Universidad
Politécnica
de Cartagena

Doctorado en Arquitectura y
Tecnología de la Edificación

Bóvedas baídas de cantería en el Renacimiento español

TOMO 1

Autor

Pau Natividad Vivó

Arquitecto

Director

José Calvo López

Dr. Arquitecto

Cartagena 2017

Universidad
Politécnica
de Cartagena

Doctorado en Arquitectura y
Tecnología de la Edificación

Bóvedas baídas de cantería en el Renacimiento español

TOMO 1

Autor

Pau Natividad Vivó

Arquitecto

Director

José Calvo López

Dr. Arquitecto

Cartagena 2017

Universidad
Politécnica
de Cartagena

Doctorate in Architecture
and Building Technology

Ashlar sail vaults in the Spanish Renaissance

VOLUME 1

Author

Pau Natividad-Vivó

Architect

Director

José Calvo-López

Dr. Architect

Cartagena 2017

**CONFORMIDAD DE SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE DEPÓSITO DE
TESIS DOCTORAL POR EL/LA DIRECTOR/A DE LA TESIS**

D/D^a. JOSE' CALVO LÓPEZ Director/a de la Tesis doctoral
"BÓVEDAS BAÍDAS DE CANTERÍA EN EL
RENACIMIENTO ESPAÑOL"

INFORMA:

Que la referida Tesis Doctoral, ha sido realizada por D/D^a. PAU NATIVIDAD VIVÓ
DE LA EDIFICACIÓN, dentro del Programa de Doctorado EN ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA, dando mi conformidad para que sea presentada ante el
Comité de Dirección de la Escuela Internacional de Doctorado para ser autorizado su
depósito.

La rama de conocimiento en la que esta tesis ha sido desarrollada es:

- ☐ Ciencias
- ☐ Ciencias Sociales y Jurídicas
- ☒ Ingeniería y Arquitectura

En Cartagena, a 23 de FEBRERO de 2017

EL/LA DIRECTOR/A DE LA TESIS

Fdo.: JOSE CALVO / LÓPEZ

COMITÉ DE DIRECCIÓN ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

CONFORMIDAD DE DEPÓSITO DE TESIS DOCTORAL
POR LA COMISIÓN ACADÉMICA DEL PROGRAMA

D/D^a. EUSEBIO J. MARTÍNEZ CONESA., Presidente/a de la
Comisión Académica del Programa DE DOCTORADO EN ARQ. Y TECNOLOGÍA DE LA EDIF.

INFORMA:

Que la Tesis Doctoral titulada, “BOVEDAS BAÍDAS DE CANTERÍA EN EL
RENACIMIENTO ESPAÑOL”, ha sido realizada, dentro del mencionado
Programa de Doctorado, por D/D^a. PAU NATIVIDAD VIVÓ, bajo la
dirección y supervisión del Dr./ Dra. JOSÉ CALVO LÓPEZ.

En reunión de la Comisión Académica de fecha 16/03/2017 visto que en la misma se
acreditan los indicios de calidad correspondientes y la autorización del Director/a de la
misma, se acordó dar la conformidad, con la finalidad de que sea autorizado su depósito por
el Comité de Dirección de la Escuela Internacional de Doctorado.

La Rama de conocimiento por la que esta tesis ha sido desarrollada es:

- ☐ Ciencias
- ☐ Ciencias Sociales y Jurídicas
- ☒ Ingeniería y Arquitectura

En Cartagena, a 16 de 03 de 2017

EL PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ACADÉMICA

Fdo: EUSEBIO J. MARTÍNEZ CONESA.

COMITÉ DE DIRECCIÓN ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Agradecimientos

Quiero dejar constancia de mi más sincera gratitud a todas las personas e instituciones que me han prestado su ayuda durante la realización de la presente tesis doctoral. Aunque es imposible citarlas a todas, sí que me gustaría dar las gracias expresamente a algunas de ellas.

En primer lugar, a José Calvo, mi director de tesis. Es cierto que en varias ocasiones me ha comentado que no tengo que agradecerle nada, pues tan solo ha cumplido con su obligación como director. Pero es igualmente cierto que fue él quien me propuso realizar esta investigación y que, durante su desarrollo, siempre me ha guiado, supervisado y animado con gran interés. Sin su ayuda, esta tesis no habría sido posible.

A Ricardo García Baño, Macarena Salcedo y María José Silvente, profesores de la Universidad Politécnica de Cartagena, por todos sus comentarios y observaciones sobre varios aspectos de la tesis, incluidos el catálogo y los levantamientos de la misma.

A Miguel Ángel Alonso Rodríguez, Ana López Mozo, Carmen Pérez de los Ríos, Enrique Rabasa y Rosa Senent, profesores e investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid, con quienes he colaborado en diferentes proyectos de investigación y publicaciones, y de los que he aprendido mucho sobre estereotomía de la piedra y levantamientos arquitectónicos. Además, quiero agradecer a Ana, en particular, su amabilidad para ayudarme en varias cuestiones sobre las bóvedas baídas de cantería del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

A Francisco Pinto, profesor de la Universidad de Sevilla, por las facilidades que me dio para realizar mi estancia en dicha universidad y su valiosa ayuda para localizar numerosas bóvedas baídas en el Arzobispado hispalense. También a Manuel Romero Bejarano, técnico del departamento de Patrimonio de la Delegación de Turismo, Cultura y Fiestas del Ayuntamiento de Jerez de la Frontera, que me abrió las puertas de varios edificios de la ciudad.

A Marco Rosario Nobile, profesor del Dipartimento di Architettura de la Università degli Studi di Palermo, y a Federico Maria Giammusso, investigador de dicho departamento, por su cordialidad durante mi estancia de investigación en Sicilia.

Quiero destacar que el trabajo de campo de esta tesis no se podría haber hecho sin el instrumental del Grupo de Investigación de Historia de la Construcción del Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Los viajes, asistencias a congresos y estancias en otras universidades no habrían sido posibles sin la beca de Formación de Profesorado y otras ayudas a la movilidad de la Universidad Politécnica de Cartagena, además de la financiación de los proyectos de investigación en los que he participado: Construcción en piedra de cantería en los ámbitos mediterráneo y atlántico. Análisis de ejemplos construidos (2) (Plan Nacional de I+D+i, 2009-2013), Documentación y análisis de los trazados de cantería de la catedral de Murcia (Fundación Séneca 2010-2013), La construcción de bóvedas tardogóticas españolas en el contexto europeo. Innovación y transferencia de conocimiento (Plan Nacional de I+D+i, 2014-2017) y Arquitectura renacentista y construcción pétreo en el sur de España (Fundación Séneca, 2015-2018).

Tampoco podría haber obtenido numerosos e importantes artículos sin la colaboración del Servicio de Documentación de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Asimismo, debo agradecer a varias instituciones las facilidades dadas para visitar los edificios con las bóvedas baídas objeto de estudio. Son, entre otras: Patrimonio Nacional, la Diócesis

de Jaén, la Diócesis de Ávila, el Cabildo de la Catedral de Sevilla, el Cabildo de la Catedral de Ciudad Real, la Fundación Casa Ducal de Medinaceli, el Archivo de Indias de Sevilla, el Parlamento de Andalucía, el Ayuntamiento de Valencia, el Ayuntamiento de Sevilla, el Ayuntamiento de Ávila, el Ayuntamiento de Jerez de la Frontera , el Ayuntamiento de Alcalá la Real, el Ayuntamiento de Huéscar, el Ayuntamiento de Huelma y el Ayuntamiento de La Horcajada. También a los párrocos de todas las iglesias que he visitado en mis viajes y a las personas que allí me han atendido.

Por último, a mi familia y a mi mujer Irene Cano López, cuyo ánimo y apoyo han sido cruciales, sobre todo en los momentos más difíciles.

Tomo 1

RESUMEN	1
OBJETIVOS.....	2
ABSTRACT	3
OBJECTIVES	4
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	5
ESTADO DE LA CUESTIÓN	5
El origen de las bóvedas baídas renacentistas de cantería	5
Estudios relacionados con las bóvedas baídas renacentistas de cantería	12
PLANTEAMIENTO DE LA TESIS.....	22
Objetivos, contenido y estructura	22
Metodología e instrumental de investigación.....	23
Referencias internas	27
CUESTIONES PREVIAS.....	28
Geometría de la bóveda baída.....	28
Estereotomía de las bóvedas esféricas.....	30
Bóvedas baídas de cantería anteriores al siglo XVI	36
Origen de la voz <i>baída</i>	40
CAPÍTULO 2. TRAZADOS DE CANTERÍA.....	41
TRAZADOS OBJETO DE ESTUDIO.....	41
TRAZADOS DEL «LIBRO DE TRAZAS DE CORTES DE PIEDRAS» DE ALONSO DE VANDELVIRA.....	42
Título 74 Capilla redonda en vuelta redonda	47
Título 96 Capilla cuadrada en vuelta redonda (o capilla baída)	50
Título 97 Capilla perlongada por hiladas redondas	57
Título 98 Capilla cuadrada por hiladas cuadradas	60
Título 99 Capilla perlongada por hiladas cuadradas	65
Título 100 Capilla desigual por hiladas cuadradas	68
Título 101 Triángulo igual por hiladas redondas	72
Título 102 Triángulo igual por hiladas rectas	75
Título 103 Triángulo desigual	78
Título 104 Triángulo desigual por hiladas rectas	81
Título 105 Capilla cuadrada por hiladas cuadradas diferentes	84
Título 106 Capilla perlongada por hiladas diferentes	87
Título 107 Capilla cuadrada carpanel por hiladas redondas	91
Título 108 Capilla perlongada (pánel) por hiladas redondas	95
Título 109 Capilla cuadrada escarzana	99
Título 110 Capilla carpanel por hiladas cuadradas	102
Título 111 Capilla perlongada escarzana por hiladas cuadradas	105
Título 113 Capilla cuadrada por cruceros	108
Título 114 Capilla perlongada por cruceros	112
Título 115 Capilla cuadrada enrejada	117
Título 116 Capilla perlongada enrejada	121
Título 117 Capilla enrejada por el crucero	125
Título 124 Capilla ochavada en vuelta redonda	128
Títulos 129 y 130 Capilla cuadrada artesonada	131
Títulos 131 y 132 Capilla perlongada artesonada	133
Título 133 Capilla enlazada	133
Título 134 Capilla primera indiferente	137
Título 135 Capilla cuadrada enlazada	141
Título 136 Capilla segunda indiferente	141

Título 137 Capilla tercera indiferente	141
Título 138 Capilla cuarta indiferente	141
Título 139 Capilla cruzada	146
Título 140 Rombo igual	149
Título 141 Rombo desigual	153
TRAZADOS DE «LE PREMIER TOME DE L'ARCHITECTURE» DE PHILIBERT DE L'ORME	156
Chapitre XI D'autres sortes de voûtes pour appliquer aux églises, (...)	159
Chapitre XII De la voûte de four carrée, sous forme de pendentif, (...)	163
Chapitre XIII Encore d'une sorte de voûte sphérique qui sera oblongue, (...)	167
Chapitre XIV De la voûte sphérique et à four la forme d'un triangle équilatéral	167
TRAZADOS DEL «MANUSCRITO DE ARQUITECTURA Y CANTERÍA» DE ALONSO DE GUARDIA	171
Folio 65v (trazado sin título para una bóveda baída de hiladas diagonales).....	173
Folio 67v (trazado sin título para una bóveda baída de hiladas en abanico)	177
Folio 84v Capilla cuadrada por hiladas en vuelta de horno	180
Folio 87v Pechina por hiladas en vuelta de horno y Capilla por hiladas en vuelta de cúpula	184
Folio 91ter v Pechina cuadrada por hiladas en ochavo en vuelta de horno	188
CAPÍTULO 3. CLASIFICACIÓN CONSTRUCTIVA.....	193
ARGUMENTOS PARA UNA CLASIFICACIÓN CONSTRUCTIVA	193
BÓVEDAS BAÍDAS CONSTRUIDAS POR HILADAS.....	194
Las hiladas redondas	194
Las hiladas cuadradas.....	207
La combinación de hiladas redondas y cuadradas	213
Las hiladas diagonales	216
Las hiladas en cruz	219
Las hiladas en equis	223
Las hiladas en damero.....	223
Las hiladas helicoidales	223
Las hiladas rectas	226
Las hiladas redondas de ejes diferentes	226
La decoración.....	226
BÓVEDAS BAÍDAS CONSTRUIDAS POR CRUCEROS.....	230
Diseño y construcción de bóvedas baídas de cruceros	232
Las mallas de cruceros paralelos.....	236
Las mallas de cruceros diagonales.....	239
Las mallas de cruceros paralelos y diagonales	239
Las mallas de cruceros radiales y circulares	239
Las mallas de cruceros radiales y cuadrados.....	243
Las mallas de cruceros combados	243
BÓVEDAS BAÍDAS CONSTRUIDAS POR HILADAS Y CRUCEROS.....	246
CAPÍTULO 4. APARICIÓN, EVOLUCIÓN Y DIFUSIÓN.....	249
ENFOQUE HISTÓRICO Y GEOGRÁFICO	249
LA APARICIÓN EN EL PRIMER TERCIO DEL SIGLO XVI	249
Las primeras bóvedas baídas de hiladas.....	252
Las primeras bóvedas baídas de cruceros	254
El origen de las bóvedas baídas renacentistas de cantería en España	257
LA PRIMERA DIFUSIÓN HASTA MEDIADOS DEL SIGLO XVI.....	258
Andalucía occidental	259
Andalucía oriental y el Levante	263
Los territorios castellanos	266
LA EXPANSIÓN EN EL TERCER CUARTO DEL SIGLO XVI	269
Andalucía occidental	269
Andalucía oriental y el Levante	277
Los territorios castellanos	280

El monasterio de S. Lorenzo de El Escorial	281
LA CONSOLIDACIÓN EN EL ÚLTIMO CUARTO DEL SIGLO XVI.....	284
Andalucía occidental	284
Extremadura	289
Andalucía oriental y el Levante	290
El monasterio de S. Lorenzo de El Escorial	294
Influencias escurialenses en la diócesis de Ávila	297
Influencias escurialenses en el resto de España.....	303
El norte.....	306
LA CULMINACIÓN EN LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XVII	308
El Levante	308
Los territorios castellanos	309
El norte.....	311
Andalucía occidental	312
Andalucía oriental y las últimas bóvedas baídas renacentistas.....	317
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.....	319
ALGUNAS CONCLUSIONES RELEVANTES	319
El origen de las bóvedas baídas renacentistas de cantería	319
Traza y labra de las bóvedas baídas renacentistas de cantería	320
Definición de bóveda baída renacentista de cantería.....	321
La relación entre forma y construcción en las bóvedas baídas renacentistas de cantería	322
El éxito de las bóvedas baídas de cantería en el Renacimiento español	323
CHAPTER 5. CONCLUSIONS.....	325
SOME RELEVANT CONCLUSIONS	325
The origin of ashlar Renaissance sail vaults	325
Tracing and carving of ashlar Renaissance sail vaults.....	326
Definition of ashlar Renaissance sail vault	327
The relationship between form and construction in ashlar Renaissance sail vaults.....	328
The success of the ashlar sail vaults in the Spanish Renaissance.....	329
BIBLIOGRAFÍA	331

Resumen

Durante el siglo XVI la arquitectura española abandonó el estilo gótico de tradición medieval y adoptó, en su lugar, el nuevo estilo renacentista con estética a lo romano que procedía de Italia. Desde el punto de vista de los sistemas de cubrición, este cambio de estilo provocó la sustitución de las bóvedas de crucería por otras bóvedas de formas clásicas, como las de media naranja, las baídas o las de arista. Ahora bien, estas nuevas bóvedas renacentistas, a diferencia de las de crucería, ya no se ejecutaban únicamente con nervios lineales y plementos de albañilería, sino también con superficies completas de piedra labrada, lo que motivó el desarrollo de nuevas técnicas de diseño y construcción. En este contexto de cambios y transición, las bóvedas baídas de cantería gozaron de una gran aceptación entre los arquitectos españoles, que las utilizaron ampliamente en los edificios más representativos. Así lo demuestran los numerosos trazados de cantería para baídas recogidos en los libros y manuscritos de arquitectura de la época o la enorme cantidad de ejemplos construidos que han llegado a nuestros días.

Se han publicado bastantes estudios relacionados con las baídas renacentistas de cantería españolas. Sin embargo, la mayoría de estos estudios, por no decir todos, centran su atención en un determinado territorio, edificio, arquitecto o manuscrito, de manera que analizan un número reducido de baídas y no siempre las ponen en relación con otras de diferentes contextos; por este motivo, están lejos de ofrecer una visión global y completa sobre este tipo de abovedamiento. Asimismo, hay que señalar que el origen de la baída renacentista en España ha sido y sigue siendo, hoy por hoy, objeto de debate entre los investigadores, y mientras que algunos opinan que pudo surgir como evolución de la bóveda de crucería gótica nacional, otros consideran que llegó a España por influencias del Renacimiento italiano. En vista de todo ello, la presente tesis se ha propuesto realizar un estudio específico sobre las baídas renacentistas de cantería que proporcione un mejor conocimiento sobre su diseño y construcción, además de aportar una visión de conjunto sobre su aparición, evolución y difusión. Se trata, en definitiva, de estudiar la historia de la construcción de las bóvedas baídas de cantería en el Renacimiento español.

Esta tesis se ha basado en la investigación de dos fuentes de información principales. La primera son las fuentes escritas, es decir, los libros y manuscritos de arquitectura del siglo XVI que han llegado a nuestros días y que contienen trazados de cantería para baídas. El estudio de estos trazados, junto con los textos explicativos que los acompañan, ha sido fundamental para comprender los conocimientos teóricos de la época aplicados al diseño y la construcción de baídas. En concreto, se han estudiado los trazados contenidos en «Le premier tome de l'architecture» de Philibert De l'Orme, en el «Libro de trazas de cortes de piedras» de Alonso de Vandelvira y en el «Manuscrito de arquitectura y cantería» de Alonso de Guardia. La segunda fuente de información es la obra construida, o sea, el conjunto de baídas renacentistas de cantería construidas en España entre finales del siglo XV y mediados del XVII. Para su investigación, primero se ha elaborado un catálogo de baídas, lo más exhaustivo posible, compuesto por 233 fichas que recogen los datos más importantes de unas 370 bóvedas aproximadamente, y después se han realizado los levantamientos arquitectónicos rigurosos de una selección relevante de las mismas, a partir de los cuales se ha analizado su geometría y estereotomía. Podría decirse, por tanto, que el estudio de las fuentes escritas y la obra construida constituye, en realidad, el estudio de la teoría y práctica constructivas de las baídas renacentistas de cantería.

A continuación, con los datos recabados en los estudios anteriores, se ha confeccionado una clasificación de baídas atendiendo a criterios constructivos, aunque sin descartar los aspectos geométricos. Para ello, se han separado las baídas en tres grandes familias según estén construidas por hiladas, por cruceros o mediante una combinación de ambos. Y dentro de cada familia se han analizado los diferentes tipos constructivos y sus variantes geométricas, lo que ha permitido comprobar que algunas geometrías solamente se construyen a partir de ciertos despieces, o dicho de otra manera, que en las baídas renacentistas de cantería existe una estrecha relación entre forma y construcción. En último lugar, se ha desarrollado un relato histórico sobre las baídas en el Renacimiento español, donde se examina su posible origen, su evolución formal y constructiva, y su difusión por todo el territorio nacional, prestando especial atención a los arquitectos que las proyectaron y las relaciones o influencias entre los mismos.

Objetivos

En resumidas cuentas, la presente tesis se propone estudiar la historia de la construcción de las bóvedas baídas de cantería en el Renacimiento español. Dicho con otras palabras, se trata de realizar un estudio específico sobre las bóvedas baídas renacentistas de cantería construidas en España entre finales del siglo XV y mediados del siglo XVII que proporcione un mejor conocimiento sobre su diseño y construcción, además de aportar una visión de conjunto sobre su aparición, evolución y difusión. Con esta intención, se plantean los siguientes objetivos:

- Estudiar los trazados de cantería del siglo XVI para baídas.
- Localizar, documentar y catalogar las baídas renacentistas de cantería españolas.
- Estudiar su diseño y construcción a partir de levantamientos arquitectónicos rigurosos.
- Realizar una clasificación tipológica atendiendo a criterios geométricos y constructivos.
- Plantear una hipótesis sobre su origen.
- Analizar su aparición, evolución y difusión a lo largo del Renacimiento español.

Abstract

During the 16th century, Spanish architecture abandoned the Gothic style of medieval tradition and adopted, instead, the new Renaissance style with Roman aesthetics that came from Italy. From the point of view of covering systems, this change of style caused the replacement of the rib vaults by other ones with classic forms, like hemispherical, sail or groin vaults. However, these new Renaissance vaults, unlike ribbed ones, were executed not only with linear nerves and masonry severies, but also with complete surfaces of carved stone, which motivated to the development of new design and building techniques. In this context of changes and transition, ashlar sail vaults were widely accepted among the Spanish architects, who used them extensively in the most representative buildings. This is shown by the numerous stonecutting tracings collected in the architecture books and manuscripts of the time or the enormous quantity of examples constructed that have reached our days.

A fair number of studies on ashlar Renaissance sail vaults of Spain have been published. However, most of these studies, if not all, focus on a particular territory, building, architect or manuscript, so that they analyze a small number of sail vaults and do not always put them in relation to others from different contexts; for this reason, they are far from offering a global and complete view on this type of vaulting. Likewise, the origin of Renaissance sail vault in Spain has been and is still, actually, the subject of debate among researchers, and while some believe that it may have emerged as an evolution of the national Gothic rib vault, others think that it came to Spain through the influence from the Italian Renaissance. In view of all this, the present dissertation will carry out a specific study on the ashlar Renaissance sail vaults, aiming to provide a better knowledge about its design and construction, besides giving an overview of its appearance, evolution and diffusion; in short, to study the history of the construction of the ashlar sail vaults in the Spanish Renaissance.

This dissertation has been based on the research of two main sources of information. The first are the written sources, that is, the 16th century architecture books and manuscripts that have come to the present days and include stonecutting tracings for sail vaults. The study of these tracings, together with the explanatory texts that accompany them, has been fundamental to understand the theoretical knowledge of the time applied to the design and construction of sail vaults. For this reason, a section of the dissertation deals with tracings included in «Le premier tome de l'architecture» by Philibert De l'Orme, in «Libro de trazas de cortes de piedras» by Alonso de Vandelvira and in «Manuscrito de arquitectura y cantería» by Alonso de Guardia. The second source of information is the constructed work, that is to say, the ashlar Renaissance sail vaults built in Spain between the end of 15th century and the middle of 17th. First, a catalogue of sail vaults, as exhaustive as possible, has been compiled in 233 files with the essential data of approximately 370 vaults. Afterwards, rigorous architectural surveys of a relevant selection of these vaults have been carried out, from which their geometry and stereotomy have been analyzed. It could be said, therefore, that the study of written sources and constructed work constitutes, in fact, the study of constructive theory and practice of the ashlar Renaissance sail vaults.

Then, with the data collected in the previous studies, a classification of sail vaults has been made according to constructive criteria, although taking also into account the geometric aspects. For this purpose, the sail vaults have been divided into three large families according to whether

they are constructed by courses, by ribs or by a combination of both. And within each family, the different construction types and their geometric variants have been analyzed, which has shown that some geometries are only constructed using a particular set of quartering schemes; in other words, that in the ashlar Renaissance sail vaults there is a close relationship between form and construction. Last, a historical essay has been developed about of the sail vaults of Spanish Renaissance, which examines its possible origin, its formal and constructive evolution, and its diffusion throughout the national territory, paying special attention to the architects who projected them and the relationships or influences between them.

Objectives

In short, the present dissertation aims to study the history of the construction of the ashlar sail vaults in the Spanish Renaissance. In other words, the objective is to carry out a specific study about the ashlar Renaissance sail vault constructed in Spain between the end of 15th century and the middle of 17th that provides a better knowledge of its design and construction, besides giving an overview of its appearance, evolution and diffusion. With this intention, the following objectives are set:

- Study the stonecutting tracings of the 16th century for sail vaults.
- Locate, document and catalogue the Spanish ashlar Renaissance sail vaults.
- Study its design and construction from rigorous architectural surveys.
- Perform a typological classification according to geometric and constructive criteria.
- Raise a hypothesis about its origin.
- Analyze its appearance, evolution and diffusion throughout the Spanish Renaissance.

INTRODUCCIÓN

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Durante el siglo XVI la arquitectura española abandonó el estilo gótico de tradición medieval y adoptó, en su lugar, el nuevo estilo renacentista con estética a lo romano que procedía de Italia. Desde el punto de vista de los sistemas de cubrición, este cambio de estilo provocó la sustitución de las bóvedas de crucería por otras bóvedas de formas clásicas, como las de media naranja, las baídas o las de arista (Camón 1945; Chueca 1953; Camón [1959] 2000; Checa 1989; Marías 1989; Marías 1992; Morales 1989; Nieto Alcaide 1989). Ahora bien, estas nuevas bóvedas renacentistas, a diferencia de las de crucería, ya no se ejecutaban únicamente con nervios lineales y plementos de albañilería, sino también con superficies completas de piedra labrada, lo que motivó el desarrollo de nuevas técnicas de diseño y construcción. Estos avances transformaron poco a poco la cantería gótica hasta convertirla en la estereotomía renacentista (Palacios 1987a, 780-802; Palacios [1990] 2003, 13-21; Rabasa 2000, 192-207; Calvo et al. 2005, 15-23).

En este contexto de cambios y transición, el origen de la *bóveda baída renacentista de cantería* ha sido objeto de debate. Algunos investigadores opinan que pudo surgir como evolución de la bóveda de crucería gótica; otros, sin embargo, consideran que llegó a España por influencia del Renacimiento italiano. En cualquier caso, fue un tipo de bóveda con gran aceptación entre los arquitectos españoles, tal y como demuestran los numerosos trazados de cantería para baídas recogidos en los libros y manuscritos de arquitectura de la época o la enorme cantidad de ejemplos construidos que han llegado a nuestros días. Se han publicado bastantes estudios relacionados con las baídas renacentistas de cantería; a continuación se citan los más importantes, agrupados en dos apartados para mayor claridad: primero se presentan los que plantean hipótesis sobre su origen y después los que tratan temas relativos a su diseño, construcción, etc.

El origen de las bóvedas baídas renacentistas de cantería

La hipótesis de Chueca: la evolución desde la bóveda de crucería gótica española

En el libro «La Catedral Nueva de Salamanca. Historia documental de su construcción», publicado en 1951, Chueca narra la construcción de la catedral salmantina prestando atención a los maestros partícipes, los problemas que aparecieron durante las obras y las soluciones que se adoptaron. Sin embargo, en el quinto capítulo, Chueca (1951, 111-140) interrumpe la marcha del relato para extraer varias consideraciones que juzga importantes y que, como ahora se verá, culminan en una interesante hipótesis sobre el origen de las baídas renacentistas españolas.

En primer lugar, Chueca dedica unas palabras a describir la evolución de la estructura arquitectónica ocurrida entre los siglos XV y XVI. Según explica, durante este periodo los edificios abandonaron progresivamente la estructura articulada típica de la época gótica, con formas apuntadas y ligeras, para dar paso a una estructura unida, de grandes masas y más estable. Este cambio afectó a todos los elementos por igual: las bóvedas multiplicaron sus nervios y empezaron a conformar, junto con los plementos, un cascarón continuo y solidario que repartía las cargas homogéneamente a los pilares y muros, cada vez más anchos. Para demostrar esta evolución, Chueca compara la sección de la Catedral de León, vertical, apuntada y ligera, con la sección de la Catedral Nueva de Salamanca, mucho más cuadrada y maciza.

A continuación, Chueca explica el proceso de diseño de una bóveda de crucería, tomando como ejemplo la Catedral Nueva de Salamanca¹. Según informa, primero se trazaban los nervios y las claves de la bóveda en planta, y luego se trazaban los alzados de los nervios, que por lo general eran arcos circulares. Ahora bien, estos alzados se podían diseñar de dos maneras diferentes. Una opción consistía en diseñar todos los nervios con la misma curvatura, lo que generaba una bóveda cuyo rampante podía tener cualquier curvatura. Si el rampante obtenido era demasiado llano, o simplemente se le quería dar mayor inclinación, se podía utilizar una segunda opción de diseño, que consistía en definir primero la curvatura del rampante para obtener después la de los nervios. En este caso, la curvatura del rampante se definía fijando la altura de las claves de los arcos formeros y uniendo dichas claves con la clave principal, cuya altura venía dada por los arcos ojivos, normalmente de medio punto. Según indica Chueca, en España fue habitual el empleo de la segunda opción, mucho más flexible, y dentro de la misma aparecieron dos grupos de arquitectos: los tradicionales, que se decantaban por un rampante llano, y los modernos, que preferían un rampante redondo más inclinado.

Acto seguido, Chueca señala que existe un caso particular de bóveda de crucería con rampante redondo que tiene el intradós esférico, o lo que es lo mismo, que tiene forma de baída. Esta clase de bóveda aparece dibujada en un trazado del «Compendio de arquitectura y simetría de los templos» de Simón García (1681, 25r), un manuscrito de finales del siglo XVII que recoge el contenido de otro manuscrito anterior redactado a mediados del siglo XVI por el arquitecto tardogótico Rodrigo Gil de Hontañón². El trazado de Simón, cuya autoría se atribuye a Rodrigo, representa una bóveda de crucería con rampante redondo donde las alturas de las claves se fijan mediante la vuelta de la diagonal, lo que provoca que el rampante tenga la misma curvatura que el arco ojivo y que, por tanto, el intradós adopte una forma esférica³ [fig. 1]. Según Chueca, de esta bóveda de crucería a la baída solo faltaba un paso: la desaparición de los nervios como elementos independientes y su completa integración en el abovedamiento continuo.

¹ Sobre el diseño y construcción de bóvedas de crucería, véase, además de Chueca, los estudios de Viollet-le-Duc (1854, 62-126; [1854] 1996, 61-121), Willis (1842; [1842] 2012), Torres Balbás (1939; 1945), Fitchen (1961), Rabasa (1996; 2000, 43-140; 2005; 2007, 79-115), Gómez Martínez (1998), Palacios (2000; 2003; 2005; 2009a; 2009b), Palacios y Martín Talaverano (2009; 2012; 2013), Zaragoza (2009) y Martín Talaverano y Maira (2013).

² No se ha conservado ningún manuscrito del puño y letra de Rodrigo Gil de Hontañón, pero se sabe que redactó uno y que llegó a manos de Simón García, quien lo utilizó para redactar su propio manuscrito. Así lo hace saber García (1681, 52r; [1681] 1991, 92), en un comentario sobre la Catedral Nueva de Salamanca, en el que dice: "hordenola Juan Gil de Hontañón, y executola, Rodrigo Gil, su hijo (de quien es lo mas de este compendio por haber venido a mis manos, vn manuscrito suyo)". Sobre el manuscrito de Simón García, véase los trabajos de Mariátegui (1868), Camón (1941), Hoag (1958, 404-409), Bonet (1991a) y Gómez Martínez (1998, 20-25).

³ Sobre la bóveda de crucería de Rodrigo Gil de Hontañón, véase los trabajos de Palacios (2006; 2009a, 89-91), Huerta (2013) y Palacios y Moreno Dopazo (2015).

Figura 1. Trazado para una bóveda de crucería según Rodrigo Gil de Hontañón (García 1681, 25r).

Finalmente, en base a todas las consideraciones anteriores, Chueca concluye que durante los siglos XV y XVI la bóveda de crucería gótica española aumentó su masa y esfericidad paulatinamente hasta convertirse en la baída renacentista. En sus propias palabras: la arquitectura nacional evolucionaba hacia nuevas sendas del clasicismo; frente al esqueleto se imponía la masa, y con Renacimiento o sin él, esta evolución era clara y evidente .

La hipótesis de Hoag: la importación desde el Renacimiento italiano

En 1958, pocos años después de que Chueca publicara su libro sobre la Catedral Nueva de Salamanca, Hoag presentó su tesis doctoral «Rodrigo Gil de Hontañón: his work and writings. Late medieval and Renaissance architecture in sixteenth century Spain». Esta tesis se publicó traducida al español en 1985, pero sin incluir el séptimo capítulo, donde este investigador plantea una interesante hipótesis sobre el origen de las baídas renacentistas españolas.

En dicho capítulo, Hoag (1958, 435-450) analiza el trazado para la bóveda de crucería de intradós esférico que aparece en el manuscrito de Simón García (1681, 25r) y que, como se ha indicado anteriormente, se atribuye a Rodrigo Gil de Hontañón [fig. 1]. Hoag advierte que, si bien el trazado de Rodrigo representa una bóveda de crucería con forma esférica, ninguna de las bóvedas proyectadas o construidas por este arquitecto tiene una geometría perfectamente esférica. Dicho esto, señala que las verdaderas bóvedas baídas no se utilizaron en Castilla hasta finales del siglo XVI, mientras que en Andalucía se venían construyendo con frecuencia desde, al menos, mediados de dicho siglo, lo que podría deberse a la numerosa presencia de artistas italianos en el sur peninsular, como era el caso, por ejemplo, del florentino Jacopo Torni. En otras palabras, Hoag sugiere que las baídas renacentistas españolas podrían ser una importación del Renacimiento italiano, hipótesis completamente opuesta a la planteada por Chueca.

Aportaciones de otros investigadores al debate sobre el origen

Además de Chueca y Hoag, otros investigadores también se han referido al origen de las baídas renacentistas españolas. A continuación se citan las aportaciones más relevantes.

Bonet ([1966] 1987, 42-43), en el artículo «Aspectos renacentistas de la Catedral de Murcia», analiza la baída de la sacristía de la catedral murciana, que fue construida en el primer cuarto del siglo XVI por el artista florentino Jacopo Torni y que constituye una de las primeras baídas de cantería del Renacimiento español [fig. 2]. En primer lugar, Bonet observa que la baída está compuesta por un luquete gallonado y cuatro pechinas lisas que recuerdan bastante a varias cúpulas gallonadas sobre pechinas⁴ del Quattrocento florentino atribuidas a Brunelleschi, por ejemplo, las que hay en la sacristía vieja de la basílica de S. Lorenzo o en la capilla Pazzi de la basílica de la Sta. Cruz [fig. 3]. Y en segundo lugar, explica que esta clase de abovedamiento llegó a España por dos caminos diferentes: primero desde el mundo oriental, a través de artistas musulmanes, y después desde el Renacimiento italiano.

Sanabria (1984, 1: 228-229), en su tesis doctoral «The evolution and late transformations of the Gothic mensuration system», indica que las baídas levantadas por Brunelleschi en la loggia del Hospital de los Inocentes de Florencia tuvieron un impacto limitado en Italia, a diferencia del

⁴ Una baída puede entenderse como una variante geométrica de una cúpula sobre pechinas. Para obtener esta variante, tan solo hay combinar una cúpula rebajada y cuatro pechinas de tal manera que formen parte de la misma superficie esférica.

Figura 2. Bóveda baída en la sacristía de la Catedral de Murcia.

Figura 3. Cúpula gallonada sobre pechinas en la capilla Pazzi de la basílica de la Sta. Cruz de Florencia.

sur de España, donde empezaron a utilizarse de forma generalizada a partir de la década de 1530. En otras palabras, Sanabria sugiere que las baídas renacentistas españolas podrían tener su origen en influencias italianas.

En el artículo «Piedra y ladrillo en la arquitectura española del siglo XVI», Marías (1991a, 71-74) cita las hipótesis opuestas de Chueca y Hoag y, sin entrar en el debate, explica que los maestros de la época emplearon bóvedas góticas y renacentistas con cierta libertad, de manera que no se produjo una ruptura total entre ambos estilos, sino una convivencia. Además, este investigador destaca que antes del siglo XVI ya se construían en España, sobre todo en el sur, bóvedas de ladrillo con formas de origen romano vinculadas a la tradición hispano-musulmana y mudéjar, como, por ejemplo, las cúpulas gallonadas, las bóvedas de cañón, las baídas, etc.

Gómez Martínez (1998, 160-163), en el libro «El gótico español de la Edad Moderna. Bóvedas de crucería», dedica un apartado al estudio del rampante redondo, el despiece por hiladas redondas y el origen de las baídas. En dicho apartado, este investigador argumenta que la bóveda de crucería con rampante redondo e hiladas redondas no surgió en Castilla por evolución interna, tal y como defendía Chueca, sino por la influencia del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial, foco estereotómico de primer orden por donde circuló el manuscrito de cantería «Libro de trazas de cortes de piedras» del giennense Alonso de Vandelvira (ca. 1585)⁵. En este sentido, Gómez Martínez considera que la baída de hiladas redondas, o Capilla cuadrada en vuelta redonda según Vandelvira (ca. 1585, 82r) [fig. 4], se difundió desde Andalucía al resto de la península, pasando por El Escorial, y contagió a las bóvedas de crucería castellanas, que hasta la fecha se venían construyendo con plementerías despiezadas por arista. En cuanto a la procedencia de las baídas renacentistas andaluzas, Gómez Martínez se remite al tratado «Le premier tome de l'architecture» de Philibert De l'Orme (1567) y apunta a un posible origen francés.

Pinto (1998a; 2000a; 2002) es autor de varios trabajos donde analiza la génesis de la baída renacentista en territorios hispalenses a principios del siglo XVI. En un apartado de su tesis doctoral «Las esferas pétreas: análisis de las soluciones del arte de la monteja en la provincia de Cádiz durante el siglo XVI» y en el artículo «La falsa apariencia. Las plementerías por hiladas redondas de las fábricas del Arzobispado Hispalense», Pinto (1998a, 1: 30-40; 2000a) estudia varias bóvedas de crucería hispalenses del primer tercio del siglo XVI que tienen formas esféricas a lo romano con plementerías de hiladas redondas y que, en su opinión, suponen una anticipación de los sistemas de abovedamiento renacentistas. Asimismo, en otro apartado de su tesis y en el libro «Las esferas de piedra. Sevilla como lugar de encuentro entre arte y ciencia en el Renacimiento», Pinto (1998a, 1: 53-64; 2002, 47-59) examina una serie de baídas de cruceros y casetones que fueron construidas en Sevilla a finales del primer tercio del siglo XVI y que, a su parecer, denotan la existencia de un importante foco sevillano de cantería influenciado por las formas clásicas precedentes de Italia.

En el libro «Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX», Rabasa (2000, 183-192) habla sobre las bóvedas de crucería renacentistas y señala que, según Chueca, estas bóvedas sufrieron un proceso de romanización en el que incrementaron su pesadez y redondez. Sin embargo, no entra a valorar si la bóveda vaída renacentista surge de este proceso de redondeo de la bóveda gótica, o por el contrario ya se da con anterioridad.

⁵ Sobre la presencia del manuscrito de cantería de Vandelvira (ca. 1585) en las obras del monasterio escorialense, véase los trabajos de López Martínez (1932, 166-167), Banda (1969) y Cruz Isidoro (2001, 48-59).

Figura 4. Trazado para una bóveda baída de hiladas redondas según Alonso de Vandelvira (ca. 1585, 82r).

Calvo, Alonso Rodríguez, Rabasa y López Mozo (2005, 79-92), en el libro «Cantería renacentista en la catedral de Murcia», analizan la baída de la sacristía murciana que, como ya se ha dicho, fue construida por el italiano Jacopo Torni y constituye una de las primeras baídas de cantería del Renacimiento español. Según estos investigadores, esta baída se originó a partir de la combinación de dos factores: la concepción de raíz italiana y la ejecución al uso castellano .

En el libro «La cantería medieval. La construcción de la bóveda gótica española», Palacios (2009a, 89-96, 155-183 y 185-190) dedica tres capítulos al estudio de varios trazados y bóvedas de crucería españolas de los siglos XV y XVI que presentan formas esféricas o casi esféricas: en el tercer capítulo analiza los trazados de Rodrigo Gil de Hontañón (García 1681, 25r), Hernán Ruiz II (ca. 1565, 46v) y Alonso de Vandelvira (ca. 1585, 96v) [fig. 1 y 5-6] y en los capítulos undécimo y duodécimo cita varios casos de bóvedas de crucería construidas con rampante redondo y rampante en la buelta de la diagonal . Tras ello, Palacios (2009a, 92 y 185) reconoce que no es fácil aventurar una hipótesis que justifique la forma redondeada de la bóveda de crucería española, aunque señala que quizá surgió por influencias renacentistas dentro del contexto de convivencia entre el gótico y el Renacimiento que se dio en España durante el siglo XVI.

Molina Rozalem (2013, 195-200, 201-208, 209-215, 223-238 y 277-284), en su tesis doctoral titulada «Arquitectura defensiva en las fronteras del Reino de Sevilla durante la Baja Edad Media. Implantación territorial de las fortificaciones y análisis de la Banda Morisca», documenta varias torres que albergan baídas de sillarejo en su interior. Se trata de ejemplos que demuestran que la baída era un tipo de abovedamiento conocido en el sur de España antes de la llegada del Renacimiento. En cuanto al origen de estas bóvedas, Molina Rozalem (2013, 359-361) considera que pudieron llegar a través de maestros procedentes del mundo oriental.

Por último, Senent (2016, 319-322), en su tesis doctoral «La deformación del tipo. La construcción de bóvedas no-canónicas en España (siglos XVI-XVIII)», concretamente en un apartado dedicado a las baídas, hace referencia a las dos vías que acabarían por materializarse en la bóveda baída de sillería : la primera vía se relaciona con la evolución de las bóvedas de crucería góticas hacia la esfericidad y la segunda tiene que ver con la importación de formas clásicas desde el Renacimiento italiano. Ambas vías son, en realidad, las hipótesis de Chueca y Hoag.

Estudios relacionados con las bóvedas baídas renacentistas de cantería

Además de los estudios anteriores, existen otros tantos que tratan temas relacionados con las baídas renacentistas de cantería. En este apartado se recogen los más significativos.

Estudios sobre diseño y construcción

Palacios (1986; 1987a; 1987b; 1987c; [1990] 2003; 1992; 1998; 1999) es autor de varios trabajos que versan sobre la estereotomía renacentista y explican los métodos de traza y labra de la bóveda esférica en general y la baída en particular. Destaca su tesis doctoral «Invención y convención en las técnicas constructivas del Renacimiento español. (La estereotomía renacentista a través del tratado de Vandelvira)» (Palacios 1987a), de la que posteriormente nacería uno de sus trabajos de mayor relevancia, el libro «Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento español». En dicho libro, este investigador analiza numerosos trazados para baídas del manuscrito de cantería de Alonso de Vandelvira (ca. 1585) (Palacios [1990] 2003, 254-285, 302-323 y 344-347).

Figura 5. Trazado para una bóveda de crucería según Hernán Ruiz II (ca. 1565, 46v).

Figura 6. Trazado para una bóveda de crucería según Alonso de Vandelvira (ca. 1585, 96v).

Rabasa (1996; 2000; 2002; 2003b; 2007; 2013) ha publicado varios estudios sobre estereotomía de bóvedas esféricas y baídas. Son fundamentales el artículo «Técnicas góticas y renacentistas en el trazado y la talla de las bóvedas de crucería españolas del siglo XVI» y el libro «Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX», donde este investigador explica los métodos de traza y labra de las bóvedas esféricas y realiza algunas aclaraciones importantes al respecto (Rabasa 1996, 429-431; Rabasa 2000, 160-183). También hay que destacar su «Guía práctica de la estereotomía de la piedra», en la que muestra cómo diseñar y labrar las dovelas de una cúpula de media naranja y cita varios ejemplos de bóvedas esféricas, entre ellos, algunas baídas con diferentes tipos de despieces (Rabasa 2007, 11-55).

Pinto (1997; 1998a; 2000a; 2000b; 2002; 2013) ha escrito varios trabajos que tratan sobre el diseño y la construcción de bóvedas esféricas en Andalucía occidental. En su tesis doctoral «Las esferas pétreas: análisis de las soluciones del arte de la monte en la provincia de Cádiz durante el siglo XVI», estudia y realiza levantamientos arquitectónicos de numerosas baídas localizadas en diferentes edificios de Cádiz, por ejemplo, la que cubre el vestíbulo del cuerpo bajo de la torre-fachada de la iglesia de S. Juan de los Caballeros de Jerez de la Frontera (Pinto 1998a) [fig. 7]. Y en el libro «Las esferas de piedra. Sevilla como lugar de encuentro entre arte y ciencia en el Renacimiento», analiza las bóvedas esféricas de cantería construidas en Sevilla durante el siglo XVI y reflexiona sobre los métodos de representación de la esfera, su aplicación en cantería y su relación con la cartografía (Pinto 2002).

Zaragozá (1998; 2000 [2004]; 2000a; 2000b; 2008; 2010) es autor de varios estudios sobre la cantería valenciana del siglo XV. En el artículo «El arte de corte de piedras en la arquitectura valenciana del cuatrocientos: Pere Compte y su círculo» y en el libro «Arquitectura gótica valenciana. Siglos XIII-XV», estudia la evolución hacia la esfericidad de las bóvedas valencianas de finales del siglo XV y cita varios ejemplos, entre ellos, la baída del primer piso de la torre de la Lonja de Mercaderes de Valencia, unas de las primeras baídas de cantería de España (Zaragozá 1998, 76-79; Zaragozá [2000] 2004, 172-179) [fig. 8]. Y en el artículo «Cuando la arista gobierna el apaño: bóvedas aristadas», analiza el despiece de dicha baída (Zaragozá 2010, 199-201).

Carlevaris (2000) ha publicado el trabajo «Le volte di de l'Orme - Problemi di ricostruzione di alcuni traits», donde examina algunos trazados para baídas del tratado «Le premier tome de l'architecture» del arquitecto francés Philibert De l'Orme (1567).

López Mozo (2000; 2002; 2003a; 2003b; 2004; 2008; 2009a; 2009b; 2009c) es autora de varios trabajos en los que analiza la geometría y la estereotomía de las bóvedas esféricas y baídas de cantería del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial. Destaca su tesis doctoral «Bóvedas de piedra del Monasterio de El Escorial», donde esta investigadora estudia las baídas escorialenses, por ejemplo, la que hay en la cocina, que presenta un intradós pseudo-esférico, o la del sotacoro de la basílica, que tiene un luquete plano (López Mozo 2009a, 326-350 y 356-365) [fig. 9].

Ruiz de la Rosa y Rodríguez Estévez (2002; 2011) han publicado dos artículos titulados «Capilla redonda en buelta redonda (SIC): aplicación de una propuesta teórica renacentista para la Catedral de Sevilla» y «Capilla redonda en buelta redonda: nuevas aportaciones sobre una monte renacentista en la Catedral de Sevilla». En ambos trabajos, estos investigadores analizan unas monteas del siglo XVI, localizadas en las azoteas de la Catedral de Sevilla, donde aparece el *desarrollo de conos*, un procedimiento gráfico utilizado en los trazados de cantería renacentistas para diseñar las plantillas con las que labrar las dovelas de una bóveda de intradós esférico.

Calvo es autor, en solitario y en colaboración con otros investigadores, de varios estudios que tratan sobre la estereotomía de las baídas. En el trabajo titulado «Estereotomía de la piedra», Calvo (2004) explica los métodos de traza y labra utilizados en la construcción pétrea y repasa los principales tipos de arcos, escaleras y bóvedas de cantería, entre ellos, las baídas. En el libro «Cantería renacentista en la catedral de Murcia», Calvo, Alonso Rodríguez, Rabasa y López Mozo (2005, 57-63, 79-92 y 197-210) estudian la estereotomía renacentista de la cúpula de media naranja y realizan levantamientos arquitectónicos y análisis estereotómicos de las dos baídas que cubren la sacristía y el archivo de la catedral murciana. En el artículo «Bóvedas renacentistas de intradós esférico y tórico en el antiguo obispado de Cartagena», Calvo y Alonso Rodríguez (2005) examinan varias baídas, por ejemplo, las que cubren las capillas mayores de las iglesias de Santiago Apóstol de Orihuela y del Salvador de Caravaca de la Cruz [fig. 10]. En el artículo «Bóvedas baídas en el ámbito castellano. La iglesia de Navamorcuende (Toledo)», Alonso Rodríguez y Calvo (2011) analizan las baídas de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende. En los artículos «El uso de monteas en los talleres catedralicios: el caso murciano» y «The tracing for the sail vault at the Murcia cathedral vestry: surveying a 16th-century full-scale working drawing», Calvo et al. (2010; 2013) estudian la montea hallada tras la cajonería de la sacristía de la Catedral de Murcia, que representa la planta y la sección vertical de la baída de la sacristía. En el trabajo «Los rasguños de Alonso de Guardia y la práctica de la cantería española en la Edad Moderna», Calvo (2015, 428-438) dedica un apartado al estudio de los trazados para bóvedas de media naranja, baídas y sobre pechinas del «Manuscrito de arquitectura y cantería» de Alonso de Guardia (ca. 1600). Por último, en el artículo «Philibert De l'Orme and Spanish stereotomy», Calvo (2016, 202-204) realiza varias observaciones sobre los trazados para baídas del tratado de De l'Orme (1567) y sus vínculos con la estereotomía española del siglo XVI.

Navarro Fajardo (2004; 2006; 2010a; 2010b) ha escrito varios trabajos sobre bóvedas valencianas de los siglos XIV al XVI. En los artículos «La Lonja de Valencia a la luz de las trazas de monteas» y «Las bóvedas de la Lonja de Valencia (España). Trazas y monteas», estudia la forma y el despiece de la baída que cubre el primer piso de la torre de la Lonja de Mercaderes de Valencia (Navarro Fajardo 2010a, 250-251; Navarro Fajardo 2010b, 250-251) [fig. 8].

Bravo Guerrero y Palacios, unas veces juntos y otras por separado, han publicado varios estudios sobre baídas construidas por cruceros (Bravo Guerrero 2009; Bravo Guerrero y Palacios 2009; Bravo Guerrero 2011; Palacios y Bravo Guerrero 2012; Bravo Guerrero 2013; Palacios y Bravo Guerrero 2013). Conviene resaltar los artículos «Bóvedas cuadradas por cruceros en España y México» y «Crossing trellis vaults in Spain and Mexico», en los que analizan la geometría de la baída del primer tramo de la nave central de la iglesia de N^a S^a de la Consolación de Cazalla de la Sierra (Bravo Guerrero 2009, 239-241; Bravo Guerrero y Palacios 2009, 239-242) [fig. 11].

Minenna (2011; 2012) es autor de dos trabajos que tratan sobre las baídas de cantería de la Lonja de Mercaderes de Sevilla, algunas de las cuales presentan una decoración labrada en el intradós sin correspondencia con el despiece [fig. 12]. Destaca su tesis doctoral, titulada «Forma e struttura dei sistemi voltati complessi nell'opera vandelviresca, prolegomeni alla relazione tra la pratica della stereotomia e l'apparato decorativo del Libro de traças de cortes de piedra di Alonso de Vandelvira», donde este investigador analiza algunos trazados para baídas del manuscrito de Vandelvira (ca. 1585) y realiza levantamientos arquitectónicos de varias baídas de la planta alta de la Lonja de Sevilla (Minenna 2012, 2: 87-128 y 163-252).

Figura 7. Baída en la torre-fachada de la iglesia de S. Juan de los Caballeros de Jerez de la Frontera.

Figura 8. Baída en la sala del primer piso de la torre de la Lonja de Mercaderes de Valencia (J. Calvo López).

Figura 9. Baída en el sotacoro de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 10. Baída en la capilla mayor de la iglesia del Salvador de Caravaca de la Cruz.

Figura 11. Baídas en las naves de la iglesia de Nª Sª de la Consolación de Cazalla de la Sierra.

Figura 12. Baídas en la planta alta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla.

Senent (2011; 2013; 2015; 2016) ha escrito varios estudios donde examina algunos aspectos relacionados con la geometría de las baídas. En el artículo «Las bóvedas irregulares del tratado de Vandelvira. Estrategias góticas en cantería renacentista», analiza los trazados para baídas con plantas irregulares del manuscrito de Vandelvira (ca. 1585) (Senent 2011). Y en su tesis doctoral «La deformación del tipo. La construcción de bóvedas no-canónicas en España (siglos XVI-XVIII)», cuestiona la relación entre bóveda baída y forma esférica, llegando a la conclusión de que una baída no tiene por qué ser perfectamente esférica (Senent 2016, 303-322). Además, conviene mencionar el artículo «Las bóvedas de la girola de la Catedral de Granada: ¿tradición constructiva o innovación renacentista?», donde Senent, Salcedo y Calvo (2016) estudian las baídas de crueros con planta trapezoidal de la girola de la Catedral de Granada.

Por último, merece la pena citar algunas publicaciones del autor de la presente tesis que están relacionados con las baídas renacentistas de cantería, por ejemplo: «La bóveda en la cárcel de comerciantes de la Lonja de Valencia» (Natividad 2012a), «Las pechinas de las bóvedas baídas en el manuscrito de Alonso de Vandelvira» (Natividad 2012b), «La geometría de la bóveda por cruceros de El Salvador de Caravaca de la Cruz» (Natividad y Calvo 2012), «Precisión del trazado de plantillas para pechinas de baídas por hiladas redondas según el manuscrito de Vandelvira» (Natividad y Calvo 2013), «La baída sobre planta pentagonal en la colegiata de Huéscar (Granada)» (Natividad y García 2013), «Estereotomía renacentista en el Levante: la Capilla cruzada de Orihuela» (Natividad 2014), «El despiece helicoidal de la baída del acceso de la iglesia de San Juan de los Caballeros (Jerez de la Frontera)» (Natividad y Calvo 2014) y Bóvedas baídas de cantería en el Renacimiento español: clasificación constructiva (Natividad 2016).

Estudios sobre territorios y edificios

Existen numerosos estudios que versan sobre la arquitectura del Renacimiento español y documentan la construcción de los edificios más representativos, algunos de los cuales albergan baídas de cantería en su interior. Hay estudios que tienen un ámbito de análisis general, por ejemplo, los de Gómez-Moreno Martínez ([1941] 1983; 1949), Camón (1945; [1959] 2000), Chueca (1953; [1965] 2001; 2001), Marías (1979; 1988; 1989; 1991a; 1991b; 1992; 1993a; 2008a), Checa (1989), Morales (1989) o Nieto Alcaide (1989). También hay otros estudios que, a diferencia de los anteriores, se pueden calificar de específicos, pues centran su atención en un territorio o edificio concreto. A continuación se citan los más relevantes.

Andalucía es una de las regiones con mayor número de baídas, sobre todo las provincias de Sevilla, Cádiz, Jaén y Granada. Sobre la arquitectura renacentista de Andalucía en general y de Sevilla, Cádiz, Jaén y Granada en particular, conviene resaltar los estudios de Hernández Díaz (1933), Hernández Díaz et al. (1943), Sancho de Sopranis (1964), Galera (1977; 1982; 1994; 2011c), Falcón (1983), Gómez-Moreno Calera (1987; 1989; 2000; 2004), Morales (1991a; 1993), López Guzmán (1992; 2006), Gómez Díaz-Franzón ([1993] 2003), Félez y López Guzmán (1994) y Villar (1994). Asimismo, se pueden mencionar varias publicaciones que tratan sobre edificios andaluces con baídas relevantes. Por ejemplo, sobre la Sacristía Mayor y la Capilla Real de la Catedral de Sevilla se pueden citar los estudios de Falcón (1979; 1980; 1994a) y Morales (1979; 1984). Sobre el Ayuntamiento renacentista de Sevilla los de Morales (1981a; 1981b; 1991b; 1992). Sobre la Lonja de Mercaderes de Sevilla los de Méndez (1981a; 1981b) y Pleguezuelo (1990). Sobre el Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla los de Jiménez Martín (1982; 1997a; 2007) y Morales (1997a). Sobre la

iglesia de S. Miguel de Jerez de la Frontera los de Hernández Díaz (1974) y Falcón (1994b). Sobre la iglesia Mayor Prioral de El Puerto de Santa María los de Falcón (1992) y Ruiz de la Rosa et al. (2010). Sobre la Catedral de Jaén los de Chueca ([1971] 1995, 151-193) y Galera (1983; 2009). Sobre la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda los de Campos Ruiz (1917; 1918; 1919a; 1919b), Chueca ([1971] 1995, 105-130) y Ruiz Ramos (2011). Sobre la iglesia del antiguo convento de S. Francisco de Baeza los de Chueca ([1971] 1995, 131-150; 1989) y Lázaro (2011). Sobre la iglesia de la Inmaculada Concepción de Huelma los de Chueca (1970; 1999), López Guzmán (1982; 2009) y Moreno (1984, 99-108). Y sobre la Catedral de Granada los de Gómez-Moreno Martínez ([1941] 1983, 65-75; 1963) y Rosenthal ([1961] 1990; 2005).

Otro foco fundamental de concentración de baídas de cantería es el monasterio de S. Lorenzo de El Escorial. Sobre su historia y construcción destacan los libros y artículos de Sigüenza ([1605] 1909), Portabales (1945), Rubio Calzón (1964), Andrés (1972), Martín Gómez (1986), Cervera (1986), Bustamante (1994) y Cano de Gardoqui (1994) entre otros.

En las provincias castellanas de Ávila y Toledo, próximas al monasterio de El Escorial, hay numerosos edificios con baídas de cantería. Sobre la arquitectura renacentista en estas regiones se pueden señalar los estudios de Gómez-Moreno Martínez ([1901] 1983), el Conde de Cedillo (1919), Marías (1983-1986), Vázquez (1987) y López Fernández (2011). Igualmente, conviene mencionar algunas publicaciones sobre edificios abulenses y toledanos con baídas relevantes. Por ejemplo, sobre la capilla de Mosén Rubí de Bracamonte de Ávila se pueden citar los estudios de Parrado (1981) y López Fernández (2011, 588-853). Sobre la iglesia del convento de S. Antonio de Ávila los de López Fernández (1982) y Sánchez Fuertes y López González (1997). Sobre la iglesia del convento de S. José de Ávila los de Cervera (1950; 1982). Sobre el Hospital de Tavera de Toledo los de Wilkinson-Zerner (1968) y Marías (2007). Y sobre la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende los de Sánchez Esteban (1992) y Gutiérrez Pulido (2009, 82-131).

En las provincias levantinas de Valencia, Alicante y Murcia existen edificios que albergan algunas de las primeras baídas del Renacimiento español. Sobre la arquitectura renacentista en estos territorios se pueden mencionar los libros y artículos de Gutiérrez-Cortines (1989), Bérchez (1994) y Gómez-Ferrer y Zaragoza (2008). De igual modo, conviene citar algunas publicaciones sobre edificios valencianos y murcianos con baídas relevantes. Sobre la Lonja de Mercaderes de Valencia se pueden señalar los estudios de Aldana (1988) y Zaragoza y Gómez-Ferrer (2007, 76-102). Sobre la Catedral de Murcia los de Bonet ([1966] 1987), Reyes (1968), Gómez Piñol (1970) y Vera (1993). Sobre la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela el de Gutiérrez-Cortines (1989, 250-270). Y sobre la iglesia del Salvador de Caravaca de la Cruz los de Pozo (1999; 2002).

En las provincias manchegas de Cuenca y Albacete también hay algunos pocos edificios con baídas relevantes. Sobre la arquitectura renacentista en estas zonas se pueden señalar los trabajos de Rokiski (1989a; 1989b), Santamaría (1975a; 1975b) y García-Saúco et al. (1999) entre otros. Y sobre la conocida capilla de los Muñoz de la Catedral de Cuenca, cubierta por dos baídas de cruceros, vale la pena indicar el artículo Rokiski (1974).

Por último, en el País Vasco también hay algunos edificios con baídas importantes. Sobre la arquitectura renacentista en esta región conviene mencionar los estudios de Arrázola (1967), Enciso et al. (1975), Barrio y Moya (1981), Barrio (1998) y Marías (1998). Y sobre la iglesia de S. Sebastián de Soreasu de Azpeitia, cuyas naves se cubren totalmente con baídas, se pueden citar los trabajos de Arrázola (1985) y Odriozola (1993).

Estudios sobre arquitectos

Existen diferentes estudios que analizan la vida y la obra de importantes arquitectos del siglo XVI que construyeron baídas de cantería por la geografía española, como es el caso, por ejemplo, de Andrés de Vandelvira, Diego de Riaño, Martín de Gaínza, Hernán Ruiz II, Francisco del Castillo el mozo, Alonso de Vandelvira o Pedro de Tolosa entre otros.

Andrés de Vandelvira fue maestro mayor de las Catedrales de Jaén y Cuenca y construyó varias baídas en edificios de Andalucía oriental, por ejemplo, en la sacristía de la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda [fig. 13] y en la desaparecida capilla mayor de la iglesia del antiguo convento de S. Francisco de Baeza. Sobre este arquitecto conviene destacar los trabajos de Chueca (1954; [1971] 1995; 1985; 2003), Pretel (1975), Moreno (1979; 2006), Gila y Ruiz Fuentes (1992), Galera (2000; 2008; 2011a), Herrera y Zapata (2005), Rokiski (2005) y León et al. (2006).

Diego de Riaño fue maestro mayor del arzobispado hispalense y construyó varias baídas en la ciudad de Sevilla y otras poblaciones cercanas, por ejemplo, en el Ayuntamiento renacentista de Sevilla [fig. 14] o en la Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla. Sobre este arquitecto se pueden mencionar las investigaciones de Morales (1981a, 52-55; 1981b, 29-37; 1984, 75-79; 1989, 134-142; 2011a).

Martín de Gaínza fue discípulo de Riaño y le sucedió en el cargo de maestro mayor del arzobispado hispalense. También construyó varias baídas en Sevilla y poblaciones cercanas, por ejemplo, en la Capilla Real de la Catedral de Sevilla [fig. 15]. Sobre este arquitecto se pueden citar los estudios de Morales (1984, 80-85; 1989, 196-200; 1997b) y Rodríguez Estévez (2011).

Hernán Ruiz II, al igual que los dos arquitectos anteriores, también fue maestro mayor del arzobispado hispalense. Construyó varias baídas en edificios de Andalucía occidental, por ejemplo, en la iglesia de S. Juan Bautista de Hinojosa del Duque [fig. 16]. Además, redactó un manuscrito conocido como «Libro de arquitectura» (Ruiz II, ca. 1565). Sobre este arquitecto y su manuscrito conviene señalar los libros y artículos de López Martínez (1949), Navascués (1971; 1974), Banda (1974a; 1975), Jiménez Martín (1980; 1998a; 1998b), Morales (1996; 1997c; 2011b), Gentil (1998), Pinto (1998a, 3: 13-32; 1998b), Ruiz de la Rosa (1998) y Ampliato (2002a).

Francisco del Castillo el mozo fue un arquitecto que en su juventud viajó a Italia y posteriormente volvió al sur de España, donde trabajó durante toda su vida y construyó varias baídas, por ejemplo, las que cubren las naves de la iglesia de la Inmaculada Concepción de Huelma [fig. 17]. Fue, además, el gran rival profesional de Andrés de Vandelvira. Sobre este arquitecto se pueden mencionar los estudios de Moreno (1984; 1989; 2006; 2011).

Alonso de Vandelvira, hijo de Andrés de Vandelvira, fue un maestro que construyó varias baídas en edificios de Andalucía, por ejemplo, en la basílica de N^a S^a de la Caridad de Sanlúcar de Barrameda [fig. 18]. No obstante, es más conocido por ser el autor del manuscrito de cantería «Libro de trazas de cortes de piedras» (Vandelvira, ca. 1585), donde se recoge una gran cantidad de trazados para baídas. Sobre este arquitecto y su manuscrito destacan los estudios de Barbé-Coquelin de Lisle (1977a; 1977b), Ruiz Calvente (1995) y Cruz Isidoro (2001; 2011a).

Por último, Pedro de Tolosa fue aparejador de cantería en las obras del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial, donde construyó algunas baídas, por ejemplo, la que cubre la cocina del convento. También levantó otras baídas en edificios de Ávila y Toledo. Sobre este maestro merece la pena citar las investigaciones de Parrado (1985), Sánchez Esteban (1991b), Rodríguez Robledo (1994) y Gutiérrez Pulido (2009).

Figura 13. Baídas en la sacristía de la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda.

Figura 14. Baída en la sala capitular baja del Ayuntamiento renacentista de Sevilla.

Figura 15. Baída en una sacristía de la Capilla Real de la Catedral de Sevilla.

Figura 16. Baída en la capilla bautismal de la iglesia de S. Juan Bautista de Hinojosa del Duque.

Figura 17. Baídas en las naves de la iglesia de la Inmaculada Concepción de Huelva.

Figura 18. Baídas en la basílica de Nª Sª de la Caridad de Sanlúcar de Barrameda.

PLANTEAMIENTO DE LA TESIS

Objetivos, contenido y estructura

Objetivos

Los estudios mencionados en el apartado anterior constatan que las bóvedas baídas de cantería gozaron de una extraordinaria difusión en la arquitectura española del siglo XVI y que los principales arquitectos de la época las utilizaron ampliamente en los edificios más representativos. Sin embargo, conviene advertir que la mayor parte de estos estudios, por no decir todos, centran su atención en un determinado territorio, edificio, arquitecto o manuscrito, de manera que analizan un número reducido de baídas y no siempre las ponen en relación con otras de diferentes contextos; por este motivo, están lejos de ofrecer una visión global y completa sobre este tipo de abovedamiento. Asimismo, se debe recordar que el origen de la baída renacentista de cantería en España ha sido y sigue siendo, hoy por hoy, objeto de debate entre los investigadores, y mientras que algunos opinan que pudo surgir como evolución de la bóveda de crucería gótica nacional, otros consideran que llegó a España por influencia del Renacimiento italiano.

En vista de todo ello, la presente tesis se ha propuesto realizar un estudio específico sobre las baídas renacentistas de cantería que proporcione un mejor conocimiento sobre su diseño y construcción, además de aportar una visión de conjunto sobre su aparición, evolución y difusión. Se trata, en definitiva, de estudiar la historia de la construcción de las bóvedas baídas de cantería en el Renacimiento español. Con esta intención, se plantean los siguientes objetivos:

- Estudiar los trazados de cantería del siglo XVI para baídas.
- Localizar, documentar y catalogar las baídas renacentistas de cantería españolas.
- Estudiar su diseño y construcción a partir de levantamientos arquitectónicos rigurosos.
- Realizar una clasificación tipológica atendiendo a criterios geométricos y constructivos.
- Plantear una hipótesis sobre su origen.
- Analizar su aparición, evolución y difusión a lo largo del Renacimiento español.

Contenido y estructura

Esta tesis se fundamenta en el estudio de dos fuentes de información principales. La primera son las fuentes escritas, es decir, los libros y manuscritos de arquitectura del siglo XVI que han llegado a nuestros días y que contienen trazados de cantería para baídas. El estudio de estos trazados, junto con los textos explicativos que los acompañan, ha sido fundamental para comprender los conocimientos teóricos de la época aplicados al diseño y la construcción de baídas. La segunda fuente de información es la obra construida, o sea, el conjunto de baídas renacentistas de cantería construidas en España entre finales del siglo XV y mediados del XVII. Para su investigación, primero se ha elaborado un catálogo de baídas, lo más exhaustivo posible, compuesto por una serie de fichas que recogen los datos más importantes de cada bóveda, y después se han realizado los levantamientos arquitectónicos rigurosos de una selección relevante de las mismas, a partir de los cuales se ha analizado su geometría y estereotomía. Podría decirse, por tanto, que el estudio de las fuentes escritas y la obra construida constituye, en realidad, el estudio de la teoría y práctica constructivas de las baídas renacentistas de cantería.

A continuación, con los datos recabados en los estudios anteriores, se ha confeccionado una clasificación de baídas atendiendo a criterios constructivos, aunque sin descartar los aspectos geométricos. Para ello, se han separado las baídas en tres grandes familias según estén construidas por hiladas, por cruceros o mediante una combinación de ambos, y dentro de cada familia se han analizado los diferentes tipos constructivos y sus variantes geométricas. En último lugar, se ha desarrollado un relato histórico sobre las baídas el Renacimiento español, donde se examina su posible origen, su evolución formal y constructiva, y su difusión por todo el territorio nacional, prestando especial atención a los arquitectos que las proyectaron.

Todo el contenido de la tesis se estructura en cinco capítulos y dos anexos, repartidos en dos tomos [fig. 19]. El primer tomo incluye los cinco capítulos, que están dedicados a la introducción, el estudio de los trazados de cantería, la clasificación constructiva, el relato histórico y las conclusiones. El segundo tomo recoge los dos anexos, que son el catálogo y los levantamientos.

Metodología e instrumental de investigación

Metodología de investigación de las fuentes escritas

Las fuentes escritas son los libros y manuscritos de arquitectura del siglo XVI que han llegado a nuestros días y que contienen trazados de cantería para baídas. En esta tesis se ha considerado fundamental el estudio de tres fuentes: el tratado «Le premier tome de l'architecture» de Philibert De l'Orme (1567) y los manuscritos «Libro de trazas de cortes de piedras» de Alonso de Vandelvira (ca. 1585) y «Manuscrito de arquitectura y cantería» de Alonso de Guardia (ca. 1600). Aunque se trata de documentos antiguos, su consulta no ha supuesto ningún problema, ya que están disponibles en las bibliotecas correspondientes, se han publicado varias ediciones facsímiles en papel y también existen copias digitales en diferentes portales de internet.

Por lo general, los trazados de cantería suelen ir acompañados de textos explicativos que describen con palabras las operaciones gráficas dibujadas en ellos. En el caso del tratado de De l'Orme y el manuscrito de Vandelvira no ha sido necesario transcribir estos textos, puesto que se han aprovechado las transcripciones hechas por otros investigadores: para De l'Orme se ha empleado la transcripción realizada bajo la dirección de Lemerle y Pauwels (De l'Orme [1567] 2004) y la traducción al inglés de Sanabria (1984, 2: 128-292) y para Vandelvira se ha utilizado la transcripción de Barbé-Coquelin de Lisle (Vandelvira ca. 1585 [1977]). Por el contrario, en el caso del manuscrito de Guardia sí que ha sido preciso transcribir varios textos, para lo cual se han tenido en cuenta los criterios y sugerencias sobre transcripciones paleográficas dados por Romero Talafí et al. (1995, 86-90).

Tan importantes como los textos son los trazados de cantería. En su estudio se ha empleado la siguiente metodología: en primer lugar, utilizando un programa de edición gráfica, se ha generado un archivo de imagen con una digitalización del trazado en alta resolución [fig. 20]; a continuación, se ha importado dicho archivo a un programa de CAD⁶; después, mediante las herramientas de diseño del programa de CAD, se han analizado las operaciones gráficas dibujadas en el trazado y se han cotejado paralelamente con las indicaciones proporcionadas en los

⁶ Un programa de CAD es un programa de dibujo por ordenador. Esta clase de programas se designan habitualmente con las siglas inglesas CAD que significan "computer-aided design", es decir, diseño asistido por computadora.

Figura 19. Contenido y estructura de la tesis.

Figura 20. Digitalización de un trazado de cantería.

Figura 21. Análisis gráfico de un trazado de cantería.

textos explicativos; por último, se han repetido las mismas operaciones gráficas con el programa de CAD y se ha redibujado el trazado en formato vectorial [fig. 21]. En general, se ha intentado redibujar todos los trazados de modo que resulten lo más fieles posible a los originales; no obstante, en algunos casos ha sido necesario corregir ciertos errores e incoherencias, y en otros casos se ha considerado oportuno añadir o modificar la posición de algunos elementos para facilitar al máximo la legibilidad del trazado. Asimismo, también se ha decidido emplear un sistema propio de notación para identificar los puntos, líneas, ejes, etc.

Metodología de investigación de la obra construida

La obra construida es el conjunto de baídas renacentistas de cantería construidas en España entre finales del siglo XV y mediados del XVII. Para su investigación, primero se ha elaborado un catálogo de baídas y después se han realizado levantamientos arquitectónicos rigurosos de una selección relevante, a partir de los cuales se ha analizado su geometría y estereotomía.

El catálogo está compuesto por una serie de fichas normalizadas que recogen los datos más importantes de las baídas. Estos datos se presentan agrupados en seis secciones diferentes denominadas: fotografía, edificio, bóveda baída, descripción, historia constructiva y bibliografía. Por lo general, cada ficha corresponde a una única baída; sin embargo, en algunos casos una misma ficha puede agrupar a varias baídas que se consideren idénticas, es decir, que tengan la misma forma, despiece, autor y cronología constructiva.

Se ha procurado hacer un catálogo lo más exhaustivo posible, para lo cual se han revisado las publicaciones más significativas en el campo de la historia de la arquitectura y la construcción del ámbito nacional, y también un buen número de publicaciones de carácter regional. Pese a ello, no se puede descartar la posibilidad de que alguna baída haya pasado inadvertida o que en futuras investigaciones se localicen nuevos ejemplos. Además, conviene subrayar que el catálogo no incluye, por quedar fuera del ámbito de la tesis, las baídas construidas con albañilería⁷, las baídas con decoración barroca⁸ y las bóvedas de crucería con intradós esférico o casi esférico⁹. Tampoco se han tenido en cuenta aquellas baídas con el intradós cubierto por un revestimiento en las que no se haya podido distinguir el material de construcción¹⁰.

Por su parte, los levantamientos arquitectónicos se han realizado para una selección relevante de baídas, extraídas del catálogo, que presentan características formales o constructivas singulares que las destacan del resto. La metodología de levantamiento ha sido la siguiente: en primer lugar, mediante el empleo de una estación total láser¹¹, se han obtenido las coordenadas tridimensionales de todos los puntos necesarios para definir la forma y el despiece de la baída; a continuación, estas coordenadas se han guardado en un archivo de texto y se han importado a un programa de CAD, generando así un archivo gráfico con una nube de puntos [fig. 22]; luego, estos puntos se han unido convenientemente con líneas rectas y curvas para formar un modelo alámbrico tridimensional [fig. 23]; por último, a partir de las líneas rectas y curvas anteriores se

⁷ Por ejemplo, las baídas de la girola de la Catedral de Málaga (Senent 2013, 1000; Senent 2016, 458).

⁸ Por ejemplo, las baídas de la nave de la iglesia del Sagrario de la Catedral de Sevilla (Bravo Bernal 2008, 53-54).

⁹ Por ejemplo, la baída de la sacristía de la iglesia del monasterio de Sta. M^a del Parral de Segovia o la que hay en la capilla del Sto. Cristo de las Batallas de la Catedral Nueva de Salamanca (Palacios 2009a, 185-190).

¹⁰ Por ejemplo, las baídas de la iglesia del Hospital de Santiago de Úbeda (Chueca [1971] 1995, 195-216).

¹¹ Una estación total láser es un instrumento electro-óptico formado por la combinación de un teodolito, un distanciómetro y un microprocesador. Se utiliza para medir distancias y ángulos con precisiones milimétricas y proporciona estas medidas en diferentes formatos, por ejemplo, en archivos de texto, en dibujos de CAD, etc.

Figura 22. Nube de puntos 3D de una bóveda baída.

Figura 23. Modelo alámbrico 3D de una bóveda baída.

Figura 24. Modelo con superficies 3D de una bóveda baída.

han generado una serie de superficies con objeto de proporcionar sensación de materialidad al modelo [fig. 24]. El resultado final es un levantamiento tridimensional del intradós de la baída que representa con rigor su forma y despiece. La ventaja principal de esta clase de levantamientos es que se pueden analizar, revisar o editar desde el propio programa de CAD, de manera que facilitan enormemente el estudio geométrico y estereotómico de las baídas de cantería y, además, posibilitan la obtención de cualquier tipo de plano o perspectiva bidimensional en cualquier sistema de representación.

Por lo general, cada levantamiento corresponde a una única baída; sin embargo, en algunos casos un mismo levantamiento puede agrupar a varias baídas que sean de dimensiones pequeñas y que estén construidas una al lado de otra. Todos los levantamientos se componen de cuatro láminas: la primera lámina contiene una perspectiva axonométrica¹² que proporciona una vista general del intradós de la baída, la segunda y la tercera incluyen una planta y varias secciones verticales en las que se analizan la geometría y la estereotomía de la baída, y la cuarta muestra una vista de la nube de puntos y el modelo alámbrico tridimensional de la baída.

Instrumental de investigación

En la investigación de las fuentes escritas y la obra construida se han empleado los siguientes programas informáticos e instrumentos:

- Programa de edición gráfica Adobe Photoshop CS5: se ha utilizado para editar los archivos de imagen con las digitalizaciones de los trazados de cantería en alta resolución.
- Programa de CAD Rhinoceros 5: se ha utilizado, por un lado, para dibujar los trazados de cantería en formato vectorial, y por otro lado, para modelar y estudiar los levantamientos tridimensionales de las baídas.
- Estación total láser Leica FlexLine TS02: se ha utilizado en la medición de las coordenadas tridimensionales de los puntos que definen la forma y el despiece de las baídas.
- Cámara digital réflex Canon EOS 550D con objetivo de 18-55mm: se ha utilizado en la toma de fotografías digitales de las baídas.

Referencias internas

En esta tesis se utilizan varias referencias internas que sirven para citar el contenido de la propia tesis y facilitar su localización al lector. Estas referencias internas siempre aparecen entre corchetes y con forma abreviada. Son las siguientes:

- [fig.] hace referencia a una figura incluida entre el texto, que puede ser una fotografía, un dibujo, una tabla, etc. Por ejemplo: [fig. 8] se refiere a la figura número 8.
- [cat.] hace referencia a una ficha del catálogo del primer anexo. Por ejemplo: [cat. 110] se refiere a la ficha del catálogo que hay en la página 110.
- [lev.] hace referencia a un levantamiento del segundo anexo. Por ejemplo: [lev. 303-306] se refiere al levantamiento que hay entre las páginas 303 y 306.

¹² En todos los levantamientos se han realizado perspectivas axonométricas oblicuas, concretamente perspectivas militares, cuya característica principal consiste en que la planta, o cualquier otro plano horizontal, se representa en verdadera magnitud.

CUESTIONES PREVIAS

En este apartado se repasan varias cuestiones relacionadas con la geometría de la bóveda baída y la estereotomía de las bóvedas esféricas que serán de utilidad en los siguientes capítulos de la tesis. También se citan algunos ejemplos de baídas de cantería anteriores al siglo XVI y se ofrecen algunos datos sobre el origen de la voz *baída*.

Geometría de la bóveda baída

En general, se puede definir *bóveda baída* como el tipo de bóveda que se obtiene al cortar una superficie semiesférica mediante los cuatro planos verticales correspondientes a los lados de un rectángulo inscrito en su base circular¹³ [fig. 25]. Las intersecciones entre los planos y la superficie semiesférica son unos arcos circulares que se denominan arcos formeros¹⁴, las superficies esféricas triangulares comprendidas entre los arcos formeros reciben el nombre de pechinas¹⁵ y el casquete esférico superior que descansa sobre las pechinas se llama luquete¹⁶.

Algunas variantes geométricas frecuentes

Como más adelante habrá ocasión de comprobar, las baídas renacentistas de cantería presentan un gran número de variantes geométricas que no se ajustan exactamente a la definición anterior. No obstante, conviene exponer aquí algunas variantes que aparecen con frecuencia, tanto en los trazados de cantería como en la obra construida [fig. 25]:

- La baída de planta poligonal se genera cuando la planta inscrita en la base circular de la superficie semiesférica que define el intradós es cualquier polígono distinto del cuadrado o del rectángulo. Por ejemplo, si el polígono es un triángulo, la baída resultante tendrá planta triangular, tres arcos formeros y tres pechinas.
- La baída de sección rebajada o escarzana, también conocida como cúpula de Bohemia, se genera cuando la planta es un polígono interior a la base circular de la superficie semiesférica que define el intradós. Las pechinas de esta baída arrancan por encima del plano horizontal que contiene a la base circular y sus arcos formeros son escarzanos.
- La baída de pechinas trapeziales se genera cuando la planta es un polígono que sobrepasa el perímetro de la base circular de la superficie semiesférica que define el intradós. Se puede entender como la baída opuesta a la cúpula de Bohemia.

¹³ El Diccionario de la lengua española de la RAE define baída como "bóveda formada por una semiesfera cortada por cuatro planos verticales, que corresponden a los lados de un rectángulo inscritos en un círculo".

¹⁴ Dependiendo de la ubicación que ocupe una baída dentro de un edificio, sus arcos de apoyo pueden ser formeros, fajones, perpiaños, torales, etc. Pero si no se especifica la ubicación, estos arcos se pueden llamar formeros en general. De hecho, el Diccionario de la RAE define formero como "cada uno de los arcos en que descansa una bóveda baída".

¹⁵ El Diccionario de la RAE define pechina como "cada uno de los cuatro triángulos curvilíneos que forman el anillo de la cúpula con los arcos torales sobre los que estriba". En el caso de una baída estándar de planta cuadrada e hiladas redondas, las pechinas son las superficies esféricas triangulares delimitadas lateralmente por los arcos formeros y superiormente por el círculo menor tangente a las claves de los formeros. Ahora bien, conviene advertir que existen otros casos de baídas en los que la delimitación superior de las pechinas es más confusa, por ejemplo, en las baídas de planta rectangular e hiladas redondas, en las baídas de hiladas cuadradas, etc.

¹⁶ El Diccionario de la RAE define luquete como "casquete esférico que cierra la bóveda baída" y casquete esférico como "parte de la superficie de la esfera, cortada por un plano que no pasa por su centro".

Figura 25. La bóveda baída y algunas variantes geométricas frecuentes.

- La baída de sección oval, a diferencia de las anteriores, no presenta un intradós perfectamente esférico. Para generarla, primero se revoluciona un trazado oval alrededor de un eje vertical, obteniendo así una superficie compuesta por una porción de toro inferior¹⁷ y un casquete esférico superior. Después se corta esta superficie mediante los planos verticales correspondientes a los lados de la planta y se obtiene la baída.

Estereotomía de las bóvedas esféricas

La estereotomía de una baída de cantería es, en líneas generales, similar a la de cualquier otro tipo de bóveda esférica. Por este motivo, resulta oportuno recordar algunos conceptos básicos sobre la estereotomía de las bóvedas esféricas.

