

Evolución del proceso constructivo durante la Edad Media (ss. XI-XVI)

Rafael Martín Talaverano
José Ignacio Murillo Fragero

La ejecución de una obra de gran envergadura suponía en el medievo un importante reto para todos los agentes implicados. Este proceso debió incluir una interesante secuencia de diseños, impulsos constructivos, correcciones y modificaciones. Numerosos estudios sobre la construcción medieval han abordado el análisis considerando el edificio unitario, sin profundizar en la secuencia interna de su proceso constructivo.

La presente comunicación expone algunos de los resultados del proyecto de investigación “Evolución del proceso productivo de la construcción en la Edad Media: técnicas, materiales y medios auxiliares”, financiado por la Fundación BBVA en su Convocatoria de Ayudas a Investigadores y Creadores Culturales de 2016. En concreto, se detallan las principales conclusiones obtenidas en relación con el análisis de la secuencia interna del proceso de ejecución de una serie de templos medievales seleccionados como casos de estudio, abarcando una horquilla temporal desde el siglo XI hasta los comienzos de la Edad Moderna (s. XVI).

Para ello, tras identificar y delimitar en cada edificio las partes correspondientes a sus fases medievales, se ha realizado un análisis constructivo con un enfoque innovador. Se ha combinado el estudio de la técnica constructiva, su secuencia estratigráfica (la cual permite establecer las relaciones de antero-posterioridad de unas partes respecto a otras), así como la deformación de sus fábricas (las cuales nos indican cómo se movieron desde su puesta en obra hasta la finalización del edificio). Este enfoque ha propor-

cionado resultados novedosos, no sólo sobre la secuencia propia de cada edificio, sino también sobre cómo evolucionó el proceso constructivo durante la Edad Media.

INTRODUCCIÓN

El análisis del proceso productivo de las construcciones medievales desde los periodos más tempranos ofrece numerosas ramificaciones en la investigación. Para el tema que aquí trataremos, dirigimos en primer lugar nuestra atención sobre aquellos trabajos que nos den claves acerca de la evolución de las técnicas y estrategias empleadas por los constructores medievales para elevar las fábricas durante el proceso constructivo del edificio. En este sentido, han sido fundamentales aquellos análisis que, desarrollados desde el marco metodológico de la Arqueología de la Arquitectura, nos ofrecen secuenciadas las distintas partes por las que están compuestos los edificios, ordenando así las técnicas y estrategias empleadas en cada uno de ellos. El ámbito donde se han desarrollado de un modo más sistemático este tipo de estudios corresponden con el de la tardo antigüedad y el alto medievo (Caballero y Utrero, 2005; Utrero, 2016), pero en la última década del siglo XXI se han dado a conocer numerosos resultados de estudios que superan este horizonte ofreciendo así un marco de conocimiento con garantías sobre el que desarrollar nuestra propuesta.¹

El proyecto de investigación. Objetivos

Los resultados que se muestran en el presente texto forman parte de un proyecto de investigación desarrollado entre 2016 y 2018, financiado por la Fundación BBVA mediante la Convocatoria de Ayudas a Investigadores y Creadores Culturales de 2016, y titulado «Evolución del proceso productivo de la construcción en la Edad Media: técnicas, materiales y medios auxiliares». La filosofía del proyecto se ha basado en el análisis de la evolución de la construcción medieval desde la óptica de su proceso productivo. Para ello, se ha centrado en el análisis de varios casos concretos en una horquilla temporal entre el siglo XI y el XVI, es decir, desde el pleno medieval hasta la transición desde la Edad Media hacia la Edad Moderna, con el objetivo de entender la evolución y transformación del proceso productivo edificatorio.

La metodología empleada ha supuesto una novedad al combinar varias facetas, como son el análisis de las fuentes, el análisis arqueológico de los paramentos de los edificios, el levantamiento y modelado tridimensional, así como el análisis del proceso constructivo inverso, es decir, a partir de la experiencia práctica de la construcción de maquetas a gran escala de bóvedas medievales en el Taller de Construcción Gótica de la E.T.S. de Madrid (Universidad Politécnica de Madrid).

