. ISBN: 84-7820-583-7. [https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/22/15/ebook2109\\_3.pdf](https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/22/15/ebook2109_3.pdf)

Moya Blanco, L. 1987. "Arquitecturas cupuliformes: el arco, la bóveda y la cúpula". En: *Curso de mecánica y tecnología de los edificios antiguos*. Madrid: COAM, Madrid, p. 97-119.

Oschendorf, J. 2013. *Guastavino vaulting, the art of structural tile*. New York: Princeton University Press, p. 21 y 22. ISBN: 978-1616892449.

Redondo Martínez, E. 2013. *La bóveda tabicada en España en el siglo XIX: la transformación de un sistema constructivo* (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, p.47 y sig.

San Nicolás, Fray Lorenzo de. 1639. *Arte y uso de la arquitectura. Ed Plácido Barco López 1796* (Ed. Facsímil 1989). Zaragoza: Colegio Oficial de Arquitectos de Aragón.

Sancho Bas, J.C. y Hernando Sebastián, P.L. 2008. *Pozuelo de Aragón. Patrimonio artístico-religioso*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico y Centro de Estudios Borjanos, p. 13. ISBN: 84-923964-4-X. <https://ifc.dpz.es/publicaciones/ver/id/2027>

Sotomayor, J. 1776. *Modo de hacer incombustibles los edificios, sin aumentar el coste de su construcción extractado de el que escribió en francés el conde de Espie; ilustrado y añadido por Joachin de Sotomayor Cisneros y Sarmiento*. Madrid: En la oficina de Pantaleón Aznar. [https://www.sedhc.es/biblioteca/tratado.php?ID\\_pubD=40](https://www.sedhc.es/biblioteca/tratado.php?ID_pubD=40)

Torralba Soriano, F. 1975. *Monasterios cistercienses en la provincia de Zaragoza: Veruela, Rueda, Piedra*. Madrid: Everest. ISBN: 978-8424147327.

Zaragozá Catalán, A., Soler Verdú, R. y Marín Sánchez, R. 2012. *Construyendo bóvedas tabicadas*. Actas del Simposio Internacional sobre Bóvedas Tabicadas, Valencia 26, 27 y 28 de mayo de 2011. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 978-84-8363-872-9.

**How to cite this article:** Gómez Navarro, B., & Estepa Rubio, A. 2024. "Form, Construction and Restoration of timber vaults in the Monastery of Santa María de Piedra, Nuévalos (Zaragoza)". *EGE Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, No. 21, Valencia: Universitat Politècnica de València. pp. 48-62. <https://doi.org/10.4995/ege.2024.22397>.

## FORMA, CONSTRUCCIÓN Y RESTAURACIÓN DE BÓVEDAS TABICADAS EN EL MONASTERIO DE SANTA MARÍA DE PIEDRA, NUÉVALOS (ZARAGOZA)

### 1. ENCUADRE TEMPORAL Y TERRITORIAL

El monasterio de Santa María de Piedra se encuentra en Nuévalos, Zaragoza. Fue fundado por la Orden del Cister en el año 1194, entroncando con las abadías de Fontfriede, Clairvaux y Citeaux, todas ellas en Francia y el de Poblet en la Península Ibérica.

El conjunto monacal ha tenido sucesivas ampliaciones y reformas a lo largo de los siglos y desde la Desamortización pasó a manos privadas convirtiéndose primero en lugar de descanso de la familia Muntadas y, posteriormente, en instalación hotelera -uso que aún perdura. (Fig. 1).

Desde la fundación del cenobio hasta el siglo XVI la manera de construir fue la que, importada de Francia, caracteriza a la arquitectura cisterciense en tantos lugares del territorio europeo. El claustro, el dormitorio de los monjes y la sala capitular muestran el trabajo de los canteros que viajaban de un asentamiento a otro, trasladando sistemas constructivos y lenguajes estilísticos, que iban adquiriendo singularidades en cada uno de los monasterios levantados.