Sobre la Estereotomía o el arte de cortar piedras

Normalmente, el problema estructural de las fábricas de ladrillo, mampostería o piedra de cantería no es tanto una cuestión de resistencia sino de estabilidad, de modo que el factor crítico no es la capacidad resistente del material, sino la forma de la fábrica¹⁸. El ladrillo o la mampostería permiten el empleo de piezas de tamaño reducido que se adaptan a la forma de la fábrica gracias al mortero de rejuntado. Por el contrario, en las obras ejecutadas con piedra de cantería es necesario dividir o despiezar la fábrica en sillares y dovelas que cumplan una serie de requisitos: en primer lugar, deben tener una forma tal que se puedan labrar sin emplear más trabajo o material del necesario; en segundo lugar, deben tener un tamaño relativamente grande, para que el trabajo de labra no sea desproporcionado, aunque no pueden ser excesivamente grandes, pues se han de poder transportar y elevar con los medios disponibles; y en tercer lugar, deben tener sus juntas de contacto dispuestas en una posición mecánicamente adecuada, es decir, con una orientación más o menos ortogonal respecto de las tensiones de compresión o línea de empujes¹⁹.

El despiece ha sido siempre un problema fundamental en la construcción con piedra de cantería, y así lo acreditan los numerosos libros de arquitectura que a lo largo de la historia han venido aportando diferentes soluciones al respecto. De hecho, a partir de los siglos XVII y XVIII esta materia se convirtió en una disciplina académica denominada *Estereotomía*, o arte de cortar piedras, cuyo posterior desarrollo dio lugar a la aparición, a finales del siglo XVIII, de la Geometría Descriptiva e, indirectamente, de la Geometría Proyectiva (Loria 1921; Taton 1954; Gentil 1982; Palacios 1987a; Palacios [1990] 2003; Sakarovitch 1992; Serres 1993; Sakarovitch 1997; Rabasa 2000; Calvo 2004; Sakarovitch 2009; Calvo 2011).

Los métodos de labra

En general, la construcción con piedra de cantería es un proceso que puede dividirse en tres fases sucesivas: la primera fase sería la traza, que consiste en la realización de un trazado,

¹⁷ En geometría, un toro es una superficie de revolución generada por una circunferencia que gira alrededor de una recta exterior coplanaria.

¹⁸ Se han publicado numerosos estudios sobre los problemas estructurales de las fábricas. Se pueden citar, por ejemplo, los de Heyman ([1966...] 1995; [1995] 1999; [1998] 2004; [1999] 2001), Huerta (1990; 2004; 2005) o Mas-Guindal (2005; 2011) entre otros.

¹⁹ Sobre la relevancia de la orientación de las juntas respecto de la línea de empujes, véase los trabajos de Rabasa (2000, 19-23), Aita (2003) y Heyman (2009).

montea o dibujo técnico a escala natural donde se diseña la forma de la fábrica y su despiece; la segunda sería la labra, que consiste en la ejecución de los sillares y dovelas que conforman la fábrica; y la tercera sería la obra, es decir, la elevación de la fábrica mediante el asiento de los sillares y dovelas previamente labrados.

En el siglo XVI se utilizaban dos métodos principales para labrar las dovelas de piedra: el primer método es el que se denomina labra *por robos*²⁰ o *por escuadría* y el segundo es el que se conoce como labra *por plantas*²¹, aunque varios investigadores también lo han llamado labra por baivel, por caras y método directo (Palacios 1986, 102-104; Palacios 1987a, 796-800; Palacios 1987b, 77-79; Palacios [1990] 2003, 18-20; Rabasa 1996, 429; Calvo 1999, 1: 219; Rabasa 2000, 152-154; Calvo et al. 2005, 58-59; Rabasa 2007, 9). En general, para labrar una dovela por robos hay que proceder de la siguiente manera [fig. 26]: primero se obtienen unas plantillas con las proyecciones ortogonales de la dovela, luego se marcan estas plantillas sobre las caras de una escuadría o bloque de piedra ortoédrico lo bastante grande como para contener el volumen de la dovela, y por último se corta o *roba* la piedra sobrante de la escuadría utilizando como referencias las marcas hechas en las caras. Por su parte, para labrar una dovela por plantas se debe hacer lo siguiente [fig. 27]: primero se obtiene una plantilla con la cara de intradós de la dovela, después se labra la superficie de intradós sobre un bloque de piedra, luego se marca la plantilla en dicha superficie, y finalmente se tallan las caras de la dovela usando como referencia la marca hecha en la superficie de intradós y comprobando la correcta ejecución con un baivel²².

Cada método de labra requiere unas plantillas distintas: en la labra por robos se emplean unas plantillas con las proyecciones ortogonales de la dovela y en la labra por plantas se utiliza una plantilla con la cara de intradós de la dovela. Los libros de arquitectura del siglo XVI exponen trazados de cantería donde se obtienen las plantillas para labrar las dovelas por ambos métodos, aunque no suelen indicar con claridad cuál debe aplicarse en cada caso²³. Ahora bien, cuando se trata de bóvedas esféricas, la mayoría se decantan por obtener las plantillas con las caras de intradós para labrar las dovelas por plantas²⁴.

El desarrollo de conos, las plantillas de intradós y la labra por plantas de una bóveda esférica

La bóveda esférica de cantería más sencilla y común es la bóveda semiesférica o de media naranja despiezada por hiladas redondas. Varios estudios explican con detalle cómo trazar y labrar por plantas las dovelas para este tipo de bóveda (Palacios 1987a, 391-404; Palacios [1990] 2003, 188-195; Rabasa 1996, 429-431; Rabasa 2000, 160-183; Calvo et al. 2005, 57-63; Rabasa 2007, 11-55). Pese a ello, conviene recordar algunas cuestiones básicas sobre este tema.

²⁰ Vandelvira (ca. 1585) y Martínez de Aranda (ca. 1600) llaman a este método labra "por robos".

²¹ Vandelvira (ca. 1585) denomina a este método labra "por plantas" en un par de ocasiones, Martínez de Aranda (ca. 1600) lo designa labra "por plantas al justo" y Guardia (ca. 1600) labra "por plantas por cara".

²² El baivel es un instrumento similar a la escuadra, pero con un brazo curvo y otro recto. Sobre este y otros instrumentos de traza y labra del siglo XVI, véase los trabajos de Palacios (1987a, 792-795; [1990] 2003, 17-18) y Calvo (1999, 1: 117-262; 2001).

²³ Derand (1643) es el primer autor que indica sistemáticamente el método de labra que debe utilizarse en cada trazado. Según explica, existen dos métodos: la labra "per équarrissement" y "per panneaux", es decir, la labra por escuadría y por paneles, o lo que es lo mismo, la labra por robos y por plantas (Pérouse de Montclos [1982] 2001, 90-91; Palacios 1987a, 796; Palacios [1990] 2003, 20; Sakarovitch 1997, 117-121; Rabasa 2000, 152).

²⁴ Existen algunas pocas excepciones, por ejemplo, el trazado denominado "Buena de cúpula" de Guardia (ca. 1600, 69v), donde se obtienen las plantillas para labrar las dovelas de una bóveda semiesférica por robos y por plantas (Calvo 2015, 428-432).

Figura 26. Labra *por robos* de una dovela de una bóveda semiesférica de hiladas redondas.

Figura 27. Labra *por plantas* de una dovela de una bóveda semiesférica de hiladas redondas.

Se dice que una bóveda semiesférica está despiezada por hiladas redondas cuando está dividida en una serie de hiladas circulares horizontales que van apoyando, unas sobre otras, desde la base hasta la clave. Entre dos hiladas consecutivas existe una junta de contacto definida por una superficie troncocónica cuyo vértice se localiza en el centro de la bóveda, es decir, en el centro de la superficie semiesférica. Y entre dos dovelas adyacentes de una misma hilada existe una junta de contacto definida por un plano vertical que pasa por el centro de la bóveda. Como consecuencia de este despiece, la dovela estándar de una bóveda semiesférica presenta seis caras diferentes [fig. 28]: la cara interior o de intradós, que es una superficie esférica; las caras o lechos inferior y superior, que son dos superficies troncocónicas que representan las juntas de contacto con las hiladas inferior y superior respectivamente; las caras laterales, que son dos superficies planas que representan las juntas de contacto con las dovelas adyacentes de la misma hilada; y la cara exterior o de extradós, que, en caso de labrarse, podría adoptar forma de superficie esférica paralela a la cara de intradós.

Para labrar por plantas las dovelas de una bóveda semiesférica es necesario utilizar unas plantillas con las caras de intradós de las dovelas. Estas *plantillas de intradós* se pueden obtener mediante diferentes procedimientos gráficos, aunque el más habitual es el que se conoce como *desarrollo de conos*²⁵. Como ahora se verá, este procedimiento consiste en asemejar el intradós de la bóveda a varios troncos de cono, tantos como hiladas tenga la bóveda, para luego desarrollarlos y obtener las plantillas correspondientes. Imaginemos, por ejemplo, que se desea utilizar el desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós de una bóveda semiesférica de tres hiladas redondas, incluida la clave [fig. 29]. En este caso, las hiladas y la clave tienen juntas de contacto, denominadas lechos, que se muestran en el intradós como circunferencias horizontales. En cada hilada se puede disponer un tronco de cono cuyas bases inferior y superior sean las circunferencias de los lechos inferior y superior de la hilada; y en la clave, que solo tiene un lecho, se puede disponer una superficie plana circular cuyo perímetro coincida con la circunferencia del lecho. De esta manera, se asemeja el intradós esférico de la bóveda a dos troncos de cono y una superficie plana circular. Luego se desarrollan los dos troncos de cono sobre el plano²⁶, utilizando para ello sus vértices, que están ubicados sobre un eje vertical que pasa por el centro de la bóveda. Por último, se delimitan lateralmente los desarrollos y se obtienen unas porciones de menor tamaño que son, en realidad, las plantillas de intradós de las dovelas. Para la clave, la plantilla de intradós es la superficie plana circular.

Los libros de arquitectura del siglo XVI exponen trazados de cantería donde los desarrollos de conos no aparecen delimitados lateralmente. Se entiende, por tanto, que estos desarrollos se pueden delimitar por donde interese, para confeccionar plantillas más o menos largas que permitan labrar dovelas de mayor o menor longitud, lo que parece bastante lógico si se pretende

²⁵ El procedimiento de *desarrollo de conos* aparece en los trazados de cantería de numerosos libros de arquitectura de los siglos XVI, XVII y XVIII, por ejemplo, en los tratados y manuscritos de De l'Orme (1567), Vandelvira (ca. 1585), Guardia (ca. 1600), San Nicolás (1639), Jousse (1642), Derand (1643), Gelabert (1653), Torija (1661), Portor y Castro (1708), Tosca ([1707-1715] 1727) o Frézier (1737-1739) entre otros. Además, también se sabe que era utilizado en la práctica constructiva, tal y como demuestran varias monteas y otras trazas de los siglos XVI, XVII y XVIII documentadas en la geografía española, por ejemplo, las monteas en las azoteas de la Catedral de Sevilla (Ruiz de la Rosa y Rodríguez Estévez 2002; Ruiz de la Rosa y Rodríguez Estévez 2011), las trazas para la cúpula del crucero de la Catedral de Segovia (Alonso Rodríguez et al. 2009a), la monteas en la iglesia del Sagrario de la Catedral de Sevilla (Bravo Bernal 2011) o las monteas en la fachada de la iglesia de Santa Columba de Carnota (Taín 2006, 3017; Taín y Natividad 2011).

²⁶ En geometría, desarrollar un cono sobre el plano significa extender su superficie sobre el plano.

Figura 28. Geometría de la dovela estándar de una bóveda semiesférica de hiladas redondas.

Figura 29. El *desarrollo de conos* aplicado a una bóveda semiesférica de tres hiladas redondas, incluida la clave.

aprovechar al máximo el bloque de piedra traído de la cantera. Ahora bien, si por cualquier razón fuera preciso labrar dovelas con unas longitudes determinadas, primero habría que definir estas longitudes en el trazado de la bóveda, concretamente en los arcos de circunferencia que representan los lechos inferiores y superiores de las dovelas, y luego habría que trasladarlas a los desarrollos, concretamente a los arcos de circunferencia que representan los bordes circulares inferiores y superiores de las plantillas. De esta manera, se podrían diseñar plantillas con las dimensiones adecuadas para labrar dovelas con las longitudes requeridas. Sin embargo, conviene advertir que para trasladar con precisión las longitudes entre los arcos de circunferencia sería necesario rectificarlos²⁷ previamente, dado que tienen radios diferentes.

Una vez obtenidas las plantillas de intradós, se puede iniciar la labra por plantas de las dovelas [fig. 27]. Para ello, primero se talla la superficie de intradós sobre un bloque de piedra, comprobando su esfericidad con una cercha circular. Después se aplica la plantilla sobre la superficie y se marca su contorno, obteniendo así la cara de intradós de la dovela. Los libros de arquitectura del siglo XVI no explican con claridad cómo hay que aplicar esta plantilla, pero, desde un punto de vista estrictamente geométrico, lo lógico sería disponerla de forma que sus bordes circulares inferior y superior entrasen en contacto con la superficie y sus bordes laterales permaneciesen rectos y separados de la superficie. No obstante, esta precaución suele ser excesiva y la práctica constructiva demuestra que si se presiona la plantilla completamente, aplastándola contra la superficie, el error cometido es despreciable. En cualquier caso, es evidente que la plantilla debe adaptarse a la superficie de intradós cóncava, por lo que tendría que estar fabricada con un material flexible, por ejemplo, latón, cartón o papel grueso²⁸.

Después de dibujar la cara de intradós de la dovela, se puede comenzar a labrar las otras caras, controlando su correcta ejecución con un baivel. Para ello, durante el proceso de labra se va apoyando el brazo curvo del baivel sobre la cara de intradós y el brazo recto sobre la cara en ejecución. Cuando la esquina del baivel apoya sobre las aristas circulares inferior y superior de la cara de intradós, el brazo recto define las superficies cónicas de los lechos inferior y superior; y cuando apoya sobre las aristas rectas laterales, el brazo recto define las superficies planas de las caras laterales²⁹. Por su parte, la cara de extradós normalmente solo se desbasta, pero, en caso de labrarse, podría adoptar forma de superficie esférica paralela a la cara de intradós.

Bóvedas baídas de cantería anteriores al siglo XVI

No se conocen muchos ejemplos de baídas de cantería anteriores al siglo XVI, aunque se pueden citar algunos. Choisy ([1883] 1997, 89-92) ha señalado la existencia de una baída en las termas occidentales de las ruinas de Gerasa, en Jordania, probablemente de construcción romana [fig. 30-31], y otras en la parte bizantina de la mezquita de Al-Aqsa, en la Explanada de las Mezquitas de Jerusalén, que podrían ser del siglo VI [fig. 32-33]. Según este investigador, todas

²⁷ En geometría, rectificar un arco significa hallar gráficamente su longitud, normalmente sobre una recta.

²⁸ Derand (1643, 3) y Gelabert (1653, 50v) señalan que las plantillas de intradós deben fabricarse con un material flexible (Rabasa 1996, 429; Rabasa 2000, 174-175; Calvo 2002, 341-342; Rabasa 2011, 130).

²⁹ Guardia (ca. 1600, 87v) explica este procedimiento en el trazado para una bóveda semiesférica denominado "Capilla por hiladas en buelta de cúpula". Según indica: "para labrar las piezas desta dicha capilla, les labrarás las caras con la çercha de la buelta de cúpula, cortándolas con la forma que tubieren sus plantas por cara, dándoles a los lechos y xuntas la tirantez que causare el bayvel de la dicha buelta de cúpula" (Rabasa 1996, 429; Rabasa 2000, 174; Calvo 2015, 430-432).

Figuras 30 y 31. Bóveda de hiladas redondas en las termas occidentales de Gerasa, en Jordania (plano: Choisy [1883] 1997, lámina XV; fotografía: É. Seigne).

Figuras 32 y 33. Bóvedas rebajadas de hiladas redondas en la mezquita de Al-Aqsa de Jerusalén, en Israel (plano: Choisy [1883] 1997, lámina XV; dibujo: C. Haag 1863).

Figuras 34 y 35. Bóveda de pechinas trapeziales e hiladas redondas en el tetrápilo del norte de Gerasa, en Jordania (É. Seigne).

estas baídas tienen el intradós esférico y presentan el mismo despiece: pechinas con hiladas de lechos definidos por un haz de planos radiales cuya recta común es horizontal pasa por el centro de la baída y luquete con hiladas de lechos definidos por superficies cónicas con vértices localizados en el centro de la baída. En sus propias palabras, se trata de soluciones constructivas singulares que parecen pertenecer más a la escuela local de Siria que al patrimonio común de la arquitectura bizantina .

Choisy ([1883] 1997, 59-61) también habla de unas cúpulas de grandes sillares que cubren las encrucijadas de las grandes vías de Gerasa , seguramente en referencia a las bóvedas que cubren el interior de los tetrápilos³⁰. En la actualidad, el tetrápilo del sur está en ruinas, pero el del norte, que todavía sigue en pie, conserva una baída de pechinas trapeciales e hiladas redondas [fig. 34-35]. Según Choisy, estas bóvedas tienen sus lechos troncocónicos, como los de las cúpulas modernas, pero con irregularidades de detalle bastante frecuentes .

Coupey y Frézouls (1956) han documentado dos baídas de hiladas cuadradas en el teatro romano de Philippopolis, en la ciudad de Shahba, en Siria, construidas al parecer durante el siglo III [fig. 36-37]. Cubren unos pequeños espacios de planta rectangular donde acometen galerías de diferente altura, lo que genera arcos formeros desiguales. Sin embargo, las baídas se resuelven sin problemas mediante hiladas cuadradas, despiece que, en opinión de varios investigadores, es especialmente apropiado para adaptarse a condiciones de borde irregulares (López Mozo 2009a, 322-323 y 512-513; López Mozo et al. 2011, 744; Senent 2016, 320-322).

Dentro de España cabe mencionar la bóveda del crucero la iglesia de Sta. M^a de Melque, construida entre los siglos VII y VIII, cerca de San Martín de Montalbán, en la provincia de Toledo [fig. 38-39]. Gómez-Moreno Martínez (1919, 23-24) la describe, en primera instancia, como una bóveda cupuliforme, aparejada de sillería y procediendo por anillos, como si fuese baída , pero a continuación observa que en los arranques hay unas aristas que se desvanecen por encima de los arcos torales y, en vista de ello, concluye que se trata de una bóveda de aristas muy capitalizada . Por su parte, Caballero y Latorre (1980, 612) indican que la bóveda da la sensación de ser baída con nervios , aunque después la definen como cúpula de cuatro gallones diluidos en su centro debido a un achatamiento en su polo . En cualquier caso, es una bóveda de piedra que se enfrenta al problema de cubrir una planta cuadrada utilizando una geometría más o menos esférica, tal y como ha señalado López Mozo (2009a, 76-78 y 322).

Por último, también dentro de España, Molina Rozalem (2013) ha documentado varias baídas de piedra en torres defensivas del antiguo reino de Sevilla pertenecientes a los siglos XIV y XV. Se trata, concretamente, de dos baídas en la torre del homenaje del Castillo de las Aguzaderas, una en la sala anexa a la torre del homenaje del Castillo del Coronil, dos en la Torre del Águila, dos más en la Torre Lopera [fig. 40-41] y otra en la Torre de Gandul (Molina Rozalem 2013, 195-200, 201-208, 209-215, 223-238 y 277-284). Todas estas baídas están construidas con un aparejo de hiladas redondas formadas por dovelas pétreas; ahora bien, dichas dovelas presentan unas dimensiones bastante reducidas, de manera que no se puede hablar estrictamente de estereotomía, sino más bien de albañilería realizada con sillarejo. En cualquier caso, son ejemplos interesantes que demuestran que la baída era un tipo de bóveda conocida y empleada en el sur de España antes de la llegada del Renacimiento.

³⁰ Un tetrápilo es un antiguo monumento de planta cuadrada con cuatro accesos, uno en cada lado, que se construía sobre el cruce de dos vías perpendiculares.

Figuras 36 y 37. Baída de hiladas cuadradas en el teatro romano de Philippopolis, en Siria (Coupel y Frézouls 1956, pl. IX fig. 2-3 y pl. XXIX fig. 2).

Figuras 38 y 39. Bóveda de piedra en el crucero de la iglesia de Sta. Mª de Melque, cerca de San Martín de Montalbán, en Toledo (plano: Caballero y Latorre 1980, plano 33; fotografía: M. I. González).

Figuras 40 y 41. Baída de sillarejo aparejado por hiladas redondas en la torre Lopera, cerca de Utrera, en Sevilla (Molina Rozalem 2013, 228-229).

Origen de la voz *baída*

Varios investigadores consideran que la voz *baída* es de origen árabe. Por ejemplo, Eguílaz (1886, 342-343) opina que *bayde* probablemente provenga de *bayt*, habitación, ermita, casa (sea de madera o tienda), figura cuadrada, o de *bayde*, yelmo, capacete, acaso por la forma de la construcción, y cita unas ordenanzas de Sevilla del siglo XIV³¹ que incluyen, en el folio 150r, una sección titulada *De los Albañies* donde puede leerse: Otrosí ordenamos e mandamos que el dicho maestro sepa edificar las capillas siguientes: bayde, y de alboayres, e ochavada, y no ochavo de ocho y de diez y seis, y de aresta, y de un cruzero, y de cinco claves, y de lazo y de otras muchas maneras. Paniagua ([1978] 2009, 65) piensa igual que Eguílaz y señala que la voz *baída* proviene del árabe y significa casco, capacete (originariamente huevo, cosa blanca). Corriente (1999, 253) también considera que *baída* deriva de la palabra árabe *baydah*, que significa yelmo, y apunta que quizás su único fundamento sea el *bayde* que Eguílaz cita de unas ordenanzas sevillanas, según las cuales la capilla *bayde* podría ser la de forma oval o esférica, de aquella voz árabe en sus sentidos de huevo y yelmo. Por último, García Turza (2004, 99-102), al igual que los anteriores, indica que el significado originario de la voz es yelmo o casco. En vista de ello, parece que no sería descabellado suponer que las bóvedas baídas recibieron su nombre de la palabra árabe *baída* porque su forma era semejante a la de un huevo o un yelmo.

Varios documentos confirman que durante el siglo XVI la palabra *baída* se empleaba en los ámbitos relacionados con la construcción, al menos en el sur de España. Por ejemplo, en las ordenanzas de Sevilla anteriormente citadas se indicaba que un maestro debía saber construir diferentes tipos de bóvedas, entre las que estaba la *bayde*. También hay noticias de que en el año 1563 el arquitecto Hernán Ruiz II fue contratado para edificar una capilla en una iglesia de Sevilla cuya bóveda debía cerrarse de media naranja, o de capilla bayda (Salas 1990, 69). El propio Hernán Ruiz II (ca. 1565, 46r) dibujó en su manuscrito un transferente para artesonar una capilla bayda. Y el arquitecto Alonso de Vandelvira utilizó el término *baída* en varios títulos de su manuscrito, por ejemplo, en la Capilla cuadrada por hiladas cuadradas o en la Capilla perlongada escarzana por hiladas cuadradas (Vandelvira ca. 1585, 83v-84r y 93v).

No obstante, también se han conservado algunos documentos que demuestran que en el siglo XVI la palabra *baída* no estaba completamente extendida por la geografía española. Es el caso, por ejemplo, de dos pliegos de condiciones para la construcción de dos baídas, firmados por el maestro cantero Pedro de Tolosa, donde no aparece el vocablo *baída*. Se trata de los pliegos para las baídas que hay en la cocina del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial (Bustamante 1994, 215-216) y en la capilla mayor de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende (Gutiérrez Pulido 2009, 238-245).

³¹ Se trata de unas ordenanzas del Cabildo de Sevilla del siglo XIV que fueron recopiladas e impresas nuevamente en 1527 bajo el título de «Ordenanzas de Sevilla» y en 1632 como «Recopilación de las ordenanzas de la muy noble y muy leal ciudad de Sevilla» (Cómez 1974, 69-80; Cómez 1981; Marías 1991a, 74).

TRAZADOS DE CANTERÍA

TRAZADOS OBJETO DE ESTUDIO

Los trazados de cantería son dibujos de carácter técnico que los maestros reproducían en obra, a tamaño natural, para diseñar las bóvedas y otros elementos de cantería, definir su despiece y obtener las plantillas con las que poder labrar sus dovelas. Solo han llegado a nuestros días tres libros de arquitectura del siglo XVI que contienen trazados de cantería para baídas. Por orden cronológico, el primero es «Le premier tome de l'architecture» del arquitecto francés Philibert De l'Orme (1567), tratado que circuló por las manos de maestros españoles desde la segunda mitad del siglo XVI en adelante. El segundo es el «Libro de trazas de cortes de piedras» del arquitecto giennense Alonso de Vandelvira (ca. 1585), manuscrito que nunca llegó a publicarse, pero que gozó de gran repercusión en los círculos de cantería, especialmente entre los maestros de las obras del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial, desde donde se daría a conocer a otras partes de la geografía española. Y el tercero es el «Manuscrito de arquitectura y cantería» de Alonso de Guardia (ca. 1600), un cuaderno de uso personal redactado sobre las hojas en blanco de un libro con grabados de emblemas³². Los siguientes libros con trazados de cantería para baídas datan de mediados del siglo XVII en adelante, de modo que quedan fuera del ámbito histórico de esta tesis. Es el caso, por ejemplo, de los tratados de fray Lorenzo de San Nicolás (1639), Mathurin Jousse (1642), François Derand (1643) o Juan de Torija (1661) entre otros³³.

En vista de lo anterior, se puede afirmar que los trazados de cantería para baídas recogidos en el tratado de De l'Orme y los manuscritos de Vandelvira y Guardia representan los conocimientos teóricos sobre la estereotomía de este tipo de abovedamientos en el Renacimiento español. Por este motivo, su estudio resulta imprescindible para comprender la tecnología de la época aplicada al diseño y la construcción de baídas. Ahora bien, en vez de estudiar estos trazados por orden cronológico, como en un principio podría parecer razonable, se ha considerado oportuno empezar primero por los de Vandelvira, que abarcan una amplia variedad de casos, bien organizados y explicados con clara intención didáctica; después se analizarán los de De l'Orme, que a diferencia de Vandelvira, comienza por los casos más complicados y ofrece explicaciones bastante escuetas; en último lugar, se estudiarán los de Guardia.

³² El «Libro de arquitectura» de Hernán Ruiz II (ca. 1565) es del siglo XVI, pero no incluye trazados de cantería para baídas (Navascués 1971; Navascués 1974; Pinto 1998a, 3: 13-32; Pinto 1998b). Lo mismo ocurre con el manuscrito «Cerramientos y trazas de montea» de Ginés Martínez de Aranda (ca. 1600), del que se conserva únicamente una copia incompleta (Calvo 1999; Calvo y Rabasa 2002; Calvo 2009a).

³³ El manuscrito «De l'art de picapedrer» de Joseph Gelabert (1653; [1653] 1977) es de mediados del siglo XVII, pero no incluye trazados de cantería para baídas (Rabasa 2011).

TRAZADOS DEL «LIBRO DE TRAZAS DE CORTES DE PIEDRAS» DE ALONSO DE VANDELVIRA

Se conoce el manuscrito de cantería «Libro de trazas de cortes de piedras» de Alonso de Vandelvira (ca. 1585) a través de dos copias que han llegado a nuestros días. Ambas proceden de un mismo texto, que podría ser el original o una copia del mismo. Una es el manuscrito 12719 conservado en la Biblioteca Nacional de España y titulado «Libro de cortes de cantería de Alonso de Vandelvira, arquitecto. Sacado a luz y aumentado por Felipe Lázaro de Goiti, arquitecto, maestro mayor de obras de la Santa Iglesia de Toledo, primada de las Españas y de todas las de su arzobispado. Dirigido a su ilustrísimo cabildo. Año de 1646». La otra es el manuscrito R10 conservado en la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid y titulado «Exposición y declaración sobre el tratado de cortes de fábricas que escribió Alonso de Vandelvira, por el excelente e insigne arquitecto y maestro de arquitectura don Bartolomé de Sombigo y Salcedo, maestro mayor de la Santa Iglesia de Toledo» [fig. 42].

Según Barbé-Coquelin de Lisle (1977a; 1977b, 1: 21-28), el manuscrito de la Biblioteca Nacional de España es una copia bastante cuidada y ajustada al original, lo que sugiere que estaba preparada para editarse. Sin embargo, está incompleta, pues le faltan algunos trazados que sí aparecen en la otra copia. Su autor fue Felipe Lázaro de Goiti, que en el prólogo elogia a Vandelvira padre e hijo y afirma haber utilizado sus papeles para escribir el libro. Por su parte, el manuscrito de la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid es una copia más completa, pero, en opinión de Barbé-Coquelin de Lisle, con más errores. Se ha venido pensando que su autor podría ser D. Bartolomé de Sombigo y Salcedo, maestro mayor de la Catedral de Toledo hacia 1671, aunque es una atribución discutida. También se ha apuntado como posible autor a Pedro de la Peña, contemporáneo de Goiti, que fue aparejador mayor del Real Alcázar en 1648 (Gómez-Moreno Martínez 1949, 14). Esta atribución se sustenta en un comentario hecho por fray Lorenzo de San Nicolás (1663, 217-218), quien señaló a Pedro de la Peña como autor de un texto de cantería que, en realidad, era una copia de un manuscrito redactado por Vandelvira. En palabras de fray Lorenzo: el libro de quien copio Pedro de la Peña manoscrito, su título dize: Libro de traças de cortes de piedras, compuesto por Alonso de Van de Eluira, Arquitecto, Maestro de canteria, componese de todo genero de cortes, diferencias de Capillas, escaleras, caracoles, Templos, y otras dificultades muy curiosas . Hoy por hoy no se puede confirmar o desmentir a Pedro de la Peña como autor de la copia de la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid; ahora bien, gracias a fray Lorenzo se conoce el título del manuscrito de Vandelvira.

Varias noticias indican que Alonso redactó su manuscrito entre los años 1575 y 1591, probablemente durante su estancia en Sabiote, antes de trasladarse a Sevilla (Barbé-Coquelin de Lisle 1977a; Barbé-Coquelin de Lisle 1977b, 1: 18-20; Ruiz Calvente 1995, 386; Cruz Isidoro 2001, 48-59). En primer lugar, se sabe que el manuscrito fue escrito después de 1575, pues en la copia de la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid se hacen varias referencias al difunto padre de Vandelvira, que murió en dicho año. Por ejemplo, en el título 98 Capilla cuadrada por hiladas cuadradas , Vandelvira (ca. 1585, 83v-84r) dice que dicha capilla puede verse puesta por obra en la sacristía del salvador de la ciudad de Úbeda por orden de mi señor padre Andrés de Baldelvira que sea en gloria . En segundo lugar, es muy probable que el manuscrito sea posterior

Figura 42. Portada de la copia del manuscrito de Alonso de Vandelvira (ca. 1585) conservada en la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid.

a 1578, pues en el título 72 Escalera adulcida en cercha, Vandelvira (ca. 1585, 56v-59r) cita la escalera de la Casa de la Real Chancillería de Granada, que se terminó de construir en torno a 1578 (Gómez-Moreno González 1892, 404). Y en tercer lugar, se tiene constancia de que en 1591 el manuscrito debía estar redactado, pues en 1596 Vandelvira dio poderes a dos emisarios para solicitar y recuperar un libro escripto de mano que trata de arquitetura y cortes de piedras que años atrás había prestado al maestro Juan de Valencia, colaborador de Juan de Herrera en las obras del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial (López Martínez 1932, 166-167). Puesto que Juan de Valencia había muerto en 1591, la solicitud iba dirigida a los arquitectos Juan de Herrera y Francisco de Mora, al licenciado Juan de Vega, que era el hermano de Valencia, o a la persona en cuyo poder estuviera el libro. De esta información se desprende que el manuscrito estuvo varios años en poder de Valencia y que circuló entre los maestros de El Escorial, incluido, quizá, el propio Herrera (Banda 1969).

El manuscrito de Vandelvira gozó de una gran difusión y repercusión, probablemente por ser uno de los primeros libros que recogen y sistematizan el estudio detallado de las trazas de cantería con un carácter claramente didáctico (Bonet 1989, 37-38; Palacios 1987a, 785; Palacios [1990] 2003, 15-16; Gómez Martínez 1998, 29; Calvo 2009b, 122-123). De hecho, el propio Vandelvira (1585, 6v-7r) reconoce en el título 2 Pechina cuadrada que ordena los trazados según su complejidad creciente, porque de grado en grado se ha de ir prosiguiendo de las cosas más fáciles a las más dificultosas. Por el contrario, no ofrece casi ninguna referencia sobre los procesos de labra, seguramente porque dirigía el texto a canteros formados en el oficio y con competencias suficientes en las técnicas básicas de talla (Calvo 2009b, 124).

Trazados para bóvedas baídas del manuscrito

Las dos copias del manuscrito de cantería de Vandelvira presentan una amplia variedad de trazados para baídas clasificados en títulos [fig. 43-44]. Sin embargo, estos trazados no están ordenados de la misma manera en ambas copias y algunos solo aparecen en la copia de la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid, concretamente los correspondientes a las baídas de cruceros de los títulos 113 al 117, las propuestas decorativas de los títulos 129 al 138, la baída de arcos cruzados del título 139 y las baídas irregulares de los títulos 140 y 141. Por este motivo, en la presente tesis se ha decidido estudiar los trazados conforme al orden y paginación de la copia de la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid.

Todos los trazados para baídas de Vandelvira tienen el mismo objetivo: exponen las operaciones gráficas necesarias para diseñar las plantillas de intradós que permitan labrar las dovelas por plantas. Dependiendo de la forma y el despiece que tenga cada baída, existirán diferentes tipos de dovelas que tendrán que labrarse con diferentes tipos de plantillas de intradós; ahora bien, la mayoría de estas plantillas se diseñan mediante el procedimiento gráfico conocido como desarrollo de conos. Vandelvira (1585, 60v-61r) explica este procedimiento por primera vez en el título 74 Capilla redonda en vuelta redonda, que es un trazado para una bóveda semiesférica. Por tanto, parece razonable estudiar en primer lugar este título, puesto que será de gran ayuda para comprender los siguientes dedicados a baídas. No en vano, Vandelvira señala que la Capilla redonda en vuelta redonda (...) es principio y dechado de todas las capillas romanas porque así como en el romano los arcos son redondos y a medio punto y no apuntados como en el moderno así todas las maneras de cerramientos de capillas guardan esta misma orden y su regla general

TRAZADOS DE CANTERÍA

CONSTRUCCIÓN	PLANTA	SECCIÓN DIAGONAL	TRAZADO
HILADAS REDONDAS	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Título 96 "Capilla cuadrada en vuelta redonda (o capilla baída)"
			Título 133 "Capilla enlazada"
		ESCARZANA	Título 109 "Capilla cuadrada escarzana"
		CARPANEL	Título 107 "Capilla cuadrada carpanel por hiladas redondas"
	RECTANGULAR	SEMICIRCULAR	Título 97 "Capilla perlongada por hiladas redondas"
		CARPANEL	Título 108 "Capilla perlongada (paine) por hiladas redondas"
	TRIANGULAR EQUILÁTERA	SEMICIRCULAR	Título 101 "Triángulo igual por hiladas redondas"
	TRIANGULAR IRREGULAR	SEMICIRCULAR	Título 103 "Triángulo desigual"
HILADAS CUADRADAS	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Título 98 "Capilla cuadrada por hiladas cuadradas"
		CARPANEL	Título 110 "Capilla carpanel por hiladas cuadradas"
	RECTANGULAR	SEMICIRCULAR	Título 99 "Capilla perlongada por hiladas cuadradas"
		ESCARZANA	Título 111 "Capilla perlongada escarzana por hiladas cuadradas"
	TRAPEZOIDAL	SEMICIRCULAR	Título 100 "Capilla desigual por hiladas cuadradas"
	TRIANGULAR EQUILÁTERA	SEMICIRCULAR	Título 102 "Triángulo igual por hiladas rectas"
	TRIANGULAR IRREGULAR	SEMICIRCULAR	Título 104 "Triángulo desigual por hiladas rectas"
	OCTOGONAL	SEMICIRCULAR	Título 124 "Capilla ochavada en vuelta redonda"
	RÓMBICA	SEMIÉLÍPTICA	Título 140 "Rombo igual" por hiladas rectas
HILADAS DIAGONALES	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Título 105 "Capilla cuadrada por hiladas cuadradas diferentes"
		SEMICIRCULAR	Título 134 "Capilla primera indiferente"
	RECTANGULAR	SEMICIRCULAR	Título 106 "Capilla perlongada por hiladas diferentes"
HILADAS REDONDAS Y CUADRADAS	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Títulos 129 y 130 "Capilla cuadrada artesonada"
			Título 138 "Capilla cuarta indiferente"
	RECTANGULAR	SEMICIRCULAR	Títulos 131 y 132 "Capilla perlongada artesonada"
HILADAS REDONDAS, CUADRADAS Y DIAGONALES	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Título 136 "Capilla segunda indiferente"
			Título 137 "Capilla tercera indiferente"
CRUCEROS PARALELOS	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Título 113 "Capilla cuadrada por cruceros"
	RECTANGULAR	SEMICIRCULAR	Título 114 "Capilla perlongada por cruceros"
	ROMBOIDAL	SEMIÉLÍPTICA	Título 141 "Rombo desigual" por cruceros
CRUCEROS DIAGONALES	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Título 115 "Capilla cuadrada enrejada"
			Título 117 "Capilla enrejada por el crucero"
	RECTANGULAR	SEMICIRCULAR	Título 116 "Capilla perlongada enrejada"
CRUCEROS RADIALES Y CIRCULARES	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Título 135 "Capilla cuadrada enlazada"
ARCOS CRUZADOS	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Título 139 "Capilla cruzada"

Figura 43. Clasificación de las bóvedas baídas del manuscrito de Alonso de Vandelvira (ca. 1585).

Figura 44. Algunas de las bóvedas baídas del manuscrito de Alonso de Vandelvira (ca. 1585).

es esa otra redonda, la cual se labra con la misma cercha de su circunferencia como un arco a medio punto. Por último, conviene señalar que para el estudio de los trazados de Vandelvira se ha utilizado la transcripción del manuscrito hecha por Barbé-Coquelin de Lisle (Vandelvira ca. 1585 [1977]).

Título 74 "Capilla redonda en vuelta redonda"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 60v-61r; [ca. 1585] 1977, 104-105) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda semiesférica o de media naranja, con planta circular, sección semicircular y despiezada por hiladas redondas [fig. 45-46]. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 391-404; Palacios [1990] 2003, 188-195; Rabasa 1996, 429-431; Rabasa 2000, 160-183; Calvo et al. 2005, 57-63; Rabasa 2007, 20-25).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la planta de la bóveda, que es la circunferencia A. Se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de la planta. Y se divide la mitad superior de la circunferencia A en siete partes iguales, considerando que dicha mitad representa la sección vertical de la bóveda por el eje Ej1 y que las divisiones numeradas del 1 al 8 representan las alturas de las hiladas³⁴. El resultado es una bóveda semiesférica despiezada en cuatro hiladas redondas, incluida la clave. Vandelvira también dibuja la sección semicircular del extradós de la bóveda y las juntas entre hiladas, que vistas en planta son una serie de circunferencias concéntricas; sin embargo, no define las juntas entre dovelas, pues, como ahora se verá, no son estrictamente necesarias para obtener las plantillas de intradós³⁵.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas. Para aplicar dicho procedimiento en la primera hilada, primero se une con una recta los puntos 1 y 2, después se prolonga la recta hasta intersectar con el eje Ej2 en el punto V1 y por último se trazan dos arcos de circunferencia C1 y C2 con centro en V1 y radios hasta los puntos 1 y 2. En otras palabras, primero se asemeja el intradós esférico de la hilada a un tronco de cono acotado entre las juntas inferior 1 y superior 2, después se obtiene el vértice V1 del cono y por último se dibujan los dos arcos de circunferencia C1 y C2 concéntricos que representan el desarrollo del tronco de cono de la primera hilada.

Los arcos C1 y C2 definen los bordes inferior y superior de la plantilla de intradós H1 de una dovela cualquiera de la primera hilada. Para terminar esta plantilla, solo hace falta delimitar su longitud con otros dos bordes laterales, que se dibujan mediante dos rectas perpendiculares a C1 y C2, es decir, dos rectas convergentes al punto V1. El primer borde lateral es la recta 1-2 y

³⁴ En los trazados de cantería es habitual que se superpongan diferentes proyecciones, por ejemplo, la planta y la sección vertical, ya sea por economía de esfuerzo o para aprovechar al máximo el espacio de dibujo disponible (Calvo 1999, 1: 181-183).

³⁵ Los trazados de cantería son dibujos técnicos pensados para reproducirse en obra a escala natural, motivo por el cual solo representan los elementos geométricos y operaciones gráficas necesarias para obtener las plantillas (Calvo 1999, 1: 181-183).

Figura 45. Título 74 "Capilla redonda en vuelta redonda" (Vandelvira ca. 1585, 61r).

Figura 46. Título 74 "Capilla redonda en vuelta redonda" (análisis gráfico).

el segundo borde lateral se puede colocar donde interese, para diseñar una plantilla H1 de mayor o menor longitud. A esto mismo se refiere Goiti, autor de la copia del manuscrito de la Biblioteca Nacional de España, cuando dice que las cuales dos cerchas cerrarás por do quisieres, es decir, que los arcos C1 y C2 se pueden delimitar por donde interese. Se trata, por tanto, de un sistema flexible que permite diseñar plantillas de intradós de mayor o menor longitud, posibilitando la labra de dovelas más o menos largas en función del tamaño del bloque de piedra traído de la cantera (Palacios 1987a, 402; Palacios [1990] 2003, 193; Rabasa 2007, 20).

Repitiendo el mismo procedimiento con la segunda y la tercera hilada se obtienen las plantillas de intradós H2 y H3. Y para la clave se obtiene la plantilla de intradós circular H4³⁶.

Título 96 "Capilla cuadrada en vuelta redonda (o capilla baída)"³⁷

En este título Vandelvira (ca. 1585, 81v-82r; [ca. 1585] 1977, 127-128) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y despiezada por hiladas redondas [fig. 47-48]. Es el primer trazado de su manuscrito dedicado a una baída. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 547-558; Palacios [1990] 2003, 254-259; Calvo et al. 2005, 86-91; Minenna 2012, 2: 87-90).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el cuadrado inscrito en A. Se dibuja la semicircunferencia F, que representa un arco formero. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de la planta y son perpendiculares a los lados de la planta. Después se divide el arco B-C en seis partes iguales, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por la diagonal Dg de la planta y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son las curvas circulares concéntricas J1, J2, J3, J4 y J5. El resultado es una baída despiezada en seis hiladas redondas, incluida la clave, donde las tres primeras hiladas corresponden a las pechinas y las otras tres al luquete.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas. Para ello, primero se unen mediante rectas las divisiones hechas en el arco B-C y se prolongan hasta intersectar con el eje Ej2 en los vértices V1, V2, V3, V4 y V5 de los conos. Luego, tomando como centros estos vértices y como radios las distancias hasta cada una de las divisiones del arco B-C, se dibujan los arcos de circunferencia que representan los desarrollos de los troncos de cono de las hiladas. Por último, se delimitan lateralmente los

³⁶ El análisis del trazado mediante un programa de CAD desvela que Vandelvira dibuja la plantilla circular H4 de la clave utilizando como centro la intersección entre el eje Ej2 y la circunferencia A. Siendo rigurosos, esta plantilla debería dibujarse con centro en la intersección entre el eje Ej2 y la recta 4-5. No obstante, la diferencia entre utilizar uno u otro centro es mínima y, por tanto, despreciable a efectos constructivos.

³⁷ La copia de la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid titula este trazado como "Capilla cuadrada" en el folio 81v y "Capilla cuadrada en vuelta redonda" en el folio 82r. La copia de la Biblioteca Nacional de España amplía el título a "Capilla cuadrada en vuelta redonda o capilla baída".

desarrollos y se obtienen las plantillas de intradós H1, H2, H3, H4 y H5 de las dovelas de la primera a la quinta hilada. Vandelvira no dibuja la plantilla circular de la clave, pues ya la tiene representada en planta mediante la circunferencia J5.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las pechinas

En una bóveda semiesférica despiezada por hiladas redondas como la del título 74, las plantillas de intradós pueden diseñarse con cualquier longitud, facilitando la labra de dovelas más o menos largas. En este caso ocurre lo mismo con las plantillas H4 y H5 de las dovelas del luquete, que no es sino una bóveda semiesférica rebajada. Sin embargo, las plantillas de las dovelas de las pechinas, en particular aquellas dovelas en contacto con los arcos formeros, no pueden tener cualquier longitud, sino que deben recortarse con una forma y tamaño concretos, lo que requiere operaciones gráficas adicionales (Palacios 1987a, 549-551; Palacios [1990] 2003, 255-256; Rabasa 2000, 172; Calvo et al. 2005, 89-90; Rabasa 2007, 51). A esto mismo se refiere Vandelvira cuando, llegados a este punto, señala que resta ahora digamos de la manera que se saca la pechina hasta que empareje con los arcos .

Dado que la planta es un cuadrado, las cuatro pechinas son iguales y sus plantillas también lo serán. Para diseñar las plantillas de intradós P1, P2 y P3 de las pechinas, Vandelvira toma como base las plantillas de intradós H1, H2 y H3 de las tres primeras hiladas, que son las que corresponden a las pechinas, y realiza dos operaciones sobre las mismas: primero acota las anchuras de los bordes inferiores y superiores y después dibuja los bordes laterales. En el trazado original Vandelvira presenta todas las plantillas superpuestas, pero en este estudio se han dibujado por separado, para evitar posibles confusiones.

Vandelvira comienza dibujando la plantilla de intradós P1 correspondiente a la primera hilada de una pechina. Para ello, primero se dispone una recta vertical auxiliar y se redibuja, sobre ella, la plantilla H1³⁸. Luego se miden en planta, con un compás, las anchuras, a ambos lados de la diagonal Dg, de la junta superior J1 de la primera hilada de una pechina. Se trasladan estas medidas directamente al borde superior de la plantilla H1, considerando que la recta vertical auxiliar representa la diagonal Dg de la planta, y se acota la anchura del borde superior de la plantilla P1³⁹. El borde inferior no tiene anchura por tratarse de la primera hilada.

A continuación, se dibujan los bordes laterales de la plantilla P1, que representan el encuentro de la pechina con los arcos formeros. Según Vandelvira, estos bordes se trazan con el arco P, que sirve para estos lechos de todas las piedras que cargan sobre los arcos . Para entender cómo se obtiene este arco P, imaginemos, primero, que existe un cono de eje horizontal que contiene al arco formero F. Si se desarrolla este cono sobre el plano, se obtiene un arco que corresponde al desarrollo del formero F y que es, precisamente, el arco P buscado. Esta operación que hemos imaginado en el espacio es la misma que Vandelvira realiza en el papel. El arco formero F está contenido en un plano vertical que, visto en planta, coincide con el lado superior de

³⁸ Siendo estrictos, para obtener la plantilla P1 no haría falta redibujar toda la plantilla H1, sino solo sus bordes inferior y superior. Pero, para mayor claridad, en este estudio se ha dibujado la plantilla H1 al completo.

³⁹ Vandelvira traslada directamente una longitud entre dos arcos de circunferencia de diferente radio, en este caso, desde la junta J1 vista en planta hasta el borde superior de la plantilla H1. Esta operación no es correcta desde un punto de vista geométrico, pues antes de trasladar la longitud sería necesario rectificar los arcos. No obstante, hay que señalar que el error cometido es despreciable a efectos constructivos (Calvo et al. 2005, 90; Rabasa 2007, 51; Natividad y Calvo 2013).

Figura 47. Título 96 "Capilla cuadrada en vuelta redonda (o capilla baída)" (Vandelvira ca. 1585, 82r).

Figura 48. Título 96 "Capilla cuadrada en vuelta redonda (o capilla baída)" (análisis gráfico).

la planta cuadrada. El eje horizontal del cono que contiene al formero F coincide, visto en planta, con el eje Ej2. Y el vértice del cono podría ser, en principio, cualquier punto sobre el eje vertical; Vandelvira elige el punto V3. Entonces, con centro en V3 y radio hasta la esquina superior izquierda de la planta, se traza el arco P. Y utilizando este arco P, se dibujan los bordes laterales y se termina la plantilla P1. En resumidas cuentas, los bordes laterales de la plantilla de intradós P1 de la primera hilada de la pechina se dibujan con un arco P que se obtiene como desarrollo del arco formero F según un cono de eje horizontal (Natividad 2012b)⁴⁰.

La plantilla P2 de la segunda hilada de la pechina se obtiene repitiendo el mismo procedimiento. Se redibuja la plantilla H2 sobre la recta vertical auxiliar. Se miden en planta, con un compás, las anchuras, a ambos lados de la diagonal Dg, de las juntas inferior J1 y superior J2 de la segunda hilada de la pechina. Se trasladan estas medidas a los bordes inferior y superior de la plantilla H2, considerando que la recta vertical auxiliar representa la diagonal Dg de la planta, y se acotan las anchuras del borde inferior y superior de la plantilla P2. Luego se utiliza el arco P para dibujar los bordes laterales y se termina la plantilla de intradós P2. La plantilla P3 de la tercera hilada se dibuja exactamente igual, pero tomando como base la plantilla H3 y midiendo las anchuras de las juntas J2 y J3.

Observaciones sobre las plantillas de intradós de las dovelas de las pechinas

Por último, merece la pena realizar algunas observaciones sobre las plantillas de intradós P1, P2 y P3 de las pechinas. Estas plantillas se han diseñado combinando arcos obtenidos mediante desarrollos de conos de ejes diferentes: los bordes superiores e inferiores se han obtenido desarrollando un cono de eje vertical y los bordes laterales se han obtenido desarrollando un cono de eje horizontal. Es evidente que la combinación de estos diferentes arcos sobre un mismo plano no es una operación muy rigurosa desde un punto de vista geométrico. Sin embargo, es igualmente cierto que las imprecisiones cometidas no conllevan un error importante, de manera que el procedimiento resulta viable a nivel constructivo (Natividad y Calvo 2013). Para comprobar tal afirmación, se van a comparar dos plantillas de intradós de una misma pechina diseñadas mediante dos procedimientos diferentes: una plantilla diseñada bidimensionalmente según el trazado de Vandelvira y otra diseñada tridimensionalmente con un programa de CAD. En ambos casos se considerará que la plantilla abarca todo el intradós de la pechina, como si esta fuera a construirse con una única dovela.

Para diseñar la plantilla con el trazado de Vandelvira, hay que proceder de la siguiente manera [fig. 49]. Primero se dibuja la planta y la sección de la baída, marcando la junta entre las pechinas y el luquete. A continuación, se desarrollan en sección las juntas inferior y superior de

⁴⁰ En este trazado, la esquina superior izquierda de la planta coincide con la junta superior de la tercera hilada vista en sección, de modo que el arco P queda superpuesto al desarrollo de dicha junta, pudiendo pasar inadvertido dentro del conjunto de desarrollos de conos de las hiladas. Quizá este sea el motivo por el cual se han formulado diferentes hipótesis sobre el procedimiento empleado por Vandelvira para definir los bordes laterales de las plantillas de intradós de las pechinas despiezadas por hiladas redondas: Palacios (1987a, 551; [1990] 2003, 256) y Minenna (2012, 2: 90) consideran que el borde lateral se podría dibujar hallando un punto intermedio entre los extremos de los bordes inferior y superior; Calvo et al. (2005, 90) indican que el borde lateral o "borde de la pechina" tiene una curvatura que podría tomarse de la "curvatura que tiene la plantilla de intradós en una junta de igual radio que el formero"; y Rabasa (2007, 51) señala que el borde lateral de la plantilla podría dibujarse con una curvatura igual a la del arco formero. Sin embargo, Vandelvira no utiliza ninguno de estos procedimientos; lo que realmente hace es dibujar el borde lateral de las plantillas con un arco obtenido mediante el desarrollo del arco formero según un cono de eje horizontal (Natividad 2012b).

la pechina según un cono de eje vertical y se obtienen los arcos A1 y A2. Se desarrolla en planta un arco formero según un cono de eje horizontal y se obtiene el arco P. Y también se mide en planta la longitud L de la mitad de la junta superior de la pechina. Después, utilizando todos estos datos, se dibuja la plantilla. Para ello, sobre un eje vertical se disponen los desarrollos A1 y A2 de las juntas. Se marca, sobre A2 y a ambos lados del eje vertical, la longitud L tomada de la planta. Y se dibujan dos arcos de circunferencia simétricos con la misma curvatura que el desarrollo P del formero: el primer arco se hace pasar por las esquinas inferior y superior izquierda de la plantilla, y el segundo se hace pasar por las esquinas inferior y superior derecha de la plantilla. Hecho esto, se ha diseñado la plantilla de intradós de la pechina.

Para diseñar la plantilla con un programa de CAD, hay que proceder de la siguiente manera [fig. 50]. Primero se modela tridimensionalmente la baída, compuesta por cuatro pechinas y un luquete. Luego se aísla una pechina. Se genera una superficie troncocónica que pase por las juntas inferior y superior de la pechina. Se proyectan los bordes laterales de la pechina sobre la superficie troncocónica, obteniendo como resultado dos curvas alabeadas⁴¹. Y por último, se desarrolla sobre el plano la superficie troncocónica, incluyendo las dos curvas alabeadas. Hecho esto, se ha diseñado la plantilla de intradós de la pechina.

Si se superponen ambas plantillas, se observa que la obtenida con el trazado de Vandelvira presenta pequeñas desviaciones respecto de la obtenida con un programa de CAD [fig. 51]. Estas desviaciones son consecuencia de dos imprecisiones geométricas cometidas por Vandelvira. La primera imprecisión deriva de trasladar directamente la longitud L de la junta desde la planta al desarrollo, sin rectificar arcos, motivo por el cual el borde superior de la plantilla de Vandelvira resulta ligeramente más corto. Concretamente, para una baída de radio unidad, el borde superior de la plantilla de Vandelvira mide 1,086 y el borde de la obtenida con un programa de CAD mide 1,111, es decir, la diferencia es de 0,025. La segunda imprecisión proviene de emplear arcos de circunferencia para delimitar lateralmente la plantilla, cuando, en teoría, estos bordes deberían ser unas curvas resultado del desarrollo de otras dos curvas alabeadas generadas por la proyección de los bordes laterales de la pechina esférica sobre la superficie troncocónica. En consecuencia, la plantilla de Vandelvira es ligeramente más ancha que la plantilla obtenida con un programa de CAD. Concretamente, para una baída de radio unidad, la separación máxima entre los bordes laterales de ambas plantillas es de 0,020.

Ahora bien, las imprecisiones cometidas por Vandelvira no deben entenderse como errores, sino como simplificaciones geométricas que facilitan la realización del trazado y no conllevan desviaciones relevantes, siendo, por tanto, totalmente asumibles desde un punto de vista constructivo. Además, conviene remarcar que la proyección de los bordes laterales de la pechina sobre la superficie troncocónica y su posterior desarrollo es una operación difícilmente abordable mediante técnicas bidimensionales, lo que justifica plenamente que se simplifique el proceso y se emplee el desarrollo de los arcos formeros como bordes laterales de las plantillas. Por último, también hay que recordar que las plantillas se han diseñado considerando que la pechina se construye con una única dovela, mientras que lo habitual en la práctica constructiva es despiezar

⁴¹ La proyección sobre la superficie troncocónica puede hacerse de muchas formas, pero en este caso se ha considerado que lo más lógico sería realizar una proyección convergente al centro de la baída. De este modo, a todo punto de la pechina esférica le corresponde un punto en la superficie troncocónica tal que, si se unen ambos puntos con una recta, esta pasa por el centro de la baída.

Figura 49. Diseño 2D de la plantilla de intradós de una pechina con el trazado de Vandelvira.

Figura 50. Diseño 3D de la plantilla de intradós de una pechina con un programa de CAD.

Figura 51. Comparación de las plantillas de intradós de una pechina diseñadas con el trazado de Vandelvira y con un programa de CAD.

las pechinas en varias hiladas, de modo que el procedimiento expuesto por Vandelvira adquiere mayor precisión, pues, a mayor número de hiladas, más troncos de cono y, por tanto, un mayor ajuste respecto del intradós esférico de la pechina.

Título 97 "Capilla perlongada por hiladas redondas"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 82v-83r; [ca. 1585] 1977, 129-130) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta rectangular, con sección semicircular y despiezada por hiladas redondas [fig. 52-53]. Es un trazado similar al del título 96, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una planta rectangular. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 559-564; Palacios [1990] 2003, 260-263; Minenna 2012, 2: 91-96).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el rectángulo inscrito en A. Se dibujan las semicircunferencias F1 y F2, que representan un arco formero menor y otro mayor respectivamente. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de la planta y son perpendiculares a los lados de la planta. Después se divide el arco B-C en seis partes y media, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por la diagonal Dg de la planta y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son las curvas circulares concéntricas J1, J2, J3, J4, J5 y J6. El resultado es una baída despiezada en siete hiladas redondas, incluida la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

De igual forma que en el título 96, Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós H1, H2, H3, H4, H5 y H6 de las dovelas de la primera a la sexta hilada. La plantilla de la clave es un círculo que coincide con la proyección en planta de la junta J6 de la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las pechinas

Como la planta es un rectángulo, las dos pechinas de las esquinas superior izquierda e inferior derecha son iguales entre sí y simétricas a las otras dos. Vandelvira obtiene las plantillas de intradós para la pechina de la esquina superior derecha, cuyas dovelas se han numerado del 1 al 7. Estas plantillas se diseñan a partir de las plantillas de las hiladas, empleando el mismo procedimiento que en el título 96.

Vandelvira comienza dibujando la plantilla de intradós P1 correspondiente a la primera hilada de la pechina. Para ello, primero se dispone una recta vertical auxiliar y se redibuja, sobre ella, la plantilla H1. Luego se miden en planta, con un compás, las anchuras, a ambos lados de la diagonal Dg, de la junta superior J1 de la primera hilada de la pechina. Se trasladan estas medidas directamente al borde superior de la plantilla H1, considerando que la recta vertical auxiliar representa la diagonal Dg de la planta, y se acota la anchura del borde superior de la plantilla P1. El borde inferior no tiene anchura, por tratarse de la primera hilada.

Figura 52. Título 97 "Capilla perlongada por hiladas redondas" (Vandelvira ca. 1585, 83r).

Figura 53. Título 97 "Capilla perlongada por hiladas redondas" (análisis gráfico).

A continuación, se dibujan los bordes laterales de la plantilla P1, que representan el encuentro de la pechina con los arcos formeros. Estos bordes se trazan con los arcos O y P, que se obtienen de igual forma que en el título 96. El arco O es el desarrollo del arco formero menor F1 según un cono de eje horizontal que, visto en planta, coincide con el eje Ej1. Y el arco P es el desarrollo del arco formero mayor F2 según un cono de eje horizontal que, visto en planta, coincide con el eje Ej2. Para obtener estos arcos, primero se marcan, a ambos lados de la esquina superior derecha de la planta, sobre la circunferencia A, dos divisiones a una distancia igual a la altura de las hiladas. Luego se trazan dos rectas que pasan por esta esquina y las dos divisiones: la primera recta corta al eje Ej1 en el punto M y la segunda recta corta al eje Ej2 en el punto N. El punto M es el vértice del cono según el cual se desarrolla el formero menor F1, de modo que con centro en M y radio hasta la esquina superior derecha se traza el arco O. Y el punto N es el vértice del cono según el cual se desarrolla el formero mayor F2, de modo que con centro en N y radio hasta la esquina superior derecha se traza el arco P. Utilizando ambos arcos se dibujan los dos bordes laterales y se termina la plantilla P1. Obsérvese que P1 no es simétrica respecto de la recta vertical auxiliar, lo que es lógico, pues la dovela 1 no es simétrica respecto de la diagonal Dg.

La plantilla de intradós P2 de la segunda hilada de la pechina se obtiene repitiendo el mismo procedimiento. Se redibuja la plantilla H2 sobre la recta vertical auxiliar. Se miden en planta, con un compás, las anchuras, a ambos lados de la diagonal Dg, de las juntas inferior J1 y superior J2 de la segunda hilada de la pechina. Se trasladan estas medidas a los bordes inferior y superior de la plantilla H2, considerando que la recta vertical auxiliar representa la diagonal Dg de la planta, y se acotan las anchuras del borde inferior y superior de la plantilla P2. Luego se utilizan los arcos O y P para dibujar los bordes laterales y se termina la plantilla P2. Las restantes plantillas de intradós se dibujan de la misma manera.

Por último, conviene señalar que el despiece de una pechina se puede trasladar directamente desde la planta a las plantillas. Para ello, tan solo hay que medir las separaciones entre las juntas en la planta y luego hay que llevarlas a las plantillas. Así es como se han dividido las plantillas P3 y P4 de la segunda hilada o las P5, P6 y P7 de la tercera. Por otro lado, se debe advertir que las dovelas 6 y 7 no están en contacto con los arcos formeros, de modo que sus plantillas P6 y P7 tienen bordes laterales que no se dibujan con los arcos O y P, sino con rectas perpendiculares a los bordes inferior y superior. Esto significa que las plantillas P6 y P7 son, en realidad, dos plantillas iguales a H4, pero con longitudes ajustadas a las dovelas 6 y 7.

Título 98 "Capilla cuadrada por hiladas cuadradas"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 83v-84r; [ca. 1585] 1977, 128-129) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y despiezada por hiladas cuadradas [fig. 54-55]. Las hiladas cuadradas son hiladas circulares iguales que las redondas, pero que no se disponen horizontalmente, sino verticalmente, como si fueran arcos abocinados (Palacios 1987a, 567-570; Palacios [1990] 2003, 265-266; Rabasa 2000, 168-169; Rabasa 2007, 52). Cada hilada cuadrada se compone de varios tramos, o porciones de arcos paralelos a los diferentes lados de la planta, cuyos encuentros se resuelven con unas dovelas acodadas con forma de uve que Vandelvira denomina dovelas de los rincones. Según Vandelvira, este tipo de baída puede verse puesta por obra en la sacristía del Salvador de la

ciudad de Úbeda por orden de mi señor padre Andrés de Baldelvira . Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 565-572; Palacios [1990] 2003, 264-267).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el cuadrado inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de la planta y son perpendiculares a los lados de la planta. Después se divide el arco B-C en tres partes y media, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por el eje Ej1 y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de cuadrados paralelos a la planta. El resultado es una baída despiezada en cuatro hiladas cuadradas, incluida la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas. Este procedimiento se aplica en las hiladas cuadradas de igual forma que en las hiladas redondas, pero como las hiladas cuadradas se disponen verticalmente, sus desarrollos ya no se realizan según conos de eje vertical, sino de eje horizontal (Palacios 1987a, 567-570; Palacios [1990] 2003, 265-266; Rabasa 2007, 52). En este caso, cada hilada cuadrada está compuesta por cuatro tramos, o porciones de arcos paralelos a los cuatro lados de la planta, que son iguales entre sí. Por lo tanto, solo es necesario diseñar las plantillas para las dovelas de un tramo de cada hilada.

Vandelvira decide obtener las plantillas de los tramos del lado izquierdo de la planta. Para ello, primero se unen mediante rectas las divisiones realizadas en el arco B-C y se prolongan hasta intersectar con el eje Ej1 en los vértices de los conos. Luego, tomando como centro estos vértices y como radio las distancias hasta cada una de las divisiones del arco B-C, se dibujan los arcos de circunferencia que representan los desarrollos de los troncos de cono de los tramos del lado izquierdo de la planta. Por último, se delimitan lateralmente estos desarrollos y se obtienen las plantillas de intradós T1, T2 y T3 de las dovelas de los tramos de la primera, segunda y tercera hilada. La plantilla T1 sirve para labrar las dovelas de los cuatro tramos de la primera hilada, la T2 para labrar las dovelas de los cuatro tramos de la segunda hilada y la T3 para labrar las dovelas de los cuatro tramos de la tercera hilada.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

Como solo existe un tipo de tramo por hilada, solo habrá un tipo de dovela acodada por hilada. Como ahora se verá, las plantillas de intradós de estas dovelas tienen forma de uve y se diseñan por combinación de las plantillas de los tramos. Para obtenerlas, primero se hallan las alturas de las dovelas acodadas sobre una sección vertical de la baída por la diagonal Dg de la planta. Vandelvira define esta operación como *subir las alturas de los rincones en su cercha* . Para ello, se abaten los vértices 1, 2, 3 y 4 de las dovelas acodadas sobre el eje Ej1 y se proyectan sobre la circunferencia A, obteniendo los puntos a, b, c y d. Las distancias a-b, b-c, y c-d representan las alturas de las dovelas acodadas de la primera, segunda y tercera hilada.

Título 98.

Capilla cuadrada por hiladas cuadradas

84

Figura 54. Título 98 "Capilla cuadrada por hiladas cuadradas" (Vandelvira ca. 1585, 84r).

Figura 55. Título 98 "Capilla cuadrada por hiladas cuadradas" (análisis gráfico).

A continuación, se dispone una recta vertical auxiliar para dibujar, sobre ella, las plantillas de las dovelas acodadas. Vandelvira empieza dibujando la plantilla V1 correspondiente a la primera hilada. Para ello, primero se mide, con un compás, la altura a-b en la circunferencia A y se traslada a la recta vertical auxiliar, que vendría a representar la diagonal Dg de la baída, obteniendo así la distancia a'-b'⁴². Después se mide, sobre el arco B-C, la altura del tramo de la primera hilada y se utiliza como radio para dibujar el arco O con centro en b'. Luego se obtiene el arco P, que es el desarrollo de la junta inferior del tramo de la primera hilada. Y se emplea a ambos lados de la recta vertical auxiliar, desde el punto a' y tangente al arco O, para definir los bordes inferiores de los dos ramales de la plantilla V1. Por último, se trazan desde el punto b' dos arcos paralelos a los anteriores y se definen los bordes superiores de los dos ramales de la plantilla V1.

Con este procedimiento, lo que realmente ha hecho Vandelvira es redibujar dos plantillas T1 simétricas a ambos lados de la recta vertical auxiliar. La combinación de ambas da lugar a la plantilla de intradós V1 de la dovela acodada de la primera hilada. Solo hace falta delimitar la longitud de cada ramal como interese, para obtener una plantilla V1 más o menos larga. A esto mismo se refiere Vandelvira cuando dice que *podrás despezar estas piedras por do quisieres*.

Las plantillas de intradós V2 y V3 de las dovelas acodadas de la segunda y tercera hilada se obtienen de igual forma. Se trasladan las alturas b-c y c-d desde la circunferencia A hasta la recta vertical auxiliar, obteniendo las distancias b'-c' y c'-d'. Se dibuja el arco O con centro en c' y d' y con radio igual a las alturas de los tramos. Se redibujan las plantillas simétricas, se delimitan las longitudes de los ramales y se terminan las plantillas V2 y V3. La plantilla V4 de la clave es un cuadrado que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Observaciones sobre las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

Por último, vale la pena realizar un par de observaciones sobre las plantillas de intradós de las dovelas acodadas. En primer lugar, conviene advertir que estas plantillas se diseñan combinando de dos desarrollos de conos diferentes, lo que no es muy riguroso desde un punto de vista geométrico. Por este motivo, Rabasa (2007, 52) indica que estas plantillas no se deberían aplicar directamente sobre el intradós de la dovela a labrar, sino que solamente se debería aplicar la mitad de la plantilla, es decir, la plantilla cortada por su eje de simetría. En cualquier caso, este investigador reconoce que, si se emplea la plantilla completa, el error cometido es pequeño.

En segundo lugar, hay que señalar que las dovelas de la primera hilada que están en contacto con los arcos formeros tienen sus bordes inferiores definidos por un arco que, en realidad, es el desarrollo del arco formero según un cono de eje horizontal. Recordemos que en las baídas de hiladas redondas ocurría exactamente lo mismo: las dovelas de las pechinas tenían unas plantillas cuyos bordes laterales se dibujaban mediante un arco resultado del desarrollo del arco formero según un cono de eje horizontal. En vista de ello, se podría afirmar que, tanto en las baídas de hiladas redondas como en las de hiladas cuadradas, las plantillas de las dovelas en contacto con los arcos formeros tienen sus bordes de contacto definidos mediante arcos obtenidos por el desarrollo de los arcos formeros según conos de eje horizontal.

⁴² En los títulos 96 y 97 se ha visto que Vandelvira traslada longitudes entre arcos de circunferencia de diferente radio sin rectificarlos previamente, lo que no es correcto desde un punto de vista geométrico. En esta ocasión, Vandelvira traslada una longitud desde un arco hasta una recta, operación que tampoco es geoméricamente correcta, pero que, al igual que en los casos anteriores, tiene un error despreciable a efectos constructivos.

Título 99 "Capilla perlongada por hiladas cuadradas"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 84v-85r; [ca. 1585] 1977, 130-131) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta rectangular, con sección semicircular y despiezada por hiladas cuadradas [fig. 56-57]. Es un trazado similar al del título 98, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una planta rectangular. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 573-580; Palacios [1990] 2003, 268-271).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el rectángulo inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de la planta y son perpendiculares a los lados de la planta. Después se divide el arco B-C en cuatro partes y media, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por el eje Ej1 y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de rectángulos paralelos a la planta. El resultado es una baída despiezada en cinco hiladas cuadradas, incluida la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Como la planta es un rectángulo, cada hilada está compuesta por dos tipos de tramos diferentes: los tramos cortos paralelos a los lados cortos de la planta y los tramos largos paralelos a los lados largos de la planta. Las divisiones del arco B-C representan las alturas de los tramos cortos. Para obtener las alturas de los tramos largos, se prolongan sus juntas desde la planta hasta el arco B-D y se obtienen una serie de divisiones que representan las alturas.

Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos de la misma manera que en el título 98 y obtiene las plantillas de intradós C1, C2, C3 y C4 de las dovelas de los tramos cortos y L1, L2, L3 y L4 de las dovelas de los tramos largos, desde la primera hasta la cuarta hilada. Las plantillas C1 y L1 sirven para labrar las dovelas de los tramos cortos y largos de la primera hilada, las C2 y L2 para labrar las dovelas de los tramos cortos y largos de la segunda hilada, las C3 y L3 para labrar las dovelas de los tramos cortos y largos de la tercera hilada y las C4 y L4 para labrar las dovelas de los tramos cortos y largos de la cuarta hilada.

En cada una de las hiladas cuadradas, los tramos cortos son porciones de arco de menor longitud y con mayor altura que sus correspondientes tramos largos, que son porciones de arco de mayor longitud y con menor altura. A esto mismo se refiere Vandelvira cuando, una vez obtenidas las plantillas de intradós de las dovelas los tramos, aclara al lector que las plantas que van de la B a la C son las de la parte más angosta y las que van de la B a la D son de la parte más ancha.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

Como hay dos tipos de tramos por hilada, habrá dos tipos de dovelas acodadas por hilada. Ahora bien, resulta que ambos tipos son simétricos, de manera que solo será necesario diseñar la plantilla de intradós de una dovela acodada y luego darle la vuelta para obtener la de la otra.

Figura 56. Título 99 "Capilla perlongada por hiladas cuadradas" (Vandelvira ca. 1585, 85r).

Figura 57. Título 99 "Capilla perlongada por hiladas cuadradas" (análisis gráfico).

Al igual que en el título 98, estas plantillas con forma de uve se diseñan combinando las plantillas de los tramos correspondientes. Vandelvira decide obtener las plantillas de las dovelas acodadas de la esquina superior derecha de la planta. Para obtenerlas, primero se hallan las alturas de las dovelas acodadas sobre una sección vertical de la baída por la diagonal Dg de la planta. Para ello, se abaten los vértices 1, 2, 3, 4 y 5 de las dovelas acodadas sobre el eje Ej1 y se proyectan sobre la circunferencia A, obteniendo los puntos a, b, c, d y e. Las distancias a-b, b-c, c-d y d-e representan las alturas de las dovelas acodadas de la primera a la cuarta hilada.

A continuación, se dispone una recta vertical auxiliar para dibujar, sobre ella, las plantillas de intradós de las dovelas acodadas. Vandelvira empieza dibujando la plantilla V1 correspondiente a la primera hilada. Para ello, primero se mide, con un compás, la altura a-b en la circunferencia A y se traslada a la recta vertical auxiliar, que vendría a representar la diagonal Dg de la baída, obteniendo así la distancia a'-b'. Después se miden, sobre el arco B-C y B-D, las alturas de los tramos corto y largo de la primera hilada y se utilizan como radios para dibujar dos arcos M y N. El arco M se dibuja con centro en b' y con radio igual a la altura del tramo corto. El arco N se dibuja con centro en b' y con radio igual a la altura del tramo largo. Luego se obtiene el arco O, que es el desarrollo de la junta inferior del tramo corto, y el arco P, que es el desarrollo de la junta inferior del tramo largo. Y se emplean a ambos lados de la recta vertical auxiliar para definir los bordes inferiores de los dos ramales de la plantilla V1. El arco O, dibujado desde el punto a' y tangente al arco M, define el borde inferior del ramal derecho de la plantilla. El arco P, dibujado desde el punto a' y tangente al arco N, define el borde inferior del ramal izquierdo de la plantilla. Por último, se trazan desde el punto b' dos arcos paralelos a los anteriores y se definen los bordes superiores de los dos ramales de la plantilla de intradós V1.

Con este procedimiento, lo que realmente ha hecho Vandelvira es redibujar una plantilla C1 y otra L1 a ambos lados de la recta vertical auxiliar. La combinación de ambas da lugar a la plantilla de intradós V1 de la dovela acodada de la primera hilada. Solo hace falta delimitar la longitud de cada ramal como interese, para obtener una plantilla V1 más o menos larga. Conviene recordar que esta plantilla sirve para las dovelas acodadas de las esquinas superior izquierda e inferior derecha de la planta; para las otras dos esquinas, la plantilla será la simétrica.

Las plantillas V2, V3 y V4 de las dovelas acodadas de las restantes hiladas se obtienen de igual forma. Se trasladan las alturas b-c, c-d y d-e desde la circunferencia A hasta la recta vertical auxiliar, obteniendo las distancias b'-c', c'-d' y d'-e'. Se dibujan los arcos con radios iguales a las alturas de los tramos cortos y largos correspondientes. Se redibujan las plantillas de los tramos, se delimitan las longitudes de los ramales y se terminan las plantillas V2, V3, V4. La plantilla V5 de la clave es un rectángulo que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Título 100 "Capilla desigual por hiladas cuadradas"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 85v-86r; [ca. 1585] 1977, 132-133) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta trapezoidal, con sección semicircular y despiezada por hiladas cuadradas [fig. 58-59]. Es un trazado similar al de los títulos 98 y 99, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una planta trapezoidal. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Senent 2011, 1330; Senent 2016, 433-435).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el trapecioide inscrito en A. Y se disponen cuatro ejes Ej1, Ej2, Ej3 y Ej4 que pasan por el centro O de la circunferencia A y son perpendiculares a los cuatro lados de la planta. Después se divide el arco B-C en tres partes y media, considerando dicho arco representa la sección vertical D-O de la baída y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Aunque Vandelvira no lo indica expresamente, al diseñar la planta trapezoidal ha hecho coincidir la distancia B-D con la distancia D-O, de manera que puede utilizar el arco B-C como sección vertical de la baída por D-O. Luego se proyectan las divisiones realizadas en B-C sobre la recta B-D, se trasladan a la recta D-O y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de trapecios paralelos a la planta. El resultado es una baída despiezada en cuatro hiladas cuadradas, incluida la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Como la planta es un trapecioide, cada hilada está compuesta por cuatro tramos que son diferentes entre sí. Para distinguirlos, Vandelvira los ordena en cuatro grupos según sean paralelos a cada lado de la planta: los tramos R paralelos al lado superior, los tramos G paralelos al lado izquierdo, los tramos F paralelos al lado inferior y los tramos P paralelos al lado derecho. Las divisiones del arco B-C representan las alturas de los tramos del grupo R. Para obtener las alturas de los tramos de los otros grupos, se prolongan sus juntas desde la planta hasta la circunferencia A y se obtienen una serie de divisiones que representan las alturas.

Al igual que en los títulos 98 y 99, Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas. Utilizando el eje Ej1 se obtienen las plantillas de las dovelas de los tramos R, que son R1, R2 y R3 para la primera, segunda y tercera hilada. Utilizando el eje Ej2 se obtienen las plantillas de las dovelas de los tramos G, que son G1, G2 y G3 para la primera, segunda y tercera hilada. Utilizando el eje Ej3 se obtienen las plantillas de las dovelas de los tramos F, que son F1, F2 y F3 para la primera, segunda y tercera hilada. Y utilizando el eje Ej4 se obtienen las plantillas de las dovelas de los tramos P, que son P1, P2 y P3 para la primera, segunda y tercera hilada. Las plantillas R1, G1, F1 y P1 sirven para labrar las dovelas de los tramos R, G, F y P de la primera hilada, las R2, G2, F2 y P2 para los tramos de la segunda hilada y las R3, G3, F3 y P3 para los tramos de la tercera hilada.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

Como todos los tramos son diferentes, todas las dovelas acodadas serán diferentes. Vandelvira dibuja las plantillas de intradós de las dovelas acodadas de dos esquinas, pero solo explica el proceso para las correspondientes a la esquina superior izquierda de la planta. Para obtener dichas plantillas, primero se hallan las alturas de las dovelas acodadas sobre una sección vertical de la baída por la recta Rt, operación que Vandelvira traza en un lado aparte. Para ello, se dibuja un cuarto de circunferencia H, con radio igual a la circunferencia A, que representa una sección vertical de la baída por la recta Rt. Luego se miden en planta, con un compás, las distancias entre los vértices 1, 2, 3 y 4, se trasladan a la base del cuarto de circunferencia H y se proyectan sobre el arco para obtener los puntos a, b, c y d. Las distancias a-b, b-c y c-d representan las alturas de las dovelas acodadas de la primera, segunda y tercera hilada.

Figura 58. Título 100 "Capilla desigual por hiladas cuadradas" (Vandelvira ca. 1585, 86r).

Figura 59. Título 100 "Capilla desigual por hiladas cuadradas" (análisis gráfico).

A continuación, se dispone una recta vertical auxiliar para dibujar, sobre ella, las plantillas de las dovelas acodadas. Se miden, con un compás, las alturas a-b, b-c y c-d del arco H y se trasladan a la recta vertical auxiliar, que vendría a representar la recta R_t de la planta, obteniendo las distancias a'-b', b'-c' y c'-d'. Luego se redibujan las plantillas de los tramos de igual forma que en los títulos 98 y 99, se delimitan las longitudes de los ramales y se terminan las plantillas de intradós V1, V2 y V3 de las dovelas acodadas de la primera, segunda y tercera hilada. La plantilla V4 de la clave es un trapecioide que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Título 101 "Triángulo igual por hiladas redondas"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 86v-87r; [ca. 1585] 1977, 133) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta triangular equilátera, con sección semicircular y despiezada por hiladas redondas [fig. 60-61]. Es un trazado similar al de los títulos 96 y 97, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una planta triangular equilátera. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 581-586; Palacios [1990] 2003, 272-275).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el triángulo equilátero inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de A, siendo Ej2 perpendicular al lado superior de la planta. Después se divide el arco B-C en siete partes y media, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por la recta R_t de la planta y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de curvas circulares concéntricas. El resultado es una baída despiezada en ocho hiladas redondas, incluida la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós H1, H2, H3, H4, H5, H6 y H7 de las dovelas de la primera a la séptima hilada. La plantilla de la clave es un círculo que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las pechinas

Como la planta es un triángulo equilátero, las tres pechinas son iguales y sus plantillas de intradós también lo serán. Para obtener estas plantillas, primero se dispone una recta vertical auxiliar y se redibuja, sobre ella, las plantillas H1, H2, H3, H4 y H5 de las cinco primeras hiladas, que son las que corresponden a las pechinas. Se miden en planta las anchuras, a ambos lados de la recta R_t , de las juntas de las hiladas de una pechina. Se trasladan estas medidas a las plantillas y se acotan las anchuras de los bordes inferiores y superiores.

Luego se halla el arco S, que es el desarrollo del arco formero del lado superior de la planta según un cono de eje horizontal con vértice en el punto X. Finalmente, se utiliza este arco para dibujar los bordes laterales P y se terminan las plantillas P1, P2, P3, P4 y P5 de las pechinas. En palabras del propio Vandelvira: la cercha de los lechos que cargan sobre los arcos es la señalada

Figura 60. Título 101 "Triángulo igual por hiladas redondas" (Vandelvira ca. 1585, 87r).

Figura 61. Título 101 "Triángulo igual por hiladas redondas" (análisis gráfico).

con la S que es desde el punto X y en la pechina está señalada con la P . Por último, conviene observar que la plantilla P5 se divide en tres plantillas conforme al despiece planteado en la pechina de la esquina superior derecha de la planta.

Título 102 "Triángulo igual por hiladas rectas"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 87v; [ca. 1585] 1977, 134) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta triangular equilátera, con sección semicircular y despiezada por hiladas rectas [fig. 62-63]. Las hiladas rectas son equivalentes, constructivamente hablando, a las hiladas cuadradas, pero Vandelvira las denomina rectas, en vez de cuadradas, porque sus juntas no se proyectan en planta como cuadriláteros. Por lo tanto, es un trazado similar al de los títulos 98, 99 y 100, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una planta triangular equilátera. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 587-592; Palacios [1990] 2003, 276-277).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el triángulo equilátero inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de A, siendo Ej2 perpendicular al lado superior de la planta. Después se abate el punto medio M del lado superior de la planta sobre el eje Ej1 y se proyecta sobre la circunferencia A, obteniendo el punto B. Entonces se divide el arco B-C en tres partes y media, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por el eje Ej2 y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1, se abaten sobre el eje Ej2 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de triángulos equiláteros paralelos a la planta. El resultado es una baída despiezada en cuatro hiladas cuadradas, incluida la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Como la planta es un triángulo equilátero, cada hilada está compuesta por tres tramos que son iguales entre sí. Por tanto, solo es necesario diseñar las plantillas de intradós para las dovelas de un tramo de cada hilada. Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de las dovelas de los tramos paralelos al lado superior de la planta, que son T1, T2 y T3 para la primera, segunda y tercera hilada.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

Como solo existe un tipo de tramo por hilada, solo habrá un tipo de dovela acodada por hilada. Para obtener sus plantillas de intradós, primero se hallan las alturas de las dovelas acodadas sobre una sección vertical de la baída por la recta Rt de la planta. Para ello, se abaten los vértices de las dovelas acodadas sobre el eje Ej1 y se proyectan sobre la circunferencia A, obteniendo una serie de divisiones que representan las alturas. Vandelvira no dibuja esta operación en el trazado, pero sin duda la hace, pues su resultado se aprecia claramente en las tres divisiones marcadas sobre el cuarto superior izquierdo de la circunferencia A. En este estudio, para evitar la superposición de líneas, se ha dibujado la operación sobre el cuarto superior derecho.