Entre las distintas líneas de investigación desarrolladas en el marco de este proyecto se encuentra la enfocada al análisis de la secuencia constructiva de los edificios históricos, es decir, el orden y las etapas en los que se organizó la puesta en obra de sus fábricas, desde sus cimientos hasta el cierre de sus bóvedas.² Precisamente son los resultados relacionados con este tema los que se sintetizan en el presente artículo.

Metodología del análisis

Para abordar el análisis de la secuencia de ejecución en el ámbito de la construcción medieval, se han considerado seis casos de estudio principales. Los criterios para la selección se han centrado en la consideración de los sistemas constructivos más representativos y en un ámbito geográfico (el castellano-leonés) para dar coherencia al estudio. Además, puesto que se han comparado los distintos edificios entre sí, se han seleccionado obras coherentes tanto

en términos de tipología funcional y arquitectónica (aulas con una nave central y dos laterales). De cada uno de los siguientes casos de estudio, se han analizado los tramos del aula correspondientes a las fases medievales:

1. Basílica de la Real Colegiata de San Isidoro (León), siglos XI-XII.
2. Colegiata de Santa María la Mayor (Toro, Zamora), siglos XII-XIII.
3. Catedral de Santa María (Burgos), siglos XIII-XIV.
4. Catedral de Nuestra Señora de la Asunción (El Burgo de Osma, Soria), siglos XIII-XIV.
5. Iglesia del convento de Nuestra Señora de la Merced (Burgos), siglos XV-XVI.
6. Iglesia de San Martín (Mota del Marqués, Valladolid), siglo XVI.

En el caso concreto del análisis de la secuencia constructiva de los edificios, la metodología empleada se ha basado en el marco de la Arqueología de la Arquitectura (Caballero y Escribano 1996, Utrero 2010). Ello ha permitido delimitar con precisión las fases medievales de cada obra y establecer su secuencia interna de ejecución mediante la identificación e interpretación de las soluciones de continuidad correspondientes a las distintas etapas de obra. Complementariamente al análisis arqueológico, se han estudiado los desplomes de las fábricas y su posible vinculación al orden de la edificación de las distintas partes de la construcción.

Finalmente, los datos correspondientes a los análisis individuales de cada edificio se han comparado entre sí. Así, se ha podido establecer una visión evolutiva que muestra los cambios relativos al proceso constructivo en relación con estos casos de estudio. A continuación, pasamos a exponer los resultados del análisis en cada uno de los edificios incluidos en el estudio.

ANÁLISIS INDIVIDUALIZADO DE LA SECUENCIA CONSTRUCTIVA

Basílica de la Real Colegiata de San Isidoro (León)

La actual basílica es el resultado de una profunda transformación ejecutada a lo largo del tiempo y que

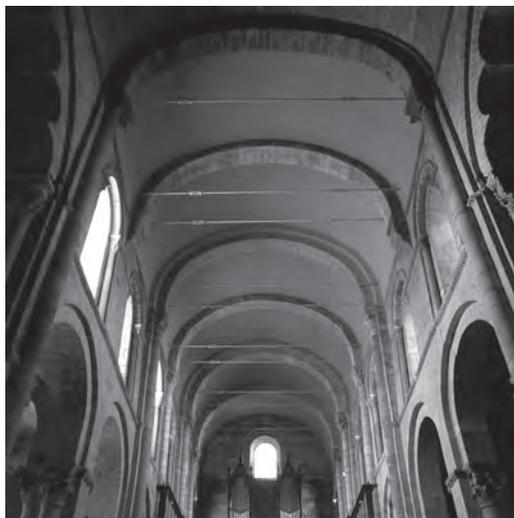


Figura 1
Vista general del interior de la Real Colegiata de San Isidoro (León), imagen de los autores.³



Figura 2
Detalle de solución de continuidad entre etapas de obra de la Real Colegiata de San Isidoro (León), imagen de los autores

tiene como origen una primera iglesia edificada a mediados del siglo XI. Este templo primitivo fue sustituido en el siglo XII por una edificación de mayores dimensiones, si bien al poco tiempo sufrió una importante ruina que obligaría a reconstruir el templo inmediatamente (Murillo y Utrero 2014). El aula, de tres naves con seis tramos, se cubre con bóvedas de cañón y arcos fajones en la nave central y bóvedas de arista en las laterales (figura 1).

