

La torre almohade de Villena (Bilyana) y sus bóvedas de nervios entrecruzados. Análisis formal y constructivo

Antonio ALMAGRO GORBEA

Escuela de Estudios Árabes
aalmagro@eea.csic.es

Alba SOLER ESTRELA

Universitat Jaume I, Castellón
estrela@uji.es

Rafael SOLER VERDÚ

Universidad Politécnica de Valencia
rsoler@csa.upv.es

Recibido: 25-02-2014

Aceptado: 21-05-2014

RESUMEN

Se presenta en este artículo el estudio de las dos bóvedas de arcos entrecruzados existentes en la torre del homenaje del castillo de la Atalaya de Villena. La parte inferior de esta torre corresponde, con bastante probabilidad, a una obra almohade de finales del s. XII hecha de tapia de hormigón de cal y cuyas dos salas interiores se cubren con bóvedas de nervios entrecruzados construidos con ladrillo. La geometría y trazado de las bóvedas y sus nervaduras pertenecen claramente a la tradición de este tipo de abovedamientos característico de la arquitectura andalusí. La investigación se apoya en una metodología que interrelaciona: un preciso levantamiento geométrico, las lecturas estratigráficas, la definición de técnicas constructivas y la toma de muestras para la datación y caracterización de los materiales empleados. La principal aportación del artículo es la propuesta metodológica que plantea la necesidad del estudio del sistema constructivo y del proceso seguido en su ejecución, de una tipología basada principalmente en aspectos morfológicos, pero insuficientemente valorada respecto a su singularidad constructiva.

Palabras clave: Bóvedas de arcos entrecruzados, arquitectura almohade, geometría y trazados, tapial, estratigrafía

The vaults with intercrossed arches of the keep of the castle of Villena (Bilyana) Spain. Formal and constructive analysis

ABSTRACT

This paper deals with the study of the two vaults with intercrossed arches of the keep of Atalaya castle of Villena (Spain). The lower part of the tower corresponds, quite possibly, with the Almohad phase, of

the late 12th century. It is built with thick *tapia* walls, whose two interior rooms are covered with vaults with brick intercrossed arches. The geometry and tracing of the vaults and ribs belong to the tradition of this type of vaulting, characteristic of andalusí architecture. The research is based on a methodology that interrelates: precise geometric survey, stratigraphic readings, definition of construction techniques and collection of samples for dating and characterization of the materials used. The main contribution of this paper is the methodology that raises the need to study the construction system and the process followed in the execution, of a typology based primarily on morphological aspects, but undervalued in relation with the constructive features.

Key words: vaults with intercrossed arches, Almohad architecture, geometry and tracing, rammed-earth, stratigraphy.

1. Introducción

1.1. Las bóvedas de arcos entrecruzados

Las bóvedas de arcos entrecruzados constituyen una de las creaciones más originales de la arquitectura andalusí, dejando de lado el problema de si su origen tuvo lugar aquí o en oriente. La aparición de esta solución constructiva en la mezquita de Córdoba y la gran variedad de soluciones que a partir de ese momento irán surgiendo, así como su posible influencia en la génesis de otros tipos de bóvedas, también en los territorios cristianos como las ojivales¹, hacen de su estudio un campo de investigación muy atractiva, tanto en los aspectos formales y de diseño como en los constructivos. El número de ejemplos de este tipo de cubrición que ha llegado hasta nosotros es de todos modos reducido, pues su ejecución, aunque ayudaba a resolver determinados problemas constructivos, no resultaba sencilla. Analizar uno de estos casos es el objetivo del presente artículo, abordando el estudio de dos bóvedas existentes en la torre del homenaje del castillo de Villena (Alicante), conocido como la Atalaya. Las dos bóvedas que cubren las salas de los dos pisos inferiores constituyen sendos ejemplos de este tipo de construcción, y aunque han sido estudiadas anteriormente por distintos autores, ha faltado en todos los casos un estudio completo con metodología adecuada que aclare además distintos aspectos, y dudas sobre su forma y sistema constructivo, a la vez que se trate de afianzar su datación.

Las bóvedas que analizamos tienen una singularidad que debe analizarse dentro de la evolución del diseño y la forma constructiva de estas estructuras. Desde las bóvedas de la mezquita de Córdoba, tanto las de la *maqsurá* como la del inicio de la nave axial de la ampliación de al-Hakam, siguiendo con las de la mezquita de Bab al-Mardum de Toledo dentro de las del periodo califal o las posteriores de época almorávide, como las de las mezquitas de Tremecén y al-Qarawiyyin de Fez y del periodo almohade como

¹ L. TORRES BALBÁS, «Origen árabe de la palabra francesa “ogive”». *Crónica Arqueológica de la España Musulmana XIII, Al-Andalus* 8, 2, (1943), pp. 43-52.

las del alminar de la Kutubiyya o la casa del Patio de Banderas del Alcázar de Sevilla², o las más tardías como la de la mezquita de Taza o las cristianas como la de la capilla Real de Córdoba, puede decirse que ninguna de ellas tiene una función propiamente tectónica, sino más bien ornamental o si se quiere, configuradora del espacio que envuelve. Sobre ellas existe siempre una estructura, generalmente leñosa que soporta la cubierta. Esta podría decirse que es otra característica que las empareja con muchas de las bóvedas góticas, al menos con la mayor parte de las usadas para cubrir iglesias, sobre las cuales suele haber un tejado sostenido por una estructura de madera. Esto hace que en la evolución formal y constructiva que puede seguirse por todas las que acabamos de enumerar se aprecie una tendencia a hacerlas más sutiles en su estructura y más complejas en su diseño, hasta el punto que las más tardías puede decirse que carecen de capacidad resistente más allá de sustentar su propio peso. Sin embargo, estas dos bóvedas de Villena tienen una indudable función estructural pues sobre ellas y el relleno correspondiente se colocaron suelos de espacios habitados. Además, puede añadirse que el carácter militar de la construcción en que se ubican propició claramente el que se diseñaran y ejecutaran con la máxima solidez.

1.2. Las bóvedas de la torre de la Atalaya de Villena

El castillo de la Atalaya se eleva dominando el valle del río Vinalopó y la población de Villena. En su silueta destaca la torre del homenaje, que presenta dos fases claramente diferenciadas: la inferior que se supone de época musulmana fechable inicialmente a finales del s. XII o principios del XIII en base a aspectos castellológicos, documentales y a la presencia de las bóvedas con arcos entrecruzados de clara raigambre andalusí, y la superior, obra del segundo marques de Villena, del s. XV³. Nuestro interés principal se centra en el estudio de la fase almohade de la torre, que se corresponde en el exterior con los imponentes muros de tapia que alojan en el interior dos salas superpuestas, cuyos sistemas abovedados son de enorme interés (fig. 1).

Estas bóvedas se perdieron parcialmente en 1811 en una explosión durante la guerra de la Independencia. El mariscal Suchet, al tomar la fortaleza, hizo volar parcialmente las bóvedas almohades de la torre homenaje para dejarla inaccesible para apostar una guarnición, y no fueron reconstruidas hasta 1957⁴. Su aspecto actual se debe a las últimas restauraciones en las que, como se puede observar y según lo indicado en la

² A. ALMAGRO GORBEA, "Sistemas constructivos almohades: estudio de dos bóvedas de arcos entrecruzados", S. HUERTA, et alii. (eds.), *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Madrid, 2011, pp. 45-53.

³ R. AZUAR RUIZ, "Villena: Castillo y fortaleza de la Atalaya". J. BERCHEZ et alii. *Catálogo de monumentos y conjuntos declarados e incoados de la Comunidad Valenciana*. Valencia, 1983. R. AZUAR RUIZ, "Panorama de la Arqueología Medieval de los Valles Alto y Medio del Vinalopó (Alicante)". *Lucentum: Anales de la universidad de Alicante. Prehistoria, arqueología e historia antigua*, 2 (1983), pp. 349-383.

⁴ Proyecto de Restauración Torre del Homenaje del castillo de Villena. Autor Proyecto. Arquitecto Provincial. Juan Vidal. Fecha Agosto de 1957. Diputación Provincial Alicante. Archivo General. Área de Recursos Humanos. Gestión Documental, Registro e Información. Signaturas GE-40130/3. Expediente nº 57/11.

memoria del proyecto⁵, se repusieron las ménsulas desprendidas y se procedió a enlucir las paredes y perfilar los nervios con yeso.

Las bóvedas han merecido la atención de algunos autores. Por un lado, Pavón Maldonado⁶ las incluye en su inventario de bóvedas y cúpulas en la arquitectura andalusí. Por otra parte, Ferre de Merlo⁷ aporta principalmente datos sobre las fábricas a raíz de su observación antes de quedar revestidas en las últimas intervenciones.



Fig. 1. Fotografía del exterior de la torre y de las dos bóvedas interiores.

⁵ M. BEVIÁ, J. IVARS, S. VARELA, *Proyecto básico y de ejecución de "Intervención sobre el castillo, recinto superior" en Villena (Alacant)*. Documento depositado en la Consejería de Cultura de la Generalitat Valenciana. 1997.

⁶ B. PAVÓN MALDONADO, "Bóvedas y cúpulas en la arquitectura árabe de occidente. Inventario y reivindicación". 2010, Artículo inédito. <<http://www.basiliopavonmaldonado.es/>> [Consulta: julio 2012].

⁷ L. FERRE DE MERLO, "Bóvedas nervadas en el Castillo de Villena (Alicante)", *Actas del tercer congreso nacional de historia de la construcción*, Madrid, 2000 pp. 303-307.