Fol. 102.

Triángulo igual por hiladas rectas

Por cuatrogo entendi lo que por las sables se debe
entender esta podrá más que lo que en la r.
a. d. es la cota que se por repanta de la c.
algunos y abela con la plancha por las puntas
de la línea plana d. donde son guías para
construir líneas de las p. d. de la ff. y con ellas se
pueden alinear los sin con el alfiler de la plancha
junto de la p. d. de la c. con la p. d. de la p. d. =

Figura 62. Título 102 "Triángulo igual por hiladas rectas" (Vandelvira ca. 1585, 87v).

Figura 63. Título 102 "Triángulo igual por hiladas rectas" (análisis gráfico).

A continuación, se dispone una recta vertical auxiliar para dibujar, sobre ella, las plantillas de intradós de las dovelas acodadas. Se miden las alturas de las dovelas acodadas, se trasladan las medidas a la recta vertical auxiliar, se redibujan las plantillas de los tramos, se delimitan las longitudes de los ramales y se terminan las plantillas V1, V2 y V3 de las dovelas acodadas de la primera, segunda y tercera hilada. La plantilla V4 de la clave es un triángulo equilátero que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Título 103 "Triángulo desigual"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 88r; [ca. 1585] 1977, 134) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta triangular irregular, con sección semicircular y despiezada por hiladas redondas [fig. 64-65]. Es un trazado similar al del título 101, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una planta triangular irregular.

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el triángulo irregular inscrito en A. Y se disponen cuatro ejes: tres Ej1, Ej2 y Ej3 que pasan por el centro de A y son perpendiculares a los tres lados de la planta, y un cuarto Ej4 que es perpendicular a Ej1. Después se divide el arco B-C en cinco partes y media, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por la recta Rt de la planta y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre el eje Ej4 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de curvas circulares concéntricas. El resultado es una baída despiezada en seis hiladas redondas, incluida la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós H1, H2, H3, H4 y H5 de las dovelas de la primera a la quinta hilada. La plantilla de la clave es un círculo que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las pechinas

Como la planta es un triángulo irregular, las tres pechinas son diferentes y sus plantillas de intradós también lo serán. Vandelvira indica que todas las plantillas de las pechinas se sacan y trazan de una misma suerte y opta por obtener las plantillas de la pechina de la esquina superior derecha. Para ello, primero se dispone una recta vertical auxiliar y se redibuja sobre ella las plantillas H1, H2, H3 y H4 de las cuatro primeras hiladas, que son las que corresponden a las pechinas. Se miden en planta las anchuras, a ambos lados de la recta Rt, de las juntas de las hiladas de la pechina. Se trasladan estas medidas a las plantillas y se acotan las anchuras de los bordes inferiores y superiores.

Luego se hallan los arcos O y P, que son los desarrollos, según dos conos de eje horizontal, de los dos arcos formeros que están en contacto con la pechina de la esquina superior derecha. Una vez obtenidos los arcos O y P, se dibujan los bordes laterales y se terminan las plantillas de intradós P1, P2, P3 y P4 de la pechina. Por último, conviene señalar que la plantilla P4 se divide a su vez en dos plantillas, conforme al despiece planteado en la pechina.

Figura 64. Título 103 "Triângulo desigual" (Vandelvira ca. 1585, 88r).

Figura 65. Título 103 "Triángulo desigual" (análisis gráfico).

Título 104 "Triángulo desigual por hiladas rectas"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 88v-89r; [ca. 1585] 1977,134-135) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta triangular irregular, con sección semicircular y despiezada por hiladas rectas, es decir, hiladas cuadradas [fig. 66-67]. Es un trazado similar al del título 102, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una planta triangular irregular.

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el triángulo irregular inscrito en A. Y se disponen cuatro ejes: tres Ej1, Ej2 y Ej3 que pasan por el centro de A y son perpendiculares a los tres lados de la planta, y un cuarto Ej4 que es perpendicular a Ej1. Después se divide el arco B-C en tres partes y media, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por el eje Ej1 y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de triángulos paralelos a la planta. El resultado es una baída despiezada en cuatro hiladas cuadradas, incluida la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Como la planta es un triángulo irregular, cada hilada está compuesta por tres tramos que son diferentes entre sí. Para distinguirlos, Vandelvira los ordena en tres grupos según sean paralelos a cada lado de la planta: los tramos G paralelos al lado superior, los tramos I paralelos al lado izquierdo y los tramos M paralelos al lado derecho. Las divisiones del arco B-C representan las alturas de los tramos del grupo G. Para obtener las alturas de los tramos de los dos grupos restantes, se prolongan sus juntas desde la planta hasta la circunferencia A y se obtienen una serie de divisiones que representan las alturas.

Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas. Utilizando el eje Ej1 se obtienen las plantillas de las dovelas de los tramos G, que son G1, G2 y G3 para la primera, segunda y tercera hilada. Utilizando el eje Ej2 se obtienen las plantillas de las dovelas de los tramos I, que son I1, I2 e I3 para la primera, segunda y tercera hilada. Y utilizando el eje Ej3 se obtienen las plantillas de las dovelas de los tramos M, que son M1, M2 y M3 para la primera, segunda y tercera hilada.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

Como todos los tramos son diferentes, todas las dovelas acodadas son diferentes. Vandelvira decide obtener las plantillas de intradós de las dovelas acodadas de la esquina superior izquierda de la planta. Para obtenerlas, primero se hallan las alturas de las dovelas acodadas sobre una sección vertical de la baída por la recta Rt. Para ello, se abaten los vértices de las dovelas acodadas sobre el eje Ej4 y se proyectan sobre la circunferencia A, obteniendo una serie de divisiones que representan las alturas. Advuértase que Vandelvira obtiene las alturas de las dovelas acodadas de la esquina superior derecha de la planta, cuando en realidad está diseñando las plantillas de las dovelas acodadas de la esquina superior izquierda. Ahora bien, esto no supone ningún problema, puesto que las alturas son las mismas en todas las esquinas de la planta.

Figura 66. Título 104 "Triángulo desigual por hiladas rectas" (Vandelvira ca. 1585, 88v).

Figura 67. Título 104 "Triángulo desigual por hiladas rectas" (análisis gráfico).

A continuación, se dispone una recta vertical auxiliar para dibujar, sobre ella, las plantillas de las dovelas acodadas. Se miden las alturas, se trasladan las medidas a la recta vertical auxiliar, se redibujan las plantillas de los tramos, se delimitan las longitudes de los ramales y se terminan las plantillas V1, V2 y V3 de las dovelas acodadas de la primera, segunda y tercera hilada. La plantilla V4 de la clave es un triángulo que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Título 105 "Capilla cuadrada por hiladas cuadradas diferentes"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 89v-90r; [ca. 1585] 1977, 135-136) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y despiezada por hiladas cuadradas diferentes [fig. 68-69]. Las hiladas cuadradas diferentes o atravesadas, como las llama Vandelvira, son hiladas cuadradas como las del título 98, pero que están giradas respecto de la planta, es decir, tienen sus tramos paralelos a las diagonales de la planta. Por este motivo, también se les ha denominado como hiladas cuadradas giradas o hiladas diagonales (Palacios 1987a, 595; Palacios 1987b, 85; Palacios 1987c, 57; Palacios [1990] 2003, 280; Rabasa 2000, 169; López Mozo 2009a, 325). Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 593-602; Palacios [1990] 2003, 278-281; Minenna 2012, 2: 117-122).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el cuadrado inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro y las esquinas de la planta. Después se divide el arco B-C en siete partes y media, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por el eje Ej2 y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre el eje Ej2 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que en las pechinas son unas rectas paralelas a las diagonales de la planta y en el luquete son unos cuadrados con los lados paralelos a las diagonales de la planta. El resultado es una baída despiezada en ocho hiladas diagonales, incluida la clave, donde las cinco primeras hiladas corresponden a las pechinas y las otras tres al luquete.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas. Para ello, primero se unen mediante rectas las divisiones del arco B-C y se prolongan hasta el eje Ej2. Luego se desarrollan los troncos de cono y se obtienen las plantillas H1, H2, H3, H4, H5, H6 y H7 de las dovelas de la primera a la séptima hilada. Vandelvira no dibuja la plantilla H1 porque no es estrictamente necesaria, pero en este estudio sí que se ha dibujado, para mayor claridad. De hecho, como a continuación se verá, la plantilla de intradós P1 de la primera hilada de la pechina se obtiene a partir de la plantilla H1.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las pechinas

Como la planta es un cuadrado, las cuatro pechinas son iguales y sus plantillas también lo serán. En primer lugar, Vandelvira dibuja, en un lado aparte, una pechina encogida, es decir, un alzado auxiliar de la pechina de la esquina superior izquierda de la planta sobre un plano vertical

Figura 68. Título 105 "Capilla cuadrada por hiladas cuadradas diferentes" (Vandelvira ca. 1585, 90r).

Figura 69. Título 105 "Capilla cuadrada por hiladas cuadradas diferentes" (análisis gráfico).

perpendicular al eje Ej2. En este alzado auxiliar, las juntas circulares entre las hiladas de la pechina se proyectan como arcos de circunferencia concéntricos. Para dibujar este alzado, primero se trazan unas semicircunferencias utilizando como radios las distancias entre el eje Ej2 y cada una de las divisiones del arco B-C. Luego se miden en planta, con un compás, las anchuras, a ambos lados del eje Ej2, de las juntas de las hiladas. Se trasladan estas medidas a la base del alzado auxiliar y se proyectan sobre las semicircunferencias correspondientes para delimitar las anchuras de las juntas de la pechina. Finalmente, se unen los extremos de las juntas con dos arcos elípticos laterales, que representan a los arcos formeros, y se termina la pechina encogida o alzado auxiliar de la pechina.

A continuación, se dibujan las plantillas de intradós de la pechina, operación a la que Vandelvira se refiere como *extender la pechina*. Para ello, se dispone una recta vertical auxiliar y se redibujan, sobre ella, las plantillas H1, H2, H3, H4 y H5 de las cinco primeras hiladas, que son las que corresponden a las pechinas. Se trasladan las anchuras de las juntas circulares desde el alzado auxiliar a las plantillas y se acotan las anchuras de los bordes inferiores y superiores. Luego se dibujan los bordes laterales y se terminan las plantillas de intradós P1, P2, P3, P4 y P5 de la pechina. Vandelvira no especifica con qué arco se deben trazar los bordes laterales, pero el análisis del trazado con un programa de CAD sugiere que quizá se podrían haber dibujado con un arco P obtenido mediante el desarrollo de un arco formero según un cono de eje horizontal. Esta solución no sería en absoluto descabellada, pues es la misma que se aplica en los títulos 96, 97, 101 y 103 vistos anteriormente.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

El luquete se despieza por hiladas cuadradas y sus plantillas de intradós se obtienen de igual forma que en los títulos 98, 99, 100, 102 y 104. Las plantillas de las dovelas de las hiladas son H6 y H7. Las plantillas V6 y V7 de las dovelas acodadas se obtienen mediante la combinación de H6 y H7. Y la plantilla V8 de la clave es un cuadrado que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Título 106 "Capilla perlongada por hiladas diferentes"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 90v-91r; [ca. 1585] 1977, 136-137) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta rectangular, con sección semicircular y despiezada por hiladas diferentes, es decir, hiladas diagonales [fig. 70-71]. Es un trazado similar al del título 105, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una planta rectangular. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Minenna 2012, 2: 123-128).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el rectángulo inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales: un primer eje Ej1 que pasa por el centro y la esquina superior derecha de la planta y un segundo eje Ej2 perpendicular al anterior y que también pasa por el centro de la planta. Después se divide el arco B-C en siete partes y media, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por la diagonal Dg y que

Figura 70. Título 106 "Capilla prolongada por hiladas diferentes" (Vandelvira ca. 1585, 90v).

Figura 71. Título 106 "Capilla perlongada por hiladas diferentes" (análisis gráfico).

las divisiones representan las alturas de las hiladas⁴³. Para evitar la superposición de líneas, en este estudio se ha considerado que el arco B-C es el cuarto inferior izquierdo de la circunferencia A, en vez del cuarto superior izquierdo que utiliza Vandelvira. Luego se proyectan las divisiones del arco B-C sobre la recta horizontal Rt, se abaten sobre la diagonal Dg y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que en las pechinas son unas rectas paralelas a las diagonales de la planta y en el luquete son unos rombos con los lados paralelos a las diagonales de la planta. El resultado es una baída despiezada en ocho hiladas diagonales, incluida la clave, donde las cinco primeras hiladas corresponden a las pechinas y las otras tres al luquete.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós de las dovelas. Pero en este punto comete un error importante, que hasta la fecha nadie había advertido. Resulta que Vandelvira obtiene los vértices de los conos a partir de las divisiones realizadas en el arco B-C, que representan las alturas de las hiladas en una sección vertical de la baída por la diagonal Dg. Sin embargo, esto no es correcto, pues los vértices de los conos deben obtenerse empleando una sección vertical que, vista en planta, sea perpendicular a la dirección de las juntas de las hiladas. Para corregir dicho error, en este estudio se ha utilizado una sección vertical por el eje Ej2 que, vista en planta, sí que es perpendicular la dirección de las juntas de las hiladas⁴⁴. A continuación, es necesario obtener las alturas de las hiladas sobre esta sección. Para ello, se prolongan las juntas desde la planta hasta el arco D-E, obteniendo unas divisiones que representan las alturas. Después se unen con rectas las divisiones, se prolongan hasta que corten con el eje Ej2 en los vértices de los conos, se desarrollan los troncos de cono y se obtienen las plantillas de intradós H1, H2, H3, H4, H5, H6 y H7 de las dovelas de la primera a la séptima hilada.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las pechinas

Como la planta es un rectángulo, las dos pechinas de las esquinas superior izquierda e inferior derecha de la planta son iguales entre sí y simétricas a las otras dos. Vandelvira decide obtener las plantillas de intradós de la pechina de la esquina superior izquierda. Para ello, hay que proceder de forma similar al trazado del título 105. En primer lugar, se dibuja, en un lado aparte, un alzado auxiliar de la pechina sobre un plano vertical perpendicular al eje Ej2, es decir, un alzado de la pechina donde las juntas circulares entre hiladas se proyectan como circunferencias concéntricas. Para dibujar este alzado, primero se trazan unas semicircunferencias utilizando como radios las distancias entre el eje Ej2 y cada una de las divisiones del arco D-E⁴⁵. Después se miden en la planta, sobre las juntas, las distancias que hay entre la diagonal Dg y el eje Ej2, se trasladan a la base del alzado auxiliar, se proyectan sobre las semicircunferencias y se utilizan

⁴³ La junta entre la tercera y la cuarta hilada del arco B-C coincide con una esquina de la planta rectangular. Esta coincidencia probablemente se deba a que Vandelvira primero divide el arco B-C en siete partes y media y luego traza la planta rectangular haciendo coincidir la esquina con la junta mencionada.

⁴⁴ Como más adelante se verá, De l'Orme (1567, 114v-115v) comete el mismo error que Vandelvira en el trazado del capítulo XIII "Encore d'une sorte de voûte sphérique qui sera oblongue, (...)". Sin embargo, otros autores posteriores como Jousse (1642, 142) o Derand (1643, 371 y 379) no cometen este error y seleccionan adecuadamente la sección vertical a partir de la cual obtener los vértices de los conos a desarrollar.

⁴⁵ Las dos copias del manuscrito de Vandelvira se equivocan al medir el radio para dibujar la junta circular entre la primera y la segunda hilada del alzado auxiliar. Esta coincidencia de error no parece casual, sino que más bien sugiere que el trazado de una copia podría ser un calco de la otra.

para dibujar el arco elíptico G, que representa a la diagonal Dg en el alzado auxiliar. Luego se miden en planta, con un compás, las anchuras, a ambos lados de la diagonal Dg, de las juntas de las hiladas. Se trasladan estas medidas a ambos lados del arco elíptico G y se proyectan sobre las semicircunferencias correspondientes para delimitar las anchuras de las juntas de la pechina. Finalmente, se unen los extremos de las juntas con dos arcos elípticos laterales, que representan a los arcos formeros, y se termina el alzado auxiliar.

A continuación, se dibujan las plantillas de intradós de la pechina. Para ello, se dispone una recta vertical auxiliar y se redibuja, sobre ella, las plantillas H1, H2, H3, H4 y H5 de las cinco primeras hiladas, que son las que corresponden a las pechinas. Se trasladan las anchuras de las juntas circulares desde el alzado auxiliar a las plantillas y se acotan las anchuras de los bordes inferiores y superiores. Luego se dibujan los bordes laterales y se terminan las plantillas de intradós P1, P2, P3, P4 y P5 de la pechina. Al igual que en título 105, Vandelvira no especifica con qué arco se deben trazar los bordes laterales; ahora bien, el análisis del trazado con un programa de CAD sugiere que quizá se podrían haber dibujado con dos arcos O y P obtenidos mediante los desarrollos del arco formero menor y mayor según dos conos de eje horizontal. Esta solución no sería en absoluto descabellada, pues es la misma que se aplica en los títulos 96, 97, 101 y 103 vistos anteriormente.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

El luquete se despieza por hiladas cuadradas y sus plantillas de intradós se obtienen de igual forma que en los títulos 98, 99, 100, 102 y 104. Las plantillas de las dovelas de las hiladas son H6 y H7. Las plantillas V6 y V7 de las dovelas acodadas se obtienen por combinación de H6 y H7. Y la plantilla V8 de la clave es un rombo que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Título 107 "Capilla cuadrada carpanel por hiladas redondas"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 91v; [ca. 1585] 1977, 137-138) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección carpanel y despiezada por hiladas redondas [fig. 72-73]. Es un trazado similar al del título 96, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una sección carpanel, es decir, una sección oval⁴⁶. A lo largo de su manuscrito, Vandelvira dibuja trazados ovales en varias ocasiones, pero siempre emplea el mismo tipo de óvalo, que es una variante del tipo general recogido en «Il primo libro d'architettura» de Serlio (1545, 17v) (Gentil 1994, 19; Gentil 1996, 91; López Mozo 2009a, 256; López Mozo 2011, 574). Se trata de un óvalo de proporciones fijas⁴⁷, sencillo y fácil de dibujar, pues solo requiere el empleo de un compás. Ahora bien, es preciso advertir que, como consecuencia de emplear una sección vertical oval, la baída ya no tiene un intradós perfectamente esférico, sino

⁴⁶ Sobre los trazados ovales y su utilización en la arquitectura del siglo XVI, véase los trabajos de Gentil (1994; 1996), Fernández Gómez (1996), Calvo (1999, 1: 156-165), Rabasa (2000, 286-302), Calvo et al. (2005, 211-223), Huerta (2007), Martín Talaverano (2008), López Mozo (2009a, 265-272; 2011), García Jara (2010), Rabasa et al. (2012) y Salcedo (2016).

⁴⁷ Un óvalo de proporciones fijas es aquel que se traza únicamente a partir de la longitud de uno de sus ejes, siendo la longitud del otro eje resultado del propio proceso de dibujo. El óvalo que utiliza Vandelvira se traza tomando como dato de partida el eje mayor y da como resultado el eje menor [fig. 73].

Figura 73. Título 107 "Capilla cuadrada carpanel por hiladas redondas" (análisis gráfico).

que su superficie resulta compuesta por una porción de toro inferior y un casquete esférico superior seccionados por los cuatro planos verticales correspondientes a los lados de la planta. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 603-608; Palacios [1990] 2003, 282-283).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la planta de la baída, que es un cuadrado. Se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro y las esquinas de la planta. Se decide a qué altura H debe estar la clave de la baída y se utiliza dicha altura para trazar el arco oval A, que representa la sección vertical de la baída por el eje Ej1⁴⁸. Después se divide una mitad del arco A en cinco partes y media, que representan las alturas de las hiladas. Aunque Vandelvira no dice nada al respecto, estas divisiones se realizan atendiendo a tres requisitos: primero, que la junta entre la segunda y la tercera hilada sea una circunferencia tangente a los lados de la planta; segundo, que las dos hiladas de las pechinas tengan la misma altura; y tercero, que las cuatro hiladas del luquete tengan la misma altura. Como consecuencia, los puntos de enlace entre los arcos de circunferencia del arco oval A no coinciden con ninguna junta entre hiladas; no obstante, esto no parece preocupar en exceso a Vandelvira. A continuación, se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de curvas circulares concéntricas. El resultado es una baída despiezada en seis hiladas redondas, incluida la clave.

Dibujo de los arcos formeros

Como la planta es un cuadrado, los cuatro arcos formeros son iguales, pero como la sección A de la baída es un arco oval, los formeros ya no pueden ser semicirculares. Vandelvira indica que el formero debe ser un arco proporcional al crucero para que la capilla sea adulcida en vuelta de horno, es decir, que el formero debe ser un arco oval proporcional al arco A y que su clave debe estar a una altura h definida por el arco A al girar alrededor del eje vertical de la baída⁴⁹. Para obtener esta altura h , se localiza en la planta la clave K de un arco formero, se abate sobre el eje Ej1 y se proyecta sobre el arco A. La distancia entre el eje Ej1 y el arco A es la altura h buscada, y con ella se dibuja el arco formero F como un arco oval proporcional al arco A y con su clave a una altura h ⁵⁰.

⁴⁸ Según Vandelvira, el arco oval A se traza utilizando como dato de partida la altura H de su clave. Sin embargo, el análisis del trazado mediante un programa de CAD desvela que, en este caso, el proceso no se realiza de esta manera. En realidad, Vandelvira dibuja el arco A empleando un trazado oval de proporciones fijas y tomando como dato de partida la longitud de la diagonal de la planta cuadrada. En consecuencia, la altura H no es un dato de partida, sino que se obtiene como resultado del proceso de dibujo.

⁴⁹ Es evidente que los arcos formeros F de esta baída no pueden ser arcos ovales. Estos formeros deberían ser, en teoría, unas curvas de geometría compleja resultado de seccionar por planos verticales la superficie que define el intradós de la baída, que está compuesta por una porción de toro inferior y un casquete esférico superior. No obstante, los arcos ovales propuestos por Vandelvira son una solución muy aproximada, a la vez que sencilla de dibujar (López Mozo 2009a, 318-319).

⁵⁰ Según Vandelvira, el arco formero F se traza utilizando como dato de partida la altura h de su clave. Sin embargo, el análisis del trazado mediante un programa de CAD desvela que, en este caso, el proceso no se realiza de esta manera. En realidad, Vandelvira dibuja el arco formero F empleando un trazado oval de proporciones fijas y tomando como dato de partida la longitud del lado de la planta. En consecuencia, la altura de la clave resultante no es exactamente la altura h deseada, aunque sí bastante aproximada. Esto puede verse con claridad en el trazado de la copia de la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid [fig. 72], donde la parte central del arco formero presenta una doble línea, probablemente porque se ha redibujado para elevarla un poco y ubicarla a la altura h adecuada (López Mozo 2009a, 318-319).

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós H1, H2, H3, H4 y H5 de las dovelas de la primera a la quinta hilada. La plantilla de la clave es un círculo que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las pechinas

Como la planta es un cuadrado, las cuatro pechinas son iguales y sus plantillas de intradós también lo serán. Para obtener estas plantillas, primero se dispone una recta vertical auxiliar y se redibuja, sobre ella, las plantillas H1 y H2 de las dos primeras hiladas, que son las que corresponden a las pechinas. Se miden en planta las anchuras, a ambos lados del eje Ej1, de las juntas de las hiladas de una pechina. Se trasladan estas medidas a las plantillas y se acotan las anchuras de los bordes inferiores y superiores.

Llegados a este punto, solamente falta por dibujar los bordes laterales. En las baídas de hiladas redondas de los títulos 96, 97, 101 y 103 vistos anteriormente, Vandelvira siempre dibuja los bordes laterales utilizando unos arcos que se obtienen como desarrollos de los arcos formeros según conos de eje horizontal. En este caso, sin embargo, los arcos formeros no son semicirculares, sino ovales, de manera que obtener su desarrollo ya no es una operación sencilla. Ahora bien, esto no parece preocupar en exceso a Vandelvira, que se limita a indicar que la cercha I es la cercha L, es decir, que utilizando el arco L se dibujan los bordes laterales I de las plantillas de intradós P1 y P2 de las pechinas.

Título 108 "Capilla perlongada (paine) por hiladas redondas"⁵¹

En este título Vandelvira (ca. 1585, 92r; [ca. 1585] 1977, 138) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta rectangular, con sección carpanel⁵² y despiezada por hiladas redondas [fig. 74-75]. Es un trazado similar al del título 107, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una planta rectangular.

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la planta de la baída, que es un rectángulo. Se disponen dos ejes ortogonales, uno Ej1 que pasa por el centro y las esquinas superior izquierda e inferior derecha de la planta y otro Ej2 perpendicular al anterior y que también pasa por el centro de la planta. Se decide a qué altura H debe estar la clave de la baída y se utiliza dicha altura para trazar el arco oval A, que representa la sección vertical de la baída por el eje Ej1⁵³. Después se divide una mitad del

⁵¹ La copia de la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid titula este trazado como "Capilla perlongada por hiladas redondas" y la copia de la Biblioteca Nacional de España amplía el título a "Capilla perlongada paine por hiladas redondas".

⁵² En el título 22, titulado "Arco paine", Vandelvira (ca. 1585, 18v) explica que el arco paine es un trazado que copia de Serlio (1545, 13v-14r) y que sirve para "subir o abajar el arco carpanel". En otras palabras, Vandelvira explica que el arco carpanel u oval que habitualmente utiliza en sus trazados tiene proporciones fijas y que para poder diseñar un arco con proporciones diferentes se debe recurrir al arco paine, que es de generación elíptica (Gentil 1994, 19; Gentil 1996, 91; Calvo 1999, 1: 159; López Mozo 2009a, 256-258; Senent 2011, 1335-1336; Senent 2016, 447-448). Ahora bien, en el título 108 de su manuscrito, la palabra "paine" añadida por Goiti puede entenderse como "carpanel", pues, en realidad, la sección vertical de la baída se dibuja como un arco carpanel.

⁵³ Sobre el trazado del arco oval A, véase la nota 48.

Figura 75. Título 108 "Capilla perlongada (painenl) por hiladas redondas" (análisis gráfico).

arco A en cinco partes y media, que representan las alturas de las hiladas. Aunque Vandelvira no dice nada al respecto, estas divisiones se realizan atendiendo a tres requisitos: primero, que la junta entre la tercera y la cuarta hilada sea una circunferencia tangente a los dos lados largos de la planta; segundo, que las tres hiladas de las pechinas tengan la misma altura; y tercero, que las tres hiladas del luquete tengan la misma altura. Como consecuencia, los puntos de enlace entre los arcos de circunferencia del arco oval A no coinciden con ninguna junta entre hiladas, al igual que en el título 107. A continuación, se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de curvas circulares concéntricas. El resultado es una baída despiezada en seis hiladas redondas, incluida la clave.

Dibujo de los arcos formeros

Como la planta es un rectángulo, existen dos arcos formeros menores y otros dos mayores. Vandelvira los diseña como arcos ovales proporcionales al arco A, con sus claves a unas alturas h_1 y h_2 definidas por el arco A al girar alrededor del eje vertical de la baída⁵⁴. Para obtener estas alturas h_1 y h_2 , se localizan en la planta las claves K1 y K2 de un arco formero menor y otro mayor, se abaten sobre el eje Ej1 y se proyectan sobre el arco A. Las distancias entre el eje Ej1 y el arco A son las alturas h_1 y h_2 buscadas, que sirven para dibujar el formero menor F1 y mayor F2 respectivamente⁵⁵.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós H1, H2, H3, H4 y H5 de las dovelas de la primera a la quinta hilada. La plantilla de la clave es un círculo que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las pechinas

Como la planta es un rectángulo, las dos pechinas de las esquinas superior derecha e inferior izquierda son iguales entre sí y simétricas a las otras dos. Vandelvira decide obtener las plantillas de intradós de la pechina de la esquina superior izquierda. Para ello, primero se dispone una recta vertical auxiliar y se redibuja, sobre ella, las plantillas H1, H2 y H3 de las tres primeras hiladas, que son las que corresponden a las pechinas. Se miden en planta las anchuras, a ambos lados del eje Ej1, de las juntas de las hiladas de la pechina. Se trasladan las medidas a las plantillas y se acotan las anchuras de los bordes inferiores y superiores.

Llegados a este punto, solamente falta por dibujar los bordes laterales. Sin embargo, Vandelvira no especifica qué arcos se deben emplear y simplemente se limita a mencionar que la pechina se saca como he dicho en las precedentes. No obstante, el análisis del trazado con un programa de CAD sugiere que los bordes laterales quizá se podrían haber dibujado con un arco L coincidente con el desarrollo de la junta superior de la segunda hilada. Esta hipotética solución no sería muy descabellada, pues, de hecho, es la misma que se aplica en el título 107 visto anteriormente. Por último, conviene señalar que la plantilla P3 se divide en tres plantillas conforme al despiece planteado en la pechina.

⁵⁴ Sobre la geometría de los arcos formeros, véase la nota 49.

⁵⁵ Sobre el trazado de los arcos formeros F1 y F2, véase la nota 50.

Título 109 "Capilla cuadrada escarzana"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 92v; [ca. 1585] 1977, 138) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección escarzana y despiezada por hiladas redondas [fig. 76-77]. Es un trazado similar al del título 96, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una sección escarzana, es decir, una sección circular rebajada. Este tipo de baída rebajada recibe el nombre de cúpula de Bohemia. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 609-613; Palacios [1990] 2003, 284-285).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja planta de la baída, que es un cuadrado. Se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro y las esquinas de la planta. Se decide a qué altura H debe estar la clave de la baída y se utiliza dicha altura para trazar el arco escarzano A , que representa la sección vertical de la baída por el eje Ej1. Después se divide la mitad del arco A en cinco partes y media, que representan las alturas de las hiladas. Aunque Vandelvira no dice nada al respecto, estas divisiones se realizan atendiendo a tres requisitos: primero, que la junta entre la segunda y la tercera hilada sea una circunferencia tangente a los lados de la planta; segundo, que las dos hiladas de las pechinas tengan la misma altura; y tercero, que las cuatro hiladas del luquete tengan la misma altura. A continuación, se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de curvas circulares concéntricas. El resultado es una baída despiezada en seis hiladas redondas, incluida la clave.

Dibujo de los arcos formeros

Como la planta es un cuadrado, todos los arcos formeros son iguales. Deben ser arcos escarzanos y sus claves deben estar a una altura h definida por el arco A al girar alrededor del eje vertical de la baída. Para obtener esta altura h , se localiza en la planta la clave K de un arco formero, se abate sobre el eje Ej1 y se proyecta sobre el arco A . La distancia entre el eje Ej1 y el arco A es la altura h buscada, que sirve para dibujar el formero F .

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós $H1$, $H2$, $H3$, $H4$ y $H5$ de las dovelas de la primera a la quinta hilada. La plantilla de la clave es un círculo que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las pechinas

Como la planta es un cuadrado, las cuatro pechinas son iguales y sus plantillas de intradós también lo serán. Para obtener estas plantillas, primero se dispone una recta vertical auxiliar y se redibuja, sobre ella, las plantillas $H1$ y $H2$ de las dos primeras hiladas, que son las que corresponden a las pechinas. Se miden en planta las anchuras, a ambos lados del eje Ej1, de las juntas de las hiladas de una pechina. Se trasladan estas medidas a las plantillas correspondientes y se acotan las anchuras de los bordes inferiores y superiores.

Título 109

Capilla cuadrada escarzana

Señala Capilla obvia del escarzana: se acuerda la misma ordon que dice en la
 pareda: hay que quitarle el ancho del muro conforme el altura que es la de
 la pareda. Capilla compaña la orcha. A. Luego se par tirá en la orcha en las por-
 tes que sea como para de la A. ala B. y se calla a las plantas como
 para en la traza el altura del muro acortame ala B. sea C.
 De la B. sea C. conforme a las paredes de la Capilla: se acuerda la orcha de la pareda
 se acuerda la orcha de la pareda que no huben a medio punto.
 Señala Capilla con la orcha: se acuerda la orcha de la pareda del muro A.
 Señala Capilla obvia del escarzana: se acuerda la orcha de la pareda de la
 la pareda del escarzana.

Figura 76. Título 109 "Capilla cuadrada escarzana" (Vandelvira ca. 1585, 92v).

Figura 77. Título 109 "Capilla cuadrada escarzana" (análisis gráfico).

Faltarían por dibujar los bordes laterales. Desafortunadamente, Vandelvira no da ningún tipo de indicación al respecto y el análisis del trazado mediante un programa de CAD tampoco ofrece datos concluyentes; por este motivo, es bastante difícil plantear una hipótesis. Por último, conviene señalar que la plantilla P2 se divide en dos plantillas conforme al despiece planteado en la pechina de la esquina superior izquierda de la planta.

Título 110 "Capilla carpanel por hiladas cuadradas"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 93r; [ca. 1585] 1977, 139) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección carpanel y despiezada por hiladas cuadradas [fig. 78-79]. Es un trazado similar al del título 98, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una sección carpanel, es decir, una sección oval.

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la planta de la baída, que es un cuadrado. Se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro y las esquinas de la planta. Se decide a qué altura H debe estar la clave de la baída y se utiliza dicha altura para trazar el arco oval A, que representa una sección vertical de la baída por el eje Ej1⁵⁶. Después se abate el punto medio K del lado izquierdo de la planta sobre el eje Ej1, se proyecta sobre el arco A y se obtiene el punto B. Entonces se divide el arco B-C en tres partes y media, que representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1, se abaten sobre la recta horizontal Rt y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de cuadrados paralelos a la planta. El resultado es una baída despiezada en cuatro hiladas cuadradas, incluida la clave.

Dibujo de los arcos formeros

Como la planta es un cuadrado, todos los arcos formeros son iguales. Vandelvira los diseña como arcos ovales proporcionales al arco A, con sus claves a una altura h definida por el arco A al girar alrededor del eje vertical de la baída⁵⁷. En este caso, la altura h se puede obtener directamente como la distancia entre el eje Ej1 y el punto B, y con ella se dibuja el formero F⁵⁸.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Como la planta es un cuadrado, cada hilada está compuesta por cuatro tramos que son iguales entre sí. Por tanto, solo es necesario diseñar las plantillas de intradós para las dovelas de un tramo de cada hilada. Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de las dovelas de los tramos paralelos al lado izquierdo de la planta. Para ello, se unen mediante rectas las divisiones realizadas en el arco B-C y se prolongan hasta intersectar con el eje Ej3 en los vértices de los conos. El eje Ej3 es un eje paralelo a Ej1 y que pasa por el centro O del arco central del arco oval A. Luego, tomando como centro los vértices del eje Ej3 y como radio las distancias hasta cada una de las divisiones en el arco B-C, se dibujan los arcos de circunferencia que representan los desarrollos de los troncos de cono de los tramos. Por último,

⁵⁶ Sobre el trazado del arco oval A, véase la nota 48.

⁵⁷ Sobre la geometría de los arcos formeros, véase la nota 49.

⁵⁸ Sobre el trazado del arco formero F, véase la nota 50.

Figura 79. Título 110 "Capilla carpanel por hiladas cuadradas" (análisis gráfico).

se delimitan lateralmente los desarrollos y se obtienen las plantillas de intradós de las dovelas, que son T1, T2 y T3 para la primera, segunda y tercera hilada.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

Como solo existe un tipo de tramo por hilada, solamente habrá un tipo de dovela acodada por hilada. Para obtener sus plantillas de intradós, primero se hallan sus alturas sobre una sección vertical de la baída por el eje Ej1. Para ello, se proyectan los vértices de las dovelas acodadas sobre el arco oval A y se obtienen una serie de divisiones que representan las alturas.

A continuación, se dispone una recta vertical auxiliar para dibujar, sobre ella, las plantillas de las dovelas acodadas. Se miden las alturas de las dovelas acodadas, se trasladan las medidas a la recta vertical auxiliar, se redibujan las plantillas de los tramos, se delimitan las longitudes de los ramales y se terminan las plantillas de intradós V1, V2 y V3 de las dovelas acodadas de la primera, segunda y tercera hilada. Por su parte, la plantilla V4 de la clave es un cuadrado que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Título 111 "Capilla perlongada escarzana por hiladas cuadradas"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 93v; [ca. 1585] 1977, 139-140) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta rectangular, con sección escarzana y despiezada por hiladas cuadradas [fig. 80-81]. Es un trazado similar al del título 99, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una sección escarzana, es decir, una sección circular rebajada.

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la planta de la baída, que es un rectángulo. Se disponen dos ejes ortogonales, uno Ej1 que pasa por el centro y las esquinas superior izquierda e inferior derecha de la planta, y otro Ej2 perpendicular al anterior y que también pasa por el centro de la planta. Se decide a qué altura H debe estar la clave de la baída y se utiliza dicha altura para trazar el arco escarzano A, que representa la sección vertical de la baída por el eje Ej1. Después se abate el punto medio K1 del lado superior de la planta sobre el eje Ej1, se proyecta sobre el arco A y se obtiene el punto B. Entonces se divide el arco B-C en tres partes y media, que representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1, se abaten sobre la recta vertical Rv y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de rectángulos paralelos a la planta. El resultado es una baída despiezada en cuatro hiladas cuadradas, incluida la clave.

Dibujo de los arcos formeros

Como la planta es un rectángulo, existen dos arcos formeros mayores y otros dos menores. Todos deben ser arcos escarzanos y sus claves deben estar a unas alturas h1 y h2 definidas por el arco A al girar alrededor del eje vertical de la baída. Para obtener estas alturas h1 y h2, se localizan en la planta las claves K1 y K2 de un arco formero mayor y otro menor, se abaten sobre el eje Ej1 y se proyectan sobre el arco A. Las distancias entre el eje Ej1 y el arco A son las alturas h1 y h2 buscadas, que sirven para dibujar el formero mayor F1 y menor F2 respectivamente.

Figura 81. Título 111 "Capilla perlongada escarzana por hiladas cuadradas" (análisis gráfico).

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Como la planta es un rectángulo, cada hilada está compuesta por dos tipos de tramos diferentes: los tramos largos paralelos a los lados largos de la planta y los tramos cortos paralelos a los lados cortos de la planta. Las divisiones del arco B-C representan las alturas de los tramos largos. Para obtener las alturas de los tramos cortos, se localizan las intersecciones entre sus juntas y la recta horizontal Rh, se abaten sobre el eje Ej1, se proyectan sobre el arco A y se obtienen una serie de divisiones que representan las alturas.

Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas. Para ello, se unen mediante rectas las divisiones realizadas a ambos lados del arco escarzano y se prolongan hasta intersectar con el eje Ej3 en los vértices de los conos. El eje Ej3 es un eje paralelo a Ej1 y que pasa por el centro O del arco escarzano A. Luego, tomando como centro los vértices y como radio las distancias hasta cada una de las divisiones del arco A, se dibujan los arcos de circunferencia que representan los desarrollos de los troncos de cono de los tramos cortos y largos. Por último, se delimitan lateralmente los desarrollos y se obtienen las plantillas de intradós de las dovelas, que son L1, L2 y L3 para los tramos largos y C1, C2 y C3 para los tramos cortos, desde la primera hasta la tercera hilada.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

Como hay dos tipos de tramos por hilada, habrá dos tipos de dovelas acodadas por hilada, aunque serán simétricas. Vandelvira decide obtener las plantillas de intradós de las dovelas acodadas de las esquinas superior derecha e inferior izquierda de la planta. Para obtenerlas, primero se hallan sus alturas sobre una sección vertical de la baída por el Ej1. Para ello, se proyectan los vértices de las dovelas acodadas de la esquina inferior derecha de la planta sobre el arco A y se obtienen una serie de divisiones que representan las alturas.

A continuación, se dispone una recta vertical auxiliar para dibujar, sobre ella, las plantillas de intradós de las dovelas acodadas. Se miden las alturas, se trasladan las medidas a la recta vertical auxiliar, se redibujan las plantillas de los tramos, se delimitan las longitudes de los ramales y se terminan las plantillas de intradós V1, V2 y V3 de las dovelas acodadas de la primera a la tercera hilada. Por su parte, la plantilla V4 de la clave es un rectángulo que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Título 113 "Capilla cuadrada por cruceros"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 97v-98r; [ca. 1585] 1977, 143-144) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y compuesta por una malla de cruceros paralelos [fig. 82-83]. Los cruceros son arcos similares a los nervios de una bóveda de crucería, pero con ciertas particularidades, como a continuación se verá. Vandelvira indica que esta baída la llaman algunos capilla de Cuenca y, aunque no explica el origen de esta denominación, con toda seguridad debe provenir de la capilla de los Muñoz de la Catedral de Cuenca, que es una capilla con dos tramos cubiertos por dos baídas de cruceros paralelos. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 642-662; Palacios [1990] 2003, 302-315).

Dibujo de la planta y la sección vertical con los cruceros

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el cuadrado inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de la planta y son perpendiculares a los lados de la planta. Después se divide el arco B-C en siete partes, considerando que dicho arco representa una sección vertical de la baída por el eje Ej1 y que las divisiones representan la separación entre cruceros. Luego se proyectan las divisiones sobre la diagonal de la planta y se utilizan para dibujar las directrices de los cruceros en planta, que son una serie de rectas paralelas a los lados de la planta. El resultado es una baída compuesta por una malla de 8x8 cruceros paralelos.

Vandelvira explica que los cruceros se pueden diseñar con molde cuadrado o revirado y dibuja ambas posibilidades sobre el arco B-C: en la parte izquierda dispone cuatro cruceros de molde cuadrado, es decir, cuatro cruceros con secciones orientadas radialmente hacia el centro de la baída, y en la parte derecha cuatro cruceros de molde revirado, o sea, cuatro cruceros con secciones orientadas verticalmente. Como consecuencia de estas orientaciones, todos los cruceros de molde cuadrado tienen la misma sección, mientras que los de molde revirado tienen secciones diferentes (Palacios 1987a, 648-649; Palacios [1990] 2003, 303-305; Palacios y Bravo Guerrero 2013, 86-87).

Dibujo del alzado de los cruceros

En primer lugar, Vandelvira necesita dibujar un alzado auxiliar donde poder ver las directrices circulares de los cruceros en verdadera magnitud. Para ello, se traza el arco formero F, se proyecta sobre dicho arco la separación que hay entre las directrices de los cruceros y se obtienen las alturas h1, h2 y h3. Luego se trasladan estas alturas a la recta vertical H y se dibujan tres arcos de circunferencia M1, M2 y M3 concéntricos al arco F y con radio hasta cada una de las alturas marcadas en H. Los arcos M1, M2 y M3 representan las directrices circulares de los cruceros C1, C2 y C3 en verdadera magnitud.

Obtención de las plantillas de intradós de las crucetas

Las intersecciones entre cruceros se resuelven mediante unas dovelas con forma de cruz que Vandelvira denomina *crucetas* y cuya labra requiere unas plantillas especiales con forma de cruz (Palacios 1987a, 651-654; Palacios [1990] 2003, 306-309; Palacios y Bravo Guerrero 2013, 88-90). En este caso, el cuarto superior izquierdo de la planta se despieza en nueve crucetas numeradas del 1 al 6. Las crucetas 1, 4 y 6 se localizan sobre la diagonal y las crucetas 2, 3, 5 y sus correspondientes simétricas se sitúan a ambos lados de la diagonal. Vandelvira solo explica el procedimiento para diseñar la plantilla de la cruceta 1, aunque luego obtiene las plantillas de las seis crucetas e indica que con ellas se hace toda esta capilla por ser cuadrada. En este estudio solo se ha dibujado la plantilla de la cruceta 1, evitando la superposición de líneas y clarificando al máximo el proceso de diseño. Se ha identificado el centro de la cruceta con la letra o y sus cuatro extremos con las letras a, b, c y d.

Para obtener esta plantilla, primero hay que dibujar los alzados de los arcos a-o-b y c-o-d de la cruceta en verdadera magnitud. Para ello, se proyectan los puntos a, o y b sobre el arco M1 del alzado auxiliar y se hallan los puntos a', o', y b'. El arco a'-o'-b' representa el alzado del arco a-

Figura 82. Título 113 "Capilla cuadrada por cruceiros" (Vandelvira ca. 1585, 98r).

Figura 83. Título 113 "Capilla cuadrada por cruceros" (análisis gráfico).

o-b. El alzado del arco c-o-d es un arco c'-o'-d' exactamente igual al arco a'-o'-b', ya que la cruceta es simétrica, dado que se localiza sobre la diagonal de la planta.

A continuación, Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener el desarrollo del crucero que contiene a la cruceta 1, según un cono de eje horizontal, como si se tratara de una hilada vertical circular. Y sobre este desarrollo se dispone a dibujar la plantilla de intradós de la cruceta, que se compone de dos bandas cruzadas.

La primera banda c''-o''-d'' se obtiene trasladando directamente las distancias entre los puntos c', o' y d' desde el alzado auxiliar hasta el desarrollo del crucero⁵⁹. La segunda banda a''-o''-b'' se dibuja a partir de sus extremos a'' y b'', que se obtienen cada uno mediante la intersección de dos arcos. Para obtener el punto a'', primero se mide la distancia o'-a' en el alzado auxiliar y se utiliza como radio para trazar en la plantilla un arco a1 con centro en o''. Después hace falta medir la distancia entre los extremos a y c. Como la cruceta 1 es simétrica, sus extremos a y c están a la misma altura y la distancia que los separa se puede medir directamente en la planta. Entonces, se mide la distancia a-c en la planta y se utiliza como radio para trazar en la plantilla un arco a2 con centro en c''. La intersección entre los arcos a1 y a2 proporciona el punto a''. Luego se repite la misma operación para obtener el punto b''. Se mide la distancia o'-b' en el alzado auxiliar y se utiliza como radio para trazar en la plantilla un arco b1 con centro en o''. Se mide la distancia b-d en la planta y se utiliza como radio para trazar en la plantilla un arco b2 con centro en d''. La intersección entre los arcos b1 y b2 proporciona el punto b''. Por último, se dibuja el arco a''-o''-b'', se trazan otros dos arcos paralelos a cada lado que representan la anchura de la banda completa y se termina la plantilla de intradós de la cruceta 1.

Las restantes plantillas se obtienen de manera similar. Las crucetas 4 y 6 están localizadas sobre la diagonal de la planta, de manera que tienen un despiece simétrico. Por tanto, sus plantillas serán simétricas y se diseñarán siguiendo exactamente el mismo procedimiento que el utilizado en la cruceta 1. Por el contrario, las crucetas 2, 3 y 5 están ubicadas a ambos lados de la diagonal, de modo que son crucetas con un despiece asimétrico. Para diseñar la plantilla de intradós de una cruceta asimétrica se emplea el mismo procedimiento que para una cruceta simétrica, pero incorporando una operación adicional de la que Vandelvira advierte con las siguientes palabras: (...) y de esta manera se sacan las demás, teniendo cuenta en qué altura se hallan los despieces de la planta, y si difiere un despiece de otro algo capitalzarse ha la diferencia y echarse ha en las cerchas de los lechos como dije en la cruceta declarada. Sin embargo, aunque Vandelvira avisa sobre esta operación adicional, lo cierto es que no la explica detalladamente en este trazado, sino en el siguiente, donde todas las crucetas son asimétricas.

Título 114 "Capilla perlongada por cruceros"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 98v-99r; [ca. 1585] 1977, 144-145) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta rectangular, con sección semicircular y compuesta por una malla de cruceros paralelos [fig. 84-85]. Es un trazado similar al del título 113, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una planta rectangular.

⁵⁹ Vandelvira traslada longitudes entre arcos de circunferencia de diferente radio sin rectificarlos previamente, lo que no es correcto desde un punto de vista geométrico. Pero, al igual que en otros títulos anteriores, esta operación tiene un error despreciable a efectos constructivos.

Dibujo de la planta y la sección vertical con los cruceros

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el rectángulo inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de la planta y son perpendiculares a los lados de la planta. Después se divide el arco B-C en siete partes, considerando que dicho arco representa una sección vertical de la baída por el eje Ej1 y que las divisiones representan la separación entre cruceros. Luego se proyectan las divisiones sobre la diagonal de la planta y se utilizan para dibujar las directrices de los cruceros en planta, que son una serie de rectas paralelas a los lados de la planta. El resultado es una baída compuesta por una malla de 8x8 cruceros paralelos.

Al igual que en el título 113 visto anteriormente, los cruceros pueden ser de molde cuadrado o revirado. Las dos posibilidades aparecen dibujadas sobre la circunferencia A. Ahora bien, Vandelvira explica al lector que, en su opinión, el diseño de molde cuadrado es mejor porque uno sirve para toda la capilla .

Dibujo del alzado de los cruceros

En primer lugar, Vandelvira necesita dibujar un alzado auxiliar donde poder ver las directrices circulares de los cruceros en verdadera magnitud. En este caso existen dos tipos de cruceros: los cruceros largos L1, L2 y L3 paralelos al lado largo de la planta y los cruceros cortos C1, C2 y C3 paralelos al lado corto de la planta. Vandelvira dibuja superpuestos los alzados de ambos tipos, lo que podría provocar cierta confusión. Por esta razón, en este estudio se han dibujado por separado: en el alzado auxiliar izquierdo están los cruceros largos y en el alzado auxiliar derecho están los cruceros cortos.

Para dibujar los alzados auxiliares, primero se traza medio arco formero mayor F1 y medio arco formero menor F2. Se proyecta sobre el arco F1 la separación que hay entre las directrices de los cruceros cortos C1, C2 y C3 y se obtienen las alturas h1, h2 y h3. Se proyecta sobre el arco F2 la separación que hay entre las directrices de los cruceros largos L1, L2 y L3 y se obtienen las alturas h4, h5 y h6. Luego se trasladan las alturas h1, h2 y h3 a la recta vertical H2 y las alturas h4, h5 y h6 a la recta vertical H1. Finalmente, se dibujan tres arcos de circunferencia M1, M2 y M3 concéntricos al arco F1 y con radio hasta cada una de las alturas marcadas en H1. Y se dibujan otros tres arcos de circunferencia N1, N2 y N3 concéntricos al arco F2 y con radio hasta cada una de las alturas marcadas en H2. Los arcos M1, M2 y M3 representan las directrices circulares de los cruceros largos L1, L2 y L3 en verdadera magnitud y los arcos N1, N2 y N3 representan las directrices circulares de los cruceros cortos C1, C2 y C3 en verdadera magnitud.

Obtención de las plantillas de intradós de las crucetas

Al igual que en el título 113, las intersecciones entre cruceros se resuelven mediante unas dovelas con forma de cruz, llamadas crucetas, que requieren plantillas de intradós especiales. Vandelvira obtiene las plantillas de las crucetas numeradas del 1 al 3 que están sobre el crucero C1. Sin embargo, solo explica el procedimiento para diseñar la plantilla de la cruceta 1. En este estudio solo se ha dibujado la plantilla de la cruceta 1, evitando la superposición de líneas y clarificando al máximo el proceso de diseño. Se ha identificado el centro de la cruceta con la letra o y sus cuatro extremos con las letras a, b, c y d.

Figura 84. Título 114 "Capilla prolongada por cruceros" (Vandelvira ca. 1585, 99r).

Figura 85. Título 114 "Capilla perlongada por cruceros" (análisis gráfico).

Para obtener esta plantilla, primero hay que dibujar los alzados de los arcos a-o-b y c-o-d de la cruceta en verdadera magnitud. Para ello, se proyectan los puntos a, o y b sobre el arco M1 del alzado auxiliar izquierdo y se hallan los puntos a', o', y b'. El arco a'-o'-b' representa el alzado del arco a-o-b. Para dibujar el alzado del arco c-o-d se deben trasladar los puntos desde la planta a la base del alzado auxiliar derecho, pues en este caso no existe correspondencia directa. Luego se proyectan sobre el arco N1 y se hallan los puntos c', o' y d'. El arco c'-o'-d' representa el alzado del arco c-o-d.

A continuación, Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener el desarrollo del crucero C1 que contiene a la cruceta 1, según un cono de eje horizontal, como si se tratara de una hilada vertical circular. Y sobre este desarrollo se dispone a dibujar la plantilla, que se compone de dos bandas cruzadas.

La primera banda c''-o''-d'' se obtiene trasladando directamente las distancias entre los puntos c', o' y d' desde el alzado auxiliar derecho hasta el desarrollo del crucero. La segunda banda a''-o''-b'' se dibuja a partir de sus extremos a'' y b'', que se obtienen cada uno mediante la intersección de dos arcos. Para obtener el punto a'', primero se mide la distancia o'-a' en el alzado auxiliar izquierdo y se utiliza como radio para trazar en la plantilla un arco a1 con centro en o''. Después hace falta medir la distancia entre los extremos a y c. Sin embargo, a diferencia del título 113, ahora no se puede medir esta distancia directamente en la planta, pues la cruceta 1 no es simétrica y, por lo tanto, los puntos a y c no se encuentran a la misma altura a' y c'. En este caso se hace necesario realizar una operación adicional que Vandelvira describe como *capialzar* en sus cerchas lo que hay de un extremo al otro.

En realidad, esta operación consiste simplemente en obtener la verdadera magnitud de la distancia entre los extremos a y c, cuestión que Palacios (1987a, 652-653; [1990] 2003, 306) explica mediante un sencillo abatimiento. Vandelvira no realiza exactamente un abatimiento, aunque el resultado obtenido es el mismo. Lo que hace es trazar una recta horizontal y otra vertical entre los puntos a' y c' del alzado auxiliar para obtener la diferencia de cota entre ambos. Mide la distancia a-c en la planta y la traslada con compás al alzado auxiliar, concretamente a la recta horizontal. Y entonces *capialza* un brazo del compás, es decir, lo desplaza verticalmente una distancia igual a la diferencia de cota, obteniendo como resultado la distancia real entre los puntos a y c. Dicho de otra manera, se dibuja una especie de triángulo rectángulo con base igual a la distancia a-c de la planta y con altura igual a la diferencia de cota entre a' y c' del alzado auxiliar. La hipotenusa de este triángulo es la distancia real entre los extremos a y c de la cruceta. Y utilizando esta medida como radio, se traza en la plantilla el arco a2 con centro en c''. La intersección entre los arcos a1 y a2 proporciona el punto a''.

Luego se repite la misma operación para obtener el punto b''. Se mide la distancia o'-b' en el alzado auxiliar izquierdo y se utiliza como radio para trazar en la plantilla un arco b1 con centro en o''. Después se dibuja un triángulo rectángulo con base igual a la distancia b-d de la planta y con altura igual a la diferencia de cota entre b' y d'. Se obtiene la hipotenusa, que es la distancia real entre los extremos b y d de la cruceta, y se utiliza como radio para trazar en la plantilla el arco b2 con centro en d''. La intersección entre los arcos b1 y b2 proporciona el punto b''. Por último, se dibuja el arco a''-o''-b'', se trazan otros dos arcos paralelos a cada lado que representan la anchura de la banda completa y se termina la plantilla de la cruceta 1. Las plantillas de las restantes crucetas se dibujan siguiendo el mismo procedimiento.

Título 115 "Capilla cuadrada enrejada"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 99v-100r; [ca. 1585] 1977, 145) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y compuesta por una malla de cruceros diagonales [fig. 86-87]. Es un trazado similar al del título 113, pero con algunas diferencias derivadas de disponer cruceros diagonales, es decir, de directrices paralelas a las diagonales de la planta. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 663-673; Palacios [1990] 2003, 316-321).

Dibujo de la planta y la sección vertical con los cruceros

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el cuadrado inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro y las esquinas de la planta. Después se divide el arco B-C en ocho partes, considerando que dicho arco representa una sección vertical de la baída por el eje Ej1 y que las divisiones representan la separación entre cruceros. Según Vandelvira, la posición de los cruceros se define en la sección B-C. Sin embargo, en este trazado las posiciones se han establecido en planta conforme a dos requisitos: primero, que las directrices de los cruceros resulten simétricas respecto de las diagonales de la planta, y segundo, que el punto de arranque de una directriz sobre un arco formero coincida con el punto de arranque de otra directriz en la otra dirección. Como consecuencia de ambos requisitos, los cruceros no quedan equidistantes en la sección B-C. El resultado es una baída compuesta por una malla de 12x12 cruceros diagonales. Obsérvese que todos los cruceros se diseñan con molde cuadrado.

Dibujo del alzado de los cruceros

En primer lugar, Vandelvira necesita dibujar un alzado auxiliar donde poder ver las directrices circulares de los cruceros en verdadera magnitud. En este caso existen veinticuatro cruceros repartidos en dos direcciones. Los doce cruceros de una dirección son iguales a los doce de la otra, y dentro de una misma dirección, los cruceros son simétricos respecto de la diagonal de la planta. Por tanto, solo hay seis tipos de cruceros. Vandelvira dibuja un alzado auxiliar con las directrices circulares de estos seis cruceros, que arrancan por pares desde tres alturas diferentes. Ahora bien, en este estudio solo se han dibujado las directrices de los dos cruceros que afectan a la cruceta número 1, que es la cruceta de la cual se obtendrá la plantilla de intradós. Se ha hecho así para evitar la superposición de líneas y clarificar al máximo el proceso de diseño.

La cruceta 1 resuelve la intersección entre el crucero C1 paralelo al eje Ej1 y el crucero C2 paralelo al eje Ej2. Por tanto, se debe dibujar un alzado auxiliar con las directrices circulares de ambos cruceros en verdadera magnitud. Para ello, primero se traza el arco formero F, se proyecta sobre dicho arco el punto de arranque de la directriz del crucero C1 y se obtiene la altura h1. Se traslada esta altura a la recta vertical H y se obtiene el punto p1. Se mide en planta el radio de la directriz del crucero C1, que es la distancia que hay entre el eje Ej2 y el punto r1⁶⁰. Se traslada

⁶⁰ Vandelvira toma, como radio de la directriz del crucero C1, la distancia entre el centro de la planta y la esquina superior izquierda de la planta. Evidentemente, esta distancia no es el radio de la directriz de dicho crucero, pero es una longitud muy aproximada y la desviación resulta imperceptible en el trazado. Podría tratarse de un error, lo que parece un poco extraño, pues el resto de radios de las otras directrices los mide correctamente. Por este motivo, más que un error parece una licencia puntual para agilizar el trazado.

Figura 86. Título 115 "Capilla cuadrada enrejada" (Vandelvira ca. 1585, 100r).

Figura 87. Título 115 "Capilla cuadrada enrejada" (análisis gráfico).

esta medida, con un compás, al punto p_1 y se obtiene el punto o_1 . Y entonces, con centro en o_1 y radio hasta p_1 , se traza la circunferencia M_1 , que representa la directriz del crucero C_1 en verdadera magnitud. Luego se repite la misma operación con el crucero C_2 . Se proyecta el punto de arranque de la directriz de dicho crucero sobre el arco formero F y se obtiene la altura h_2 . Se traslada esta altura a la recta vertical H y se obtiene el punto p_2 . Se mide en planta el radio de la directriz del crucero C_2 , que es la distancia que hay entre el eje Ej_1 y el punto r_2 . Se traslada esta medida, con un compás, al punto p_2 y se obtiene el punto o_2 . Y entonces, con centro en o_2 y radio hasta p_2 , se traza la circunferencia M_2 , que representa la directriz del crucero C_2 en verdadera magnitud.

Obtención de las plantillas de intradós de las crucetas

Vandelvira obtiene las plantillas de intradós de las crucetas numeradas del 1 al 3 que están sobre el crucero C_1 . Sin embargo, solo explica el procedimiento para diseñar la plantilla de la cruceta 1. Como ya se ha indicado antes, en este estudio solo se ha dibujado la plantilla de la cruceta 1, para evitar la superposición de líneas y clarificar al máximo el proceso de diseño. Se ha identificado el centro de la cruceta con la letra o y sus cuatro extremos con las letras a , b , c y d .

Para obtener esta plantilla, primero hay que dibujar los alzados de los arcos $a-o-b$ y $c-o-d$ de la cruceta en verdadera magnitud. Para ello, se miden las distancias $a-o-b$ y $c-o-d$ en la planta y se trasladan a la base del alzado auxiliar, teniendo en cuenta que el punto o debe situarse coincidiendo con la proyección del punto o' , que se localiza en la intersección entre los arcos M_1 y M_2 . Luego se proyectan los puntos a y b sobre el arco M_1 y los puntos c y d sobre M_2 . El arco $a'-o'-b'$ representa el alzado del arco $a-o-b$ y el arco $c'-o'-d'$ representa el alzado del arco $c-o-d$.

A continuación, Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener el desarrollo del crucero C_2 que contiene a la cruceta, según un cono de eje horizontal, como si se tratara de una hilada vertical circular. Ahora bien, la falta de espacio para hacer el dibujo provoca que, en vez de desarrollar el crucero C_2 , opte por desarrollar el crucero C_3 , que es simétrico al C_1 . Y sobre este desarrollo, se dispone a dibujar la plantilla de una cruceta numerada con el 4, que es simétrica a la cruceta 2 y que se compone de dos bandas cruzadas.

La primera banda $a''-o''-b''$ se obtiene trasladando directamente las distancias entre los puntos a' , o' y b' desde el alzado auxiliar hasta el desarrollo del crucero. La segunda banda $c''-o''-d''$ se dibuja a partir de sus extremos c'' y d'' , que se obtienen cada uno mediante la intersección de dos arcos. Para obtener el punto c'' , primero se mide la distancia $o'-c'$ en el alzado auxiliar y se utiliza como radio para trazar en la plantilla un arco c_1 con centro en o'' . Después se dibuja un triángulo rectángulo con base igual a la distancia $a-c$ de la planta y con altura igual a la diferencia de cota entre a' y c' . Se obtiene la hipotenusa, que es la distancia real entre los extremos a y c de la cruceta, y se utiliza como radio para trazar en la plantilla el arco c_2 con centro en a'' . La intersección entre los arcos c_1 y c_2 proporciona el punto c'' .

Luego se repite la misma operación para obtener el punto d'' . Se mide la distancia $o'-d'$ en el alzado auxiliar y se utiliza como radio para trazar en la plantilla un arco d_1 con centro en o'' . Después se dibuja un triángulo rectángulo con base igual a la distancia $b-d$ de la planta y con altura igual a la diferencia de cota entre b' y d' . Se obtiene la hipotenusa, que es la distancia real entre los extremos b y d de la cruceta, y se utiliza como radio para trazar en la plantilla el arco d_2 con centro en b'' . La intersección entre los arcos d_1 y d_2 proporciona el punto d'' . Por último, se

dibuja el arco c''-o''-d'', se trazan otros dos arcos paralelos a cada lado que representan la anchura de la banda completa y se termina la plantilla de la cruceta 4, simétrica a la cruceta 1. Las plantillas de las restantes crucetas se dibujan siguiendo el mismo procedimiento.

Título 116 "Capilla perlongada enrejada"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 100v-101r; [ca. 1585] 1977, 146) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta rectangular, con sección semi-circular y compuesta por una malla de cruceros diagonales [fig. 88-89]. Es un trazado similar al del título 115, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una planta rectangular.

Dibujo de la planta y la sección vertical con los cruceros

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el rectángulo inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales, uno Ej2 que pasa por el centro y la esquina superior derecha de la planta y otro Ej1 perpendicular al anterior y que también pasa por el centro de la planta. Después se divide el arco B-C en ocho partes, considerando que dicho arco representa una sección vertical de la baída por el eje Ej1 y que las divisiones representan la separación entre cruceros. Según Vandelvira, la posición de los cruceros se define en la sección B-C. Sin embargo, en este caso, al igual que en el trazado del título 115, estas posiciones se han establecido en planta conforme a dos requisitos: primero, que las directrices de los cruceros sean simétricas respecto de dos ejes horizontal y vertical imaginarios que pasan por el centro de la planta, y segundo, que el punto de arranque de una directriz sobre un arco formero coincida con el punto de arranque de otra directriz en la otra dirección. Como consecuencia de ambos requisitos, los cruceros no quedan equidistantes en la sección B-C. El resultado es una baída compuesta por una malla de 12x12 cruceros diagonales. Obsérvese que todos los cruceros se diseñan con molde cuadrado.

Dibujo del alzado de los cruceros

En primer lugar, Vandelvira necesita dibujar un alzado auxiliar donde poder ver las directrices circulares de los cruceros en verdadera magnitud. Sin embargo, en este estudio, al igual que en el caso anterior, solo se han dibujado las directrices de los dos cruceros que afectan a la cruceta número 2, que es la cruceta de la cual se obtendrá la plantilla de intradós. Se ha hecho así para evitar la superposición de líneas y clarificar al máximo el proceso de diseño.

La cruceta 2 resuelve la intersección entre el crucero C1 paralelo a una diagonal de la planta y el crucero C2 paralelo al eje Ej2. Por tanto, se debe dibujar un alzado auxiliar con las directrices circulares de ambos cruceros en verdadera magnitud. Para ello, primero se traza el arco formero mayor F, se proyecta sobre dicho arco el punto de arranque de la directriz del crucero C1 y se obtiene la altura h1. Se traslada esta altura a la recta vertical H y se obtiene el punto p1. Se mide en planta el radio de la directriz del crucero C1, que es la mitad de la distancia que hay entre los puntos r0 y r1. Se traslada esta medida, con un compás, al punto p1 y se obtiene el punto o1. Y entonces, con centro en o1 y radio hasta p1, se traza la circunferencia M1, que representa la directriz del crucero C1 en verdadera magnitud. Luego se repite la misma operación con el crucero C2. Se proyecta el punto de arranque de la directriz de dicho crucero sobre el arco formero

Figura 88. Título 116 "Capilla perlongada enrejada" (Vandelvira ca. 1585, 101r).

Figura 89. Título 116 "Capilla perlongada enrejada" (análisis gráfico).

mayor F y se obtiene la altura h_2 . Se traslada esta altura a la recta vertical H y se obtiene el punto p_2 . Se mide en planta el radio de la directriz del crucero C_2 , que es la distancia que hay entre el eje Ej_1 y el punto r_2 . Se traslada esta medida, con un compás, al punto p_2 y se obtiene el punto o_2 . Y entonces, con centro en o_2 y radio hasta p_2 , se traza la circunferencia M_2 , que representa la directriz circular del crucero C_2 en verdadera magnitud.

Obtención de las plantillas de intradós de las crucetas

Vandelvira obtiene las plantillas de intradós de las crucetas numeradas del 1 al 3 que están sobre el crucero C_1 . Sin embargo, solo explica el procedimiento para diseñar la plantilla de la cruceta 1. Como ya se ha indicado antes, en este estudio solo se ha dibujado la plantilla de la cruceta 1, para evitar la superposición de líneas y clarificar al máximo el proceso de diseño. Se ha identificado el centro de la cruceta con la letra o y sus cuatro extremos con las letras a , b , c y d .

Al igual que en el título 115, para obtener esta plantilla primero hay que dibujar los alzados de los arcos $a-o-b$ y $c-o-d$ de la cruceta en verdadera magnitud. Para ello, se miden las distancias $a-o-b$ y $c-o-d$ en la planta y se trasladan a la base del alzado auxiliar, teniendo en cuenta que el punto o debe situarse coincidiendo con la proyección del punto o' , que se localiza en la intersección entre los arcos M_1 y M_2 . Luego se proyectan los puntos a y b sobre el arco M_1 y los puntos c y d sobre M_2 . El arco $a'-o'-b'$ representa el alzado del arco $a-o-b$ y el arco $c'-o'-d'$ representa el alzado del arco $c-o-d$.

A continuación, Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener el desarrollo del crucero C_2 que contiene a la cruceta, según un cono de eje horizontal, como si se tratara de una hilada vertical circular. Ahora bien, la falta de espacio para hacer el dibujo provoca que, en vez de desarrollar el crucero C_2 , opte por desarrollar el crucero C_3 , que es simétrico al C_1 . Y sobre este desarrollo, se dispone a dibujar la plantilla de una cruceta numerada con el 4, que es simétrica a la cruceta 2 y que se compone de dos bandas cruzadas.

La primera banda $a''-o''-b''$ se obtiene trasladando directamente las distancias entre los puntos a' , o' y b' desde el alzado auxiliar hasta el desarrollo del crucero. La segunda banda $c''-o''-d''$ se dibuja a partir de sus extremos c'' y d'' , que se obtienen cada uno mediante la intersección de dos arcos. Para obtener el punto c'' , primero se mide la distancia $o'-c'$ en el alzado auxiliar y se utiliza como radio para trazar en la plantilla un arco c_1 con centro en o'' . Luego se dibuja un triángulo rectángulo con base igual a la distancia $a-c$ de la planta y con altura igual a la diferencia de cota entre a' y c' . Se obtiene la hipotenusa, que es la distancia real entre los extremos a y c de la cruceta, y se utiliza como radio para trazar en la plantilla el arco c_2 con centro en a'' . La intersección entre los arcos c_1 y c_2 proporciona el punto c'' .

Luego se repite la misma operación para obtener el punto d'' . Se mide la distancia $o'-d'$ en el alzado auxiliar y se utiliza como radio para trazar en la plantilla un arco d_1 con centro en o'' . Luego se dibuja un triángulo rectángulo con base igual a la distancia $b-d$ de la planta y con altura igual a la diferencia de cota entre b' y d' . Se obtiene la hipotenusa, que es la distancia real entre los extremos b y d de la cruceta, y se utiliza como radio para trazar en la plantilla el arco d_2 con centro en b'' . La intersección entre los arcos d_1 y d_2 proporciona el punto d'' . Finalmente, se dibuja el arco $c''-o''-d''$, se trazan otros dos arcos paralelos a cada lado que representan la anchura de la banda completa y se termina la plantilla de la cruceta 4, simétrica a la cruceta 1. Las plantillas de las restantes crucetas se dibujan siguiendo el mismo procedimiento.

Título 117 "Capilla enrejada por el crucero"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 101v-102r; [ca. 1585] 1977, 146-147) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y compuesta por una malla de cruceros diagonales [fig. 90-91]. Es un trazado prácticamente igual al del título 115, donde tan solo cambia el número y la posición de los cruceros.

Dibujo de la planta y la sección vertical con los cruceros

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el cuadrado inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro y las esquinas de la planta. Después se divide el arco B-C en cinco partes, considerando que dicho arco representa una sección vertical de la baída por el eje Ej1 y que las divisiones representan la separación entre cruceros. En esta ocasión, a diferencia de los títulos 115 y 116 anteriores, Vandelvira realiza las divisiones manera que los cruceros vayan iguales por su cercha del crucero que va de rincón a rincón, es decir, que los cruceros, vistos en la sección B-C, queden equidistantes entre sí. Hecho esto, se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1 y se utilizan para dibujar en planta las directrices de los cruceros, que son una serie de rectas paralelas a las diagonales de la planta. El resultado es una baída compuesta por una malla de 8x8 cruceros diagonales. Obsérvese que todos los cruceros se diseñan con molde cuadrado.

Dibujo del alzado de los cruceros

En primer lugar, Vandelvira necesita dibujar un alzado auxiliar donde poder ver las directrices circulares de los cruceros C1, C2, C3 y C4 en verdadera magnitud. Para ello, se traza una recta horizontal como base del alzado auxiliar, se miden las distancias entre el eje Ej1 y cada una de las divisiones realizadas en el arco B-C, y se utilizan estas medidas como radios para dibujar las semicircunferencias concéntricas M1, M2, M3 y M4. Luego hay que obtener, según las palabras de Vandelvira, lo que cada crucero toma de su cercha, es decir, la parte de las semicircunferencias M1, M2, M3 y M4 que corresponden a las directrices de los cruceros C1, C2, C3 y C4. Para ello, se miden en planta las anchuras de cada directriz, se trasladan a la base del alzado auxiliar y se proyectan sobre las semicircunferencias correspondientes, acotando sus anchuras. Vandelvira no une los extremos obtenidos, pero en este estudio sí que se han unido con dos arcos elípticos F que representan los dos arcos formeros. Las porciones de las semicircunferencias M1, M2, M3 y M4 contenidas entre los formeros F son los alzados de las directrices circulares de los cruceros C1, C2, C3 y C4. El alzado auxiliar obtenido es, en realidad, un alzado sobre un plano vertical perpendicular al eje Ej1.

Obtención de las plantillas de intradós de las crucetas

Vandelvira obtiene las plantillas de intradós de las crucetas que están numeradas del 1 al 4 y explica que estas plantillas se diseñan de la misma manera que en las capillas enrejadas pasadas, es decir, de la misma manera que en los títulos 115 y 116. No obstante, en este estudio solo se ha dibujado la plantilla de la cruceta 3, para evitar así la superposición de líneas y clarificar al máximo el proceso de diseño. Se ha identificado el centro de la cruceta con la letra o y sus cuatro extremos con las letras a, b, c y d.

Figura 90. Título 117 "Capilla enrejada por el crucero" (Vandelvira ca. 1585, 102r).

Figura 91. Título 117 "Capilla enrejada por el crucero" (análisis gráfico).

Para obtener esta plantilla, primero hay que dibujar los alzados de los arcos a-o-b y c-o-d de la cruceta en verdadera magnitud. Para ello, se mide la distancia a-o-b en la planta y se traslada a la parte izquierda de la base del alzado auxiliar, teniendo en cuenta que la separación entre el punto o y el eje Ej2 de la planta debe ser la misma que entre el punto o y el eje vertical del alzado auxiliar. Luego se proyectan los puntos a, o y b sobre el arco M4 y se hallan los puntos a', o' y b'. El arco a'-o'-b' representa el alzado del arco a-o-b. Después se repite la misma operación con los otros puntos. Se mide la distancia c-o-d en la planta y se traslada a la parte derecha de la base del alzado auxiliar, teniendo en cuenta que la separación entre el punto o y el eje Ej1 de la planta debe ser la misma que entre el punto o y el eje vertical del alzado auxiliar. Luego se proyectan los puntos c, o y d sobre el arco M3 y se hallan los puntos c', o' y d'. El arco c'-o'-d' representa el alzado del arco c-o-d.

A continuación, Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener el desarrollo del crucero C3 que contiene a la cruceta 3, según un cono de eje horizontal, como si se tratara de una hilada vertical circular. Y sobre este desarrollo se dibuja la plantilla de intradós de la cruceta siguiendo el mismo procedimiento que en los trazados de los títulos 115 y 116.

Título 124 "Capilla ochavada en vuelta redonda"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 107v-108r; [ca. 1585] 1977, 152) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta octogonal, con sección semicircular y despiezada por hiladas octogonales [fig. 92-93]. Vandelvira no habla en ningún momento de hiladas octogonales, pero parece apropiado emplear esta denominación para referirse a las hiladas de esta baída, cuyas juntas se proyectan en planta como octógonos. En realidad, las hiladas octogonales son la aplicación de las hiladas cuadradas a una planta octogonal. En consecuencia, este trazado es similar al de los títulos 98, 99, 100, 102 y 104, pero con algunas diferencias derivadas de disponer una planta octogonal. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 710-715; Palacios [1990] 2003, 344-347).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A1. Se traza la planta de la baída, que es el octógono regular inscrito en A1. Se dibuja un arco formero F semicircular. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro O de la circunferencia A1. Después se traza un tercer eje Ej3 paralelo a Ej1 y se dispone encima la semicircunferencia A2 de radio igual a A1, que representa la sección vertical de la baída por el eje Ej1. A continuación, se proyectan los puntos M y O sobre A2 y se obtienen los puntos B y C. Se divide el arco B-C en cuatro partes y media, que representan las alturas de las hiladas. Se proyectan estas divisiones sobre el eje Ej1 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de octógonos paralelos a la planta. El resultado es una baída despiezada en cinco hiladas cuadradas, incluida la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Como la planta es un octógono regular, cada hilada está compuesta por ocho tramos que son iguales entre sí. Por tanto, solo es necesario diseñar las plantillas de intradós para las dovelas de un tramo de cada hilada. Vandelvira emplea el procedimiento de desarrollo de conos para

Figura 92. Título 124 "Capilla ochavada en vuelta redonda" (Vandelvira ca. 1585, 108r).

Figura 93. Título 124 "Capilla ochavada en vuelta redonda" (análisis gráfico).

obtener las plantillas de las dovelas de los tramos del lado izquierdo de la planta, que son T1, T2, T3 y T4 de la primera a la cuarta hilada.

Dibujo del alzado de un paño de la bóveda baída

Vandelvira considera oportuno mostrar al lector como es el alzado de uno de los ocho paños que componen la baída. Para ello, se proyectan las divisiones del arco B-C sobre el eje Ej3 y se utilizan como radios para dibujar una serie de arcos P concéntricos al arco A2. Luego se proyectan los vértices 1, 2, 3 y 4 sobre los arcos P y se utilizan para trazar un arco elíptico E1 y su simétrico E2. El resultado obtenido es el alzado de un paño, que es la parte contenida entre los arcos elípticos E1 y E2. Las juntas entre los tramos contenidos dentro del paño son las porciones de los arcos P delimitadas por E1 y E2. Vandelvira no dibuja la junta entre la cuarta hilada y la clave, pero en este estudio sí que se ha incluido.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

Como solo existe un tipo de tramo por hilada, solo habrá un tipo de dovela acodada por hilada. Vandelvira señala que las plantas de los rincones (...) se sacan como dije en la capilla cuadrada por hiladas cuadradas, es decir, que las plantillas de intradós de las dovelas acodadas se obtienen de igual forma que en el título 98. Primero se hallan las alturas de las dovelas acodadas sobre una sección vertical de la baída por la diagonal Dg de la planta. Para ello, se abaten los vértices 1, 2, 3, 4 y 5 sobre el eje Ej1, se proyectan sobre el arco A2 y se obtienen los puntos a, b, c, d y e. Vandelvira no dibuja esta operación en el trazado, pero sin duda la hace, pues su resultado se aprecia claramente en las cuatro divisiones marcadas sobre la mitad izquierda de la sección A2 de la baída. Las distancias a-b, b-c, c-d y d-e representan las alturas de las dovelas acodadas desde la primera hasta la cuarta hilada respectivamente.

A continuación, se dispone una recta vertical auxiliar para dibujar, sobre ella, las plantillas de las dovelas acodadas. Se miden las alturas, se trasladan las medidas a la recta vertical auxiliar, se redibujan las plantillas de los tramos, se delimitan las longitudes de los ramales y se terminan las plantillas V1, V2, V3 y V4 de las dovelas acodadas de la primera a la cuarta hilada. La plantilla V5 de la clave es un octógono que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Títulos 129 y 130 "Capilla cuadrada artesonada"

En estos dos títulos Vandelvira (ca. 1585, 111v-113r; [ca. 1585] 1977, 155-156) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y despiezada por hiladas redondas en el centro y cuadradas en los laterales [fig. 94]. Se trata de un ejemplo de baída decorada en el que Vandelvira explica cómo se aplican las molduras en las capillas. El proceso de diseño de las plantillas no ofrece ninguna novedad y se resuelve de igual forma que en los títulos 96 y 98. Tan solo conviene prestar atención a un tipo de dovela singular, llamada C, que, según Vandelvira, corresponde a entrambas partes cuadrada y redonda, es decir, que resuelve el cambio de despiece. Esta dovela C se labra con una plantilla especial cuyo diseño se realiza combinando dos plantillas, una de la hilada cuadrada y otra de la redonda. Por último, conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 735-743; Palacios [1990] 2003, 362-366; Minenna 2012, 2: 103-108).

Figura 94. Títulos 129 y 130 "Capilla cuadrada artesonada" (Vandelvira ca. 1585, 112r).

Títulos 131 y 132 "Capilla perlongada artesonada"

En estos dos títulos Vandelvira (ca. 1585, 113v-115r; [ca. 1585] 1977, 156-157) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta rectangular, con sección semicircular y despiezada por hiladas redondas en el centro y cuadradas en los laterales [fig. 95]. Se trata de un ejemplo de baída decorada en el que Vandelvira explica cómo se extienden las molduras para que acudan a los rincones proporcionalmente. El proceso de diseño de las plantillas no ofrece ninguna novedad y se resuelve de igual forma que en los títulos 97 y 99. Tan solo conviene prestar atención a las dovelas que resuelven el cambio de despiece y que se labran con una plantilla M cuyo diseño se realiza combinando dos plantillas de la misma manera que en los títulos 129 y 130. En palabras de Vandelvira, la plantilla M se compone de las plantas O y P; la O mira a la parte del cuadrado y la P a la parte del redondo.

Título 133 "Capilla enlazada"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 115v-116r; [ca. 1585] 1977, 157-158) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós con la decoración de la cuarta parte de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y despiezada por hiladas redondas [fig. 96-97]. En otras palabras, se trata de un trazado que expone un procedimiento para reproducir la decoración de una baída en sus plantillas. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 744-768; Palacios [1990] 2003, 366-373; Minenna 2012, 2: 97-102).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja un cuarto de la planta de la baída, que es un cuadrado. Se traza el arco de circunferencia A y se divide en diez partes iguales, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por la diagonal Dg de la planta y que las divisiones del 0 al 10 representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre la recta horizontal y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de arcos de circunferencia concéntricos. El resultado es una pechina y un cuarto de luquete despiezados en diez hiladas redondas, incluida la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

En primer lugar, se dispone una recta vertical auxiliar para dibujar, sobre ella, las plantillas de intradós de las hiladas. Se miden las distancias entre las divisiones del arco A y se trasladan a la recta vertical auxiliar, obteniendo así los puntos del 0' al 10'. Luego se trazan diez arcos de circunferencia con centros en el punto 10' y radios hasta cada una de las divisiones marcadas. Estos arcos representan los bordes inferiores y superiores de las plantillas. A continuación, se miden en planta, con un compás, las anchuras, ambos lados de la diagonal Dg, de las juntas de las hiladas. Se trasladan estas medidas a los arcos y se acotan las anchuras de los bordes inferiores y superiores de las plantillas. Finalmente, se definen los bordes laterales o cerchas de los lados, que, según indica Vandelvira, se dibujan adulciéndolas de tres en tres puntos, es decir, dibujando varios arcos de circunferencia, uno por cada tres puntos.