Tras los análisis realizados, se ha podido establecer que la ejecución de la obra del primer edificio románico se comenzó tanto por la cabecera como por los pies, de forma sincrónica, avanzándose desde los cimientos hacia arriba. La puesta en obra se realizó por parte de varios equipos de trabajo en varios tajos simultáneos, unos trabajando de este a oeste y los otros en sentido inverso. Los puntos de encuentro provocaron conflictos en el aparejo de las fábricas. Por un lado, se aprovecharon puertas y huecos como soluciones de continuidad verticales, así como impostas y cornisas como soluciones de continuidad horizontales. Por otro lado, cuando el encuentro se producía en un paño de muro, surgieron descuadres de hiladas que, sin embargo, fueron convenientemente resueltos mediante la introducción de sillares con forma de codo y pequeñas piezas de ajuste (figura 2).

La homogénea distribución de mechinales de andamios en toda la longitud de los paños demuestra que estas soluciones de continuidad no separan fases constructivas distintas, sino que traban etapas de una misma obra (Murillo y Utrero 2014).

Además, se produjeron cambios importantes durante la ejecución de la obra románica. El diseño inicial debió contemplar que, aunque la nave central contaría con una bóveda de cañón con arcos fajones y soportes sobre cada tramo individual, las naves laterales tendrían bóvedas de cañón cubriendo dos tramos cada una. Así, en la nave lateral los tramos quedarían unidos dos a dos, y no habría arcos fajones ni soportes entre ellos, pudiéndose abrir vanos en su parte central. Sin embargo, con el avance de la obra, y ya ejecutados los muros, se optó por cambiar el sistema de abovedamiento de las naves laterales, cubriéndose cada tramo individual con una bóveda de arista planta cuadrada. Las nuevas bóvedas requirieron de la construcción de arcos y soportes intermedios en los muros, que hubieron de colocarse precisamente sobre los vanos ya existentes (figura 3).

De este modo, queda patente la existencia de varias cuadrillas de operarios que hicieron avanzar la obra no en un único sentido, sino que cada uno empezó por diferentes zonas hasta completar el conjun-



Figura 3
Detalle de soporte sobre vano en la nave lateral norte de la Real Colegiata de San Isidoro (León), imagen de los autores

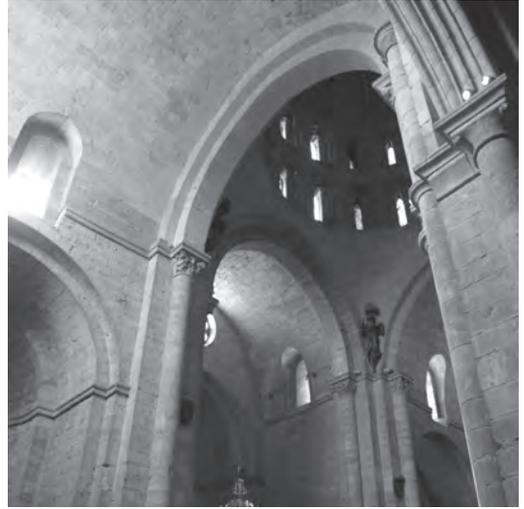


Figura 4
Vista general del interior de la colegiata de Toro (Zamora), imagen de los autores

to del perímetro de la planta en su base, para luego continuar en altura hasta el cierre de las bóvedas.

Colegiata de Santa María la Mayor (Toro, Zamora)

La primera referencia sobre la Colegiata de Toro data del año 1139 (Encabo 2015), si bien su análisis demuestra que es el producto de un proceso constructivo que se prolongó en el tiempo y pudo alcanzar finales del siglo XIII (Sánchez 2009). El aula consta de tres tramos cubiertos con bóvedas de cañón apuntadas y arcos fajones en la nave central y bóvedas de crucería en las naves laterales (figura 4).