La investigación que exponemos supone una contribución al conocimiento de las estructuras abovedadas, dentro de los cambios metodológicos observados por algunos autores⁸. Las aportaciones incluyen el riguroso levantamiento geométrico, lecturas estratigráficas, definición de técnicas constructivas y toma de muestras para la datación y caracterización de los materiales empleados. Los estudios se iniciaron en verano del 2012, con el levantamiento geométrico, y prosiguió con la realización de catas y toma de muestras durante el 2013. Al mismo tiempo, se estaban llevando a cabo las obras de “Restauración del castillo de la Atalaya, fase III”, en la que no han participado los autores del presente artículo. La documentación gráfica y fotográfica que presentamos corresponde al estado anterior a dicha intervención, finalizada en julio del 2013.

2. Toma de datos y elaboración de documentación gráfica

Uno de los objetivos prioritarios de la investigación ha sido el de realizar una documentación gráfica rigurosa que recoja con exactitud las características geométricas y constructivas de la torre, y de una manera específica en la parte relativa a la fase almohade.

Para comenzar con la toma de datos, se analizaron las características y posibilidades de acceso, tras lo que se procedió a la elección de los métodos para la toma de datos. Para el exterior se optó por utilizar técnicas fotogramétricas con apoyo topográfico. A fin de reducir el trabajo de campo, se planteó el levantamiento de los cuatro alzados mediante el sistema de orientación de un bloque de fotografías obtenidas alrededor de la torre mediante ajuste de haces. Ante el interés que presenta la textura y la información que aportan los paramentos, se ha usado fotogrametría estereoscópica para su restitución al considerar fundamental la visión directa del objeto para una correcta interpretación.

La experiencia con que ya contamos de otros levantamientos de similares características⁹ y el haber constatado la dificultad que entraña la determinación de puntos homólogos sobre las fotografías de superficies carentes de textura como son las que han sido enlucidas con yeso o enlucidas, nos aconsejó recurrir a sistemas de escaneo láser 3D para el levantamiento de los espacios interiores¹⁰. Se ha usado en concreto, un escáner terrestre 3D basado en pulsos, láser invisible de clase uno de largo alcance, tipo Topcon GLS 1500 y precisión de 4 mm en un rango de escaneo hasta 150 metros y angular de 6” (2,0 mgon), asociado con una cámara digital de 2.0 Megapíxeles integrada, alineada coaxialmente. Permite adquirir una nube de puntos con color de imagen. El número de puntos medidos para cada una de las dos salas de la torre fue superior al millón.

⁸ M.A. UTRERO AGUDO. “Las estructuras abovedadas en la historia de la arquitectura hispánica tardoantigua y altomedieval”, *Anales de Historia del Arte* (2009), pp. 219-232.

⁹ A. ALMAGRO GORBEA, *Levantamiento arquitectónico*. Granada, 2004.

¹⁰ I. GARCÍA, M. FERNÁNDEZ DE GOROSTIZA, A. MESANZA, “Láser escáner y nubes de puntos. Un horizonte aplicado al análisis arqueológico de edificios”. En *Arqueología de la arquitectura*, 8, (2011), pp. 25-45. doi: 10.3989/arqarqt.2011.10019.

Toda la información en tres dimensiones tanto del interior como del exterior de la torre se ha integrado en un programa de dibujo asistido por ordenador. Por una parte se han confeccionado las vistas generales: alzados y secciones horizontales y verticales que permiten ubicar las bóvedas en el interior de los gruesos muros de tapia, y por otro lado se representa cada una de las salas como elementos independientes para facilitar su análisis.

Se ha tratado de elaborar una documentación, hasta ahora inexistente, que sirva de base para nuestros estudios de fases arquitectónicas y especificaciones constructivas, pero que sea en sí misma una documentación objetiva que pueda permitir futuras interpretaciones.

3. La Torre Almohade

3.1. Descripción general

La función defensiva de la torre es la peculiaridad dominante, ya que se trata de una sólida construcción prismática que se asienta directamente sobre la roca. El espesor de los muros está claramente sobredimensionado respecto a cualquier criterio mecánico estructural; la edificación responde a la *firmitas* de la triada vitrubiana, pues se trata de una fortaleza defensiva que debe de soportar cualquier embate.

La torre es de planta cuadrada de 14,35 metros¹¹ de lado en su base, y que, al ser ligeramente piramidal, se reduce a 13,80 metros en la parte superior de la fase almohade. Esta construcción inicial se realizó con obra de tapia de hormigón de cal. Las plantas superiores del s. XV, obra del segundo marques de Villena y hechas con mampostería, quedan fuera de los objetivos de esta investigación.

Al acceder al interior de la torre, encontramos en primer lugar la sala de planta baja que es un espacio abovedado (bóveda 1) de planta cuadrada de 6,90 metros de lado. Su dimensión es algo menor que la mitad de la anchura de la torre (14,30 metros). El espacio interior se sitúa centrado entre los muros que son de gran espesor 3,70 metros. Hay no obstante una notable anomalía; la escalera de acceso a las plantas superiores se ubica dentro del espesor de los muros macizos perimetrales que se transforman en muros con una hoja exterior de 2,50 metros, una cámara de aproximadamente un metro y una hoja interior muy esbelta de escaso espesor (30 cm ó 45 cm) enlazadas por bóvedas escalonadas siguiendo el ritmo de los peldaños. Esta disposición de la escalera es muy común a otras torres y está justificada por diversas razones funcionales y constructivas, y aunque ocasiona unos puntos críticos en el apoyo de la bóveda en los dos lados en los que se emplaza la escalera, no supone desórdenes estructurales de importancia.

En la planta primera se aloja otra sala de forma similar, en este caso de planta rectangular de dimensiones interiores de 7,30 y 6,10 metros rodeada de anchos muros y con la misma anomalía en la disposición de la escalera. En ella se sitúa la segunda bóveda objeto de estudio (bóveda 2).

¹¹ Las medidas vendrían referidas al codo. En una primera aproximación las medidas preferentes serían de base duodecimal. Dimensiones exteriores de la torre del orden de 32 codos, el espesor de los muros 8 codos, la bóveda de la sala inferior de 16 codos.

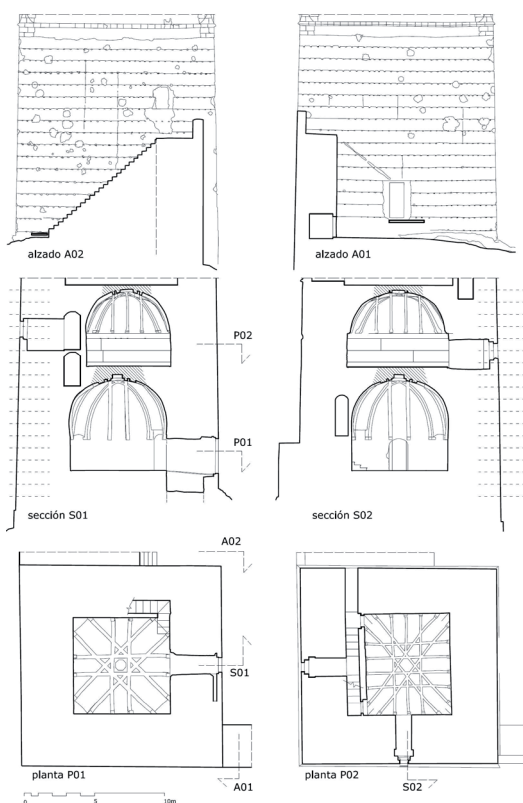


Fig. 2. Documentación gráfica elaborada de la fase almohade de la torre: alzados, secciones verticales y horizontales con proyección cenital de las bóvedas.

3.2. La técnica del tapial

Para el análisis constructivo de las bóvedas vamos a tener en cuenta las técnicas y materiales empleados en la ejecución del conjunto de la torre, así como su geometría general, y la de las salas en las que se sitúan.

Los muros son el sistema predominante y de mayor importancia respecto a la totalidad de la edificación. Es la unidad constructiva de mayor volumen y que requirió los mayores esfuerzos y empleo de materiales y medios auxiliares. Las tapias de gran espesor, superior a los 3 metros, se elevan sobre un zócalo de mampostería adaptado al perfil rocoso del terreno y desde el que nacen de manera escalonada las hiladas de cajones. Desde el nivel de planta baja se observan 15 hiladas de una altura de unos 85 cm. En los paramentos exteriores pueden apreciarse juntas verticales que indican la utilización de 6 tableros por lado (de unos 2,33 metros de longitud) con los huecos dejados por 5 agujas en cada uno de ellos. Por la continuidad vertical de las juntas se deduce que se construyó usando un tapial continuo ideado para ser desplazado verticalmente.

Respecto a las agujas, se observan con claridad en los paramentos, tienen una sección rectangular de aproximadamente 7 x 2 cm, y una separación entre ellas de 40 a 50 cm. Se ha podido observar una aguja extraída (fig. 3) en la que se puede definir una longitud de algo más de 40 cm, así como una perforación que hace suponer que irían clavadas en la parte interior. Este sistema es el adecuado al gran espesor de los muros de forma que las agujas no son pasantes sino medias agujas¹², dentro de un sistema similar al descrito en la muralla Nazarí del Albaicín de Granada¹³.



Fig. 3. Fotografía de aguja extraída, depositada en el Museo Arqueológico José María Soler. Detalle de vista exterior de las tapias.