Figura 95. Títulos 131 y 132 "Capilla perlongada artesonada" (Vandelvira ca. 1585, 114r).

Figura 97. Título 133 "Capilla enlazada" (análisis gráfico).

Diseño de la decoración en las plantillas de intradós

Para reproducir en las plantillas de intradós la decoración diseñada en la planta de la baída, se debe copiar la decoración de cada hilada desde la planta hasta su plantilla correspondiente. En palabras de Vandelvira: extendida la cuarta parte de esta capilla como dicho tengo, repartirás en ella los artesones que le competen a la dicha cuarta parte. Siguiendo el procedimiento propuesto por Vandelvira, se obtiene la solución dibujada en la parte inferior izquierda [fig. 97].

A modo de comparación, en la parte inferior derecha se presenta otra solución obtenida con un programa de CAD, que ha sido generada proyectando la decoración de la superficie esférica sobre varios troncos de cono ajustados al intradós de las hiladas y que posteriormente se han desarrollado⁶¹. Ambas soluciones no son exactamente iguales, pero sí muy parecidas. Esto refleja que la solución de Vandelvira es bastante precisa, si bien presenta algunas pequeñas desviaciones, sobre todo en las hiladas quinta y sexta. En cualquier caso, estas desviaciones no deben entenderse como errores, sino como licencias geométricas que hacen que el procedimiento sea razonablemente sencillo y abordable mediante técnicas bidimensionales.

Aplicación de las plantillas de intradós en las dovelas

Las plantillas de intradós con la decoración se podrían utilizar en las dovelas antes o después del montaje de la baída. En ambos casos, la idea sería aplicar las plantillas sobre el intradós de las dovelas labradas, para poder calcar la decoración y después tallarla en bajorrelieve (Palacios 1987a, 750; Palacios [1990] 2003, 373; Minenna 2012, 2: 257-262).

Título 134 "Capilla primera indiferente"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 116v-117r; [ca. 1585] 1977, 158-159) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós con la decoración de la cuarta parte de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y despiezada por hiladas diagonales [fig. 98-99]. En otras palabras, se trata de un trazado que expone un procedimiento para reproducir la decoración de una baída en sus plantillas. Es un trazado similar al del título 133, pero con algunas diferencias derivadas de disponer hiladas diagonales, es decir, hiladas circulares verticales con sus tramos paralelos a las diagonales de la planta como en el título 105.

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja un cuarto de la planta de la baída, que es un cuadrado. Se traza el arco de circunferencia A y se divide en diez partes iguales, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por la diagonal Dg de la planta y que las divisiones del 0 al 10 representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre la recta horizontal, se abaten sobre la diagonal Dg y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una serie de rectas perpendiculares a la diagonal Dg. El resultado es una pechina y un cuarto de luquete despiezados en diez hiladas diagonales, incluida la clave.

⁶¹ La proyección sobre las superficies troncocónicas puede hacerse de muchas formas, pero en este caso se ha considerado que lo más lógico sería realizar una proyección convergente al centro de la baída. De esta manera, a todo punto de la pechina y el luquete esféricos le corresponde un punto en una superficie troncocónica tal que, si se unen ambos puntos con una recta, esta pasa por el centro de la baída.

Figura 98. Título 134 "Capilla primera indiferente" (Vandelvira ca. 1585, 116v).

Figura 99. Título 134 "Capilla primera indiferente" (análisis gráfico).

A diferencia de lo que ocurría en el título 133, en este caso no existe una junta que represente con claridad la separación entre la pechina y el cuarto de luquete. Vandelvira considera oportuno definir esta separación y, por este motivo, traza una recta R_t paralela a las juntas entre hiladas que va desde la esquina inferior izquierda de la planta hasta la esquina superior derecha y que representa la separación entre la pechina y el cuarto de luquete. Luego localiza el punto de intersección entre la recta R_t y la diagonal D_g , abate dicho punto sobre la recta horizontal y lo proyecta sobre el arco A, obteniendo así el punto a.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

En primer lugar, se dispone una recta vertical auxiliar para dibujar, sobre ella, las plantillas de intradós de las hiladas. Se miden las distancias entre las divisiones del arco A y se trasladan a la recta vertical auxiliar, obteniendo así los puntos del 0' al 10', incluido el a'. Luego se trazan once arcos de circunferencia con centros en el punto 0' y radios hasta cada una de las divisiones marcadas. Todos estos arcos, excepto el que pasa por a', representan los bordes inferiores y superiores de las plantillas. A continuación, se miden en planta, con un compás, las anchuras de las juntas de las hiladas, también de la recta R_t . Se trasladan estas medidas a la base de la recta vertical auxiliar, se proyectan sobre los arcos y se acotan las anchuras de los bordes inferiores y superiores de las plantillas. Finalmente, se dibujan los bordes laterales de igual forma que en el título 133, es decir, mediante varios arcos de circunferencia, uno por cada tres puntos.

Diseño de la decoración en las plantillas de intradós

Para reproducir en las plantillas de intradós la decoración diseñada en la planta de la baída, se debe copiar la decoración de cada hilada desde la planta hasta su plantilla correspondiente. Siguiendo este procedimiento, que es el propuesto por Vandelvira, se obtiene la solución dibujada en la parte inferior izquierda [fig. 99].

A modo de comparación, en la parte inferior derecha se presenta otra solución obtenida con un programa de CAD, que ha sido generada proyectando la decoración de la superficie esférica sobre varios troncos de cono ajustados al intradós de las hiladas y que posteriormente se han desarrollado⁶². Ambas soluciones no son exactamente iguales, pero sí muy parecidas. Esto refleja que la solución de Vandelvira es bastante precisa, si bien presenta algunas pequeñas desviaciones, sobre todo en las hiladas quinta y sexta. En cualquier caso, estas desviaciones no deben entenderse como errores, sino como licencias geométricas que hacen que el procedimiento sea razonablemente sencillo y abordable mediante técnicas bidimensionales.

Aplicación de las plantillas de intradós en las dovelas

Del mismo modo que en el título 133 anteriormente visto, las plantillas de intradós con la decoración se podrían utilizar en las dovelas antes o después del montaje de la baída. En ambos casos, la idea sería aplicar las plantillas sobre el intradós de las dovelas labradas, para poder calcar la decoración y después tallarla en bajorrelieve (Palacios 1987a, 750; Palacios [1990] 2003, 373; Minenna 2012, 2: 257-262).

⁶² La proyección sobre las superficies troncocónicas se ha realizado de la misma forma que en el título 133. A este respecto, véase la nota 61.

Título 135 "Capilla cuadrada enlazada"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 117v; [ca. 1585] 1977, 159) presenta el trazado de una bóveda baída de planta cuadrada e intradós decorado [fig. 100]. No es tanto un trazado de cantería, sino más bien un ejemplo de decoración. Se puede apreciar que Vandelvira se desentiende de las pechinas y centra su atención en el ornato del luquete, que, según indica, se resuelve de manera similar al título 78 Capilla redonda por cruceros disminuidos, que es una bóveda semiesférica de cruceros radiales y circulares (Vandelvira ca. 1585, 64r). La única diferencia es que la bóveda semiesférica del título 78 tiene una sección semicircular y el luquete del título 135 tiene una sección escarzana. Vandelvira hace referencia a esto mismo explicando que desde donde comienzan los artesones es escarzana porque comienza el medio punto desde el rincón y cuando viene a nivel de los arcos causa cercha escarzana. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Minenna 2012, 2: 109-116).

Título 136 "Capilla segunda indiferente"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 118r; [ca. 1585] 1977, 159) presenta el trazado de una bóveda baída de planta cuadrada e intradós decorado [fig. 101]. Se trata de un ejemplo de decoración como el del título 135. Vandelvira señala que por la capilla cuadrada número CXXIX y por la indiferente número CV (...) se entiende ésta porque participa de entrambas, lo cual podrás ver fácilmente con el compás. En otras palabras, esta baída se resuelve según los procedimientos vistos en los títulos 129 y 105, que son, respectivamente, una baída de planta cuadrada despiezada por hiladas redondas en el centro y cuadradas en los laterales, y una baída de planta cuadrada despiezada por hiladas diagonales.

Título 137 "Capilla tercera indiferente"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 118v; [ca. 1585] 1977, 160) presenta el trazado de una bóveda baída de planta cuadrada e intradós decorado [fig. 102]. Se trata de un ejemplo de decoración como el de los títulos 135 y 136. Vandelvira indica que esta baída se resuelve por las mismas que la pasada, es decir, según los procedimientos vistos en el título 136. Además, menciona que puédese hacer perlongada por la capilla perlongada número CXXXI. Dicho con otras palabras, que para diseñar esta baída con una planta rectangular habría que seguir las indicaciones dadas en el título 131, que es una baída de planta rectangular despiezada por hiladas redondas en el centro y cuadradas en los laterales.

Título 138 "Capilla cuarta indiferente"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 119r; [ca. 1585] 1977, 160) presenta el trazado de una bóveda baída de planta cuadrada e intradós decorado [fig. 103]. Se trata de un ejemplo de decoración como el de los títulos 135, 136 y 137. Vandelvira señala que esta baída se resuelve como la capilla cuadrada título CXXIX, es decir, conforme a las instrucciones dadas en el título 129, que es una baída de planta cuadrada y despiezada por hiladas redondas en el centro y cuadradas

Fol. 135.

Capilla cuadrada enlazada

Para Capilla redonda enlazada Título 135. Folio 135. De
 mano de la cantería esta se trata solo de fin en que el número de los
 es medio punto justo de la cantería con la cantería. Los artesanos se acercan
 porque comienzan el medio punto de la cantería y cuando ven así de
 los otros artesanos escaraban que el de repente y así se ande es en-
 los los artesanos enlazada del repente por la que una orden quédese en
 la Capilla del número 23 por la que se entienda esta parte de monte =

Figura 100. Título 135 "Capilla cuadrada enlazada" (Vandelvira ca. 1585, 117v).

Dibido 136.

Capilla segunda indiferente

118

Esta Capilla quadrada tiene numero 129 y por la mda. tiene n.º 109
 por el 2.º contiene esta granga partición de canchales de que
 podan desta cila mente con el cuerpo de la capilla de la ca-
 pilla para dar muchas alig. cuadradas como prolongadas por que
 para capilla de toda suerte fongo dada la traza sobre la cual como
 sobre un fundamento se pueden armar oratorios y pabellones y
 poder dar galanías y muros de las que al o. b. h. h. de la
 cila y por tanto tiene que se finilo de la granga ambia
 de claudro =

Figura 101. Título 136 "Capilla segunda indiferente" (Vandelvira ca. 1585, 118r).

Título cxxvii. Capilla tercera y diferente

Porque me mandaron a hacer esta capilla de esta manera para que sea galana
en ella por poderse adornar los arcos con muchas medallas y flores
y tener los compartimientos y correspondencias graciantes =
pueden ser prolongada por la capilla de donde el numero 132 faga 133
y porque los brazos estan declarados. Entre otros se puede aqui notar en esta
figura mas de orden de la manera que se puede adornar =

Figura 102. Título 137 "Capilla tercera indiferente" (Vandelvira ca. 1585, 118v).

Título 138

Capilla 4 indiferente

119

Salida para con portada de la capilla en buelva de vino cuadrada de todas
 las proporciones de cantos y filos que al ymbuto y prudente Antito le
 pautare y por eso alargarmos de lo que quisiere y pautare para tanto en buelva
 que que pautas en otra proporción pautare como las que muestra mont son y pautar
 todas por pautar las tres vueltas colacen pautare mas de un or neta
 porque en lo de en tando al de el lado si fuese monte lo pautare en la
 particular y así esta Capilla de sea buelva si fuese para pautar en la
 de algunas de mas de todas se podran poner en los cantos y pautare en los lados
 en la D. Tracata Capilla por la Capilla cuadrada si fuese 119 fuese 112

Figura 103. Título 138 "Capilla cuarta indiferente" (Vandelvira ca. 1585, 119r).

en los laterales. Además, explica al lector que sabida la razón y extensión de la capilla en vuelta de horno se pueden hacer todas las invenciones de artesones y lazos que al inventivo y prudente arquitecto le pareciere .

Título 139 "Capilla cruzada"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 119v-120r; [ca. 1585] 1977, 160-161) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y compuesta por dos pares cruceros paralelos, también denominados arcos cruzados, que dividen el intradós en nueve partes susceptibles de ejecutarse mediante diferentes despieces [fig. 104-105]. Vandelvira indica que esta baída se llama capilla cruzada porque se cruzan los arcos que mueven de un nivel , es decir, porque se cruzan dos pares de arcos que van de lado a lado de la planta. También menciona que está puesta por obra esta capilla en San Francisco en la ciudad de Baeza por mi señor padre y entiendo es la mejor capilla particular y más bien ordenada y adornada que hay en nuestra España .

Esta baída resulta de la combinación de diferentes despieces. Los dos pares arcos cruzados son, en realidad, dos pares de cruceros paralelos de molde revirado cuyas intersecciones se resuelven con crucetas similares a las de los títulos 113 y 114. La parte central de la baída, que Vandelvira llama casco de la capilla de arriba y que en este estudio se identifica con la letra C, se despieza por hiladas redondas como las del título 109. Las cuatro partes laterales de la baída, que Vandelvira describe como casco de la capilla que cae entre el arco y el formalete y que en este estudio se identifican con las letras L, se despiezan por hiladas cuadradas como las del título 98. Y las cuatro esquinas o rincones marcados con las letras I se pueden cerrar, según explica Vandelvira, con veneras o lo que mejor pareciere al maestro . Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Palacios 1987a, 674-678; Palacios [1990] 2003, 322-323; Natividad 2014, 117-120).

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas

Vandelvira no explica con detalle los procedimientos para obtener las plantillas de intradós de las hiladas redondas de la parte central y las cuadradas de las partes laterales, pues entiende que ya han sido ampliamente descritos en títulos anteriores. En este caso, para la parte central habría que proceder como en el título 109 y para las partes laterales como en el título 98.

Obtención de las plantillas de intradós de las crucetas

Se podría pensar que las plantillas de intradós de las crucetas de esta baída se diseñan de la misma manera que en los títulos 113 al 117 dedicados a baídas de cruceros. Sin embargo, existe una diferencia: las plantillas de los títulos indicados se obtienen mediante la combinación de dos bandas curvas, mientras que en este caso las bandas son rectas.

Puesto que los cuatro arcos cruzados son iguales entre sí, solo existe un tipo de cruceta, que además será simétrica. Vandelvira decide hallar la plantilla de intradós para la cruceta de la parte superior izquierda de la planta. En este estudio también se ha obtenido la plantilla de dicha cruceta, cuyo centro y extremos se han identificado con las letras o, a, b, c y d en la planta y o', a', b', c' y d' en el alzado.

Figura 104. Título 139 "Capilla cruzada" (Vandelvira ca. 1585, 120r).

Figura 105. Título 139 "Capilla cruzada" (análisis gráfico).

Para obtener esta plantilla, primero se dibuja una recta vertical y se trasladan, sobre ella, las distancias entre los puntos a' , o' y b' , obteniendo así la recta $a''-o''-b''$ que representa la directriz del primer ramal de la plantilla. Luego se mide la distancia $a-c$ y se utiliza como radio para trazar el arco c_1 con centro en a'' . Se mide la distancia $b-d$ y se utiliza como radio para trazar el arco d_1 con centro en b'' . Conviene señalar que las distancias $a-c$ y $b-d$ son iguales, pues la cruz formada por los segmentos $a-b$ y $c-d$ está contenida en un cuadrado. Después se mide la distancia $o'-a'$ y se utiliza como radio para trazar el arco c_2 con centro en o'' . Se mide la distancia $o'-b'$ y se utiliza como radio para trazar el arco d_2 con centro en o'' . La intersección entre los arcos c_1 y c_2 proporciona el punto c'' y la intersección entre los arcos d_1 y d_2 proporciona el punto d'' . A continuación, se dibuja la recta $c''-d''$, que representa la directriz del segundo ramal de la plantilla. Finalmente, se realizan dos paralelas a cada lado de ambas directrices, que definen las anchuras de las bandas, y se termina la plantilla.

Según explica Vandelvira, la última recta $c''-d''$ trazada debería pasar por el punto o'' . Sin embargo, en este caso no ocurre así, y como consecuencia, se obtiene una plantilla con dos bandas que no son exactamente simétricas, lo que resulta algo extraño, pues la cruceta sí que es simétrica. La única forma de conseguir que la recta $c''-d''$ pase por el punto o'' es que las distancias $o'-a'$ y $o'-b'$ sean iguales. Y estas distancias únicamente pueden ser iguales si el arco $a'-o'-b'$ se convierte en una recta, lo que, en principio, no parece posible. Ahora bien, en una baída real, la cruceta sería relativamente pequeña respecto del tamaño total de la bóveda, de manera que los arcos $a'-o'-b'$ y $c'-o'-d'$ serían bastante rebajados, es decir, bastante aproximados a rectas. Bajo estas circunstancias, el punto o'' quedaría situado muy próximo a la recta $c''-d''$ y la plantilla resultante sería prácticamente simétrica.

Título 140 "Rombo igual"

Vandelvira (ca. 1585, 120v-123v; [ca. 1585] 1977, 161-164) inicia este título indicando al lector que, después de haber visto las bóvedas regulares, es momento de estudiar las irregulares. Según explica, una bóveda regular o capilla regular es cerrada en esfera recta, ya sea redonda, ya sea cuadrada, aunque en diferentes cortes, más la irregular por no poder ser cerrada en esfera recta es necesario buscarle cerchas de tal manera adulcidas que venga a imitar todo lo que fuere posible a la esfera recta que llamamos vuelta de horno acomodándose a los arcos de medio punto como lo manda la orden romana. Dicho con otras palabras, Vandelvira entiende que una baída es regular si su intradós es esférico y es irregular en caso contrario.

En este título Vandelvira presenta cuatro posibles soluciones para abovedar una planta con forma de rombo igual, es decir, una planta rómbica resultado combinar dos triángulos equiláteros. Como ahora se verá, la primera solución consiste en cubrir la planta dos bóvedas baídas regulares, la segunda pasa por diseñar una bóveda de crucería y las dos siguientes se resuelven con dos baídas, una despiezada por hiladas redondas y otra por hiladas cuadradas. Los folios de este título están desordenados en la encuadernación actual del manuscrito, lo que dificulta bastante su lectura; por este motivo, en cada una de las soluciones se indicará el orden correcto de las páginas. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Alonso Rodríguez y Calvo 2007, 13-16; Senent 2011, 1330-1332; Calvo y Alonso Rodríguez 2014, 94-98; Senent 2016, 435-439).

Primera solución: "rombo igual" cubierto por dos bóvedas baídas regulares

Esta solución carece de trazado y el texto se localiza en el folio 123v. En este caso, Vandelvira plantea la posibilidad dividir la planta rómbica en dos triángulos equiláteros y luego cerrar estos dos triángulos con dos baídas de planta triangular como las de los títulos 101 y 102.

Segunda solución: "rombo igual" cubierto por una bóveda de crucería

Esta solución tiene el trazado en el folio 120v y el texto en los folios 123v y 121r. La propuesta consiste en cubrir la planta rómbica mediante una bóveda de crucería de cinco claves, que, evidentemente, no es una baída. Ahora bien, interesa analizar su geometría, pues, como a continuación se verá, Vandelvira la reutiliza en las soluciones tercera y cuarta. Para diseñar esta bóveda de crucería, primero se dibujan los cuatro arcos formeros, que son arcos de medio punto ubicados en los cuatro lados de la planta. Luego los dos arcos rampantes, cuyo trazado se realiza mediante arcos de medio punto que pasan por las claves de los arcos formeros y que tienen su arranque al mismo nivel que los formeros. Después se trazan los dos cruceros, que necesariamente tienen que ser arcos paineles o elípticos⁶³, dado que sus anchuras vienen definidas por la planta y sus alturas por los rampantes. Llegados a este punto, Vandelvira ha definido una geometría que se ajusta claramente a un elipsoide escaleno⁶⁴ (Senent 2011, 1334; Senent 2016, 445). Solo falta por dibujar los terceletes, que se definen como arcos circulares dibujados a partir de dos puntos y con su centro al mismo nivel que los formeros y rampantes.

Una vez diseñada la geometría de la bóveda de crucería, Vandelvira indica que todo lo demás tocante a esta traza así en el sacar los moldes revirados como en el trazar de las jarjas como el trazar de las crucetas por las pasadas se entenderá fácilmente. Es decir, Vandelvira se remite a las indicaciones dadas en los títulos anteriores, en particular el título 112 De las jarjas (Vandelvira ca. 1585, 94v-97r), que es una bóveda de crucería (Palacios 1987a, 623-641; Palacios [1990] 2003, 290-301; Palacios y Martín Talaverano 2009).

Tercera solución: "rombo igual" cerrado a manera de capilla oval

Esta solución tiene el trazado en el folio 122r y el texto en el folio 121v. Según indica Vandelvira, se trata de cubrir la planta rómbica mediante una baída cerrada a manera de capilla oval, es decir, una baída de hiladas redondas [fig. 106]. Vandelvira reutiliza la geometría del elipsoide escaleno diseñado en la anterior solución y dispone, sobre el mismo, las juntas entre hiladas y dovelas. La junta que separa las pechinas y el luquete, contenida en un plano horizontal, se dibuja mediante un arco painel o elíptico tangente a las claves de los formeros. Y las restantes juntas entre hiladas redondas se trazan como arcos ovals.

En cuanto a la obtención de las plantillas de intradós, Vandelvira señala que deben hallarse del mismo modo que en el título 89 Capilla oval tercera (Vandelvira ca. 1585, 73v-74r), que es una bóveda de planta oval e hiladas redondas. Además, conviene señalar que en el trazado del título 89 las plantillas de intradós no se obtienen por desarrollos de cono, sino por triangulación (Palacios 1987a, 501-507; Palacios [1990] 2003, 234-237).

⁶³ Sobre el arco painel, véase la nota 52.

⁶⁴ En geometría, un elipsoide es una superficie curva cerrada con forma similar a la de una esfera deformada y cuyas secciones planas son todas elípticas. Por su parte, un elipsoide escaleno es un tipo particular de elipsoide que tiene sus tres ejes de diferente longitud.

Figura 106. Título 140 "Rombo igual" cerrado a manera de capilla oval (Vandelvira ca. 1585, 122r).

Figura 107. Título 140 "Rombo igual" por hiladas rectas (Vandelvira ca. 1585, 123r).

Cuarta solución: "rombo igual" por hiladas rectas

Esta solución tiene el trazado en el folio 123r y el texto en el folio 122v. En este último caso, Vandelvira propone cubrir la planta rómbica mediante una baída despiezada por hiladas rectas respecto de su plomo como la capilla baída, es decir, una baída de hiladas cuadradas⁶⁵ [fig. 107]. Al igual que en la solución anterior, Vandelvira toma como punto de partida la geometría del elipsoide escaleno y dispone, sobre el mismo, el despiece. Las juntas entre hiladas, que se proyectan en planta como rectas paralelas a los lados de la planta, son arcos de circunferencia definidos por tres puntos, dos sobre los arcos cruceros y uno sobre el rampante. Y sobre estas juntas se disponen las divisiones entre dovelas, que se dibujan en planta como rectas radiales.

Para la obtención de las plantillas de intradós, Vandelvira se remite a los procedimientos expuestos en los trazados anteriores y advierte que si de las trazas pasadas no se tiene conocimiento, por imposible tengo entender esta por ser de tantos puntos y líneas, mas aconsejo a quién hubiere de entender este libro que comience a contrahacer desde la primera traza.

Título 141 "Rombo desigual"

En este título Vandelvira (ca. 1585, 124r-126v; [ca. 1585] 1977, 164-166) presenta tres soluciones para abovedar una planta con forma de rombo desigual, es decir, una planta romboidal. La primera solución consiste en diseñar una bóveda de crucería y las otras dos se resuelven con dos bóvedas baídas, una de cruceros y otra de hiladas. A diferencia del título 140, en este caso la geometría de las bóvedas de las tres soluciones no es la misma; por este motivo, no se ha estudiado la primera solución, pues no tiene incidencia sobre las otras dos. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Alonso Rodríguez y Calvo 2007, 13-16; Senent 2011, 1332-1333; Calvo y Alonso Rodríguez 2014, 94-98; Senent 2016, 439-442).

Segunda solución: "rombo desigual" por cruceros

Vandelvira señala que puédesse también cerrar esta capilla por cruceros a la manera de la capilla de Cuenca, es decir, mediante una baída de cruceros como la del título 113 [fig. 108]. No obstante, hay que señalar que las explicaciones dadas para entender este trazado son claramente insuficientes. En primer lugar, parece que se deben diseñar los arcos formeros, que son semicirculares. Y sobre estos se disponen los cruceros paralelos, que son arcos circulares con centros a igual altura que los centros de los formeros y organizados según una malla de dos direcciones paralelas a ambos lados de la planta. Como resultado de este proceso, las secciones verticales de la baída según las diagonales de la planta son semielipses y la geometría de la baída es aproximadamente elipsoidal. En cuanto a la obtención de las plantillas, es de suponer que debería realizarse mediante un procedimiento similar al visto en los títulos 113 al 117.

Tercera solución: "rombo desigual" por hiladas rectas

En este caso, Vandelvira propone cerrar la baída empleado un despiece de hiladas rectas, es decir, hiladas cuadradas [fig. 109]. De nuevo, las explicaciones que ofrece para entender el trazado son escuetas e insuficientes. Parece que en primer lugar se debe diseñar la geometría de

⁶⁵ Recordemos que las hiladas rectas son equivalentes, constructivamente hablando, a las hiladas cuadradas.

Figura 108. Título 141 "Rombo desigual" por cruceros (Vandelvira ca. 1585, 125r).

Figura 109. Título 141 "Rombo desigual" por hiladas rectas (Vandelvira ca. 1585, 126r).

la baída. Para ello, Vandelvira decide que los cuatro arcos formeros tengan las claves a la misma altura y los dibuja empleando dos arcos semicirculares en los lados cortos de la planta y dos arcos elípticos en los lados largos. Luego traza dos arcos rampantes y dos cruceros empleando curvas elípticas, aunque no aclara a qué altura debe ubicarse la clave de la baída. Por último, define el despiece por hiladas rectas y obtiene las plantillas de intradós de las dovelas.

TRAZADOS DE «LE PREMIER TOME DE L'ARCHITECTURE» DE PHILIBERT DE L'ORME

En el año 1567 se publicó el tratado «Le premier tome de l'architecture», obra del arquitecto francés Philibert De l'Orme [fig. 110]. Fue el primer libro de arquitectura impreso en Francia y, como su propio nombre indica, debía ser el primer tomo de una obra más amplia que nunca llegó a terminarse. Está dividido en once partes o libros, como los denomina su autor, en los que se estudian las diferentes disciplinas arquitectónicas tomando como hilo conductor la construcción de una mansión señorial. Los libros III y IV, titulados «Le troisième livre de l'architecture» y «Le quatrième livre de l'architecture», están dedicados al arte de la cantería. Ambos recogen un total de treinta y dos trazados para piezas pétreas, que, según De l'Orme (1567, 128v), se pueden clasificar en seis tipos: decendas de cava, arcos y puertas, trompas, bóvedas esféricas, escaleras y Vis de Saint-Gilles (Pérouse de Montclos [1982] 2001, 93-105; Sanabria 1984, 1: 193-200; Pérouse de Montclos 1988, 7-13; Sanabria 1989, 279-281; Potié 1996, 53-82; Pérouse de Montclos 2000, 107-121; Pascucci 2000; Calvo 2009b, 113-117; Rabasa 2015, 467-473; Calvo 2016).

El tratado de Philibert De l'Orme presenta trazados y métodos gráficos que lo asemejan a otros manuscritos españoles del siglo XVI, como el de Alonso de Vandelvira (ca. 1585) o el de Ginés Martínez de Aranda (ca. 1600). Algunos investigadores consideran que estas similitudes no se deben a influencias directas, sino al hecho de que todos estos textos surgieron de una misma tradición constructiva, transmitida oralmente durante siglos y que en el Renacimiento adoptó forma escrita (Pérouse de Montclos [1982] 2000, 209-212; Bonet 1989, 37-38). Sin embargo, no se debería descartar la posibilidad de que algunas similitudes fueran fruto de influencias indirectas, derivadas del intercambio de conocimientos entre los arquitectos, canteros y otros artistas que durante el siglo XVI viajaron de Francia a España y viceversa. En este sentido, conviene indicar que en la Francia del siglo XVI las baídas eran muy escasas, motivo por el cual no sería descabellado suponer que De l'Orme quizá pudo conocerlas indirectamente a través de fuentes procedentes de España, donde sí que eran más habituales (Calvo 2016, 202-204).

Se tiene constancia de que la obra teórica de De l'Orme circuló por las manos de maestros españoles desde la segunda mitad del siglo XVI en adelante. Por ejemplo, Juan de Herrera, arquitecto del rey Felipe II a cargo de las obras del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial, disponía en su biblioteca del libro «Nouvelles inventions pour bien batir a petits frais» de De l'Orme (1561) (Ruiz de Arcaute 1936, 159). El arquitecto Juan del Ribero Rada, autor del antiguo Ayuntamiento de la ciudad de León, tenía una copia de Filiberto en tabla (Rodríguez Gutiérrez de Ceballos 1986, 130 y 136). Y Francisco de Mora, sucesor de Juan de Herrera como arquitecto real, poseía un ejemplar de L'architecture de De l'Orme (Marías y Bustamante 1985, 214-215).

Figura 110. Portada de «Le premier tome de l'architecture» de Philibert De l'Orme (1567).

CONSTRUCCIÓN	PLANTA	SECCIÓN DIAGONAL	TRAZADO
HILADAS CUADRADAS	TRIANGULAR	SEMICIRCULAR	Chapitre XIV "De la voûte sphérique et à four la forme d'un triangle équilatéral"
HILADAS DIAGONALES	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Chapitre XI "D'autres sortes de voûtes pour appliquer aux églises, ou autres lieux qu'on voudra: et premièrement de celle qui est pratiquée et faite sur la forme sphérique"
	RECTANGULAR	SEMICIRCULAR	Chapitre XIII "Encore d'une sorte de voûte sphérique qui sera oblongue, et non point carrée (comme celles de ci-devant) c'est-à-dire plus longue que large, et toutefois faite en pendentif"
HILADAS EN ABANICO	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Chapitre XII "De la voûte de four carrée, sous forme de pendentif, étant d'autre sorte que la précédente"

Figura 111. Clasificación de las bóvedas baídas del tratado de Philibert De l'Orme (1567).

Figura 112. Algunas de las bóvedas baídas del tratado de Philibert De l'Orme (1567).

Trazados para bóvedas baídas del tratado

El libro IV del tratado de Philibert De l'Orme presenta cuatro trazados para baídas clasificados en capítulos [fig. 111-112], donde se exponen las operaciones gráficas necesarias para diseñar las plantillas de intradós con las que poder labrar las dovelas por plantas. Como a continuación se verá, De l'Orme descarta explicar las baídas más sencillas, como las de hiladas redondas, y comienza por una de las más complicadas, la baída de hiladas diagonales. Esto pone de manifiesto que su objetivo último, a diferencia de Vandelvira, no debía ser tanto la explicación detallada y pedagógica de los trazados, sino la demostración de sus grandes conocimientos en la materia (Calvo 2009b, 114). Además, en la mayoría de los casos los textos que acompañan a los trazados son escuetos, difíciles de leer e insuficientes para entender con claridad los dibujos (Sanabria 1989, 279-280; Rabasa 2000, 35). Por último, conviene señalar que para el estudio de los trazados de De l'Orme se ha utilizado la transcripción realizada bajo la dirección de Lemerle y Pauwels (De l'Orme [1567] 2004) y la traducción al inglés de Sanabria (1984, 2: 128-292).

Chapitre XI "D'autres sortes de voûtes pour appliquer aux églises, ou autres lieux qu'on voudra: et premièrement de celle qui est pratiquée et faite sur la forme sphérique"

En este capítulo De l'Orme (1567, 111v-113r; [1567] 2004, 111-112) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y despiezada por hiladas diagonales [fig. 113-114]. Es un trazado similar al expuesto por Vandelvira (ca. 1585, 89v-90r) en el título 105 Capilla cuadrada por hiladas cuadradas diferentes. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Potié 1996, 120-123; Carlevaris 2000, 88-91).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el cuadrado inscrito en A. Se dibuja medio arco formero F circular. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro y las esquinas de la planta. Después se divide el arco B-C en trece partes y media, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por el eje Ej2 y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre el eje Ej2 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que en las pechinas son unas rectas paralelas a las diagonales de la planta y en el luquete son unos cuadrados con los lados paralelos a las diagonales de la planta. El resultado es una baída despiezada en catorce hiladas diagonales, incluida la clave, donde las nueve primeras hiladas corresponden a las pechinas y las otras cinco al luquete.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

De l'Orme no obtiene las plantillas de intradós de las hiladas y se limita únicamente a dibujar las rectas que van desde las divisiones del arco B-C hasta el eje Ej2. Como más adelante se verá, De l'Orme no obtiene estas plantillas porque las dibujará directamente allí donde le hagan falta. No obstante, en este estudio sí que se han dibujado, para evidenciar que a partir de estas

Figura 113. Chapitre XI "D'autres sortes de voûtes pour appliquer aux églises, ou autres lieux qu'on voudra: et premièrement de celle qui est pratiquée et faite sur la forme sphérique" (De l'Orme 1567, 113r).

Figura 114. Capítulo XI "D'autres sortes de voûtes pour appliquer aux églises, ou autres lieux qu'on voudra: et premièrement de celle qui est pratiquée et faite sur la forme sphérique" (análisis gráfico).

plantillas se obtienen las restantes. Para ello, se debe emplear el procedimiento de desarrollo de conos. Primero se unen con rectas las divisiones del arco B-C y se prolongan hasta el eje Ej2. Luego se desarrollan los troncos de cono y se obtienen las plantillas de intradós H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9, H10, H11, H12 y H13 de la primera a la decimotercera hilada.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las pechinas

Como la planta es un cuadrado, las cuatro pechinas son iguales y sus plantillas de intradós también lo serán. Para obtener estas plantillas, primero se dispone una recta vertical auxiliar y se redibuja, sobre ella, las plantillas H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8 y H9 de las nueve primeras hiladas, que son las que corresponden a las pechinas. Aunque De l'Orme no ha obtenido las plantillas de las hiladas, no tiene ningún problema en dibujarlas directamente sobre la recta vertical auxiliar. Tan solo debe medir las longitudes de las rectas que van desde el arco B-C hasta el eje Ej2 y utilizarlas como radios para dibujar los bordes inferiores y superiores de las plantillas. A continuación, es necesario delimitar la anchura de cada plantilla. Para ello, De l'Orme mide las anchuras de las juntas en la planta, las traslada a la base de la recta vertical auxiliar y las proyecta sobre las plantillas correspondientes, acotando las anchuras de sus bordes inferiores y superiores. Por último, dibuja los bordes laterales y termina las plantillas de intradós P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 y P9 de la pechina. De l'Orme no explica cómo dibujar los bordes laterales y el análisis del trazado mediante un programa de CAD tampoco ofrece datos concluyentes al respecto. Ahora bien, según Carlevaris (2000, 90-91), estos bordes se podrían dibujar utilizando arcos de circunferencia con radio igual al arco formero F.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

El luquete se despieza en cinco hiladas cuadradas y cada hilada cuadrada, exceptuando la clave, se compone de cuatro tramos o porciones de arcos paralelos a los cuatro lados de la planta. Las plantillas de intradós de las dovelas de los tramos son las plantillas H10, H11, H12 y H13 de la primera a la cuarta hilada del luquete. Las plantillas de intradós de las dovelas acodadas, que resuelven los encuentros entre los tramos de una misma hilada, son las plantillas V10, V11, V12 y V13 de la primera a la cuarta hilada del luquete. Y la plantilla de intradós V14 de la clave es un cuadrado que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

De l'Orme no da ningún tipo de indicación sobre cómo dibujar las plantillas de intradós de las dovelas acodadas. Ahora bien, el análisis del trazado mediante un programa de CAD permite plantear la siguiente hipótesis. Parece ser que, en primer lugar, se deberían obtener las alturas de las dovelas acodadas sobre una sección vertical de la baída, por ejemplo, sobre la sección vertical por la recta Rt. Para ello, se proyectan los vértices 1, 2, 3, 4 y 5 de las dovelas acodadas sobre la circunferencia A y se obtienen los puntos a, b, c, d y e. Las distancias a-b, b-c, c-d y d-e representan las alturas de las dovelas acodadas desde la primera hasta la cuarta hilada del luquete. Aunque De l'Orme no dibuja esta operación, es muy probable que sí la haya realizado, pues es la misma que hace para obtener las plantillas de las dovelas acodadas de la baída de planta triangular e hiladas cuadradas del capítulo XIV, del que más adelante se hablará.

A continuación, habría que dibujar las plantillas de las dovelas acodadas. Para la plantilla de la primera hilada del luquete, primero se deben trazar los arcos C1 y C2, que son los bordes inferior y superior de la plantilla H10. Luego, sobre el arco C1 se marca un punto a' en cualquier

posición. Se mide la distancia a-b, que es la altura de la dovela acodada de la primera hilada del luquete, y se utiliza como radio para trazar un arco con centro en a'. La intersección de este arco con C2 proporciona el punto b'. Luego se traza la recta a'-b' y se utiliza como eje de simetría para dibujar dos arcos S1 y S2 simétricos a C1 y C2. Llegados a este punto, lo que en realidad se ha hecho es redibujar dos plantillas H10 simétricas cuya combinación proporciona la plantilla de intradós V10 de la dovela acodada de la primera hilada del luquete. Para terminarla, solo hace falta delimitar la longitud de sus ramales. Además, conviene indicar que el arco que dibuja De l'Orme entre los dos ramales de la plantilla, y que en este estudio se identifica con la letra m, quizá represente el hecho de que ambos ramales son simétricos o también podría utilizarse para trasladar distancias con facilidad de un ramal al otro⁶⁶.

La plantilla de la dovela acodada obtenida en el proceso anterior es idéntica a las diseñadas por Vandelvira (ca. 1585, 89v-90r) en el título 105 Capilla cuadrada por hiladas cuadradas diferentes. No obstante, conviene hacer una observación. En su trazado, Vandelvira primero dispone un eje vertical auxiliar y después traza a ambos lados los ramales simétricos de la plantilla. Por el contrario, en este caso primero se dibuja un ramal de la plantilla, luego se obtiene el eje de simetría y después se dibuja el otro ramal. Como consecuencia de este proceso de diseño, el eje de simetría puede adoptar cualquier orientación, vertical o no. Esto explicaría por qué las plantillas de las dovelas acodadas del trazado de De l'Orme están todas orientadas de diferente manera.

Chapitre XII "De la voûte de four carrée, sous forme de pendentif, étant d'autre sorte que la précédente"

En este capítulo De l'Orme (1567, 113v-114r; [1567] 2004, 112-113) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y despiezada por hiladas en abanico [fig. 115-116]. Las hiladas en abanico son hiladas cuyas juntas se muestran en el intradós como curvas alabeadas y se proyectan en planta como arcos de circunferencia concéntricos⁶⁷. Además, hay que señalar que el texto explicativo que acompaña a este capítulo no explica absolutamente nada sobre cómo realizar el trazado. Por este motivo, las indicaciones que se ofrecen a continuación se han deducido, exclusivamente, a partir del análisis del trazado mediante un programa de CAD.

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la planta de la baída, que es un cuadrado. Se traza la semicircunferencia A con centro en el centro de la planta y radio hasta uno de los vértices de la planta. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de la planta y son perpendiculares a los lados de la planta. Después se traza la junta J4, que es un cuarto de circunferencia con centro en el punto O y radio hasta el punto medio de un lado de la planta. Se prolonga el arco J4 hasta que

⁶⁶ Derand (1643, 371 y 379) presenta unos trazados para dos baídas despiezadas por hiladas diagonales donde las plantillas de intradós de las dovelas acodadas del luquete presentan unos arcos idénticos a los dibujados por De l'Orme en sus plantillas. Al parecer, Derand utiliza dichos arcos para trasladar puntos desde un ramal a su simétrico. Jousse (1642, 156) también utiliza unos arcos similares en unas plantillas compuestas por dos ramales simétricos, aunque en este caso son para una bóveda de arista (Pérez de los Ríos y García Alías 2009, 1044).

⁶⁷ Esta baída, vista en planta, recuerda a las bóvedas de abanico inglesas (Willis 1842, 29-41; Willis [1842] 2012, 73-100; Albuérne 2007, 17-18). Sin embargo, su geometría es completamente diferente.

Figura 115. Chapitre XII "De la voûte de four carrée, sous forme de pendentif, étant d'autre sorte que la précédente" (De l'Orme 1567, 114r).

Figura 116. Chapitre XII "De la voûte de four carrée, sous forme de pendentif, étant d'autre sorte que la précédente" (análisis gráfico).

interseque con la semicircunferencia A en el punto 4. Se divide el arco 0-4 en cuatro partes y se obtienen los puntos 1, 2 y 3, que se utilizan a su vez para dibujar las juntas circulares J1, J2 y J3. Se obtiene así el despiece de la pechina superior derecha, cuyas juntas entre hiladas son los arcos J1, J2, J3 y J4. Este despiece se reproduce en las otras tres pechinas. A continuación, con centro en el punto 0 y radio hasta el punto 5, se traza la junta J5. Se repite el proceso con los otros tres vértices de la planta y se dibujan las juntas de la clave. El resultado es una baída despiezada en seis hiladas en abanico, incluida la clave, donde las cuatro primeras hiladas corresponden a las pechinas y las otras dos al luquete.

Obtención de las plantillas de intradós las dovelas de las pechinas

De l'Orme es consciente de que las hiladas de las pechinas no son hiladas circulares, pues, aunque las juntas J1, J2, J3 y J4 se ven en planta como arcos de circunferencia, en el espacio son curvas alabeadas. Por este motivo, para diseñar las plantillas de intradós recurre a un sistema de triangulación, aunque con ciertas licencias, como ahora se verá.

En primer lugar, se deben hallar las alturas de las hiladas de las pechinas sobre una sección vertical de la baída por la diagonal Dg de la planta. Para ello, se abaten los puntos de intersección entre la diagonal Dg y las juntas J1, J2, J3 y J4 sobre el eje Ej1, se proyectan sobre la semicircunferencia A y se obtienen los puntos b, c, d y e. Las distancias a-b, b-c, c-d y d-e representan las alturas de la primera a la cuarta hilada. Después se hallan las alturas de las hiladas de las pechinas en su encuentro con los arcos formeros. Para ello, se dibuja medio arco formero F, se proyectan las juntas de la pechina y se obtienen los puntos n, o, p y q. Las distancias m-n, n-o, o-p y p-q representan las alturas de la primera a la cuarta hilada.

A continuación, se obtiene el punto V, que es el vértice de un triángulo equilátero cuya base es el lado inferior de la planta. Y con centro en V y radio hasta el punto a', se traza el arco de circunferencia C1. Luego se dispone una recta Rt perpendicular a la recta V-a' y se utiliza como eje de simetría para dibujar un arco C2 simétrico a C1. Se trasladan a la recta Rt las distancias a-b, b-c, c-d y d-e, y se obtienen los puntos b', c', d' y e'. Después, parece ser que se traza un arco con centro en a' y diámetro hasta e' que corta a los arcos C1 y C2 en los puntos q'. De esta manera se obtiene el contorno de las plantillas de intradós las hiladas de las pechinas.

Después se miden las distancias q-p, p-o y o-n que están sobre el medio arco formero F y se trasladan a las curvas C1 y C2. Desde los puntos q' y con la distancia q-p, se obtienen los puntos p'. Desde los puntos p' y con la distancia p-o, se obtienen los puntos o'. Y desde los puntos o' y con la distancia o-n, se obtienen los puntos n'. Como consecuencia de este proceso de diseño, la distancia m-n no coincide con la a'-n', lo que no parece muy razonable. En cualquier caso, finalmente se trazan los arcos de circunferencia n'-b'-n', o'-c'-o', p'-d'-p' y q'-e'-q' y se terminan las plantillas de intradós P1, P2, P3 y P4 de las hiladas de las pechinas. Conviene señalar que De l'Orme diseña los bordes superiores e inferiores de las plantillas con arcos de circunferencia, lo que desde un punto de vista geométrico resulta muy discutible, pues estos bordes son los que deben definir las juntas J1, J2, J3 y J4 que, recordemos, son curvas alabeadas.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

La plantilla de intradós V1 de las dovelas acodadas de la quinta hilada no ofrece ninguna dificultad. Se trata de una plantilla que es igual a la proyección en planta de las juntas de la dovela.

Parece que De l'Orme comprende que la desviación entre la superficie esférica del luquete y su proyección ortogonal en planta no es demasiado grande, de manera que se podría obtener la plantilla de intradós de una dovela acodada directamente como la proyección en planta de sus juntas. No obstante, tampoco se puede descartar la hipótesis de que esta plantilla se diseñe de esta manera para labrar la dovela por robos. Ahora bien, bajo estas circunstancias harían falta otras plantillas adicionales que no aparecen dibujadas en el trazado.

Tampoco está dibujada la plantilla de la clave. Sin embargo, procediendo de la misma manera que con la plantilla V1, se podría diseñar una hipotética plantilla de intradós V2 para la clave que coincidiría con la proyección en planta de la junta de la dovela.

Chapitre XIII "Encore d'une sorte de voûte sphérique qui sera oblongue, et non point carrée (comme celles de ci-devant) c'est-à-dire plus longue que large, et toutefois faite en pendentif"

En este capítulo De l'Orme (1567, 114v-115v; [1567] 2004, 113-114) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta rectangular, con sección semicircular y despiezada por hiladas diagonales [fig. 117]. Es un trazado que se resuelve de forma similar al del capítulo XI, pero con la diferencia de que en este caso la planta es rectangular. Por otro lado, resulta curioso observar que De l'Orme comete en este capítulo el mismo error que Vandelvira (ca. 1585, 90v-91r) en el título 106 Capilla perlongada por hiladas diferentes. Ambos maestros obtienen las plantillas de intradós mediante el procedimiento de desarrollo de conos, pero utilizan unos vértices de los conos incorrectos, pues los hallan a partir de una sección vertical de la baída que, vista en planta, no es perpendicular a la dirección de las juntas de las hiladas. Esta coincidencia en el error quizá se deba a que Vandelvira podría haber manejado una copia del tratado de De l'Orme.

Chapitre XIV "De la voûte sphérique et à four la forme d'un triangle équilatéral"

En este capítulo De l'Orme (1567, 116r-117r; [1567] 2004, 114-115) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta triangular equilátera, con sección semicircular y despiezada por hiladas triangulares, es decir, hiladas cuadradas adaptadas a una planta triangular [fig. 118-119]. Es un trazado similar al expuesto por Vandelvira (ca. 1585, 87v) en el título 102 Triángulo igual por hiladas rectas.

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el triángulo equilátero inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de A, siendo Ej2 perpendicular al lado superior de la planta. Después se divide el arco B-C en cinco partes y media, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la baída por el eje Ej2 y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Luego se proyectan las divisiones sobre el eje Ej2 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas, que son una

Figura 117. Chapitre XIII "Encore d'une sorte de voûte sphérique qui sera oblongue, et non point carrée (comme celles de ci-devant) c'est-à-dire plus longue que large, et toutefois faite en pendentif" (De l'Orme 1567, 115v).

Figura 118. Chapitre XIV "De la voûte sphérique et à four la forme d'un triangle équilatéral" (De l'Orme 1567, 116v-117r).

Figura 119. Chapitre XIV "De la voûte sphérique et à four la forme d'un triangle équilatéral" (análisis gráfico).

serie de triángulos paralelos a la planta. El resultado es una baída despiezada en seis hiladas cuadradas, incluida la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Como la planta es un triángulo equilátero, cada hilada está compuesta por tres tramos que son iguales entre sí. Por tanto, solo es necesario diseñar las plantillas de intradós para las dovelas de un tramo de cada hilada. De l'Orme emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de las dovelas de los tramos de la parte superior de la planta, que son T1, T2, T3, T4 y T5 de la primera a la quinta hilada.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

Como solo existe un tipo de tramo por hilada, solo habrá un tipo de dovela acodada por hilada. Para obtener sus plantillas de intradós, primero se hallan sus alturas sobre una sección vertical de la baída por la recta Rt de la planta. Para ello, se abaten los vértices 1, 2, 3, 4, 5 y 6 de las dovelas acodadas sobre el eje Ej2 y se proyectan sobre la circunferencia A, obteniendo los puntos a, b, c, d, e y f. Las distancias a-b, b-c, c-d, d-e y e-f representan las alturas de las dovelas acodadas de la primera a la sexta hilada. De l'Orme no dibuja esta operación, pero sin duda la hace, pues su resultado se aprecia claramente en las divisiones marcadas sobre el cuarto superior derecho de la circunferencia A.

A continuación, se dispone una recta vertical auxiliar para dibujar, sobre ella, las plantillas de intradós de las dovelas acodadas. Se miden las alturas a-b, b-c, c-d, d-e y e-f que están sobre la circunferencia A y se trasladan a la recta vertical auxiliar, obteniendo las distancias a'-b', b'-c', c'-d', d'-e' y e'-f'. Conviene señalar que De l'Orme divide la altura a-b en siete porciones iguales para trasladarla por partes a la recta vertical auxiliar, consiguiendo así mayor precisión. Después se redibujan las plantillas de los tramos, se delimitan las longitudes de los ramales y se terminan las plantillas de intradós V1, V2, V3, V4 y V5 de las dovelas acodadas de la primera a la quinta hilada. La plantilla de intradós V6 de la clave es un triángulo equilátero que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

TRAZADOS DEL «MANUSCRITO DE ARQUITECTURA Y CANTERÍA» DE ALONSO DE GUARDIA

El «Manuscrito de arquitectura y cantería» de Alonso de Guardia (ca. 1600) está formado por una serie de anotaciones y dibujos de cantería realizados entre las páginas en blanco de un libro de grabados que se conserva en la Biblioteca Nacional de España con la signatura ER/4196 y que fue dado a conocer por Marías (1993b). El libro que sirve de soporte al manuscrito es un ejemplar facticio que recoge, dentro en una misma encuadernación, un conjunto de láminas con grabados de emblemas de G. Battista Pittoni y poemas de Ludovico Dolce que corresponden a dos obras publicadas en Venecia en 1568, una titulada «Imprese di diversi principi, duchi, signori, e d'altri personaggi et huomini litterati et illustri» y la otra «Imprese di diversi principi, duchi, signori, e d'altri personaggi et huomini illustri. Libro secondo».

CONSTRUCCIÓN	PLANTA	SECCIÓN DIAGONAL	TRAZADO
PECHINA DE HILADAS REDONDAS	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Folio 87v "Pechina por hiladas en vuelta de horno" y "Capilla por hiladas en vuelta de cúpula"
MEDIA NARANJA DE HILADAS REDONDAS	CIRCULAR	SEMICIRCULAR	
BAÍDA DE HILADAS CUADRADAS	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Folio 84v "Capilla cuadrada por hiladas en vuelta de horno"
BAÍDA DE HILADAS DIAGONALES	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Folio 65v (trazado sin título para una bóveda baída de hiladas diagonales)
PECHINA DE HILADAS DIAGONALES	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Folio 91ter v "Pechina cuadrada por hiladas en ochavo en vuelta de horno"
BAÍDA DE HILADAS EN ABANICO	CUADRADA	SEMICIRCULAR	Folio 67v (trazado sin título para una bóveda baída de hiladas en abanico)

Figura 120. Clasificación de las bóvedas baídas del manuscrito de Alonso de Guardia (ca. 1600).

Figura 121. Algunas de las bóvedas baídas del manuscrito de Alonso de Guardia (ca. 1600).

La mayor parte de los dibujos del manuscrito son trazados de cantería, pero también hay otros dibujos de arquitectura, geometría y topografía. Su autoría se atribuye a Alonso de Guardia porque varias anotaciones y dibujos llevan su firma; sin embargo, no se conoce a ningún maestro cantero con este nombre. El manuscrito fue redactado para uso personal, a diferencia de otros libros como el de Alonso de Vandelvira (ca. 1585), donde el carácter didáctico sugiere que estaba destinado a publicarse (Rabasa 2000, 204-206; Calvo 2015, 411-412).

Trazados para bóvedas baídas del manuscrito

El libro de contiene el manuscrito de Guardia presenta las hojas sin foliar en la edición original, pero dispone una numeración moderna a lápiz que se ha tomado como referencia para paginar los trazados. Conviene señalar que esta foliación no se aplica al frontispicio y prólogo del libro segundo, al emblema de Matt Stendardo dispuesto a continuación del folio 67, a una hoja en blanco interpolada tras el folio 85 y a las páginas finales. Para estas páginas sin foliar, se ha empleado el criterio adoptado por Calvo (2015, 411-412), es decir, se ha utilizado el número de la página foliada inmediatamente anterior seguida de bis, ter, cua, etc., según corresponda.

El manuscrito recoge cinco trazados para baídas [fig. 120-121] donde se exponen las operaciones gráficas necesarias para diseñar las plantillas de intradós con las que poder labrar las dovelas por plantas. En los cuatro primeros trazados se utiliza el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de intradós o plantas por cara, como las denomina Guardia. Sin embargo, en el quinto trazado, que está dedicado a una pechina, se recurre a un método de triangulación. Además, los dos primeros trazados carecen de título y textos explicativos que describan cómo realizar los dibujos; por el contrario, los tres siguientes sí vienen acompañados por textos, que han sido transcritos teniendo en cuenta los criterios y sugerencias sobre transcripciones paleográficas dados por Romero Tallafigo et al. (1995, 86-90).

Folio 65v (trazado sin título para una bóveda baída de hiladas diagonales)

En este folio Guardia (ca. 1600, 65v) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y despiezada por hiladas diagonales [fig. 122-123]. Es un trazado similar a los expuestos por De l'Orme (1567, 111v-113r) en el capítulo XI D'autres sortes de voûtes pour appliquer aux églises, (...) y Vandelvira (ca. 1585, 89v-90r) en el título 105 Capilla cuadrada por hiladas cuadradas diferentes. El trazado no viene acompañado por ningún texto explicativo; por este motivo, las indicaciones que se ofrecen a continuación se han deducido exclusivamente a partir del análisis del trazado mediante un programa de CAD. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Calvo 2015, 433).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el cuadrado inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro y las esquinas de la planta. Después se traza un cuadrado inscrito en la planta, cuyos vértices se localizan en los puntos medios de los cuatro lados de la planta. Este cuadrado divide la planta en cinco partes: cuatro pechinas de planta triangular en las esquinas y un luquete de planta cuadrada en el centro.

Figura 122. Folio 65v (trazado sin título para una bóveda baída de hiladas diagonales) (Guardia ca. 1600, 65v).

Figura 123. Folio 65v (trazado sin título para una bóveda baída de hiladas diagonales) (análisis gráfico).

A continuación, se dibuja el cuarto de circunferencia F y se divide en tres partes y media, considerando que dicho arco representa medio alzado de un arco formero y que las divisiones representan las alturas de las hiladas de la pechina de la esquina superior. Estas divisiones se proyectan sobre la planta y se utilizan para dibujar las juntas entre hiladas de la pechina mencionada, que son una serie de rectas paralelas a la diagonal de la planta. El despiece de esta pechina se copia en las otras tres. Luego se proyectan las juntas de la pechina inferior sobre el arco B-D y se obtiene el punto C. Entonces se divide el arco C-D en dos partes y media, considerando que representa media sección vertical del luquete por el eje Ej2 y que las divisiones representan las alturas de sus hiladas. Estas divisiones se proyectan sobre el eje Ej2 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas del luquete, que son una serie de cuadrados paralelos al contorno del luquete. El resultado es una baída despiezada en siete hiladas diagonales, incluida la clave, donde las cuatro primeras hiladas corresponden a las pechinas y las otras tres al luquete.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Al igual que De l'Orme (1567, 111v-113r) en el capítulo XI D'autres sortes de voûtes pour appliquer aux églises, (...) , Guardia no obtiene las plantillas de intradós de las hiladas, sino que solo traza las rectas que van desde el arco B-D hasta el eje Ej2. Y no obtiene estas plantillas porque, como se verá más adelante, las dibujará directamente allí donde le hagan falta. No obstante, en este estudio sí que han dibujado, para evidenciar que a partir de estas plantillas se obtienen las restantes. Para ello, se debe emplear el procedimiento de desarrollo de conos. Primero se unen con rectas las divisiones del arco B-D y se prolongan hasta el eje Ej2. Luego se desarrollan los troncos de cono y se obtienen las plantillas de intradós de las hiladas, que son H1, H2, H3, H4, H5 y H6 de la primera a la sexta hilada.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las pechinas

Como la planta es un cuadrado, las cuatro pechinas son iguales y sus plantillas también lo serán. Para obtener estas plantillas, primero se dispone una recta vertical auxiliar y se redibuja, sobre ella, las plantillas H1, H2, H3 y H4 de las cuatro primeras hiladas, que son las que corresponden las pechinas. Aunque Guardia no ha obtenido las plantillas de las hiladas, no tiene ningún problema en dibujarlas directamente sobre la recta vertical auxiliar. Tan solo debe medir las longitudes de las rectas que van desde el arco B-D hasta el eje Ej2 y utilizarlas como radios para dibujar los bordes inferiores y superiores de las plantillas. A continuación, se miden en planta las anchuras de las juntas de la pechina, se trasladan a la base de la recta vertical auxiliar y se proyectan sobre las plantillas para acotar las anchuras de los bordes inferiores y superiores. Luego se dibujan los bordes laterales y se terminan las plantillas de intradós P1, P2, P3 y P4 de las pechinas. Se ignora qué arcos utiliza Guardia para dibujar los bordes laterales y el análisis del trazado mediante un programa de CAD tampoco ofrece datos concluyentes al respecto.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

El luquete se despieza en tres hiladas cuadradas. Las plantillas de intradós de las dovelas de los tramos son las plantillas H5 y H6. Las plantillas de intradós V5 y V6 de las dovelas acodadas se obtienen por combinación de las dos anteriores. Y la plantilla de intradós V7 de la clave es un cuadrado que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave. Aunque Guardia no

explica cómo dibujar estas plantillas, el análisis mediante un programa de CAD refleja que se podrían haber trazado empleando procedimientos similares a los expuestos por De l'Orme (1567, 111v-113r) en el capítulo XI *D'autres sortes de voûtes pour appliquer aux églises, (...)* o Vandelvira (ca. 1585, 89v-90r) en el título 105 *Capilla cuadrada por hiladas cuadradas diferentes*.

En cualquier caso, conviene señalar que Guardia comete un error en el proceso de dibujo de las plantillas V5 y V6, lo que ocasiona que las plantillas tengan unos ramales demasiado abiertos. El error reside, al parecer, en las distancias $a'-b'$ y $b'-c'$, que son más cortas de lo que realmente deberían ser. En teoría, estas distancias se deben tomar de las medidas $a-b$ y $b-c$ de la circunferencia A, que representan las alturas de las dovelas acodadas según una sección vertical del luquete por la recta Rt. Ahora bien, parece que Guardia podría haber medido estas distancias, quizá, sobre el arco C-D, lo que sería incorrecto.

Folio 67v (trazado sin título para una bóveda baída de hiladas en abanico)

En este folio Guardia (ca. 1600, 67v) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y despiezada por hiladas en abanico [fig. 124-125]. Se trata de un modelo extraño en la cantería española, pero que recuerda claramente al trazado de Philibert de De l'Orme (1567, 113v-114r) del capítulo XII *De la voûte de four carrée, sous forme de pendentif, (...)*, lo que sugiere que Guardia quizá lo copió del maestro francés (Rabasa 2000, 206; Calvo 2015, 438). El trazado no viene acompañado por ningún texto explicativo; por este motivo, las indicaciones que se ofrecen a continuación se han deducido exclusivamente a partir del análisis del trazado mediante un programa de CAD. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Calvo 2015, 438).

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el cuadrado inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de la planta y son perpendiculares a los lados de la planta. Después se traza la junta J3, que es un cuarto de circunferencia con centro en el punto 0 y radio hasta el punto medio de un lado de la planta. Se prolonga el arco J3 hasta que interseque con la circunferencia A en el punto 3. Se divide el arco 0-3 en tres partes y se obtienen los puntos 1 y 2, que se utilizan a su para dibujar las juntas circulares J1 y J2. Se obtiene así el despiece de la pechina superior derecha, cuyas juntas entre hiladas son los arcos J1, J2 y J3. Este despiece se reproduce en las otras tres pechinas. A continuación, con centro en el punto 0 y radio hasta el punto 4, se traza la junta J4. Se repite el proceso con los otros tres vértices de la planta y se dibujan las juntas de la clave. El resultado es una baída despiezada en cinco hiladas en abanico, incluida la clave, donde las tres primeras hiladas corresponden a las pechinas y las otras dos al luquete.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas

Como ahora se verá, el proceso de diseño de las plantillas de intradós planteado por Guardia es ciertamente extraño. En primer lugar, obtiene las plantillas H1, H2, y H3 de las hiladas de las pechinas mediante desarrollos de conos, lo que no es razonable, dado que dichas hiladas tienen directrices alabeadas y su intradós no se puede asemejar a troncos de cono.

Figura 124. Folio 67v (trazado sin título para una bóveda baída de hiladas en abanico) (Guardia ca. 1600, 67v).

Figura 125. Folio 67v (trazado sin título para una bóveda baída de hiladas en abanico) (análisis gráfico).

En segundo lugar, obtiene unas nuevas plantillas P1, P2 y P3 para las hiladas de las pechinas. Para ello, primero se dispone una recta vertical auxiliar como referencia y se trazan, sobre ella, los bordes inferiores y superiores de las plantillas, que en este caso son arcos de circunferencia con igual radio que las juntas J1, J2 y J3 y separados entre sí la misma distancia que en la planta. Luego se miden las anchuras de las juntas en la planta, se trasladan a la base de la recta vertical auxiliar y se proyectan sobre los bordes inferiores y superiores para acotar sus anchuras. Finalmente, se trazan los bordes laterales y se terminan las plantillas P1, P2 y P3. Llegados a este punto, lo que realmente ha hecho Guardia es dibujar tres plantillas que coinciden exactamente, a excepción de los bordes laterales, con la proyección en planta de las hiladas de las pechinas. Y, claro está, estas plantillas no se pueden aplicar como plantillas de intradós, pues existe una desviación importante entre la superficie esférica de la pechina y su proyección en planta. Quizá se podrían utilizar para labrar las dovelas de las pechinas por robos, aunque haría falta combinarlas con otras plantillas adicionales que, en este caso, no aparecen dibujadas.

En último lugar, Guardia dibuja la plantilla de intradós V1 para la dovela acodada del luquete. Esta plantilla, al igual que las plantillas P1, P2 y P3, coincide con la proyección en planta de la dovela acodada. Ahora bien, la plantilla V1 quizá sí se podría utilizar para labrar la dovela por plantas, pues en este caso ya no existe tanta desviación entre la superficie esférica del luquete y su proyección en planta. Ahora bien, tampoco se puede descartar la posibilidad de que Guardia esté pensando en labrar las dovelas por robos.

En conclusión, todo parece indicar que este trazado es un dibujo de pruebas, poco depurado, donde Guardia no tiene muy claro qué plantillas debe obtener ni cómo dibujarlas. Ahora bien, esta situación no debe extrañarnos, pues recordemos que su manuscrito es un cuaderno personal de anotaciones y esbozos.

Folio 84v "Capilla cuadrada por hiladas en vuelta de horno"

En este folio Guardia (ca. 1600, 84v) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda baída de planta cuadrada, con sección semicircular y despiezada por hiladas cuadradas [fig. 126-127]. Es un trazado similar al expuesto por Vandelvira (ca. 1585, 83v-84r) en el título 98 Capilla cuadrada por hiladas cuadradas. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Calvo 2015, 433).

Transcripción del texto manuscrito

Este trazado se titula Capilla cuadrada / por hiladas en buelta / de horno, tal y como se ve en la parte inferior izquierda del folio. La transcripción del texto manuscrito es la siguiente:

La figura ~~se~~ *que* demuestra los quatro ángulos señalados con la A es la plan- / [ta] de la dicha capilla. La figura señalada con la B es la buelta de horno *que* /³ [to]ca en los dichos quatro ángulos de la capilla; con esta se labrarán las caras / de las pieças de toda la dicha capilla. Las figuras señaladas con la C son / [las] plantas por caras para las hiladas de la dicha capilla. Estas se sacan pu- /⁶ niendo la regla en la buelta de horno en los dos puntos de la hilada *que* quisieres / sacar y tirarás las líneas bisuales señaladas con la D que bayan a parar / a la línea perpendicular senalada con la E. Y desde los puntos *que* /⁹ hiçieren las dichas líneas bisuales en la línea perpendicular, çircundarás / las dichas plantas por caras señaladas con la G para las hiladas de / la dicha capilla.

Las figuras señaladas con la F son sarxas de los ángulos ^{/12} los que hacen las hiladas de la dicha capilla. Estas se forman sacando los ángulos de las dichas hiladas en la planta por diagonal que bayan a parar a la vuelta de horno a los puntos 1, 2, 3 y 4. Supongo que quieres sacar la primera sarxa: tomarás la distancia que ubiere desde el punto 5 al punto 1 y es el tamaño lo echarás perpendicularmente desde el punto 6 al punto 7. Y después tomarás la primera planta por cara y la plantarás a una parte y a otra de suerte que por el lecho alto de la dicha planta por cara toque en el punto alto señalado con el número 4 y por el lecho bajo de la dicha planta por cara toque en el punto bajo señalado con el número 6. Y señalado a una parte y a otra lo que pidiere la planta, quedará sacada la dicha primera sarxa. Y para formar la segunda sarxa tomarás la distancia que ubiere ^{/24} desde el punto 1 al punto 2 y este tamaño echarás desde el punto 7 al punto 8. Y después tomarás la segunda planta por cara y la plantarás a una parte y a otra de suerte que por el lecho alto toque en el punto alto señalado con el 8 y por el lecho bajo de la dicha planta toque en el punto señalado con el 7. Y trazando a una parte y a otra lo que pidiere la dicha planta, quedará formada la dicha segunda sarxa. Y desta manera se van de ir formando todas las demás sarxas para los ángulos ^{/33} de las demás hiladas de la dicha capilla.

Y para labrar las piezas de la dicha capilla, les labrarás ^{/36} las caras con la cercha de la vuelta de horno, cortándolas con las formas que tubieren sus plantas por cara, así a las sarxas como ^{/39} a las demás piezas de las hiladas, dando a los lechos y juntas la tirantez que tubiere el baybel de la vuelta de ^{/42} horno.

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la circunferencia A. Se traza la planta de la baída, que es el cuadrado inscrito en A. Y se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de la planta y son perpendiculares a los lados de la planta. Luego se divide la diagonal Dg de la planta en nueve partes y se utilizan las divisiones para dibujar las juntas entre hiladas, que son varios cuadrados paralelos a la planta. Después se proyectan las juntas de la planta sobre el arco B-C, considerando que dicho arco representa una sección vertical de la baída por el eje Ej2, y se obtienen las alturas de las hiladas. El resultado es una baída despiezada en ocho hiladas cuadradas, incluida la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Como la planta es un cuadrado, cada hilada está compuesta por cuatro tramos que son iguales entre sí. Por tanto, solo es necesario diseñar las plantillas de intradós para las dovelas de un tramo de cada hilada. Guardia emplea el procedimiento de desarrollo de conos para obtener las plantillas de las dovelas de los tramos de la parte superior de la planta, que son T1, T2, T3 y T4 de la primera a la cuarta hilada. Guardia denomina a estas plantillas plantas por cara.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas acodadas

Como solo existe un tipo de tramo por hilada, solo habrá un tipo de dovela acodada por hilada. Guardia llama a las dovelas acodadas como sarxas de los ángulos que hacen las hiladas. Para obtener sus plantillas de intradós, parece que emplea el mismo procedimiento que De l'Orme (1567, 116r-117r) en el capítulo XIV De la voûte sphérique et à four la forme d'un triangle équilatéral o Vandelvira (ca. 1585, 83v-84r) en el título 98 Capilla cuadrada por hiladas cuadradas. Primero se hallan las alturas de las dovelas acodadas sobre una sección vertical de la baída por la diagonal Dg de la planta. Para ello, se proyectan los vértices 1, 2, 3, 4 y 5 de las dovelas acodadas sobre la circunferencia A y se obtienen los puntos a, b, c, d y e. Las distancias a-b, b-c, c-d y d-e representan las alturas de las dovelas acodadas de la primera a la cuarta hilada.

Figura 126. Folio 84v "Capilla cuadrada por hiladas en vuelta de horno" (Guardia ca. 1600, 84v).

Figura 127. Folio 84v "Capilla cuadrada por hiladas en vuelta de horno" (análisis gráfico).

A continuación, se dispone una recta vertical auxiliar para dibujar, sobre ella, las plantillas de intradós de las dovelas acodadas. Se miden las alturas a-b, b-c, c-d y d-e y se trasladan a la recta vertical auxiliar, obteniendo así las distancias a'-b', b'-c', c'-d' y d'-e'. Se redibujan las plantillas de los tramos simétricas a ambos lados de la recta vertical auxiliar, se delimitan las longitudes de los ramales y se terminan las plantillas de intradós V1, V2, V3 y V4 de las dovelas acodadas desde la primera hasta la cuarta hilada. La plantilla de intradós V5 de la clave es un cuadrado que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Folio 87v "Pechina por hiladas en vuelta de horno" y "Capilla por hiladas en vuelta de cúpula"

En este folio Guardia (ca. 1600, 87v) presenta un trazado combinado: por un lado, está el trazado para obtener las plantillas de intradós de una pechina esférica despiezada por hiladas redondas; por otro lado, está el trazado para obtener las plantillas de intradós de una bóveda semiesférica despiezada también por hiladas redondas [fig. 128-129]. Aunque ninguno de los dos trazados corresponde a una bóveda baída, ambos se pueden aplicar sin problemas a una baída. Para ello, tan solo habría que diseñar una bóveda semiesférica rebajada tal que su sección escarzana coincidiera con la curvatura de la pechina. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Calvo 2015, 430-432).

Transcripción del texto manuscrito

Este trazado presenta dos títulos: el primero puede verse en medio del dibujo y lleva por nombre Pechina / por hila- / das en buel- / ta de horno ; el segundo aparece en la parte inferior derecha del folio y dice Capilla por hila- / das en bu<e>lta de cópu- / la . El texto manuscrito también se divide de dos partes, una dedicada a la pechina y otra a la bóveda semiesférica. La transcripción es la siguiente:

La figura *que* demuestran / [l]os tres ángulos señalados con /³ [la] A es la planta de la peçhina / [p]or hiladas en buelta de horno. / [E]sta se forma tomando la dis- /⁶ [t]añcia *que* ubiere desde el pun- / [to] A al punto b y este tama- / [ño] echarás desde el punto C /⁹ [al] punto d. Y este diçho pun- / [to] d tirarás la buelta de / [ho]rno desde el punto b *que* es /¹² [la] figura señalada con la / [B]. Y esta dicha buelta de / horno la repartirrás en /¹⁵ [la]s hiladas *que* te parecie- / [r]e. Y para sacar las plan- / [ta]s por caras de las hi- /¹⁸ [la]das desta dicha pe- / [çh]ina, pondrás la re- / [g]la en la buelta de hor- /²¹ [n]o en los dos puntos / [d]e la hilada *que* quisie- / [r]es sacar y tira- /²⁴ [r]ás las líneas bisua- / les señaladas con / [la] C *que* bayan a pa- /²⁷ [ra]r a la línea per- / [p]endicular / [s]eñala- /³⁰ [da] con / [la] D. / Y desde adonde tocaren las diçhas líneas /³³ bisuales en la línea perpendicular, saca- / rás las plantas por caras señaladas / con la E. Y con el alto *que* tubieren las dichas /³⁶ plantas por caras y con el ancho *que* tubie- / ren los abançamentos de las hiladas en la / buelta de planta de la dicha pechina, /³⁹ formarás la figura señalada con la F, *que* es / lo *que* le cabe de hiladas a la dicha peçhi- / na. Y para labrar las pieças desta di- /⁴² çha peçhina, les labrarás las caras con / la buelta de horno, cortándolas con las / formas *que* tubieren sus plantas por ca- /⁴⁵ ras y enxutándolas conforme pare- / çe en la figura señalada con la F, la- / brando los lechos y xuntas con la tiran- /⁴⁸ tez *que* tubiere el baybel de la diçha bu- / elta de horno. /

La figura señalada con la G es /⁵¹ la çircunferencia de la buelta de có- / pula *que* sirbe de planta de la diçha ca- / pilla. Pael un cuarto desta diçha /⁵⁴ capilla repartiendo las hila- / das *que* a de llebar. Y tirarás sus lini- / as bisuales señaladas con la H *que* bayan /⁵⁷ a tocar a la dicha línea

perpendi- / cular señalada con la D. Y des- / de adonde tocaren estas dichas /⁶⁰ líneas bisuales en / [la] dicha línea perpen- / [d]icular, sacarás las /⁶³ [p]lantas por caras seña- / [l]adas con la l. Las figuras señaladas co<n> la L / [s]on los abançamientos *que* hacen las hiladas de la di- /⁶⁶ [ch]a capilla. Para labrar las piezas desta di- / [ch]a capilla, les labrarás las caras con la çercha de / [la] buelta de cúpula, cortándolas con las formas /⁶⁹ [que] tubieren sus plantas por cara, dándoles a los le- / chos y xuntas / la tirantez *que* cau- /⁷² sare el baybel de la / dicha buelta de có- / pula.

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja la planta de la bóveda semiesférica, que es la circunferencia A. Se disponen dos ejes ortogonales Ej1 y Ej2 que pasan por el centro de la planta. Se divide el arco B-C en cinco partes⁶⁸, considerando que dicho arco representa media sección vertical de la bóveda semiesférica por el eje Ej1 y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Después se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1 y se utilizan para dibujar, en la mitad inferior de la planta, las juntas entre hiladas, que son una serie de semicircunferencias concéntricas. El resultado es una bóveda semiesférica despiezada en cinco hiladas redondas, incluida la clave.

Después se dibuja, sobre el cuarto superior izquierdo de la circunferencia A, la planta de una pechina, que viene definida por los tres vértices C, D y E. Se abate el punto E sobre el eje Ej1, obteniendo el punto F. Se divide en arco E-F en tres partes, considerando que dicho arco representa la sección vertical de la pechina por la diagonal E-M de su planta y que las divisiones representan las alturas de las hiladas. Después se proyectan las divisiones sobre el eje Ej1 y se utilizan para dibujar en planta las juntas entre hiladas de la pechina, que son una serie de arcos de circunferencia concéntricos⁶⁹. El resultado es una pechina despiezada en tres hiladas redondas.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas

Guardia emplea el procedimiento de desarrollo de conos para diseñar las plantillas de intradós de las dovelas de las hiladas, a las que llama plantas por caras. De esta manera, se obtienen las plantillas B1, B2, B3, y B4 de la primera a la cuarta hilada de la bóveda semiesférica y las plantillas H1, H2 y H3 de la primera a la tercera hilada de la pechina. La plantilla B5 de la clave de la bóveda es un círculo que coincide con la proyección en planta de la junta de la clave.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de la pechina

Para obtener las plantillas de intradós de la pechina, primero se dispone una recta vertical auxiliar. Se mide el alto que tubieren las dichas plantas por caras, es decir, se miden las alturas 1-2, 2-3 y 3-4 de las plantillas H1, H2 y H3, que en realidad son las alturas de las hiladas de la pechina, y se trasladan a la recta vertical auxiliar, obteniendo las distancias 1'-2', 2'-3' y 3'-4'. Luego se dibujan los arcos C1', C2' y C3', que pasan por los puntos 2', 3' y 4' respectivamente y que definen la separación entre las tres plantillas de la pechina. Guardia no explica cómo dibujar estos arcos, pero el análisis del trazado mediante un programa de CAD desvela que probablemente los

⁶⁸ El análisis del trazado mediante un programa de CAD muestra que Guardia divide el arco B-C en cuatro partes iguales y luego subdivide la parte superior en otras dos, obteniendo así las cinco partes definitivas.

⁶⁹ Guardia señala que debe dividirse el arco E-F en tantas partes como hiladas vayan a realizarse en la pechina. Sin embargo, el análisis del trazado mediante un programa de CAD desvela que en este caso no procede de dicha manera. Al parecer, lo que realmente hace es dividir la diagonal E-M en tres partes iguales, luego abate las divisiones sobre el eje Ej1 y las proyecta sobre el arco E-F.

Figura 128. Folio 87v "Pechina por hiladas en vuelta de horno" y "Capilla por hiladas en vuelta de cúpula" (Guardia ca. 1600, 87v).

Figura 129. Folio 87v "Pechina por hiladas en vuelta de horno" y "Capilla por hiladas en vuelta de cúpula" (análisis gráfico).

haya dibujado empleando los arcos C1, C2 y C3 obtenidos como desarrollos de las juntas superiores de las tres hiladas de la pechina.

Después se mide el ancho que tubieren los abançamientos de las hiladas en la planta de la dicha pechina, es decir, se miden las anchuras en planta de las juntas de las hiladas de la pechina y se trasladan a los arcos C1', C2' y C3' de las plantillas, considerando que la recta vertical auxiliar representa la diagonal E-M de la planta. De esta manera, se obtienen los puntos a, b y c y sus simétricos. Guardia no detalla cómo se deben medir las anchuras de las juntas, pero el análisis del trazado mediante un programa de CAD indica que probablemente las haya medido a ambos lados de la diagonal E-M de la planta, de la misma manera que Vandelvira (ca. 1585, 81v-82r) en el título 96 Capilla cuadrada en vuelta redonda (o capilla baída).

Finalmente, se dibujan los bordes laterales de las plantillas con dos curvas, una que pasa por los puntos 1', a, b y c y otra que pasa por los puntos simétricos. Con esto, se terminan las plantillas de intradós P1, P2 y P3 de las tres hiladas de la pechina. Una vez más, Guardia no explica cómo trazar las curvas que definen los bordes laterales, pero el análisis del trazado mediante un programa de CAD confirma que se trata de dos arcos de circunferencia. Ahora bien, es imposible trazar un arco circular que pase exactamente por los puntos 1', a, b y c. Dadas las circunstancias, la hipótesis más plausible es que Guardia haya dibujado las curvas empleando únicamente tres puntos. En este estudio se han empleado los puntos 1', a y c. Como puede verse, aunque no se ha utilizado el punto b, el arco lateral pasa muy cerca de dicho punto.

Folio 91ter v "Pechina cuadrada por hiladas en ochavo en vuelta de horno"

En este folio Guardia (ca. 1600, 91ter v) presenta el trazado para obtener las plantillas de intradós de una pechina de planta triangular, con intradós esférico y despiezada por hiladas diagonales, es decir, hiladas circulares verticales paralelas a la hipotenusa de la planta triangular [fig. 130-131]. Se trata de una pechina similar a la que presenta Vandelvira (ca. 1585, 116v-117r) en el título 134 Capilla primera indiferente. Sin embargo, como ahora se verá, Guardia resuelve este trazado de forma distinta. Conviene mencionar que otros investigadores también han estudiado este trazado (Calvo 2015, 434-438).

Transcripción del texto manuscrito

Este trazado se titula Peçhina quadra- /da por hiladas en oçha- / [vo] en buelta de horno, tal y como se ve en la parte inferior izquierda del folio. La transcripción del texto manuscrito es la siguiente:

Para traçar esta dicha peçhina quadrada, le formarás la planta con[for]- / me paresçe en los tres ángulos señalados con la A. Y ençima desta planta çircund[a]- /³ rás el formalete *que* a de llebar debaxo la diçha peçhina, como pareçe la figura se- / ñalada con la B. Y este diçho formalete lo rrepartirás en tantos tamaños / como hiladas quisieres *que* llebe la diçha peçhina. Y a los puntos destos diçhos tam[a]- /⁶ ños les baxarás sus plomos señalados con la C *que* bayan a parar a la planta. Y desd[e] / adonde tocaren los diçhos plomos en la diçha planta, tirarás las líneas de los aba[n]- / çamientos de las hiladas, como pareçen señaladas con la D. Y estas diçhas li[nias] /⁹ de los abançamientos pasarán a tocar en blanco a la buelta de horno señala[da] / con la E.

Y para sacar las plantas por caras de las hiladas de desta diçha p[e]- / china, las sacarás desta manera: tomarás en la buelta de horno lo *que* abança [la] /¹² primera hilada, *que* es la distançia *que* ubiere desdel punto 1 al punto 2 y e[s]- / te tamaño eçharás desdel punto 1 al punto 3. Y después tomarás la di[s]- / tançia *que* ubiere en el formalete desdel punto 1 al punto 4 y este tamaño /¹⁵ eçharás desde el diçho punto 1 a los puntos 5 <y> 6, *que* aya desdel diçho punto [5] / al punto 6 la distançia *que* ubiere en el primero abançamento de la plan[ta] / desdel punto 7 al punto 8. Y con una çircunferençia coxerás los diçhos tre[s] /¹⁸ puntos señalados con los números 5, 3 <y> 6. Y para sacar la segunda pla[n]- / ta por cara, tomarás en la buelta de horno el largo del segundo abançame[n]- / [t]o, *que* es la distançia *que* hubiere desdel punto 2 al punto 9, y este tamaño eçharás de[s]- /²¹ [d]el punto 3 al punto 10. Y después tomarás en el diçho formalete la distançia [que] / [u]biere desdel punto 4 al punto 11 y este tamaño eçharás desdel punto 5 al punto [12] / y desde el punto 6 al punto 13, *que* benga a quedar desde el diçho punto 12 a[l pun]- /²⁴ to 13 lo *que* ubiere de largo el segundo abançamento en la planta desdel p[un]- / [to] 14 al punto 15. Y con una çircunferen[çia co]- / xeras los diçhos tres pun[tos] /²⁷ señalados con los n[ú]m[eros] / 12, 10 <y> 13. Y desta man[era] / se an de ir sacando todas las dem[ás] /³⁰ plantas por caras como pareçe en la [figu]- / ra señalada con la F. Y con unas çircu[nfe]- / rençias estendidas coxeras todas las diçh[as] /³³ plantas como pareçe en lo<s> lados de la diç[ha] / figura senalada con la F. /

Y para traçar las pieças desta dicha [pe]- /³⁶ çhina, les labrarás las caras con la çercha [de la] / buelta de horno, cortando las xuntas por [las] / diçhas caras con el baybel *que* hiçiere la li[nia] /³⁹ blanco *que* ba por la mitad de la figura seña[la]- / da con la F con las diçhas plantas [por cara?], / dándoles por las diçhas xuntas y lecho[s la] /⁴² tirantez *que* tubiere el baybel de la diçha [buel]- / ta de horno, *que* bengan a quedar las diçhas hi[la]- / das después de labradas conforme p[are]- /⁴⁵ çen en la dicha figura señalada con la [F].