Este edificio se caracteriza, por un lado, por una falta de direccionalidad clara en el avance de la ejecución de sus fábricas y, por otro, por los cambios en el diseño inicial. La primera etapa de obra del edificio románico debió incluir el arranque de los muros en el perímetro completo del edificio, así como el remate de los muros y la ejecución de las bóvedas en la zona de la cabecera. La segunda etapa de obra debió incluir la elevación de los muros restantes y los pilares del aula hasta el nivel de la imposta y, quizás también, las bóvedas del transepto y el cimborrio. De este modo, el edificio estaría completo a falta del abovedamiento de las naves del aula.

A partir de este momento, debió producirse un cambio en el diseño del edificio. En el tercer impulso constructivo se ejecutarían las bóvedas de las naves laterales del tramo este (junto al transepto), las cuales son de crucería simple. Sin embargo, esta tipología de abovedamiento no debía estar considerada inicialmente, ya que en los muros no se ejecutaron soportes para las nervaduras diagonales, sino únicamente para nervios perpiaños o fajones, quizás de una bóveda de cañón no realizada. Por ello, el apoyo de los nervios ojivos debió resolverse mediante un encaje achafalado en los muros (figura 5). En una cuarta etapa de obra se acabaron de cerrar los dos tramos restantes de las naves laterales, las cuales presentan una tipología más compleja, con ligaduras longitudinal y transversal y una disposición de la plementería en hileras redondas, lo cual indica un momento constructivo posterior a las bóvedas del tramo oriental. Sin embargo, como ocurría antes, al no haberse previsto un soporte acorde a esta tipología de abovedamiento, se resolvió el apoyo de los nervios ojivos mediante un chaflán en el muro. El último impulso constructivo acabaría por cerrar la nave central con bóvedas de cañón. En este caso, también queda patente un cambio respecto al diseño inicial, ya que los soportes, al contrario de lo que sucede en las naves laterales, sí estaban preparados para recoger el apoyo de nervios



Figura 5
Detalle del encaje de nervios ojivos en el muro de la nave lateral de la colegiata de Toro (Zamora), imagen de los autores

diagonales en las bóvedas sobre ellos (figura 6). Sin embargo, con la construcción de las bóvedas de cañón desaparecieron dichos nervios ojivos, quedando los pilares sin su elemento sustentado.



Figura 6
Detalle de soporte de la nave central de la colegiata de Toro (Zamora), imagen de los autores

Catedral de Santa María (Burgos)

Aunque existen noticias de un edificio originario construido en el siglo XI, fue profundamente transformado a partir del siglo XIII, finalizándose las obras entre finales del siglo XIV y principios del siglo XV, si bien posteriormente se realizaron actuaciones como el remate de las torres occidentales, la construcción de un cimborrio sobre el crucero o la introducción de capillas en las naves laterales (Andrés 2008). El aula, de seis tramos, está conformada por una nave central más alta y dos laterales, todas ellas cubiertas con bóvedas de crucería cuatripartitas (figura 7).

En relación con la secuencia constructiva, no se ven diferencias en los aparejos ni saltos entre las hiladas, por lo que entendemos que los tramos del aula de la fase originaria se construyeron en una única etapa de obra (en el triforio se observa una continuidad lo confirma). Por ello, el proceso constructivo parece haberse desarrollado desde abajo hacia arriba, en hiladas sucesivas, con juntas de obra en las caras superiores de las cornisas, donde se disponía de una superficie horizontal donde terminar una etapa de obra y proseguir con la siguiente. De hecho, en ocasiones se observa un ligero descuadre en los elemen-



Figura 7
Vista general del interior de la catedral de Burgos, imagen de los autores



Figura 8
Detalle de soporte de la nave central de la catedral de Burgos, imagen de los autores

tos verticales que continúan desde abajo hacia arriba atravesando estos bancos de obra (figura 8), confirmando una parada en la ejecución de la obra y la posterior consecución de esta.