En los estudios realizados se ha verificado que el material del relleno de los muros y de la plementería de las bóvedas, ejecutados simultáneamente, es una mezcla vertida y compactada de cal, arenas, gravas y agua expertamente dosificada. Aunque la información que suministran los paramentos de los muros en su estado actual, con pérdidas de las costras superficiales y roturas por impactos de proyectiles, permite conocer su composición, se ha realizado una toma de muestras en profundidad para estudiar la composición del relleno interior de los muros. La extracción de muestras mediante corona de probetas de 70 mm de diámetro y 400 mm de profundidad ha permitido observar la composición y enviar muestras representativas para su análisis en laboratorio¹⁴.

¹² A. GRACIANI GARCÍA, “La técnica del Tapial en Andalucía Occidental”. En *Construir en Al-Andalus*. SUAREZ (coord.) *Monografías del Conjunto Monumental de la Alcazaba*, 2 (2009), pp.111-140.

¹³ J.M. LÓPEZ OSORIO, “The Nasrid ramparts of the Albaicín (Granada, Spain): An analysis of materials and building techniques”. MILETO, VEGAS, CRISTINI (eds.) *Rammed Earth Conservation*. London, 2012, pp. 27-32.

¹⁴ Coordinación de los ensayos a cargo de J. J. Martín del Río, Universidad de Sevilla.

Los resultados responden a lo esperado, su composición es la prevista: argamasa, gravilla y grava y mampuestos. La gran cohesión de la muestra es significativa del dominio de la técnica constructiva empleada. Todos los anteriores materiales son abundantes y de rápida obtención en las inmediaciones y el proceso de fabricación de la cal no plantearía grandes dificultades. También se recurrió al oficio de la albañilería auxiliando de manera puntual a la técnica del tapial, empleando el ladrillo, aunque en cantidad mínima, tan sólo para la construcción de los nervios de las bóvedas por las notables ventajas que aportaba en el proceso de ejecución.

Los paramentos exteriores de la torre nos muestran además otros datos de interés. Sobre todo en los lados oeste y sur se ven restos de las juntas fingidas que definían un aparejo de grandes dimensiones¹⁵, con las mismas alturas que los cajones reales utilizados, pero simulando un aparejo a soga, a rompejunta (fig. 3). Estas falsas juntas estaban realizadas mediante un ligero resalte de escasos milímetros hecho con mortero fino de cal blanca y del que en realidad sólo quedan las improntas.

Otra cuestión a observar es la presencia de huellas de impactos de proyectiles sobre la superficie de las fábricas de tapia lo que sugeriría la existencia de acciones bélicas contra la torre seguramente con uso de artillería pirobalística. Estas improntas se presentan sobre todo en las caras norte y este de la torre. Lo que indicaría que las piezas de artillería se emplazaron en zonas exteriores a la población, sobre los montes que rodean la fortaleza.

3.3. Datación mediante Carbono 14

Una de las cuestiones que hemos tratado de solventar es el de la datación de esta fase inicial de la torre, dado que aunque desde un punto de vista formal y de las técnicas constructivas puede considerarse plausible que se trata de una obra islámica, tampoco puede descartarse una construcción cristiana pues esas mismas formas y técnicas también se siguieron utilizando tras la conquista. Para tratar de obtener luz sobre este tema se han realizado análisis de C14 de varios fragmentos de madera de las agujas que soportaban los tapiales. El 28 de noviembre de 2012 se sacaron diversos fragmentos de agujas de madera tanto de la parte exterior, como del interior de la sala de la planta primera, en la que por la pérdida parcial de su enlucido quedan a la vista algunas de ellas. Las muestras fueron analizadas en el Centro Nacional de Aceleradores de Sevilla (CNA)¹⁶.

De las muestras extraídas se han analizado cuatro, tres de las cuales han dado resultados bastante homogéneos, por lo que pueden considerarse fiables. En el uso de la datación de C14 sobre muestras de madera siempre hay que tener en cuenta la muy

¹⁵ Aunque este tratamiento exterior se observa en fortificaciones que pueden encuadrarse dentro del periodo de dominación almohade, (R. AZUAR, F. J. LOZANO, T. M. LLOPIS, J. L. MENÉNDEZ, "El falso despiece de sillería en las fortificaciones de tapial de época almohade en al-Andalus". *Estudios de historia y de arqueología medievales*, XI, (1996) pp. 245-278) también se usan en épocas posteriores como en la puerta de Elvira de Granada, de época nazarí (A. ALMAGRO, A. ORIHUELA, C. VILCHEZ, "La puerta de Elvira en Granada y su reciente restauración", *Al-Qantara*, XIII-2, 1992. pp. 505-535, p. 529) y en Marruecos se seguía usando al menos hasta época sa'adí.

¹⁶ Con los números CNA-2130, CNA-2131, CNA-2132 y CNA-2218.

posible reutilización de maderas de época anterior. Sin embargo, en una obra como la que nos ocupa, de gran envergadura, en la que se utilizaron un gran número de agujas, formadas por pequeñas tablas de dimensiones uniformes, lo lógico es pensar que esas piezas se prepararían con madera cortada al efecto, lo que vendría corroborado por la homogeneidad de las dataciones obtenidas de las muestras analizadas. El principal problema radica en que la precisión que nos ofrece el C14 está lejos de aclararnos de manera absolutamente convincente si la construcción de la torre es anterior o posterior a 1240, año de la conquista cristiana de Villena.

Las fechas de radiocarbono convencional son respectivamente 870, 875 y 880 \pm 35 y 980 \pm 30 BP (before present). Las tres primeras, tras la adecuada calibración, nos dan unos valores para 2 σ (95% de probabilidad) de entre AD 1040 y AD 1250 y para 1 σ , con el 68% de probabilidad de entre AD 1150 y AD 1215. La cuarta nos da para 2 σ entre AD 995 y AD 1155 y para 1 σ entre AD 1020 y 1140. Siendo así que la última puede ser una madera reutilizada y que estas dataciones son siempre *post-quem*, las otras tres, muy homogéneas, nos dan una datación más aproximada, que aunque se extiende hasta después de la conquista, el rango tiene una mayor incidencia en fechas anteriores a 1240, lo que nos permitiría confirmar, siempre con cierta incertidumbre, la cronología tradicionalmente atribuida a esta fase de la torre y considerarla obra almohade, construida hacia finales del s. XII.

4. Destrucción y reconstrucción

El aspecto actual de las bóvedas no debe hacernos olvidar las vicisitudes sufridas en sus más de siete siglos de existencia, con destacados episodios de destrucción y reconstrucción. Como se ha explicado, las bóvedas almohades perdieron su parte central superior en 1811 debido a una explosión durante la guerra de la Independencia y fueron reconstruidas en 1957. Su aspecto actual se debe a las últimas restauraciones, en las que se repusieron las ménsulas desprendidas y se procedió a revestir los muros y perfilar los nervios con guarnecido y enlucido de yeso. La definición constructiva de las bóvedas debe hacerse teniendo en cuenta estas cuestiones.

4.1. La reconstrucción de 1957

Según la memoria del Proyecto de Restauración del arquitecto Juan Vidal¹⁷, las obras a realizar consistieron en la reparación de las bóvedas para recuperar la accesibilidad de las salas. La actuación es autocalificada como de reconstrucción y de reparación. El Proyecto consta de una Memoria y un Presupuesto cada uno de sólo dos páginas, acompañados por tres planos a escala 1:50, se adjunta además un plano tipo croquis de una planta y un alzado.

¹⁷ Proyecto de Restauración Torre del Homenaje del castillo de Villena. Autor Proyecto. Arquitecto Provincial. Juan Vidal. Fecha Agosto de 1957. Diputación Provincial Alicante. Archivo General. Área de Recursos Humanos. Gestión Documental, Registro e Información. Signaturas GE-40130/3. Expediente nº 57/11.

El Presupuesto en la partida “*Nervios de ladrillo macizo tomado con mortero de cemento*” las dimensiones de los nervios en ambas plantas es el mismo de 15 x 20 cm, cuando en realidad en la planta baja son de 25 x 25 cm y en la planta alta de 12 x 25. Insistiendo en esta partida el número de nervios a reparar previstos en las mediciones de proyecto es ocho en ambas plantas, cuando en la planta superior deben de ser once. Además, la bóveda de la planta superior se dibuja como la primera cuando son evidentes e importantes las diferencias. Los anteriores comentarios no tiene intención crítica sino la de contextualizar el documento, para una correcta interpretación. El Proyecto fundamentalmente trata de establecer una previsión de la obra a ejecutar pero no puede tomarse como referencia precisa, respecto a la obra que se conservaba.

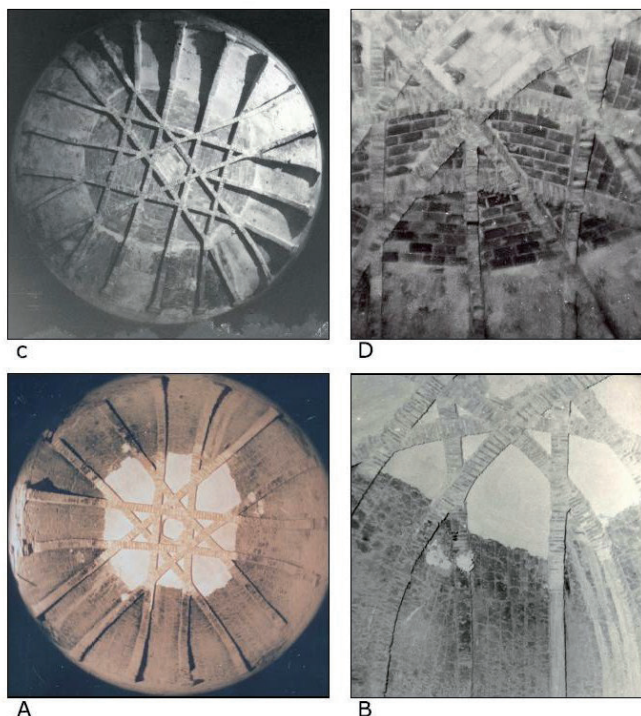


Fig. 4. Fotografías posteriores a la reconstrucción de 1957: A y B: Bóveda 1, planta baja. C y D: Bóveda 2, planta primera.