En la edad Moderna, el monasterio creció en prestigio y amplió su tamaño erigiendo un conjunto de celdas individuales. Las obras de esta ampliación están datadas entre los años 1540 y 1560 (González Zymla, 2011, p. 292 y sig.), posiblemente teniendo como mecenas a fray Hernando de Aragón, quien tomó sus hábitos en Piedra.

En este momento se emplearán materiales y técnicas más cercanas a la tierra que lo acoge. El barro (en tapiales y adobes); la arcilla cocida (en ladrillos); la toba calcárea (la piedra porosa cercana, que pesa poco y se trabaja bien) y el yeso tan presente en Aragón, serán los materiales que configuren la construcción. En los muros de fachadas y en las bóvedas ejecutadas en este periodo - como las que nos ocupan - estos materiales cobran protagonismo.

El sistema constructivo empleado (Moya Blanco, 1987) muestra cómo Piedra está en línea con otras edificaciones notables, tal y como veremos a continuación.

Las obras se desarrollaron entre dos hitos históricos:

1382, año en que Pedro IV el Ceremonioso pretende introducir el sistema de bóvedas tabicadas en su Palacio Real de Zaragoza y ordenan al merino que viaje a la zona del levante valenciano para aprender esta técnica (Oschendorf, 2013, p. 21). De esta fecha es la obra de Jofre Chapel en el monasterio de Santo Domingo en Valencia (Gómez-Ferrer Lozano, 2003, p. 135-136).

1639, año en que se publica el primer tomo del tratado del fraile agustino y arquitecto Fray Lorenzo de San Nicolás "*Arte y uso de Arquitectura*", el primer tratado español en que se cita la construcción tabicada (San Nicolás, 1639; Redondo Martínez, 2013, p. 47 y sig.).

Esta obra se ejecutaría, por tanto, ciento cincuenta años después del momento en que Pedro IV insta a utilizar el sistema tabicado y casi un siglo antes de la publicación del tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás.

Más allá de las experiencias constructivas relacionadas con las bóvedas tabicadas en el levante español, de las que se señalan algunos trabajos en la bibliografía final (Zaragozá Catalán, Soler Verdú y Marín Sánchez, 2012; Marín Sánchez, 2018), referimos aquí algunas edificaciones próximas geográfica y temporalmente al monasterio de Piedra.

La evolución en tierras aragonesas de la técnica de las bóvedas tabicadas no termina de generalizarse hasta bien avanzado el siglo XVI, con obras como Nuestra Señora de Cogullada (1525), la Lonja de Zaragoza (1540-1551) (Fig. 2), o Nuestra Señora de la Asunción en Pozuelo de Aragón (1546) (Ibáñez Fernández, 2002, p. 201-232. Ibáñez Fernández, 2010, p. 363-405. Sancho Bas y Hernando Sebastián, 2008, p. 13). En ese periodo se ejecutan con el mismo sistema constructivo, la renovación de las bóvedas de la catedral de La Seo de Zaragoza (Ibáñez Fernández, 2005, p. 102). Estaríamos, por tanto, ante una obra coetánea a la ejecución de estos edificios.

Conocemos la autoría de algunas obras realizadas en los edificios anteriormente citados. Charles de Mendive (González Zymla, 2011, p. 293) realizó, entre otras, la capilla de San Bernardo de Claraval, en la catedral de la Seo de Zaragoza, la Iglesia parroquial de Pozuelo de Aragón y obras de ampliación y finalización de la catedral de la Seo (Martínez Verón, 2011, p. 302). Juan de Sariñena es el autor de la Lonja de Zaragoza (Camón Aznar, 1933).

No se han encontrado datos que permitan señalar la autoría en la ejecución de los trabajos de las bóvedas de Piedra.

### 2. BÓVEDAS TABICADAS: UN SISTEMA SENCILLO, ECONÓMICO Y RÁPIDO PARA SU EXPANSIÓN

La construcción tabicada se ha tenido durante mucho tiempo como un sistema "menor", más relacionado con la práctica que con teorías y cálculos. Durante siglos, los albañiles sabían mucho mejor ejecutar las bóvedas tabicadas de escaleras y bóvedas que los teóricos fundamentar el porqué de su estabilidad.