De este modo, podemos observar cómo, una vez más, la puesta en obra de las fábricas de la catedral debió iniciarse con la ejecución del perímetro completo (al menos en la parte del aula), definiendo la planta del edificio, para posteriormente continuar hacia arriba de un modo homogéneo, empleando las cornisas y las molduras horizontales como elementos reguladores entre unas fases de obra y otras. Sin embargo, el diseño inicial sólo parece haber tenido inicialmente definido el trazado de la planta, no sus detalles, ya que hay diferencias en el perfil de las basas y molduras o en la alineación de los capiteles, lo cual puede responder a la participación de distintos equipos de operarios.

Finalmente, es destacable el hecho de que la parte inferior de las arquerías, sobre todo en el lado norte de la nave central, está notablemente desplomada hacia el interior de la nave, mientras que en los niveles del triforio y el claristorio apenas hay desplome.⁴ Ello podría indicar que las bóvedas laterales se construyeron con anterioridad a las centrales y durante el transcurso de la puesta en obra se desplomaron los pilares hacia el interior de la nave.

Catedral de Nuestra Señora de la Asunción (El Burgo de Osma, Soria)

El análisis de las fuentes muestra que el proceso constructivo del primer templo comenzó su construcción en los primeros años del siglo XII. De esta primera catedral románica se conservan elementos del claustro y la sala Capitular y en el claustro. La construcción de una nueva catedral gótica que desmantela la primitiva parece comenzarse en el año 1232, concluyendo a mediados del siglo XIV (Núñez 1999). El aula, de cinco tramos, posee una nave central y dos laterales, todas ellas cubiertas con bóvedas de crucería cuatripartitas (figura 9).

El tramo analizado, en su configuración original, no presenta discontinuidades verticales notables en los muros, por lo que se deduce que el proceso de puesta en obra debió comenzar de un modo unificado con la ejecución de los cimientos y las primeras hileras, al menos del aula, para luego desarrollarse en vertical de un modo bastante homogéneo (figura 10). El proceso de puesta en obra aprovecharía las cornisas y molduras horizontales como límites entre los distintos impulsos del proceso constructivo, sirviendo además como planos donde absorber las irregularidades que se fueran produciendo.



Figura 9
Vista general del interior de la catedral de El Burgo de Osma (Soria), imagen de los autores



Figura 10
Vista del muro de la nave lateral de la catedral de El Burgo de Osma (Soria), imagen de los autores



Figura 12
Detalle de soluciones de continuidad entre etapas de obra de la iglesia del convento de Nuestra Señora de la Merced (Burgos), imagen de los autores

Iglesia del convento de Nuestra Señora de la Merced (Burgos)

El edificio conventual fue construido en un breve periodo de tiempo, comenzándose a finales del siglo XV y dándose por terminada en 1519 (Sainz 1996).



Figura 11
Vista general del interior de la iglesia del convento de Nuestra Señora de la Merced (Burgos), imagen de los autores

Tradicionalmente se ha atribuido la autoría del edificio, por motivos estilísticos, a Simón de Colonia—por entonces maestro mayor de la catedral burgalesa— y a su muerte las obras serían continuadas por su hijo Francisco de Colonia (Osaba 1968). El aula del templo se organiza en base a una planta de tres naves con tres tramos cada una, cubiertas todas ellas con bóvedas de crucería estrelladas (figura 11).

El análisis de los paramentos de las naves laterales muestra cómo la continuidad de las hiladas entre los tramos se ve alterada en las cercanías de los pilares y los vanos, donde aparecen juntas verticales, codos, tacos y cambios de plano (figura 12). Sin embargo, estos aspectos no parecen indicar un cambio de fase histórica, sino distintas etapas de obra. Así, en un primer momento se habrían ejecutado los pilares y luego, tramo a tramo, se habrían cerrado los muros entre dichos soportes, ajustándose los sillares de los muros a los ya que ya estaban previamente colocados con los pilares. Finalmente, se habrían rematado los vanos adaptando sus piezas especiales (sobre todo las jambas) a la fábrica existente.