En la Memoria se expresa, aunque con una redacción que puede llevar a confusión, “*Los pisos 1º y 2º están formados por bóvedas de hormigón con encofrado perdido de ladrillo cerámico, apoyado sobre nervios de ladrillo macizo de la misma calidad*”. Analizando globalmente la documentación, interpretamos que la redacción del texto se refiere a la obra que se proyecta realizar. En los planos y mediciones se define la intervención descrita en la Memoria, con las anomalías citadas en cuanto a los nervios a reparar.

La actuación de reconstrucción de finales de 1957 es dirigida por Juan Antonio García¹⁸, arquitecto distinto al del proyecto, y se limitó a la parte derruida que coincide con la zona central donde se entrelazan los nervios, como se ha constatado analizando la documentación fotográfica del estado final de la intervención.

En las fotografías de la bóveda 1, de planta baja¹⁹ (fig. 4A y B), queda delimitada el área objeto de la reconstrucción. Se aprecia en detalle los nervios reconstruidos de fábrica de ladrillo visto alternando soga y tizón, que continúan el trazado y dimensiones de la parte original revestida. Es de resaltar que mientras en los nervios el ladrillo queda visto, la plementería que se completa es en cambio guarnecida de yeso ocultando la solución constructiva empleada.

Siguiendo con el mismo análisis para la bóveda 2, de planta primera, en la vista cenital de la fotografía²⁰ (fig. 4C), se diferencia la zona de la bóveda que se reconstruye de la parte original, la cual conserva su capa exterior o costra de argamasa, en cambio en el área de la intervención el ladrillo queda visto. En la zona reconstruida se aprecian los nervios de fábrica de ladrillo y en los plementos una capa de ladrillo dispuesto de plano a modo de bóveda tabicada. Esta información ha quedado ratificada al consultar una fuente de extraordinario valor y prácticamente desconocida, el archivo personal de Alejandro Ferrant, arquitecto del Ministerio de Cultura supervisor de las obras de la Torre de Villena²¹. En la Biblioteca Valenciana está depositado el archivo personal de Alejandro Ferrant, gracias a las gestiones, tesón y perspicacia del arquitecto Julián Esteban Chapapría, que logró evitar su posible desaparición²². Hemos encontrado una fotografía²³ (fig. 4D) que permite analizar con precisión la reconstrucción de 1957 realizada en la bóveda 2. Los nervios son de un ladrillo colocado verticalmente y en la plementería se dispone un ladrillo de plano pudiéndose observar el sentido de colocación en cada plemento, el aparejo y todo tipo de detalle, incluso deducir las dimensiones del ladrillo empleado.

La reconstrucción realizada en 1957, que durante muchos años dejó a la vista la parte reconstruida, ha sido interpretada por algunos investigadores como que reproducía la solución inicial y por lo tanto que toda la plementería de la bóveda original había sido tabicada²⁴. Según ese supuesto se trataba de un precedente en el uso de esta

¹⁸ Director de obras. Arquitecto Juan Antonio García Solera. Aparejador José M Azorín. Certificación a cuenta. Fecha enero de 1958. Diputación Provincial Alicante. Archivo General. Área de Recursos Humanos. Gestión Documental, Registro e Información. Signaturas GE-40130/3. Expediente nº 57/11.

¹⁹ Archivo Fotográfico del Museo Arqueológico José María Soler. Ayuntamiento de Villena.

²⁰ Archivo Fotográfico del Museo Arqueológico José María Soler. Ayuntamiento de Villena.

²¹ Alejandro Ferrant Vázquez fue el arquitecto conservador del Ministerio de Cultura de la IV Zona en la que quedaba incluida Villena.

²² En relación con sus investigaciones sobre la figura del arquitecto restaurador Alejandro Ferrán. J. ESTEBAN CHAPAPRÍA, M.P. GARCÍA CUETOS, *Alejandro Ferrant y la conservación monumental en España (1929-1939). Castilla y León y la Primera Zona Monumental, Junta de Castilla y León*, Valladolid, 2007.

²³ Biblioteca Valenciana Nicolau Primitiu. Arxiu Alejandro Ferrant.

²⁴ Arturo Zaragoza plantea que las primeras bóvedas tabicadas aparecen en el Sharq-al-Andalus en el s. XII, hipótesis que avala con una serie de indicios aunque reconoce "el tímido y casi anecdótico empleo de las bóvedas tabicadas en la arquitectura andalusí" A. ZARAGOZA CATALÁN, "Hacia una historia de las bóvedas tabicadas", A. ZARAGOZA, R. SOLER, R. MARIN (eds.) *Actas del Simposio Internacional sobre bóvedas tabicadas*, Valencia, 2011, pp. 11-45.

técnica, que adquiriría un gran protagonismo a partir del s. XIV en la arquitectura gótica valenciana²⁵. Pero los datos aportados por la investigación realizada desmienten esta hipótesis.

4.2. La construcción original

4.2.1. La lectura documental

En nuestra intensa búsqueda de fuentes documentales relativas a las intervenciones, se localizó en el archivo general de la Diputación de Alicante una valiosísima información²⁶. Se trata de una serie de fotografías tomadas el día 16 de mayo de 1957, en las que se aprecia el estado de las bóvedas originales derruidas, unos meses antes de la reconstrucción (fig. 5).

Describiremos la lectura efectuada. A través de la rotura de la parte central de la bóveda 1, se ve en la parte superior de la imagen la bóveda 2 en la zona de la esquina de la escalera de acceso. Se distinguen nervios diagonales y frontales hasta su rotura y desaparición al alcanzar el nudo de unión. Los nervios en los tramos conservados han perdido casi en su totalidad la capa exterior de mortero lo que permite distinguir el aparejo del ladrillo sogá tizón en hiladas alternadas. En la capa superficial o costra de la plementería, aunque muy ennegrecida se aprecian unas líneas continuas verticales. La sección de rotura de los plementos permite distinguir mampuestos en el relleno del trasdós macizo. En la fotografía de la bóveda 1 se distinguen dos nervios frontales y uno diagonal. Los nervios desaparecen antes de alcanzar el nudo de unión y la información que suministra la imagen confirma lo anteriormente descrito.

En la fotografía de la bóveda 2, la capa de revestimiento impide ver el aparejo del ladrillo y la capa superficial de la plementería está muy ennegrecida y no aporta información constructiva. La plementería y los nervios desaparecen antes de alcanzar el nudo de unión, pudiendo definirse con bastante aproximación la parte que se mantuvo en pie y que es la original almohade.

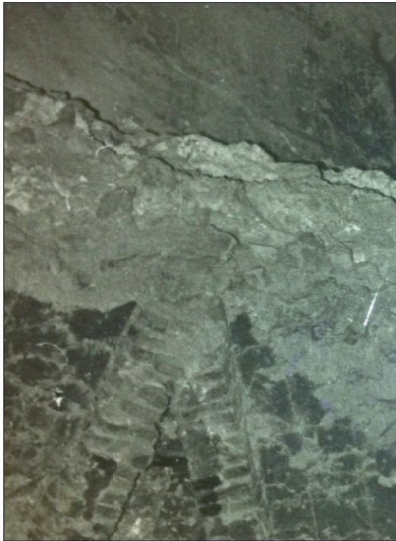
La documentación reseñada permite delimitar la zona completamente destruida de las bóvedas, incluso se puede determinar con bastante precisión las características de los nervios y los plementos de las zonas que se mantuvieron en pie, y que se corresponden con la construcción almohade.

Como se sabía, en ambas bóvedas la explosión de principios del s. XIX, destruyó la parte central que coincide con la zona donde se produce el entrecruzado de los nervios. Durante muchos años se ha mantenido en pie a pesar del gran vaciado central, las imágenes encontradas nos muestran que su comportamiento como ménsula es estable. Esta circunstancia puede ayudar a entender las fases del proceso de ejecución

²⁵ Si se reflexiona acerca el tipo constructivo de las bóvedas de la torre de Villena, incluso en el caso de que se hubiera empleado la capa tabicada como soporte del relleno superior, no debería de considerarse como precedente de las citadas bóvedas tabicadas caracterizadas por su ligereza y que generan unos artefactos que responden a una arquitectura radicalmente distinta, desde el punto de vista de la tipología.

²⁶ Fotografías tomadas el 16 de mayo de 1957. En el reverso de la foto figura además de la fecha el sello del Ayuntamiento de Villena. Diputación Provincial Alicante. Archivo General. Área de Recursos Humanos. Gestión Documental, Registro e Información. Signaturas GE-40130/3. Expediente nº 57/11.

inicial, incluso la pertenencia a un determinado tipo arquitectónico. Es del máximo interés conocer las características constructivas de los nervios y plementería que se conservan en su estado original en la zona de las bóvedas que no ha sufrido ninguna actuación, desde época almohade.



