

CONSTRUYENDO BÓVEDAS TABICADAS II BUILDING TILE VAULTS II

EDITORES | EDITORS

F. VEGAS, R. MARÍN, L. GARCÍA-SORIANO, C. MILETO



Construyendo Bóvedas Tabicadas II

Building Tile Vaults II

Edición a cargo de | Edited by:
Fernando Vegas López-Manzanares
Rafael Marín Sánchez
Lidia García-Soriano
Camilla Mileto

Colaboradores | Collaborators:
Santiago Tormo Esteve
Arturo Zaragoza Catalán

Entidades colaboradoras | Collaborating entities

Generalitat Valenciana. Conselleria d'Educació, Investigació, Cultura i Esport
Ajuntament de València
CTAV. Colegio Territorial de Arquitectos de València
CAATIE Valencia.
Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de València.
EMR. Estudio Métodos de la Restauración SL.
Cátedra Unesco. Arquitectura de Tierra, Culturas Constructivas y Desarrollo Sostenible

Citar como / Cite as:

Vegas López-Manzanares, F., Marín Sánchez, R., García-Soriano, L., Mileto, C. (eds.) (2022).
Building Tile Vaults II. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València.

Primera edición / First edition, 2022

© editores / editors:

Fernando Vegas López-Manzanares
Rafael Marín Sánchez
Lidia García-Soriano
Camilla Mileto

© de los textos y fotografías: sus autores / of texts and photographs: their authors

© de la presente edición / of this edition:

edUPV
www.lalibreria.upv.es
Ref.: 555_03_01_01

Diseño y maquetación / Design and layout:

Lidia García-Soriano
Enrique Mateo

ISBN: 978-84-904-8827-0

Depósito Legal / Legal deposit: V-782-2022

<https://doi.org/10.4995/2021.602801>



Bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional
Licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International license.

Cubierta: Imagen de la construcción del Panteón de la Familia Soriano Manzanet en Villarreal. Agosto 2015.
Vegas-Mileto / Cover: Image of the construction of the Soriano Manzanet Family Pantheon in Villarreal.
August 2015. Vegas-Mileto.

Índice | Index

Prólogo	vii
Prologue	ix

I. HISTORIA Y CONSTRUCCIÓN | HISTORY AND CONSTRUCTION

Bóvedas sin cimbra: ladrillo autoportante por hojas o recargado	2
<i>Enrique Rabasa Díaz</i>	
Bóvedas de ladrillo sin cimbra en las fortalezas de las órdenes militares en el Campo de Montiel y el Campo de Calatrava (Ciudad Real).....	16
<i>Jesús Manuel Molero García, Ignacio Javier Gil Crespo, David Gallego Valle</i>	
Tile vaulting and its oriental pedigree.....	36
<i>Paolo Vitti</i>	
Bóvedas tabicadas en Al-Ándalus y el Magreb	52
<i>Antonio Almagro</i>	
Tabiques, enjutas, costillas y callejones: otra forma de ver las bóvedas tabicadas.....	66
<i>Arturo Zaragozá Catalán, Rafael Marín Sánchez</i>	
A brief history of masonry shells in India, 1786 to present	84
<i>Aftab A. Jalia</i>	
Guastavino in India	104
<i>Fernando Vegas, Camilla Mileto</i>	
Masonry vaults in vice-royal Naples. Construction persistences and discontinuities between the 16th and the 17th centuries	126
<i>Valentina Russo</i>	
Tile vaulting in Naples: first experimentations in the early 19th century	138
<i>Lia Romano</i>	
La bóveda tabicada en el futuro próximo	150
<i>Manuel Fortea Luna</i>	

II. NUEVOS USOS | NEW USES

Versatilidad de la bóveda tabicada en la arquitectura contemporánea.....	166
<i>Camilla Mileto, Fernando Vegas, Lidia García-Soriano</i>	
Escuchando a las bóvedas tabicadas	180
<i>Julio Jesús Palomino Anguí</i>	