El sistema tabicado triunfó durante un largo periodo de tiempo porque aúna sencillez, economía, rapidez de

ejecución y una presencia final que permite dotar de un carácter noble a los edificios. Es reseñable además su resistencia al fuego, por estar construida por dos materiales que avalan esta característica: el yeso y el ladrillo cocido (Espíe, 1754; Sotomayor, 1776).

El nombre con que se conoce, como sucede con tantos otros sistemas constructivos, varía según los diversos territorios, pero la transcripción de estos nos aporta una idea más completa de en qué consiste.

- Bóveda tabicada. Denominación general empleada y que deriva del hecho de que este tipo de bóveda se construye como si de un tabique se tratase, con ladrillos unidos por su cara menor, aunque colocados en horizontal en lugar de formar un plano vertical, lo que nos da una idea de su levedad.
- Bóveda catalana.
 

*“La bóveda catalana no es catalana... Es muy corriente aplicarle el epíteto <catalana> no por ser monopolio de Cataluña... sino porque la aplicación de los aglomerantes hidráulicos a material cerámico de primera calidad permitió a los albañiles catalanes llevar esta casta de bóveda a tales extremos de esbeltez y audacia que los mismos maestros de la Corte quisieron distinguirla con nuestro gentilicio adjetivo”* (Bassegoda Musté, 1997, p. 32-33).
- *Maó de plá* (plaqueta cerámica en plano). Nombre que recibe en Cataluña.
- *Voltes de barandat* (vueltas a tabique). Como se conoce en Valencia.
- *Volta in folio* (bóveda en hoja) y *volte a la volterrana*. Afección con la que se la denomina en Italia.
- *Voûte à la roussillon*. Nombre que recibe en Francia, dando cuenta del territorio en que se prodigaba, cercano a Cataluña (Aragüas, 1999, p. 173-185).
- *Rhorfas* (Huerta Fernández, 2002, p. 5). Término empleado en Argelia.
- *Timbervault*. Que podríamos traducir como bóveda a pandereta, como la denominaría Rafael Guastavino, que exporta la manera de construir a Estados Unidos (Oschendorf, 2013, p.22. García-Gutiérrez Mosteiro, 2000; Loren Méndez, 2007, p. 28-45).

Diversas acepciones que son una muestra de la presencia del sistema en el mediterráneo y completada con el “salto americano” de Guastavino, que ya había tenido un precedente durante la colonización española con el Virreinato de la Nueva España (Zaragozá Catalán, Soler Verdú y Marín Sánchez, 2012).

Este sistema se aplica aquí, en un monasterio cisterciense, cuyo origen estilístico y de metodología constructiva tiene que ver con la de sus orígenes en

territorio francés y que en esta ampliación aplica las nuevas técnicas del periodo histórico en que se ejecuta.

### 3. DESCRIPCIÓN Y RESTAURACIÓN DE LAS BÓVEDAS ANALIZADAS

La escalera se levanta sobre la prolongación del eje Norte Sur a continuación del dormitorio medieval situado sobre la sala capitular y comunica con las nuevas celdas individuales. (Fig. 3).

La escalera se desarrolla en un espacio rectangular de 8,55 m de anchura y 28 m de longitud. Los muros longitudinales, sobre los que apoyan las bóvedas, son de piedra y tapia sin contrafuertes. La altura hasta las claves principales de las bóvedas es de 13,70 m. (Figs. 4 y 5). Cubren y enaltecen una escalera de carácter monumental considerada una de las más rotundas de la arquitectura cisterciense peninsular del XVI (Torralba Soriano, 1975).

El espacio, con una superficie de 254 m<sup>2</sup>, se cierra por una sucesión de seis tramos de sutiles bóvedas estrelladas de terceletes y combados (Fig. 6), ejecutadas mediante dos hojas de ladrillo de cuatro centímetros cada una. En total cuatro tramos de igual anchura y dos menores, al inicio y al final, en los cierres longitudinales del corredor.