Dibujo de la planta y la sección vertical con el despiece

Primero se dibuja un cuadrado y sus dos diagonales Dg1 y Dg2. La diagonal Dg1 divide el cuadrado en dos triángulos, siendo el superior la planta de la pechina. Luego se traza el arco de circunferencia A, que representa medio arco formero sobre el que descansa la pechina, y se divide en cinco partes iguales 0-a, a-b, b-c, c-d y d-e que representan las alturas de las hiladas de la pechina sobre el arco formero. Se proyectan las divisiones a, b, c, d y e sobre la planta triangular y se utilizan para dibujar las juntas entre hiladas, que son las rectas J1, J2, J3, J4 y J5⁷⁰. A continuación, se traza el arco de circunferencia B, que representa la sección vertical de la pechina por la diagonal Dg2. Se prolongan las juntas desde la planta hasta el arco B y se obtienen las divisiones 1, 2, 3, 4 y 5, que representan las alturas de las hiladas de la pechina sobre la sección vertical por la diagonal Dg2. El resultado es una pechina despiezada en cinco hiladas diagonales.

Obtención de las plantillas de intradós de las dovelas de la pechina

En este caso, Guardia no emplea el procedimiento de desarrollo de conos para diseñar las plantillas de intradós de la pechina, sino que opta por un método de triangulación (Calvo 2015, 436). Para ello, primero se dispone una recta vertical auxiliar, coincidente con la diagonal Dg2, sobre la que poder dibujar las plantillas de intradós. Se miden las alturas de las hiladas 0-1, 1-2, 2-3, 3-4 y 4-5 del arco B y se trasladan a la recta vertical auxiliar, obteniendo de esa manera las distancias 0'-1', 1'-2', 2'-3', 3'-4' y 4'-5'.

Después se mide la altura 0-a del arco A y se utiliza como radio para dibujar el arco s1 con centro en el punto 0'. Las intersecciones entre el arco s1 y las dos rectas verticales trazadas desde

⁷⁰ Evidentemente, la junta J5 coincide con la diagonal Dg1.

Figura 130. Folio 91ter v "Pechina cuadrada por hiladas en ochavo en vuelta de horno" (Guardia ca. 1600, 91ter v).

Figura 131. Folio 91ter v "Pechina cuadrada por hiladas en ochavo en vuelta de horno" (análisis gráfico).

los extremos laterales de la junta J1 proporcionan los dos puntos a'. Se mide la altura a-b del arco A y se utiliza como radio para dibujar dos arcos s2 con centros en los puntos a'. Las intersecciones entre los arcos s2 y las dos rectas verticales trazadas desde los extremos laterales de la junta J2 proporcionan los dos puntos b'. Se mide la altura b-c del arco A y se utiliza como radio para dibujar dos arcos s3 con centros en los puntos b'. Las intersecciones entre los arcos s3 y las dos rectas verticales trazadas desde los extremos laterales de la junta J3 proporcionan los dos puntos c'. Se mide la altura c-d del arco A y se utiliza como radio para dibujar dos arcos s4 con centros en los puntos c'. Las intersecciones entre los arcos s4 y las dos rectas verticales trazadas desde los extremos laterales de la junta J4 proporcionan los dos puntos d'. Por último, se mide la altura d-e del arco A y se utiliza como radio para dibujar dos arcos s5 con centros en los puntos d'. Las intersecciones entre los arcos s5 y las dos rectas verticales trazadas desde los extremos laterales de la junta J5 proporcionan los dos puntos e'.

A continuación, se trazan los cinco arcos de circunferencia a'-1'-a', b'-2'-b', c'-3'-c', d'-4'-d' y e'-5'-e' que definen los bordes inferiores y superiores de las plantillas de la pechina. Hecho esto, solo falta por definir los bordes laterales, que son dos curvas que unen los puntos 0', a', b', c', d' y e'. Guardia se limita a indicar que estos bordes se resuelven con dos circunferencias estendidas y no ofrece más detalles al respecto. El análisis del trazado mediante un programa de CAD desvela que los bordes laterales parecen haber sido dibujados con dos arcos de circunferencias. Sin embargo, es imposible trazar una circunferencia que pase exactamente por los puntos 0', a', b', c', d' y e' o sus simétricos. Por este motivo, en este estudio se han dibujado los bordes laterales mediante dos circunferencias que pasan por los puntos 0', c' y e'. Como consecuencia, los arcos tienen ciertas desviaciones respecto de los puntos a', b' y d', si bien no son muy grandes, por lo que tendrían poca relevancia a efectos constructivos.

CLASIFICACIÓN CONSTRUCTIVA

ARGUMENTOS PARA UNA CLASIFICACIÓN CONSTRUCTIVA

Desde hace tiempo, diferentes investigadores han señalado la existencia de bóvedas baídas renacentistas de cantería cuya geometría no es perfectamente esférica. Entre otros, Gómez-Moreno Martínez ([1901] 1983, 1: 195) ha hablado de la baída rebajada, de piedra que hay en el vestíbulo de la capilla de Mosén Rubí de Bracamonte de Ávila, que es casi plana. Palacios ([1990] 2003, 258) ha descrito la bóveda plana del sotacoro de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial como baída de rampante plano. Pinto (1997, 134-140; 1998a, 2: nº 22 y nº 48) ha estudiado varias baídas de sección oval, por ejemplo, la que hay en el crucero de la enfermería de mujeres del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla o la que cierra la sacristía de la basílica de Sta. M^a de la Asunción de Arcos de la Frontera. Rabasa (2000, 199-201) ha destacado la geometría a medio camino entre la vaída y la bóveda por arista de la bóveda de cruceros que cubre el primer tramo de la nave central de la iglesia de N^a S^a de la Consolación de Cazalla de la Sierra. López Mozo (2003b; 2004; 2009a, 326-350 y 356-365; 2009b, 216-221) ha localizado varias baídas pseudo-esféricas en el monasterio de El Escorial, por ejemplo, la que hay en la cocina o las que están debajo de la escalera principal del claustro mayor, y además ha señalado que la bóveda plana del sotacoro podría entenderse como una bóveda vaída rebajada oval. Alonso Rodríguez y Calvo (2011, 66-68) han analizado la baída pseudo-esférica de la capilla mayor de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende. Bravo Guerrero (2011) ha estudiado varias baídas construidas por cruceros que se generan como superficies de traslación, por ejemplo, la que cubre el tramo junto al crucero de la iglesia de S. Miguel Arcángel de Morón de la Frontera. Natividad y Calvo (2012) han analizado la geometría pseudo-esférica de la baída de cruceros de la capilla mayor de la iglesia del Salvador de Caravaca de la Cruz. López González (2013, 366-373; 2015) y Natividad (2014) han estudiado la baída pseudo-esférica de arcos cruzados de la capilla mayor de la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela. Y Senent (2015, 586-593; 2016, 303-322) ha cuestionado la relación entre bóveda baída y forma esférica, llegando a la conclusión de que una baída no tiene por qué ser perfectamente esférica.

En efecto, todos los ejemplos anteriores y otros tantos recogidos en el catálogo del anexo 1 demuestran que las baídas renacentistas de cantería pueden adoptar muchas formas pseudo-esféricas, además de que los casos con geometrías singulares son bastante abundantes. Por este motivo, en la presente tesis se ha descartado realizar una clasificación de baídas atendiendo únicamente a criterios formales y se ha optado por desarrollar una clasificación constructiva, que no solo ha resultado más operativa, sino que también ha permitido incluir los aspectos geométricos.

Para ello, primero se han dividido las baídas en tres grandes familias según su sistema constructivo, es decir, según estén construidas por hiladas, por cruceros o mediante una combinación de ambos [fig. 132]; a continuación, dentro de cada familia se han establecido diferentes tipos constructivos, como, por ejemplo, las baídas de hiladas redondas, cuadradas, diagonales, etc., o las baídas de cruceros paralelos, diagonales, etc. [fig. 133]; y por último, para cada tipo constructivo se han analizado las distintas variantes geométricas existentes. Como ahora se verá, esta clasificación ha permitido comprobar que algunas geometrías solamente se construyen a partir de ciertos despieces, o dicho de otra manera, que en las baídas renacentistas de cantería existe una estrecha relación entre forma y construcción.

BÓVEDAS BAÍDAS CONSTRUIDAS POR HILADAS

La primera familia de bóvedas baídas renacentistas de cantería son las construidas por hiladas. Se entiende que una baída está construida o despiezada por hiladas cuando está ejecutada mediante una serie de dovelas de piedra de cantería que se disponen unas junto a otras, formando hiladas que abarcan todo el intradós. Existen diferentes tipos de hiladas [fig. 134]: las más habituales son las hiladas redondas y las cuadradas; otras conocidas, pero menos frecuentes, son las hiladas diagonales, en cruz, en equis, en damero y helicoidales; además, esta tesis añade dos nuevos tipos que se han denominado hiladas rectas e hiladas redondas de ejes diferentes. No acaban aquí las posibilidades de despiece, pues los diferentes tipos de hiladas pueden utilizarse conjuntamente para formar despieces combinados. El más común es la combinación de hiladas redondas y cuadradas, pero también hay otros como la combinación de hiladas cuadradas y diagonales, cuadradas y en damero, etc.

Las hiladas redondas

La bóveda baída despiezada por hiladas redondas es la más clásica y frecuente que podemos encontrar en la arquitectura renacentista española. Surge como adaptación de la cúpula semiesférica de hiladas redondas a una planta poligonal cualquiera, aunque los casos más habituales son los de planta cuadrada y rectangular. El despiece de hiladas redondas se genera al dividir la baída en una serie de hiladas circulares horizontales concéntricas, que apoyan unas sobre otras desde la base de las pechinas hasta la clave [fig. 135]. Las juntas entre hiladas, o lechos, son superficies troncocónicas de eje vertical cuyos vértices se localizan en el centro de la baída, es decir, en el centro de la superficie semiesférica que define el intradós; y las juntas entre dovelas de una misma hilada son superficies planas definidas por un haz de planos radiales cuya recta común es vertical y pasa por el centro de la baída (Palacios 1987a, 547-558; Palacios [1990] 2003, 254-259; Rabasa 2000, 160-162; Calvo et al. 2005, 57-63; Rabasa 2007, 50-51).

En el capítulo anterior se vio que De l'Orme (1567) no recoge en su tratado ningún trazado para baídas de hiladas redondas, tal vez porque considera que es un despiece sencillo y perfectamente conocido por cualquier cantero. Por el contrario, Vandelvira (ca. 1585, 81v-82r, 82v-83r, 86v-87r, 88r, 91v, 92r, 92v, 115v-116r y 120v-123v) expone en los títulos 96, 97, 101, 103, 107, 108, 109, 133 y 140 de su manuscrito numerosos trazados para baídas de hiladas redondas, de forma

Figura 132. Algunos ejemplos de bóvedas baídas renacentistas de cantería construidas por hiladas y por cruceros.

Figura 133. Bóvedas baídas renacentistas de cantería según el sistema constructivo.

Figura 134. Tipos de hiladas en las bóvedas baídas renacentistas de cantería.

Figura 135. Bóveda baída despiezada por hiladas redondas.

ordenada y didáctica, abarcando una amplia gama de posibilidades. Por su parte, Guardia (ca. 1600) no muestra ningún trazado específico para una baída de hiladas redondas, aunque en el folio 87v explica un trazado combinado para una cúpula y una pechina de hiladas redondas a partir del cual no sería difícil deducir el correspondiente trazado para una baída.

El catálogo del anexo 1 recoge una buena cantidad de baídas de hiladas redondas. Algunos ejemplos representativos se pueden ver en la sacristía de la Catedral de Murcia (Calvo et al. 2005, 79-92) [cat. 118], en la nave de la iglesia del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla (Pinto 1997, 144-148) [cat. 205; lev. 387-390], en varias capillas de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial (López Mozo 2009a, 340-342) [cat. 148-158; lev. 351-354] y en la antesacristía de la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela [cat. 126; lev. 319-322].

La cúpula de Bohemia y las pechinas trapeciales de hiladas redondas

Existe una variante geométrica de la bóveda baída, conocida como baída de sección rebajada o cúpula de Bohemia, que se genera cuando la planta de la baída es un polígono interior a la base circular de la superficie semiesférica que define el intradós, lo que provoca que las pechinas arranquen por encima del plano que contiene a la base circular y que los arcos formeros sean escarzanos. La cúpula de Bohemia de hiladas redondas es bastante habitual y se puede ver, por ejemplo, en la nave de la iglesia del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla (Pinto 1997, 144-148) [fig. 136; cat. 205; lev. 387-390], en la planta alta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla (Minenna 2012, 2: 195-252) [cat. 208 y 211-213; lev. 391-394] y en la capilla del Cristo de la Misericordia de la iglesia Mayor Prioral de El Puerto de Santa María [cat. 56; lev. 267-270].

La variante geométrica opuesta a la cúpula de Bohemia es la baída de pechinas trapeciales, que se genera cuando la planta de la baída es un polígono que sobrepasa el perímetro de la base circular de la superficie semiesférica que define el intradós, dando como resultado unas pechinas que ya no son triangulares sino trapeciales. López Mozo (2009a, 326) ha detectado esta clase de pechinas trapeciales en varias baídas de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial, aunque su apariencia no dista mucho de las pechinas triangulares convencionales, puesto que sus bases tienen muy poca anchura. Sin embargo, existen otras baídas con pechinas trapeciales que presentan bases mucho más anchas, de modo que su forma trapezial se aprecia con más claridad. Ejemplos de este tipo se pueden ver en la sacristía vieja de la iglesia de Sta. M^a de la Encarnación de Huéscar (Natividad y García Baño 2013) [fig. 137; cat. 69; lev. 287-290], en la cripta bajo la iglesia del Hospital Tavera de Toledo [fig. 138; cat. 219; lev. 395-398] y en la capilla bautismal de la iglesia de S. Juan Bautista de Hinojosa del Duque [cat. 64].

Desde un punto de vista estrictamente geométrico, las pechinas trapeciales podrían aparecer en cualquier baída con independencia de su despiece. Sin embargo, se da la circunstancia de que todas las pechinas trapeciales localizadas en esta tesis se ejecutan mediante hiladas redondas. En vista de ello, se puede afirmar que estamos frente a un claro caso de vinculación entre forma y construcción, pues, cuando se ha requerido construir pechinas trapeciales, siempre se ha recurrido a las hiladas redondas⁷¹.

⁷¹ Otro ejemplo de mediados del siglo XVI que apoyaría esta hipótesis, no español sino francés, es la bóveda baída de la capilla funeraria de la familia Mistral de Valence, conocida también como "Pendentif de Valence" y que algunos investigadores han atribuido a Philibert De l'Orme (Pérouse de Montclos [1982] 2001, 152-153; Pérouse de Montclos 2000, 344-345). En esta baída se observa que las pechinas trapeciales están resueltas mediante hiladas redondas, pese a que el resto del intradós se despiece por hiladas cuadradas.

Figura 136. Baída de sección rebajada o cúpula de Bohemia de hiladas redondas en la nave de la iglesia del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla.

Figura 137. Pechina trapecial de hiladas redondas en la baída de la sacristía vieja de la iglesia de Sta. Mª de la Encarnación de Huéscar.

Figura 138. Pechina trapecial de hiladas redondas con lechos planos horizontales en la baída de la cripta bajo la iglesia del Hospital Tavera de Toledo.

Figura 139. Pechina de hiladas redondas con lechos planos horizontales en la baída de la sala del primer piso de la torre de la Lonja de Valencia (J. Calvo López).

Las pechinas de hiladas redondas con lechos planos horizontales

Existen bóvedas esféricas de hiladas redondas donde las hiladas de la base se resuelven con lechos planos horizontales. Según Rabasa (2000, 162-167), se trata de una estrategia constructiva heredada de la manera de ejecutar las jarjas de las bóvedas de crucería góticas y que tiene la ventaja de ahorrar superficie de cimbrado, pues cada hilada apoya sobre la anterior por vuelo sucesivo. En general, no es sencillo determinar la orientación que tienen los lechos de una bóveda esférica, pero a veces se puede averiguar gracias a que el extradós de la bóveda es visible o el intradós presenta elementos en relieve. Esto es lo que ocurre en las cúpulas del crucero y de las torres de la basílica de S. Lorenzo de El Escorial (Alonso Rodríguez 2002; Alonso Rodríguez y López Mozo 2002; López Mozo 2002; López Mozo 2009a, 408-411 y 463-479), en la cúpula de la iglesia de S. Sebastián de Cobos (Alonso Rodríguez 2007) y en las bóvedas de horno de la iglesia de Sta. Columba de Carnota (Taín y Natividad 2011).

También existen baídas de hiladas redondas donde las primeras hiladas tienen lechos planos horizontales. Los casos más evidentes son aquellos en los que las dovelas de las pechinas forman parte también de los paramentos laterales, de manera que, sin duda, sus lechos han de ser horizontales. Ejemplos de este tipo se pueden ver en la cripta bajo la iglesia del Hospital Tavera de Toledo [fig. 138; cat. 219; lev. 395-398], en la sala del primer piso de la torre de la Lonja de Mercaderes de Valencia (Navarro Fajardo 2010a, 250-251; Navarro Fajardo 2010b, 250-251; Zaragoza 2010, 199-201; Natividad 2012a) [fig. 139; cat. 225; lev. 403-406], en el vestíbulo de la fachada principal de la capilla Cerralbo de Ciudad Rodrigo [cat. 44] y en la capilla bautismal de la iglesia de S. Juan Bautista de Hinojosa del Duque [cat. 64].

Hay otros casos en los que las baídas presentan particularidades geométricas que sugieren que las hiladas de las pechinas podrían tener lechos planos horizontales. Esta es la hipótesis que se baraja en la baída de la sacristía vieja de la iglesia de Sta. M^a de la Encarnación de Huéscar, que cubre una planta pentagonal irregular y cuyas pechinas son todas diferentes (Natividad y García Baño 2013) [cat. 69; lev. 287-290]. Lo mismo se puede decir de la baída que hay en la capilla de los Aranda de la antigua iglesia abacial de Sta. M^a la Mayor de Alcalá la Real, que tiene cuatro arcos formeros semicirculares con centros a diferente altura, lo que provoca que sus pechinas no sean esféricas [cat. 4; lev. 239-242]. En ambos casos parece razonable suponer que las pechinas podrían tener hiladas redondas con lechos planos horizontales, puesto que esta disposición facilitaría bastante su diseño y construcción.

Por último, conviene hablar de las pechinas de las baídas de la nave de la iglesia del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla [cat. 205; lev. 387-390]. El levantamiento realizado en esta tesis muestra que dichas pechinas se componen de hiladas con lechos orientados de varias maneras: en la parte inferior se observan hiladas con lechos planos paralelos inclinados, de modo que el intradós de cada hilada vendría definido por una porción de superficie cilíndrica, lo que facilitaría en gran medida la labra de las dovelas⁷²; en la parte superior aparecen unas hiladas de transición con lechos que cambian progresivamente de orientación hasta convertirse en planos horizontales; y por encima de estas hiladas está el luquete, que podría tener las primeras hiladas con lechos planos horizontales y las restantes con lechos cónicos.

⁷² Esta disposición de lechos no es única. Las pechinas de cantería del atrio de la iglesia de S. Amenaprkich, en el monasterio de Sanahin de Armenia, también tienen hiladas con lechos planos paralelos inclinados (López Mozo et al. 2013, 559 y 561).

Las hiladas redondas sobre planta rectangular

La bóveda baída de hiladas redondas sobre planta rectangular es bastante frecuente. La única diferencia con respecto a la de planta cuadrada es que los arcos formeros ya no son todos iguales, sino que hay dos formeros mayores y dos menores dispuestos respectivamente sobre los lados largos y cortos de la planta. Algunos ejemplos se pueden ver en los tres tramos de la nave de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda (Pinto 1998a, 2: nº 16) [cat. 173-175], en el tramo de los pies de la iglesia de S. Juan de los Caballeros de Jerez de la Frontera⁷³ [cat. 94] y en la planta alta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla (Minenna 2012, 2: 195-252) [cat. 208 y 210-212; lev. 391-394]. Un caso particular son las baídas de la nave de la basílica de N^a S^a de la Merced de Jerez de la Frontera, que fueron construidas sobre los arcos fajones y formeros apuntados pertenecientes a la anterior estructura gótica⁷⁴ [cat. 90].

Existe una manera de adaptar una baída de hiladas redondas a una planta rectangular que consiste en diseñar la bóveda mediante una geometría formada por la combinación de dos medias baídas laterales unidas con una bóveda cañón rebajada central. Bajo estas circunstancias, las hiladas ya no son circulares, sino que describen un trazado pseudo-oval formado por la combinación de dos semicircunferencias unidas por sus extremos con dos rectas paralelas [fig. 140]. Este trazado recibía el nombre de *figura lenticular* en algunos textos del siglo XVI como el de Juan Pérez de Moya (1573, 16 y 180), un matemático muy leído por los arquitectos españoles de la época, y varios investigadores actuales lo han denominado pseudo-óvalo y falso óvalo (Gentil 1994, 27; Gentil 1996, 112; Pinto 1998a, 1: 41-42 y 204-206; Calvo 1999, 1: 156; Calvo et al. 2005, 57 y 140; López Mozo 2009a, 53 y 267; Ruiz de la Rosa et al. 2010, 37).

Las hiladas pseudo-ovales no son específicas de la baída, sino que también se utilizaron en las cúpulas, por ejemplo, en la capilla central de la cabecera de la Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla (Morales 1984, 120-121; Morales 2004, 273), en la capilla bautismal de la iglesia de S. Nicolás de la Villa de Córdoba (Banda 1974a, 102-103; Gentil 1996, 114-115), en la antecapilla de Junterón de la Catedral de Murcia (Gutiérrez-Cortines 1977, 5-6; Gutiérrez-Cortines 1989, 174-178; Calvo et al. 2005, 137-150) y en la capilla mayor de la iglesia de Sta. M^a del Salvador de Chinchilla de Montearagón (Gutiérrez-Cortines 1977, 6-7; Santamaría y García-Saúco 1981, 39-47; Gutiérrez-Cortines 1989, 204-211; Salcedo 2013).

Las hiladas pseudo-ovales aplicadas en una baída permiten que esta se adapte a cualquier planta rectangular, independientemente de las proporciones y dimensiones que tenga. Además, también simplifican su estereotomía, pues, como ya se ha dicho, la reducen a la combinación de dos medias baídas y un cañón rebajado. Así ocurre en un par de baídas de la planta alta del patio de los óleos de la Catedral de Sevilla [cat. 200; lev. 379-382], en las sacristías y capillas laterales de la Capilla Real de la Catedral de Sevilla [fig. 141; cat. 201-202; lev. 383-386], en el vestíbulo de la puerta del Sol de la iglesia Mayor Prioral de El Puerto de Santa María (Pinto 1998a, 2: nº 15; Ruiz de la Rosa et al. 2010, 38-39) [cat. 54] y en la capilla de los Aranda de la antigua iglesia abacial de Sta. M^a la Mayor de Alcalá la Real [cat. 4; lev. 239-242].

⁷³ Esta baída tiene su intradós oculto por un revestimiento con juntas pintadas que simulan un despiece de hiladas redondas. No obstante, las manchas de humedad y otros deterioros permiten detectar que, en efecto, está ejecutada con hiladas redondas de piedra de cantería.

⁷⁴ Estas baídas tienen su intradós oculto por un revestimiento con juntas pintadas que simulan un despiece de hiladas redondas. Ahora bien, las manchas de humedad y otros deterioros permiten detectar que, efectivamente, están todas ejecutadas con hiladas redondas de piedra de cantería.

Figura 140. Adaptaciones de las hiladas redondas a una planta rectangular.

Figura 141. Bóveda de hiladas pseudo-ovales en una sacristía de la Capilla Real de la Catedral de Sevilla.

Figura 142. Bóveda de hiladas ovales en el vestíbulo alto de la escalera del coro de la iglesia del antiguo monasterio de S. Jerónimo de Buenavista de Sevilla.

Existe otra manera de adaptar una baída de hiladas redondas a una planta rectangular que consiste en emplear hiladas ovales y elípticas⁷⁵ [fig. 140]. Para entender cómo funcionan ambos despieces, veamos primero su aplicación en una cúpula. Según explica Rabasa (2000, 286-302; 2009, 62-66), cuando una cúpula se dispone sobre una planta oval, pasa a estar formada por cuatro porciones de esfera con dos particularidades. En primer lugar, en el paso de una a otra porción los lechos de las hiladas ovales deben cambiar de pendiente con un raro escalón, y en segundo lugar, en el remate de la cúspide de la cúpula se encuentran dos porciones según una arista (García Jara 2010). Por el contrario, cuando una cúpula se dispone sobre una planta elíptica, adquiere forma de elipsoide⁷⁶. En este caso, si las juntas entre hiladas elípticas se proyectan en planta como elipses semejantes u homotéticas, es decir, con igual proporción entre sus ejes, aunque no igualmente distanciadas en todas las zonas⁷⁷, resultará que las hiladas elípticas tendrán una altura variable, y por lo tanto, todas las dovelas serán distintas entre sí y la inclinación de sus lechos también (Alonso Rodríguez et al. 2009b).

El empleo de las hiladas ovales y elípticas en una cúpula ha representado siempre un ejercicio complejo y dificultoso. Pese a ello, se han construido varias cúpulas con estos despieces en diferentes edificios, por ejemplo, en la sala capitular de la Catedral de Sevilla (Gentil 1996), en la capilla de la Natividad de la Catedral de Burgos (Alonso Rodríguez et al. 2009b), en el crucero de la Catedral de Córdoba (Rabasa 2000, 288-289) y en el coro de la iglesia de Sta. María de Mahón (Palacios [1990] 2003, 236-237).

Las hiladas ovales y elípticas aplicadas a una baída de planta rectangular funcionan de igual manera que en una cúpula, aunque con la dificultad añadida que suponen las pechinas. No es un despiece muy frecuente, pero existen varios casos construidos, por ejemplo, en una capilla a los pies de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial (López Mozo 2009a, 341-342) [cat. 149], en el vestíbulo alto de la escalera del coro de la desaparecida iglesia del antiguo monasterio de S. Jerónimo de Buenavista de Sevilla [fig. 142; cat. 189; lev. 375-378], en la capilla mayor de la iglesia de la Transfiguración del Señor de Torralba de Oropesa [cat. 220], en la capilla mayor de la iglesia del antiguo convento de N^a S^a de la Victoria de Sanlúcar de Barrameda [cat. 167] y en la capilla de los Montúfar de la iglesia de N^a S^a de la Asunción de Tamajón [cat. 218]. En los dos primeros casos las hiladas son ovales; en los otros tres sería necesario realizar un levantamiento arquitectónico para determinar con rigor el tipo de hiladas.

Un caso particular que también requeriría un estudio específico es la baída que cubre el tramo de los pies de la nave de la iglesia de N^a S^a del Espino de Hoyos del Espino, que presenta hiladas de trazado aparentemente oval y dos porciones adicionales de hilada, sobre los lados

⁷⁵ Un óvalo no es lo mismo que una elipse, aunque en muchas ocasiones su trazado pueda parecer semejante. El óvalo es una curva que se compone geométricamente por la combinación de varios arcos de circunferencia, tangentes entre sí y con distintos radios. Por el contrario, la elipse se puede definir matemáticamente como una curva de segundo grado, aunque en geometría ha sido tradicional explicarla como una curva obtenida por la sección plana de un cono. Sobre óvalos, elipses y su aplicación en la arquitectura del siglo XVI, véase los trabajos de Gentil (1994; 1996), Fernández Gómez (1996), Calvo (1999, 1: 156-165), Rabasa (2000, 286-302), Calvo et al. (2005, 211-223), Huerta (2007), Martín Talaverano (2008), López Mozo (2009a, 265-272; 2011), García Jara (2010), Rabasa et al. (2012) y Salcedo (2016).

⁷⁶ En geometría, un elipsoide es una superficie curva cerrada con forma similar a la de una esfera deformada y cuyas secciones planas son todas elípticas.

⁷⁷ No existen elipses paralelas. La curva paralela a una elipse ya no es otra elipse, sino una curva de cuarto grado con trazado gráfico impreciso y que se ha llamado toroide por ser, gráfica y matemáticamente, idéntica al contorno aparente más general de la proyección cilíndrica de un toro (Gentil 1996, 81).

cortos de la planta, que parecen funcionar a modo de peralte [cat. 65]. Por último, conviene citar el caso de la baída con juntas falsas que simulan un despiece de hiladas ovales localizada en el vestíbulo de una escalera junto a las salas capitulares del monasterio de S. Lorenzo del Escorial (López Mozo 2009a, 338) [cat. 146].

Las hiladas redondas sobre planta irregular

Aunque son bastante escasas, existen algunas bóvedas baídas de hiladas redondas sobre planta irregular. Dos ejemplos de planta trapecial son la baída de la capilla mayor de la iglesia de S. Juan Bautista de Cabezas del Villar [cat. 32] y la baída de la sala que hay sobre la sacristía vieja de la Catedral de Sta. M^a del Prado de Ciudad Real⁷⁸ [cat. 43; lev. 259-262]. Un tercer ejemplo de planta pentagonal irregular es la baída de la sacristía vieja de la iglesia de Sta. M^a de la Encarnación de Huéscar (Natividad y García Baño 2013) [cat. 69; lev. 287-290]. En este caso, conviene destacar que la baída, pese a cubrir una planta pentagonal, no tiene cinco pechinas, sino cuatro, pues uno de los muros de la estancia, el de menor longitud, queda fuera de la base circular de la superficie semiesférica que define el intradós, generándose entonces una pechina trapecial. Además, es bastante probable que las hiladas de las pechinas se resuelvan todas mediante lechos planos horizontales, tal y como se ha indicado anteriormente.

Según López Mozo (2009a, 326), las hiladas redondas tienen una difícil adaptación a superficies que no estén geométricamente bien definidas, de manera que no asumen con facilidad las variaciones en la planta o en la sección vertical que obliguen a adulterar la naturaleza del intradós. Los tres ejemplos anteriores confirman dicha observación: las baídas de Cabezas del Villar y Huéscar tienen plantas irregulares, pero sus arcos formeros se diseñan con gran precisión, permitiendo la construcción de un intradós esférico con hiladas perfectamente redondas; por el contrario, la baída de Ciudad Real tiene unos arcos formeros que no están diseñados con tanta precisión, además de que sus centros no están todos exactamente a la misma altura, de modo que las hiladas redondas adquieren ciertos alabeos y asimetrías.

Por último, y para evitar posibles confusiones, conviene señalar que las baídas de planta trapecial de la girola de la Catedral de Málaga (Senent 2013, 1000; Senent 2016, 458) y las baídas de planta triangular sobre una escalera del palacio de Carlos V de Granada (Palacios [1990] 2003, 274) están construidas con albañilería y el despiece de hiladas redondas que se observa sobre su intradós está pintado sobre el revestimiento.

Las hiladas redondas y la sección oval

Las hiladas redondas son un despiece especialmente apropiado para ejecutar bóvedas baídas de sección oval, tal y como demuestra la gran cantidad de ejemplos construidos. Recordemos que el intradós de una baída de sección oval no es perfectamente esférico, sino que se compone de una porción cólica inferior y un casquete esférico superior seccionados por los planos verticales correspondientes a los lados de la planta [fig. 143]. Como consecuencia de esta geometría, una baída de sección oval presenta dos particularidades a tener en cuenta.

La primera particularidad es la curva de tangencia entre la porción cólica inferior y el casquete esférico superior. Si se hace coincidir dicha curva de tangencia con una junta entre dos

⁷⁸ Uno de los muros de esta sala tiene un retranqueo, pero la baída se diseña como si dicho muro fuera plano y el retranqueo se absorbe con un pequeño tramo de cornisa saliente.

Figura 143. Bóvedas baídas con secciones verticales circular, oval y pseudo-oval.

Figura 144. Báida de hiladas redondas y sección oval en el vestíbulo de acceso al claustro del antiguo convento de Sto. Domingo de Jerez de la Frontera.

Figura 145. Báida de hiladas redondas y sección pseudo-oval en el sotacoro de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

hiladas redondas, se podría resolver la estereotomía de la baída con absoluto rigor geométrico. No obstante, esta precaución puede resultar excesiva en condiciones normales, donde la altura de las hiladas es pequeña en comparación con el tamaño total de la bóveda. De hecho, el propio Vandelvira (ca. 1585, 91v y 92r) presenta en los títulos 107 y 108 de su manuscrito dos trazados para baídas de sección oval e hiladas redondas donde no existe la menor preocupación por hacer coincidir la curva de tangencia con una junta entre dos hiladas. La segunda particularidad de la baída de sección oval es la forma de sus arcos formeros. En teoría, los arcos formeros deberían tener una geometría compleja resultado de seccionar la porción tórica y el casquete esférico mediante planos verticales. Ahora bien, Vandelvira, por ejemplo, resuelve esta dificultad empleando arcos formeros ovales proporcionales a la sección oval de la baída, lo que supone todo un acierto, pues son curvas bastante aproximadas a las teóricas (López Mozo 2009a, 318-319).

Todas las baídas de sección oval e hiladas redondas localizadas en esta tesis son rebajadas, dado que la sección oval siempre se dispone con el eje mayor en horizontal y el menor en vertical. Estas baídas pueden resultar interesantes en estancias donde exista alguna limitación de altura, tal vez porque se prevea construir en la parte superior. Algunos ejemplos de este tipo se pueden ver en la sacristía de la basílica de Sta. M^a de la Asunción de Arcos de la Frontera (Pinto 1998a, 2: n^o 22) [cat. 12], en el crucero de la enfermería de mujeres del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla (Pinto 1997, 134-140; Pinto 1998a, 2: n^o 48) [cat. 204], en el vestíbulo de acceso al claustro del antiguo convento de Sto. Domingo de Jerez de la Frontera [fig. 144; cat. 87; lev. 295-298] y en la sacristía, antesacristía y refectorio del antiguo convento de N^a S^a de la Victoria de Jerez de la Frontera [cat. 79, 80 y 83; lev. 291-294].

Por último, conviene señalar que cuando la sección oval presenta su parte superior horizontal, es decir, tiene forma de pseudo-óvalo, su revolución según un eje vertical genera una baída con luquete plano. El caso más conocido probablemente sea la famosa bóveda plana que cubre el sotacoro de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial⁷⁹ (López Mozo 2009a, 360-365) [fig. 145; cat. 160; lev. 359-362].

La bóveda baída de la Lonja de Mercaderes de Valencia

La baída que cubre la sala del primer piso de la torre de la Lonja de Mercaderes de Valencia es un caso particular cuyo despiece merece cierta atención. Presenta cuatro pechinas esféricas sobre las que descansa un luquete gallonado. Las pechinas se ejecutan con hiladas redondas de lechos planos horizontales y los ocho gallones muestran unas singulares hiladas octogonales que, en cada gallón, tienen sus lechos definidos por un haz de planos radiales cuya recta común es horizontal y pasa por el centro de la baída⁸⁰ (Navarro Fajardo 2010a, 250-251; Navarro Fajardo 2010b, 250-251; Zaragoza 2010, 199-201; Natividad 2012a) [cat. 225; lev. 403-406]. Sin duda, este despiece no responde a una configuración constructiva renacentista, sino que más bien se parece a la manera de construir las bóvedas de crucería góticas, en las que, recordemos, las jarjas tienen

⁷⁹ López Mozo (2009a, 340) se refiere a la bóveda plana del sotacoro como "pseudo-baída" y Senent (2016, 588) discute esta denominación, pues entiende que las baídas no tienen por qué ser perfectamente esféricas.

⁸⁰ Las juntas entre las hiladas de los gallones se proyectan en planta como figuras octogonales, motivo por el cual algunos investigadores las han denominado "hiladas octogonales" (Zaragoza 1998, 78; Zaragoza y Gómez-Ferrer 2007, 107; Zaragoza 2008, 29; Natividad 2012a, 82). No obstante, es preciso aclarar que los lechos de estas hiladas no son superficies troncocónicas, sino superficies planas convergentes al centro de la baída, de modo que no se deben confundir con las hiladas octogonales que aparecen en el título 124 "Capilla ochavada en vuelta redonda" del manuscrito de Vandelvira (ca. 1585, 107v-108r).

lechos planos horizontales y los nervios lechos radiales convergentes al centro de la bóveda. Dadas las circunstancias, la baída de la Lonja de Valencia debe entenderse como un ejemplo de transición entre la cantería gótica y la estereotomía renacentista, pues en ella se aborda la construcción de formas renacentistas, como las pechinas esféricas y el luquete gallonado, mediante la adaptación de las estrategias constructivas góticas (Natividad 2012a, 85-87).

Las hiladas cuadradas

La bóveda baída de hiladas cuadradas es, junto con la de hiladas redondas, de las más frecuentes que podemos encontrar en la arquitectura renacentista. Las hiladas cuadradas son hiladas de directriz circular, como las hiladas redondas, pero, a diferencia de estas, no se disponen horizontalmente, sino verticalmente, como si fueran arcos abocinados. Cada hilada cuadrada se compone de varios tramos, o porciones de arcos abocinados, que son paralelos a los distintos lados de la planta [fig. 146]. Las juntas entre hiladas, o lechos, son superficies troncocónicas de eje horizontal cuyos vértices se localizan en el centro de la baída, es decir, en el centro de la superficie semiesférica que define el intradós; y las juntas entre dovelas del mismo tramo de una hilada son superficies planas definidas por un haz de planos radiales cuya recta común es horizontal y pasa por el centro de la baída (Palacios 1987a, 565-572; Palacios [1990] 2003, 264-267; Rabasa 2000, 168-169; Calvo et al. 2005, 57-58; Rabasa 2007, 52).

En el capítulo anterior se vio que Vandelvira (ca. 1585, 83v-84r, 84v-85r, 85v-86r, 87v, 88v-89r, 93r, 93v, 107v-108r, 120v-123v y 124r-126v) expone en los títulos 98, 99, 100, 102, 104, 110, 111, 124, 140 y 141 de su manuscrito multitud de trazados para baídas de hiladas cuadradas con diferentes tipos de plantas y secciones; por el contrario, De l'Orme (1567, 116r-117r) y Guardia (ca. 1600, 84v) solo presentan un trazado cada uno, el primero para una baída de planta triangular y el segundo para una de planta cuadrada. Conviene aclarar que cuando una baída tiene planta cuadrada, las hiladas cuadradas se proyectan en planta como cuadrados; pero si la planta adquiere otra forma, las hiladas también lo harán. Así ocurre, por ejemplo, en las baídas de planta rectangular, donde las hiladas se proyectan como rectángulos. En este sentido, recordemos que Vandelvira habla de hiladas cuadradas en los títulos 98, 99, 100, 110 y 111 de su manuscrito, donde las baídas tienen plantas con forma cuadrada, rectangular y trapezoidal. Sin embargo, también es cierto que en los títulos 102, 104, 140 y 141, que son trazados para baídas de planta triangular, rómbica y romboidal, emplea la denominación *hiladas rectas*. Ahora bien, las hiladas rectas deben entenderse como equivalentes a las cuadradas, pues, desde un punto de vista constructivo, son lo mismo.

Las hiladas cuadradas, a diferencia de las redondas, constituyen un despiece específico de las baídas que no se observa en otras bóvedas esféricas. Se desconocen las razones que motivaron su aparición, pero Rabasa (2000, 169) y López Mozo (2009a, 326) sugieren que su origen podría estar en las baídas bizantinas construidas con hojas de ladrillo dispuestas paralelamente al perímetro de la planta (Choisy [1883] 1997, 101-104). Otro argumento que esgrime López Mozo para justificar la aparición de este despiece es el de la decoración arquitectónica. Se sabe que la decoración podía labrarse sobre las dovelas antes de colocarlas en obra, lo que, en el caso de las baídas, podría haber generado la necesidad de una disposición constructiva por hiladas cuadradas para facilitar su labra en concordancia con la planta de las bóvedas.

Figura 146. Bóveda baída despiezada por hiladas cuadradas.

El catálogo del anexo 1 recoge numerosas baídas de hiladas cuadradas. Algunos ejemplos se pueden ver en la sacristía de la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda [cat. 221; lev. 399-402], en la iglesia de la Inmaculada Concepción de Huelma [cat. 66 y 68; lev. 283-286], en la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende (Alonso Rodríguez y Calvo 2011) [cat. 120-124], en la cocina del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial (López Mozo 2004; López Mozo 2009a, 343-350) [cat. 142] y en la capilla mayor de la iglesia de S. Bartolomé de Andújar [cat. 8; lev. 247-250].

El aparejo por ramales y el aparejo gualdrapeado

Se dice que una bóveda baída de hiladas cuadradas presenta aparejo *por ramales* cuando los encuentros entre los diferentes tramos de una misma hilada se resuelven mediante unas dovelas acodadas con forma de uve⁸¹ (Rabasa 2000, 366). Este aparejo es el que aparece en todos los trazados para baídas de hiladas cuadradas de De l'Orme (1567), Vandelvira (ca. 1585) y Guardia (ca. 1600). Algunos ejemplos contruidos se pueden ver en la capilla mayor de la iglesia de Sta. M^a de la Nava en Navamorcuende (Alonso Rodríguez y Calvo 2011, 66-68) [fig. 147; cat. 120], en la planta alta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla (Minenna 2012, 2: 163-194) [cat. 207 y 209-210], en una sala del panteón de infantes del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial⁸² [cat. 141; lev. 343-346] y en la capilla mayor de la iglesia de Sta. Ana de Mesegar de Corneja [cat. 111]⁸³.

A veces, algunas dovelas acodadas pueden presentar sus ramas recortadas, de modo que adquieren forma romboidal (Alonso Rodríguez y Calvo 2011, 66). Esto es lo que ocurre en la baída de la cocina del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial (López Mozo 2004; López Mozo 2009a, 343-350) [fig. 148; cat. 142], en la baída de la capilla de N^a S^a de los Dolores de la iglesia de Sta. M^a de la Asunción de Hellín [cat. 63; lev. 275-278] y en la baída que cubre la escalera junto a la sacristía de la iglesia del antiguo convento de Sta. Catalina de Talavera de la Reina [cat. 217].

Otro aparejo que puede presentar una baída de hiladas cuadradas es el *gualdrapeado*, que se da cuando los encuentros entre los tramos de las hiladas se resuelven por superposición, es decir, que los tramos van apoyando unos sobre otros alternando las direcciones longitudinal y transversal (Rabasa 2000, 365). Ejemplos de este tipo se pueden ver en los brazos del crucero de la iglesia de S. Bartolomé Apóstol de S. Bartolomé de Pinares [fig. 149; cat. 133; lev. 327-330], en el crucero de la iglesia del antiguo convento de N^a S^a de las Virtudes de Conil de la Frontera [cat. 46; lev. 263-266], en la nave de la basílica de N^a S^a de la Caridad de Sanlúcar de Barrameda [cat. 185] y en la nave de la iglesia del convento de S. José de Ávila [cat. 22].

Es bastante común que en una misma baída de hiladas cuadradas se combinen el aparejo por ramales y el gualdrapeado. Así ocurre, por ejemplo, en la baída del vestíbulo de la capilla de Mosén Rubí de Bracamonte de Ávila [cat. 18; lev. 251-254] y en la capilla mayor de la iglesia de S. Bartolomé Apóstol de Mijares [cat. 112]. Por último, vale la pena mencionar el curioso caso de la sacristía de la iglesia de N^a S^a de la Asunción de La Horcajada, que se cubre con dos baídas, una resuelta por ramales y la otra por gualdrapeado [cat. 105].

⁸¹ Vandelvira (ca. 1585, 83v) denomina a las dovelas con forma de uve como dovelas de "los rincones", Palacios (1987a, 569; [1990] 2003, 266) las llama "piezas esquineras" y Rabasa (2007, 52) "dovelas acodadas".

⁸² Esta baída tiene sus juntas decoradas con perfiles dorados, que fueron colocados en el siglo XIX, durante una reforma dirigida por el arquitecto Segundo de Lema bajo el mandato de la reina Isabel II (Martín Gómez 1985, 906).

⁸³ La baída francesa de la capilla de la familia Mistral de Valence, de la que se ha hablado anteriormente, presenta un aparejo por ramales (Pérouse de Montclos [1982] 2001, 152-153; Pérouse de Montclos 2000, 344-345).

Figura 147. Dovelas acodadas con forma de uve en la baída de la capilla mayor de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuede (J. Calvo López).

Figura 148. Dovelas acodadas con forma romboidal en la baída de la cocina del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 149. Aparejo gualdrapedo en la baída de uno de los brazos del crucero de la iglesia de S. Bartolomé Apostol de San Bartolomé de Pinares.

Figura 150. Dovelas acodadas con juntas horizontales y de uve invertida en una baída de la planta alta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla.

Las dovelas acodadas de los arranques

Las dovelas acodadas de los arranques de las bóvedas baídas de hiladas cuadradas se diseñan en planta con la misma altura que el resto de dovelas de la misma hilada; sin embargo, al proyectarse sobre el intradós esférico, adquieren unas dimensiones mucho mayores. Es por ello que, para facilitar su labra y asiento, pueden dividirse en dovelas de menor tamaño. Estas divisiones se muestran en el intradós como juntas que pueden ser horizontales o con forma de uve invertida. Existen ejemplos de este tipo en la nave de la iglesia del convento de S. Antonio de Ávila [cat. 20], en el crucero de la iglesia de S. Miguel Arcángel de El Hoyo de Pinares [cat. 51], en la planta alta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla [fig. 150; cat. 207, 209-210 y 214-215] y en algunos tramos de las naves de la Catedral de Jaén [cat. 73 y 76-77].

Las hiladas cuadradas sobre planta rectangular

Cuando se dispone una bóveda baída de hiladas cuadradas sobre una planta rectangular, los tramos de las hiladas pueden adoptar dos posibles configuraciones. Si se decide que haya el mismo número de tramos en las direcciones corta y larga de la planta, será necesario, para cubrir la planta, que los tramos de la dirección corta tengan mayor altura que los tramos de la dirección larga [fig. 151]. Esto es lo que ocurre en la sacristía de la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda [cat. 221; lev. 399-402], en el vestíbulo de la capilla de Mosén Rubí de Bracamonte de Ávila [cat. 18; lev. 251-254], en los brazos del crucero de la iglesia de S. Miguel Arcángel de El Hoyo de Pinares [fig. 152; cat. 52] y en algunos tramos de las naves de la Catedral de Jaén [cat. 73 y 76-77].

Por el contrario, si se decide que todos los tramos de las hiladas cuadradas tengan más o menos la misma altura, con independencia de que se dispongan paralelamente al lado corto o largo de la planta, será necesario, para cubrir la planta, que haya más tramos en la dirección larga que en la corta [fig. 151]. En estos casos es habitual que se utilice el aparejo gualdrapeado. Ejemplos de este tipo se pueden ver en los brazos del crucero de la iglesia de S. Bartolomé Apóstol de San Bartolomé de Pinares [cat. 133; lev. 327-330], en el segundo y el tercer tramo de la nave de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende (Alonso Rodríguez y Calvo 2011, 68-71) [cat. 122], en la nave de la iglesia del convento del Espíritu Santo de Jerez de la Frontera [cat. 93] y en la nave de la basílica de N^a S^a de la Caridad de Sanlúcar de Barrameda [fig. 153; cat. 185].

Las hiladas cuadradas sobre planta irregular

Varios investigadores consideran que las hiladas cuadradas son un despiece versátil que se adapta con facilidad a las plantas de geometría irregular, pues se ajustan sin problemas a su perímetro y, en cierto modo, disimulan su irregularidad (López Mozo 2009a, 326; Alonso Rodríguez y Calvo 2011, 66; López Mozo et al. 2011, 744-747; Senent 2016, 315-316). El manuscrito de Vandelvira (ca. 1585) parece confirmar dicha observación, pues las baídas de hiladas cuadradas son las que más variedad de plantas presentan: cuadrada, rectangular, trapezoidal, triangular equilátera, triangular irregular, octogonal, rómbica y romboidal. Sin embargo, los ejemplos contruidos con planta irregular no son tan abundantes. En esta tesis tan solo se han localizado dos baídas de planta trapezoidal, una en la capilla mayor de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende (Alonso Rodríguez y Calvo 2011, 66-68) [cat. 120] y otra en la capilla mayor de la iglesia del antiguo convento de Sta. M^a de Jesús de Ávila [cat. 15].

Figura 151. Adaptaciones de las hiladas cuadradas a una planta rectangular.

Figura 152. Baída de hiladas cuadradas con el mismo número de tramos en un brazo del crucero de la iglesia de S. Miguel Arcángel de El Hoyo de Pinares.

Figura 153. Baída de hiladas cuadradas con diferente número de tramos en la nave de la basílica de N^a S^a de la Caridad de Sanlúcar de Barrameda.

Las hiladas cuadradas y superficies pseudo-esféricas

Una importante ventaja que presentan las hiladas cuadradas, y que no tienen las hiladas redondas, es su flexibilidad para adaptarse a variaciones en la planta, en los arcos formeros o en la sección vertical que obliguen a modificar la geometría del intradós. Dicho de otra manera, el despiece por hiladas cuadradas es especialmente apropiado para construir superficies pseudo-esféricas (López Mozo 2009a, 326 y 350; López Mozo et al. 2011, 744-747). Existen varios casos que así lo confirman, por ejemplo, la baída de la cocina del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial, cuyo intradós pseudo-esférico se adapta a arcos formeros circulares con centros a diferente altura (López Mozo 2004; López Mozo 2009a, 343-350) [cat. 142], las dos pequeñas baídas bajo la escalera principal del claustro mayor del monasterio de El Escorial, que apoyan sobre tres arcos formeros de medio punto y un cuarto pseudo-oval (López Mozo 2009a, 339) [cat. 145] y también la anteriormente citada baída de la capilla mayor de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende, que tiene un intradós pseudo-esférico y una planta trapezoidal (Alonso Rodríguez y Calvo 2011, 66-68) [cat. 120].

Hay otra baída de hiladas cuadradas con geometría pseudo-esférica en una sala del panteón de infantes del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial [cat. 141; lev. 343-346]. A simple vista, esta baída parece tener una sección rebajada convencional; sin embargo, el levantamiento arquitectónico muestra que las juntas entre los tramos de las hiladas no son arcos concéntricos, sino que son arcos de igual radio apoyados sobre los formeros, lo que significa que el intradós no es una superficie esférica, sino de traslación⁸⁴. Se trata de un diseño geométrico en el que todos los tramos de las hiladas tienen la misma curvatura, lo que agilizaría bastante su construcción.

La combinación de hiladas redondas y cuadradas

Existen bastantes bóvedas baídas que presentan un despiece combinado de hiladas cuadradas en los laterales e hiladas redondas en el centro [fig. 154]. De hecho, Vandelvira (ca. 1585, 111v-113r y 113v-115r) recoge esta disposición en los títulos 129, 130, 131 y 132 de su manuscrito. Algunos ejemplos de este despiece combinado se pueden ver en el primer tramo de la nave de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende (Alonso Rodríguez y Calvo 2011, 68-71) [cat. 121], en el crucero de la iglesia de S. Bartolomé Apóstol de San Bartolomé de Pinares [fig. 155; cat. 132; lev. 323-326], en la capilla mayor de la iglesia de N^a S^a de la Oliva de La Iglesuela [cat. 106], en la capilla mayor de la iglesia de N^a S^a de la Asunción de Bohoyo [fig. 156; cat. 31] y en la sacristía de la iglesia de S. Miguel Arcángel de San Miguel de Serrezuela [cat. 165; lev. 367-370].

Todas las baídas anteriores tienen, aproximadamente, la mitad de su intradós despiezado por hiladas cuadradas y la otra mitad por hiladas redondas. Pero esta no es la única disposición posible. También existen otras baídas en las que casi todo el intradós se despieza por hiladas cuadradas y solamente la parte central superior se remata con un florón de hiladas redondas u ovals, según la planta sea cuadrada o rectangular. Esto es lo que ocurre en la capilla mayor de la iglesia de la Sta. Cruz de Solana de Rioalmar [fig. 157; cat. 216], en el vestíbulo de la capilla de Mosén Rubí de Bracamonte de Ávila [fig. 158; cat. 18; lev. 251-254], en la capilla mayor de la iglesia

⁸⁴ Bravo Guerrero (2011) ha estudiado varias baídas construidas por cruceros cuyo intradós también se genera como una superficie de traslación. De esto se hablará más adelante, en el apartado correspondiente a baídas construidas por cruceros.

Figura 154. Bóveda baída despiezada por hiladas redondas y cuadradas.

Figura 155. Baída de hiladas redondas y cuadradas en el crucero de la iglesia de S. Bartolomé Apostol de San Bartolomé de Pinares.

Figura 156. Baída de hiladas redondas y cuadradas en la capilla mayor de la iglesia de Nª Sª de la Asunción de Bohoyo.

Figura 157. Baída de hiladas cuadradas con un florón de hiladas redondas en la capilla mayor de la iglesia de la Sta. Cruz de Solana de Rioalmar.

Figura 158. Baída de hiladas cuadradas con un florón de hiladas ovales en el vestíbulo de la capilla de Mosén Rubí de Bracamonte de Ávila.

de Santiago Apóstol en Villafior [cat. 226] y en los brazos del crucero de la iglesia de S. Bartolomé Apóstol de San Bartolomé de Pinares [cat. 133; lev. 327-330]. También hay algunas pocas baídas que se rematan superiormente con un óculo circular de hiladas redondas, por ejemplo, en la cocina del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial (López Mozo 2004; López Mozo 2009a, 343-350) [cat. 142] y en la capilla mayor de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende (Alonso Rodríguez y Calvo 2011, 66-68) [cat. 120]⁸⁵.

Las hiladas diagonales

Las hiladas diagonales, al igual que las cuadradas, son hiladas de directriz circular dispuestas verticalmente como si fueran arcos abocinados. Sin embargo, sus tramos ya no son paralelos a los lados de la planta, sino a las diagonales. Bajo estas circunstancias, las pechinas quedan despiezadas por hiladas circulares verticales y el luquete se asemeja a una baída rebajada de hiladas cuadradas, pero que está girada respecto de la planta [fig. 159]. Las juntas entre hiladas, o lechos, son superficies troncocónicas de eje horizontal cuyos vértices se localizan en el centro de la baída, es decir, en el centro de la superficie semiesférica que define el intradós de la baída; y las juntas entre dovelas del mismo tramo de una hilada son superficies planas definidas por un haz de planos radiales cuya recta común es horizontal y pasa por el centro de la baída (Palacios 1987a, 593-602; Palacios [1990] 2003, 278-281; Rabasa 2000, 168-169; Rabasa 2007, 52).

Conviene recordar que De l'Orme (1567, 111v-113r y 114v-115v) recoge en su tratado dos trazados para baídas de hiladas diagonales, una sobre planta cuadrada en el capítulo XI y otra sobre planta rectangular en el capítulo XIII. El manuscrito de Vandelvira (ca. 1585, 89v-90r, 90v-91r y 116v-117r) también incluye en los títulos 105 y 106 dos trazados para baídas de hiladas diagonales⁸⁶ de planta cuadrada y rectangular respectivamente, además de un trazado para un cuarto de baída decorada en el título 134. Por su parte, Guardia (ca. 1600, 65v) solo presenta un ejemplo para una baída de planta cuadrada.

Este despiece es muy conocido entre los investigadores, probablemente por aparecer recogido en el manuscrito de cantería de Vandelvira; sin embargo, no es muy habitual en el Renacimiento español. Los ejemplos más representativos, que son bastante tardíos, pues datan de mediados del siglo XVII, se localizan en las naves de la Catedral de Jaén: la nave central, en el tramo correspondiente al presbiterio, se cubre con una baída de hiladas diagonales [cat. 74] y las naves laterales, en su primer tramo, se cierran con otras dos baídas de hiladas diagonales rematadas superiormente por hiladas cuadradas [fig. 160; cat. 75].

También existe un caso muy particular de baídas con hiladas diagonales en el monasterio de S. Lorenzo de El Escorial. Se trata de dos pequeñas baídas con planta triangular ubicadas en un vestíbulo junto a la antesacristía de la basílica [fig. 161-162; cat. 159; lev. 355-358]. Presentan un despiece algo irregular, puesto que las juntas entre hiladas no se proyectan en planta exactamente como rectas, sino que tienen cierta curvatura. Por este motivo, es difícil plantear una hipótesis fiable sobre la orientación de sus lechos.

⁸⁵ La baída francesa de la capilla de la familia Mistral de Valence, de la que se ha hablado anteriormente, también combina hiladas redondas y cuadradas (Pérouse de Montclos [1982] 2001, 152-153; Pérouse de Montclos 2000, 344-345). Sin embargo, en esta baída francesa la disposición de las hiladas se realiza de forma opuesta a los modelos españoles: las hiladas redondas aparecen en las pechinas y las cuadradas en el luquete.

⁸⁶ Vandelvira (ca. 1585, 89v) llama a las hiladas diagonales como "hiladas cuadradas diferentes" o "atravesadas".

Figura 159. Bóveda baída despiezada por hiladas diagonales.

Figura 160. Baída de hiladas diagonales con luquete rematado por hiladas cuadradas. Cubre el primer tramo de la nave de la epístola de Catedral de Jaén (J. Calvo López).

Figuras 161 y 162. Dos pequeñas baídas de planta triangular e hiladas diagonales. Cubren un vestíbulo junto a la antesacristía de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Las hiladas en cruz

Las hiladas en cruz, al igual que las cuadradas o las diagonales, son hiladas de directrices circulares dispuestas verticalmente como si fueran arcos abocinados, aunque sus tramos ya no son paralelos a los lados o a las diagonales de la planta, sino que dibujan cruces⁸⁷ [fig. 163-164]. Dadas las circunstancias, es muy probable que las juntas entre hiladas, o lechos, sean superficies troncocónicas de eje horizontal cuyos vértices se localizan en el centro de la baída, es decir, en el centro de la superficie semiesférica que define el intradós; asimismo, también es muy probable que las juntas entre dovelas del mismo tramo de una hilada sean superficies planas definidas por un haz de planos radiales cuya recta común es horizontal y pasa por el centro de la baída.

Solamente se conocen cuatro bóvedas baídas con hiladas en cruz, todas ellas localizadas en el monasterio de S. Lorenzo de El Escorial. La primera baída se encuentra en una antigua escalera bajo las actuales salas capitulares; es de pequeñas dimensiones e intradós liso (López Mozo 2009a, 330) [cat. 138; lev. 331-334]. La segunda cubre el vestíbulo de una sala ubicada entre la cocina y la lucerna; al igual que la anterior, es pequeña y de intradós liso (López Mozo 2009a, 513) [fig. 165; cat. 143; lev. 347-350]. La tercera se localiza en una sala del panteón de infantes; es más grande que las otras dos y tiene su intradós decorado con molduras, a modo de pliegues, que simulan los nervios de una bóveda de crucería de cinco claves (López Mozo 2009a, 335) [fig. 166; cat. 139; lev. 335-338]. Y la cuarta, que también está en una sala del panteón de infantes, es grande y de intradós liso⁸⁸ (López Mozo 2009a, 335) [fig. 167; cat. 140; lev. 339-342].

Las hiladas en cruz se parecen a las cuadradas en dos aspectos. En primer lugar, pueden presentar aparejo por ramales o gualdrapeado. Por ejemplo, la baída con molduras tiene un aparejo por ramales, donde los tramos se encuentran mediante dovelas acodadas con forma de uve; por el contrario, las otras tres son de aparejo gualdrapeado⁸⁹. Y en segundo lugar, ofrecen las mismas posibilidades de adaptación a variaciones en la planta, en los arcos formeros o en la sección vertical que obliguen a modificar la geometría del intradós. Así lo demuestran los levantamientos arquitectónicos realizados, donde puede verse que los arcos formeros y las secciones verticales son arcos de circunferencia con centros a diferente altura, lo que significa que el intradós no es esférico. Por otro lado, aunque no existen baídas de hiladas en cruz sobre planta irregular, lo cierto es que se podrían aplicar sin problemas a cualquier planta irregular [fig. 168]. Tan solo habría que prestar atención a las dovelas acodadas y de los arranques, cuyas plantillas se obtendrían de manera similar a las de una baída de hiladas cuadradas y planta irregular.

Una particularidad de las hiladas en cruz es que pueden tener claves o no. Las dos baídas pequeñas presentan sus hiladas centrales con un encuentro en forma de flecha, de modo que no existe una dovela que funcione a modo de clave. La baída grande decorada con molduras tiene una clave con forma de cruz. Y la otra baída grande podría tener clave o no, aunque para saberlo habría que desmontar el gran florón dorado que oculta su parte superior.

⁸⁷ López Mozo (2009a, 334) se refiere a las hiladas en cruz como "despiece en arista", pues imitan el despiece de una bóveda de arista.

⁸⁸ Las dos baídas grandes de las salas del panteón de infantes tienen sus juntas decoradas con perfiles dorados. Ya se ha indicado anteriormente que estos perfiles se colocaron en el siglo XIX, durante una reforma dirigida por el arquitecto Segundo de Lema bajo el mandato de la reina Isabel II (Martín Gómez 1985, 906).

⁸⁹ Aunque los perfiles dorados de la baída grande de intradós liso simulan un aparejo por ramales, en realidad esta baída se resuelve por un aparejo gualdrapeado. Así se deduce del análisis de los encuentros entre tramos, que ha permitido detectar la existencia de juntas disimuladas con mortero.

Figura 163. Bóveda baída despiezada por hiladas en cruz.

Figura 164. Hiladas circulares verticales combinadas para generar despieces de hiladas cuadradas y en cruz.

Figura 165. Baída de hiladas en cruz en el vestíbulo de una sala ubicada entre la cocina y la lucerna del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 166. Baída de hiladas en cruz en una sala del panteón de infantes del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 167. Baída de hiladas en cruz en una sala del panteón de infantes del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 168. Adaptación de las hiladas cuadradas y en cruz a una planta irregular.

Figura 169. Baída de hiladas en equis en el vestíbulo de una sala ubicada entre la cocina y la lucerna del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 170. Baída con nueve dovelas en damero en una antigua escalera bajo las salas capitulares del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Las hiladas en equis

En esta tesis solamente se ha localizado una bóveda baída con hiladas en equis, que se encuentra en el monasterio de S. Lorenzo de El Escorial, concretamente en el vestíbulo de una sala entre la cocina y la lucerna. Es una pequeña baída de planta cuadrada cuyas hiladas, proyectadas en planta, dibujan una equis (López Mozo 2009a, 513) [fig. 169; cat. 144; lev. 347-350]. Este singular despiece se puede entender como la aplicación de las hiladas en cruz giradas respecto de la planta, del mismo modo que ocurre con las hiladas cuadradas y las diagonales.

Las hiladas en damero

En esta tesis tan solo se han localizado dos bóvedas baídas con hiladas en damero, que están en los sótanos del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial, en una antigua escalera bajo las actuales salas capitulares. Ambas presentan una primera hilada cuadrada sobre la que se disponen nueve dovelas en damero (López Mozo 2009a, 330) [fig. 170; cat. 137; lev. 331-334]. Se desconoce qué forma y orientación pueden tener los lechos de estas dovelas, aunque lo más probable es que sean lechos troncocónicos orientados al centro de la baída.

Las hiladas helicoidales

Trazados de cantería para bóvedas esféricas de hiladas helicoidales

No se conocen trazados de cantería para bóvedas baídas despiezadas por hiladas helicoidales. No obstante, es posible hacerse una idea aproximada de cómo serían a partir del estudio de los trazados para bóvedas semiesféricas de una hilada helicoidal recogidos en el tratado de De l'Orme (1567, 119r-119v) y el manuscrito de Vandelvira (ca. 1585, 65v-66r). A primera vista, parece que ambos maestros abordan la resolución de este tipo de despiece de forma similar; sin embargo, como ahora se verá, existen diferencias relevantes (Pinto 1998a, 3: 1-12; Rabasa 2003a; Calvo et al. 2005, 123-136; Rabasa 2009, 58-62).

De l'Orme (1567, 119r-119v), en el capítulo XVI *La façon d'une voûte pour couvrir une tour ronde, ou le dessus d'une vis, en forme d'une coquille de limaçon* [fig. 171], muestra el trazado para una bóveda semiesférica despiezada mediante una única hilada helicoidal. Para realizar este trazado, De l'Orme primero dibuja, en la planta de la bóveda, una junta continua con forma de espiral⁹⁰ donde la distancia entre espiras⁹¹ se mantiene constante. Luego define, en correspondencia con esta junta, las divisiones en una sección vertical de la bóveda, obteniendo como resultado una hilada helicoidal de altura variable, que es mayor en la parte baja y menor en la parte alta. Este procedimiento conlleva un problema: puede ocurrir que la hilada en la base resulte muy alta, como le pasa precisamente a De l'Orme, que se ve obligado a dividirla en dos partes con una junta falsa, lo que pone en duda la viabilidad constructiva del trazado.

Vandelvira (ca. 1585, 65v-66r), en el título 80 *Capilla redonda en vuelta capazo* [fig. 172], también expone un trazado para una bóveda semiesférica despiezada por una hilada helicoidal.

⁹⁰ En geometría, una espiral es una línea curva que describe varias vueltas alrededor de un punto, alejándose cada vez más de él.

⁹¹ En geometría, las espiras son cada una de las vueltas que da una espiral.

Este trazado es similar al de De l'Orme; sin embargo, Vandelvira procede de forma opuesta. Primero define las juntas en la sección vertical de la bóveda, dividiéndola en partes iguales, y luego traslada estas divisiones a la planta y las utiliza para dibujar una espiral. En consecuencia, la espiral vista en la planta tiene la separación entre espiras variable, pero la hilada helicoidal vista en la sección mantiene la altura constante durante todo su recorrido. A diferencia de De l'Orme, Vandelvira ofrece una solución constructiva posible, aunque pueda resultar compleja o requiera de ciertas licencias geométricas, sobre todo en la posterior obtención de las plantillas.

Ejemplos de bóvedas baídas despiezadas por hiladas helicoidales

Las bóvedas esféricas despiezadas por hiladas helicoidales son muy escasas. Se puede citar, por ejemplo, la cúpula de la antesacristía de la Catedral de Murcia, el cupulín de remate de la escalera de caracol que conduce a la torre derecha del palacio de los Guzmanes de León, el cupulín sobre la escalera de caracol junto a la sala capitular de la Catedral de Plasencia y el cupulín de remate sobre la baída que cubre la escalera junto a la sacristía de la iglesia del antiguo convento de Sta. Catalina de Talavera de la Reina (Rabasa 2003a; Calvo et al. 2005, 123-136; Calvo y Alonso Rodríguez 2005; Rabasa 2009, 58-62).

Además de las anteriores, también se conocen dos bóvedas baídas que presentan un despiece compuesto por dos hiladas helicoidales entrelazadas. La primera se localiza en el vestíbulo de la escalera junto a la sacristía de la iglesia de Sta. M^a la Coronada de Medina Sidonia (Pinto y Sanjurjo 2011, 1105-1106) [cat. 110] y la segunda cubre el vestíbulo de acceso en el cuerpo bajo de la torre-fachada de la iglesia de S. Juan de los Caballeros de Jerez de la Frontera (Pinto 1998a, 2: n° 45, 3: 1-12; Natividad y Calvo 2014) [fig. 173; cat. 99; lev. 307-310].

El levantamiento arquitectónico de la baída de la iglesia de S. Juan de los Caballeros proporciona algunos datos para entender cómo se podría haber diseñado su despiece helicoidal. En primer lugar, parece que se divide una sección vertical longitudinal de la bóveda en treinta y dos partes aproximadamente iguales. Después se trasladan las divisiones a la planta, concretamente al eje longitudinal, y se utilizan como diámetros para dibujar una serie de semicircunferencias. Estas semicircunferencias se dibujan y se unen de tal manera que describen un trazado similar al que formarían dos volutas de dos centros coincidentes, aunque con la diferencia de que las volutas no se dibujan a partir de los diámetros, sino de los centros⁹².

Este procedimiento, donde primero se definen las juntas en sección y luego se dibuja el despiece correspondiente en planta, recuerda bastante al empleado por Vandelvira en el trazado del título 80, aunque con la diferencia de que en el caso de S. Juan de los Caballeros no se dibuja una espiral, sino dos volutas a partir de arcos circulares. En este sentido, hay que tener en cuenta que dibujar una espiral en un papel puede ser una operación relativamente sencilla, pero cuando se trata de replantear una bóveda de varios metros de anchura, quizá lo más práctico sea sustituir la espiral por arcos circulares que pueden ser fácilmente dibujados en obra. En cualquier caso, se trata de un procedimiento que permite el control de las alturas de las hiladas en la sección y asegura la definición en la planta de un despiece helicoidal constructivamente viable, a diferencia de lo que ocurría en el trazado de De l'Orme.

⁹² En geometría, una voluta es una curva plana y abierta, similar a una espiral, pero que está compuesta por arcos de circunferencia tangentes en sus puntos de unión. Una voluta puede tener dos centros, estando estos en los extremos de un segmento, o más de dos, situados sobre los vértices de un polígono (Izquierdo 2002, 179-181).

Figura 171. Chapitre XVI "La façon d'une voûte pour couvrir une tour ronde, ou le dessus d'une vis, en forme d'une coquille de limaçon" (De l'Orme 1567, 119v).

Figura 172. Título 80 "Capilla redonda en vuelta capazo" (Vandelvira ca. 1585, 66r).

Figura 173. Baída de planta rectangular despiezada en dos hiladas helicoidales entrelazadas. Cubre el vestíbulo de acceso en el cuerpo bajo de la torre-fachada de la iglesia de S. Juan de los Caballeros de Jerez de la Frontera.

Las hiladas rectas

Existe una bóveda baída, en el sotacoro de la iglesia del antiguo convento de N^a S^a de la Merced de Sanlúcar de Barrameda, que se despieza por hiladas rectas, es decir, por hiladas verticales paralelas que en planta se proyectan como rectas paralelas [fig. 174; cat. 166]. Se desconocen los motivos que propiciaron la aparición de este singular despiece, aunque se podría plantear una hipótesis al respecto. Es posible que la idea inicial fuera construir una baída con hiladas cuadradas; sin embargo, en vista de que la planta era un rectángulo de proporciones bastante acusadas, podría ser que las hiladas cuadradas se hubieran adaptado de una forma extrema, construyéndose únicamente los tramos paralelos a los lados cortos de la planta y prescindiendo de los tramos paralelos a los lados largos. En base a esta hipótesis, las hiladas rectas se podrían entender como una variante de las hiladas cuadradas sobre planta rectangular.

Las hiladas redondas de ejes diferentes

Existen unas pocas bóvedas baídas que presentan un singular despiece formado por la combinación de varias hiladas de directriz circular, como las hiladas redondas, pero que dan vueltas alrededor de ejes diferentes, uno vertical y otros inclinados, si bien todos convergentes al centro de la baída. Como consecuencia de esta disposición, aparecen unas piezas acodadas de encuentro entre hiladas que, en cierto modo, recuerdan a las dovelas acodadas de las hiladas cuadradas o en cruz vistas anteriormente.

Ejemplos de este despiece son las baídas del segundo y tercer tramo de la nave de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda (Pinto 1998a, 2: n^o 16) [fig. 175; cat. 174-175]. En estas dos baídas, las hiladas redondas convencionales son el despiece principal, pero las molduras circulares se resuelven con hiladas redondas de ejes diferentes. Otro ejemplo mucho más claro este tipo de hiladas lo constituye la baída de la antesacristía de la basílica de N^a S^a de la Merced de Jerez de la Frontera⁹³ [fig. 176; cat. 88; lev. 299-302]. En esta baída se observa que, en medio de un despiece convencional de hiladas redondas, aparecen cuatro casetones circulares resueltos por hiladas redondas que dan vueltas alrededor de ejes oblicuos convergentes al centro de la baída.

La decoración

Muchas bóvedas de cantería presentan un intradós liso donde el único ornamento, por llamarlo así, son las juntas aparentes de su propio despiece. También hay otras bóvedas que tienen una decoración arquitectónica labrada sobre el intradós. Palacios (1987a, 731-733; [1990] 2003, 361-373) y Rabasa (2000, 178-183) explican que la decoración de las bóvedas de cantería se podía realizar de dos maneras: una opción consistía labrar la decoración sobre cada dovela antes de colocarla en obra, aunque posteriormente se hiciera un repaso final o retundido; otra opción era labrar toda la decoración *in situ* tras el descimbrado de la bóveda. En cualquiera de los dos casos, primero hacía falta representar la decoración de la bóveda en las plantillas, para

⁹³ Agradezco a los investigadores F. Pinto Puerto y M. Romero Bejarano que me informaran sobre la existencia de esta baída.

Figura 174. Baída de hiladas rectas paralelas al lado corto de la planta en el sotacoro de la iglesia del antiguo convento de Nª Sª de la Merced de Sanlúcar de Barrameda (C. Pérez de los Ríos).

Figura 175. Hiladas redondas de ejes diferentes en una baída de la nave de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda.

Figura 176. Baída de hiladas cuadradas en los laterales e hiladas redondas convencionales y de ejes diferentes en el interior. Cubre la antesacristía de la basílica de Nª Sª de la Merced de Jerez de la Frontera.

luego poder calcarla sobre el intradós de las dovelas y tallarla en bajorrelieve (Minenna 2012, 2: 257-262). Sin ir más lejos, este es el procedimiento que se puede ver en los títulos 133 y 134 del manuscrito de Vandelvira (ca. 1585, 115v-116r y 116v-117r).

La decoración en concordancia con el despiece

Por lo general, la decoración de las bóvedas baídas suele diseñarse en concordancia con el despiece, es decir, ajustándose en la medida de lo posible a las juntas aparentes en el intradós. En las baídas de hiladas redondas sobre planta cuadrada, la decoración en concordancia con el despiece suele realzar la división entre pechinas y luquete. Es habitual que la hilada tangente a las claves de los arcos formeros presente una guirnalda o anillo circular, a modo de cornisa saliente, que separa las pechinas del luquete y que posibilita su decoración por separado. En estos casos, el luquete se puede adornar como una cúpula esférica rebajada, empleando para ello molduras circulares y radiales, florones avenerados, claves pinjantes, linternas, etc. Ejemplos de este tipo se pueden ver la sacristía de la Catedral de Murcia (Calvo et al. 2005, 79-92) [cat. 118], en la antesacristía de la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela [cat. 126; lev. 319-322], en el tercer tramo de la nave central de la iglesia de la Inmaculada Concepción de Huelma [fig. 177; cat. 67; lev. 279-282] y en la capilla de los Vigiles de la Catedral de Oviedo (Ramallo 1999, 158-160; Losada 2007, 301-302) [cat. 131].

Este esquema decorativo también puede aplicarse en una baída de hiladas redondas con planta rectangular. En estos casos, la guirnalda o anillo se dispone tangente a los arcos formeros mayores, quedando las pechinas fusionadas dos a dos. Así ocurre en el vestíbulo de acceso al claustro del antiguo convento de Sto. Domingo de Jerez de la Frontera [cat. 87; lev. 295-298], en el primer tramo de la nave de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda (Pinto 1998a, 2: nº 16) [cat. 173] y en el tramo de los pies de la iglesia de S. Juan de los Caballeros de Jerez de la Frontera [cat. 94].

También hay baídas despiezadas por hiladas cuadradas con decoración en concordancia con el despiece. En estos casos el intradós se adorna con molduras, cornisas salientes y casetones que se ajustan a las hiladas, de manera que no se hace distinción entre pechinas y luquete. Así ocurre en la sacristía de la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda [cat. 221; lev. 399-402], en las naves laterales de la iglesia de la Inmaculada Concepción de Huelma [cat. 68; lev. 283-286], en dos capillas de la girola de la iglesia colegial basílica de Sta. María de Játiva [fig. 178; cat. 78] y en algunos tramos de las naves de la Catedral de Jaén [cat. 73 y 76-77].

Las baídas que combinan hiladas redondas y cuadradas también pueden decorarse en concordancia con el despiece. De hecho, Vandelvira (ca. 1585, 111v-113r y 113v-115r) presenta en los títulos 129, 130, 131 y 132 de su manuscrito varias baídas que combinan ambos despieces y cuya decoración se realiza en correspondencia. Algunos ejemplos de este tipo se pueden ver en la capilla mayor de la iglesia de S. Bartolomé Apóstol de S. Bartolomé de Pinares [cat. 132; lev. 323-326], en la capilla mayor de la iglesia de Nª Sª de la Oliva de La Iglesuela [cat. 106] y en la capilla de Nª Sª de la Asunción de la iglesia del convento de S. José de Ávila [cat. 25].

Por último, hay que decir que en las baídas de hiladas diagonales y de hiladas redondas de ejes diferentes se aprovecha, precisamente, la forma que tiene el propio despiece para disponer una decoración muy vistosa. Así lo confirman las baídas de la Catedral de Jaén [cat. 74-75] y la baída de la antesacristía de la basílica de Nª Sª de la Merced [cat. 88; lev. 299-302].

Figura 177. Báida de hiladas redondas con decoración en concordancia en el tercer tramo de la nave central de la iglesia de la Inmaculada Concepción de Huelma.

Figura 178. Báida de hiladas cuadradas con decoración en concordancia en la girola de la iglesia colegial basílica de Sta. María de Játiva.

Figura 179. Báida de hiladas cuadradas con decoración sin concordancia en la escalera de acceso a la cubierta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla.

Figura 180. Báida de hiladas cuadradas con decoración sin concordancia en la iglesia del antiguo convento de Nª Sª de las Virtudes de Conil de la Frontera.

La decoración sin concordancia con el despiece

Aunque no son habituales, existen algunos casos donde la decoración funciona de forma independiente al despiece. Tal y como explican Palacios (1987a, 731-733; [1990] 2003, 361-373) y Rabasa (1996, 431; 2000, 178-183), esto es posible gracias al empleo de las plantillas de intradós, que representan un desarrollo aproximado de la esfera sobre el que se puede trazar la decoración de forma autónoma al despiece real. Esto mismo es lo que se puede ver en los trazados de los títulos 133 y 134 del manuscrito de Vandelvira (ca. 1585, 115v-116r y 116v-117r), donde se expone un procedimiento para reproducir la decoración de una baída, sea cual sea su diseño, sobre sus plantillas de intradós.

No existen muchos casos de bóvedas baídas con decoración sin concordancia con el despiece, aunque los ejemplos que hay son magníficos. Los más conocidos se localizan en la planta alta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla, donde hay baídas de hiladas redondas y cuadradas con decoraciones de las más diversas composiciones: cuatro baídas de hiladas cuadradas con molduras circulares y radiales que dibujan casetones trapeziales (Minenna 2012, 2: 163-176) [cat. 207], seis baídas de hiladas redondas con molduras transversales y diagonales que forman casetones triangulares (Minenna 2012, 2: 195-208) [cat. 208; lev. 391-394], dos baídas de hiladas cuadradas con molduras diagonales que forman casetones rómbicos [cat. 210], tres baídas de hiladas redondas con diferentes molduras que dibujan casetones romboidales, triangulares y trapeziales (Minenna 2012, 2: 209-252) [cat. 211-213] y una baída de hiladas cuadradas con molduras circulares de varios tamaños [cat. 214]. También hay que destacar la baída de la escalera de acceso a la cubierta, despiezada por hiladas cuadradas y con una formidable decoración de escamas que reducen su tamaño a medida que se aproximan a la clave [fig. 179; cat. 214].

Otro caso no tan conocido es la baída de la capilla mayor de la iglesia del antiguo convento de N^a S^a de las Virtudes de Conil de la Frontera [fig. 180; cat. 46; lev. 263-266]. Presenta un despiece de hiladas cuadradas sobre el que se dispone una decoración realizada con incisiones, que dibujan en las pechinas unos triángulos y en el luquete unos círculos distribuidos radialmente que reducen su tamaño a media que se aproximan al óculo superior.

BÓVEDAS BAÍDAS CONSTRUIDAS POR CRUCEROS

La segunda familia de bóvedas baídas renacentistas de cantería son las construidas por cruceros. Se entiende que una baída está construida por cruceros cuando está ejecutada mediante una serie de arcos o nervios de piedra de cantería, denominados cruceros, que se cruzan entre sí formando una malla que abarca todo el intradós⁹⁴. Los cruceros pueden ser de varios tipos, según la forma y posición que tengan respecto de la planta de la baída [fig. 181]: los cruceros paralelos son aquellos que se proyectan en planta como rectas paralelas a un lado de la

⁹⁴ No hay que confundir una baída construida por cruceros con otra construida por hiladas y decorada con molduras similares a los cruceros. Los cruceros son nervios independientes que se cruzan entre sí formando una malla; por el contrario, las molduras están labradas sobre el propio intradós de las dovelas, de manera que se ajustan al despiece por hiladas de la bóveda. Se pueden ver algunos ejemplos de baídas con molduras que parecen cruceros, pero que no lo son, en el segundo tramo de la nave central de la iglesia de la Inmaculada Concepción de Huelma [cat. 67; lev. 279-282] y en el crucero de la enfermería de mujeres del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla (Pinto 1997, 134-140; Pinto 1998a, 2: n^o 48) [cat. 204].

Figura 181. Tipos de cruceros en las bóvedas baídas renacentistas de cantería.

Figura 182. Algunos ejemplos de mallas de cruceros en las bóvedas baídas renacentistas de cantería.

planta; los cruceros diagonales son aquellos que se proyectan en planta como rectas paralelas a una diagonal de la planta; los cruceros radiales son aquellos que se proyectan en planta como rectas radiales convergentes al centro de la planta; los cruceros circulares son aquellos que se proyectan en planta como circunferencias con centros situados en el centro de la planta; los cruceros cuadrados son aquellos que se proyectan en planta como polígonos paralelos al perímetro de la planta; y los cruceros combados son aquellos que se proyectan en planta con cualquier tipo de forma curva. A su vez, los diferentes tipos de cruceros se pueden combinar entre sí para generar mallas de las más diversas composiciones [fig. 182]: los casos más frecuentes son las mallas de cruceros paralelos, pero también hay mallas de cruceros diagonales, mallas de cruceros paralelos y diagonales, mallas de cruceros radiales y circulares, mallas de cruceros radiales y cuadrados, mallas de cruceros combados, mallas de cruceros paralelos y combados, etc.