A timbrel vaulting journey of learning from nature.....	192
<i>Peter Rich</i>	
Bóvedas tabicadas de tierra. Una alternativa para entornos poco industrializados	206
<i>F. Javier Gómez-Patrocínio, Lidia García-Soriano, Fernando Vegas, Camilla Mileto</i>	
La bóveda tabicada en Andorra.....	218
<i>Enric Dilmé Bejarano</i>	
III. INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL STRUCTURAL INTERVENTION	
Los ensayos sobre bóvedas tabicadas de Rafael Guastavino en Estados Unidos: la necesidad de validar un sistema.....	232
<i>Esther Redondo Martínez</i>	
Las bóvedas de Guastavino en los Estados Unidos. Métodos de diagnóstico	248
<i>Berta de Miguel Alcalá, Gabriel Pardo Redondo</i>	
El mortero de cemento en la obra de Guastavino	262
<i>Fernando Vegas, Camilla Mileto</i>	
Comportamiento estructural de las cúpulas tabicadas	280
<i>René Machado</i>	
Comportamiento estructural de las bóvedas tabicadas ante los terremotos. Observaciones tras los terremotos recientes de Italia.....	288
<i>Francesco Doglioni</i>	
Las cúpulas azules. Intervenciones de conservación	300
<i>Rafael Soler Verdú, Alba Soler Estrela</i>	
Las cúpulas tabicadas armadas de Domènech i Montaner, entre el colapso y la restauración: ¿Pudieron tener otro diseño?.....	314
<i>José Luis González Moreno-Navarro</i>	
Influences and analogies between masonry arch and cross vault: from construction to seismic response.....	328
<i>Angelo Gaetani, Paulo B. Lourenço</i>	
Las Escuelas Nacional de Artes de La Habana, Cuba: uso, degradación, consolidación y restauración.....	340
<i>Michele Paradiso</i>	



Bóveda tabicada del panteón de la familia Soriano Manzanet en el cementerio de Vila-real

Versatilidad de la bóveda tabicada en la arquitectura contemporánea

Camilla Mileto, Fernando Vegas, Lidia García-Soriano

PEGASO Centro de Investigación Arquitectura. Patrimonio y Gestión para el Desarrollo Sostenible,
Universitat Politècnica de Valencia

Abstract

This text presents the work carried out by the RES-Arquitectura research group, led by Fernando Vegas and Camilla Mileto, following a line of work focusing on traditional constructive techniques, tile vaulting in particular. Different approaches have been followed in this work. The theoretical approach used the research and cataloguing work to study the technique and trades, recognizing the importance of artisans and their skill in maintaining the technique, thus ensuring its survival. In terms of practical architecture, the tile vaulting technique is used in intervention projects and new designs, providing contemporary solutions born of constructive tradition. In the field of development cooperation this traditional technique is used in developing countries as a possible optimal solution for covering architectural spaces in places with little industry and a scarcity of timber. Furthermore, drawing on all the fields above, it was considered essential to promote the tile vaulting technique through various training workshops adapted to different audiences and contexts.

Keywords: Research group; traditional constructive techniques; tile vaulting; intervention projects; development cooperation.

Resumen

Este texto presenta la labor realizada por el grupo de investigación RES-Arquitectura, dirigido por Fernando Vegas y Camilla Mileto, en una línea de trabajo centrada en las técnicas constructivas tradicionales y concretamente en la técnica de la bóveda tabicada. Este trabajo se ha abordado desde diversos ámbitos: el teórico, con trabajos de investigación y catalogación que no sólo han tratado de estudiar la técnica sino también el oficio y reconocer la importancia del artesano y su pericia para el mantenimiento y perduración de la técnica; el ámbito práctico de la arquitectura, con el empleo de la técnica de la bóveda tabicada en proyectos de intervención y obra nueva, es decir, soluciones contemporáneas que surgen desde la tradición constructiva; y el ámbito de la cooperación al desarrollo, con el empleo de esta técnica tradicional en entornos poco desarrollados como posible solución óptima para la cobertura de espacios arquitectónicos en contextos poco industrializados y con escasez de madera. Además, de forma transversal a estos ámbitos de trabajo, para el conocimiento de la técnica de la bóveda tabicada también se ha considerado fundamental la realización de acciones para la difusión, a través de diversos talleres de formación, que se han adaptado a públicos y contextos heterogéneos.

Palabras clave: Grupo de investigación; técnicas constructivas tradicionales; bóveda tabicada; proyectos de intervención; cooperación al desarrollo.

Introducción

RES-Arquitectura, el grupo de investigación dirigido por Fernando Vegas y Camilla Mileto, (<http://resarquitectura.blogs.upv.es/>), lleva años desarrollando una línea de trabajo sobre las técnicas constructivas tradicionales en general y la técnica de la bóveda tabicada en particular, realizando diversos proyectos y acciones de investigación en esta área, así como talleres de formación en distintos niveles. Tras estos trabajos de investigación, se ha tenido la posibilidad de dar el salto del plano teórico a la puesta en obra de proyectos reales y a la investigación orientada a la acción en el ámbito de los proyectos de cooperación. En este texto se presentan algunas acciones llevadas a cabo en esta línea de trabajo, desde los diversos ámbitos y enfoques, tanto en el marco teórico de la investigación, el ámbito práctico de la construcción de arquitectura contemporánea, como en el desarrollo de proyectos de cooperación y talleres de formación y difusión.