Los plementos se forman mediante el volteado de dos hojas cerámicas (rejola) dispuestas de plano tomadas con el yeso (aljez) como ligante que permite el rápido fraguado (Fig. 7).

Con respecto a los nervios, de las zonas donde parte del yeso se había perdido, podemos deducir que éstos se componen de un elemento interior de material cerámico no aplantillado, recubierto de yeso al que (probablemente) se dio forma mediante terraja para configurar la forma final. Resulta difícil asegurar que esta sea la técnica utilizada en todos los nervios ya que no se ha podido acceder al interior de todos ellos. En otros edificios construidos con el sistema tabicado, como explica y analiza Marín Sánchez (2018, p. 404-414), se ejecutan de esta forma o mediante elementos cerámicos aplantillados o piezas de yeso en su totalidad.

Las secciones siguientes, general y de detalle, muestran la configuración del conjunto (Figs. 8 y 9).

La bóveda apoya en dos muros longitudinales paralelos, de un espesor de 1,89 metros y 1,61 metros en su tramo inferior y tiene una altura de 8,80 metros hasta el arranque de la bóveda.

Los rellenos del trasdós son en este tipo de bóvedas estructurales y permiten transmitir los empujes laterales a los muros. Aquí se rellenan con cascotes y mortero (sin apreciarse la existencia de lengüetas o tabiques transversales) hasta cubrir 1/3 de la altura total de la bóveda (Fig. 10), lo que coincide con las

estimaciones del tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás.

Las bóvedas tabicadas son cáscaras delgadas como muestra la realidad construida y el análisis de su esbeltez, la relación entre luz y espesor.

Sin pretender este artículo realizar un estudio del comportamiento estructural, como ha estudiado el profesor Huerta para tantos otros edificios (Huerta Fernández, 2002, p. 5), podemos señalar que la esbeltez de la solución aquí empleada se puede deducir de los datos siguientes:

- e [espesor plementerías sin relleno extradós]: 0'10 m.
- L bóveda (a la cota del relleno de los senos): 5'98 cm.
- Por tanto, la relación L/e toma un valor, para este caso, de 59'8.

Los muros laterales en los que apoya se coronan mediante galerías de arquillos en ambas fachadas, hoy cegados. Este elemento fue muy utilizado en el periodo renacentista de la arquitectura aragonesa (Gómez Urdáñez, 1988). En origen fue un sistema de ventilación que, a modo de cubierta fría, coronaba y configuraba el desván o falsa.

Los faldones de cubierta se sustentan, desde la intervención llevada a cabo por el arquitecto Justino Bernad en 1970, por cerchas metálicas que sustituyen a las primitivas de madera. Se ignoran las causas que llevaron a la elección de este sistema, a nuestro juicio desaconsejable.

Los muros laterales mostraban innumerables fisuras y grietas. Las grietas en las bóvedas son una respuesta natural a un sistema con buena resistencia a compresión y una baja respuesta a las tracciones. Se presencia señala que así permiten adaptarse a las condiciones de contorno y articulan el conjunto y no afectaban a su seguridad estructural.

Años de filtraciones marcaban la presencia de humedades y la consiguiente pérdida de cohesión entre algunos de los nervios y el paño abovedado. (Fig. 11).

Las grietas de los muros laterales habían provocado la pérdida parcial del revestimiento y la policromía, así como la filtración de agua y aparición de eflorescencias salinas acelerando el proceso de degradación.

La cáscara presentaba una grieta longitudinal a lo largo del eje central tanto en la plementería como en los nervios. La desconexión entre ambos elementos constata que trabajan por separado. En algunas zonas había derivado en la pérdida parcial en el recubrimiento de yeso de los nervios.