Por otro lado, es significativo el hecho de que los pilares de la nave central presentan un desplome hacia el interior de la nave a la altura del arranque de las bóvedas laterales, el cual no se mantiene en el ni-

vel superior de dichos soportes, a la altura de las ventanas, donde están bien aplomados. Ello puede deberse a que se construyeron las bóvedas de las naves laterales cuando los pilares sólo se habían levantado hasta la cota de estas. Su empuje hacia el interior de la nave habría provocado los desplomes observados, sin que ello conllevara el colapso de la estructura. Posteriormente, se habría continuado la construcción en altura tanto de los pilares como de los muros de la nave central, finalizando con la ejecución de las bóvedas de dicha nave, que habrían añadido peso y contrarresto para mejorar las condiciones de equilibrio del conjunto.

Iglesia de San Martín (Mota del Marqués, Valladolid)

La actividad del arquitecto Rodrigo Gil de Hontañón en el área vallisoletana supuso la construcción de una serie de edificaciones entre las que se encuentra la parroquial de la Mota del Marqués, dedicada a San Martín. Los trabajos pudieron comenzar en el año 1540 y concluye, con la rescisión de su contrato, en el 1558 (Martín, Murillo y Cámara 2013). El templo posee un aula de tres naves

dividida en tres tramos con bóvedas de crucería estrelladas. Las tres naves poseen una misma altura, conformando un espacio unitario y homogéneo (figura 13).

El análisis del edificio nos permite constatar que, excepto la torre, nos encontramos ante una obra básicamente unitaria. Sin embargo, el estudio detallado permite distinguir varias etapas de obra, las cuales quedan marcadas por soluciones de continuidad verticales que debieron funcionar a modo de grandes “costuras” de la fábrica tanto en la unión de la cabecera con el aula como entre el tramo central (con la portada) y los tramos colindantes (figura 14). Dicha solución de continuidad incluso atraviesa el zócalo de la fachada norte (figura 15). Por el contrario, no se observan bancos constructivos (soluciones de continuidad horizontales) en altura. Todo ello indica que en una primera etapa de obra se ejecutó la cabecera, prosiguiéndose con la construcción del aula tramo a tramo, es decir, se levantaba un tramo entero, desde el zócalo hasta el remate superior, antes de continuar con el siguiente. Con los muros y pilares del aula ya construidos, se colocaría la cornisa a modo de remate, la cual es unitaria en toda su longitud. Así, finalmente, se ejecutarían las bóvedas que cierran el edificio.



Figura 13
Vista general del interior de la iglesia de San Martín (Mota del Marqués, Valladolid), imagen de los autores



Figura 14
Detalle de soluciones de continuidad entre etapas de obra de la fachada sur de la iglesia de San Martín (Mota del Marqués, Valladolid), imagen de los autores



Figura 15
Detalle de soluciones de continuidad entre etapas de obra de la fachada norte de la iglesia de San Martín (Mota del Marqués, Valladolid), imagen de los autores

CONCLUSIONES

El análisis comparativo de los edificios estudiados permite obtener una visión global, observándose una evolución en la secuencia de puesta en obra de las fábricas desde los ejemplos más tempranos hasta los más tardíos. Así, podemos decir que los templos pertenecientes a los siglos XI-XIV se construyen con una secuencia que parte de la ejecución de los cimientos y las primeras hiladas del conjunto completo de la planta para avanzar en altura hasta la coronación de muros y pilares con cornisas y molduras horizontales. Estos elementos sirven como solución de continuidad, donde terminarían unas etapas de obra y continuarían las siguientes, y, al mismo tiempo, permiten regularizar y absorber los desajustes que se hayan producido. Es cierto, además, que en las obras más tempranas (Colegiata de Toro y basílica de San Isidoro, en León) el progreso de las fábricas hacia arriba es quizás más heterogéneo y desordenado que en edificios más tardíos (Catedrales de Burgos y El Burgo de Osma). En las primeras, se observan algunos encuentros entre diferentes zonas (probablemente ejecutadas por distintas cuadrillas de operarios) con desajustes, los cuales deben ser resueltos con tacos, codos o distintas piezas de cornisa colocadas en

continuidad. Sin embargo, estas irregularidades en el aparejo no se observan en las otras obras. Sin que podamos asegurar ninguna causa para este hecho, es posible que con el avance del tiempo las distintas cuadrillas de operarios dispusiesen de mejores recursos para el control y la coordinación de la puesta en obra, por lo que el encuentro entre los distintos tajos se produciría de un modo más limpio.