Estudio de las técnicas tradicionales como ejemplo de sostenibilidad

La arquitectura tradicional, y por tanto sus técnicas constructivas, se fundamenta en los tres pilares de la sostenibilidad: el respeto del medioambiente (adaptación al ecosistema, adaptación a las condiciones bioclimáticas, reducción de transporte y polución, etc.); el fomento socio-cultural (conservación del paisaje, transmisión del saber constructivo tradicional, desarrollo de relaciones sociales, etc.); y el desarrollo socioeconómico (fomento de la autonomía y la actividad local, durabilidad de las construcciones, ahorro de recursos, etc.) (AA. VV. 2014). Además, el empleo de los materiales y técnicas tradicionales permite valorar el trabajo artesanal y de la pericia técnica, es decir, poner en valor el oficio como fundamento de una mejor adaptación a las condiciones bioclimáticas del lugar. Muchas técnicas constructivas tradicionales han ido cayendo en el olvido con el paso de los años con la introducción de nuevas técnicas constructivas y materiales que han ido desplazando a los tradicionales. No obstante, algunas técnicas como la bóveda tabicada siguen en la actualidad teniendo un colectivo de maestros artesanos

que mantienen vivo el oficio y permiten que la técnica siga transmitiéndose de generación en generación, como en de la zona de Valencia.

El empleo de estas técnicas constructivas tradiciones tanto en la restauración de la arquitectura tradicional como en la arquitectura de nueva planta supone uno de los posibles motores para un desarrollo económico local a través del empleo de los materiales, artesanos y empresas del entorno inmediato. En este marco, se considera fundamental conocer no sólo las técnicas tradicionales y de qué lugares son características, sino también los artesanos que son capaces de ejecutarlas y ponerlas en práctica hoy en día. Con este objetivo nació un encargo para la “Documentación e Investigación para el Conocimiento de la Situación Actual de la Extracción, Utilización y Puesta en obra de los Materiales Tradicionales de Construcción en España” del IPCE del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2013-2014).

Estudio de las técnicas tradicionales, de los oficios y maestros

Dada la importancia de la cuestión y su impacto en la conservación y restauración del patrimonio arquitectónico tradicional, en el Plan Nacional de Arquitectura Tradicional se decidió dedicar un apartado específico a la recuperación de las técnicas tradicionales de construcción para la restauración de la arquitectura tradicional. El objetivo principal era crear un estado de la cuestión de los materiales tradicionales disponibles en la actualidad, su extracción, elaboración y puesta en obra, así como la persistencia de los oficios específicos ligados a la producción y puesta en obra para su fomento y empleo en los procesos de restauración de la arquitectura tradicional.

El trabajo se desarrolló principalmente en cuatro direcciones: la elaboración y compilación de una base de datos con los diferentes agentes de la construcción tradicional; el mapeo geográfico de los materiales y las técnicas constructivas y de su presencia y actividad en la actualidad (fig. 1); la documentación gráfica y audiovisual (fotografías, videos y enlaces a internet) de los materiales, procesos y técnicas constructivas tradicionales; y el cruce de

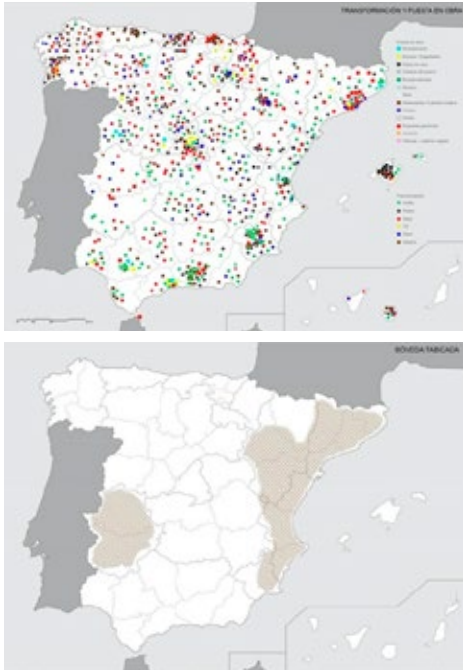


Figura 1. Arriba: Mapeado de materiales y técnicas constructivas realizado en el trabajo de “Documentación e Investigación para el Conocimiento de la Situación Actual de la Extracción, Utilización y Puesta en obra de los Materiales Tradicionales de Construcción en España”. Abajo: Mapeado de la técnica de la bóveda tabicada. Fuente: <http://www.culturaydeporte.gob.es/planes-nacionales/planes-nacionales/arquitectura-tradicional/actuaciones/materiales-tradicionales.html>.

información, análisis y reflexiones para alcanzar unas conclusiones sobre el estado actual de los materiales y las técnicas tradicionales de construcción en las distintas zonas de España. Se realizó un trabajo difícil, complejo, con el que se consiguió recoger información sobre diversas técnicas de construcción tradicionales que, a pesar de su exhaustividad, no puede considerarse un trabajo terminado, sino que podría ser objeto de continua ampliación de este conocimiento en el futuro. El trabajo se puede consultar en abierto en la página web del Instituto del Patrimonio Cultural de España, a través del siguiente link: www.culturaydeporte.gob.es/planes-nacionales.