BÓVEDA PLANTA BAJA



BÓVEDA PLANTA PRIMERA

Fig. 5. Imágenes de las bóvedas antes de su reconstrucción.

4.2.2. La lectura estratigráfica

Después de un detenido estudio de la documentación fotográfica quedaban algunos interrogantes a los que solamente se podía responder desde la hipótesis, puesto que casi toda la superficie de los paramentos y bóvedas se encontraban revestidos, por lo que no era posible percibir ni los materiales ni deducir las técnicas constructivas utilizadas. Desde el punto de vista de la historia de la construcción es imprescindible definir el artefacto realmente construido, por lo que durante el proceso de investigación se consideró necesaria la realización de unas catas, complementando el levantamiento realizado, que ha proporcionado una documentación base fiable.

Por los motivos anteriormente expuestos se procedió a realizar una Memoria de toma de muestras y análisis para la definición constructiva de las bóvedas²⁷. Estas muestras debían categóricamente dar respuesta a la composición constructiva, tanto de los nervios, como de la plementería. La finalidad de las catas es definir el artefacto construido a través del conocimiento detallado de una serie de puntos singulares. En

²⁷ Memoria de toma de muestras y análisis para la definición constructiva de las bóvedas de la torre homenaje del castillo de la atalaya de Villena (Alicante) Arquitectos: Rafael Soler Verdú, Antonio Almagro Gorbea, Alba Soler Estrela. 11 de enero de 2013. Autorizada por la Junta de Gobierno Local, Ayuntamiento de Villena, 7 de marzo de 2013.

la Memoria se describe la metodología a emplear, los criterios, codificación, incluso el modo de ejecución y precauciones a tomar.

Las catas han sido realizadas por personal especializado y la lectura estratigráfica realizada por expertos en construcción arquitectónica avalados por una reconocida trayectoria en el campo de la restauración del patrimonio monumental²⁸.

Los revestimientos eliminados al ejecutar las catas no se han repuesto, sino que se ha dejado unas “ventanas arqueológicas” a disposición de la comunidad científica y pueden ser analizadas por más investigadores. Esta circunstancia puede contribuir a la difusión en ámbitos científicos y a la revaloración internacional de las bóvedas.

Los resultados de la lectura estratigráfica se describen según los estratos detectados, numerados desde el exterior hasta el interior, con la descripción de los materiales²⁹, su espesor y fase a la que pertenecen (fig. 6).

Estratigrafía. Bóveda 01. (Planta baja).

Cata A. Plementería. A01. Película de pintura (intervención 1997). A02. Enlucido de yeso de 5 mm de espesor (intervención 1997). A03. Guarnecido de yeso de 18mm de espesor (intervención 1997). A04. Costra de mortero con improntas de tablas de encofrado de espesor variable (época almohade). A05. Relleno de argamasa, grava y mampuestos (época almohade).

Cata B. Nervios. B01. Película de pintura (intervención 1997). B02. Guarnecido de yeso de 20mm de espesor (intervención 1997). B03. Capa de mortero de cal con improntas de tabla de madera, no aparece en los laterales de los nervios (época almohade). B04. Ladrillo macizo de 24 a 25 cm x 11 a 12 cm x 5 cm, tomado con pasta de yeso. Encajado en la plementería unos 7 cm (época almohade)³⁰.

Estratigrafía. Bóveda 02. (Planta primera).

Cata C. Plementería. C01. Película de pintura (intervención 1997). C02. Enlucido de yeso de 7 mm de espesor (intervención 1997). C03. Guarnecido de yeso de 10mm de espesor, capa exterior oscurecida y repicada. En algunas zonas no se detecta con claridad (intervención 1997). C04. Costra de mortero, sólo se observa en una pequeña esquina junto al nervio, es un plano más liso y oscurecido (época almohade). C05. Relleno de argamasa, grava y mampuestos superficie acabado irregular (época almohade).

Cata D. Nervios. D01. Película de pintura (intervención 1997). D02. Enlucido de yeso de 10 mm de espesor (intervención 1997). D03. Guarnecido de yeso de 10mm de espesor. Superficie oscurecida y repicada. Aparece en los laterales de los nervios pero

²⁸ Memoria final de toma de muestras y análisis para la definición constructiva de las bóvedas. Arquitectos: Rafael Soler Verdú, Antonio Almagro Gorbea, Alba Soler Estrela. Villena 22 de junio de 2013.

²⁹ Coordinación de los ensayos a cargo de J. J. Martín del Río, Universidad de Sevilla.

³⁰ Rafael Azuar (“Técnicas constructivas y fortificación almohade en al-Andalus”, Valor, M., *Los almohades. Su patrimonio Arquitectónico y Arqueológico en el Sur de al-Andalus*, Sevilla 2004, pp. 57-74, p. 66) establece la hipótesis de que en el Sharq al-Andalus los ladrillos de dimensiones de 26 x 13 x 4cm corresponden a la segunda mitad del siglo XII en base a una tabla menso cronológica del ladrillo que recoge las dimensiones de once destacadas construcciones principalmente del área influencia sevillana y de Murcia, Denia y Valencia. Las dimensiones de los ladrillos de la torre de Villena 24-25 x 11-12 x 5 cm son menores que todos los inventariados en la tabla, lo que muestra que los estudios menso-cronológicos hay que tomarlos con muchas reservas.

no el frontal. D04. Ladrillo macizo de 24 cm x 11 cm x 5 cm tomado con pasta de yeso. Encajado en la plementería unos 7 centímetros (época almohade).

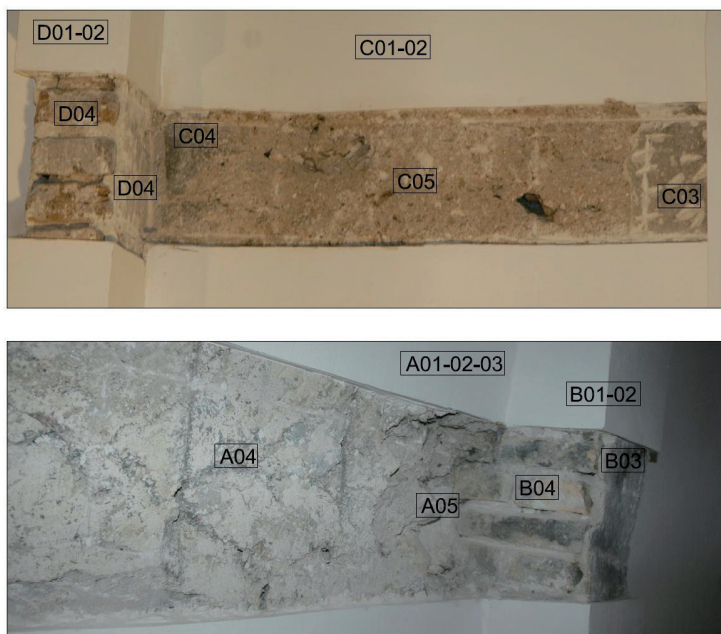


Fig. 6. Lectura estratigráfica de las catas realizadas.

Respecto a los nervios, ha quedado constatado que en la obra original son de fábrica de ladrillo macizo, tomado con pasta de yeso³¹. En la bóveda de planta baja su dimensión es de un pie de canto y de ancho con aparejo de sogas y tizones alternados. En la bóveda de la planta superior el nervio es de un sólo ladrillo dispuesto verticalmente. En las catas efectuadas se ha podido comprobar que los nervios quedan encajados un tercio de su canto en la plementería, disposición constructiva que les dota de gran estabilidad lateral (fig. 12).

Respecto a la plementería, en las catas realizadas no se ha encontrado en el intradós ninguna capa de ladrillo, sí en cambio una costra superficial del relleno, similar a la de las tapias, de los muros de la torre. La información obtenida permite efectuar una segunda lectura de la documentación fotográfica consultada e interpretar que las líneas continuas verticales que se distinguen en la capa superficial de la plementería reflejan las juntas entre las tablas del encofrado. Este aspecto lo hemos podido verificar durante la ejecución de las catas, al poder distinguir las improntas de las distintas tablas y las juntas entre tablas del encofrado que se posicionaban verticalmente siguiendo la directriz curva de los nervios que perimetralmente acotaban cada

³¹ El uso del yeso es corriente en las bóvedas islámicas: A. ALMAGRO GORBEA, “Un aspecto constructivo de las bóvedas de al-Andalus”, *Al-Qantara*, XXII, 1, (2001), pp 147-170. En los alrededores de la torre se conoce popularmente la existencia de una cantera de yeso en un cabezo próximo.

elemento, incluso se detectan las desviaciones planimétricas del intradós entre tablas adyacentes.

La lectura documental y estratigráfica realizada sobre las bóvedas, específicamente la interpretación de las fotografías anteriores a la reconstrucción de 1957 y confirmada por las catas realizadas, permiten afirmar que las plementerías de las bóvedas han sido ejecutadas mediante la técnica de encofrado.

5. Las bóvedas: geometría y trazado

Los sistemas de abovedamiento de las dos salas almohades se basan en los mismos principios compositivos geométricos y constructivos capaces de producir dos modelos diferenciados debidos a la forma de las plantas: una cuadrada y otra rectangular. Lo peculiar es la disposición de nervios entrelazados contenidos en planos paralelos y perpendiculares a los lados y también según las direcciones de ambas diagonales que fraccionan el espacio abovedado. En la trompa de la esquina noreste, que da acceso a la escalera de conexión con el piso superior, se sitúa un motivo decorativo en forma de pequeña bóveda gallonada.