Aunque se pueden observar ligeras diferencias entre las mencionadas obras, el cambio más significativo se produce, sin embargo, con las edificaciones bajomedievales, durante los siglos XV-XVI. En ellas se observan claramente soluciones de continuidad verticales que nos indican que las fábricas se fueron ejecutando tramo a tramo, posiblemente construyéndose en primer lugar los soportes (como elementos fundamentales de referenciación y articulación espacial) y posteriormente los muros que cierran el perímetro entre ellos. Así, la secuencia “desde abajo hacia arriba” de las obras plenomedievales daría paso a un desarrollo “tramo a tramo” de los edificios bajomedievales. Este cambio, entre otras ventajas, pudo haber optimizado el empleo de los medios auxiliares reduciendo, por ejemplo, la cantidad de andamios necesarios.

Por otro lado, el análisis de los desplomes ha permitido contemplar ideas sobre el momento de la ejecución de las bóvedas dentro del proceso edificatorio global, si bien es cierto que estas ideas deben ser tomadas con precaución, ya que en ocasiones las deformaciones no responden a una única causa, sino a varios movimientos que se suceden a lo largo de la historia del edificio. En cualquier caso, existen indicios de que en algunos casos (catedral e iglesia del convento de Nuestra Señora de la Merced, en Burgos) las bóvedas de las naves laterales se construyeron antes que la parte alta de las arquerías centrales, provocando un desplome de los pilares en su parte baja que luego se rectificó, quedando verticales y bien aplomadas las partes altas.

En ambos casos, las bóvedas de las naves laterales parecen haberse construido en un momento intermedio del proceso, siempre antes que las de la nave central y, en el caso de las obras burgalesas, incluso antes que la parte alta de las arquerías. Desde un punto de vista estructural, este aspecto podría suponer un riesgo si no hubiera existido un contrarresto suficiente para los empujes de estas bóvedas laterales. Quizás se emplearon acodalamientos o apeos temporales, si bien es cierto que no se han encontra-

do huellas de estos elementos en los muros. Sea como fuere, esta aparente desventaja estructural debió tener su contrapunto, quizás a modo de ayuda en el proceso constructivo. Puesto que no se han encontrado huellas de mechinales en el interior que indiquen el empleo de andamios anclados a las fábricas, desconocemos cómo serían las estructuras para el acopio de materiales y el apoyo de plataformas de trabajo. En este sentido, las bóvedas que cubren las naves laterales con sus rellenos podrían haber servido como plataformas a una altura intermedia donde poder acumular materiales o donde poder apoyar otras estructuras auxiliares más altas. Además, del mismo modo que el triforio podría haber servido como espacio auxiliar en las zonas altas durante el proceso constructivo, el trasdós de las bóvedas de las naves laterales podría haber jugado un papel similar, pero a una altura más baja. De este modo, con varias plataformas o espacios auxiliares a varias alturas integradas en la propia fábrica, se podría haber reducido el empleo de otras estructuras temporales de madera, abaratándose y agilizándose la construcción, siempre y cuando se resolviera adecuadamente el equilibrio de los empujes de las bóvedas en los distintos estadios de la obra.

Por último, cabe señalar que en las obras más tempranas (basílica de San Isidoro, colegiata de Toro) se observan importantes cambios respecto al diseño inicial durante la ejecución de la fase originaria del edificio. Esto queda patente en la incoherencia entre los soportes y los abovedamientos o en la presencia de adosamientos y cambios tipológicos que, sin llegar a separar dos fases históricas, si diferencian claramente etapas de obra distintas. Sin embargo, estos cambios profundos en el diseño inicial no se observan en las obras más tardías, si bien las variaciones en determinados detalles constructivos sí indican que el proyecto inicial no definía completamente todos los detalles. Esto nos lleva a pensar que, de algún modo, con el tiempo se produjo una evolución en los diseños iniciales, los cuales incorporaron una mayor definición de los elementos constructivos.