Red Nacional de maestros de arquitectura tradicional

A partir de este trabajo se desarrolló la Red Nacional de Maestros de la Construcción Tradicional (2016-2017) por un equipo dirigido por Alejandro García Hermida y con la participación del equipo de investigación de Res-Arquitectura que había desarrollado previamente la nombrada catalogación. Esta red se creó gracias al apoyo del Richard H. Driehaus Charitable Lead Trust, mediante la colaboración del Instituto de Patrimonio Cultural de España (IPCE) del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, el Premio Rafael Manzano y el INTBAU (International Network of Traditional Buildings and Urbanism).

En este proyecto se desarrolló un Directorio Nacional de las personas y empresas más cualificadas en los diferentes oficios de la construcción tradicional y su restauración. Se trató de catalogar los oficios tradicionales (patrimonio intangible), en su condición de patrimonio. Entre ellos actualmente en el catálogo de la Red hay registrados 10 maestros constructores de bóvedas tabicadas. Se trata de un catálogo de libre acceso que está disponible en la web (<https://redmaestros.com>), que también podría ser susceptible de ampliación en el futuro.

Empleo de la bóveda tabicada en proyectos contemporáneos

En las últimas dos décadas, la técnica de la bóveda tabicada ha generado un gran interés por sus posibilidades tanto estructurales como estéticas y plásticas, y por ello ha tenido cada vez más presencia en el diseño de la arquitectura contemporánea, es posible citar como ejemplo los trabajos de John Ochsendorf, Peter Rich, Michael Ramage y David López López, entre otros (Ochsendorf 2010; Ramage et al. 2010; López López et al., 2014).

Y en esta línea de trabajo, en el seno del grupo de investigación Res-Arquitectura, tras los estudios teóricos previos de la técnica y el oficio de la bóveda tabicada, ha sido también posible poner en práctica la misma en diversos proyectos contemporáneos. Inicialmente,



Figura 2. Esquema 2D y 3D del diseño definitivo de la bóveda.

se trabajó con esta técnica en el diseño de escaleras en diversos proyectos y obras de restauración.

Posteriormente, en 2014, los arquitectos Fernando Vegas y Camilla Mileto recibieron el encargo de construir el panteón de la familia Soriano Manzanet en el cementerio de Vila-real (Castellón), que resultó ser una gran ocasión para poner en práctica el diseño contemporáneo desde la perspectiva de la tradición constructiva de la bóveda tabicada. En este proyecto se ha perseguido un espacio abierto que permitiera crear un lugar de reflexión y tranquilidad en armonía con el entorno, siguiendo el deseo de la propiedad de reflejar el carácter del patriarca de la familia. El panteón familiar se ha construido con ladrillo fabricado artesanalmente y una piedra sedimentaria (caliza Cenia) extraída en canteras cercanas, en busca de una relación con la tradición y los materiales de su territorio.

El espacio de enterramiento se materializa como una cámara funeraria que se inserta en el terreno mediante un vaso estructural de hormigón armado, y en la que se disponen dos filas de nichos en torno a un corredor central. Sobre él se construye un espacio, exterior pero cubierto, destinado a la memoria de los difuntos. La distribución de este espacio es reflejo de la cámara situada debajo de él.

La cobertura de este espacio es una superficie de cuatro pseudoparaboloides hiperbólicos que se pliegan y prolongan hasta tocar el suelo en apoyos puntuales. Esta estructura abovedada, que no establece ninguna dirección preponderante, aspira a crear bajo ella un espacio reposado y diáfano que propicie la meditación y el recuerdo.

La bóveda, diseñada por los arquitectos Fernando Vegas y Camilla Mileto, dimensionada por Adolfo Alonso y construida por Salvador Gomis con la dirección de ejecución de Salvador Tomás, nace como un homenaje tanto a la tradición ceramista de la zona como a la técnica de la bóveda tabicada, tan arraigada y propia de la historia del Levante (Mileto & Vegas 2016). Para el diseño de estas bóvedas se trabajó con programas de ordenador específicos de diseño tridimensional persiguiendo



Figura 3. Salvador Gomis durante la ejecución de la bóveda.