La intervención en los muros consiste en inyectar lechada de mortero de cal y cosidos con varillas de fibra de vidrio cada 40 cm aproximadamente, previo taladro, inyectando resina de poliéster. Los tapados

de grietas y fisuras en los nervios se realizan mediante cánulas para el vertido de yeso. En algunos puntos de éstos se recomponen volumétricamente las piezas de decoración deterioradas. (Fig. 12).

Durante la restauración algunos hallazgos en las fábricas permiten arrojar luz sobre periodos de la organización funcional del conjunto monástico:

En los muros laterales encontramos rastros de apoyos de los maderos, lo que nos hace pensar en la posibilidad de que antes de estar ocupado por la escalera el espacio posiblemente fue dormitorio, comunicado el nivel superior sobre el claustro medieval. (Fig. 13).

En el extradós de la bóveda encontramos unos arcos apuntados de piedra, sorteados en la actualidad por las desafortunadas cerchas metálicas que soportan. Observamos que son de iguales características a los arcos del dormitorio medieval. Ello nos hace pensar en una continuidad espacial que fue ocultada en la ampliación del XVI (Fig. 14).

Las galerías de arquillos que coronan las fachadas longitudinales están cegadas ya que la bóveda coincide parcialmente con estos. Parece probable que esta galería perteneciera a ese espacio configurado por el forjado desaparecido y al ejecutar la gran escalera y plantear las bóvedas, se cerraran los huecos de fachada (Fig. 15).

Durante la restauración apareció un trampantojo que reproduce la simetría de una de las ventanas de alabastro de la fachada principal, en la opuesta. Se tomó la decisión de mostrar el testimonio de la pintura del falso ventanal (Figs. 16 y 17).

#### 4. GUASTAVINO Y EL MONASTERIO DE PIEDRA

En otoño de 1871, Rafael Guastavino visita “la casa familiar” de los Muntadas en Nuévalos. Allí el arquitecto, según él mismo transcribe posteriormente en la introducción a su Tratado de Arquitectura Cohesiva (Guastavino, 1892), explica que:

*“...comprendí por qué mi distinguido profesor de construcción D. Juan Torras, dijo un día: “El arquitecto del futuro construirá imitando la naturaleza, ya que es el método más racional, duradero y económico” ¿Por qué no habíamos construido aplicando este sistema?”*

Como sabemos hoy, tenía en la mente los sistemas cohesivos y la visita le proporcionó una experiencia llena de estímulos. Y Guastavino, que no había hecho más que comenzar la que posteriormente sería su ingente y extraordinaria obra, se da cuenta de lo “pequeño e insignificante” que había sido su trabajo; pero cuando publica su tratado en 1892, América ya se había rendido frente al valor de este sistema constructivo.

No sabemos si en esta visita recorrió la escalera a la que nos referimos, seguramente sí ya que era un espacio

importante del conjunto monástico; si bien, es evidente que el arquitecto quedó mucho más impresionado por la naturaleza que por la edificación, cuya mención en el texto es muy vaga y genérica (Fig. 18).

## 5. CONCLUSIONES

Las bóvedas estudiadas y restauradas no presentaban daños que hicieran temer por su seguridad estructural, pero sí resultaba necesario intervenir para solucionar los daños debidos al paso del tiempo de un edificio que, aunque prácticamente a lo largo de toda su vida ha estado en uso, la ingente labor de mantenimiento necesario de cualquier obra de estas características no siempre ha podido ser llevada a cabo.

La restauración de las bóvedas en el monasterio de Piedra devuelve la dignidad a este espacio representativo de la arquitectura aragonesa y pone en valor dentro del ámbito del desarrollo mediterráneo de la arquitectura tabicada.

La restauración de este tipo de bóvedas (y su divulgación) permite un acercamiento a su realidad física y constructiva, que queda oculta a la mirada dado que los revestimientos finales enmascaran el virtuosismo constructivo empleado en este tipo de propuestas.

En paralelo a la intervención realizada, la aparición y el seguimiento del rastro de elementos arquitectónicos y decorativos han permitido ampliar la lectura del conjunto abriendo caminos a interpretaciones que completan su conocimiento.