En el capítulo anterior se vio que De l'Orme (1567) no recoge en su tratado ningún trazado para baídas construidas por cruceros. Lo mismo ocurre con el manuscrito de Guardia (ca. 1600)⁹⁵. Por el contrario, Vandelvira (ca. 1585, 97v-98r, 98v-99r, 124r-126v, 99v-100r, 100v-101r, 101v-102r y 117v) presenta siete trazados para baídas de cruceros: tres de cruceros paralelos en los títulos 113, 114 y 141, tres de cruceros diagonales en los títulos 115, 116 y 117, y una con un luquete de cruceros radiales y circulares en el título 135.

Diseño y construcción de bóvedas baídas de cruceros

Los cruceros de una bóveda baída pueden ser de varios tipos y pueden combinarse formando mallas de diversas composiciones. Sin embargo, su diseño y construcción siempre se realiza de la misma manera, tal y como se desprende del estudio de los procedimientos empleados en los trazados para baídas de cruceros de Vandelvira (ca. 1585, 97v-102r).

El diseño de las bóvedas baídas de cruceros

En general, para diseñar cualquier baída de cruceros, primero se decide el número y tipo de cruceros, luego se traza la composición de la malla en planta, y por último se trazan los cruceros en alzado [fig. 183]. Los cruceros suelen ser arcos de directriz circular, de modo que para trazarlos solo es necesario definir tres puntos de su directriz. Estos puntos se pueden definir de muchas maneras, pero hay una en particular que es bastante sencilla y que permitiría el control de la geometría de la baída: consiste en diseñar el alzado de los cruceros a partir de los arcos formeros y una sección vertical de la baída, que puede ser transversal, longitudinal o diagonal. Para ello, primero hay que dibujar las curvas directrices de los formeros y una curva que cruce la planta de la baída de lado a lado o de esquina a esquina. Hecho esto, el trazado en alzado de todos los cruceros queda determinado, pues se conocen tres puntos que permiten dibujar su directriz. En cierto modo, este proceso de diseño recuerda al empleado en las bóvedas de crucería góticas, donde los nervios también se trazan en planta primero y en alzado después⁹⁶.

⁹⁵ Guardia (ca. 1600, 89v) solo expone un trazado para una bóveda de cruceros, que se llama "Ochavo de crucería por rincón" y que sirve diseñar un ochavo de paños cilíndricos (Calvo 2015, 450-453).

⁹⁶ Sobre el diseño y construcción de bóvedas de crucería, véase los estudios de Viollet-le-Duc (1854, 62-126; [1854] 1996, 61-121), Willis (1842; [1842] 2012), Torres Balbás (1939; 1945), Chueca (1951, 124-129), Fitchen (1961), Rabasa (1996; 2000, 43-140; 2005; 2007, 79-115), Gómez Martínez (1998), Palacios (2000; 2003; 2005; 2009a; 2009b), Palacios y Martín Talaverano (2009; 2012; 2013), Zaragoza (2009) y Martín Talaverano y Maira (2013).

Figura 183. Diseño de una bóveda baída de cruceros.

El proceso anterior permite generar baídas con cualquier geometría, independientemente del tipo de crucero o malla que se emplee. Por ejemplo, si los arcos formeros y la sección vertical son arcos circulares con sus centros situados a la misma altura, se pueden obtener baídas de intradós esférico. Así ocurre en la mayoría de los trazados para baídas de cruceros de Vandelvira (ca. 1585), en la sacristía de la iglesia de Sta. María de Guareña [cat. 62; lev. 271-274] y en la capilla sacramental de la iglesia de N^a S^a de la Consolación de El Pedroso [cat. 53].

Si los arcos formeros y la sección vertical son arcos escarzanos, se pueden generar baídas de sección rebajada como la del sotacoro de la iglesia de S. Esteban de Betoño [cat. 30]. Si los arcos formeros son circulares, escarzanos o carpaneles y la sección vertical es un arco rebajado, también se pueden obtener baídas de sección rebajada, en algunos casos con intradós pseudo-esférico. Ejemplos de este tipo se pueden ver en la planta baja del claustro mayor del antiguo monasterio de S. Jerónimo de Buenavista de Sevilla [cat. 186; lev. 371-374] y en el antecabildo del Cabildo Viejo de Jerez de la Frontera [cat. 91-92; lev. 303-306]. El caso límite de baída rebajada se produce cuando la sección vertical es completamente plana, tal y como ocurre en el primer tramo de la nave central de la iglesia de N^a S^a de la Consolación de Cazalla de la Sierra (Bravo Guerrero 2009, 239-241; Bravo Guerrero y Palacios 2009, 239-242) [cat. 38] y en la girola de la Catedral de Granada (Senent 2016, 471-491; Senent et al. 2016) [cat. 61].

Si los arcos formeros tienen sus arranques a diferente altura, se generan baídas asimétricas. Así pasa en la capilla mayor y los brazos del crucero de la iglesia de S. Pedro Apóstol de Montijo [cat. 114-115]. También puede ocurrir que los arcos formeros tengan sus centros a diferente altura, lo que a su vez puede provocar que algunos cruceros no sean circulares y que, por tanto, el intradós adquiera una geometría pseudo-esférica. Un ejemplo de este tipo se puede ver en la capilla mayor de la iglesia del Salvador de Caravaca de la Cruz (Natividad y Calvo 2012) [cat. 33; lev. 255-258]. Otra posibilidad es que los cruceros se diseñen todos con la misma curvatura, generándose entonces una baída cuyo intradós queda definido por una superficie de traslación, tal y como ocurre en el tramo junto al crucero de la iglesia de S. Miguel Arcángel de Morón de la Frontera (Bravo Guerrero 2011, 163-164) [cat. 116].

En resumidas cuentas, las baídas de cruceros muestran una gran flexibilidad para adaptarse a distintos arcos formeros y secciones verticales. De hecho, existen numerosos ejemplos contruidos con formas muy diversas, motivo por el cual algunos investigadores han propuesto una clasificación geométrica (Bravo Guerrero 2011).

La construcción de bóvedas baídas de cruceros

Existen diferentes estudios que analizan la construcción de bóvedas por cruceros (Palacios 1987a, 642-673; Palacios [1990] 2003, 302-321; Bravo Guerrero 2011; Palacios y Bravo Guerrero 2012; Bravo Guerrero 2013; Palacios y Bravo Guerrero 2013) [fig. 184]. Los cruceros siempre se despiezan de la misma manera, independientemente de la forma que tengan. Cada crucero se compone de dos tipos de dovelas: por un lado, están las dovelas convencionales de directriz lineal que dan forma a los propios cruceros; por otro lado, están las dovelas con forma de cruz que resuelven los encuentros entre cruceros y que Vandelvira (ca. 1585, 97v) denomina *crucetas*. Las juntas entre las dovelas de un mismo crucero vienen definidas, en general, por planos ortogonales a la directriz del crucero y convergentes al centro de la baída, es decir, al centro de la superficie semiesférica que define el intradós. Además, según explica Vandelvira (ca. 1585, 97v),

Figura 184. Construcción de una bóveda baída de cruceros.

los cruceros se pueden diseñar con molde cuadrado o revirado. Los cruceros de molde cuadrado tienen sus secciones orientadas hacia el centro de la baída y los de molde revirado tienen sus secciones orientadas verticalmente. Como consecuencia de estas diferentes orientaciones, todos los cruceros de molde cuadrado tienen la misma sección, mientras que los de molde revirado tienen secciones distintas. De hecho, según Vandelvira (ca. 1585, 98v), el molde cuadrado es mejor porque uno sirve para toda la capilla.

Ejemplos de baídas con cruceros de molde cuadrado se pueden ver en la capilla mayor de la iglesia del Salvador de Caravaca de la Cruz (Natividad y Calvo 2012) [cat. 33; lev. 255-258] y en la antesacristía de la iglesia de S. Miguel de Jerez de la Frontera [cat. 100; lev. 311-314]. Con molde revirado se pueden ver en la sacristía de la iglesia de Sta. María de Guareña [cat. 62; lev. 271-274] y en la planta baja del claustro mayor del antiguo monasterio de S. Jerónimo de Buenavista de Sevilla [cat. 186; lev. 371-374]. Un caso peculiar es el de las baídas que cubren el antecabildo del Cabildo Viejo de Jerez de la Frontera, donde los cruceros tienen una sección lisa y se muestran rehundidos respecto de los casetones enmarcados, lo que no permite determinar con claridad si se trata de cruceros de molde cuadrado o revirado. No obstante, el levantamiento parece indicar que podría tratarse de cruceros con molde revirado [cat. 91-92; lev. 303-306].

Por último, conviene señalar que los huecos que existen entre los cruceros se completan con unas piezas denominadas casetones. Los casetones pueden construirse con piedra de cantería o con albañilería, pueden ser lisos o estar decorados, y según la composición que tenga la malla, adoptarán diferentes formas.

Las mallas de cruceros paralelos

La bóveda baída de cruceros más frecuente que se puede encontrar en la arquitectura renacentista española es la compuesta por una malla de dos juegos de cruceros paralelos [fig. 185]. Por lo general, las baídas de cruceros paralelos suelen tener planta cuadrada o rectangular, y sus cruceros intersecan entre sí formando casetones que se proyectan en planta como cuadrados o rectángulos. Vandelvira (ca. 1585, 97v-98r, 98v-99r y 124r-126v) recoge en los títulos 113, 114 y 141 de su manuscrito tres trazados para baídas de cruceros paralelos con planta cuadrada, rectangular y romboidal. Algunos ejemplos de este tipo se pueden ver en la sala capitular baja del Ayuntamiento renacentista de Sevilla [cat. 190], en el primer tramo de las naves de la iglesia de N^a S^a de la Consolación de Cazalla de la Sierra [fig. 186; cat. 38-39], en las capillas laterales de la cabecera de la Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla [fig. 187; cat. 194-195], en el primer tramo de las naves laterales de la iglesia de N^a S^a de la Asunción de Aracena [cat. 10] y en el primer tramo de las naves de la iglesia de Sta. M^a de la Encarnación de Huéscar [cat. 70-71].

Además, conviene indicar que existen unos pocos casos de baídas de cruceros paralelos que tienen planta pentagonal. Se trata de una de las dos baídas que hay en la capilla de los Muñoz de la Catedral de Cuenca [cat. 50], otra que está en una galería de la planta baja del patio de los óleos de la Catedral de Sevilla [fig. 188; cat. 196] y dos más que cubren los brazos del crucero de la iglesia de S. Sebastián de Soreasu de Azpeitia [cat. 27]. En estos casos, las plantas son pentagonales como consecuencia de un paramento que se dispone en chaflán; sin embargo, las baídas se resuelven como si la planta fuera cuadrada o rectangular, y el chaflán se resuelve simplemente achaflanando las esquinas de los casetones correspondientes.

Figura 185. Bóveda baída compuesta por una malla de cruceros paralelos.

Figura 186. Baídas de cruceros paralelos en el primer tramo de las naves de la iglesia de Nª Sª de la Consolación de Cazalla de la Sierra. La baída del primer tramo de la nave central tiene su sección vertical transversal plana.

Figura 187. Baída de cruceros paralelos en una capilla lateral de la cabecera de la Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla.

Figura 188. Baídas de cruceros paralelos en la planta baja del patio de los óleos de la Catedral de Sevilla. Una de las baídas presenta planta pentagonal.

Las mallas de cruceros diagonales

La bóveda baída de cruceros diagonales es la que está compuesta por una malla de dos juegos de cruceros diagonales que intersecan entre sí formando casetones que se proyectan en planta como rombos [fig. 189]. Recordemos que Vandelvira (ca. 1585, 99v-100r, 100v-101r y 101v-102r) recoge en los títulos 115, 116 y 117 de su manuscrito tres trazados para baídas de cruceros diagonales, o Capillas enrejadas como las denomina, que tienen planta cuadrada y rectangular. Ejemplos de este tipo se pueden ver en el segundo tramo de las naves de la iglesia de N^a S^a de la Consolación de Cazalla de la Sierra [cat. 40-41], en los brazos del crucero de la iglesia de S. Pedro Apóstol de Montijo [fig. 190; cat. 115] y en dos tramos de las naves laterales de la iglesia del antiguo monasterio de N^a S^a de la Encarnación de Zafra [cat. 233-234].

Las mallas de cruceros paralelos y diagonales

Existen bóvedas baídas que combinan varios juegos de cruceros paralelos y diagonales para crear mallas de diversas composiciones. Si se combina un juego de cruceros paralelos y dos de cruceros diagonales, se pueden obtener mallas de casetones hexagonales con unos pequeños espacios triangulares entre ellos. Hay ejemplos de este tipo en la antesacristía de la iglesia de Santiago de Jerez de la Frontera [cat. 103] y en el crucero de la iglesia de N^a S^a de la Oliva de Lebrija [fig. 191; cat. 107]. También se pueden obtener casetones hexagonales combinando porciones de cruceros paralelos y diagonales. Así ocurre en la antesacristía de la iglesia de S. Miguel de Jerez de la Frontera (Pinto 1998a, 2: n° 39) [fig. 192; cat. 100; lev. 311-314] y en un vestíbulo de la iglesia de S. Juan de los Caballeros, también en Jerez de la Frontera (Pinto 1998a, 2: n° 35) [cat. 95]. Tal y como ha señalado Pinto (1998a, 1: 245-248), estas composiciones aparecen recogidas en el Libro II de Durero ([1525] 2000, 205) y en el Libro IV de Serlio (1552, 73v-75v).

No acaban aquí las posibilidades de combinación con cruceros paralelos y diagonales. Por ejemplo, en el tramo central del antecabildo del Cabildo Viejo de Jerez de la Frontera hay una baída con casetones cuadrados, pentagonales y hexagonales [cat. 91], en la capilla mayor de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda hay una baída de casetones con forma de cruces, octógonos y hexágonos (Pinto 1998a, 2: n° 41) [fig. 193; cat. 172] y la escalera junto a la sacristía de la iglesia de S. Miguel de Jerez de la Frontera se cierra con una baída de casetones con forma de cruces (Pinto 1998a, 2: n° 44) [cat. 102]. Los dos primeros ejemplos presentan composiciones que denotan influencias del Libro IV de Serlio (1552, 73v-75v) y el tercero recuerda a algunos dibujos del manuscrito de Hernán Ruiz II (ca. 1565, 43v y 46r).

Las mallas de cruceros radiales y circulares

Existen bóvedas baídas cuya malla se compone dos juegos de cruceros radiales y circulares que intersecan entre sí formando casetones que se proyectan en planta como figuras aproximadamente trapeziales [fig. 194]. Puede ocurrir que la malla de cruceros solo abarque el luquete de la baída, tal y como ocurre en el trazado del título 135 del manuscrito de Vandelvira (ca. 1585, 117v), en la baída de la capilla mayor de la iglesia de S. Gabriel de Loja [cat. 109] y en el segundo tramo de la nave de la iglesia del antiguo convento de Sta. M^a Magdalena de La Guardia de Jaén

Figura 189. Bóveda baída compuesta por una malla de cruceros diagonales.

Figura 190. Baída de cruceros diagonales que forman casetones romboidales en un brazo del crucero de la iglesia de S. Pedro Apóstol de Montijo.

Figura 191. Malla de cruceros paralelos y diagonales que forman casetones hexagonales en la baída del crucero de la iglesia de Nª Sª de la Oliva de Lebrija.

Figura 192. Baída de cruceros paralelos y diagonales que forman casetones hexagonales en la antesacristía de la iglesia de S. Miguel de Jerez de la Frontera.

Figura 193. Casetones con forma de cruces, octógonos y hexágonos en la baída de la capilla mayor del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda.

Figura 194. Bóveda baída compuesta por una malla de cruceros radiales y circulares.

[cat. 104]. También puede ser que la malla se extienda a las pechinas, situación que puede verse en la capilla sacramental de la iglesia de N^a S^a de la Consolación de El Pedroso [cat. 53], en la nave central de la iglesia del antiguo monasterio de N^a S^a de la Encarnación de Zafra [fig. 195; cat. 230-231] y en la baída rebajada del sotacoro de la iglesia de S. Esteban de Betoño [cat. 30].

Por último, conviene señalar que la adaptación de este tipo de malla a la planta rectangular se puede realizar mediante cruceros ovales, como pasa en la baída del primer tramo de la nave central de la iglesia de N^a S^a de la Asunción de Aracena [cat. 9], o mediante cruceros pseudo-ovales, como en el vestíbulo de la puerta del Sol de la iglesia Mayor Prioral de El Puerto de Santa María (Pinto 1998a, 2: n^o 15; Ruiz de la Rosa et al. 2010, 38-39) [fig. 196; cat. 54].

Las mallas de cruceros radiales y cuadrados

Hay bóvedas baídas cuya malla se compone dos juegos de cruceros radiales y cuadrados. Ejemplos de este tipo se pueden ver en la sacristía de la iglesia de Sta. María de Guareña [fig. 197; cat. 62; lev. 271-274] y en la sacristía de la iglesia de Sta. Eulalia de Chinchetru [cat. 42]. Recordemos que los cruceros cuadrados son aquellos que se proyectan en planta como polígonos paralelos al perímetro de la planta, de manera que, si la planta adquiere una forma distinta al cuadrado, los cruceros se adaptarán dicha forma. Así ocurre en la capilla mayor de la iglesia de N^a S^a de la Consolación de Cazalla de la Sierra, que tiene una planta con perímetro semidecagonal y unos cruceros cuadrados que se proyectan en planta como figuras paralelas a dicho perímetro, de manera que se podría hablar de cruceros decagonales [fig. 198; cat. 37]. Por último, merece la pena citar de nuevo la baída del vestíbulo de la puerta del Sol de la iglesia Mayor Prioral de El Puerto de Santa María, que presenta un crucero cuadrado entre los dos cruceros pseudo-ovales (Pinto 1998a, 2: n^o 15; Ruiz de la Rosa et al. 2010, 38-39) [fig. 196; cat. 54].

Las mallas de cruceros combados

Existen casos de bóvedas baídas que presentan mallas de cruceros combados. En algunas ocasiones, los cruceros combados conforman la totalidad de la malla, por ejemplo, en el tránsito entre la sacristía y la capilla mayor de la iglesia de S. Miguel de Jerez de la Frontera (Pinto 1998a, 2: n^o 36) [fig. 199; cat. 101], donde se emplea una composición de casetones circulares que aparece en el Libro II de Durero ([1525] 2000, 199). En otras ocasiones, los cruceros combados se combinan con otros tipos de cruceros, ampliando las posibilidades formales, como ocurre en la baída del sotacoro de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda (Pinto 1998a, 2: n^o 43) [fig. 200; cat. 176], que se resuelve con cruceros paralelos y combados con casetones circulares que denotan influencias del Libro IV de Serlio (1552, 73v-75v).

También hay casos en los que los cruceros combados no recorren la totalidad del intradós, sino que se emplean en zonas concretas a modo de elementos decorativos. Ejemplos de este tipo pueden verse en la antesacristía de la iglesia prioral de Sta. María de Carmona, donde los combados dibujan un óvalo con ocho ramales curvos [cat. 35], y también en la girola de la Catedral de Granada (Senent 2016, 471-491; Senent et al. 2016) [fig. 201; cat. 61] y en la nave de la iglesia de S. Nicolás de Bari de Orio [fig. 202; cat. 127-129], cuyas baídas se adornan con tetralóbulos formados por la combinación de porciones de cruceros paralelos, diagonales y combados.

Figura 195. Baídas de cruceros radiales y circulares en la nave central de la iglesia del antiguo monasterio de Nª Sª de la Encarnación de Zafra.

Figura 196. Malla de cruceros radiales, pseudo-ovales y cuadrados en la baída del vestíbulo de la puerta del Sol de la iglesia Mayor Prioral de El Puerto de Santa María.

Figura 197. Malla de cruceros radiales y cuadrados en la baída de la sacristía de la iglesia de Sta. María de Guareña.

Figura 198. Baída de cruceros radiales y decagonales en la capilla mayor de la iglesia de Nª Sª de la Consolación de Cazalla de la Sierra.

Figura 199. Cruceros combados y casetones circulares en la baída del tránsito entre la sacristía y la capilla mayor de la iglesia de S. Miguel de Jerez de la Frontera.

Figura 200. Malla de cruceros paralelos y combados en la baída del sotacoro de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda.

Figura 201. Tetralóbulos decorativos formados por varias porciones de cruceros en las baídas de la girola de la Catedral de Málaga.

Figura 202. Tetralóbulos decorativos formados por varias porciones de cruceros en las baídas de la iglesia de S. Nicolás de Bari de Orio (S. C. Bravo Guerrero).

BÓVEDAS BAÍDAS CONSTRUIDAS POR HILADAS Y CRUCEROS

La tercera familia de bóvedas baídas renacentistas de cantería son las construidas por una combinación de hiladas y cruceros. Se trata de un tipo de baídas que presentan una malla de cruceros sobre la que se dispone un intradós despiezado por hiladas.

Las bóvedas baídas de arcos cruzados

El caso más representativo de las baídas construidas por hiladas y cruceros probablemente sea la *Capilla cruzada* del título 139 del manuscrito de Vandelvira (ca. 1585, 119v-120r). Se trata de una baída con dos pares de cruceros paralelos, llamados arcos cruzados, que dividen el intradós en varias partes despiezadas con diferentes hiladas. Se sabe que hubo una baída de este tipo, hoy en día desaparecida, en la capilla mayor de la iglesia del antiguo convento de S. Francisco [cat. 29], pues el propio Vandelvira explica, en el trazado de la *Capilla cruzada*, que está puesta por obra esta capilla en San Francisco en la ciudad de Baeza por mi señor padre.

Otro ejemplo que si se conserva en la actualidad está en la capilla mayor de la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela (Natividad 2014) [fig. 203; cat. 125; lev. 315-318]. Es una baída con planta cuadrada achaflanada, intradós pseudo-esférico y compuesta por 2x2 pares de arcos cruzados que dividen el intradós en varias partes con diferentes hiladas. La pseudo-esfericidad del intradós se aprecia claramente en los paramentos laterales, donde no existen arcos formeros que resuelvan limpiamente la intersección entre los paramentos y el intradós de la baída. En su lugar, el encuentro se resuelve curvando los paramentos hasta fusionarlos con el luquete de la baída. Se trata, por tanto, de una baída de morfología extraña, aspecto que ya observó Chueca (1953, 275), quien se refirió a la misma como interesante y compleja, es en realidad un híbrido geométrico, no responde a un tipo puro de superficie (esferoidal) o a combinación o penetración de superficies simples (aristas, esquifada, etc.) . Por último, conviene destacar que las crucetas son de gran tamaño, por lo que se dividen en varias dovelas [fig. 204]⁹⁷.

Otras bóvedas baídas construidas por hiladas y cruceros

Además de los casos anteriores, hay más baídas que combinan cruceros e hiladas. Por ejemplo, la iglesia del antiguo convento de S. Francisco de Ávila tiene una capilla, ubicada junto al crucero, cuyo vestíbulo se cubre con una baída de cruceros radiales y circulares e hiladas redondas [cat. 14]. La sala que hay sobre la antigua sacristía de la Catedral de Ciudad Real se cierra con una baída de dos cruceros diagonales e intradós de hiladas redondas [fig. 205; cat. 43; lev. 259-262]. Y el vestíbulo de la puerta del Sol de la iglesia Mayor Prioral de El Puerto de Santa María tiene una baída de cruceros radiales, pseudo-ovales y cuadrados e hiladas redondas de trazado pseudo-oval (Pinto 1998a, 2: nº 15; Ruiz de la Rosa et al. 2010, 38-39) [fig. 196; cat. 54]. Estos tres ejemplos tienen en común que los cruceros radiales y diagonales arrancan desde las pechinas como si estas fueran las jarjas de una bóveda de crucería gótica.

⁹⁷ Existen otros ejemplos de baídas que se ajustan al modelo de "Capilla cruzada", aunque quedan fuera del ámbito de esta tesis. Es el caso de la baída de la capilla de la Comunión de la basílica de Sta. María de Elche, que data del siglo XVIII (Navarro Mallebrera 1974), y también de la baída de la capilla mayor de la iglesia de S. Francisco de Tolosa, que se terminó de construir a principios del siglo XVII (Marías 1998, 28), pero que actualmente está revestida y se desconoce si está ejecutada con piedra de cantería.

Figura 203. Baída de arcos cruzados o "Capilla cruzada" en la capilla mayor de la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela.

Figura 204. Crucetas de la baída de la capilla mayor de la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela. La cruceta inferior está dividida en varias dovelas.

Figura 205. Arranque de un crucero diagonal y los arcos formeros de la baída de la sala sobre la antigua sacristía de la Catedral de Ciudad Real.

Figura 206. Cruceros paralelos en la baída de la capilla mayor de la iglesia de Sta. Mª la Mayor de Alcaudete. Cada cruceta se resuelve con una única dovela.

En la capilla mayor de la iglesia de Sta. M^a la Mayor de Alcaudete hay una baída compuesta por una malla de 4x4 pares de cruceros paralelos [fig. 206; cat. 5; lev. 243-246]. Los casetones más grandes se decoran con molduras octogonales según una composición que denota influencias del Libro IV de Serlio (1552, 73v-75v). Se ignora si estos casetones están ejecutados con piedra de cantería, pues actualmente están revestidos, pero es probable que sí lo estén, al igual que los casetones laterales. Conviene destacar que en esta baída las crucetas se materializan con una única dovela de gran tamaño que resuelve el encuentro de cuatro cruceros a la vez.

La capilla mayor de la iglesia de S. Gabriel de Loja se cubre con una baída cuyo luquete se resuelve por cruceros radiales y circulares [cat. 109]. Las pechinas, sin embargo, aunque presentan un revestimiento que oculta su intradós, se detecta que están ejecutadas con piedra de cantería según un despiece de hiladas redondas.

Por último, conviene mencionar el singular caso de la baída del segundo piso de la torre de la Catedral de Murcia, que presenta cruceros diagonales y cuadrados, dispuestos en planos diametrales, que dividen el intradós en varias partes con despieces diferentes (Calvo et al. 2005, 197-210; Calvo y Alonso Rodríguez 2005) [cat. 119]. Los cruceros diagonales delimitan las pechinas, que tienen hiladas diagonales. Entre los cruceros diagonales y los cuadrados se forman unos sectores triangulares, que tienen hiladas cuadradas. Y la parte superior entre los cruceros cuadrados se remata mediante un cupulín de hiladas redondas.

APARICIÓN, EVOLUCIÓN Y DIFUSIÓN

ENFOQUE HISTÓRICO Y GEOGRÁFICO

La aparición, evolución y difusión de las bóvedas baídas renacentistas de cantería en España fue un proceso histórico complejo y extenso, que se desarrolló en diferentes regiones de la geografía peninsular desde finales del siglo XV hasta mediados del siglo XVII. Es por ello que, para facilitar su estudio, el presente capítulo se ha estructurado en cinco etapas históricas divididas, a su vez, en varios apartados geográficos [fig. 207-208].

Durante la primera etapa histórica, que abarca aproximadamente el primer tercio del siglo XVI, aparecieron las baídas renacentistas de cantería en el Levante y el sur peninsular. En la segunda etapa, que se extiende hasta mediados del siglo XVI, se produjo una primera difusión de las baídas por el sur y los territorios castellanos. A lo largo de la tercera etapa, que comprende el tercer cuarto del siglo XVI, las baídas se expandieron ampliamente por el sur y el centro de la península. En la cuarta etapa, que se corresponde con el último cuarto del siglo XVI, se consolidaron los tres focos principales de baídas renacentistas de España, el primero en Sevilla y Cádiz, el segundo en San Lorenzo de El Escorial y Ávila, y el tercero en Jaén; además, las baídas llegaron al norte. Finalmente, en la quinta etapa, que se puede encuadrar dentro de la primera mitad del siglo XVII, las baídas renacentistas alcanzaron su culminación con la construcción de importantes edificios cubiertos fundamentalmente con este tipo de abovedamiento. Estas fueron las últimas baídas renacentistas, pues el Barroco venía implantándose desde principios del siglo XVII y poco a poco fue desplazando los gustos artísticos hacia nuevos estilos.

LA APARICIÓN EN EL PRIMER TERCIO DEL SIGLO XVI

Durante el primer tercio del siglo XVI aparecieron en España las primeras bóvedas baídas renacentistas de cantería construidas por hiladas y por cruceros. Las baídas de hiladas surgieron en Valencia, Murcia y Huéscar; las de cruceros en Sevilla, Aroche, Carmona y Cuenca. Como ahora se verá, en todos los casos se trata de baídas con formas clásicas a lo romano cuya configuración constructiva denota la aplicación de estrategias y procedimientos tomados directamente de la cantería gótica. Esta situación pone de manifiesto que los arquitectos españoles, en su intento por ejecutar con piedra las nuevas formas renacentistas, tuvieron que recurrir, en primera instancia, a los procedimientos de traza y labra propios de la tradición gótica, que eran los que conocían y dominaban a la perfección.

Figura 207. Etápas históricas en la aparición, evolución y difusión de las bóvedas baídas renacentistas de cantería en España entre finales del siglo XV y mediados del XVII.

Figura 208. Bóvedas baídas renacentistas de cantería construidas en España entre finales del siglo XV y mediados del XVII.

Las primeras bóvedas baídas de hiladas

Pere Compte en Valencia

A finales del siglo XV el *mestre pedrapiquer* Pere Compte estaba dirigiendo las obras de construcción de la Lonja de Mercaderes de Valencia, que se iba levantando conforme al gusto gótico imperante en España por aquel entonces. Sin embargo, no hay duda de que este maestro debía conocer del nuevo estilo renacentista que se estaba utilizando al mismo tiempo en Italia, y es muy probable que le resultara atractivo, pues, en el momento que se le presentó la ocasión de construir una bóveda en una estancia de la lonja oculta al público en general, decidió experimentar con las nuevas formas clásicas a lo romano procedentes de Italia. Así es como Compte proyectó y ejecutó, entre 1491 y 1494, la primera bóveda baída renacentista de cantería conocida en España: la baída de pechinas esféricas y luquete gallonado de la sala del primer piso de la torre de la Lonja de Valencia⁹⁸ (Aldana 1988, 1: 64; Zaragoza y Gómez-Ferrer 2007, 106-107) [fig. 209; cat. 225; lev. 403-406].

Se trata de una baída que presenta formas clásicas, pero que está despiezada de modo similar a las bóvedas de crucería góticas, dado que las hiladas de sus pechinas tienen lechos planos horizontales, como las jarjas, y las hiladas de sus gallones tienen lechos planos radiales convergentes al centro de la baída, como los nervios [fig. 210]. En vista de ello, es muy posible que sus dovelas se labraran usando plantillas de lechos, al igual que ocurría en las bóvedas de crucería góticas. Por tanto, se puede afirmar que es una baída de geometría renacentista construida con procedimientos góticos (Natividad 2012a).

Pocos años después, entre 1497 y 1498, Compte cubrió la famosa sala de contratación de la lonja con bóvedas de crucería góticas (Aldana 1988, 1: 89). En esta gran sala, a la vista de todos los mercaderes, Compte no tuvo necesariamente que aplicar un repertorio gótico. Sin embargo, resulta particularmente curioso el hecho de que este maestro diseñó las bóvedas de crucería de dicha sala con rampante redondo, proporcionándoles así una forma esférica que recuerda bastante a las baídas (Zaragoza y Gómez-Ferrer 2007, 109-110).

Jacopo Torni en Murcia

Entre 1521 y 1525 el artista italiano Jacopo Torni, conocido también como Jacopo Florentín o Jacopo l'Indaco vecchio, construyó la baída de hiladas redondas que cubre la sacristía de la Catedral de Murcia (Gutiérrez-Cortines 1989, 115-118 y 135-136; Calvo et al. 2005, 81-85) [fig. 211; cat. 118]. Se trata de una baída de pechinas esféricas y luquete gallonado, decorada con guirnaldas de frutas y flores. Su forma recuerda bastante a la baída de la Lonja de Valencia; sin embargo, desde un punto de vista constructivo presenta una diferencia notable: su luquete se despieza por hiladas redondas de lechos troncocónicos, lo que supone un avance respecto de la disposición gótica de la baída de Valencia, cuyos gallones tienen lechos planos radiales.

En primera instancia, se pensó que la baída de la sacristía de la Catedral de Murcia se podría haber construido al modo renacentista, es decir, labrando sus dovelas mediante plantillas de intradós obtenidas por desarrollos de cono (Calvo et al. 2005, 86-92). Sin embargo, en 2009 se descubrió, oculta tras la cajonería de la sacristía, una monteja que representaba la planta y la

⁹⁸ Esta sala utilizó, al parecer, como cárcel de comerciantes (Ferrerres 1921, 60-61).

Figura 209. Baída en la sala del primer piso de la torre de la Lonja de Mercaderes de Valencia (J. Calvo López).

Figura 210. Jarja de una bóveda de crucería gótica (Viollet-le-Duc [1854] 1996, 90).

Figura 211. Baída en la sacristía de la Catedral de Murcia.

Figura 212. Montea hallada en un muro de la sacristía de la Catedral de Murcia (Calvo et al. 2013, 291).

Figura 213. Baída en la sacristía vieja de la iglesia de Sta. Mª de la Encarnación de Huéscar.

Figura 214. Planta de la iglesia de Sta. Mª de la Encarnación de Huéscar (Archivo Histórico Municipal de Huéscar).

sección vertical de la baída (Calvo et al. 2013) [fig. 212]. En esta montea no había desarrollos de conos, sino que se mostraban las proyecciones de las juntas de los lechos de las hiladas. Esto hizo pensar a los investigadores que las dovelas de esta baída quizá se podrían haber labrado mediante plantillas de lechos, de igual forma que en las bóvedas de crucería góticas (Calvo et al. 2013, 296-299). De hecho, el empleo de estas plantillas habría permitido controlar con facilidad la longitud de las dovelas, aspecto que en la baída murciana es evidente, pues todas las juntas entre las dovelas del luquete se disponen siempre entre gallones o a mitad de gallón.

La bóveda baída de Huéscar: ¿una obra de Alonso de Covarrubias o Diego de Siloé?

En la década de 1530, pocos años después que construirse la baída de la sacristía de la Catedral de Murcia, se levantó otra baída en la sacristía de la iglesia de Sta. María de la Encarnación de Huéscar [fig. 213; cat. 69; lev. 287-290]. Conviene señalar que la población de Huéscar, a mitad de camino entre Murcia y Granada, dependía religiosamente de la archidiócesis de Toledo. Por esta razón, la construcción de su iglesia fue objeto de la confluencia de varios maestros procedentes de diferentes focos artísticos, sobre todo el toledano y el granadino, cuyas figuras más representativas eran, por aquel entonces, Alonso de Covarrubias y Diego de Siloé respectivamente (Chueca 1953, 243; Camón [1959] 2000, 303; González Barberán 1972).

La sacristía de la iglesia de Huéscar se edificó junto a los muros de la cabecera poligonal del templo, adoptando una singular planta pentagonal [fig. 214]. El acceso se realiza a través de una portada gótica y el interior se cubre con una baída adornada con motivos florales, vegetales y molduras de gusto gótico. Se trata de una baída mal estudiada, debido a la escasez de documentación histórica⁹⁹; no obstante, su autoría se ha atribuido a Alonso de Covarrubias, en base a consideraciones estilísticas (González Barberán 1972). Cubre una planta pentagonal, se despieza por hiladas redondas y presenta cuatro pechinas de diferentes formas y tamaños, destacando la más grande, que es trapezoidal. Además, es probable que las hiladas de las pechinas tengan lechos planos horizontales, como las jarjas de una bóveda de crucería gótica, pues tal configuración facilitaría mucho la ejecución de las pechinas (Natividad y García 2013). Bajo estas circunstancias, se podría afirmar que la baída de la sacristía de la iglesia de Huéscar, al igual que las baídas de Valencia o Murcia vistas anteriormente, se proyectó con una novedosa forma renacentista, pero se construyó según procedimientos todavía arraigados a la tradición gótica.

Las primeras bóvedas baídas de cruceros

Diego de Riaño en Sevilla, Aroche y Carmona

En Andalucía occidental, la llegada del nuevo estilo renacentista procedente de Italia, a principios del siglo XVI, se sumó a la tradición hispano-musulmana de construcción de bóvedas baídas de ladrillo y sillarejo aparejado por hiladas redondas, que eran bastante habituales en el sur peninsular (Marías 1991a, 73-74; Pavón 2010; Rozalem 2014). Esta confluencia pudo afectar, en ciertos casos, a las bóvedas de crucería góticas, algunas de las cuales empezaron a construirse con geometrías esféricas y plementos despiezados por hiladas redondas. Así parece que ocurrió,

⁹⁹ En el año 1936 un incendio destruyó el archivo parroquial, lo que ha provocado un importante vacío documental que impide estudiar adecuadamente el proceso constructivo de la iglesia.

por ejemplo, en varias bóvedas de crucería del arzobispado hispalense levantadas durante el primer tercio del siglo XVI (Pinto 1998a, 1: 30-40; Pinto 2000a).

Sin embargo, las primeras baídas de Andalucía occidental con verdadera estética renacentista fueron las baídas de cruceros paralelos que, a lo largo de la década de 1530, se construyeron en Sevilla y otras poblaciones cercanas. Fueron tan abundantes los casos, y tan concentrados en un periodo de tiempo relativamente corto, que algunos investigadores se han referido incluso a la existencia de una posible escuela o foco sevillano de cantería (Palacios 1987a, 620; Palacios [1990] 2003, 288; Pinto 1998a, 1: 46; Pinto 2002, 35). En primera instancia, estas baídas fueron obra de Diego de Riaño, maestro mayor de las obras del arzobispado hispalense, que proyectó muchas de ellas. Sin embargo, no pudo terminarlas todas, pues murió repentinamente en 1534 durante un viaje a Valladolid; sus sucesores Juan Sánchez y Martín de Gaínza, de los que más adelante se hablará, se encargaron de acabarlas. Todas las baídas de Riaño están compuestas por mallas de cruceros paralelos que forman casetones rectangulares; dicho con otras palabras, son baídas artesonadas a lo romano. Pese a ello, se construyeron de manera similar a las bóvedas de crucería góticas, pues, al fin y al cabo, eran bóvedas de nervios cuya única diferencia residía en el diseño de la malla (Viollet-le-Duc [1854] 1996, 120-121; Pinto 1998a, 1: 51-53; Pinto 2002, 43-45) [fig. 215]. En vista de ello, se puede hablar de estas baídas como bóvedas renacentistas artesonadas ejecutadas mediante procedimientos constructivos góticos.

Diego de Riaño, en el Ayuntamiento renacentista de Sevilla, proyectó en torno a 1528 y comenzó a construir en 1534 la baída de cruceros de la sala capitular baja, con sección rebajada y casetones decorados con relieves de reyes de España; fue terminada en 1535 por el aparejador Juan Sánchez (Morales 1981a, 41-51; Morales 1981b, 65-90) [fig. 216; cat. 190]. En la Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla, trazó en 1530 y empezó a construir en 1532 unas baídas de cruceros en las capillas laterales de la cabecera, que fueron acabadas por el aparejador Martín de Gaínza en torno a 1537, al mismo tiempo que cerraba la cúpula de planta pseudo-oval sobre pechinas de la capilla central (Morales 1984, 27-45 y 120) [fig. 217-218; cat. 194-195]. En la planta baja del patio de los óleos, también en la Catedral de Sevilla, construyó entre 1532 y 1534 unas pequeñas baídas de cruceros en colaboración con Gaínza (Morales 1984, 16 y 27-45) [cat. 196-198]. En el antiguo monasterio de S. Jerónimo de Buenavista de Sevilla, diseñó en torno a 1530 las trazas para la planta baja del claustro mayor, con galerías cubiertas por baídas de cruceros, y se encargó de levantar la galería norte y la baída del vestíbulo bajo de la escalera del coro de la iglesia (García-Tapial 1992, 63-72; Pinto 1998a, 1: 61-63) [fig. 219; cat. 186 y 188; lev. 371-374]. En la iglesia prioral de N^a S^a de la Asunción de Aroche, ejecutó la baída de la sacristía a principios de la década de 1530 (Morales 1989, 140; Morales 2004, 275) [cat. 13]. Y en estas mismas fechas se encargó de construir, en la iglesia prioral de Sta. María de Carmona, las baídas de la sacristía y la antesacristía (Morales 1989, 140; Morales 2004, 275) [cat. 34-35]; quizá también sea suya la baída de la capilla del Sagrado Corazón de esta misma iglesia [cat. 36]¹⁰⁰.

Como más adelante se verá, el modelo de baída de cruceros utilizada por Riaño gozó de una gran expansión por Andalucía occidental. Es más, algunos maestros exportaron este modelo desde tierras andaluzas a otras regiones de España e incluso a América, donde se empleó, por ejemplo, en la Catedral de S. Ildefonso de Mérida, en Yucatán (Bravo Guerrero 2013).

¹⁰⁰ Esta baída también podría ser de Martín de Gaínza, como más adelante se verá.

Figura 215. Bóveda de cañón artesonada construida por cruceros (Virollet-le-Duc [1854] 1996, 120).

Figura 216. Baída en la sala capitular baja del Ayuntamiento renacentista de Sevilla.

Figura 217. Planta de la Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla (Falcón 1980, 81).

Figura 218. Baída en una capilla lateral de la cabecera de la Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla.

Figura 219. Baídas en la galería norte de la planta baja del claustro mayor del monasterio de S. Jerónimo de Buenavista de Sevilla.

Figura 220. Baídas en la capilla de los Muñoz de la Catedral de Cuenca (S. C. Bravo Guerrero).

Diego de Tiedra en Cuenca

En 1537 el canónigo D. Eustaquio Muñoz contrató a Diego de Tiedra, un maestro de gusto renacentista, para que levantara su capilla funeraria en la Catedral de Cuenca (Rokiski 1974, 47-48; Rokiski 1989a, 1: 131-132). Según el contrato, Tiedra se obligaba a construir en la capilla que el señor doctor tiene en la dicha Iglesia de Cuenca y en otra capilla que el dicho señor doctor junta con ella que se decía la Capilla de San Martín cierta hobra. En otras palabras, Tiedra se comprometía a construir una capilla para el canónigo, ocupando para ello el espacio correspondiente a dos capillas, una que tenía el canónigo y otra colindante dedicada a S. Martín. Este maestro cerró la capilla con dos baídas de cruceros paralelos de estética a lo romano similares a las ejecutadas por Riaño en Sevilla [fig. 220; cat. 50]. Es difícil concretar si hubo alguna conexión entre ambos artistas o si simplemente llegaron a la misma solución dentro de contextos similares. En cualquier caso, las baídas de Tiedra no tuvieron excesiva repercusión en los arquitectos del ámbito conquense, a diferencia de Riaño en el sur.

Ahora bien, las baídas de Tiedra sí tuvieron una influencia fundamental en el manuscrito de cantería de Alonso de Vandelvira (ca. 1585, 97v-98r), pues, dicho maestro designó con el nombre de Capilla de Cuenca a la baída compuesta por una malla de cruceros paralelos. Al utilizar esta denominación, Alonso se refería, sin duda, a la capilla de los Muñoz de la Catedral de Cuenca, lo que significa que sabía de su existencia y consideraba sus bóvedas como arquetipo de las baídas de cruceros. Puede ser que este maestro visitara la capilla, pero parece más probable que recibiera noticias de la misma a través de su padre, Andrés de Vandelvira, quien trabajó durante años en el ámbito conquense y ocupó el puesto de maestro de las obras de la Catedral de Cuenca entre 1560 y 1566 (Azcárate 1945; Rokiski 1989a, 2: 290-292; Rokiski 2005).

El origen de las bóvedas baídas renacentistas de cantería en España

En el primer capítulo de la presente tesis se expusieron las principales hipótesis sobre el origen de la bóveda baída renacentista de cantería en España. Recordemos que Chueca (1951, 111-140) planteaba que podría haber surgido como evolución de la bóveda de crucería gótica nacional, que fue aumentando gradualmente su masa y redondez durante los siglos XV y XVI. Por el contrario, Hoag (1958, 435-450) señalaba que las verdaderas bóvedas baídas no se utilizaron en Castilla hasta finales del siglo XVI, mientras que en Andalucía se venían construyendo con frecuencia desde mediados de dicho siglo o antes, lo que podría deberse a la numerosa presencia de artistas italianos en el sur peninsular; es decir, sugería que la baída renacentista española podría ser una importación del Renacimiento italiano.

Lo cierto es que las baídas de hiladas del primer piso de la torre de la Lonja de Mercaderes de Valencia y de la sacristía de la Catedral de Murcia confirman la existencia de influencias italianas. La baída de Murcia se asemeja a algunas bóvedas del Quattrocento florentino, por ejemplo, a las cúpulas gallonadas sobre pechinas que hay en la sacristía vieja de la basílica de S. Lorenzo o en la capilla Pazzi de la basílica de la Sta. Cruz, atribuidas a Filippo Brunelleschi (Bonet [1966] 1987, 42; Gómez Piñol 1970, 18; Gutiérrez-Cortines 1989, 135-136; Vera 1993, 106-107; Calvo et al. 2005, 79-81). Sin duda, el artista florentino Torni tuvo que conocer de primera mano las obras de Brunelleschi y luego, durante su trabajo en la sacristía de la catedral murciana, aplicó una solución similar. Algo parecido pudo suceder con el maestro Compte en la Lonja de Mercaderes

de Valencia, pues a finales del siglo XV esta ciudad vivía en un ambiente artístico claramente italianizado (Marías 2000). Ahora bien, la cúpula gallonada sobre pechinas de Brunelleschi no se pudo aplicar directamente en las torres de la Lonja de Valencia o la Catedral de Murcia, pues en los pisos de las torres existía una limitación de altura. Por este motivo, la cúpula gallonada se rebajó, pero no de cualquier manera, sino de tal forma que su intradós pasó a formar parte de la misma superficie esférica que las pechinas, originándose entonces la bóveda baída.

Por su parte, las baídas de cruceros andaluzas también muestran influencias italianas. En Andalucía el conocimiento del arte renacentista se produjo gracias a la presencia de artistas italianos o formados en Italia, y también a través de estampas, ilustraciones de libros y otras piezas artísticas venidas de dicho país (Nieto Alcaide 1989; Morales 1991a; Morales 1992; Villar 1994; Félez y López Guzmán 1994; López Guzmán 2006). Parece que estas nuevas imágenes representaron un amplio repertorio de construcciones a lo romano muy sugerentes para los promotores de las empresas artísticas, entre las cuales debían estar las bóvedas artesonadas o de cruceros (Pinto 1998a, 1: 64-72; Pinto 2002, 61-68). Estas bóvedas ofrecían la nueva imagen que se demandaba y, al mismo tiempo, se podían construir fácilmente con las técnicas góticas conocidas.

En vista de todo ello, se puede concluir que las primeras baídas renacentistas de cantería aparecieron en España como consecuencia de influencias renacentistas italianas. No obstante, conviene recordar que antes del siglo XVI ya se construían en España, sobre todo en el sur, baídas de ladrillo y sillarejo vinculadas a la tradición hispanomusulmana y mudéjar, de las que se han conservado muchos ejemplos (Marías 1991a, 73-74; Pavón 2010; Rozalem 2014). Esto significa que la baída era un tipo de abovedamiento conocido y utilizado en España antes de la llegada del Renacimiento y, por lo tanto, no se puede afirmar que fuera una importación exclusivamente italiana. Quizá sería más riguroso afirmar que el Renacimiento italiano importó a España un gusto renovado por las formas clásicas a lo romano, entre las cuales se encontraban las baídas. Ahora bien, en España, a diferencia de Italia, las nuevas bóvedas no se ejecutaron con ladrillo, sino con piedra de cantería, lo que hizo necesario el empleo de técnicas de construcción específicas. Se dio entonces una dualidad, pues se empezaron a construir formas clásicas aplicando las técnicas góticas, que eran las que los maestros conocían a la perfección. Con el paso del tiempo, estas técnicas fueron evolucionando para adaptarse a las exigencias de las nuevas bóvedas y este proceso fue transformando la cantería gótica en la estereotomía renacentista.

LA PRIMERA DIFUSIÓN HASTA MEDIADOS DEL SIGLO XVI

Entre las décadas de 1540 y de 1550 se produjo una primera difusión de las bóvedas baídas por el sur peninsular y su llegada a los territorios castellanos de Toledo y Ciudad Real. Durante esta época los maestros canteros no solo profundizaron en los tipos formales y constructivos ya conocidos, sino que también experimentaron con nuevas posibilidades. En este sentido, es preciso destacar la aparición de las primeras baídas despiezadas por hiladas cuadradas en Úbeda. Las hiladas cuadradas son un despiece característico de las baídas que no vemos en otras bóvedas de intradós esférico y que denota la aplicación del procedimiento de desarrollo de conos para la obtención de las plantillas de intradós. Se trata de una innovación tecnológica que fue fundamental en la evolución de la cantería gótica hacia la estereotomía renacentista.

Andalucía occidental

Juan Sánchez en Sevilla

A finales de 1534 falleció Diego de Riaño, que estaba a cargo de las obras del Ayuntamiento renacentista de Sevilla. Sin embargo, su muerte no supuso la paralización de las obras del ayuntamiento, pues estas continuaron bajo la dirección del aparejador Juan Sánchez. En 1535 Sánchez terminó la baída de la sala capitular baja [cat. 190], cuya construcción había iniciado el propio Riaño en 1534, y después siguió edificando el resto ayuntamiento (Morales 1981a, 41-51; Morales 1981b, 65-90). Entre 1537 y 1539 cerró las baídas de cruceros paralelos de la sala del juzgado de fieles ejecutores y el arquillo [fig. 221; cat. 191-192], y al año siguiente, en 1540, inició las obras del primer tramo de la escalera, que cerró con otra baída de cruceros paralelos y casetones decorados con bichas y florones [cat. 193]. Puede que estas baídas fueran trazadas por Riaño antes de su muerte, de manera que Sánchez solo se habría encargado de dirigir las obras conforme al proyecto de su antecesor, o también puede que fueran fruto de unas trazas elaboradas por el propio Sánchez. En cualquier caso, no hay duda de que todas se inspiraron en la baída de la sala capitular baja, proyectada por Riaño. En 1540, una vez acabada la planta baja del Ayuntamiento renacentista, Sánchez desapareció del panorama arquitectónico y no se tienen noticias de que construyera más baídas.

Martín de Gaínza en Sevilla, Morón de la Frontera, Lebrija, Carmona, Cazalla de la Sierra, El Puerto de Santa María, Arcos de la Frontera y Villamartín

Tras fallecer Diego de Riaño, las obras de la Catedral de Sevilla pasaron a manos del aparejador Martín de Gaínza. Como ya se ha indicado anteriormente, Gaínza terminó las baídas de cruceros de las capillas laterales de la Sacristía Mayor [cat. 194-195] y también intervino en las obras de la planta baja del patio de los óleos [fig. 222; cat. 196-198]. Los modelos de baídas artesonadas de Riaño tuvieron un gran impacto en su discípulo Gaínza, que aprendió a construirlas a la perfección y que después las empleó en sus primeros proyectos en solitario. Así pues, en 1538, cuando D^a Mencía de Osorio le encargó la construcción de la capilla de la Virgen de la Antigua de la iglesia de S. Miguel Arcángel de Morón de la Frontera, Gaínza optó por cubrirla con una baída de cruceros paralelos (Pinto y Guerrero Vega 2009, 281; Pinto 2013, 166) [cat. 117]. Lo mismo hizo en la capilla de Vela de la iglesia de N^a S^a de la Oliva de Lebrija, que cerró con otra baída de cruceros paralelos durante la década de 1540 (Pinto 1998a, 1: 79-80, 2: n^o 17) [fig. 223; cat. 108]. Y quizá también podría ser suya la baída de cruceros paralelos de la capilla del Sagrado Corazón de la iglesia Prioral de Sta. María de Carmona [cat. 36], cuya construcción podría datarse en fechas similares. Además, debió supervisar las obras de las baídas de cruceros de la planta baja del claustro mayor del antiguo monasterio de S. Jerónimo de Buenavista de Sevilla (García-Tapial 1992, 71-72) [cat. 186], que se estaban construyendo conforme a las trazas que a principios de la década de 1530 había proyectado su maestro Riaño.

Todas las baídas anteriores presentan mallas de cruceros paralelos y casetones sin decoración. Las secciones de los cruceros se orientan verticalmente, es decir, son de molde revirado, y acaban con aristas muy finas al estilo de Riaño. Con el paso de los años, Gaínza replanteó el diseño de los cruceros y empezó a utilizar secciones menos afiladas, es decir, más cuadradas, o si se prefiere la expresión, más a lo romano. También comenzó, en algunos casos, a decorar

Figura 221. Baída en el arquillo del Ayuntamiento renacentista de Sevilla.

Figura 222. Baídas en la planta baja del patio de los óleos de la Catedral de Sevilla.

Figura 223. Baída en la capilla de Vela de la iglesia de Sta. Mª de la Oliva de Lebrija.

Figura 224. Baída en una tribuna lateral de la Capilla Real de la Catedral de Sevilla.

Figura 225. Planta de la iglesia de Nª Sª de la Consolación de Cazalla de la Sierra (Hernández Díaz et al. 1943, dib. 154).

Figura 226. Baídas en las naves de la iglesia de Nª Sª de la Consolación de Cazalla de la Sierra.

los casetones con florones. Así ocurrió en la baída que construyó entre 1550 y 1556 en la nave de la iglesia de S. Miguel Arcángel de Morón de la Frontera (Morón 1995, 95-98) [cat. 116] o en las dos baídas de las tribunas laterales de la Capilla Real de la Catedral de Sevilla, cerradas en 1552 (Morales 1979, 42-43) [fig. 224; cat. 203].

Un magnífico ejemplo de iglesia con baídas de cruceros cuyas obras inició Martín de Gaínza es la iglesia de N^a S^a de la Consolación de Cazalla de la Sierra [fig. 225-226; cat. 37-41]. Una lápida conmemorativa situada en la fachada de la iglesia indica que en 1538 se empezó a remodelar el antiguo templo mudéjar. El resultado de esta remodelación se aprecia en parte delantera del edificio, con capilla mayor y tres naves de dos tramos cubiertas por baídas de cruceros de estética renacentista. Varios elementos asemejan esta iglesia a la Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla, motivo por el cual algunos investigadores han atribuido su autoría a Gaínza, que trabajó en la Sacristía Mayor a las órdenes de Riaño y después, tras la muerte del maestro, se encargó de terminar las obras (Marías 1989, 405; Villar 1994, 344; Hernández González 1996; Cuevas y López Garrido 2002, 236). No obstante, aunque Gaínza proyectara la remodelación de la iglesia, quien realmente ejecutó las baídas fue su hijo Miguel, del que se hablará más adelante.

Martín de Gaínza no se limitó a reproducir las baídas artesonadas aprendidas de Riaño. También comenzó a experimentar con otras baídas de formas renacentistas y disposiciones constructivas basadas en el empleo de superficies completas de piedra labrada. En este sentido, en 1537, al mismo tiempo que terminaba de construir la cúpula de planta pseudo-oval sobre pechinas de la capilla central de la cabecera de la Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla, proyectada por Riaño [fig. 227], levantó unas pequeñas baídas en la planta alta del patio de los óleos (Morales 1984, 16 y 27-45) [fig. 228; cat. 199-200; lev. 379-382]. Se trata de cinco baídas con un despiece de hiladas redondas bastante irregular, lo que denota su carácter de experimentación. Tres baídas tienen planta cuadrada y las otras dos presentan planta rectangular e hiladas pseudo-ovales que recuerdan claramente a la cúpula sobre pechinas de la capilla central de la Sacristía Mayor anteriormente mencionada. Como ahora se verá, estas baídas fueron el preludio de otras tantas que Gaínza construyó por todo el arzobispado hispalense y que tienen varias características comunes: sección rebajada, decoración a base de molduras concéntricas y despiece de hiladas redondas, pseudo-ovales y ovales según se dispongan sobre planta cuadrada o rectangular.

En 1547 Gaínza diseñó las trazas definitivas de la Capilla Real de la catedral hispalense y en 1551 comenzaron las obras. En las sacristías y las capillas laterales del edificio, este maestro dispuso unas baídas rebajadas de hiladas pseudo-ovales (Morales 1979, 42-43) [fig. 229; cat. 201-202; lev. 383-386], que no son sino modelos más depurados y ornamentados de los que hay la planta alta del patio de los óleos. Del mismo modo, a mediados del siglo XVI construyó, en el vestíbulo de la puerta del Sol de la iglesia Mayor Prioral de El Puerto de Santa María, una baída de hiladas pseudo-ovales con cruceros radiales, circulares y cuadrados decorada con florones (Pinto 1998a, 1: 41-42, 2: n^o 15; Ruiz de la Rosa et al. 2010, 37-38) [cat. 54]. En 1553 terminó la cabecera de la basílica de Sta. M^a de la Asunción de Arcos de la Frontera, en cuya sacristía dispuso una baída rebajada de sección oval e hiladas redondas decorada con molduras circulares concéntricas (Falcón 1983, 42; Falcón 1995, 4-6) [fig. 230; cat. 12]. En el crucero de la enfermería de mujeres del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla construyó, a mediados del siglo XVI, una baída similar a la de Arcos de la Frontera, con sección oval bastante rebajada, despiezada por hiladas redondas y decorada con molduras circulares concéntricas y radiales (Jiménez Martín 1997a, 35;

Figura 227. Cúpula sobre pechinas en la capilla central de la cabecera de la Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla.

Figura 228. Baída en la planta alta del patio de los óleos de la Catedral de Sevilla.

Figura 229. Baída en una sacristía de la Capilla Real de la Catedral de Sevilla.

Figura 230. Baída en la sacristía de la basílica de Nª Sª de la Asunción de Arcos de la Frontera.

Figura 231. Baída en el crucero de la enfermería de mujeres del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla.

Figura 232. Baída en el vestíbulo alto de la escalera del coro de la iglesia del antiguo monasterio de S. Jerónimo de Buenavista de Sevilla.

Morales 1997a, 80; Pinto 1997, 137; Pinto 1998a, 3: 44) [fig. 231; cat. 204]. También a mediados de dicho siglo parece que cerró una baída en el vestíbulo alto de la escalera del coro de la iglesia del antiguo monasterio de S. Jerónimo de Buenavista de Sevilla, donde se atrevió a probar con un despiece de hiladas ovals (García-Tapial 1992, 71-72; Pinto 1998a, 1: 200) [fig. 232; cat. 189; lev. 375-378]. Por último, es posible que la baída que cubre la sacristía de la iglesia de N^{ra} S^a de las Virtudes de Villamartín también sea obra suya¹⁰¹ (Falcón 1995, 4-6) [cat. 227]. Las baídas construidas por Gaínza entre las décadas de 1540 y 1550 constituyen las primeras baídas renacentistas de hiladas de Andalucía occidental.

Andalucía oriental y el Levante

Diego de Siloé en Granada

En la década de 1540 Diego de Siloé estaba al frente de las obras de la Catedral de Granada y se encargó de cubrir la girola con cinco baídas [fig. 233-234; cat. 61]. Durante su construcción, contó con la ayuda de dos aparejadores, primero Sebastián de Alcántara y después, a partir de 1544, Juan de Maeda. Estas cinco baídas cubren plantas trapeziales, presentan secciones muy rebajadas y se resuelven con dos pares de cruceros paralelos entre los que se disponen otras porciones de cruceros diagonales y combados que dibujan un singular tetralóbulo decorativo (Gómez-Moreno Martínez [1941] 1983, 65-75; Camón 1945, 1: 102-107; Chueca 1953, 231-237; Rosenthal [1961] 1990, 25-33; Gómez-Moreno Martínez 1963, 27-35; Morales 1989, 124-128; Ampliato 1991, 1: 101; Marín López 1995; Ampliato 1996, 91-92; Rosenthal 2005, 99-105).

Las baídas de la girola granadina han sido objeto de debate en cuanto a su carácter gótico o renacentista (Senent 2016, 479-481; Senent et al. 2016). Han sido descritas como bóvedas de crucería ojival (Gómez-Moreno González 1892, 266) y bóvedas baídas, con crucería caprichosa (Gómez-Moreno Martínez [1941] 1983, 69). También se ha dicho que su superficie es continua, acercándose a la forma de la bóveda de pañuelo (o baída) (Rosenthal [1961] 1990, 112). Ahora bien, estudios recientes señalan que, desde un punto de vista formal, son baídas de rampante llano en la dirección paralela a los formeros y de rampante ligeramente cóncavo según la dirección radial, y desde un punto de vista constructivo, presentan dos pares de cruceros paralelos cuya disposición recuerda a la Capilla cruzada del manuscrito de cantería de Alonso de Vandelvira (ca. 1585, 119v-120r) (Senent 2016, 481-489). En cualquier caso, se trata de baídas que muestran una situación de transición entre las formas góticas herederas de la tradición medieval y las nuevas formas renacentistas procedentes de Italia.

Andrés de Vandelvira en Úbeda

Además de intervenir en la Catedral de Granada, Diego de Siloé fue contratado en 1535 por D. Francisco de los Cobos, secretario de Carlos V, para construir en Úbeda una iglesia a modo de panteón familiar. Las trazas de la iglesia fueron diseñadas por Siloé, que proyectó un templo de planta rectangular con capillas laterales y capilla mayor circular [fig. 235]. Por su parte, las obras se adjudicaron a los canteros Andrés de Vandelvira y Alonso Ruiz. Ahora bien, parece ser que la construcción sufrió algún retraso, quizá porque Siloé no debía estar prestando toda la

¹⁰¹ Esta baída también ha sido atribuida a Hernán Ruiz II, como más adelante se verá.

atención requerida, y por este motivo en 1540 se concertó un nuevo contrato con Vandelvira y Ruiz para que continuaran las obras. El nuevo contrato estipulaba que debía edificarse una nueva sacristía, muy probablemente porque la diseñada por Siloé era demasiado pequeña. Esta nueva sacristía debía levantarse conforme a la traza firmada del Sr. Deán (Campos Ruiz 1917; Campos Ruiz 1918; Campos Ruiz 1919a; Campos Ruiz 1919b). En base a estos datos, la gran mayoría de los investigadores coinciden en atribuir la autoría de la sacristía a Andrés de Vandelvira (Gómez-Moreno Martínez [1941] 1983, 81; Chueca 1953, 250-254; Chueca 1954, 11-12; Chueca [1971] 1995, 129-130). De hecho, el hijo de Andrés, Alonso de Vandelvira (ca. 1585, 83v-84r) señaló en su manuscrito de cantería, en las trazas de la Capilla cuadrada por hiladas cuadradas, que dicha baída estaba puesta por obra en la sacristía del Salvador de la ciudad de Úbeda por orden de mi señor padre Andrés de Baldelvira.

Vandelvira cubrió la sacristía con tres baídas [fig. 236; cat. 221; lev. 399-402]. Fueron proyectadas en torno a 1540 y se acabaron antes de 1556, pues en esta fecha un vecino entabló un pleito porque la ventana de la sacristía daba a su patio (Ruiz Ramos 2011, 94). Ahora bien, lo realmente importante de estas baídas es que son las primeras de hiladas cuadradas conocidas en España. Se trata de un despiece específico de las baídas que no vemos en otras bóvedas esféricas y que pone de manifiesto un cambio tecnológico en la construcción con piedra de cantería. No es un despiece que surja como adaptación de las técnicas góticas, como ocurría en las primeras baídas de hiladas y cruceros, sino que es una disposición claramente renacentista que denota el empleo de plantillas de intradós obtenidas por desarrollo de conos, especialmente en el caso de las plantillas de las dovelas acodadas con forma de uve de los encuentros entre tramos. Se trata, por tanto, de un paso fundamental en la evolución constructiva de las baídas que evidencia el desarrollo de nuevas técnicas de traza y labra que permitirán, en adelante, nuevas posibilidades formales y constructivas. Se desconoce las razones que motivaron la aparición de este despiece, pero quizá su origen podría estar en las baídas bizantinas construidas con hojas de ladrillo dispuestas paralelamente al perímetro de la planta (Rabasa 2000, 169; López Mozo 2009a, 326). Otro argumento sería el de la decoración, que se labraba en cada dovela antes de colocarla en la obra y que, en el caso de las baídas, podría haber generado la necesidad de una disposición constructiva por hiladas cuadradas para facilitar la labra en correspondencia con la planta (López Mozo 2009a, 326).

Además de las tres baídas de la sacristía, Vandelvira también construyó la baída de la antesacristía y de la capilla bajo la torre [cat. 222-223]. La primera presenta un despiece de hiladas cuadradas y una decoración idéntica a la empleada en las baídas de la sacristía. La segunda es diferente a las otras, dado que se despieza por hiladas redondas y muestra pechinas decoradas con medallones y luquete con molduras radiales y clave pinjante.

Por último, hay que señalar que Vandelvira fue contratado en el año 1538 por D. Diego Valencia de Benavides y su mujer para construir la iglesia del antiguo convento de S. Francisco de Baeza. No obstante, la baída de arcos cruzados de la capilla mayor de la iglesia empezó a construirse después de 1566 [cat. 29]. Por este motivo, se hablará de ella más adelante.

Jerónimo Quijano en Murcia

Simultáneamente a las experiencias de Martín de Gaínza en Andalucía occidental y de Andrés de Vandelvira en Andalucía oriental, Jerónimo Quijano construyó otra baída en la Catedral

Figura 233. Planta de la cabecera de la Catedral de Granada (Gómez-Moreno Martínez [1941] 1983, 69).

Figura 234. Baídas en la girola de la Catedral de Granada.

Figura 235. Planta de la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda (Gómez-Moreno Martínez [1941] 1983, 81).

Figura 236. Baídas en la sacristía de la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda.

Figura 237. Baída en la sala del segundo cuerpo de la torre de la Catedral de Murcia (J. Calvo López).

Figura 238. Baída en la capilla de los Aranda de la antigua iglesia abacial de Sta. Mª la Mayor de Alcalá la Real.

de Murcia [fig. 237; cat. 119]. Conviene recordar que en 1526 falleció Jacopo Torni, maestro que hasta entonces había dirigido las obras de la torre de la catedral murciana. Tras su muerte, fue sustituido por Quijano, que se encargó de seguir las obras de torre y construir el segundo cuerpo (González Simancas 1905-1907, 2: 87-88, 93-94 y 566-567; Baquero 1913, 47-53).

En este segundo cuerpo, Quijano levantó una baída particularmente singular. Se trata de una baída de planta cuadrada compuesta por cruceros diagonales y cuadrados, dispuestos en planos diametrales inclinados de la esfera, que dividen el intradós en varias partes con despieces diferentes. El uso de cruceros diametrales es una disposición muy extraña en la construcción renacentista española y parece más vinculada a la geometría culta que a la geometría operativa empleada en obra. Por este motivo, algunos investigadores piensan que en su diseño pudo intervenir Juan Martínez Silíceo, obispo de la diócesis de Cartagena entre 1541 y 1546 y autor de varios libros de matemáticas (Calvo et al. 2005, 204-207). En cualquier caso, esta baída es una pieza aislada que no tuvo excesivo impacto en los arquitectos de la época, quizá por lo elaborado de su diseño o por lo complejo de su construcción.

Martín de Bolívar y Juan de Marquina en Alcalá la Real

La bóveda baída que cubre la sacristía de la Catedral de Murcia [cat. 118], de la que se ha hablado anteriormente y que fue construida por el artista italiano Jacopo Torni entre los años 1521 y 1525, tuvo ciertas influencias en la antigua iglesia abacial de Sta. M^a la Mayor de Alcalá la Real. En dicha iglesia, el maestro Martín de Bolívar construyó una capilla para la familia de los Aranda, que terminó en 1551 y que cubrió con una baída de hiladas pseudo-ovales, compuesta por pechinas lisas y luquete decorado con guirnalda y molduras que dibujan casetones (Gila 1989, 1: 99-100; Gila 1991, 63-64) [fig. 238; cat. 4; lev. 239-242].

Sin duda, la baída de la capilla de los Aranda recuerda claramente a la baída de la sacristía de la Catedral de Murcia, lo que, en opinión de varios investigadores, sugiere la existencia de influencias murcianas. Estas influencias quizá llegaron a través del propio Torni (Galera 1994, 103; Martín García y Haro 2011, 178), aunque parece más probable que llegaran gracias a Juan de Marquina, maestro que trabajó en la iglesia de Alcalá la Real (Gila 1989, 1: 110-111; Gila 1991, 69), pero que antes, en 1523, estuvo avecindado en Murcia, donde pudo colaborar con Jacopo Torni u otros maestros del ámbito murciano (Gutiérrez- Cortines 1989, 61; Rubio Lapaz 1990a; Rubio Lapaz 2011a). En este sentido, algunos investigadores aprecian similitudes entre la baída y algunas bóvedas de Jerónimo Quijano, por ejemplo, la cúpula de planta pseudo-oval sobre pechinas de la capilla mayor de la iglesia de Sta. María del Salvador de Chinchilla de Montearagón (Calvo et al. 2005, 50). Por otro lado, conviene señalar que las hiladas pseudo-ovales también aparecieron en otras cúpulas cercanas, por ejemplo, en el Palacio de Carlos V, donde precisamente trabajó Marquina como aparejador (Rosenthal 1988, 55).

Los territorios castellanos

Alonso de Covarrubias y Ochoa de Muniategui en Almorox

En la década de 1550 empezaron a construirse las primeras baídas de hiladas del ámbito castellano. Por ejemplo, en el año 1552 los representantes de la iglesia de S. Cristóbal de Almorox,

en Toledo, contrataron al maestro Ochoa de Muniategui para que edificara la sacristía del templo (Cedillo 1919, 1: 20-21). Muniategui presentó un proyecto, pero fue supervisado y modificado por Alonso de Covarrubias; por este motivo, varios investigadores atribuyen a Covarrubias la autoría de la sacristía, cubierta con una baída de hiladas redondas y rematada por un cupulín avenerado (Marías 1983-1986, 4: 150-151; Morales 1989, 160) [fig. 239; cat. 7].

Alonso de Covarrubias, Juan Correa de Vivar y Juan de Zumárraga en Talavera de la Reina

En torno al año 1549 se empezó a edificar la iglesia del antiguo convento de Sta. Catalina de Talavera de la Reina (Camón 1945, 1: 203; Camón [1959] 2000, 250), edificio cuyas trazas se han atribuido a Alonso de Covarrubias (Marías 1983-1986, 4: 213-217). Parece ser que en 1550 se iniciaron las obras de la sacristía, estando al frente de las mismas un maestro llamado Correa, que quizá podría ser el artista Juan Correa de Vivar. Al año siguiente se comenzó a levantar la escalera junto a la sacristía, que debía ser de piedra que formasen por encima pasos y por debajo hoçinos, y pocos años después, en 1558, la sacristía se daba por terminada¹⁰². Parece que por estas fechas el responsable de las obras era otro maestro llamado Juan de Zumárraga, pues en 1563 se requería su presencia en las obras escorialenses para emitir un dictamen y se sabía que estaba en Talavera y se podía saber del en Santa Catalina, que tiene aquella obra a cargo (Portabales 1945, IX; Barrio y Moya 1981, 272).

Puede que la sacristía y la escalera junto a ella fueran fruto de unas trazas diseñadas por Correa o Zumárraga (Marías 1983-1986, 4: 216). Sin embargo, no se puede descartar la posibilidad de que estos maestros hubieran empleado unas trazas previas de Alonso de Covarrubias. Sobre la escalera se construyó una baída, cuya construcción se podría datar aproximadamente a finales la década de 1550, coincidiendo con la terminación de la sacristía. Se trata de una baída de hiladas cuadradas rematada por un cupulín de una hilada helicoidal [fig. 240; cat. 217]. Desde un punto de vista formal, es una bóveda similar a la de Almorox, pues se compone de una baída coronada por un cupulín semiesférico; pero constructivamente es diferente, pues presenta hiladas cuadradas en la baída y helicoidales en el cupulín.

La bóveda baída de Ciudad Real

En 1551 comenzaron las obras del segundo piso de la torre de la fachada de la epístola de la Catedral de Ciudad Real¹⁰³ (Clemente 1869, 104; Ramírez de Arellano 1893, 27-28; Hervás 1914, 337; Portuondo 1917, 1: 178 y 219; Pérez Nieto-Sandoval [1982] 2004, 38). La planta baja tiene una sala que antaño se utilizó como sacristía y la planta alta, a la que se accede por una escalera de caracol de Mallorca, se cierra con una baída de planta trapecial, con dos cruceros diagonales que arrancan desde las pechinas como si fueran jarjas góticas y un plemento de hiladas redondas [fig. 241; cat. 43; lev. 259-262]. Se desconoce la identidad del autor, pero la existencia de algunas piezas de cantería como el caracol de Mallorca, o la decoración de la ventana y los entablamentos, con querubines y discos, hablan de un maestro con cierta pericia y claro gusto clasicista.

¹⁰² La escalera se ajusta al modelo de "Escalera a regla adulcida" recogida en el manuscrito de cantería de Alonso de Vandelvira (ca. 1585, 59v-60r). Se trata de una pieza de cantería particularmente singular y de la que se conocen unos pocos ejemplos en España. Probablemente el más famoso sea la escalera de acceso a la cubierta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla.

¹⁰³ Esta torre permanece actualmente inacabada.

Figura 239. Baída en la sacristía de la iglesia de S. Cristóbal de Almorox (Parroquia de Almorox).

Figura 240. Baída en la escalera junto a la sacristía de la iglesia del antiguo convento de Sta. Catalina de Talavera de la Reina (E. Rabasa Díaz).

Figura 241. Baída en la sala sobre la antigua sacristía de la Catedral de Ciudad Real.

Figura 242. Baída en una nave lateral de la iglesia de Nª Sª de la Consolación de Cazalla de la Sierra.

Figura 243. Baída en la capilla bautismal de la iglesia de S. Juan Bautista de Hinojosa del Duque.

Figura 244. Inscripción en una pechina de la baída de la capilla bautismal de la iglesia de S. Juan Bautista de Hinojosa del Duque.

LA EXPANSIÓN EN EL TERCER CUARTO DEL SIGLO XVI

Durante el tercer cuarto del siglo XVI se produjo una gran expansión de las bóvedas baídas por el sur y el centro peninsular. Las baídas empezaron a utilizarse ampliamente en muchos edificios renacentistas y se desarrollaron nuevas variantes formales y constructivas, destacando la aparición de dos focos principales. El primer foco surgió en torno a las poblaciones de Sevilla y Cádiz, donde se construyeron muchas baídas, algunas con configuraciones constructivas particularmente interesantes, como las hiladas helicoidales, las hiladas redondas de ejes diferentes, los cruceros paralelos, los cruceros diagonales, los cruceros combados, etc. El otro foco apareció en las obras del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial, un verdadero centro de experimentación estereotómica donde se emplearon sorprendentes despieces como las hiladas en cruz, en equis y en damero. Todo ello muestra el importante progreso de la tecnología constructiva de la época y confirma la consolidación de la estereotomía renacentista.

Andalucía occidental

Miguel de Gaínza en Cazalla de la Sierra

Recordemos que en el año 1538 Martín de Gaínza había iniciado la reforma renacentista de la iglesia de N^a S^a de la Consolación de Cazalla de la Sierra. Tras su muerte, en 1556, su hijo Miguel se encargó de continuar las obras y, de hecho, en 1557 se le reconocía como maestro de Caçalla (Falcón 1980, 60-61). La parte renacentista de esta iglesia presenta elementos que la asemejan a la Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla, como los pilares, los entablamentos o las bóvedas de cruceros, lo que no es de extrañar, pues tanto Martín como Miguel trabajaron en la Sacristía Mayor. En Cazalla de la Sierra, Miguel se encargó de terminar las obras de la iglesia de N^a S^a de la Consolación durante el segundo tercio del siglo XVI y muy probablemente fue el autor de las bóvedas baídas de cruceros que cubren la capilla mayor y los dos primeros tramos de las naves (Morales 1991c, 192) [cat. 37-41]. Sin embargo, no se puede descartar la posibilidad de que hubiera empleado algunas trazas o diseños previos de su padre Martín.

La iglesia de Cazalla de la Sierra es uno de los primeros edificios donde el abovedamiento se resuelve en su totalidad con bóvedas baídas. Además, es preciso subrayar que las baídas de Miguel muestran una evolución respecto de las hechas por su padre en otros edificios, pues ya no se presentan únicamente mallas de cruceros paralelos, sino que aparecen, por primera vez, las mallas de cruceros diagonales [fig. 242; cat. 40-41] o Capillas enrejadas, según la denominación utilizada por Vandelvira (ca. 1585, 99v-100r, 100v-101r y 101v-102r) en los títulos 115, 116 y 117 de su manuscrito. Además, algunas baídas presentan formas muy interesantes, por ejemplo, la de la capilla mayor, que tiene intradós esférico, planta semidecagonal y cruceros radiales y decagonales, o también la del primer tramo de la nave central, con cruceros paralelos y sección transversal plana (Bravo Guerrero 2009, 239-241; Bravo Guerrero y Palacios 2009, 239-242).

Hernán Ruiz II en Hinojosa del Duque, Aracena, Jerez de la Frontera, Villamartín y Sevilla

La primera baída construida por Hernán Ruiz II fue la que hay en la capilla bautismal de la iglesia de S. Juan Bautista de Hinojosa del Duque (Nieto Cumplido 1982, 20-22 Morales 1996, 19-

20) [fig. 243; cat. 64]. Esta baída se terminó en el año 1554, según se lee en la inscripción de una pechina que dice FINITVM EST OPVS / ANO DOMINI + 1554 [fig. 244]. Es de planta cuadrada, con un despiece de hiladas redondas y está decorada con molduras circulares. En ella se aprecia la influencia de las baídas levantadas por Martín de Gaínza en el crucero de la enfermería de mujeres del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla [cat. 204] o en la sacristía de la basílica de Sta. M^a de la Asunción de Arcos de la Frontera [cat. 12]. Esto demuestra que en la década de 1550 Hernán Ruiz II estaba al tanto de las innovaciones en abovedamientos que estaba desarrollando Gaínza, por aquel entonces maestro mayor del arzobispado hispalense.

En el año 1557 Hernán Ruiz II fue designado maestro mayor de la Catedral de Sevilla y en 1558 maestro mayor de las obras del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla. Ese mismo año trasladó su residencia a dicha ciudad (Banda 1974a, 48; Morales 1996, 24). Pocos después, en 1562, fue nombrado también maestro mayor del arzobispado hispalense (Morales 1996, 57-58). Tal nombramiento venía acompañado por un pliego de condiciones de gran interés en el que se indicaba que el maestro debía hazer las traças, rregir e gobernar las obras de varias iglesias de la archidiócesis donde se estaban cometiendo errores de construcción por la falta de una dirección adecuada (López Martínez 1929, 150). A partir de entonces, este arquitecto comenzó a dirigir las obras de varias iglesias y proyectó numerosas baídas.

En la iglesia de N^a S^a de la asunción de Aracena diseñó y construyó, entre los años 1563 y 1569, las baídas del primer tramo de las naves y probablemente también la de la sacristía (Banda 1974, 181) [fig. 245-246; cat. 9-11]. Las naves laterales y la sacristía se cubrieron con baídas de mallas de cruceros paralelos y la nave central con una baída de cruceros radiales y circulares de trazado aparentemente oval y decorada con casetones trapeciales y circulares.

En la iglesia de S. Miguel de Jerez de la Frontera se hizo cargo de la construcción de la sacristía, que, al parecer, había sido iniciada por Martín de Gaínza a mediados del siglo XVI (Esteve 1933, 77; Sancho 1964, 69; Banda 1974a, 186-189) [fig. 247]. Hernán Ruiz II terminó las obras de la sacristía en 1564 y también proyectó la antesacristía y la sala de tránsito entre la sacristía y la capilla mayor de la iglesia, ambas cubiertas por dos baídas. En la antesacristía diseñó una baída rebajada compuesta por porciones de cruceros paralelos y diagonales que forman casetones hexagonales [fig. 248; cat. 100; lev. 311-314]. Y en el tránsito diseñó otra baída rebajada compuesta por una malla de cruceros combados que forman casetones circulares tangentes [fig. 249; cat. 101]. Ambas composiciones aparecen recogidas en el Libro II de Durero ([1525] 2000, 205) [fig. 250]. Es muy probable que en la ejecución de estas baídas interviniera el maestro cantero Francisco Rodríguez Cumplido, que se habría encargado de construirlas en la década de 1560 conforme a las trazas de Hernán. Así parece deducirse de dos datos que informan sobre su presencia en las obras: en primer lugar, se sabe que era el maestro mayor de la obra de esta yglesia de san myguel desde 1553 (Sancho de Sopranis 1964, 64); y en segundo lugar, se tienen noticias de que Hernán Ruiz II, en una visita realizada a las obras de la iglesia en 1567, afirmaba que las dichas obras son de calidad y trabajosas y çientificas en su governasion e traça conviene la persona del dicho Francisco Rodrigues por la esperiençia que del se tiene y estando el en las dichas obras bastara solo la visita mya una vez cada año (Romero Medina y Romero Bejarano 2010, 192-193; Pinto y Sanjurjo 2011, 1100). También en esta iglesia, Hernán debió proyectar la baída de la escalera junto a la antesacristía [cat. 102], cuya composición con casetones en forma de cruz se asemeja a algunos dibujos de su manuscrito de arquitectura (Ruiz II ca. 1565, 43v y 46r).

Figura 245. Planta de la cabecera de la iglesia de Nª Sª de la Asunción de Aracena (H. Vázquez Vázquez).

Figura 246. Baídas en el primer tramo de las naves de la iglesia de Nª Sª de la Asunción de Aracena (Cofradía de la Virgen del Rosario de Aracena).

Figura 247. Planta de la iglesia de S. Miguel de Jerez de la Frontera (Ruiz de la Rosa et al. 2010, 141).

Figura 248. Baída en la antesacristía de la iglesia de S. Miguel de Jerez de la Frontera.