Figura 4. Detalle de la construcción de la bóveda en el que puede apreciarse el despiece de las rasillas.

un resultado óptimo tanto en el plano estético como estructural (fig. 2). Trabajar con estos programas de dimensionado permite realizar variaciones en los parámetros de diseño de las bóvedas con relativa agilidad y optimizar así dicho proceso de diseño. Todas las curvas presentes en el panteón responden a perfiles de catenaria, curvas con una extraordinaria dificultad de expresión matemática y gráfica, que permiten sin embargo optimizar el funcionamiento estructural del conjunto.

La bóveda se calculó aplicando un modelo de cálculo no lineal que tiene en cuenta el comportamiento plástico de la fábrica y la influencia de la fisuración por tracción. Las sollicitaciones de la estructura, y el dimensionamiento de los elementos han sido obtenidas mediante la aplicación informática ANGLE, un programa de elementos finitos desarrollado en el Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) por el profesor Adolfo Alonso Durá.

La complicidad y la colaboración del promotor permitió que durante el proyecto se pudiese trabajar en el diseño de la bóveda desde todos los niveles: desde la selección de los materiales, la supervisión de su proceso de extracción, elaboración y fabricación hasta su puesta en obra.

Para la ejecución de la bóveda se emplearon cerca de 20.000 rasillas cerámicas fabricadas manualmente, previa realización de varias pruebas para determinar el tipo de arcilla, la textura, pruebas de durabilidad y envejecimiento, el tamaño y el espesor, estos últimos en función del radio de las curvas del panteón y el peso calculado necesario de las tres capas de cerámica para compensar el efecto de succión del viento. La bóveda, de tres hojas, la primera de ellas recibida con pasta de yeso y, las dos restantes, con mortero de cemento blanco, fue erigida sin necesidad de cimbra, solo con la ayuda de unas guías metálicas para no perder la curvatura (figs. 3, 4). Además, el aparejo del ladrillo se estudió para emplear siempre módulos enteros y evitar recortes, puntas y parches cerámicos (fig. 5).



Figura 5. Imagen final de la bóveda tabicada del panteón en el cementerio de Vila-real.

La técnica de la bóveda tabicada para la cooperación al desarrollo

Tras estas experiencias, surgió la posibilidad de aplicar el conocimiento adquirido también en el ámbito de la cooperación internacional. En 2013, la ONG Algemesi Solidari junto con la asociación local Buud-Bumbu de Bao/Baasneeré (A3B), se embarcaron en un proyecto común para la construcción de una escuela de enseñanza secundaria en el pueblo de Baasneeré (Burkina Faso), en cuyo diseño y formación del equipo español en técnicas constructivas participó el equipo de Res-Arquitectura. Merced a esta colaboración previa con la ONG Algemesi Solidari, en 2017 surgió la posibilidad de realizar el proyecto “ConBurkina” financiado por el Centro de Cooperación al Desarrollo de la UPV.

El proyecto “ConBurkina”, nació con el objetivo fundamental de ofrecer la técnica de la bóveda tabicada como una alternativa más sostenible a nivel de producción, puesta en obra, bienestar y salubridad de los propios alumnos, frente a la construcción convencional de cooperación con formato y tecnología de hormigón importada de Europa. Un objetivo transversal del proyecto fue ofrecer a Algemesi Solidari asesoramiento técnico y contribuir con un programa de formación profesional centrado en la construcción de bóvedas tabicadas. Se trataba de llevar la bóveda tabicada a un lugar del que no es propia, confiando en los beneficios que esta técnica puede brindar en otros contextos, además de ofrecer formación a personas en un determinado oficio, independientemente de que posteriormente lo puedan poner en práctica de forma directa o no. El sistema de la bóveda tabicada se basa en el empleo de morteros rápidos y piezas de poco espesor para la construcción de bóvedas ligeras que requieren de muy poca cimbra (Gómez Patrocino et al. 2016). Gracias a estas características, estas bóvedas resultan soluciones óptimas para la construcción de elementos horizontales en contextos poco industrializados y con escasez de madera.

Con estos objetivos se planteó un programa de formación a distintos niveles, que dio como resultado la realización de tres talleres: dos

talleres de formación para adultos (con perfiles diferentes) para el empoderamiento de la comunidad local y formación de técnicos locales, y un taller infantil de sensibilización y participación social.

Talleres para el empoderamiento de la comunidad local y formación de técnicos locales

En enero de 2018 se realizaron dos talleres, uno en la capital de Burkina Faso (Ouagadougou) para un grupo de obreros de diversas empresas constructoras, y otro taller en Baaneere para los jóvenes de la población y posibles futuros trabajadores en la construcción de la escuela. Ambos talleres se estructuraron de la misma manera y las actividades a desarrollar se plantearon siguiendo una metodología “learning by doing” (Rama et al. 1998), basada en un proceso de aprendizaje en el que se invierte el modelo pedagógico convencional. Partiendo de la realización de una actividad práctica concreta, se extraen las reglas que la han hecho posible y se adquieren los conocimientos teóricos de forma deductiva.