Las intersecciones de nervios materializan la descomposición en plementos, mediante una retícula derivada de una geometría con frecuencia presente en las realizaciones artísticas y arquitectónicas de la cultura musulmana, y cuya función en este caso es crear una estructura básica que facilite el proceso de construcción.

Para cada una de las dos salas abovedadas se elabora documentación gráfica específica, que define fielmente, con gran cantidad de datos, la geometría real del estado actual. A partir de ella se han buscado los trazados teóricos que se utilizaron para su construcción, desde retículas generadoras de la planta hasta la curvatura de los nervios. La hipótesis posteriormente contrastada es que se rige por la geometría del círculo, cuyas virtudes son indudables, desde alusiones metafóricas acerca de su perfección hasta sus comprobadas ventajas de índole constructiva. La materialización mediante cimbras y lienzas adquiere una mayor simplicidad y generalización que mediante otros trazados.

En la búsqueda de los trazados ideales, entre el diseño teórico y la forma real, deben preverse ciertas desviaciones, sobre la directriz inicial acumuladas en el proceso de ejecución, pero que las tolerancias propias de las obras de albañilería contrarrestan sin problemas. Para una correcta interpretación de las directrices de los nervios y plementos, se precisa conocer la secuencia constructiva del sistema de abovedamiento en todos sus detalles, especialmente el orden de ejecución de los nervios y los criterios de enlace.

Una primera desviación se produciría en la fase del replanteo y montaje para posicionar las cimbras, y por posibles inexactitudes en la confección de las mismas. Una vez ejecutados la primera serie de nervios independientes, los siguientes que se entrecruzan deben de ir ajustándose al posicionado real de los existentes, mediante tramos fragmentados. Además hay que añadir las posibles deformaciones sufridas durante el descimbrado y la consiguiente acomodación de la fábrica de ladrillo de los nervios y

especialmente durante el proceso de relleno y compactado de la plementería, porque las características geométricas de los nervios son incapaces de superar mínimos empujes sin desplazarse, en determinados momentos de su puesta en obra.

Por último habría que analizar el comportamiento mecánico estructural de la bóveda sometida a múltiples acciones a lo largo de su larga vida. Hay que adelantar que las acciones estáticas gravitatorias originan unas deformaciones mínimas, de escala milimétrica, prácticamente inapreciables, debido a la gran rigidez de la bóveda una vez construida. Sí que deben de tenerse presente en cambio las deformaciones debidas a acciones dinámicas como posibles terremotos o las cargas explosivas que ha padecido como consta documentalmente a principios del s. XIX y que pudo modificar la geometría inicial.

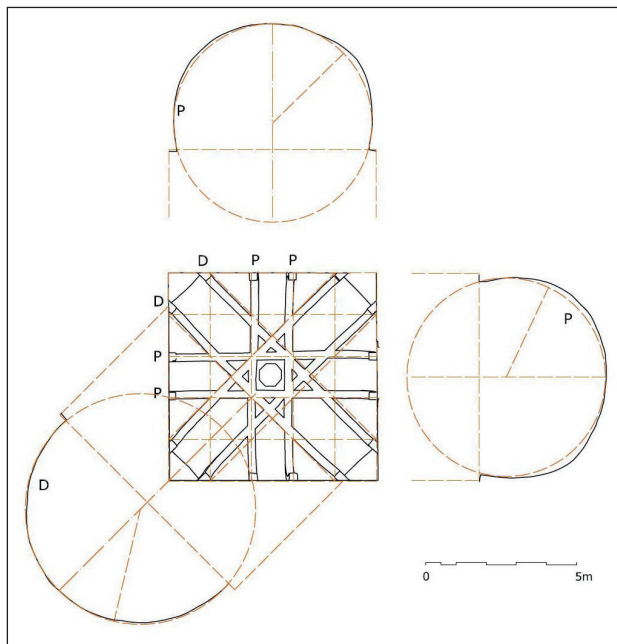


Fig. 7. Geometría y trazado de la bóveda 1. Superposición del trazado teórico (líneas de trazos) con el trazado real.

Finalmente las intervenciones del s. XX han contribuido a configurar la geometría del estado actual, introduciendo posibles rectificaciones durante la ejecución de los revestimientos.

En la bóveda 1, de la sala del nivel inferior (fig. 7), para posicionar los nervios se ha partido de una retícula de 5x5, creada al dividir cada lado de la sala en cinco tramos iguales. La parte central marca la posición de las caras externas de dos nervios paralelos a los muros y que se cruzan con otros iguales, dispuestos en perpendicular, definiendo un cuadrado en el centro de la bóveda. La misma retícula inicial de 5x5, sirve para posicionar la cara exterior de otros cuatro nervios, dos en la dirección de

cada una de las diagonales. Los apoyos de los nervios diagonales marcan la dimensión de los chaflanes de los ángulos, puesto que del cuadrado base se pasa a un ochavo mediante unas pseudo-pechinas muy rebajadas dispuestas en los cuatro ángulos. Esta distribución de la bóveda con doble simetría permite clasificar los nervios en dos tipos: diagonales (D) y paralelos (P). Estos nervios definen una retícula cuyos huecos se cierran con superficies regladas cuyas directrices son los nervios que los delimitan. Ambos tipos de nervios, paralelos o diagonales, tienen los mismos niveles de arranque y clave pero distinta luz en planta, por lo que su trazado responderá a curvas diferentes. Del estudio de la directriz vertical de cada nervio, se deduce que los diagonales se ajustan con bastante exactitud a un arco de círculo, situándose el centro en un plano ligeramente superior al de arranque. Los nervios paralelos son de geometría algo más irregular pero pueden aproximarse a arcos de círculo, cuyo centro se eleva claramente del plano de arranque, conformando los característicos arcos de herradura.

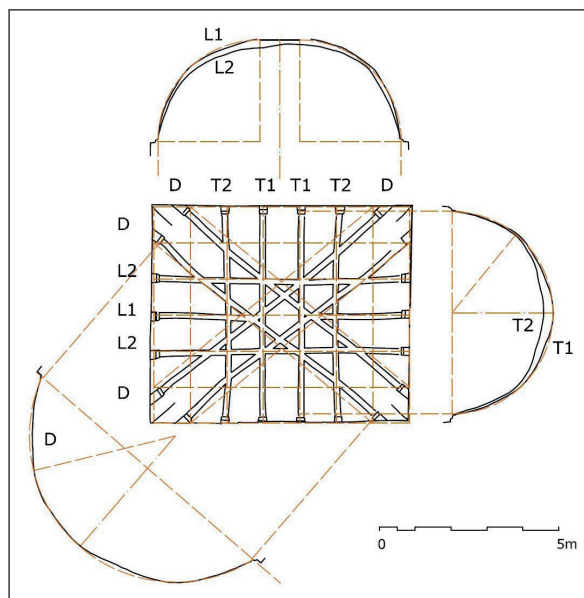


Fig. 8. Geometría y trazado de la bóveda 2. Superposición del trazado teórico (líneas de trazos) con el trazado real.

La bóveda 2 (fig. 8), de la sala superior es de planta rectangular, y el trazado adquiere mayor complejidad que la de la bóveda inferior. Con similar planteamiento se basa en una retícula creada al dividir cada lado de la planta en 6 y 7 partes. Esta sirve de apoyo para los nervios paralelos a los muros, puesto que no existe simetría diagonal; estos se clasifican en dos subtipos, 3 paralelos longitudinales (L) y 4 paralelos transversales (T). Los diagonales (D) aparecen dos según cada una de las direcciones. El cruce de nervios subdivide la bóveda formando un rectángulo y una

estrella alargada, que debido a ligeras deformaciones se observa irregular. Dada la doble simetría, los 4 nervios longitudinales pertenecen a dos tipos (L1 y L2) así como los 3 transversales (T1 y T2).

Estudiando la directriz de cada uno de los nervios, se observa con interés cómo el trazado de L1 y T1 se ajusta a un mismo arco de círculo con centro en la línea de imposta. El trazado de los diagonales (D) es también circular, rebajado. El trazado de L2 y T2 es más irregular por tener que adaptarse a los puntos de encuentro con los nervios anteriores.

6. El proceso constructivo

Con todos los datos aportados por la investigación, se puede deducir el proceso y los medios auxiliares utilizados para la construcción de las bóvedas. Es notorio que la técnica del tapial utiliza el oficio de carpintero para confeccionar los costeros, agujas, fronteras, barzones y demás elementos del juego de los encofrados y también debieron sin dificultad realizar las cimbras, encofrados y plataformas, necesarios para construir las bóvedas.

La secuencia constructiva de las bóvedas se iniciaría colocando las ménsulas o canes de piedra, encajándolas en la parte superior de la hilada de la tapia recién construida. Una vez posicionadas las ménsulas se procedería a ejecutar los nervios de fábrica de ladrillo, por unos experimentados albañiles que dejarían la obra preparada, descompuesta en plementos, que se irían volteando simultáneamente con los muros perimetrales al ritmo de las sucesivas hiladas de las tapias.

En la bóveda 1, el levantamiento realizado muestra una directriz circular de medio punto en los nervios diagonales (D), lo que parece indicar que fueron los primeros en ejecutarse. Los nervios paralelos (P) se posicionarían a continuación tomando como referencia el cuadrado central formado por los diagonales, y ajustándose a ellos, como parece indicar los cambios de alineación de la directriz. Con toda probabilidad los nervios quedarían completamente cerrados para que el conjunto tuviera la mayor estabilidad posible (fig. 9).