Figura 249. Baída en el tránsito entre la sacristía y la capilla mayor de la iglesia de S. Miguel de Jerez de la Frontera.

Figura 250. Esquemas compositivos a base de módulos hexagonal y circular en el Libro II de Durero ([1525] 2000, 199 y 205).

Esta baída probablemente se construyó en la década de 1560 o de 1570, coincidiendo con las obras de los cuerpos altos de la sacristía. En su ejecución pudo intervenir Francisco Rodríguez Cumplido, pero, dado que este maestro falleció en el año 1569, no se puede descartar la posible participación de otros canteros, por ejemplo, Martín Delgado, que en un documento de 1576 consta como aparejador de la iglesia (Sancho de Sopranis 1964, 34).

También en Jerez de la Frontera, Hernán Ruiz II dio las trazas para el tramo de los pies de la iglesia de S. Juan de los Caballeros (Banda 1974a, 189-190; Pinto 1998a, 2: nº 35, nº 45, nº 46) [fig. 251]. Este tramo se edificó en dos fases constructivas: en primera instancia, entre 1562 y 1567, se levantó la fábrica aproximadamente hasta la altura de las baídas de los vestíbulos y las capillas laterales del tramo [cat. 95-99], tal y como se deduce de un dibujo hecho por Anton van den Wyngaerde en 1567 en el que se representa la iglesia en obras; posteriormente, entre 1567 y 1591, se terminó completamente el tramo y la baída superior [cat. 94]. Conviene destacar algunas de las baídas de los vestíbulos y las capillas laterales. La primera es la baída que cierra el vestíbulo de la fachada del evangelio [fig. 252; cat. 95], que se compone de una malla de cruceros paralelos y diagonales que forman casetones hexagonales de idéntica composición a la baída de la antesacristía de la iglesia de S. Miguel anteriormente mencionada [cat. 100]. Por este motivo, no se puede descartar que en S. Juan de los Caballeros, al igual que en S. Miguel, Francisco Rodríguez Cumplido se hubiera encargado de ejecutar algunas baídas según las trazas de Hernán. En este sentido, en la capilla lateral anexa a dicho vestíbulo hay otra baída de hiladas redondas [cat. 96], cuya decoración de acanaladuras recuerda a las baídas de dos capillas de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda, obra de Rodríguez Cumplido [cat. 181-182]. Es otra razón que apunta a la presencia de este maestro en las obras. Lo mismo ocurre con la baída del vestíbulo de acceso en el cuerpo bajo de la torre-fachada, que presenta un formidable despiece compuesto por dos hiladas helicoidales entrelazadas [fig. 253; cat. 99; lev. 307-310]. Aunque se han formulado varias hipótesis sobre su autoría, la más razonable indica que fue construida por Francisco Rodríguez Cumplido (Pinto y Sanjurjo 2011, 1106). A favor de este planteamiento se podría decir que Rodríguez Cumplido construyó, en la iglesia de Sta. M^a la Coronada de Medina Sidonia, otra baída con despiece idéntico [cat. 110]. Por último, hay que decir que la gran baída que cubre el tramo fue ejecutada por el maestro Martín Delgado en las últimas décadas del siglo XVI, conforme las trazas de Hernán (Romero Bejarano, 2009, 86 y 88) [fig. 254; cat. 94]. Se terminó en 1591, según consta en una lápida conmemorativa situada en el muro de los pies de la iglesia. Sobre Martín Delgado se hablará más adelante.

Todas las baídas jerezanas de Hernán Ruiz II demuestran su gran habilidad como proyectista, acompañado por un maestro de gran pericia como Francisco Rodríguez Cumplido. De su colaboración surgieron bellísimas baídas de composiciones y despieces fantásticos. Una verdadera época de experimentación con nuevas formas y sistemas constructivos.

También sabemos que Hernán Ruiz II dirigió varias obras en la iglesia de N^a S^a de las Virtudes de Villamartín entre los años 1562 y 1567. Intervino, al menos, en el crucero, en la capilla bautismal y en la portada de la torre-fachada, acabada en 1565, según consta en una inscripción. Además, algunos investigadores le atribuyen la autoría de la baída de la sacristía¹⁰⁴ y de la sala superior (Banda 1974a, 194; Banda 1975, 58-59; Morales 1996, 70; Álvarez 2001, 75) [cat. 227-

¹⁰⁴ Conviene recordar que, tal y como se ha indicado anteriormente, la baída de la sacristía también ha sido atribuida a Martín de Gaínza.

Figura 251. Planta de la iglesia de S. Juan de los Caballeros de Jerez de la Frontera (Pinto 1998a, 2: nº 3).

Figura 252. Baída en el vestíbulo de la fachada del evangelio de la iglesia de S. Juan de los Caballeros de Jerez de la Frontera.

Figura 253. Baída en el vestíbulo de la torre-fachada de la iglesia de S. Juan de los Caballeros de Jerez de la Frontera.

Figura 254. Baída en el tramo de los pies de la iglesia de S. Juan de los Caballeros de Jerez de la Frontera.

Figura 255. Baída en el vestíbulo de la escalera junto a la sacristía de la iglesia de Sta. Mª la Coronada de Medina Sidonia (E. Rabasa Díaz).

Figura 256. Baídas en la nave de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda.

228]. La baída de la sacristía es de planta rectangular y aunque un revestimiento cubre su intradós, se detecta que está ejecutada con piedra de cantería según un despiece de hiladas redondas. Por su parte, la baída de la sala sobre la sacristía es de planta rectangular con un despiece de hiladas redondas de trazado aparentemente oval, aunque muy irregular.

Como ya se ha dicho anteriormente, en 1558 Hernán Ruiz II fue nombrado maestro mayor de las obras del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla. A partir de entonces, además de continuar con las obras iniciadas por el anterior maestro, Martín de Gaínza, también comenzó a proyectar las trazas de la iglesia, para la cual realizó varios diseños, algunos de los cuales pueden verse en su manuscrito (ca. 1565). (Camón 1945, 1: 166-168; López Martínez 1949, 39; Chueca 1953, 266-270; Camón [1959] 2000, 343; Banda 1974a, 144-146; Navascués 1974, 31-39; Banda 1975, 51-53; Jiménez Martín 1982; Morales 1989, 168-170). En 1560 se inició la construcción de la iglesia, pero en 1569 murió Hernán Ruiz II y se detuvo la obra, que estaba a la altura de la cornisa. Las baídas de piedra que cubren el crucero y la nave [cat. 205; lev. 387-390] fueron construidas años después, a finales del siglo XVI, por Asensio de Maeda, del que más adelante se hablará.

Francisco Rodríguez Cumplido en Jerez de la Frontera, Medina Sidonia y Sanlúcar de Barrameda

Francisco Rodríguez Cumplido fue un arquitecto de enorme pericia, tal y como demuestran sus producciones, de ejecución impecable, especialmente las baídas, que denotan un gran conocimiento del corte de piedras y un gran gusto por las formas clásicas renacentistas. Ya se ha indicado que Rodríguez Cumplido ejecutó varias baídas en Jerez de la Frontera, concretamente en las iglesias de S. Miguel y de S. Juan de los Caballeros, conforme a las trazas de Hernán Ruiz II. Además de estas baídas, este arquitecto edificó otras tantas en edificios propios.

Por ejemplo, se sabe que desde el año 1545 estaba realizando obras en Medina Sidonia, en la iglesia de Sta. M^a la Coronada (Justiniano 1944, 215-216; Sancho de Sopranis 1964, 66). De hecho, es probable que construyera, entre las décadas de 1550 o de 1560, la baída de hiladas helicoidales que hay en el vestíbulo de la escalera junto a la sacristía (Pinto y Sanjurjo 2011, 1105-1106) [fig. 255; cat. 110], cuyo despiece es idéntico al de la baída del vestíbulo de la torre-fachada de la iglesia de S. Juan de los Caballeros de Jerez de la Frontera [cat. 99].

Como maestro mayor de la casa ducal de Medina Sidonia, Rodríguez Cumplido se encargó de construir la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda entre los años 1560 y 1570 aproximadamente (Guillamas 1858, 83-84; Sancho de Sopranis 1964, 67-68; Morales 1996, 96-97; Cruz Isidoro 2011c, 89-92). Esta iglesia presenta un amplio y magnífico repertorio de baídas con despieces de lo más singular [fig. 256]. Las seis capillas laterales muestran baídas con hiladas redondas y cuadradas decoradas con florones, discos, etc. [cat. 177-182]. Más interesante es la baída del sotacoro, de sección rebajada y compuesta por una malla de cruceros paralelos y combados con casetones circulares que denotan influencias del Libro IV de Serlio (1552, 73v-75v) [cat. 176]. En la misma línea está la baída de la capilla mayor, de cruceros paralelos y diagonales que dibujan casetones con forma de cruces, octógonos y hexágonos, también con influencias de Libro IV de Serlio [fig. 257-258; cat. 172]. Por último, la nave se cierra con tres baídas de planta rectangular, despiezadas mayoritariamente por hiladas redondas, aunque con algunas partes con despieces singulares que merece la pena destacar: la baída del primer tramo únicamente presenta hiladas redondas y se decora con una moldura circular tangente a los arcos formos mayores y florones [cat. 173]; la baída del segundo tramo tiene cuatro molduras circulares

Figura 257. Baída en la capilla mayor de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda.

Figura 258. Esquema compositivo a base de casetones con forma de cruces, octógonos y hexágonos en el Libro IV de Serlio (1552, 74v).

Figura 259. Baída en la antesacristía de la basílica de Nª Sª de la Merced de Jerez de la Frontera.

Figura 260. Baída en la capilla de los Villanueva de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Jerez de la Frontera.

Figura 261. Baídas en el antecabildo del Cabildo Viejo de Jerez de la Frontera.

Figura 262. Esquema compositivo a base de casetones con forma de cuadrados y hexágonos en el Libro IV de Serlio (1552, 74v).

despiezadas por hiladas redondas de ejes diferentes [cat. 174]; y la baída del tercer tramo se decora con molduras circulares y diagonales, además de florones, y combina hiladas redondas, cuadradas, diagonales y redondas de ejes diferentes [cat. 175].

En Jerez de la Frontera, además de las obras realizadas junto a Hernán Ruiz II, Francisco Rodríguez Cumplido puede que también interviniera en la basílica de N^a S^a de la Merced, concretamente en la antesacristía, cubierta por una magnífica baída de hiladas redondas de ejes diferentes [fig. 259; cat. 88; lev. 299-302], que recuerda a la baída del segundo tramo de la nave de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda anteriormente citada, no solo por su despiece, sino también por algunos de sus elementos decorativos.

Bartolomé Sánchez, Andrés de Ribera y Diego Martín de Oliva en Jerez de la Frontera

En Jerez de la Frontera, además de Hernán Ruiz II y Francisco Rodríguez Cumplido, también destacaron otros arquitectos locales como Bartolomé Sánchez, Diego Martín de Oliva o Andrés de Ribera¹⁰⁵, a quien tradicionalmente se ha identificado como discípulo de Ruiz II (Pinto 1998, 1: 203). Estos maestros construyeron varias baídas durante las décadas de 1560 y de 1570, algunas con despieces muy interesantes, sobre todo las ejecutadas con cruceros, cuyas mallas recuerdan al quehacer de Hernán Ruiz II y Rodríguez Cumplido, pues, al igual que ellos, emplearon composiciones tomadas del Libro IV de Serlio (1552, 73v-75v).

Bartolomé Sánchez se encargó de construir, durante la década de 1560, la baída de hiladas redondas y sección oval muy rebajada que cierra el vestíbulo de acceso al claustro del antiguo convento de Sto. Domingo (Jiménez López de Eguileta y Romero Bejarano 2013, 73-76) [cat. 87; lev. 295-298]. También durante la década de 1560 o de 1570 debió construir la baída de la capilla de los Villanueva de la misma iglesia, resuelta por hiladas cuadradas [fig. 260; cat. 86]. Por último, levantó y terminó en 1577 las tres baídas de hiladas cuadradas y planta rectangular que cubren la nave de la iglesia del convento del Espíritu Santo [cat. 93]. Estas baídas están decoradas con cintas, florones y rollwerk, o cartelas con cueros recortados y enrollados. Son muy parecidas, formal y constructivamente, a la baída de la capilla de los Villanueva.

El propio Bartolomé Sánchez colaboró con Andrés de Ribera en la construcción del antecabildo del Cabildo Viejo de Jerez de la Frontera, entre 1571 y 1575, cubierto con tres baídas de cruceros y sección muy rebajada, casi plana. La baída del tramo central presenta cruceros paralelos y diagonales que forman casetones cuadrados, pentagonales y hexagonales según una composición que denota influencias del Libro IV de Serlio [fig. 261-262; cat. 91]. Las baídas de los tramos laterales presentan una malla compuesta por cruceros paralelos y casetones cuadrados [cat. 92; lev. 303-306]. Todos los casetones se decoran con motivos florales y rollwerk.

A su vez, Andrés de Ribera y Diego Martín de Oliva parece que pudieron construir, en la década de 1570, la baída que cierra la antesacristía de la iglesia de Santiago [cat. 103]. Se trata de una baída de planta rectangular, compuesta por una malla de cruceros paralelos y diagonales que forman casetones hexagonales según una composición que aparece en el Libro II de Durero ([1525] 2000, 205) y el Libro IV de Serlio. Esta baída se asemeja a las del antecabildo del Cabildo Viejo en que sus casetones también se decoran con rollwerk o cartelas con cueros recortados y enrollados.

¹⁰⁵ La biografía de estos tres maestros está poco estudiada. No obstante, el estudio sobre arquitectura jerezana de Sancho de Sopranis (1964) ofrece algunos datos interesantes.

Andalucía oriental y el Levante

Juan de Maeda en Loja

El proyecto realizado por Diego de Siloé en el año 1537 para la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda, compuesto por una planta de corte italianizante de nave con capillas laterales y capilla mayor circular, tuvo grandes influencias en los arquitectos de la época. No solo sirvió de marco para que Andrés de Vandelvira proyectara una nueva sacristía y aplicara en ella las primeras baídas de hiladas cuadradas conocidas en España [cat. 221], como se ha indicado anteriormente, sino que también influyó en otras obras. Así ocurrió en la iglesia de S. Gabriel de Loja, como ahora veremos. Se sabe que en el año 1560 se pagó al mayordomo de la iglesia por ocuparse de un pleito sobre la ubicación del templo y en dar orden en la traza y traer a Juan de Maeda (Gómez-Moreno Calera 1989, 341-347). De esta noticia se deduce que el tracista de la iglesia fue Maeda, discípulo de Siloé, aunque no se puede descartar que dicho maestro hubiera empleado diseños previos de Siloé, a quien una vaga noticia documental sitúa en Loja en 1552 (Gómez-Moreno Martínez [1941] 1983, 84). En cualquier caso, en 1560 empezaron las obras, en 1566 se levantó la portada lateral y en 1568 se terminó de cerrar la baída de la capilla mayor [fig. 263; cat. 109].

Esta baída se compone de cuatro pechinas con decoración avenerada y despiezadas por hiladas redondas, sobre las que descansa un luquete de cruceros radiales y circulares. Sin duda, se trata de una baída que denota influencias de Siloé, pues se resuelve con cruceros circulares y radiales idénticos a los empleados en la cúpula de la capilla mayor de la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda (Gómez-Moreno Calera 1992, 152-154; Gómez-Moreno Calera 2000, 320; Félez y López Guzmán 1994, 233).

Andrés de Vandelvira en Baeza

El proyecto de Siloé para la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda también influyó a Andrés de Vandelvira. Es sabido que Vandelvira intervino en las obras de la Sacra Capilla y que muy probablemente quedó atraído por las formas renacentistas trazadas por Siloé. Así pues, en 1538, cuando fue contratado D. Diego Valencia de Benavides y su mujer para construir la iglesia del antiguo convento de S. Francisco de Baeza, decidió levantar una capilla mayor similar a la de la Sacra Capilla de Úbeda, es decir, una capilla de composición centralizada y con cierta autonomía respecto de la nave de la iglesia¹⁰⁶ (Chueca 1954, 16-17; Chueca [1971] 1995, 131-150). Ahora bien, parece que Vandelvira intentó no plagiar el proyecto de Siloé y, por este motivo, proyectó una capilla mayor con planta cuadrada en vez de circular, aunque ello comportara algunas dificultades adicionales. Con una planta circular no era complicado organizar la capilla al gusto renacentista, pues tan sólo había que seleccionar un orden de columnas y una bóveda adecuada, que de forma natural se planteaba como una cúpula semiesférica. Por el contrario, resolver una planta cuadrada al modo clásico exigía un mayor esfuerzo creativo, especialmente en el diseño de la cubrición, que se pretendía en forma de cúpula a modo de bóveda celestial. Y es en este punto,

¹⁰⁶ Existen otras arquitecturas vinculadas a Diego de Siloé que también podrían haber influido en el diseño de la capilla mayor de la iglesia del antiguo convento de S. Francisco de Baeza. Por ejemplo, el crucero de la iglesia del monasterio de S. Jerónimo de Granada, espacio funerario casi coetáneo con alzados laterales parecidos (Gila 1992, 90; Galera 2000, 85), o las baídas de planta trapecial de la girola de la Catedral de Granada [cat. 61], de menor escala, pero con una composición similar basada en el empleo de cuatro arcos cruzados (Gómez Martínez 1998, 117; Senent 2016, 481-489).

precisamente, donde encontramos la magistral aportación de Vandelvira: dispuso unas altas columnas en las esquinas de la planta cuadrada y sobre ellas situó un gran entablamento sobre el cual debía arrancar la bóveda, una gran baída que permitía la anhelada solución con forma de esfera. Ahora bien, esta composición requería articular la baída con el orden columnario del cuerpo inferior. Para ello, Vandelvira introdujo cuatro arcos cruzados en la bóveda que iban de lado a lado de la capilla [fig. 264; cat. 29].

Hace tiempo que esta baída desapareció. No obstante, tenemos varias noticias de su configuración formal y constructiva gracias al manuscrito de cantería del hijo de Andrés, Alonso de Vandelvira (ca. 1585, 119v- 120r), que en las trazas de la Capilla cruzada explica que está puesta por obra esta capilla en San Francisco en la ciudad de Baeza por mi señor padre. Según Alonso, esta bóveda es una baída con 2x2 cruceros paralelos, denominados arcos cruzados, que dividen el intradós en nueve sectores susceptibles de ejecutarse con diferentes despieces.

Algunos investigadores han sugerido que la capilla mayor de la iglesia se terminó en torno al año 1546 (Chueca 1954, 16; Chueca [1971] 1995, 131). Sin embargo, existen evidencias de que en la década de 1560 todavía estaba en obras. En primer lugar, en el testamento de la viuda de D. Diego Valencia de Benavides, que data de 1563, se puede leer que esta señora deseaba recibir sepultura en el monasterio de Señor San Francisco... en la capilla mayor, que ahora se hace en el dicho monasterio (Rodríguez-Moñino 2000, 293; Lázaro 2011, 135). Y en segundo lugar, existe una hornacina en una esquina de la capilla mayor, ubicada justo por debajo de la cornisa, que tiene una cartela con el año 1566 inscrito en su interior. Esto significa que los muros alcanzaron la altura de la cornisa en 1566 y que la baída probablemente se comenzó a construir después. Por otro lado, Alonso de Vandelvira (ca. 1585, 119v-120r) indica en su manuscrito que su padre Andrés fue quien construyó la Capilla cruzada de S. Francisco de Baeza. Puesto que Andrés murió en 1575, se puede suponer que por estas fechas la baída debía estar terminada. En vista de todo ello, se podría datar su construcción entre 1566 y 1575.

Jerónimo Quijano en Orihuela

En 1548 Jerónimo Quijano viajó a Jaén, convocado por el cabildo de la catedral, para asistir a una reunión, junto a Pedro Machuca y Andrés de Vandelvira, en la que se debía decidir cómo continuar las obras del templo (Gómez Moreno [1941] 1983, 118-119 y Chueca (1995) 1971, 57). Pocos años antes, en 1540, Vandelvira había comenzado a levantar la capilla mayor del antiguo convento de S. Francisco de Baeza, de la que se ha hablado anteriormente. Es probable que Quijano, durante su viaje a Jaén, tuviera ocasión de conocer el proyecto de Baeza, pues lo cierto es que en 1550, cuando recibió el encargo de construir una nueva capilla mayor para la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela, decidió proyectar un esquema idéntico al de Baeza: una capilla de planta cuadrada y composición centralizada, con cierta autonomía respecto de la nave de la iglesia, resuelta con columnas en las esquinas y cerrada con una baída de arcos cruzados [fig. 265; cat. 125; lev. 315-318]. Evidentemente, también cabe la hipótesis, aunque poco probable, de que Vandelvira y Quijano hubieran llegado a la misma solución de forma paralela e independiente.

Fuera como fuere, en 1550 Jerónimo Quijano entregó las trazas para la capilla mayor de la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela en un pergamino blanco. En 1551 se derribó la antigua cabecera y entre 1552 y 1572 se levantó el primer cuerpo de la nueva. Quijano murió en 1563, pero la construcción del primer cuerpo se realizó conforme a sus trazas. Desde 1574 y hasta 1581

Figura 263. Baída en la capilla mayor de la iglesia de S. Gabriel de Loja.

Figura 264. Hipótesis sobre la forma de la baída de la capilla mayor de la iglesia del antiguo convento de S. Francisco de Baeza (Chueca [1971] 1995, 143).

Figura 265. Baída en la capilla mayor de la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela.

Figura 266. Baída en la cripta bajo la iglesia del Hospital Tavera de Toledo.

Figura 267. Baída en la capilla mayor de la iglesia de Sta. Mª de la Nava de Navamorcuede.

Figura 268. Baída en la capilla mayor de la iglesia de S. Bartolomé Apóstol de Mijares.

el maestro a cargo de las obras fue Juan de Inglés. Bajo su dirección se levantó todo el segundo cuerpo y la baída de arcos cruzados, terminándose casi por completo la capilla, a excepción de algunas obras menores que se alargarían hasta principios del siglo XVII (Gutiérrez-Cortines 1977, 8-10; Gutiérrez-Cortines 1989, 251-258). Dadas las circunstancias, es necesario plantearse el alcance real que tuvo el diseño de Quijano sobre la capilla finalmente construida, pues fue ejecutada por otros maestros tiempo después de su fallecimiento. Sobre esto se hablará más adelante.

Los territorios castellanos

Hernán González de Lara en Toledo

Sabemos que Alonso de Covarrubias se encargó de dirigir la construcción del Hospital Tavera de Toledo desde el año 1541 hasta 1550. A continuación, se nombró maestro mayor a Hernán González de Lara, que hasta entonces había sido el aparejador (Wilkinson-Zerner 1968, 52; Marías 1983-1986, 3: 258; Marías 2007, 65). En 1559 Hernán González de Lara viajó a Jaén para tratar sobre las trazas de la iglesia del hospital con D. Diego Tavera, obispo de la diócesis giennense y heredero del cardenal Tavera¹⁰⁷ (Wilkinson-Zerner 1968, 113 y 342; Marías 1983-1986, 3: 266-267; Marías 2007, 12 y 72). Parece que las trazas resultaron satisfactorias y las obras comenzaron acto seguido. Entre 1561 y 1564 se construyó la baída de hiladas redondas y pechinas trapeziales de la cripta de la iglesia [fig. 266; cat. 219; lev. 395-398]. Aunque es posible leer esta bóveda como una cúpula semiesférica, lo cierto es que la adhesión de los cañones laterales le da una configuración final de baída.

Pedro de Tolosa en Navamorcuende y Mijares

Todas las bóvedas baídas proyectadas o construidas por Pedro de Tolosa pertenecen a su etapa posterior al cargo de aparejador de las obras del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial. Sin embargo, hay dos excepciones: el proyecto para la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende y la capilla mayor de la iglesia de S. Bartolomé Apóstol de Mijares.

En el año 1559 Tolosa firmó el contrato para continuar la construcción de la cabecera de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende, que debía cerrarse con una bóveda ochavada y otra baída (Marías 1983-1986, 4: 185-186; Gutiérrez Pulido 2009, 92 y 97-98). Tolosa comenzó las obras en 1560, pero poco a poco fue desvinculándose de las mismas, debido a sus obligaciones como aparejador de El Escorial, cargo para el que fue designado en 1562 (Bustamante 1994, 34; Rodríguez Robledo 1994, 70). Ahora bien, aunque el proyecto de esta iglesia se trazó en la década de 1560, la baída de la cabecera no comenzó a construirse hasta 1577 [fig. 267; cat. 120] y otras baídas más que hay en la iglesia se levantaron entre finales del siglo XVI y principios del siglo XVII [cat. 121-124]. Por este motivo, se analizará esta iglesia más adelante.

En Mijares, en la iglesia de S. Bartolomé Apóstol, Tolosa se encargó de construir la baída de la capilla mayor y la terminó, al parecer, en 1570 (Gutiérrez Pulido 2009, 37). No se dispone de más información sobre la obra; tan solo se puede señalar que la baída es de hiladas cuadradas y que está rematada superiormente con un florón y clave pinjante [fig. 268; cat. 112].

¹⁰⁷ Es posible que durante este viaje las trazas también fueran revisadas por Andrés de Vandelvira, que por aquel entonces era el maestro mayor de la Catedral de Jaén.

Como habrá ocasión de comprobar de aquí en adelante, todas las bóvedas baídas de los territorios castellanos, incluidas las del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial, están ejecutadas con granito. El granito es una piedra bastante dura y su labra es un trabajo laborioso, de modo que los alardes decorativos no son muy habituales. Por este motivo, la mayoría de las baídas de estas regiones presentan el intradós liso y aquellas que muestran algún tipo de decoración, la tienen labrada en concordancia con el despiece.

El monasterio de S. Lorenzo de El Escorial

Pedro de Tolosa y Lucas de Escalante, aparejadores del monasterio de El Escorial

El monasterio de S. Lorenzo de El Escorial fue un verdadero centro de experimentación estereotómica. Desde el punto de vista de la construcción de baídas, las obras de El Escorial pueden dividirse en dos fases diferentes: una primera fase liderada por los aparejadores Pedro de Tolosa y Lucas de Escalante, entre los años 1563 y 1576, que supervisaron la ejecución de multitud de baídas con formas y despieces completamente novedosos; y una segunda fase dirigida por el arquitecto real Juan de Herrera y su aparejador Juan de Minjares, a partir del año 1576 y hasta finalizar las obras, en la que se construyeron fundamentalmente baídas de hiladas redondas con un estilo más ortodoxo (López Mozo 2009a, 326).

Es preciso recordar que entre los maestros de las obras escorialenses circuló una copia del «Libro de trazas de cortes de piedras» de Alonso de Vandelvira (ca. 1585) (López Martínez 1932, 166-167; Banda 1969; Cruz Isidoro 2001, 48-59), manuscrito que, como ya se vio en el segundo capítulo de esta tesis, incluye numerosos trazados de cantería para bóvedas baídas. No obstante, se debe aclarar que las baídas construidas bajo la supervisión de Tolosa y Escalante pertenecen a un marco de experimentación propio, no vinculado, al menos directamente, con el manuscrito de Vandelvira, pues dicho manuscrito no se escribió hasta después de 1575. Por tanto, de haber tenido algún impacto sobre los maestros del Escorial, tuvo que ser necesariamente en la segunda fase, es decir, a partir de que Herrera y Minjares tomaran el control de las obras en 1576. En vista de ello, se tratará este tema más adelante.

Sabemos que en 1560 el arquitecto Juan Bautista de Toledo entró al servicio del monarca Felipe II y que al año siguiente había proyectado una traza general del monasterio, que se encomendó a la orden de S. Jerónimo. Entre 1561 y 1562 se decidió la ubicación del edificio y se avanzó en el diseño de las trazas, y en 1563 se colocó la primera piedra en el cimiento del Refitorio debaxo de la silla del Prior. Las obras de construcción comenzaron por la parte sur, que era la zona conventual (Sigüenza [1605] 1909, 401-682; Portabales 1945; Rubio Calzón 1964; Vicuña 1964; Andrés 1972; Cervera 1986; Checa 1989, 292-312; Wilkinson-Zerner [1993] 1996, 90-121; Rodríguez Robledo 1989, 67-109; Bustamante 1994; López Mozo 2009a, 145-157). Juan Bautista de Toledo falleció en 1567, pero eso no supuso una paralización de las obras, sino que estas continuaron bajo la dirección de los aparejadores Pedro de Tolosa y Lucas de Escalante. A partir de ese mismo año se empezaron a ejecutar numerosas baídas con formas y despieces varios, en algunos casos sorprendentes. Todas estas baídas fueron supervisadas por Tolosa y Escalante. Es posible que en algunos casos dieran las trazas y que en otros simplemente comprobaran la correcta ejecución realizada por otros canteros. En este sentido, conviene destacar la presencia del maestro cantero Pedro del Carpio.

Pedro del Carpio, maestro cantero en el monasterio de El Escorial

Pedro del Carpio fue un maestro cantero que ejecutó un buen número de baídas en monasterio de S. Lorenzo de El Escorial (López Mozo 2009a, 176-177). La primera que podría ser suya es la baída de hiladas ovales falsas que hay en unas escaleras de las salas capitulares, terminada quizá en el año 1566 (Bustamante 1994, 117 y 152) [cat. 146]. La segunda es una baída de hiladas cuadradas y geometría pseudo-esférica que está en otras escaleras de las salas capitulares, construida quizá en 1567 (Bustamante 1994, 114 y 141) [cat. 147].

Hechas las dos primeras baídas, Carpio empezó a realizar otras con un despiece completamente innovador: las hiladas en cruz y en equis. Desconocemos su alcance como proyectista, es decir, no sabemos si estas baídas fueron fruto trazas propias o si fueron diseñadas por los aparejadores; ahora bien, de lo que no hay duda es que fue el encargado de construirlas. Primero parece que levantó en el año 1567 una pequeña baída rebajada de hiladas en cruz en los sótanos del convento, en una escalera hoy en día cegada, pero que antaño desembarcaba en un vestíbulo entre el capítulo y la librería, es decir, entre las actuales salas capitulares [fig. 269; cat. 138; lev. 331-334]. Al año siguiente se encargó de ejecutar las bóvedas de cañón que hay en las dos salas paralelas que hay entre la cocina y la lucerna del convento, y también el vestíbulo de acceso cubierto por dos pequeñas baídas, una de hiladas en cruz y otra de hiladas en equis, un despiece que no es sino la aplicación de las hiladas en cruz giradas 45° respecto de la planta (Bustamante 1994, 176 y 211; López Mozo 2009a, 149 y 229) [fig. 270; cat. 143-144; lev. 347-350]. Carpio debió quedar satisfecho este tipo de hiladas y cuando se le presentó la oportunidad de hacer una bóveda de mayores dimensiones, repitió el despiece. Hizo, entonces, la baída de hiladas en cruz que está debajo de la torre del prior, en una de las salas que hoy en día componen el panteón de infantes, y la terminó en 1568. Se trata de una baída de sección muy rebajada y con una llamativa decoración de molduras, a modo de pliegues, cuyo trazado simula los nervios de una bóveda de crucería de cinco claves (Bustamante 1994, 185; López Mozo 2009a, 214 y 344) [cat. 139; lev. 335-338]. Al año siguiente, en 1569, acabó otra baída de hiladas en cruz en una sala colindante a la anterior, esta vez de intradós liso (Bustamante 1994, 245) [fig. 271; cat. 140; lev. 339-342]. Finalmente, entre 1569 y 1570 ejecutó, conforme a las trazas dadas por el aparejador Pedro de Tolosa, la baída de hiladas cuadradas de la cocina (Bustamante 1994, 176-177, 215-216 y 219; López Mozo 2004, 1025-1026; López Mozo 2009a, 343-344) [fig. 272; cat. 142].

Otros maestros canteros en el monasterio de El Escorial

Además de Carpio, otros canteros construyeron otras baídas en el monasterio de S. Lorenzo de El Escorial, aunque en menor cantidad. Por ejemplo, junto a la pequeña baída de hiladas en cruz de la escalera cegada [cat. 138], construida por Carpio en 1567 y de la que se ha hablado anteriormente, un cantero llamado Diego de Vandadas debió construir, en fechas similares, las dos baídas con hiladas en damero [fig. 273; cat. 137; lev. 331-334]. En el panteón de infantes, en una sala junto a las dos cubiertas por Carpio con sus baídas de hiladas en cruz, se construyó una tercera baída de hiladas cuadradas e intradós generado por traslación, obra, al parecer, de Diego de la Peña [cat. 141; lev. 343-346] y que se terminó en 1568. También habría que citar las baídas de los sótanos de la cocina, construidas entre 1568 y 1570, una de hiladas redondas y otra de cuadradas, ambas de pequeño tamaño y acabado tosco, lo que sugiere que podrían tratarse de pruebas realizadas por canteros en fase de aprendizaje [cat. 134-135].

Figura 269. Baída en una antigua escalera bajo las salas capitulares del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 270. Baída en el vestíbulo de una sala entre la cocina y la lucerna del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 271. Baída en una sala del panteón de infantes del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 272. Baída en la cocina del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 273. Baídas en una antigua escalera bajo las salas capitulares del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 274. Baída en una sala bajo la desaparecida torre del mediodía del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

En 1569 se terminó la baída de hiladas redondas casi plana que hay debajo de la estancia localizada a los pies de la iglesia vieja o de prestado, en la desaparecida torre del mediodía, y que el monarca Felipe II empleó como aposento provisional mientras se iban desarrollando las obras de construcción del palacio del monasterio. Se trata de una baída muy rebajada que actualmente presenta un pilar central y cuatro arcos de refuerzo, los cuales probablemente no fueron proyectados en origen, sino que se levantaron con posterioridad debido, quizá, a la aparición de algunas deformaciones [fig. 274; cat. 136]. Fue construida por Francisco González, Pedro Vázquez y Juan de Soria, bajo la supervisión de Escalante, que era el aparejador a cargo de la iglesia de prestado. Además, es probable que el autor de las trazas fuera Juan Bautista de Toledo.

En el año 1570 se terminaron las dos pequeñas baídas de hiladas cuadradas e intradós pseudo-esférico que hay debajo de los tramos laterales de la escalera principal del claustro mayor del convento [cat. 145]. Existen algunas incógnitas sobre la autoría de la escalera, pero no hay duda de que dichas capillas fueron cerradas por Cristóbal Serna, Diego de Velayos y Pedro Serna bajo la supervisión de Tolosa. Por último, a partir de 1570 se iniciaron las obras de los jardines y los muros de los nichos. Las escaleras de los jardines se cubrieron, en sus galerías inferiores, con baídas de hiladas redondas. Las partidas se asignaron a cuadrillas dirigidas por diferentes maestros: por ejemplo, una partida se asignó a Simón Sánchez y Gregorio de la Puente, otra a Pedro del Carpio y Alonso de Torres, y otra a Martín de Ibarguen [cat. 164].

LA CONSOLIDACIÓN EN EL ÚLTIMO CUARTO DEL SIGLO XVI

A lo largo del último cuarto del siglo XVI prosiguió la gran expansión de las bóvedas baídas iniciada en la anterior etapa y los arquitectos continuaron experimentando con nuevas formas y despieces. Se consolidaron los tres focos principales de baídas renacentistas de España: el primero en Sevilla y Cádiz, el segundo en San Lorenzo de El Escorial y Ávila, y el tercero en Jaén. Durante estos años. El monasterio de El Escorial influyó notablemente en la difusión de las baídas, sobre todo por el foco abulense, donde en un breve periodo de tiempo se construyeron numerosos ejemplos. Además, durante esta etapa las baídas llegaron al norte de España.

Andalucía occidental

Miguel de Zumárraga en Sevilla

Recordemos que a principios de la década de 1530 Diego de Riaño presentó las trazas para construir la planta baja del claustro mayor del monasterio de S. Jerónimo de Buenavista de Sevilla, cuyas galerías se cubrieron con baídas de cruceros paralelos [cat. 186]. La galería norte de la planta baja se construyó en la década de 1530, luego empezaron las obras de la galería oeste, que se alargaron hasta la década de 1560, y finalmente se levantaron las galerías sur y este, que se acabaron en torno al año 1580 (García-Tapia 1992, 63-66). En 1581 se contrató a Miguel de Zumárraga para construir en la galería norte de la planta alta del claustro cinco capillas romanas artesonadas, es decir, cinco baídas de cruceros paralelos (López Martínez 1929, 149-150; Sancho Corbacho 1949b, 162-166) [fig. 275; cat. 187]. Zumárraga debía construir las baídas en el plazo de

un año y conforme a las trazas de Riaño. Pese a ello, parece ser que este maestro introdujo algunos cambios, por ejemplo, en la altura de la galería o en la geometría de los arcos formeros, que modificó de medio punto a carpanel.

Asensio de Maeda en Sevilla

Tal y como se ha comentado anteriormente, en el año 1560 se empezó a levantar la iglesia del Hospital de las Cinco Llagas, pero en 1569 murió el maestro de las obras, Hernán Ruiz II, y se detuvieron las obras, que habían llegado a la cornisa. En 1582 los patronos del hospital acordaron continuar con la construcción del templo, en 1585 pensaron que las cubiertas se podían hacer de madera, pero en 1591 cambiaron de opinión y decidieron que se prosiga como se comenzó haziendo los arcos de la bóveda de piedra y las bobedas de ladrillo. Finalmente, entre 1592 y 1598 se cerraron las bóvedas baídas de la iglesia con piedra de cantería (Banda 1974a, 151-153; Navascués 1974, 39-42) [fig. 276; cat. 205; lev. 387-390]. El autor de estas baídas fue Asensio de Maeda, quien quizá también diseñó las trazas (Morales 1997a, 90). Ahora bien, la forma y disposición de dichas bóvedas estaba claramente condicionada por el proyecto inicial de Hernán [fig. 277]. Se trata de tres baídas de hiladas redondas de grandes dimensiones, sin decoración y cuyas pechinas tienen hiladas con lechos que muestran una singular orientación según un haz de planos paralelos inclinados. Esta disposición sugiere que el intradós de las pechinas podría ser cilíndrico, configuración constructiva que facilitaría bastante su ejecución, más aún si se tiene en cuenta su gran tamaño. Sobre estas hiladas se disponen otras, en la transición hacia el luquete, que adoptan lechos planos horizontales primero y lechos cónicos después.

Pedro Díaz de Palacios en El Pedroso

Tras la muerte de Hernán Ruiz II, Pedro Díaz de Palacios ocupó el puesto de maestro mayor de las obras del arzobispado hispalense¹⁰⁸. En el año 1569 fue nombrado maestro mayor y en 1578 fue contratado para construir la capilla sacramental de la iglesia de N^a S^a de la Consolación de El Pedroso, que cubrió con una baída de cruceros radiales y circulares [fig. 278; cat. 53].

Vermondo Resta en Lebrija

Se tienen noticias de que Hernán Ruiz II proyectó y quizá dirigió algunas obras en la iglesia de N^a S^a de la Oliva de Lebrija, como es el caso, por ejemplo, de la sacristía. Tras su muerte, estas obras de construcción siguieron bajo la dirección de Pedro Díaz de Palacios, de quien está documentada su participación en 1583. Posteriormente intervino Vermondo Resta, que desde 1585 aproximadamente ocupaba el cargo de maestro mayor de las obras del arzobispado hispalense (Marín Fidalgo 2011, 148) y que visitó las obras de Lebrija en 1589 y 1590 (López Martínez 1932, 165; Bellido [1945] 1985, 192). Varios datos constructivos permiten deducir que la baída del crucero de la iglesia de N^a S^a la Oliva de Lebrija se construyó entre 1585 y 1593 (Bellido [1945] 1985, 192). Por esta razón, se podría atribuir a Vermondo Resta la dirección de las obras de la baída del crucero [fig. 279; cat. 107]. No obstante, conviene señalar que algunos investigadores apuntan a Hernán Ruiz II como posible autor de las trazas (Pinto 1998a, 2: n^o 37).

¹⁰⁸ Conviene aclarar que el Pedro Díaz de Palacios del que aquí se habla, y que fue maestro mayor del arzobispado hispalense, no es el mismo Pedro Díaz de Palacios que ocupó a principios del siglo XVII el cargo de maestro mayor de las obras de la Catedral de Málaga (Alonso Ruiz 1991, 127; González Echegaray et al. 1991, 201-202).

Figura 275. Baídas en la galería norte de la planta alta del claustro mayor del monasterio de S. Jerónimo de Buenavista de Sevilla.

Figura 276. Baídas en la nave de la iglesia del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla.

Figura 277. Sección longitudinal de una iglesia con la nave cubierta por baídas en el manuscrito de Hernán Ruiz II (ca. 1565, 109r).

Figura 278. Baída en la capilla sacramental de la iglesia de Nª Sª de la Consolación de El Pedroso.

Figura 279. Baída en el crucero de la iglesia de Nª Sª de la Oliva de Lebrija.

Figura 280. Esquema compositivo a base de casetones con forma de hexágonos y pequeños triángulos en el Libro IV de Serlio (1552, 74v).

Por otro lado, tampoco se puede descartar la posible intervención, en la construcción de esta baída, de algún maestro en la estela de Hernán Ruiz II. En este sentido, hay que indicar que dicha bóveda presenta cruceros con casetones hexagonales con *rollwerk*, según una composición recogida en el Libro II de Durero ([1525] 2000, 205) y el Libro IV de Serlio (1552, 73v-75v) [fig. 280], que la asemejan bastante a la baída de la antesacristía de la iglesia de Santiago de Jerez de la Frontera [cat. 103], de la que se ha hablado anteriormente y que fue construida por los maestros jerezanos Andrés de Ribera y Diego Martín de Oliva.

Martín Delgado y Pedro Martín en Jerez de la Frontera y El Puerto de Santa María

En Jerez de la Frontera, Martín Delgado se encargó de terminar algunas de las obras proyectadas por Hernán Ruiz II y cuya construcción había iniciado Francisco Rodríguez Cumplido. Recordemos que Hernán Ruiz II trazó el tramo de los pies de la iglesia de S. Juan de los Caballeros y que Rodríguez Cumplido edificó la parte baja del tramo entre 1562 y 1567. En esta iglesia, Martín Delgado terminó el tramo de los pies y la baída que lo cubre en 1591 (Romero Bejarano 2009, 86 y 88) [cat. 94]. Por otro lado, en la iglesia de S. Miguel de la misma ciudad, Hernán Ruiz II había intervenido en las obras de la sacristía y había proyectado las baídas de la antesacristía y el tránsito [cat. 100-102]. Aquí las obras también las llevaba Rodríguez Cumplido. Sin embargo, la baída de la escalera junto a la sacristía [fig. 281; cat. 102], cuyo diseño se ha atribuido a Ruiz II (Pinto 1998a, 1: 254, 2: n° 44), debió terminarse junto con los cuerpos altos de la sacristía en torno a las décadas de 1560 o de 1570. Por tanto, se podría atribuir su ejecución a Delgado, que en 1572 era el aparejador de la iglesia (Sancho de Sopranis 1964, 34).

Martín Delgado también realizó otras baídas en obras propias. En Jerez de la Frontera se le contrató en el año 1589, junto al cantero Pedro Martín, para construir la sacristía y antesacristía del antiguo convento de N^a S^a de la Victoria (Sancho de Sopranis 1964, 44; Romero Bejarano 2006, 483-484). Ambas estancias se cubrieron con baídas de hiladas redondas y sección rebajada [cat. 79-80]. Poco después, en 1594, se les volvió a contratar para cerrar el refectorio del mismo convento, donde levantaron tres baídas idénticas a la de la sacristía (Sancho de Sopranis 1964, 34; Romero Bejarano 2006, 485-486) [fig. 282; cat. 83; lev. 291-294]. Además, es probable que algunas baídas de las capillas laterales de la iglesia también fueran obra suya (Romero Bejarano 2006, 490-491) [cat. 81-82]. Conviene señalar que las baídas de la sacristía, el refectorio y las capillas de este antiguo convento presentan una decoración con acanaladuras circulares y radiales que las asemejan bastante a la baída de la capilla [cat. 96] que está junto al vestíbulo de la fachada del evangelio del tramo de los pies de la iglesia de S. Juan de los Caballeros de Jerez de la Frontera, la cual, a su vez, recuerda a las capillas de los pies de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Sanlúcar de Barrameda [cat. 181-182], obra de Francisco Rodríguez Cumplido. No parece extraño que algunos diseños de dicho maestro, en particular los de S. Juan de Caballeros, fueran vistos por Martín Delgado y posteriormente aplicados por este en sus propias obras.

Lo mismo pudo ocurrir con las baídas del vestíbulo y las dos capillas del lado del evangelio a los pies de la iglesia Mayor Prioral de El Puerto de Santa María [fig. 283-284; cat. 55-57; lev. 267-270]. Parece ser que dichas estancias se edificaron en el último tercio del siglo XVI (Ruiz de la Rosa et al. 2010, 40-41 y 59-61). Y en vista del parecido que guardan sus baídas con las del antiguo convento de N^a S^a de la Victoria de Jerez de la Frontera, sobre todo en la decoración con acanaladuras, bien pudieron ser ejecutadas por Martín Delgado y Pedro Martín.

Figura 281. Baída en la escalera junto a la sacristía de la iglesia de S. Miguel de Jerez de la Frontera.

Figura 282. Baídas en el refectorio del antiguo convento de Nª Sª de la Victoria de Jerez de la Frontera.

Figura 283. Planta de la iglesia Mayor Prioral de El Puerto de Santa María (Ruiz de la Rosa et al. 2010, 34).

Figura 284. Baída en la capilla del Sto. Entierro de la iglesia Mayor Prioral de El Puerto de Santa María.

Figura 285. Baída en la sacristía de la basílica de Nª Sª de la Merced de Jerez de la Frontera.

Figura 286. Baídas en la nave de la basílica de Nª Sª de la Merced de Jerez de la Frontera.

Otras baídas que quizá se podrían atribuir a estos dos canteros son las de la sacristía de la basílica de N^a S^a de la Merced de Jerez de la Frontera [fig. 285; cat. 89], pues tienen igual forma y despiece que las baídas de la sacristía y el refectorio del antiguo convento de N^a S^a de la Victoria de Jerez de la Frontera mencionadas anteriormente.

Esteban Martín y Luis Fernández en Jerez de la Frontera

Dos maestros de los que sí hay constancia documental de su intervención en la basílica de N^a S^a de la Merced de Jerez de la Frontera son Esteban Martín y Luis Fernández. En el año 1596 se les contrató para cubrir la nave de la iglesia, que se cerró con baídas apoyadas sobre los arcos fajones y formeros apuntados pertenecientes a la anterior estructura gótica [fig. 286; cat. 90]. La construcción comenzó en 1597 (Sopranis 1964, 34-36; Romero Bejarano 2009, 88) y aunque se desconoce en qué fecha acabaron las obras, el contrato estipulaba una duración de cuatro años contados desde la fecha en que se otorgó la escritura.

Extremadura

Francisco de Montiel en Zafra, Montijo y Guareña

El maestro cantero Francisco de Montiel construyó, entre finales del siglo XVI y principios del XVII, varias baídas de cruceros en poblaciones extremeñas. Por ejemplo, en abril del año 1580 el prior del antiguo monasterio de N^a S^a de la Encarnación de Zafra le contrató para acabar e cerrar dos capillas en la nave del evangelio de la iglesia. Esta era la última nave que faltaba por cubrir y sus baídas tenían que ser como las de la nave de la epístola (Rubio Masa 2001, 234-235). Parece que todas las baídas de la iglesia fueron obra de Montiel. Las de la nave central tienen cruceros radiales y circulares, y las de las naves laterales cruceros paralelos y diagonales [fig. 287; cat. 230-235]. Es posible que dichas baídas tengan su origen en influencias andaluzas. En este sentido, conviene señalar que la disposición espacial y el abovedamiento de la iglesia la emparentan con otros templos andaluces similares, por ejemplo, el de Cazalla de la Sierra o el de Aracena [cat. 37-41 y 9-10], de los que ya se ha hablado anteriormente. Además, estas influencias no serían en absoluto descabelladas, dado el contexto de relaciones artísticas que se dio entre Andalucía y la baja Extremadura durante esta época (Banda 1974b; Sanz 2009-2010, 145).

Ahora bien, el origen de las baídas de Zafra también podría ser fruto de influencias directas del Ayuntamiento renacentista de Sevilla, como ahora se verá. Por un lado, sabemos que en 1549 estaba asentado en Zafra un cantero llamado Francisco de Montiel, apodado el viejo, y que el menor de sus hijos, llamado también Francisco de Montiel, nació en 1555 y fue el autor de las baídas de Zafra (Rubio 2001, 282). Por otro lado, se da la circunstancia de que está documentada la presencia de un Francisco de Montiel en las obras del Ayuntamiento de Sevilla, bajo los órdenes de Juan Sánchez, sucesor de Diego de Riaño, y que en 1539 labró los sillares y las dovelas para el entablamento y la baída de cruceros del juzgado de fieles ejecutores (Morales 1991, 73) [cat. 191]. Ignoro si podemos relacionar al Montiel de Sevilla con el de Zafra, pero quizá podría tratarse de Francisco de Montiel el viejo, que en su etapa de juventud podría haber trabajado en Sevilla, donde quizá aprendió a construir baídas de cruceros, conocimientos que posteriormente transmitiría a su hijo, continuador del oficio familiar en tierras extremeñas.

Francisco de Montiel también se encargó de levantar, a principios del siglo XVII, varias bóvedas baídas de cruceros en la iglesia de S. Pedro Apóstol de Montijo (Tejada 1997, 48). La baída de la capilla mayor se resuelve con una malla de cruceros paralelos y las de los brazos del evangelio tienen mallas de cruceros diagonales [cat. 114-115]. Todas estas baídas presentan la particularidad de tener sus arcos formeros con arranques a diferente altura¹⁰⁹, lo que provoca que no sean simétricas respecto de su eje longitudinal. Otra baída atribuible al maestro Montiel es la de cruceros radiales y cuadrados que hay en la sacristía de la iglesia de Sta. María de Guareña [fig. 288; cat. 62; lev. 271-274]. Esta bóveda quizá se construyó entre los años 1594 y 1609, tal y como parece deducirse del escudo labrado sobre la puerta de acceso a la estancia, perteneciente a D. Pedro González de Acevedo, que fue obispo de la diócesis de Plasencia entre 1594 y 1609.

Andalucía oriental y el Levante

Francisco del Castillo "el mozo" en la Guardia de Jaén, Huelma, Alcaudete y Andújar

Francisco del Castillo el mozo fue un arquitecto que viajó a Italia, donde se formó, y luego volvió a tierras giennenses, donde trabajó como arquitecto. Fue el gran rival profesional de Andrés de Vandelvira; sin embargo, desde el punto de la construcción de baídas, estuvo a la sombra de Vandelvira y no pudo ejercer toda su capacidad hasta después de muerto su competidor. La personalidad de Castillo el mozo queda bien plasmada en los documentos sobre la oposición para proveer una plaza de maestro de obras de la Catedral de Granada (Moreno 1984, 82 y 300-413), a la que se presentó en el año 1576, pero que no ganó, motivo por el cual apeló, haciendo constar su gran sabiduría y experiencia en el arte de corte de piedras. En sus propias palabras: (...) por manejo y pratica que yo tengo en el gobierno de los oficiales y ministros para las dichas obras que como hombre tan experimentado me obedecen y respetan porque yo se y entiendo el sacar de las piedras en las canteras, el orden del cargallas y traellas aunque fuesen de grandez que pareciere imposible a fuerças humanas, el orden de labrallas y traçallas parca i escasamente para que no se gasten los bienes de la fabrica (...) (Moreno 1984, 358).

La primera baída de Francisco del Castillo el mozo es la del tramo de los pies de la iglesia del antiguo convento de Sta. M^a Magdalena de La Guardia de Jaén [fig. 289-290; cat. 104], actualmente conocida como de N^a S^a de la Asunción. Sabemos que Andrés de Vandelvira levantó en el crucero de la iglesia una bóveda de crucería con forma de baída. Pero algunas desavenencias con los religiosos provocaron su despido y la posterior contratación de Castillo el mozo. Este arquitecto permaneció en las obras desde 1570 hasta 1576, quizá algunos años más, y durante este periodo levantó la baída de los pies, de cruceros radiales y circulares (Lázaro 1988, 130-132).

Otra iglesia en la que primero intervino Vandelvira y después Castillo el mozo es la iglesia de la Inmaculada Concepción de Huelma. Es bien sabido que Vandelvira tuvo un papel determinante en la construcción de esta iglesia, pues en el año 1559 fue a visitar la obra de la iglesia y dar la orden que se avía de tener en ella (Chueca [1971] 1995, 278-281). Sin embargo, Vandelvira murió en 1575 y a partir de entonces el encargado de las obras pasó a ser Castillo el mozo. Entre 1582 y 1584 aproximadamente, este arquitecto se encargó de cubrir las naves del segundo

¹⁰⁹ Los arcos formeros de los lados cortos de la planta tienen sus arranques a diferente altura: un extremo del formero arranca desde la cornisa y el otro extremo arranca desde el arco toral del crucero.

Figura 287. Baídas en las naves de la iglesia del antiguo monasterio de Nª Sª de la Encarnación de Zafra.

Figura 288. Baída en la sacristía de la iglesia de Sta. María de Guareña.

Figura 289. Planta de la iglesia del antiguo convento de Sta. Mª Magdalena de La Guardia de Jaén (Chueca [1971] 1995, 256).

Figura 290. Baída en el tramo de los pies de la nave de la iglesia del antiguo convento de Sta. Mª Magdalena de La Guardia de Jaén.

Figura 291. Planta de la iglesia de la Inmaculada Concepción de Huelma (Martín Clabo y Garrido 2008, 121).

Figura 292. Baídas en las naves de la iglesia de la Inmaculada Concepción de Huelma.

y el tercer tramo de la iglesia con bóvedas baídas de hiladas redondas y cuadradas [fig. 291-292; cat. 66-68; lev. 279-286]. La autoría de estas baídas no ofrece ninguna duda, pues Castillo el mozo dejó escrito, en su propio testamento de 1586, que en la villa de Guelma e hecho seis capillasuntuossissimas (Moreno 1984, 105).

En la iglesia de Sta. M^a la Mayor de Alcaudete se encargó de sustituir, en la década de 1580, la bóveda de la capilla mayor, que había sido construida años atrás por Martín de Bolívar, por una nueva bóveda baída (Gila 1991, 167-168) [fig. 293; cat. 5; lev. 243-246]. Se trata de baída con cuatro pares de cruceros paralelos y nueve grandes casetones decorados con octógonos y florones según una composición que denota influencias del Libro IV de Serlio (1552, 73v-75v).

También se hizo cargo de las obras de la iglesia de Sta. M^a la Mayor de Andújar, que le fueron traspasadas en el año 1556 por su padre, Francisco del Castillo el viejo, quien, al parecer, se encontraba en mala disposición para hacerse cargo de las mismas (Moreno 1984, 129-132). Aquí construyó una baída de hiladas cuadradas, decorada con almohadillado rehundido [fig. 294; cat. 8; lev. 247-250]. Debió empezarla durante sus últimos años de vida, esto es, en la década de 1580; sin embargo, no llegó a terminarla, pues falleció en 1586. Fue rematada por otros canteros, quizá su hermano Benito del Castillo, en 1589.

Juan de Inglés en Orihuela

Recordemos que las trazas de la capilla mayor de la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela fueron diseñadas por Jerónimo Quijano en el año 1550. Este maestro supervisó las obras del primer cuerpo, pero en 1563 murió, y las obras del segundo cuerpo y la baída las continuaron otros maestros. En 1574, antes de comenzar la construcción del segundo cuerpo, el maestro italiano Juan Luis de Musante cobró por una traza que ha contrafet per a la obra de San Jaume. Por la fecha, puede que estas trazas fueran para el segundo cuerpo y la baída, lo que llevaría a atribuir su diseño a dicho maestro. Sin embargo, es muy posible que en realidad fueran una reproducción de las trazas originales o modelos complementarios de ayuda (Gutiérrez-Cortines 1989, 254; Gómez-Ferrer 2013, 49-51). Desde el año 1574 y hasta 1581 el maestro a cargo de las obras de la capilla mayor de la iglesia fue Juan de Inglés. Bajo su dirección se levantó todo el segundo cuerpo y la baída de arcos cruzados [cat. 125; lev. 315-318], terminándose casi por completo la capilla, a excepción de algunas obras menores que se alargarían hasta principios del siglo XVII (Gutiérrez-Cortines 1989, 251-258). No obstante, se debe tener en cuenta que el esquema arquitectónico de la capilla quedaba muy condicionado por el diseño del primer cuerpo, trazado por Quijano, donde se establecían las dimensiones, la posición de los órdenes y los huecos. Por este motivo, algunos investigadores consideran que Inglés tuvo poco margen para modificar el proyecto previsto por Quijano, excepto en la decoración (Gutiérrez-Cortines 1989, 254).

La bóveda que finalmente se construyó es una baída de grandes dimensiones, con planta cuadrada de esquinas achaflanadas y compuesta por 2x2 pares de cruceros paralelos, llamados arcos cruzados, que cruzan la planta de lado a lado y dividen el intradós en varias partes con diferentes despieces. Los muros y las pechinas se decoran con molduras que dibujan un segundo juego de arcos cruzados, y la parte superior comprendida entre los arcos se despieza con hiladas cuadradas y se adorna con molduras cuadradas¹¹⁰.

¹¹⁰ Esta baída estaba rematada originariamente por una linterna, pero en el año 1735 se acordó quitarla debido a la aparición de algunas grietas (Nieto Fernández 1984, 1: 381-382).

Figura 293. Baída en la capilla mayor de la iglesia de Sta. Mª la Mayor de Alcaudete.

Figura 294. Baída en la capilla mayor de la iglesia de S. Bartolomé de Andújar.

Figura 295. Baída en la antesacristía de la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela.

Figura 296. Baídas en el primer tramo de las naves de la iglesia de Sta. Mª de la Encarnación de Huéscar.

Figura 297. Sección longitudinal de la iglesia del Salvador de Caravaca de la Cruz (Gutiérrez-Cortines 1989, 301).

Figura 298. Baída en la capilla mayor de la iglesia del Salvador de Caravaca de la Cruz.

Uno de los aspectos más destacables de esta baída es su geometría claramente pseudo-esférica. Desconocemos los motivos que llevaron a construir tal geometría, aunque se puede formular la siguiente hipótesis. Como ya se ha indicado anteriormente, sabemos que Jerónimo Quijano viajó a Jaén en el año 1548 para asistir a una reunión junto con Pedro Machuca y Andrés de Vandelvira. Durante este viaje, Quijano pudo conocer el proyecto de Vandelvira para la capilla mayor de la iglesia del antiguo convento de S. Francisco de Baeza, cuya construcción comenzó en 1540 [cat. 29]. Quijano debió quedar atraído por el proyecto de Baeza y posteriormente, en 1550, cuando se le encargó el diseño de la capilla mayor de la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela, proyectó una capilla similar a la de Baeza. Sin embargo, tras su muerte, ocurrida en 1563, las obras de Orihuela recayeron en otros maestros, que probablemente no supieron cómo interpretar los planos de Quijano. Por este motivo, se contrató a Musante para que hiciera unas trazas complementarias de ayuda. Ahora bien, estas trazas de ayuda tampoco debieron resultar muy eficaces, pues el maestro encargado de rematar la capilla mayor, Juan de Inglés, no supo resolver correctamente el encuentro entre los muros verticales y la baída, y se vio obligado a deformar los muros, curvándolos, para adaptarlos a los arcos cruzados y el intradós esférico de la baída. El resultado fue, como ya sabemos, una gran baída de intradós pseudo-esférico (Natividad 2014).

Además de la baída de la capilla mayor, Inglés también levantó otra baída en la antesacristía de la misma iglesia, con una decoración geométrica muy de su gusto (Gutiérrez-Cortines 1989, 266) [fig. 295; cat. 126; lev. 319-322].

Pedro y Andrés Monte en Huéscar y Caravaca de la Cruz

Influenciados por la tradición constructiva de baídas de cruceros del sur, aparecieron, primero en Huéscar y después en Caravaca de la Cruz, los maestros canteros Pedro y Andrés Monte. Pedro era el encargado de hacer las trazas y su sobrino Andrés era quien las ejecutaba. Entre los años 1592 y 1597 construyeron, en la iglesia de Sta. M^a de la Encarnación de Huéscar, las baídas del primer tramo de las naves (Laguna 2009). Son baídas compuestas por mallas de cruceros paralelos y casetones decorados con almohadillado [fig. 296; cat. 70-71].

En el año 1597, después de terminar las baídas de la iglesia de Huéscar, fueron contratados para ejecutar las bóvedas de piedra de la iglesia del Salvador de Caravaca de la Cruz. En este caso cubrieron toda la nave con bóvedas de crucería con forma de baídas y reservaron la capilla mayor para ejecutar una baída de cruceros paralelos y casetones con almohadillado idéntica a las baídas de Huéscar [fig. 297-298; cat. 33; lev. 255-258]. La obra se terminó en 1605. Conviene destacar que esta baída presenta un intradós pseudo-esférico como consecuencia de tener los arcos formos con sus centros a diferente altura (Natividad y Calvo 2012).

El monasterio de S. Lorenzo de El Escorial

Juan de Herrera y Juan de Minjares, arquitecto y aparejador del monasterio de El Escorial

Sabemos que en el año 1562 el arquitecto real Juan Bautista de Toledo diseñó unas primeras trazas para la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial. El monarca Felipe II enseñó dichas trazas a un ingeniero italiano de su confianza llamado Francesco Paciotto, que las criticó con dureza y proyectó unas trazas alternativas a petición del rey. En 1563, cuando comenzaron

las obras del monasterio, se decidió hacer la iglesia cuadrada de la traza de Pachote, pero con la entrada al modo de la traza de Juan Bautista de Toledo. En 1567, tras fallecer Juan Bautista, se realizó una consulta a la Accademia Fiorentina del Disegno para que diera su parecer sobre las trazas de la basílica. La respuesta llegó algunos años después, en 1573, pero el monarca no la consideró interesante (Portabales 1945, 69-70; Rubio Calzón 1964, 17-22, 43-44 y 51; Vicuña 1964, 184-187; Andrés 1972; Cervera 1986, 24, 52-53; Checa 1989, 297-303; Wilkinson-Zerner [1993] 1996, 107-109; Bustamante 1994, 36, 53, 124 y 284-285).

Muerto Juan Bautista de Toledo, las obras de El Escorial quedaron bajo el control del arquitecto real Juan de Herrera (Bustamante 1994, 192 y 263). A principios de 1575 se acabó la cimentación de la basílica y en noviembre de ese mismo año los aparejadores Pedro de Tolosa y Lucas de Escalante presentaron las condiciones para hacer la obra de la iglesia principal (Bustamante 1994, 294-296 y 397-405). La obra se dividió en diez partidas y en enero de 1576 se asignó cada una a dos maestros canteros con una cuadrilla de operarios bajo sus órdenes (Bustamante 1994, 411-412). En abril de 1576 se despidió a Tolosa y Escalante y se nombró aparejador a Juan de Minjares (Bustamante 1994, 413), y en abril de 1577 los muros de la basílica llegaron a los treinta pies de altura y se ordenó tasar lo ejecutado (Bustamante 1994, 420). De toda esta información se deduce que entre 1576 y 1577 se construyeron todas las baídas de las capillas de la basílica situadas por debajo de los treinta pies de altura. A diferencia de las baídas construidas bajo la supervisión de Tolosa y Escalante, de las que se ha hablado anteriormente y que mostraban cierto grado de experimentación formal y constructiva, las baídas cerradas bajo el mandato de Herrera y Minjares son todas de hiladas redondas y denotan el estilo ortodoxo de los directores de obra (López Mozo 2009a, 326). Como a continuación se verá, tan solo escapan a este rigor constructivo unas pocas excepciones: dos baídas de planta triangular e hiladas diagonales de un vestíbulo de la basílica y dos baídas con sección oval y pseudo-oval del sotacoro.

Maestros canteros en la basílica del monasterio de El Escorial

Las cuadrillas de canteros dirigidos por los maestros canteros Francisco de Carranza y Juan de la Maza, Juan de Matienzo y Juan de Bocerráiz, Juan de Ballesteros y Nicolás de Ribero, Juan de Soria y Francisco González Heredero, Juan de Olabarrieta y Domingo de Eceiza, Simón Sánchez y Pedro del Carpio, y Gregorio de la Puente y Diego de Matienzo se encargaron de construir las baídas de las capillas de la basílica (Bustamante 1994, 411-412 y 433-434; López Mozo 2009a, 152, 236-239 y 326) [fig. 299; cat. 148-158; lev. 351-354]. Además de estas, también se construyeron otras dos pequeñas baídas, ocultas en un pequeño vestíbulo junto a la antesacristía de la basílica, con planta triangular e hiladas diagonales [fig. 300; cat. 159; lev. 355-358]. Estas dos baídas podrían ser obra de la cuadrilla de Gregorio de la Puente y Diego de Matienzo o la de Sebastián Campero y Francisco de Atuy.

Otra parte importante que también se inició bajo las órdenes de Herrera y Minjares fue el coro, donde se localiza la famosa baída de sección pseudo-oval [fig. 301; cat. 160; lev. 359-362]. Algunos investigadores defienden que fue trazada por Juan de Herrera (Ruiz de Arcaute 1936, 72; Ávila 1998, 30; López Mozo 2009a, 363); otros, sin embargo, señalan que fue diseñada por Juan Bautista de Toledo en base a dos argumentos: primero, porque en el año 1563, cuando comenzó la construcción del monasterio, se optó por hacer la entrada de la iglesia al modo de Joan Bpta, y segundo, porque este maestro trazó otra bóveda de sección rebajada, casi plana, en los sótanos

Figura 299. Baída en una capilla lateral de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 300. Baída en un vestíbulo junto a la antesacristía de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 301. Baída en el sotacoro de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 302. Baída en el vestíbulo de la escalera del palacio del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Figura 303. Baídas en la nave de la iglesia del convento de S. Antonio de Ávila.

Figura 304. Baídas en el crucero y los brazos del crucero de la iglesia de S. Bartolomé Apóstol de San Bartolomé de Pinares.

del convento, debajo del aposento provisional del rey (Vicuña 1964, 187). En cualquier caso, sabemos que en febrero de 1581 se contrató a Diego de Sisniega para hacer la obra completa del coro con sus capillas y pilares conforme a la traza que se le diere y se le hordenare (Bustamante 1994, 421 y 501-502). En septiembre de 1582 se ordenó hacer todas las cimbrías y andamios para el sotacoro y capillas (Bustamante 1994, 422 y 506). Y en mayo de 1583 se hizo la medida de la obra del sotacoro que hizo Diego de Sisniega la qual medida hizo Juan de Mijares, es decir, se terminó y tasó la obra del sotacoro (Bustamante 1994, 422 y 508-509). Junto a la baída de sección pseudo-oval se ejecutaron otras baídas, todas de hiladas redondas y una con sección oval, cuya ejecución cabe atribuir a Sisniega [cat. 161-162; lev. 363-366].

Otros maestros canteros en el palacio del monasterio de El Escorial

Además de la basílica, conviene mencionar que entre los años 1577 y 1583 los maestros canteros Mateo de Elorriaga, Esteban Frontino, Hernando de la Cruz y Diego Vázquez realizaron las baídas de la escalera del palacio, despiezadas por hiladas redondas, conforme a las condiciones firmadas por el aparejador Juan de Minjares y fray Antonio de Villacastín (Bustamante 1994, 426, 550-553 y 555; López Mozo 2009a, 152, 156, 236 y 326) [fig. 302; cat. 163].

El manuscrito de cantería de Alonso de Vandelvira en el monasterio de El Escorial

Sabemos que en el año 1596 Andrés de Vandelvira dio poderes a dos emisarios para solicitar y recuperar un libro escrito de mano que trata de arquitectura y cortes de piedras que años atrás había prestado a Juan de Valencia, colaborador directo del arquitecto real Juan de Herrera en las obras del monasterio de El Escorial. Puesto que Valencia se encontraba fallecido desde 1591, la solicitud de Vandelvira iba dirigida a los arquitectos Juan de Herrera y Francisco de Mora, al licenciado Juan de Vega, que era el hermano de Valencia, o a la persona en cuyo poder estuviera dicho libro (López 1932, 166-167). Esta noticia pone de manifiesto que el manuscrito de cantería de Vandelvira estuvo varios años en poder de Valencia y que circuló entre los maestros de El Escorial, incluido, quizá, el propio Juan de Herrera (Banda 1969, 380)

Se ignora en qué momento concreto llegó el manuscrito a El Escorial, pero es bien sabido que su influencia fue importante y, de hecho, a través de este foco se dio a conocer por toda la geografía española. Ahora bien, su llegada tardía respecto de la construcción de las baídas escurialenses solo permite asignarle, como mucho, influencias sobre las baídas de la basílica, levantadas entre 1576 y 1583. Y, por supuesto, se debe descartar cualquier influencia sobre las baídas construidas bajo la supervisión de los aparejadores Tolosa y Escalante.

Influencias escurialenses en la diócesis de Ávila

Las baídas construidas en el monasterio de S. Lorenzo de El Escorial tuvieron su eco en la arquitectura nacional. El caso más notable es el de la diócesis de Ávila, donde a partir del último cuarto del siglo XVI trabajaron muchos arquitectos y maestros influenciados directa o indirectamente por El Escorial. Se trata de un grupo de artistas que combinaron el arte toledano de Covarrubias con influencias escurialenses y que algunos investigadores han llamado grupo purista de Ávila (Chueca 1953, 368; Parrado 1981, 285; Checa 1989, 365; Muñoz 1992; Muñoz 1993, 211; Gutiérrez Pulido 2009, 41-43).

Pedro y Alonso de Tolosa en Navamorcuende, Ávila, San Bartolomé de Pinares y La Iglesuela

La figura más conocida del grupo purista de Ávila probablemente sea Pedro de Tolosa, maestro cantero que ocupó el cargo de aparejador de las obras del monasterio de El Escorial. Recordemos que en el año 1559 había dado los planos y condiciones para la construcción de la cabecera de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende, con bóveda ochavada y baída [cat. 120], y que en 1570 había terminado la capilla mayor de la iglesia de S. Bartolomé Apóstol de Mijares, cubierta también con una baída [cat. 112]. Poco después, en 1576, fue despedido de las obras de El Escorial y a partir de entonces construyó varias baídas de estética escurialense en diferentes edificios de la diócesis de Ávila. Su obra influyó a muchos maestros locales, que posteriormente se encargarían de difundir las baídas por toda la diócesis. Las baídas abulenses presentan varias características comunes: suelen presentar un despiece combinado de hiladas cuadradas y redondas, su decoración es bastante austera y están normalmente rematadas por un florón superior con clave pinjante, que puede ser circular u oval dependiendo de si la planta de la baída es cuadrada o rectangular.

En la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende, Pedro de Tolosa terminó en el año 1580 la capilla mayor con bóveda ochavada y baída (Gutiérrez Pulido 2009, 112-113) [cat. 120]. Se desconoce si posteriormente siguió en las obras, quizá ayudado por su hijo Alonso de Tolosa. Ahora bien, lo que sí se sabe es que la baída del primer tramo de la nave [cat. 121], que se acabó en 1591, fue rematada por Cristóbal Jiménez. Este maestro, del que se hablará más adelante, se encargó también de levantar el resto de las baídas de la iglesia [cat. 122-124].

En el convento de S. Antonio de Ávila, Tolosa dio las trazas para la iglesia en 1579, cuya nave se cubrió con tres baídas, una de hiladas redondas y cuadradas [fig. 303; cat. 19] y dos de hiladas cuadradas [fig. 303; cat. 20]. Fueron ejecutadas por los canteros Miguel Sánchez y Francisco Martín (López Fernández 1982), de los que habrá ocasión de hablar más adelante. Es muy probable que también sea obra de Tolosa, quizá en colaboración con su hijo, las baídas que cubren el crucero y los brazos del crucero de la iglesia de S. Bartolomé Apóstol de San Bartolomé de Pinares [fig. 304; cat. 132-133; lev. 323-330]. Parece que en 1582 estaban casi terminadas (Martín Peñas et al. 1997, 76). Por último, también se le atribuye la capilla mayor de la iglesia de N^a S^a de la Oliva de La Iglesuela [cat. 106], que habría terminado presumiblemente en la década de 1580 (Gutiérrez Pulido 2009, 186-193).

Diego Martín de Vandadas en Ávila, Villafior, Bohoyo, Villatoro, Mesegar de Corneja, Hurtumpascual y Cabezas del Villar

Está documentada la presencia de un cantero llamado Diego de Vandadas en las obras del monasterio de El Escorial, entre los años 1566 y 1568 (Andrés 1972, 11 y 14-15), cuando los aparejadores eran Tolosa y Escalante, y que, al parecer, construyó las dos baídas con despiece en damero de las antiguas escaleras bajo las salas capitulares de las que se ha hablado anteriormente [cat. 137; lev. 331-334]. Es probable que se trate del mismo cantero que con posterioridad aparece en muchas obras de la diócesis de Ávila con el nombre de Diego Martín de Vandadas¹¹¹.

¹¹¹ Conviene advertir que hoy por hoy existe bastante confusión entre tres canteros llamados Diego Martín, Diego de Vandadas y Diego Martín de Vandadas, pues sus nombres aparecen entremezclados con frecuencia en la documentación de obras abulenses de la segunda mitad del siglo XVI, de manera que resulta muy complicado distinguir si fueron o no la misma persona, o quizá familiares (López Fernández 2011, 381-387).

Se trata de un maestro poco estudiado, pero que tuvo una proyección importante en el ámbito abulense y que, al igual que Tolosa, influyó en muchos canteros locales, especialmente en su hijo Cristóbal Jiménez y en Francisco Martín, de los que se hablará después.

La primera baída fuera de El Escorial construida por Diego Martín de Vandadas fue la que hay en el vestíbulo de acceso a la capilla de Mosén Rubí de Bracamonte, que presenta una sección muy rebajada, lo que le confiere una sensación de bóveda plana muy atractiva [fig. 305-306; cat. 18; lev. 251-254]. Se sabe que en las obras de esta iglesia intervino Tolosa, al menos como tasador, y que en el año 1572 dio unas trazas, junto con Rodrigo Gil de Hontañón, para hacer unas obras en los pies del templo con objeto de remediar el ochavo de la cabecera. Estas obras tenían que ejecutarlas los canteros Diego Martín de Vandadas, Juan Sánchez y Francisco Martín. Ahora bien, ciertos retrasos provocaron que en 1574 se concertara un nuevo contrato, esta vez con Vandadas, quien se comprometía a terminar los pies de la iglesia con la ayuda de los otros canteros y conforme a unas trazas propias. En 1576 se terminó el vestíbulo y la bóveda baída (López Fernández 2011, 707-742 y 1129-1135)

Además de esta baída, hizo otras tantas en varias iglesias de la diócesis de Ávila. Sabemos que en 1574 estaba trabajando en la iglesia de Santiago Apóstol de Villaflor, desde hacía dos años, y que tenía toda la piedra cortada y lista para asentar (Vázquez 1987, 28). Poco después, en 1579, terminó la baída de la capilla mayor [fig. 307; cat. 226]. En 1582 se le contrató, junto con el cantero Miguel Sánchez, para continuar las obras de la capilla mayor de la iglesia de N^a S^a de la Asunción de Bohoyo, la cual finalizaron en 1588 (Hernández Martín 2004, 18-19). En esta iglesia, ambos canteros levantaron la baída de hiladas redondas y cuadradas con florón y clave pinjante de la capilla mayor [fig. 308; cat. 31]. En 1582 se comprometió a cubrir la sacristía de la iglesia de S. Miguel Arcángel de Villatoro (López Fernández 2011, 384), dependencia que cerró con una baída de hiladas cuadradas [cat. 229].

Además de las baídas mencionadas, se le pueden atribuir otras tres, como ahora veremos, en las iglesias de Mesegar de Corneja, Hurtumpascual y Cabezas del villar pertenecientes a la diócesis de Ávila. Se sabe que un tal Diego de Vandadas estaba trabajando en las obras de la iglesia de Sta. Ana de Mesegar de Corneja desde 1573 (Vázquez 1987, 27). Puede que este cantero sea Diego Martín de Vandadas, pues la capilla mayor de la iglesia está compuesta por un gran arco abocinado y una baída [cat. 111] que recuerdan bastante al quehacer de este maestro en otras capillas mayores de iglesias como las de Bohoyo y Villaflor mencionadas anteriormente. En cualquier caso, las obras terminaron en 1591, según consta en una inscripción.

En la iglesia de la Asunción de N^a S^a de Hurtumpascual también hubo una capilla mayor cubierta con una bóveda baída, hoy en día desaparecida [fig. 309; cat. 72]. Se tienen noticias de que en el año 1579 estaba en obras y que en ellas trabajó un tal Diego de Vandadas, que seguramente sea el maestro Diego Martín de Vandadas, pues junto a él figuran dos de sus colaboradores habituales: su hijo Cristóbal Jiménez y Francisco Martín (López Fernández 2011, 385).

Por último, sabemos que en 1574 Diego Martín de Vandadas llevaba tres años trabajando en la iglesia de S. Juan Bautista de Cabezas del Villar, en compañía del cantero Francisco de Arellano, quien tenía parte de la piedra labrada y estaba en disposición de cerrar la sacristía (Vázquez 1987, 28). La capilla mayor de esta iglesia se cerró con una bóveda baída de planta trapezoidal e hiladas redondas [fig. 310; cat. 32] que, a falta de más datos, también se podría atribuir a Vandadas y Arellano.

Figura 305. Sección transversal de la capilla de Mosén Rubí de Bracamonte de Ávila (P. Iglesias).

Figura 306. Baída en el vestíbulo de acceso de la capilla de Mosén Rubí de Bracamonte de Ávila.

Figura 307. Baída en la capilla mayor de la iglesia de Santiago Apóstol de Villaflor.

Figura 308. Baída en la capilla mayor de la iglesia de Nª Sª de la Asunción de Bohoyo.

Figura 309. Baída desaparecida en la capilla mayor de la iglesia de la Asunción de Nª Sª de Hurtumpascual.

Figura 310. Baída en la capilla mayor de la iglesia de S. Juan Bautista de Cabezas del Villar.

Francisco Martín en Ávila

Francisco Martín fue uno de los colaboradores directos de Diego Martín de Vandadas, con quien trabajó en algunas obras, por ejemplo, en la construcción de la baída del vestíbulo de la capilla de Mosén Rubí de Bracamonte de Ávila [cat. 18; lev. 251-254]. Además, este maestro ejecutó otras baídas por su cuenta. En el año 1588 se le contrató para realizar una obra de cantería en la iglesia del antiguo convento de Sta. M^a de Jesús de Ávila, conocido como convento de Las Gordillas. Una de las condiciones del contrato estipulaba que los techos de la iglesia, han de ser como dicho es de piedra manchada (López Fernández 2011, 421). Este dato permite atribuirle la autoría de las tres baídas de hiladas cuadradas y redondas de la capilla mayor y la nave, que son, precisamente, las ejecutadas con piedra manchada [fig. 311; cat. 15-16]. Una particularidad de la baída de la capilla mayor es que tiene planta trapezoidal y que se adapta al perímetro poligonal de la capilla mayor mediante porciones de bóvedas de cañón ubicadas en los laterales que absorben las diferencias entre las plantas.

Hay otra baída que podría ser obra de Francisco Martín. Se trata de la baída del vestíbulo de la capilla de S. Luis de la iglesia del antiguo convento de S. Francisco de Ávila, compuesta por una malla de cruceros radiales e hiladas redondas (López Fernández 2011, 863-865) [cat. 14]. De todas formas, conviene precisar que no hay constancia documental de ello.

Y también puede que sean suyas las dos baídas de la sacristía de la iglesia de N^a S^a de la Asunción de La Horcajada, que datan del año 1595 [fig. 312; cat. 105]. Estas baídas se adaptan al contorno irregular de la sacristía mediante porciones de bóvedas de cañón ubicadas en los laterales. Se trata de una estrategia que aparece en la ya mencionada baída de la capilla mayor de la iglesia del antiguo convento de las Gordillas, obra de Francisco Martín, y que también podemos ver en la baída de la sacristía de la iglesia de S. Miguel Arcángel de Villatoro, ejecutada por Diego Martín de Vandadas [cat. 229].

Cristóbal Jiménez en Navamorcuede

Cristóbal Jiménez fue el hijo del maestro cantero Diego Martín de Vandadas y siguió el oficio familiar, colaborando con su padre en algunas obras y realizando posteriormente las suyas propias. Consta que en la década de 1590 estaba trabajando en las obras de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuede, donde pocos años antes habían intervenido Pedro de Tolosa y quizá su hijo Alonso (Gutiérrez Pulido 2009, 127-128) [fig. 313-314]. En esta iglesia, parece que Jiménez se encargó de ejecutar la baída del primer tramo de la nave, terminada en el año 1591, según consta en una inscripción del intradós de la bóveda [cat. 121]. Es probable que esta baída fuera trazada por Pedro o Alonso de Tolosa, pues es muy parecida a otras dos baídas atribuidas a estos maestros y de las que se ha hablado anteriormente: la baída del crucero de la iglesia de S. Bartolomé Apóstol de San Bartolomé de Pinares [cat. 132; lev. 323-326] y la baída de la capilla mayor de la iglesia de N^a S^a de la Oliva de La Iglesuela [cat. 106].

Tras ello, Cristóbal Jiménez continuó trabajando en la iglesia de Navamorcuede y se encargó de cerrar las dos baídas de la nave entre 1597 y 1602 [cat. 122]. Probablemente también sean suyas las baídas del vestíbulo de la fachada principal y de las capillas laterales, que habría ejecutado a principios del siglo XVII [cat. 123-124]. Los diseños de Navamorcuede influyeron en Jiménez, que después los repitió en otras obras. Así ocurrió en la capilla de los Guillamas de la iglesia del convento de S. José de Ávila [cat. 25], de la que se hablará más adelante.

Figura 311. Baídas en la capilla mayor y la nave de la iglesia del antiguo convento de Sta. Mª de Jesús de Ávila.

Figura 312. Baídas en la sacristía de la iglesia de Nª Sª de la Asunción de La Horcajada.

Figura 313. Planta de la iglesia de Sta. Mª de la Nava de Navamorcuede (Marías 1983-1986, 2: 367).