Así pues, siguiendo este proceso de abstracción progresiva del conocimiento, ambos talleres se estructuraron en diversas partes. En primer lugar, se realizó una breve introducción a las bóvedas tabicadas y a las características básicas de la técnica; a continuación, se realizó un ejercicio práctico de construcción en el que se incluyó también la fabricación de los medios auxiliares necesarios y su empleo para la construcción de una bóveda tabicada. En esta sesión se pretendía que los alumnos aprendieran un sistema sencillo para diseñar cimbras a pie de obra, comprendieran la importancia de un trazado correcto para la estabilidad de las bóvedas y fueran capaces de fabricar todos los medios auxiliares necesarios para su construcción (fig. 6).

Posteriormente, se trabajó en la construcción de las bóvedas tabicadas, empleando las cimbras fabricadas en la actividad anterior. En esta tarea, los alumnos pusieron en práctica la técnica constructiva y asimilaron conceptos de



Figura 6. Trazado y construcción de las cimbras de madera durante el taller de Ouagadougou.

ejecución fundamentales como la importancia de dotar a las bóvedas de un apoyo firme o de evitar las juntas continuas. Por otra parte, en esta tarea se enfrentaron por primera vez al empleo del yeso como material de construcción para la elaboración del mortero de agarre de las piezas (fig. 7).

Después de que los alumnos comprendieran la utilidad de las bóvedas tabicadas y aplicaran el sistema constructivo, se desarrolló una tercera actividad orientada al descubrimiento de las posibilidades que esta técnica ofrece desde un punto de vista arquitectónico y expresivo. Con este taller se pretendía generar una valoración positiva de las construcciones con bóvedas tabicadas como edificios confortables, útiles y bellos. Durante esta sesión se diseñaron diversas propuestas para un edificio tipo construido con bóvedas a partir de maquetas funiculares

(Songel 2015). Estas maquetas se basan en la capacidad de la tela empapada en escayola húmeda de descolgarse generando formas cóncavas por efecto de su propio peso¹. Cuando el yeso que impregna la tela endurece, se puede dar la vuelta a las maquetas de manera que las formas creadas por la gravedad se conviertan en bóvedas, arcos y cúpulas.

Esta actividad permitió a los alumnos obtener un conocimiento más abstracto de la técnica e incluso trabajar aspectos relacionados con el diseño de espacios, pudiendo ver las posibilidades de la nueva tecnología aprendida en otros edificios como sus propias viviendas (fig. 8).

Entre los dos talleres realizados se ha formado a 35 personas con perfiles muy diferentes: arquitectos, estudiantes de ingeniería civil, albañiles (autónomos o integrados en cuatro empresas constructoras), fabricantes de BTC y jóvenes sin oficio. Al involucrar a todos los agentes participantes en el proceso (productores, constructores, técnicos y comunidad receptora), se ha pretendido generar una cadena completa de valoración de esta técnica que pueda propiciar su uso más allá del proyecto de construcción de la escuela. En ese sentido, la participación de técnicos ha favorecido el interés de los constructores en la técnica, al percibirla como una fuente potencial de encargos.

Es también importante destacar que el taller de formación profesional para jóvenes de Baasneeré se desarrolló en un espacio situado junto a un aulario construido en una fase inicial del proyecto de la escuela. Este pabellón ha demostrado ser un buen recurso de apoyo para la sesión introductoria, pues ha permitido observar las bóvedas que lo cubrían (realizadas con una técnica diferente) y compararlas con los ejemplos aportados para extraer unas reflexiones previas por parte de los alumnos.

Al situar este taller junto a la escuela, ya en uso, se propició también la participación de los alumnos de la escuela secundaria que, al salir de clase, se quedaban en el taller para ver los avances de las bóvedas tabicadas en construcción (fig. 9).



Figura 7. Construcción de las bóvedas tabicadas durante el taller de Ouagadougou.



Figura 8. Taller de maquetas funiculares realizado en Baasneeré.



Figura 9. Alumnos de la escuela secundaria observando el desarrollo del taller de construcción de bóvedas tabicadas realizado en Baasneeré.

La formación impartida a los jóvenes locales ha supuesto una oportunidad poco frecuente en un entorno con tan poca actividad económica y se espera que pueda desembocar en un primer trabajo remunerado durante la construcción de la escuela. Por otra parte, la realización de este taller en la comunidad ha contribuido a despertar el interés de la población local habiéndose recibido visitas constantes por parte del jefe de la población, de su comité y de los niños que ya ocupan el aula previamente construido. Esta curiosidad, junto con la convicción de estar contribuyendo a la construcción de la escuela, se espera que favorezca su asimilación positiva por parte de la comunidad.