Similar proceso de ejecución debió seguirse para el volteo de la bóveda 2, con las particularidades que a continuación describimos, debido a que su planta no es cuadrada sino rectangular, perdiendo la doble simetría central. La directriz circular de medio punto de los nervios paralelos (T1) que cubren el espacio en el sentido de menor luz parece indicar que fueron los primeros en ejecutarse determinando de modo simple la geometría inicial, al mismo tiempo podrían haberse construido, con el mismo radio los paralelos longitudinales centrales (L1). La hipótesis que planteamos es que a continuación se construyeron los 4 arcos diagonales (D), puesto que se adaptan a un arco de círculo rebajado. En una última fase se habrían construido los nervios T2 y L2, de directriz irregular, al tener que adaptarse al encuentro con los nervios anteriores. La construcción de la bóveda se realizaría no sin ciertas dificultades como indican las desviaciones en la trayectoria de los nervios.

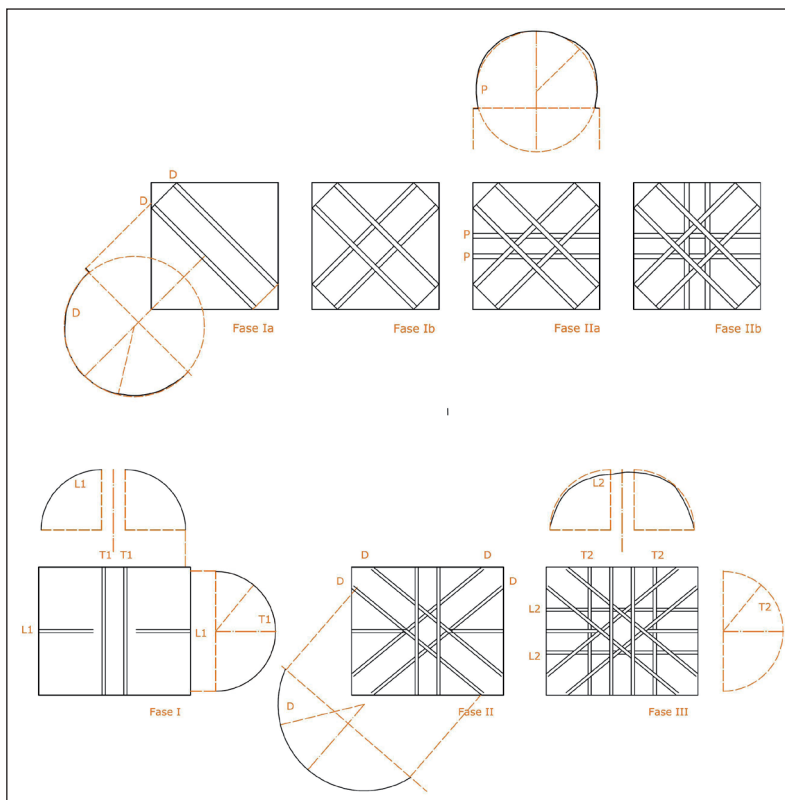


Fig. 9. Proceso de ejecución de la bóveda 1 y de la bóveda 2.

6.1. Tipos de nervios y plementos

Las secciones horizontales de la bóveda (fig. 10 y fig. 11, líneas de puntos) denotan que el intradós de los plementos son superficies regladas, y particularmente entre nervios paralelos y entre diagonales son superficies cilíndricas.

En la bóveda 1 (fig. 10), la disposición de los nervios divide la bóveda en tres clases de plementos principales: “a”, “b” y “c”. El plemento “a” es una bóveda de cañón cilíndrico (de directriz circular), parte de una trompa y está confinada lateralmente por los nervios diagonales que se cruzan en el centro definiendo un cuadrado. Cada par de nervios paralelos definen otra bóveda de cañón aproximadamente cilíndrico, plemento “b”, compartimentada en tres bandas por los nervios perpendiculares, que se cruzan en el centro definiendo otro cuadrado. Enmarcado por los nervios diagonales y paralelos se voltean sendos plementos “c”, de superficie reglada que completan el abovedamiento. Las intersecciones entre nervios diagonales y paralelos forman una estrella de ocho puntas alrededor de los cuadrados centrales, creando pequeños tramos de plementos de forma triangular. En la zona central la “clave estrellada” configura además doce pequeños plementos triangulares, cuatro “d” y ocho “e” y

paralelos y nervio diagonal. La “clave estrellada” configura ocho pequeños elementos triangulares, dos “j”, dos “k”, cuatro “l” y un plemento hexagonal central “m”.

En la bóveda 2 construida, el cuadrado base central es en realidad un rombo definido por las caras interiores de los nervios diagonales (D), que en su intersección con los nervios paralelos transversales (T1) produce un hexágono irregular. La clave es una estrella de seis puntas, formada por cuatro nudos “A” dobles, dos nudos “B” dobles, dos nudos “C” triples y cuatro nudos triples “D”. Los doce nudos aportan una extraordinaria rigidez y estabilidad al conjunto debido a su agrupación triangulada. Los nervios entrecruzados de toda la bóveda generan un conjunto de treinta nudos que clasificamos en los siguientes tipos:

“A”: nudo doble, los cuatro encuentros entre nervio diagonal y paralelos, presentan dos juntas de ladrillos cortados. “B”: nudo doble, los dos encuentros entre nervios diagonales aproximadamente ortogonales, presentan dos juntas de ladrillos cortados. “C”: nudo triple, los dos encuentros entre diagonales a los que se une un paralelo. “D”: nudo triple, los cuatro encuentros entre paralelos con diagonal. “E”: nudo doble, los seis encuentros ortogonales paralelo con paralelo, presentan dos juntas de ladrillos enteros. “F”: nudo doble, los cuatro nudos paralelos con diagonal aproximadamente a 45°, presentan dos juntas de ladrillos cortados. “G”: nudo doble, los ocho nudos paralelos con diagonal aproximadamente a 45°, presentan dos juntas de ladrillos cortados.

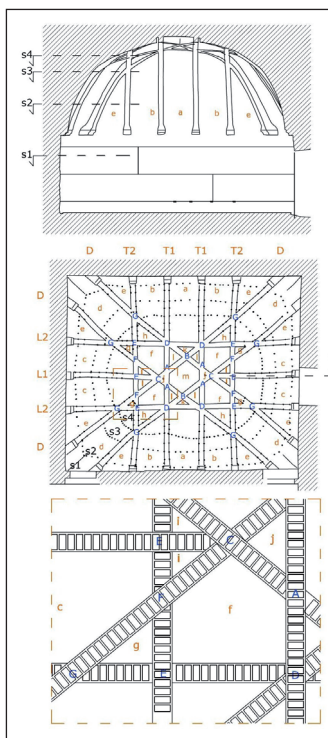


Fig. 11. Bóveda 2: tipos de nudos y plementos. Detalle de nudos.

Conviene recordar que la función primordial de los nervios entrecruzados es de servir de referencia geométrica a la superficie abovedada descompuesta en elementos cilíndricos. La secuencia debió iniciarse volteando los nervios de directrices de medio punto de fácil replanteo y control. Los nudos ortogonales de ladrillos enteros debieron constituir la primera malla o esqueleto estable y a continuación los otros nervios venían condicionados por los anteriores ajustándose sus directrices y sus encuentros gracias a la versatilidad de la albañilería.

6.2. Cimbras y tableros

Los carpinteros que realizaban todos los juegos de encofrados de las tapias, prepararían también las cimbras, plataformas y tableros necesarios para la ejecución de las bóvedas. Una hipotética cimbra de los nervios, estaría compuesta por tablas pareadas conectadas formando un armazón triangulado. Los albañiles colocarían los ladrillos de los nervios desde plataformas sobre las que posteriormente se podría apuntalar los encofrados utilizados para ejecutar la plementería.

Las cimbras de diseño de medio punto serían las que sirvieron de base. En la bóveda 1 para los nervios diagonales y en la bóveda 2 para los nervios paralelos según la luz menor. Estos nervios serían los primeros en ejecutarse, utilizando las cimbras en sucesivas puestas. En el resto de nervios las directrices deben de ajustarse a los nervios ya construidos. Probablemente debieron reutilizar las cimbras empleadas anteriormente acoplándolas por tramos o reaprovechando elementos.

Desde el arranque de los nervios hasta su coronación, la altura del intradós se relaciona con hiladas de tapia. El muro de gran anchura que conforma la torre utiliza medias agujas para fijar los tableros deslizantes. En la primera hilada a partir del arranque de los nervios, la plementería es prácticamente vertical, por lo que la cara exterior del encofrado podría mantener la misma disposición constructiva de medias agujas. A partir de ese nivel la cara interior se resolvería con tableros de tablas verticales de madera curvada, reproduciendo la directriz de los nervios que delimitan lateralmente cada plemento.

El relleno se produciría al unísono de la secuencia de las hiladas del muro en todos los plementos de la bóveda. Posiblemente los primeros en ejecutarse son los correspondientes a los cuatro vértices dotando de mayor rigidez a la obra en fase de ejecución. En la zona del entrelazado de los nervios el relleno tiene un espesor menor y los plementos son de escasa dimensión por lo que su ejecución sería resuelta de manera sencilla sin dificultad.