En definitiva, el estudio realizado supone un punto de inicio en el ámbito de la construcción medieval, aportando un enfoque hasta el momento inédito. No obstante, los resultados deben ser tomados con reservas puesto que de un número tan reducido de casos no se pueden extrapolar conclusiones gene-

rales. Sin embargo, el estudio permite apuntar conclusiones que podrán ser contrastados y ampliados en posteriores análisis.

NOTAS

1. La revista española *Arqueología de la Arquitectura* y su referente italiano *Archeologia dell'architettura* recogen la mayor parte de los trabajos llevados a cabo en este sentido.
2. Las principales líneas de investigación que se han abordado en el marco completo del proyecto son las siguientes: 1) análisis de la secuencia constructiva y de puesta en obra, 2) análisis de la cantidad de material, fundamentalmente piedra, empleado en la construcción, 3) análisis de medios auxiliares (andamios y cimbras) utilizados para la edificación.
3. Todas las imágenes han sido realizadas por los autores.
4. En el caso de los pilares, se han medido desplomes de entre 1.3 y 13 cm hacia el interior de la nave mientras que los desplomes en el triforio son menores (alrededor de 1.6 cm) y, en el claristorio, la deformación es prácticamente nula en el caso del lado norte.

LISTA DE REFERENCIAS

- Andrés Ordax, Patricia. 2008. La construcción de un gran templo la catedral de Burgos en los siglos XIII y XIV, Payo Hernanz, R. J.; Rodrigo Matute, A. (coord.) *La catedral de Burgos: ocho siglos de Historia y Arte*: 150-217. Burgos: Diario de Burgos.
- Caballero Zoreda, Luis y Escribano Velasco, Consuelo. (eds.) 1996. *Arqueología de la Arquitectura. El método arqueológico aplicado al proceso de estudio y de intervención en edificios históricos*. Valladolid: Junta de Castilla y León.
- Caballero Moreda, Luis y Utrero Agudo, María de los Ángeles. 2005. Una aproximación a las técnicas constructivas de la Alta Edad media en la Península Ibérica. Entre visigodos y omeyas. *Arqueología de la Arquitectura*, 4: 169-192.
- Martín Talaverano, Rafael, Cámara Muñoz Leandro y Murillo Fragero, José Ignacio. 2013. La iglesia de San Martín en Mota del Marqués (Valladolid): proyecto y construcción. *Actas del VIII Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, vol.: 621-630. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Murillo Fragero, José Ignacio y Utrero Agudo, María de los Ángeles. 2014. San Isidoro de León. Construcción y reconstrucción de una basílica románica. *Arqueología de la Arquitectura*, 11.

- Núñez Marqués, Vicente. 1999. *Guía de la catedral del Burgo de Osma y breve historia del obispado de Osma*. Soria: Centro de Estudios Sorianos.
- Osaba, Basilio. 1968. Restauración de la iglesia de la Merced, de los Padres Jesuitas. *Boletín de la Institución Fernán González*, 170: 74-86.
- Pedrero Encabo, Claudio Ignacio. 2015. *Toro y su colegiata: la construcción del templo en los siglos XII y XIII*. Tesis Doctoral. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Sainz Saiz, Javier. 1996. *Monasterios y conventos de la provincia de Burgos*. León: Lancia.
- Sánchez Zufiaurre, Leandro. 2009, *Análisis arqueológico de los alzados fachada norte de la Colegiata de Santa María la Mayor de Toro (Zamora)*. Memoria inédita depositada en la Junta de Castilla y León, Valladolid.
- Utrero Agudo, María de los Ángeles. 2010. *Archaeology. Archaeologia. Arqueología. Hacia el análisis de la arquitectura. Arqueología aplicada al estudio e intervención de edificios históricos. Últimas tendencias metodológicas*: 11-23. Madrid: MCU.
- Utrero Agudo, María de los Ángeles. 2016. Asturias después de Asturias. Unas conclusiones introductorias. *Anejos de Archivo Español de Arqueología, LXXIV*: 221-228.