Actividades de participación social

En el marco del proyecto también se realizaron actividades específicas de participación social con los niños y jóvenes que serán los futuros alumnos de la escuela. El taller organizado para los niños de Baasneeré tuvo por objetivo fomentar el valor y el aprecio de los más jóvenes tanto por la arquitectura tradicional, construida con tierra, propia de su país, como por las técnicas constructivas del proyecto de la escuela de educación secundaria, de la que los niños serán los futuros usuarios.

Para la preparación de la actividad se contactó con el director de la escuela primaria de Baasneere, quien, junto con el equipo de la UPV, acordó que el taller se realizaría con aproximadamente 70 niños de la escuela, de las clases de CE2 y CM1, que son las clases correspondientes a los niños de 8 y 9 años.

Estas actividades de difusión con la población local más jóvenes han sido una parte fundamental del proyecto “ConBurkina”. La intención de todas estas actividades fue aportar a los niños de Baasneeré conocimientos que sirvieran para fortalecer su apreciación por la cultura propia y empoderar, de esta manera, a las generaciones futuras, que serán las encargadas de tomar las decisiones en los próximos años, frente a los cambios impuestos por la industria, la globalización o la especulación. Además, estas actividades les han permitido trabajar habilidades de perfil creativo (como la pintura y el modelado) que



Figura 10. Actividades de participación social con los niños de Baasneeré.

habitualmente no son desarrolladas en las masificadas escuelas del país (fig. 10).

Por otro lado, para el equipo de la UPV, que tiene una amplia experiencia en la realización de talleres infantiles, esta experiencia fue un gran reto, no sólo por la gran cantidad de niños que realizaron el taller, sino también por la dificultad de adaptar las actividades a una realidad local muy concreta y distinta de la propia, que obligó en algunas ocasiones a tener que realizar cambios en la programación de las actividades durante el desarrollo de las mismas.

Difusión y explotación de los resultados

Como conclusión del trabajo realizado en el proyecto “ConBurkina” se han preparado diversas publicaciones científicas sobre el proceso y los resultados de la parte experimental de proyecto. Además, se puso en marcha una web del proyecto (conburkina.blogs.upv.es) donde se han publicado los resultados. Se realizó también una exposición sobre el proyecto que fue expuesta en la Escuela de Arquitectura de la UPV y en el Casino de Algemés (fig. 11). Para esta exposición además de paneles se prepararon videos explicativos que enmarcan y ayudan a comprender mejor las tareas desarrolladas en el proyecto. Por otro lado, se está trabajando también en una publicación que recoja el desarrollo del proyecto y pueda servir a futuras experiencias.



Figura 11. Imagen de la exposición del proyecto “ConBurkina”.

Esta línea de trabajo vinculada a la formación para el empleo de las técnicas constructivas tradicionales y en concreto para el conocimiento de la técnica constructiva de la bóveda tabicada se ha completado también con diversos talleres desarrollados en la UPV para alumnos de Arquitectura, tanto de la Escuela de Valencia como alumnos de otras escuelas como es el caso, por ejemplo, del taller realizado en julio de 2017 en colaboración con la Universidad “SAL College of Engineering” de Ahmedabad.

Conclusiones y futuras líneas de trabajo

Este texto ha presentado las distintas experiencias y propuestas que se han llevado a cabo por el grupo de investigación Res-Arquitectura, en una línea de trabajo vinculada directamente al estudio y difusión de la técnica constructiva de la bóveda tabicada. Partiendo del estudio teórico se ha tratado de poner en valor no sólo la técnica sino

también el oficio de los maestros que hacen que sea posible convertir los proyectos en realidad. La posibilidad de poner en práctica este conocimiento en proyectos contemporáneos ha permitido afianzar y experimentar con las posibilidades expresivas de estas bóvedas.

Por otro lado, las propuestas formativas, aunque dirigidas a un público diverso, tienen como objetivo común el promover la formación comprometida y consciente de los alumnos sobre las técnicas constructivas tradicionales y su aportación para la construcción en el S. XXI. Las distintas actividades formativas se han vertebrado para que la educación sea uno de los catalizadores más cruciales para el desarrollo sostenible, involucrando colectivos y acciones que, a pesar de ser heterogéneas, tienen como denominador común apostar por la concienciación y el compromiso formativo.

Además, el desarrollo del proyecto de cooperación ConBurkina ha permitido llevar a cabo experiencias pioneras de construcción de bóvedas tabicadas de BTC, con unos resultados preliminares muy satisfactorios, y se han podido brindar a Algemésí Solidari varias alternativas para la construcción de las bóvedas de la escuela que se adaptaban a los recursos disponibles localmente y permitían reducir significativamente la madera empleada en la construcción de cimbras y medios auxiliares.