Los nervios de ladrillo, durante el proceso de vertido y compactado quedan encajados un tercio de su canto en el plemento (fig. 12). Dadas sus características son incapaces de soportar el peso del relleno, por lo que las tablas deben de ser apeadas sin transmitir acciones a los nervios de fábrica de ladrillo. Ante dos posibles hipótesis, la primera que las tablas sean atirantadas desde el interior del muro y la segunda que sean apeadas inferiormente nos inclinamos por esta segunda opción, con tornapuntas encajados en traviesas horizontales que unen las tablas verticales. Aunque ambas podrían complementarse según las circunstancias. Por otra parte el proceso de eje-

cución que nace desde los muros es de comportamiento en ménsula sin necesidad de descargarse en el nervio que equilibra, sólo esporádicas acciones horizontales y actúa fundamentalmente como guía geométrica.

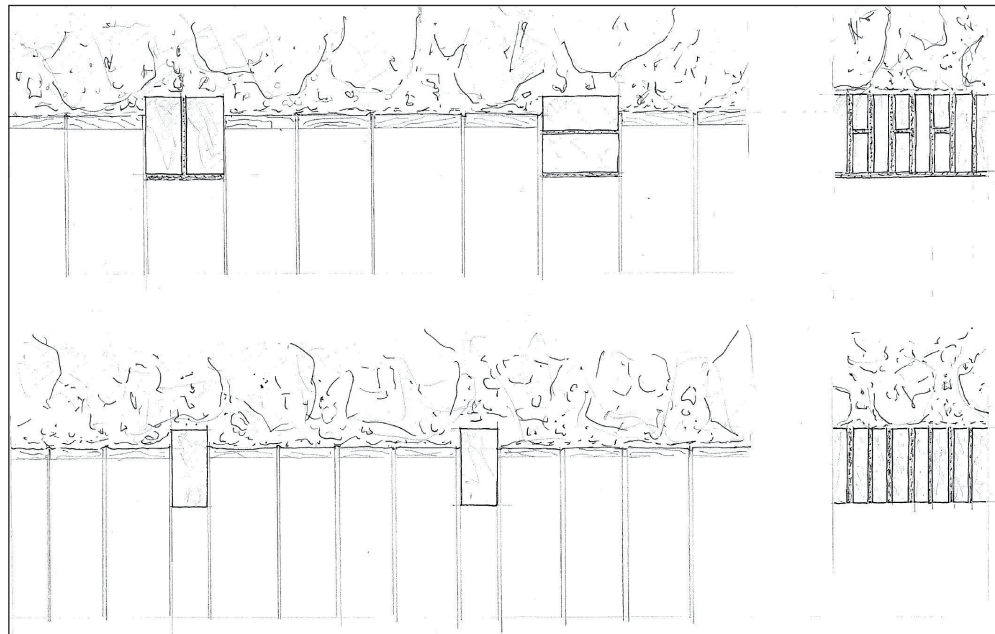


Fig. 12. Bóveda 1 y bóveda 2. Encuentro de nervios y plementería: ladrillo (24 cm x 11 cm x 5 cm), aparejo, costras y rellenos.

El tablero interior podría ser de tablas horizontales, pero serían muy numerosas las juntas, resistirían con dificultad el peso del relleno y la sujeción es complicada. La solución detectada en la cata de tablas verticales, una vez superada la dificultad de su curvado, es de una mayor resistencia por su forma, el número de juntas es mínimo y el apeo desde el interior parece simple.

7. Conclusiones

Las bóvedas con nervios formados por arcos entrecruzados aparecen en la mezquita de Córdoba con una sorprendente madurez tanto en su diseño como en su construcción, mucho mayor que la que presentan las construcciones que a veces se invocan como precedentes y que en realidad son algo más tardías, como las iglesias de Armenia o el Laskari Bazar. Sigue por tanto siendo un enigma el origen de esta forma estructural. De lo que no cabe duda es que su uso logró una fuerte raigambre en al-Andalus, sin duda siempre influenciada por los modelos cordobeses, que puede seguirse a través de obras del periodo de los primeros taifas y de época almorávide, en donde

ya se produce una diferenciación entre las que tienen una función claramente tectónica y las de carácter ornamental. Sin embargo, el concepto compositivo es el mismo y muy probablemente siempre se utilizó este sistema como forma de dividir el proceso constructivo entre la formación de la red de nervios realizada con cimbras ligeras, y el relleno de los plementos hecho igualmente con medios auxiliares simples³².

La singularidad de estas bóvedas de Villena reside no sólo en que se trata de bóvedas tectónicas construidas para sostener los distintos pisos de la torre, sino en que de la muy variada y hasta cierto punto extensa relación de obras militares almohades conservadas tanto en al-Andalus como en el Magreb, no aparezcan, salvo aquí en Villena, estas bóvedas utilizadas en obra castrense. Habrá que esperar a época cristiana para encontrar bóvedas de nervios entrecruzados en otra torre militar, en la llamada de la Cárcel en Alcalá la Real (Jaén), construida con sillería aunque usando ladrillo para las bóvedas y nervios, pero que debemos considerar al menos un siglo posterior³³. Esta obra resulta también bastante insólita en la arquitectura cristiana pues este tipo de bóvedas tuvo un uso mucho más extenso en la arquitectura religiosa, especialmente para cubrir capillas funerarias, bajo el influjo del modelo de las *qubbas* andalusíes³⁴. Salvo la llamada capilla del Capítulo del convento de San Pablo de Córdoba, que por su sencillez y semejanza a las bóvedas de la mezquita se ha insinuado su posible origen islámico³⁵, en las posteriores que proliferaron especialmente en el área sevillana, se tiende a convertir los nervios en una trama ornamental que más recuerda las soluciones de la carpintería que las formas originales que encontramos en la *maqsura* cordobesa.

No debemos olvidar otra obra que sin duda es contemporánea a las estudiadas y que ofrece muchas semejanzas con ellas, que es la que cubre la capilla de la Asunción del monasterio de las Huelgas de Burgos³⁶, cuyo trazado tiene gran similitud con el de la sala inferior de Villena y más aún con el de la bóveda superior del alminar de la Kutubiyya de Marrakech. Desgraciadamente, por estar también enteramente enlucida no es posible establecer semejanzas constructivas entre ellas.

Las catas realizadas en la parte inferior original almohade de la torre de Villena, no afectada por la reconstrucción, atestiguan la utilización de ladrillo sólo en la construcción de los nervios, y una plementería ejecutada con un relleno de argamasa y mampuestos que utilizó tablas como encofrado. Solución subsidiaria de la técnica del tapial empleada en los muros de la torre.

El sistema de abovedamiento es el resultado de la intersección de un conjunto de bóvedas que se voltean desde los muros de planta poligonal. Es una bóveda compartimentada en plementos, con notables similitudes constructivas y de comportamiento mecánico estructural con las bóvedas de cañón con rellenos macizos o con bóvedas en rincón de claustro sobre plantas ochavadas, frecuentemente empleadas

³² A. ALMAGRO 2001, p. 158-159.

³³ B. PAVÓN MALDONADO, *Tratado de Arquitectura Hispano-Musulmana. II, Ciudades y Fortalezas*, Madrid 1999, p. 343.

³⁴ R. LÓPEZ GUZMÁN, *Arquitectura mudéjar*, Madrid, 2000, p. 173-177.

³⁵ LÓPEZ GUZMÁN, *Arquitectura mudéjar*, Madrid 2000, p. 245.

³⁶ M.T. PÉREZ HIGUERA, "El primer mudéjar castellano: casas y palacios", J. NAVARRO PALAZÓN. (ed.), *Casas y palacios de al-Andalus. Siglos XII-XIII*, Barcelona 1995, p. 309, fig. 212.

en la arquitectura románica coetánea de los reinos limítrofes cristianos. Las bóvedas completamente macizas, que se envuelven con los muros, son de una extraordinaria solidez. En este contexto el sistema de abovedamiento ejecutado nos retrotrae a soluciones constructivas empleadas en la Roma antigua, con unos rellenos del tipo de *opus caementicium*.

El tipo constructivo de las bóvedas de la torre de Villena poco tiene en común con las bóvedas nervadas del tipo *qubba* que simplemente cubren un espacio y que están trasdosadas con un tejado de carpintería de armar, caracterizadas por su ligereza, con mínimos o nulos rellenos, estructuralmente sólo autoportantes y que pertenecen a un modelo funcional diferente. No obstante, el análisis geométrico de las bóvedas estudiadas pone en evidencia que su trazado es deudor del concepto que preside el diseño de todo este conjunto de bóvedas de nervios entrelazados de evidente adscripción a la cultura geométrica del mundo islámico y cuya génesis está sin duda en los ejemplares tan emblemáticos y tan influyentes de las grandes bóvedas de la mezquita de Córdoba o la serie de boveditas de la mezquita de Bab al-Mardum de Toledo.

Agradecimientos

A Santiago Varela, arquitecto inspector, Conselleria de Cultura, Generalitat Valenciana. A Marco Aurelio Esquembre y José Ramón Ortega, arqueólogos, ARPA Patrimonio SL. A Laura Hernández, directora del Museo Arqueológico José María Soler de Villena, y a su colaboradora Luz Pérez. A Juan Jesús Martín del Río, Universidad de Sevilla. A Julio P. Roselló, arquitecto municipal de Villena. A Ramón Morell, constructor, ejecución catas. A Isabel Berna, Archivo General Diputación Provincial de Alicante. A Xavier Asins y Rosa Olmedo, Biblioteca Valenciana Nicolau Primitiu.