Por otro lado, los talleres han puesto en relación los diversos agentes intervinientes en la obra, desde los arquitectos y los trabajadores hasta la población local, haciéndoles partícipes del proyecto y fomentando el afianzamiento de la técnica más allá de la duración del proyecto. Además, el trabajo realizado abre todo un abanico de posibilidades de colaboración entre la universidad y las entidades humanitarias para el desarrollo de soluciones que partan de la arquitectura tradicional para ofrecer alternativas de construcción sostenible medioambiental, socioeconómica y socioculturalmente en los proyectos de cooperación.

Con todo ello, las futuras líneas de trabajo continuarán el camino ya iniciado para seguir investigando, formando y difundiendo la técnica constructiva de la bóveda tabicada y el patrimonio

material e inmaterial ligado a esta cultura constructiva. Actualmente, se sigue trabajando en varias propuestas para solicitar nuevos proyectos de investigación y cooperación en torno a esta técnica, como el proyecto House Nepal que se ha iniciado en 2019 y, además, se ha trabajado también en la posibilidad futura de realizar un programa de postgrado centrado en las técnicas constructivas tradicionales.

Nota: Salvo indicación contraria, las imágenes de este artículo pertenecen a los autores.

Referencias

- AA. VV. (2014). *Versus. Heritage for tomorrow. Vernacular knowledge for sustainable architecture*. Ed: Mariana Correia, Letizia Dipasquale, Saverio Mecca. Firenze University Press.
- OCHSENDORF, J. (2010). *Guastavino Vaulting: The Art of Structural Tile*. Princeton, NJ: Princeton Architectural Press.
- RAMAGE, M.H., J. OCHSENDORF, J. y P. RICH (2010). Sustainable Shells: New African vaults built with soil-cement tiles, *Journal of the International Association of Shell and Spatial Structures*, Vol.51 No. 4, pp 255-261.
- LÓPEZ LÓPEZ, D., M. DOMÈNECH RODRÍGUEZ y M. PALUMBO FERNÁNDEZ (2014). “Brick-topia”, the thin-tile vaulted pavilion, *Case Studies in Structural Engineering*, Volume 2, pp. 33-40.
- MILETO, C. y F. VEGAS (2016). “Panteón de la familia Soriano-Manzanet” en *CONarquitectura* n° 58, pp. 56-58.
- GÓMEZ-PATROCINIO, F.J., A. ALONSO, C. MILETO y F. VEGAS LÓPEZ-MANZANARES (2016). “Optimización geométrica de trazados funiculares en el diseño de bóvedas de BTC para forjados”, in *Memorias del 16º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra*, eds. R. Meyer and C. Neves. Asunción, Paraguay: Universidad Nacional de Asunción – Red Proterra.
- RAMA, V.; DASARATHA, E. A. ZLOTKOWSKI (1998). *Learning by Doing: Concepts and Models for Service-Learning in Accounting*. Washington, D.C.: American Association for Higher Education.
- SONGEL GONZÁLEZ, J. M. (2015). “Form follows forces. Building funicular models to show how gravity shapes form”, en *7th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 2015)*, p. 621 – 626. Barcelona: IATED.
- MILETO, C., F. VEGAS, L. GARCÍA-SORIANO, J. GÓMEZ y V. CRISTINI (2018). Building workshops for empowerment and sustainable development. a training experience in Burkina Faso, in *EDULEARN18 Proceedings. 10th Intern. Conf. on Education and New Learning Technologies*. p. 3993-3998.
- MILETO, C., F. VEGAS y L. GARCÍA-SORIANO (2019). Children’s workshops on awareness of earthen architecture in Baasneeré (Burkina Faso) in *ICERI2019. International Conference on Education, Research and Innovation*. p. 5981-5986.
- MILETO, C. y F. VEGAS (2016). El panteón de la familia Soriano Manzanet en Vila-real (Castellón) in *CyTET. Ciudad y Territorio*. Estudios territoriales. Ministerio de Fomento
- VEGAS, F. y C. MILETO (2016). El panteón de la familia Soriano Manzanet in *Palimpsesto* 15. Càtedra Blanca – ETSA Barcelona – UPC. p. 10-11.
- MILETO, C. y F. VEGAS (2017). Retrieving the memory of what seemed lost, in *Compasses. The architecture and interior design international magazine / Middle East* 25. e.built Srl (Napoles, Italia). p. 90-95.

Agradecimientos

¹ Agradecemos al profesor Juan María Songel, de la Universitat Politècnica de València, la idea y la experiencia que nos transmitió para la realización de estos talleres.

El trabajo realizado en el marco del proyecto “ConBurkina”, ha sido financiado por el programa ADSIDEO del Centro de Cooperación al Desarrollo de la Universitat Politècnica de València.