Figura 314. Baídas en la nave de la iglesia de Sta. Mª de la Nava de Navamorcuede (J. Calvo López).

Figura 315. Baída en la capilla mayor de la iglesia de la Transfiguración del Señor de Torralba de Oropesa (A. Moreno Olmedo).

Figura 316. Baídas en el crucero y los brazos del crucero de la iglesia de S. Miguel Arcángel de El Hoyo de Pinares.

Juan Vela en Torralba de Oropesa

En 1587 el maestro Juan Vela se comprometió a hacer una obra, junto con el cantero Juan Ortega de Vales, en la iglesia de la Transfiguración del Señor de Torralba de Oropesa (López Fernández 2011, 394). Es posible que dicha obra fuera en la capilla mayor, lo que permitiría atribuir a dicho maestro la autoría de la baída de la capilla mayor [fig. 315; cat. 220]. Se trata de una baída con sección rebajada y despiezada con hiladas redondas con trazado aparentemente oval. A favor de esta hipótesis se podría decir que este maestro proyectó otra baída de hiladas ovales en la iglesia de N^a S^a del Espino de Hoyos del Espino [cat. 65]. No obstante, esta otra baída se ejecutó en la segunda década del siglo XVII; por este motivo, se hablará de ella más adelante.

Las bóvedas baídas de El Hoyo de Pinares, Solana de Rioalmar y San Miguel de Serrezuela

Existen varias baídas localizadas en iglesias de la diócesis de Ávila cuyos autores son una incógnita, pero que presentan similitudes formales y constructivas con las baídas construidas por los maestros del grupo purista de Ávila. Estas semejanzas sugieren que tales baídas pudieron ser construidas durante el último cuarto del siglo XVI por Pedro de Tolosa, Diego Martín de Vandadas o algunos canteros de su ámbito. Es el caso de las baídas del crucero y los brazos del crucero de la iglesia de S. Miguel Arcángel de Hoyos del Espino [fig. 316; cat. 51-52], la baída de la capilla mayor de la iglesia de la Sta. Cruz de Solana de Rioalmar [cat. 216] y la baída de la sacristía de la iglesia de S. Miguel Arcángel de San Miguel de Serrezuela [cat. 165; lev. 367-370].

Influencias escurialenses en el resto de España

Las influencias escurialenses, en cuanto a baídas se refiere, no se limitaron a la diócesis de Ávila, sino que se expandieron a otras regiones de España. Es el caso de algunas baídas localizadas en iglesias y otros edificios de Ciudad Rodrigo, Sevilla, Moneo, Tamajón y Valdemorillo.

Juan de Valencia y Juan del Ribero Rada en Ciudad Rodrigo

En 1577 el primer arzobispo de Burgos, D. Francisco Pacheco de Toledo, decidió construir una capilla funeraria de estilo clásico en Ciudad Rodrigo y así lo dejó escrito en su testamento (Hernández Vegas 1935, 2: apéndice). El maestro encargado de diseñar las trazas de esta iglesia, conocida como capilla de Cerralbo, fue Juan de Valencia, colaborador directo de Juan de Herrera. En 1585 empezaron las obras, pero en 1591 falleció Valencia y en 1595 se contrató a Juan del Ribero Rada para sustituirle. Ribero Rada debía dirigir la obra y supervisar que estuviera bien hecha y ejecutada conforme a las trazas de Valencia. La iglesia se terminó entre 1624 y 1658, aunque la consagración se retrasó hasta 1685 (Rodríguez Gutiérrez de Ceballos 1975, 200-207). En esta iglesia, Valencia proyectó tres baídas: una de hiladas redondas en el vestíbulo de la fachada principal [fig. 317-318; cat. 44] y otras dos de hiladas cuadradas en las capillas laterales de la cabecera [cat. 45]. En su ejecución también colaboró el aparejador Juan de Balbás.

Por otro lado, conviene recordar, tal y como se ha comentado anteriormente, que Juan de Valencia fue el maestro al cual Alonso de Vandelvira prestó su manuscrito de cantería (López Martínez 1932, 166-167). En vista de ello, parece razonable relacionar las baídas de la capilla de Cerralbo con los trazados de cantería de Vandelvira.

Juan de Minjares en Sevilla

En 1572 el arzobispo de Sevilla, D. Cristóbal de Rojas y Sandoval, mandó una carta al rey Felipe II en la que mostraba su malestar porque los mercaderes de la ciudad realizaban sus negocios en las gradas, las entradas y otros espacios de la catedral. Para solucionar el problema, el monarca acordó la construcción de una lonja y el arquitecto real Juan de Herrera se encargó de diseñar las trazas. Algunos años después, en 1583, empezaron las obras, estando al frente de las mismas Juan de Minjares, que había sido aparejador de El Escorial. Minjares se encargó de dirigir las obras hasta 1599, fecha en la que falleció, y durante este periodo contó con la ayuda de varios aparejadores, de entre los que cabe destacar a Alonso de Vandelvira, que accedió al cargo en 1589. En 1600, una vez fallecido Minjares, Vandelvira fue nombrado maestro mayor. Por estas fechas la planta baja debía estar prácticamente terminada (Méndez 1981a, 307-308; Méndez 1981b, 11-14; Pleguezuelo 1990, 15-27; Heredia Herrera 1992, 57-62 y 75-79).

En la planta baja, concretamente en el vestíbulo de acceso ubicado en la nave oeste, se construyeron dos pequeñas baídas de hiladas redondas [fig. 319; cat. 206] que son idénticas a las baídas de las capillas laterales de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial [cat. 148-158]. Las baídas de la planta alta se construyeron a principios del siglo XVII y son obra de Miguel de Zumárraga [cat. 207-215]. Por este motivo, se analizarán más adelante.

La bóveda baída de Moneo

En 1587 falleció el obispo de Pamplona D. Pedro de la Fuente y en 1588 se trasladaron sus restos a la iglesia de S. Saturnino de Moneo. Ese mismo año sus herederos mandaron construir una capilla funeraria en la iglesia y en 1590 estaba terminada, tal y como puede leerse en una lápida conmemorativa (Gallardo 2001, 6 y 15). Esta capilla constituye uno de los ejemplos más tempranos de arquitectura plenamente clasicista en Burgos y aunque se desconoce la identidad de su autor, quizá se podría pensar en alguno de los maestros canteros trasmeranos que trabajaron en las obras de El Escorial (Polo 2004, 209). La capilla se cubrió con una baída de hiladas redondas decorada con acanaladuras radiales y circulares [fig. 320; cat. 113]. Se trata de la primera baída de hiladas del norte de España.

La bóveda baída de Tamajón

La capilla de los Montúfar, en la iglesia de N^a S^a de la Asunción, fue fundada en el año 1596 por D. Alonso de Montúfar y su mujer, según se lee en una inscripción que recorre el friso interior de la estancia (Pérez Arribas 1978, 280). En ella se dispuso una baída de hiladas redondas de trazado aparentemente oval y sin más decoración que una clave pinjante [fig. 321; cat. 218]. La capilla y la baída presentan una clara estética escorialense (Larumbe y Román 2004, 340), lo que sugiere que el autor probablemente trabajó en las obras del monasterio de El Escorial, aunque se desconoce por completo su identidad.

Bartolomé de Elorriaga y Gonzalo Hernández en Valdemorillo

En el año 1590 el maestro Bartolomé Elorriaga presentó las trazas para reformar la iglesia de N^a S^a de la Asunción de Valdemorillo y al año siguiente las obras se adjudicaron al maestro Gonzalo Hernández. Entre otras intervenciones, Hernández ejecutó el imafronte de la iglesia, en

Figura 317. Planta de la capilla de Cerralbo de Ciudad Rodrigo (Arnuncio 1986, 325).

Figura 318. Baída en el vestíbulo de la fachada principal de la capilla de Cerralbo de Ciudad Rodrigo (J. Calvo López).

Figura 319. Baída en el vestíbulo de la planta baja de la nave oeste de la Lonja de Mercaderes de Sevilla.

Figura 320. Baída en la capilla del obispo D. Pedro de la Fuente de la iglesia de S. Saturnino de Moneo (J. J. Polo Sánchez).

Figura 321. Baída en la capilla de los Montúfar de la iglesia de Nª Sª de la Asunción de Tamajón (O. Ortiz Carrascosa).

Figura 322. Baída en la capilla bautismal de la iglesia de Nª Sª de la Asunción de Valdemorillo.

cuya parte inferior se dispuso la capilla bautismal, cubierta por una bóveda baída de hiladas cuadradas (Andrés 1976, 64-67) [fig. 322; cat. 224]. Las obras terminaron en 1601, según indican unas inscripciones en las claves de la bóveda sobre el coro. El imafronte en general y la capilla bautismal en particular son de clara estética escurialense, lo que no es de extrañar, pues tanto Elorriaga como Hernández trabajaron en las obras del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial entre finales del siglo XVI y principios del XVII (Andrés 1972, 99, 211, 213, 240 y 263).

El norte

Durante el último cuarto del siglo XVI aparecieron las primeras baídas renacentistas en el norte. La primera baída de hiladas se levantó en la capilla del obispo D. Pedro de la Fuente de la iglesia de S. Saturnino de Moneo, de la que ya se ha hablado anteriormente [cat. 113]. Además de esta, también se construyeron otras baídas de cruceros, fundamentalmente en el País Vasco. Es bastante complicado determinar el origen de estas baídas de cruceros, aunque el planteamiento más plausible es que fueran obra de maestros norteños que fueron a trabajar al sur, donde este tipo de bóvedas eran más habituales, y que luego volvieron al norte, donde repitieron los modelos. A favor de esta hipótesis se puede señalar que algunas baídas de cruceros del norte se decoraron con tetralóbulos idénticos a los utilizados por Diego de Siloé en las baídas de la girola de la Catedral de Granada (Gómez Martínez 1998, 118) [cat. 61].

Juan Vélez de la Huerta en Betoño, Zurbano y Chinchetru

El maestro cantero Juan Vélez de la Huerta fue el primero en construir bóvedas baídas de cruceros en el norte, todas ellas compuestas por mallas de cruceros radiales¹¹² combinados con cruceros circulares o cuadrados. En el año 1575 terminó la obra del coro de la iglesia de S. Esteban de Betoño, cuyo sotacoro se cubrió con una baída (Enciso et al. 1975, 302) [cat. 30]. Pocos años después, en 1588, se le pagó por terminar la obra de la sacristía de la iglesia de S. Esteban de Zurbano, cerrada con otra baída (Enciso et al. 1975, 633-634) [fig. 323; cat. 236]. Y también se le puede atribuir la autoría de la baída de la sacristía de la iglesia de Sta. Eulalia de Chinchetru, que en 1604 estaba construyendo su cuñado, el cantero Mateo del Pontón (Enciso et al. 1975, 327) [fig. 324-325; cat. 42].

Martín de Landerrain en Orio

La hipótesis de la influencia de Diego de Siloé en las baídas de cruceros del norte coge fuerza al observar las baídas de la iglesia de S. Nicolás de Bari de Orio. El crucero, los brazos del crucero, los tres tramos de la nave y la sacristía se cierran con un total de siete baídas de cruceros paralelos [fig. 326; cat. 127-130]. Excepto la baída de la sacristía, las restantes están decoradas con tetralóbulos idénticos a los de las baídas de la girola de la Catedral de Granada [cat. 61].

Se sabe que las trazas de la iglesia fueron dadas en el año 1578 por el maestro Martín de Landerrain y que durante las décadas de 1580 y de 1590 se llevaron a cabo varias obras de construcción (Seoane 1905, 28). Parece que en las obras intervino un cantero llamado Juan de Aporto,

¹¹² Los cruceros radiales de las baídas trazadas por Juan Vélez de la Huerta presentan la particularidad de interrumpir su trazado antes de llegar a la clave de la bóveda.

Figura 323. Baída en la sacristía de la iglesia de S. Esteban de Zurbano (S. C. Bravo Guerrero).

Figura 324. Planta de la iglesia de Sta. Eulalia de Chinchetru (Enciso et al. 1975, 326).

Figura 325. Baída en la sacristía de la iglesia de Sta. Eulalia de Chinchetru (S. C. Bravo Guerrero).

Figura 326. Baídas en el crucero y la nave de la iglesia de S. Nicolás de Bari de Orio (S. C. Bravo Guerrero).

Figura 327. Planta de la iglesia de S. Sebastián de Soreasu de Azpeitia (Uriarte 1978, 84).

Figura 328. Baídas en las naves de la iglesia de S. Sebastián de Soreasu de Azpeitia (S. C. Bravo Guerrero).

que podría tener su apellido confundido con el de Apoita por un error de transcripción (Barrio y Moya 1981,186). De ser así, podría tratarse del mismo cantero que a principios del siglo XVII se encargaría de levantar las baídas de cruceros del primer tramo de la iglesia de S. Sebastián de Soreasu de Azpeitia (Marías 1998, 28) [cat. 26-27], de la que se hablará a continuación.

Pedro y Martín de Armendia en Azpeitia

En el año 1571 Pedro y Martín de Armendia dieron las trazas para reformar la iglesia de S. Sebastián de Soreasu de Azpeitia. El nuevo templo se había proyectado con tres naves y mayor altura, de modo que era necesario elevar las paredes existentes y construir ocho nuevos pilares (Odriozola 1993, 28-31). En 1587 se había acabado el altar mayor, se habían levantado los dos pilares junto a la cabecera y la sacristía estaba muy avanzada. Ese mismo año los tasadores de la obra indicaron que faltaban seis pilares torales que se han de hacer nuevos donde el cimientito y quince capillas (cinco en la nave del medio) (Odriozola 1993, 36-37). Estos datos revelan que en 1587 todavía no se había comenzado a construir las bóvedas de las naves, que son quince en total, cinco por nave. En realidad, las baídas de cruceros paralelos del crucero y los brazos del crucero fueron construidas por Juan de Apoita a principios del siglo XVII [fig. 327-328; cat. 26-27]; por este motivo, se hablarán de ellas más adelante.

Por otro lado, conviene advertir que la sacristía de esta iglesia se cubrió a finales del siglo XVI con una bóveda de cruceros, no baída, pero sí decorada con un tetralóbulo como los de las baídas de la girola de la Catedral de Granada [cat. 61]. Esto pone de manifiesto, una vez más, las posibles influencias de Siloé en las baídas de cruceros del norte.

LA CULMINACIÓN EN LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XVII

A lo largo de la primera mitad del siglo XVII se produjo la culminación de las bóvedas baídas renacentistas. Durante esta etapa se llevó a cabo la construcción de edificios de gran importancia enteramente pensados para cubrirse con baídas como argumento formal y constructivo. Es el caso, por ejemplo, de la planta alta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla o de la Catedral de Jaén. Estas bóvedas fueron las últimas baídas renacentistas de estilo a lo romano, pues el Barroco venía implantándose desde principios del siglo XVII y poco a poco fue desplazando los gustos artísticos hacia nuevos estilos.

El Levante

Francisco Figuerola en Játiva, Almansa y Hellín

En el año 1596 comenzaron las gestiones para construir la nueva iglesia colegial basílica de Sta. María de Játiva, conocida también como la Seo. Durante la primera fase constructiva, comprendida entre 1597 y 1626 aproximadamente, se levantó la cabecera del templo (Bérchez y Gómez-Ferrer 2007, 21-22 y 29), compuesta por una gran girola poligonal con nueve capillas radiales y un interior pétreo de estética escurialense (Muñoz 1993, 212; Delicado 2002, 714). En torno a 1600 las obras de las capillas de la girola debían estar muy avanzadas (Bérchez y Gómez-Ferrer

2007, 26). Las dos que se ubican junto al crucero, opuestas entre sí, se cubrieron con dos baídas de hiladas cuadradas [fig. 329; cat. 78]. Es muy posible que su autor fuera el maestro Francisco Figuerola, de quien se sabe desempeñó una labor importante durante la construcción de la cabecera (Bérchez y Gómez-Ferrer 1995, 169; 2007, 28), además de que en 1619, en unas obras en Almansa, se le reconocía como maestro mayor de la colegiata de Játiva (Pereda 1989). En este sentido, los textos de cantería que Figuerola tenía, y que se mencionan en su testamento de 1632 (Piqueras 2006b, 180), quizá se podrían relacionar con las soluciones constructivas aplicadas en las capillas de la girola.

En el año 1619 Francisco Figuerola fue contratado para terminar de construir la portada de la iglesia de Sta. M^a de la Asunción de Almansa. En concreto, tenía que levantar la dicha portada y las torres de los lados della conforme a una planta que a dado hecha. En 1624 finalizó la construcción, quedando la portada completamente acabada y las dos torres levantadas hasta la misma altura que la portada (Pereda 1989; Pereda 2006, 171-176). La escalera de la torre del lado de la epístola se cubrió interiormente con una baída de hiladas cuadradas [cat. 6] bastante similar a las baídas de la colegiata de Játiva anteriormente mencionadas.

Además, puede que este arquitecto también fuera el autor de la baída que cierra la capilla de N^a S^a de los Dolores de la iglesia de Sta. M^a de la Asunción de Hellín [fig. 330; cat. 63; lev. 275-278]. Algunos investigadores han relacionado esta baída con Andrés de Vandelvira (Gutiérrez-Cortines 1989, 288-289; García-Saúco et al. 1999, 336); sin embargo, su semejanza con la baída de Almansa [cat. 6] y la proximidad geográfica entre las poblaciones sugiere que quizá pudo ser construida por Figuerola a principios del siglo XVII.

Los territorios castellanos

Francisco de Mora y Cristóbal Jiménez en Ávila

Tal y como se ha comentado anteriormente, sabemos que durante el último cuarto del siglo XVI el grupo purista de Ávila levantó numerosas bóvedas baídas en diferentes iglesias de la diócesis de Ávila. Esta inercia se mantuvo durante principios del siglo XVII, aunque con menor intensidad. Así ocurrió, por ejemplo, con Francisco de Mora, discípulo de Juan de Herrera, que en el año 1608, motivado por su espíritu religioso y su fervor hacia Sta. Teresa, decidió hacerse cargo de la iglesia del convento de S. José de Ávila. Ese mismo año proyectó las trazas, consiguió financiación, derribó el antiguo templo, respetando algunas partes del edificio, e inició las obras del nuevo (Cervera 1982, 67-71) [fig. 331-332]. Una de las partes de la antigua iglesia que decidió conservar fue la capilla de Guillamas o de N^a S^a de la Asunción, construida por el maestro Cristóbal Jiménez entre los años 1607 y 1608 y cubierta con una baída de hiladas de hiladas cuadradas y redondas [fig. 333; cat. 25] muy similar a la baída del primer tramo de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende [cat. 121], donde, recordemos, este maestro había trabajado, al menos, desde la década de 1590.

Las obras de la iglesia del convento de S. José avanzaron a buen ritmo y en 1610, fecha en la que falleció Mora, las capillas estaban casi acabadas, algunas de las cuales se cubrieron con baídas, por ejemplo, la capilla de la Concepción de N^a S^a [cat. 24]. En 1610 también se estaba cerrando la bóveda de la iglesia de una piedra hermosísima que es jaspe blanco y colorado (Cervera 1982, 78), es decir, se estaban construyendo las baídas de hiladas cuadradas de la iglesia

Figura 329. Baída en una capilla de la girola de la iglesia colegial basílica de Sta. María de Játiva.

Figura 330. Baída en la capilla de Nª Sª de los Dolores de la iglesia de Sta. Mª de la Asunción de Hellín.

Figura 331. Planta de la iglesia del convento de S. José de Ávila (Cervera 1982, 74).

Figura 332. Baídas en la capilla mayor y la nave de la iglesia del convento de S. José de Ávila.

Figura 333. Baída en la capilla de Nª Sª de la Asunción de la iglesia del convento de S. José de Ávila.

Figura 334. Baída en el tramo de los pies de la nave de la iglesia de Nª Sª del Espino de Hoyos del Espino.

[cat. 21-23]. En 1615 las obras se dieron por terminadas (Cervera 1982, 87). Conviene señalar que el maestro a cargo de las obras fue, precisamente, Cristóbal Jiménez.

Por otro lado, parece ser que en la iglesia del antiguo monasterio de Sta. Ana de Ávila se realizaron ciertas reformas entre finales del siglo XVI y principios del siglo XVII y que una de estas reformas consistió en cubrir la nave con tres baídas de cantería (Gutiérrez Robledo y Vicente 1991, 31-33) [cat. 17]. Se desconoce el autor de estas baídas, pero quizá se podría pensar en Francisco de Mora o Cristóbal Jiménez, pues las baídas son idénticas a las que hay en la nave de la iglesia del convento de S. José, de las que se ha hablado anteriormente.

Juan Vela en Hoyos del Espino

Consta que en el año 1622 el maestro cantero Juan Vela estuvo trabajando en la iglesia de N^a S^a del Espino de Hoyos del Espino, concretamente en el tramo de los pies, cubierto con una bóveda baída [fig. 334; cat. 65]. La obra sufrió varios retrasos y se terminó en 1633. La baída de los pies de esta iglesia, que puede atribuirse a este maestro, presenta un despiece de hiladas redondas de trazado aparentemente oval que recuerda a la baída de la capilla mayor de la iglesia de la Transfiguración del Señor Torralba de Oropesa [cat. 220].

El norte

Juan de Apoita en Azpeitia

En 1601, tras varios años con las obras paralizadas, se contrató al maestro Juan de Apoita para continuar con la construcción de la iglesia de S. Sebastián de Soreasu de Azpeitia, cuyas trazas habían sido dadas en 1571 por los maestros canteros Martín y Pedro de Armendia. Parece ser que entre 1601 y 1618 este maestro ejecutó las tres baídas de cruceros paralelos que cubren el crucero y los brazos del crucero de la iglesia [cat. 26-27], pues en 1618 se deseaba reparar el tejado para evitar que la lluvia llegara a las bóvedas de dicha iglesia y de la sacristía nueva que están hechas (Odriozola 1993, 38-39). Además, es posible que Apoita también se encargara de cerrar la capilla de Igarza de la misma iglesia a principios del siglo XVII, cubierta con otra baída de cruceros paralelos [cat. 28] similar a las del crucero y los brazos del crucero.

Las restantes baídas de las naves de la iglesia se construyeron a partir de la segunda mitad del siglo XVII, pues en 1655 el ayuntamiento sacó a concurso las obras que faltaban por hacer en la iglesia y, entre otras cosas, se tenían que levantar seis pilares de piedra labrada de caliza, de la misma forma y medida de los otros dos que están levantados y fabricados sustentando el crucero de la dicha iglesia y también se tenían que cerrar las bóvedas en los correspondientes a los dichos seis pilares, según y en la forma que está cerrado el dicho crucero y la traza dada y ejecutada (Odriozola 1993, 40). Estas obras se remataron en 1656 en Juan de Ansola, que se obligaba a construir los seis pilares y las bóvedas correspondientes a ellos, y el coro de la dicha parroquia (Odriozola 1993, 41).

Domingo de Ayerra en Garayoa

La iglesia de S. Andrés de Garayoa fue objeto de una reforma, a principios del siglo XVII, en la que se remodeló la capilla mayor y el crucero, cubiertos respectivamente con una bóveda de

horno y una baída de cruceros paralelos [fig. 335-336; cat. 60]. Se ignora cuándo empezó dicha reforma, pero parece ser que se terminó en 1610, según indican unas inscripciones localizadas en las ménsulas de un arco fajón de la baída. En cuanto a su autor, podría tratarse de Domingo de Ayerra, pues en la documentación sobre un pleito celebrado en 1622 consta que este maestro hizo la obra de cantería de esta iglesia y su torre (García Gaínza y Orbe 1989, 459-460).

Juan de Naveda en Oviedo

En 1614 D. Juan Vigil de Quiñones, obispo de Valladolid, solicitó permiso al cabildo ovetense para construir su capilla funeraria en la Catedral de Oviedo. En 1615 se le concedió permiso, en 1617 falleció el obispo y entre 1623 y 1625 empezaron las obras de la capilla bajo las órdenes de Naveda. Desde estas fechas en adelante las obras sufrieron varias paralizaciones hasta que en 1639 se terminaron (Losada 2007, 300-310). La capilla se cubrió con una baída de hiladas redondas, luquete estriado y rematada por un óculo con linterna [fig. 337; cat. 131].

Andalucía occidental

Alonso de Vandelvira y Miguel de Zumárraga en Sevilla

En el año 1600, tras la muerte de Juan de Minjares, se nombró maestro mayor de la Lonja de Mercaderes de Sevilla a Alonso de Vandelvira. En 1601 se suspendieron las obras por problemas económicos y en 1609 se reanudaron de nuevo, pero Vandelvira renunció al cargo. Por este motivo, se contrató a Miguel de Zumárraga como maestro mayor y a Juan Pérez Clemente como aparejador. En 1609 la planta baja estaba acabada y comenzaron las obras de la planta alta. Surgió entonces la duda de si el techado de la planta alta debía ser de madera o piedra. Zumárraga apostó por cubrirla con bóvedas de piedra blanda porque lo uno será de menos peso y más fuerte el edificio y mucho más perfecto y durable, que de madera (Méndez 1981a, 308-309; Méndez 1981b, 14-15).

Es evidente, por tanto, que la decisión de cubrir la planta alta de la lonja con bóvedas de piedra fue de Zumárraga y no de Minjares o Vandelvira. De hecho, los dos anteriores maestros habían pensado cubrir dicha planta con una estructura de madera y, a tal efecto, habían gestionado la compra de gran cantidad de este material. Además, también se tienen noticias de que Zumárraga ideó un sistema para grapar las dovelas entre sí y ahorrar cimbras, razón por la cual en 1611 solicitó un aumento de sueldo, que se le concedió haciendo constar que con su industria y su traza se ahorra y hacen los dichos arcos y capillas (bóvedas) con muy pocas maderas y la obra con muy gran perpetuidad por haber dado el orden de que toda fuese de bóvedas en los altos (Pleguezuelo 1990, 28-30). En vista de todo ello, se puede atribuir a Zumárraga, sin duda alguna, la autoría de las baídas de la planta alta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla [fig. 338-340; cat. 207-2015; lev. 391-394], que se construyeron entre 1609 y 1614. Se trata de unas impresionantes baídas de cantería con despieces de hiladas redondas y cuadradas donde destaca la decoración labrada sin concordancia con el despiece.

No obstante, conviene señalar que varios investigadores han observado similitudes entre las baídas de la lonja y algunos trazados del manuscrito de cantería de Alonso de Vandelvira (ca. 1585) (Humanes 1986, 70-72; Cruz Isidoro 2001, 99; Minenna 2012, 1: 156-169). Esto podría hacer

Figura 335. Planta de la iglesia de S. Andrés de Garayoa (García Gaínza y Orbe 1989, 460).

Figura 336. Baída en el crucero de la iglesia de S. Andrés de Garayoa (S. C. Bravo Guerrero).

Figura 337. Baída en la capilla de los Vigiles de la Catedral de Oviedo (M. C. Losada Varea).

Figura 338. Planta alta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla (Minenna 2012, 2: 156).

Figura 339. Baídas en la planta alta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla.

Figura 340. Baída en la escalera de acceso a la cubierta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla.

pensar que Zumárraga quizá pudo emplear algunos trazados previos diseñados por Vandelvira antes de abandonar las obras. Sin embargo, es preciso subrayar que ningún trazado del manuscrito de Vandelvira se ajusta exactamente a la decoración de las baídas de la planta alta de la lonja. Dadas las circunstancias, se podría plantear la posibilidad de que ambos maestros, Vandelvira en su manuscrito y Zumárraga en la lonja, utilizaron composiciones y decoraciones clasicistas similares simplemente porque eran las habituales en la época.

Otro argumento que también se suele esgrimir para relacionar las baídas de la Lonja de Sevilla con Alonso de Vandelvira es la existencia de la escalera que sube a las cubiertas, que se ajusta exactamente al modelo de Escalera a regla adulcida del manuscrito de Vandelvira (ca. 1585, 59v-60r) (Pleguezuelo 1990, 32-34; Morales 1995, 60-61; Cruz Isidoro 2001, 99) [fig. 341]. Quizá se podría pensar que Zumárraga copió la escalera de Vandelvira, pero hay otra hipótesis al respecto. Resulta que a finales de la década de 1550 se terminó una escalera de este tipo junto a la sacristía de la iglesia del antiguo convento de Sta. Catalina de Talavera de la Reina, y que además se parece a la de la Lonja de Sevilla en que también está cubierta por una baída de la que se ha hablado anteriormente [cat. 217]. La escalera de Sta. Catalina se terminó siendo maestro de las obras un tal Juan de Zumárraga, al que en 1563 se reclamaba su presencia en las obras de El Escorial. Puede que este maestro sea el padre de Miguel, llamado Juan Bautista de Zumárraga, y cuya intervención en la catedral hispalense también está acreditada entre 1570 y 1572. De esta información se desprende que la escalera de la Lonja de Sevilla no tuvo necesariamente que ser un modelo copiado del manuscrito de Vandelvira, sino que Zumárraga bien lo pudo tomar de su padre, que años atrás ya la había construido en Talavera de la Reina. En vista de todo ello, los argumentos que relacionan las baídas de la Lonja de Sevilla con Vandelvira quedan ciertamente diluidos y la autoría de Zumárraga resulta reforzada.

Alonso de Vandelvira en Sanlúcar de Barrameda

Alonso de Vandelvira no construyó ninguna baída en la Lonja de Mercaderes de Sevilla, pero si realizó otras en edificios de Sanlúcar de Barrameda. Entre 1610 y 1614 aproximadamente levantó la basílica de N^a S^a de la Caridad, fundada por los VII duques de Medina Sidonia (Cruz Isidoro 1997b, 196-204) [fig. 342]. En esta iglesia, cubrió la capilla mayor con una baída de hiladas cuadradas decorada con motivos geométricos y una Anunciación [cat. 183]. En la capilla mayor dispuso otra baída de hiladas redondas compuesta por pechinas, cornisa y luquete con molduras radiales rematada por un óculo y linterna [cat. 184]. Y en la nave dispuso otras cuatro baídas de planta rectangular y despiezadas por hiladas cuadradas [cat. 185].

También en Sanlúcar de Barrameda, en torno a 1515, Vandelvira dio las trazas para la iglesia del antiguo convento de N^a S^a de la Merced, fundado en esta ocasión por los VIII duques de Medina Sidonia (Morales 1981c). El sotacoro de la iglesia se cerró con una baída de planta rectangular bastante acusada, aspecto que pudo motivar la aparición de las hiladas rectas. Conviene recordar, tal y como se explicó en el tercer capítulo, que las hiladas rectas podrían entenderse como una adaptación de las hiladas cuadradas a plantas rectangulares [cat. 166]. La decoración de la baída se terminó en 1623.

Por último, hay que señalar que algunos investigadores también han atribuido a Alonso de Vandelvira la autoría de las trazas de la iglesia del antiguo convento de N^a S^a de la Victoria, cuyos diseños habría realizado en torno al año 1604 (Cruz Isidoro 2008, 53-58). Esta iglesia se cubrió

Figura 341. Escalera de acceso a la cubierta de la Lonja de Mercaderes de Sevilla.

Figura 342. Baídas en la capilla mayor, el crucero y la nave de la basílica de Nª Sª de la Caridad de Sanlúcar de Barrameda.

Figura 343. Baída en la capilla mayor de la iglesia del antiguo convento de Nª Sª de la Victoria de Sanlúcar de Barrameda.

Figura 344. Baídas en las capillas laterales de la iglesia del antiguo convento de Nª Sª de la Victoria de Sanlúcar de Barrameda.

Figura 345. Baída en la sacristía de la iglesia del antiguo convento de Sto. Domingo de Jerez de la Frontera.

Figura 346. Baída en el crucero de la iglesia del antiguo convento de Nª Sª de las Virtudes de Conil de la Frontera.

con varias bóvedas baídas [cat. 167-171]. No obstante, varios datos apuntan a que fueron construidas por el maestro Antón Martín Calafate. Por tanto, se analizarán más adelante.

Gonzalo Martín en El Puerto de Santa María

En el año 1612 la cofradía de N^a S^a de los Milagros encargó al maestro Gonzalo Martín el proyecto de una capilla, bajo la advocación de N^a S^a de los Milagros, en la iglesia Mayor Prioral del Puerto de Santa María. En 1620 se terminó la capilla (Falcón 1992, 209). Interiormente se cerró con una sencilla baída de hiladas redondas rematada por un óculo con linterna [cat. 58]. Posteriormente se le añadió un segundo tramo con baída [cat. 59], obra de Antón Martín Calafate, del que a continuación se hablará.

Antón Martín Calafate en Sanlúcar de Barrameda, Jerez de la Frontera, Conil de la Frontera y El Puerto de Santa María

Antón Martín Calafate fue un maestro que construyó varias baídas en poblaciones de Cádiz. Las primeras que se le conocen son las baídas de la iglesia del antiguo convento de N^a S^a de la Victoria de Sanlúcar de Barrameda [fig. 343-344; cat. 167-171]. Algunos investigadores consideran que esta iglesia pudo ser trazada por Alonso de Vandelvira a principios del siglo XVII (Cruz Isidoro 2008, 53-58). Sin embargo, varios datos que indican que Calafate fue quien realmente ejecutó las bóvedas de cantería de la iglesia. En primer lugar, se sabe que en 1623 este maestro se comprometió a realizar las bóvedas y otras obras de importancia en la iglesia (Jácome y Antón 2002, 108). Y en segundo lugar, en un contrato de 1627 se cita a Calafate como maestro a cargo de la obra de cantería del convento. Se trata de un contrato entre Calafate y el escultor Gaspar Ginés, por el cual este último se obligaba a labrar las esculturas de la bóveda del coro, hoy en día desaparecida (Cruz Isidoro 2008, 59-60). En vista de ello, se puede atribuir a Calafate la autoría de las bóvedas de la iglesia de este antiguo convento, aunque sin descartar la posibilidad de que hubiera empleado unas trazas previas de Vandelvira. La construcción se habría realizado entre 1623 y 1627. La baída de la capilla mayor muestra un despiece de hiladas redondas de trazado aparentemente oval y su luquete se decora con molduras radiales y circulares [cat. 167]. Las restantes baídas de las capillas se despiezan por hiladas redondas [cat. 168-170] y por hiladas cuadradas [cat. 171]. Su decoración se realiza con incisiones en el intradós.

Años después, Antón Martín Calafate fue contratado para hacer unas obras en el antiguo convento de Sto. Domingo de Jerez de la Frontera. Primero se encargó de ejecutar la sala capitular del convento entre 1628 y 1629 (Ríos 2002, 192-195) y la escalera anexa, la cual cubrió con una bóveda baída (Jiménez López de Eguileta y Romero Bejarano 2013, 93) [cat. 85]. A continuación, también en 1629, se le contrató para construir una nueva sacristía. La dependencia debía levantarse en el mismo lugar donde estaba la primitiva, esto es, junto a la cabecera, en el lado de la epístola. Calafate se obligaba a labrar la piedra, cortar y rasar el ladrillo y hacer y acabar dicha sacristía conforme a unas trazas propias (Ríos 2002, 195-197 y 321). Las obras se alargaron hasta 1633 (Jiménez López de Eguileta y Romero Bejarano 2013, 97). En esta sacristía levantó una baída de hiladas redondas decorada con espejos en las pechinas y acanaladuras radiales y circulares en el luquete [fig. 345; cat. 84].

También en la década de 1520, o quizá después, Calafate fue contratado para construir la iglesia del antiguo convento de N^a S^a de las Virtudes de Conil de la Frontera. Se desconoce cuándo

acabaron las obras, pero sin duda fue antes el año 1547, tal y como se desprende de un texto redactado sobre un plano de 1647, firmado por Calafate, donde puede leerse: la iglesia que yo hize en la villa de Conil (Falcón 1992, 207 y 213). En esta iglesia, Calafate levantó varias baídas. En el crucero una baída de hiladas redondas decorada con incisiones [fig. 346; cat. 46; lev. 263-266], lo que recuerda a las baídas de la iglesia del antiguo convento de N^a S^a de la Victoria de Sanlúcar de Barrameda mencionadas anteriormente. Y en la sacristía, antesacristía y vestíbulo de la torre-fachada de la iglesia, otras tres baídas de hiladas cuadradas [cat. 47-49].

Finalmente, entre los años 1656 y 1657 cerró la baída del segundo tramo de la capilla de N^a S^a de los Milagros de la iglesia Mayor Prioral de El Puerto de Santa María (Falcón 1992, 209) [cat. 59]. Recordemos que la baída del primer tramo había sido construida por Gonzalo Martín entre 1610 y 1620 [cat. 58].

Andalucía oriental y las últimas bóvedas baídas renacentistas

Juan de Aranda Salazar en Jaén

Es bien sabido que desde mediados del siglo XVI las obras de la Catedral de Jaén discurrieron bajo la dirección del arquitecto Andrés de Vandelvira y su aparejador Alonso Barba. Aunque Vandelvira diseñó unas trazas para la catedral, lo cierto es que durante su vida tan solo llegó a levantar una parte reducida del proyecto, concretamente la sacristía, la antesacristía, la sala capitular, la portada sur del crucero, las capillas de este tramo y el panteón (Chueca [1971] 1995, 156-160; Galera 1977, 105-106; Galera 1983, 6-10; Galera 2009, 27-72). Tras fallecer Vandelvira en el año 1575, las obras de la catedral se ralentizaron. Pero a principios del siglo XVII llegó un nuevo obispo a la catedral, el señor D. Baltasar Moscoso y Sandoval, y la construcción se impulsó nuevamente. En 1634 se nombró maestro mayor a Juan de Aranda Salazar, que diseñó unos nuevos planos respetando, al parecer, la planta de Vandelvira. Entre 1634 y 1660 se levantaron los tres primeros tramos de las naves, incluido el crucero, lo que permitió consagrar la mitad del templo [fig. 347-348]. Aunque Aranda murió en 1654, sus discípulos Pedro del Portillo y Eufrasio López de Rojas ejecutaron las obras conforme a sus trazas (Chueca [1971] 1995, 161-162; Galera 1977, 106-121; Galera 1983, 11-13; Galera 2009, 77-106).

En vista de los datos existentes, se puede afirmar que Vandelvira no construyó ninguna de las baídas de las naves de la Catedral de Jaén. Seguramente este maestro tenía pensado cubrir el templo con baídas; ahora bien, quien finalmente las diseñó y ejecutó fue Juan de Aranda Salazar. De hecho, se sabe que en 1653 este maestro presentó al cabildo el diseño de la baída de la capilla mayor [cat. 73] y que poco después presentó el de la baída del presbiterio (Galera 1977, 115-116) [cat. 74]. Es muy probable que por estas fechas también diseñara las trazas del resto de baídas de los tres primeros tramos de las naves [cat. 75-77]. Se trata de unas magníficas baídas de cantería, unas de hiladas diagonales, como la de presbiterio o las que hay en el primer tramo de las naves laterales, y otras de hiladas cuadradas. Las baídas de hiladas diagonales de la Catedral de Jaén son las primeras baídas renacentistas de cantería con entidad que muestran un despiece por hiladas diagonales, lo que resulta particularmente curioso, pues también son, a la vez, las últimas baídas de cantería del Renacimiento español. Constituyen la culminación de un tipo de abovedamiento que, si bien se seguirá utilizando durante los siglos siguientes, presentará disposiciones formales y decorativas propias de otros estilos.

Figura 347. Planta de la Catedral de Jaén (Martín Clabo y Garrido 2008, 125).

Figura 348. Baídas en la nave de la epístola de la Catedral de Jaén (J. Calvo López).

CONCLUSIONES

ALGUNAS CONCLUSIONES RELEVANTES

En este capítulo se destacan algunas de las conclusiones más relevantes sobre las bóvedas baídas renacentistas de cantería que se han ido obteniendo durante el desarrollo de la presente tesis.

El origen de las bóvedas baídas renacentistas de cantería

Tal y como se vio en el cuarto capítulo de esta tesis, las primeras bóvedas baídas renacentistas de cantería construidas en España por hiladas aparecieron en Valencia, Murcia y Huéscar. Entre 1491 y 1494 Pere Compte construyó la baída del primer piso de la torre de la Lonja de Mercaderes de Valencia. Entre 1521 y 1525 Jacopo Torni l'Indaco vecchio levantó la baída de la sacristía de la Catedral de Murcia. Y en torno a la década de 1530 un maestro desconocido, quizá Alonso de Covarrubias, cerró la baída de planta pentagonal de la sacristía vieja de la iglesia de Sta. M^a de la Encarnación de Huéscar. También a principios de la década de 1530 aparecieron las primeras baídas renacentistas de cantería construidas por cruceros en Sevilla, Aroche, Carmona y Cuenca. A principios de la década de 1530 Diego de Riaño construyó varias baídas en la sala capitular del Ayuntamiento renacentista de Sevilla, en la planta baja del patio de los óleos de la Catedral de Sevilla, en la galería norte de la planta baja del claustro mayor del monasterio de S. Jerónimo de Buenavista de Sevilla, en la sacristía de la iglesia de N^a S^a de la Asunción de Aroche y en la sacristía y la antesacristía de la iglesia prioral de Sta. María de Carmona. Además, inició las obras de las capillas laterales de la cabecera de la Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla, cubiertas también con baídas. Por otro lado, en 1537 Diego de Tiedra fue contratado para construir la capilla de los Muñoz en la Catedral de Cuenca, que se cerró con dos tramos de baídas.

Las baídas de hiladas de Valencia y Murcia muestran la existencia de influencias italianas, pues presentan una composición basada en pechinas lisas y luquete gallonado que recuerda a algunas cúpulas gallonadas sobre pechinas del Quattrocento florentino atribuidas a Filippo Brunelleschi, por ejemplo, las que hay en la sacristía vieja de la basílica de S. Lorenzo o en la capilla Pazzi de la basílica de la Sta. Cruz. Es evidente que el florentino Jacopo Torni debía conocer las obras de Brunelleschi de primera mano y cuando se le presentó la ocasión de construir una bóveda similar en la sacristía de la Catedral murciana, levantó una cúpula gallonada sobre pechinas. Algo similar pudo pasar con Pere Compte en la Lonja de Mercaderes de Valencia, pues durante finales del siglo XV esta ciudad vivía en un ambiente artístico claramente italianizado. Ahora bien,

la cúpula gallonada sobre pechinas de Brunelleschi no pudo aplicarse directamente en las torres de la Lonja de Valencia y la Catedral de Murcia, pues en los pisos existía una limitación de altura. Por este motivo, la cúpula gallonada se rebajó, pero no de cualquier manera, sino de tal forma que su intradós pasó a formar parte de la misma superficie esférica que las pechinas, originándose entonces la bóveda baída. Por su parte, las baídas de cruceros o artesonadas a lo romano construidas en Andalucía por Diego de Riaño también muestran influencias italianas. En esta región de España el conocimiento del arte renacentista se produjo gracias a la presencia de artistas italianos o formados en Italia y también a través de estampas, ilustraciones de libros y otras piezas artísticas venidas de dicho país. Parece que estas nuevas imágenes representaron un amplio repertorio de construcciones a lo romano muy sugerentes a los promotores de las empresas artísticas, entre las cuales debían estar las bóvedas artesonadas.

En vista de todo lo anterior, se puede concluir que las primeras baídas renacentistas de cantería aparecieron en España como consecuencia de influencias renacentistas italianas. Sin embargo, conviene recordar que antes del siglo XVI ya se construían en España, sobre todo en el sur, baídas de ladrillo y sillarejo vinculadas a la tradición hispanomusulmana y mudéjar, de las que se han conservado numerosos ejemplos. Esto significa que la baída era un tipo de abovedamiento conocido y utilizado en España antes de la llegada del Renacimiento y, por lo tanto, no se puede afirmar que fuera una importación exclusivamente italiana. Quizá sería más razonable afirmar que el Renacimiento italiano importó a España un gusto renovado por las formas clásicas a lo romano, entre las cuales se encontraban las bóvedas baídas. Ahora bien, en España, a diferencia de Italia, las nuevas bóvedas no se ejecutaron con ladrillo, sino con piedra de cantería, lo que hizo necesario el empleo de técnicas de construcción específicas. Se dio entonces una dualidad, pues se empezaron a construir formas clásicas, en este caso cúpulas sobre pechinas y bóvedas artesonadas, utilizando las técnicas de construcción góticas, que eran las que los maestros conocían a la perfección. Con el paso del tiempo, estas técnicas fueron evolucionando para adaptarse a las exigencias de las nuevas bóvedas y este proceso fue transformando la cantería gótica en la estereotomía renacentista.

Traza y labra de las bóvedas baídas renacentistas de cantería

Las primeras baídas renacentistas de cantería de hiladas y cruceros se construyeron aplicando directamente procedimientos tomados de la cantería gótica. Así ocurrió en las baídas de hiladas de Valencia y Murcia, y quizá también de Huéscar, cuyas dovelas probablemente se tallaron mediante robos y utilizando plantillas de lechos como en las bóvedas de crucería góticas. Lo mismo sucedió en las baídas de cruceros de Andalucía y Cuenca, que, si bien eran baídas artesonadas a lo romano, se construyeron de manera similar a las bóvedas de crucería góticas, pues, al fin y al cabo, eran bóvedas de nervios cuya única diferencia residía en el diseño de la malla.

En el cuarto capítulo se vio que en la década de 1540 Andrés de Vandelvira construyó las primeras baídas de hiladas cuadradas en la sacristía de la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda. Se trata de un despiece específico de las baídas que no vemos en otras bóvedas de intradós esférico y que pone de manifiesto un cambio tecnológico en la labra de la piedra de cantería. Ya no consiste en una adaptación de las técnicas góticas, como ocurría en las primeras baídas, sino que es una disposición constructiva claramente renacentista que denota el empleo de plantillas

de intradós obtenidas por desarrollo de conos para labrar las dovelas por plantas. Esto es especialmente visible en el caso de las dovelas acodadas con forma de uve ubicadas en los encuentros entre tramos de una misma hilada. Se trata, por tanto, de un paso fundamental en la evolución constructiva de las baídas que pone de manifiesto el desarrollo de técnicas constructivas específicas para la cantería de superficies y que permitió, durante los años siguientes, nuevas posibilidades formales y constructivas. No obstante, se desconoce qué razones motivaron la aparición de este tipo de despiece. Quizá su origen podría estar en las baídas bizantinas construidas con hojas de ladrillo dispuestas paralelamente al perímetro de la planta. Otro argumento sería el de la decoración, que se labraba en cada dovela antes de colocarla en la obra y que, en el caso de las baídas, podría haber generado la necesidad de una disposición por hiladas cuadradas para facilitar la labra en correspondencia con la planta.

En cualquier caso, el desarrollo de conos fue el procedimiento gráfico fundamental en la traza y labra de las baídas renacentistas de cantería. Así lo confirman los trazados de cantería para baídas conservados en los tratados y manuscritos de arquitectura de Philibert De l'Orme, Alonso de Vandelvira o Guardia analizados en el segundo capítulo. Este procedimiento consistía en asemejar el intradós de la baída a varios troncos de cono, uno por cada hilada, para luego desarrollarlos y obtener las plantillas correspondientes. Las connotaciones que tuvo esta innovación tecnológica en la construcción de baídas fueron enormes, pues permitió la creación de nuevos tipos de despieces específicos para las baídas. Esto permitió, en primera instancia, el salto de las hiladas redondas, que era el despiece importado directamente de las bóvedas semiesféricas, a las hiladas cuadradas, que eran hiladas redondas circulares dispuestas verticalmente. Y a este nuevo despiece siguieron otros, que quizá no habrían sido posibles sin esta innovación. Se trata de las hiladas diagonales, en cruz, en equis, redondas de ejes diferentes, etc., todas ellas analizadas detalladamente en el tercer capítulo.

De hecho, fue tal el impacto del desarrollo de conos, que incluso empezó a utilizarse en las bóvedas de cruceros, que a priori se podían construir sin problemas con los procedimientos góticos y utilizando plantillas de lechos. Así queda demostrado en el manuscrito de Alonso de Vandelvira, donde se obtienen plantillas de intradós para labrar las dovelas y crucetas de las bóvedas de cruceros. Aparece dibujada, incluso, una bóveda de crucería gótica donde se diseñan las plantillas de intradós de las dovelas, en contraste con la tradición gótica. Es evidente que la cantería gótica había dado paso a la estereotomía renacentista y el cambio tecnológico fundamental, al menos desde el punto de vista de las baídas, fue la aparición del desarrollo de conos.

Definición de bóveda baída renacentista de cantería

La definición de bóveda baída es de carácter exclusivamente geométrico y no tiene en cuenta, como es evidente, los aspectos constructivos. Recordemos que, en general, una baída es el tipo de bóveda que se obtiene al cortar una superficie semiesférica mediante los cuatro planos verticales correspondientes a los lados de un rectángulo inscrito en su base circular. Sin embargo, lo cierto es las baídas renacentistas de cantería presentan un gran número de variantes geométricas que no se ajustan exactamente a la definición anterior. Los trazados de cantería recogidos en el tratado de Philibert De l'Orme y el manuscrito de Alonso de Vandelvira, y que han sido estudiados en el segundo capítulo, presentan algunas de estas variantes. Por ejemplo, De l'Orme

muestra el trazado para una baída de planta triangular y Vandelvira ofrece trazados para baídas de planta triangular equilátera, triangular irregular, trapezoidal, octogonal, rómbica y romboidal. Además, Vandelvira presenta también trazados para baídas con secciones escarzana, carpanel y elíptica. Por lo tanto, queda patente que, desde un punto de vista teórico, las baídas renacentistas de cantería pueden adoptar numerosas formas no esféricas.

La práctica constructiva también evidencia esta situación. En el tercer capítulo se han analizado numerosas baídas, construidas por hiladas, por cruceros y mediante una combinación de ambos, que presentan innumerables formas esféricas y esferoidales sobre diferentes tipos de plantas. Se pueden destacar varios ejemplos cuyos levantamientos están en el segundo anexo de esta tesis: la baída de planta pseudo-oval y pechinas pseudo-esféricas de la capilla de los Aranda de la antigua iglesia abacial de Sta. M^a la Mayor de Alcalá la Real, la baída de intradós pseudo-esférico de la capilla mayor de la iglesia del Salvador de Caravaca de la Cruz, la baída de planta pentagonal e intradós esférico de la sacristía vieja de la iglesia de Sta. M^a de la Encarnación de Huéscar, la baída de sección oval de la antesacristía de la basílica de N^a S^a de la Merced de Jerez de la Frontera, las baídas casi planas del antecabildo del Cabildo Viejo de Jerez de la Frontera, la baída de geometría pseudo-esférica de la capilla mayor de la iglesia de Santiago Apóstol de Orihuela, la baída de intradós definido por una superficie de traslación en una de las salas del panteón de infantes del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial, la baída de sección pseudo-oval del sotacoro de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial, etc.

En vista de lo anterior, es evidente que una definición rigurosa de bóveda baída no puede ceñirse exclusivamente a la definición general, según la cual una baída es una superficie esférica que cubre una planta rectangular. Esta observación ya ha sido realizada por otros arquitectos a lo largo del tiempo, que llamaron baída a la bóveda que adopta una forma más o menos cóncava similar a la de una vela de barco cuando le sopla el viento. En esta tesis se viene a confirmar dicha realidad y, además, se propone una definición de bóveda baída que, si bien no anula la definición general, amplía los límites dados por esta, ofreciendo una visión más amplia. La baída es la bóveda de geometría esferoidal que cubre una planta poligonal.

La relación entre forma y construcción en las bóvedas baídas renacentistas de cantería

El segundo anexo de esta tesis muestra que las bóvedas baídas renacentistas de cantería pueden adoptar numerosas formas esferoidales y los ejemplos con geometrías singulares son relativamente abundantes. Por esta razón, en la presente investigación se ha descartado realizar una clasificación de carácter geométrico y se ha optado, en su lugar, por desarrollar una clasificación constructiva. Dicha clasificación ha resultado especialmente operativa, pues ha facilitado la agrupación de las baídas en varios tipos constructivos mucho más acotados de lo que podrían haber sido los geométricos, además de que también ha permitido tener en cuenta las características geométricas. En este sentido, una de las conclusiones que arroja esta clasificación constructiva es que en las baídas de cantería existe una estrecha relación entre forma y construcción. Dicho de otra manera, que según el tipo constructivo que se analice, pueden darse unas u otras geometrías, o lo que es lo mismo, que existen geometrías que solo se construyen a partir de ciertos despieces.

Se ha comprobado que las pechinas trapeciales tan solo aparecen construidas con hiladas redondas, aunque desde un punto de vista puramente teórico podrían aparecer en otros tipos de despieces. Ejemplos de este tipo son las pechinas trapeciales de la baída de la sacristía vieja de la iglesia de Sta. M^a de la Encarnación de Huéscar o de la baída de la cripta bajo la iglesia del Hospital Tavera. También se ha comprobado que las hiladas redondas pueden modificar su trazado para adaptarse a las plantas rectangulares, transformándose en hiladas pseudo-ovales, ovales y elípticas. Así ocurre en las baídas de las capillas y sacristías laterales de la Capilla Real de la Catedral de Sevilla o en el vestíbulo alto de la escalera del coro de la iglesia del antiguo monasterio de S. Jerónimo de Buenavista de Sevilla. Otra geometría bastante habitual que también es muy sencilla de construir con hiladas redondas, son las baídas de sección oval y pseudo-oval. Se pueden ver ejemplos de este tipo en el refectorio del antiguo convento de N^a S^a de la Victoria de Jerez de la Frontera o en el sotacoro de la basílica del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial.

Por otro lado, las hiladas cuadradas se muestran especialmente eficaces para adaptarse a variaciones en la planta, en los arcos formeros o en las secciones verticales, y posibilitan la generación de numerosas formas pseudo-esféricas con cierta facilidad. Esto es posible gracias a que cada tramo de la hilada cuadrada puede comportarse como un arco independiente, adaptándose de esta manera a las condiciones particulares de planta, sección o borde que le afecten. Ejemplos de baídas de hiladas cuadradas con formas esferoidales se pueden ver en la capilla mayor de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende, en la cocina del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial o en una sala del panteón de infantes del monasterio de S. Lorenzo de El Escorial. Las hiladas cuadradas se también adaptan con facilidad a las plantas de geometría irregular, tal y como muestran los trazados de cantería del tratado de De l'Orme y el manuscrito de Vandelvira, donde aparecen baídas de hiladas cuadradas sobre una gran variedad de plantas. Ahora bien, los ejemplos construidos son mucho más reducidos. Se conocen dos baídas con hiladas cuadradas y de planta trapezial, una en la capilla mayor de la iglesia de Sta. M^a de la Nava de Navamorcuende mencionada anteriormente y otra en la capilla mayor de la iglesia del antiguo convento de Sta. M^a de Jesús de Ávila.

Por su parte, las baídas de cruceros muestran una enorme variedad de formas, resultado de su propio proceso de diseño, sobre el cual se ha formulado una hipótesis en el tercer capítulo. Aparecen baídas de cruceros muy rebajadas, como las baídas del antecabildo del Cabildo Viejo de Jerez de la Frontera, algunas incluso de sección vertical plana, como las baídas de la girola de la Catedral de Granada o la que hay en el primer tramo de la nave central de la iglesia de N^a S^a de la Consolación de Cazalla de la Sierra, otras presentan formas pseudo-esféricas, como la baída de la capilla mayor de la iglesia del Salvador de Caravaca de la Cruz, y otras presentan geometrías que se ajustan a superficies de traslación, como la baída del tramo junto al crucero de la iglesia de S. Miguel Arcángel de Morón de la Frontera.

El éxito de las bóvedas baídas de cantería en el Renacimiento español

Los ejemplos anteriores ponen de manifiesto que la bóveda baída, en todos sus tipos constructivos, fue un abovedamiento con gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones. Fue muy utilizada durante el siglo XVI en España y los arquitectos y maestros experimentaron con ella para desarrollar nuevas variantes formales y constructivas. Existen numerosos despieces que

permiten innumerables formas para adaptarse a casi cualquier variación en las condiciones de contorno. De hecho, no existe en el Renacimiento español otra construcción abovedada con mayor número de despieces y posibilidades formales. En vista de ello, podría decirse que, en la arquitectura española, la baída fue al Renacimiento lo que la bóveda de crucería al gótico, es decir, un abovedamiento versátil capaz de dar una respuesta constructiva viable a infinidad de situaciones. De hecho, la naturaleza cupuliforme de ambas bóvedas y su flexibilidad de adaptación han provocado que en algunos casos sean muy similares, llegando incluso a confundirse. Esto ocurre sobre todo en aquellas situaciones en las que la bóveda de crucería adopta forma esférica y se despieza por hiladas redondas. No obstante, conviene tener presente que la bóveda de crucería siempre tendrá una malla de nervios de configuración gótica que permitirá su identificación. En conclusión, la bóveda baída gozó de un gran éxito en el Renacimiento español. Fue ampliamente utilizada en los edificios más representativos y fue objeto de investigación y experimentación por parte de los arquitectos y maestros canteros, evolucionando formal y constructivamente para dar lugar a diferentes geometrías y despieces.

CONCLUSIONS

SOME RELEVANT CONCLUSIONS

This chapter highlights some of the most relevant conclusions about ashlar Renaissance sail vaults that stem from the development of this dissertation.

The origin of ashlar Renaissance sail vaults

As we have seen in the fourth chapter of this dissertation, the first ashlar sail vaults built in Spain by courses appeared in Valencia, Murcia and Huéscar. Between 1491 and 1494 Pere Compte built the sail vault of the first floor of the tower of the Merchants' Exchange of Valencia. Between 1521 and 1525 Jacopo Torri l'Indaco Vecchio raised the sail vault of the sacristy of the Cathedral of Murcia. And around the decade of 1530 an unknown master, perhaps Alonso de Covarrubias, closed the pentagonal-plan sail vault of the old sacristy of the church of St. Mary of the Incarnation of Huéscar. Also, the first Renaissance ribbed sail vaults appeared at the beginning of the decade of 1530 in Seville, Aroche, Carmona and Cuenca. At the beginning of the decade of 1530 Diego de Riaño constructed several sail vaults in the chapter hall of the Renaissance Town Hall of Seville, in the ground floor of the courtyard of the holy oils of the Cathedral of Seville, in the north gallery of the ground floor of the greater cloister of the monastery of S. Jerónimo de Buenavista of Seville, in the sacristy of the priory church of Our Lady of the Assumption of Aroche and in the sacristy and the pre-sacristy of the church of St. Mary of Carmona. In addition, it began the works of the lateral chapels of the head of the Main Sacristy of the Cathedral of Seville, covered also with sail vaults. On the other hand, in 1537 Diego de Tiedra was contracted to build the chapel of the Muñoz in the Cathedral of Cuenca, which was closed with two sail vaults.

The sail vaults of courses of Valencia and Murcia show the existence of Italian influences, since they have a composition based on smooth pendentives and scalloped dome, reminiscent of some scalloped domes on pendentives of the Florentine Quattrocento attributed to Filippo Brunelleschi, for example, those in the old sacristy of the basilica of S. Lorenzo or in the Pazzi chapel of the basilica of the Santa Croce. It is evident that the Florentine Jacopo Torri had to know Brunelleschi's works firsthand and when he was presented with the opportunity to build a similar vault in the sacristy of the Murcian Cathedral, he raised a scalloped dome on pendentives. Something similar happened with Pere Compte in the Merchants' Exchange of Valencia, because during ends of century XV this city lived in an artistic atmosphere clearly Italianianized. However, the scalloped dome on pendentives of Brunelleschi could not be applied directly on the towers of the

Merchants' Exchange of Valencia and the Cathedral of Murcia, since the upper floors limited the height of the vaults. For this reason, the scalloped dome was lowered, but not in any way, but in such a way that its intrados became part of the same spherical surface as the pendentives, creating then the sail vault. On the other hand, ribbed or coffered Roman sail vaults built in Andalusia by Diego de Riaño also show Italian influences. The knowledge of Renaissance art reached this region of Spain through the presence of Italian or Italian-trained artists and also through prints, illustrations of books and other artistic pieces coming from that country. It seems that these new images represented a wide repertoire of constructions with Roman aesthetics very suggestive to the promoters of the artistic companies, between which they had to be the coffered vaults.

In view of all of the above, we can conclude that the first ashlar Renaissance sail vaults appeared in Spain as a result of Italian Renaissance influences. However, before the 16th century, brick and masonry sail vaults linked to the Hispano-Muslim and Mudéjar traditions were built in Spain, especially in the south, and many of them are still extant. This means that the sail vault was a type of vaulting known and used in Spain before the arrival of the Renaissance and, therefore, cannot be said to be an exclusively Italian import. Perhaps it would be more reasonable to say that the Italian Renaissance imported to Spain a renewed taste for the classical Roman forms, among which were the sail vaults. However, in Spain, unlike Italy, the new vaults were not built with brick, but with stonework, which required the use of specific construction techniques. Then a duality took place, because classical forms began to form, in this case domes on pendentives and coffered vaults, using Gothic construction techniques, which were well known by the masters. Over time, the techniques evolved to adapt to the requirements of the new vaults and this process was transforming Gothic stonework into Renaissance stereotomy.

Tracing and carving of ashlar Renaissance sail vaults

The earliest ashlar Renaissance sail vaults of courses and ribs were built by directly applying the procedures taken of Gothic stonework. This was the case in the sail vaults of Valencia and Murcia, and perhaps also of Huéscar, whose voussoirs were probably carved by squaring and using bed templates as in Gothic rib vaults. The same happened in the sail vaults with ribs of Andalusia and Cuenca, which although they were sail vaults with Roman coffers, were built in a similar way to the Gothic ribbed vaults; in the end, the only difference between these two kind of vaults lies in mesh design.

In the fourth chapter, it was seen that in the 1540s Andrés de Vandelvira built the first sail vaults of square courses in the vestry of the Sacred Chapel of the Salvador of Úbeda. It is a specific vault quartering of sail vaults that we do not see in other vaults of spherical intrados and that shows a technological change in the carving of stonework. It is no longer an adaptation of Gothic techniques, as was the case in the first sail vaults, but it is a clearly Renaissance constructive configuration that denotes the use of intrados templates obtained by cones development in order to carve voussoirs using templates method. This is especially visible in the case of the voussoirs with V-shape located in the intersection between sections of a same course. It is, therefore, a fundamental step in the constructive evolution of the sail vaults that shows the development of specific construction techniques for the surface stonework. This allowed, during the following years, new formal and constructive possibilities. However, it is unknown what caused the appearance of this

stonecutting scheme. Perhaps its origin could be in Byzantine sail vaults built with courses of brick arranged parallel to the perimeter of the plan. Another reason would be the decoration, which was carved on each voussoir before placing it into position and which, in the case of the sail vaults, could have generated the need for a layout by square courses to facilitate the correspondence between decoration and quartering.

In any case, the cones development was the fundamental graphic procedure in the tracing and carving of the ashlar Renaissance sail vaults. This is confirmed by the stonecutting tracings preserved in the architectural treatises and manuscripts of Philibert De l'Orme, Alonso de Vandelvira or Guardia analyzed in the second chapter. This procedure consisted in inscribing several trunks of cone in the intrados of sail vault, one by each course, then to develop them and obtain the corresponding templates. The connotations of this technological innovation in the construction of sail vaults were enormous, as it allowed the creation of new types of specific vault quartering schemes for sail vaults. It allowed, in the first instance, the jump from of the round courses, which was the quartering system imported directly from the semi-spherical vaults, to the square courses, which are circular round courses arranged vertically. And to this new quartering scheme followed others, which perhaps would not have been possible without this innovation. These are the courses called diagonal, cross, X-form, round of different axes, etc., all of which are discussed in detail in the third chapter.

In fact, such was the impact of the cones development that even began to be used in the rib vaults, which a priori could be built without problems with Gothic procedures and using bed templates. This is shown by the manuscript of Alonso de Vandelvira, where he obtains intrados templates to carve the voussoirs of rib vaults. Vandelvira goes even to the extreme of designing intrados templates for a Gothic rib vault, in contrast to Gothic tradition. appears where the intrados templates are designed. It is evident that Gothic stonework had given way to Renaissance stereotomy, and the fundamental technological change, at least from the point of view of the bass, was the appearance of the cones development.

Definition of ashlar Renaissance sail vault

The definition of sail vault is exclusively geometrical and does not take into account, of course, the constructive aspects. We should remember that, in general, a sail vault is the type of vault that is obtained when cutting a hemispherical surface through the four vertical planes corresponding to the sides of a rectangle inscribed in its circular base. However, it is true that ashlar Renaissance sail vaults have a large number of geometric variants that do not exactly fit the previous definition. The stonecutting tracings included in the treatise of Philibert De l'Orme and the manuscript of Alonso de Vandelvira, that have been studied in second chapter, present some of these variants. For example, De l'Orme shows the layout for a sail vault with triangular plan and Vandelvira offers tracings for sail vaults with equilateral triangular, irregular triangular, trapezoidal, octagonal, rhombic and rhomboidal plans. In addition, Vandelvira also presents tracings for sail vaults with lowered circular, oval and elliptical cross sections. Therefore, it is clear that, from a theoretical point of view, the ashlar Renaissance sail vaults can take many non-spherical forms.

Constructive practice also shows this situation. In the third chapter, we have analyzed a lot of sail vaults built by courses, by ribs and by a combination of both, which present innumerable

spherical and spheroidal forms on different types of plans. Several examples can be highlighted, whose surveys are included in the second annex of this dissertation: the pseudo-oval plan and pseudo-spherical pendentives of the Aranda chapel in the old abbey church of St. Mary the Great of Alcalá la Real, the pseudo-spherical intrados sail vaults of the main chapel of the church of the Savior of Caravaca de la Cruz, the pentagonal-plan sail vault and spherical intrados of the old sacristy of the church of St. Mary of Incarnation of Huéscar, the sail vaults of oval section of the pre-sacristy of the Basilica of Our Lady of Mercy in Jerez de la Frontera, the almost flat sail vaults of the anteroom of the Old Town Hall of Jerez de la Frontera, the sail vault of pseudo-spherical geometry of the main chapel of the church of Santiago Apostle of Orihuela, the sail vault of intrados defined by a surface of translation in one of the rooms of the Pantheon of infants of the monastery of S. Lorenzo de El Escorial, the sail vault of section pseudo-oval down of the chorus of the basilica of the monastery of S. Lorenzo de El Escorial, etc.

In view of the above, it is evident that a rigorous definition of sail vault cannot be confined exclusively to the general definition, according to which a sail vault is a spherical surface that covers a rectangular plan. This observation has already been made by other architects over time, who called sail vault as vault that takes on a more or less concave shape similar to that of a sail of boat when the wind blows to it. This dissertation confirms this reality and, in addition, a definition of a vault is proposed which, although it does not negate the general definition, enlarges the limits given by it, offering a wider vision. The sail vault is the vault of spheroidal geometry that covers a polygonal plan.

The relationship between form and construction in ashlar Renaissance sail vaults

The second annex of this dissertation shows that ashlar Renaissance sail vaults can take many spherical shapes and that the examples with singular geometries are relatively abundant. For this reason, the present research does not include a geometric classification and, instead, incorporates a constructive one. This classification has been especially operative, since it has facilitated the grouping of sail vaults in several constructive types more closely bounded than the geometric ones; in addition, it has also allowed to take into account the geometric characteristics. In this sense, one of the conclusions of this constructive classification is that there is a close relationship between form and construction in the ashlar sail vaults. In other words, according to the constructive type to be analyzed, some or other geometries can be given, or what is the same, there are geometries that fit only with particular vault quartering schemes.

It has been found that the trapeze pendentives are only constructed with round courses, although from a purely theoretical point of view they could appear in other types of vault quartering. Examples of this type are the trapeze pendentives in the sail vault of the old sacristy of the Church of St. Mary of Incarnation of Huéscar or in the sail vault of the crypt under the church of the Hospital Tavera. It has also been proven that round courses can be modified to fit the rectangular plans, morphing into pseudo-oval, oval and elliptical courses. This is the case with the sail vaults of the side chapels and sacristies of the Royal Chapel of the Cathedral of Seville or with the upper hall of the church choir of the old monastery of S. Jerónimo de Buenavista in Seville. Other quite usual geometry which is also very simple to build with round courses, are the sail vaults of

oval and pseudo-oval cross sections. Examples of this kind can be seen in the refectory of the old convent of Our Lady of the Victory in Jerez de la Frontera or under the chorus of the basilica of the monastery of S. Lorenzo de El Escorial.

On the other hand, square courses are particularly effective in adapting to variations in the plan, in the form arches, or in the vertical sections, and enable the generation of numerous pseudo-spherical shapes with some ease. This is possible because each section of the square course can behave as a separate arc, thus adapting to the particular plan, section or edge conditions that affect it. Examples of sail vaults with square courses and spheroidal shapes can be seen in the main chapel of the church of St. Mary of the Nava of Navamorcuende, in the kitchen of the monastery of S. Lorenzo de El Escorial or in a room of the Pantheon of infants in the monastery of S. Lorenzo de El Escorial. Square courses are also easily adapted to irregular geometry plans, as shown in the stonecutting tracings of the De l'Orme treatise and the Vandelvira manuscript, where sail vaults with square courses are found on a wide variety of plant. However, the constructed examples are much scarcer. There are two sail vaults with square courses with trapezoidal plans, one in the main chapel of the church of St. Mary of the Nava of Navamorcuende previously mentioned and another in the main chapel of the church of the old convent of St. Mary of Jesus of Ávila.

Besides, ribbed sail vault display an enormous variety of shapes, as a result of their own design process; a hypothesis about this has been formulated in the third chapter. There are very low-lying ribs, such as those in the anteroom of the Old Town Hall in Jerez de la Frontera, some of them even with a flat vertical section, such as the ambulatory of the Cathedral of Granada or the one on the first bay of the central aisle of the church of Our Lady of Consolation of Cazalla de la Sierra, others present pseudo-spherical forms, such as the sail vault of the main chapel of the church of the Savior of Caravaca de la Cruz, and other ones have geometries that fit surfaces of translation, as the sail vault of the section next to the crossing of the church of St. Michael Archangel of Morón de la Frontera.

The success of the ashlar sail vaults in the Spanish Renaissance

The previous examples show that the sail vault, in all its constructive types, was a vault with great adaptability to different conditions. It was widely used during the 16th century in Spain and the architects and masters experimented with it to develop new formal and constructive variants. There are numerous vault quartering schemes that allow for countless shapes to adapt to almost any variation in the boundary conditions. In fact, there is no other vaulted construction in the Spanish Renaissance with a greater number of vault quartering systems and formal possibilities. In view of this, it could be said that, in Spanish architecture, the sail vault means to the Renaissance what the rib vault meant the Gothic, that is to say, a versatile vault able to give a viable constructive answer to infinity of situations. In fact, there are some cases in which both vaults are very similar, even getting confused, as a result of their cupuliform nature and their flexibility of adaptation. This occurs especially in situations in which the rib vault adopts spheroidal shape and is quartered by round courses. However, it should be noted that the rib vault will always have a rib mesh with Gothic configuration that will allow its identification. In conclusion, the sail vault enjoyed a great success in the Spanish Renaissance. It was widely used in the most representative

buildings, was the object of research and experimentation by the architects and mason masters, evolving formally and constructively and giving rise to different geometries and vault quartering schemes.

Bibliografía

- AGÜERA ROS, José Carlos. 2003. «Pedro Monte de Isla, maestro y tracista de arquitectura del último tercio del siglo XVI». En *El arte de la cantería: actas del congreso, V Centenario del Nacimiento de Rodrigo Gil de Hontañón, Santander, 1, 2 y 3 de diciembre de 2000*, 329-352. Santander: Centro de Estudios Montañeses.
- AITA, Danila. 2003. «Between geometry and mechanics: a re-examination of the principles of stereotomy from a statical point of view». En *Proceedings of the First International Congress on Construction History. Madrid, 20th-24th January 2003*, 161-170. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- ALBUERNE RODRÍGUEZ, Alejandra. 2007. «Robert Willis y las bóvedas góticas inglesas: on the construction of the vaults of the Middle Ages ». En *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Burgos, 7-9 de junio de 2007*, vol. 1, 11-21. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- ALDANA FERNÁNDEZ, Salvador. 1988. *La Lonja de Valencia*. 2 vols. Valencia: Biblioteca Valenciana.
- ALONSO DE LA SIERRA FERNÁNDEZ, Juan, y Lorenzo ALONSO DE LA SIERRA FERNÁNDEZ. 2005a. «Arcos de la Frontera». En *Guía artística de Cádiz y su provincia*, vol. 2, 294-348. Cádiz: Diputación de Cádiz y Fundación José Manuel Lara.
- . 2005b. «La Janda». En *Guía artística de Cádiz y su provincia*, vol. 2, 221-283. Cádiz: Diputación de Cádiz y Fundación José Manuel Lara.
- ALONSO DE LA SIERRA FERNÁNDEZ, Juan, Pablo GUISANDE SANTAMARÍA, y Lorenzo PERDIGONES MORENO. 2006. «Cádiz». En *El Renacimiento en Andalucía. Jornadas europeas de patrimonio 2006*, 53-80. Sevilla: Junta de Andalucía.
- ALONSO RODRÍGUEZ, Miguel Ángel. 2002. «Sobre las cúpulas de las torres de la basílica del Escorial». En *El Monasterio del Escorial y la arquitectura: actas del Simposium, 8/11-IX-2002*, 487-500. San Lorenzo de El Escorial: Real Centro Universitario Escorial-María Cristina.
- . 2007. «Sobre la cúpula trasdosada de la Iglesia de Cobos en Segovia». En *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Burgos, 7-9 de junio de 2007*, vol. 1, 23-28. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- ALONSO RODRÍGUEZ, Miguel Ángel, y José CALVO LÓPEZ. 2007. Una clave de bóveda de la iglesia de Santa Catalina de Valencia. *GothicMED*.
- . 2011. «Bóvedas baídas en el ámbito castellano. La iglesia de Navamorcuende (Toledo)». En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Santiago de Compostela, 26-29 de octubre de 2011*, vol. 1, 65-74. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- ALONSO RODRÍGUEZ, Miguel Ángel, José CALVO LÓPEZ, y Enrique RABASA DÍAZ. 2009a. «Sobre la configuración constructiva de la cúpula del crucero de la Catedral de Segovia». En *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Valencia, 21-24 de octubre de 2009*, vol. 1, 53-62. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- ALONSO RODRÍGUEZ, Miguel Ángel, y Ana LÓPEZ MOZO. 2002. «Levantamiento de la cúpula de la iglesia del Monasterio de San Lorenzo del Escorial». En *Re-visión, enfoques en docencia e investigación: actas del IX Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 327-332. A Coruña: Universidade da Coruña.
- ALONSO RODRÍGUEZ, Miguel Ángel, Ana LÓPEZ MOZO, José Carlos PALACIOS GONZALO, Enrique RABASA DÍAZ, José CALVO LÓPEZ, y Alberto SANJURJO ÁLVAREZ. 2009b. «Functionalism and caprice in stonecutting. The case of the Nativity Chapel in Burgos Cathedral». En *Proceedings of the Third International Congress on Construction History. Brandenburg University of Technology Cottbus, Germany, 20th-24th May 2009*, 31-38. Berlin: Neunplus1.
- ALONSO RUIZ, Begoña. 1991. *El arte de la cantería: los maestros trasmeranos de la Junta de Voto*. Santander: Universidad de Cantabria.
- ÁLVAREZ BENÍTEZ, José Manuel. 2001. *Testigo. Guía histórico-turística del templo de Santa María de las Virtudes de Villamartín en el año 500 de la fundación del pueblo*. Villamartín: Ayuntamiento de Villamartín.
- AMPLIATO BRIONES, Antonio Luis. 1991. *La idea del espacio arquitectónico en el Renacimiento Andaluz. Diego Siloe, Andrés de Vandelvira, Hernán Ruiz II*. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla.
- . 1996. *Muro, orden y espacio en la arquitectura del Renacimiento andaluz*. Sevilla: Junta de Andalucía y Universidad de Sevilla.
- . 2002a. *El proyecto renacentista en el Tratado de arquitectura de Hernán Ruiz*. Sevilla: Universidad de Sevilla e Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción.

- . 2002b. «La obra de Andrés de Vandelvira en Úbeda: arquitectura y espacio urbano». En *Úbeda en el siglo XVI*, 255-282. Úbeda: El Olivo editorial.
- AMPLIATO BRIONES, Antonio Luis, y Juan Clemente RODRÍGUEZ ESTÉVEZ. 2015a. «Un nuevo levantamiento arquitectónico y algunas hipótesis de base para el estudio de la iglesia prioral de Carmona». *Laboratorio de arte* 27: 45-59.
- . 2015b. «La iglesia de Santa María de Carmona. Hipótesis sobre su evolución tipológica y constructiva desde una perspectiva interdisciplinar». En *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primero Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Segovia, 13-17 de octubre de 2015*, vol. 1, 103-113. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- ANDRÉS, Gregorio de. 1972. *Inventario de documentos sobre la construcción y ornato del Monasterio del Escorial existentes en el archivo de su Real Biblioteca* Madrid: Instituto Diego Velázquez.
- . 1976. «La construcción de la iglesia de Valdemorillo y el castillo de Villaviciosa de Odón según las trazas de Bartolomé de Elorriaga». *Anales del Instituto de Estudios Madrileños* 13: 61-78.
- ANDRÉS ORDAX, Salvador. 1977. «El retablo de Anchieta en Moneo (Burgos)». *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 43: 437-444.
- ARANDA BERNAL, Ana, y Fernando QUILES GARCÍA. 2005. «Sierra de Cádiz». En *Guía artística de Cádiz y su provincia*, vol. 2, 287-413. Cádiz: Diputación de Cádiz y Fundación José Manuel Lara.
- ARNUNCIO PASTOR, Juan Carlos. 1986. «51 dibujos para una exposición». En *Herrera y el clasicismo. Ensayos, catálogo y dibujos en torno a la arquitectura en clave clasicista*, 281-397. Valladolid: Junta de Castilla y León.
- ARRÁZOLA ECHEVERRÍA, M. Asunción. 1967. *El Renacimiento en Guipúzcoa*. 3 vols. San Sebastián: Diputación de Guipúzcoa.
- . 1985. «San Sebastián de Soreasu en Azpeitia». En *Monumentos nacionales de Euskadi*, vol. 2, 21-33. Bilbao: Gobierno Vasco y Editorial Elexpuru.
- ÁVILA JALVO, José Miguel. 1998. «Análisis geométrico y mecánico de las bóvedas planas del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial». En *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la construcción. A Coruña, 22-24 de octubre de 1998*, 29-33. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- AZCÁRATE RISTORI, José María de. 1945. «Vandelvira y Rodí en la Catedral de Cuenca». *Archivo español de arte* 18 (69): 181-182.
- . 1956. «El convento de Uclés y Francisco de Luna, maestro de cantería». *Archivo español de arte* 29 (115): 173-188.
- AZCÁRATE RISTORI, José María de, Aurea de la MORENA BARTOLOMÉ, María Teresa PÉREZ HIGUERA, María Jesús de TORRES-PERALTA GARCÍA, Ana GARCÍA PÁRAMO, Joaquín YARZA LUACES, Pedro NAVASCUÉS PALACIO, Víctor Manuel NIETO ALCAIDE, y Domingo SÁNCHEZ MESA. 1970. *Inventario artístico de la provincia de Madrid*. Madrid: Servicio Nacional de Información Artística, Arqueológica y Etnológica.
- BANDA Y VARGAS, Antonio de la. 1969. «Nuevos datos acerca del manuscrito de arquitectura de Alonso de Vandelvira». *Archivo español de arte* 42 (168): 378-381.
- . 1974a. *El arquitecto andaluz Hernán Ruiz II*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- . 1974b. «Huellas artísticas andaluzas en la Baja Extremadura». En *Estudios de arte español*, 11-35. Sevilla: Real Academia de Bellas Artes de Santa Isabel de Hungría.
- . 1975. *Hernán Ruiz II*. Vol. 7, *Arte hispalense*. Sevilla: Diputación de Sevilla.
- . 2007. *Las Cinco Llagas. De hospital a Parlamento de Andalucía*. Sevilla: Parlamento de Andalucía.
- BAQUERO ALMANSA, Andrés. 1913. *Catálogo de los profesores de las Bellas Artes murcianos*. Murcia: Imp. Sucesores de Nogués.
- BARBÉ-COQUELIN DE LISLE, Geneviève. 1977a. «El tratado de arquitectura de Alonso de Vandelvira y la este-reotomía en España». En *Actas del XXIII Congreso Internacional de Historia del Arte: España entre el Medi-terráneo y el Atlántico. Granada, 1973*, vol. 2, 226-232. Granada: Universidad de Granada.
- . 1977b. *El tratado de arquitectura de Alonso de Vandelvira*. Edición con introducción, notas, variantes y glosario hispano-francés de arquitectura. 2 vols. Albacete: Confederación Española de Cajas de Ahorros.
- BARRIO LOZA, José Ángel. 1998. «Paisaje aproximado de la arquitectura renacentista en el País Vasco». *On-dare* 17: 33-56.
- BARRIO LOZA, José Ángel, y José Gabriel MOYA VALGAÑÓN. 1981. «Los canteros vizcaínos (1500-1800): dic-cionario biográfico». *Kobie* 11: 173-282.

- BARROSO VÁZQUEZ, María Dolores. 1996. *Patrimonio artístico de la iglesia parroquial de Nuestra Señora de la Oliva en Lebrija*. Sevilla: Caja Rural de Sevilla.
- BELDA NAVARRO, Cristóbal, y Elías HERNÁNDEZ ALBALADEJO. 2006. *Arte de la Región de Murcia: de la Reconquista a la Ilustración*. Murcia: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- BELLIDO AHUMADA, José. [1945] 1985. *La patria de Nebrija. (Noticia histórica)*. Sevilla: M^a del Carmen Bellido G. de Atocha.
- BÉRCHEZ GÓMEZ, Joaquín. 1994. *Arquitectura renacentista valenciana (1500-1570)*. Valencia: Bancaja Obra Social.
- BÉRCHEZ GÓMEZ, Joaquín, y Mercedes GÓMEZ-FERRER LOZANO. 1995. «Real Colegio del Corpus Christi o del Patriarca (Valencia)». En *Monumentos de la Comunidad Valenciana. Catálogo de monumentos y conjuntos declarados e incoados. Tomo X. Valencia. Arquitectura religiosa*, 156-171. Valencia: Generalitat valenciana.
- . 2007. *La Seo de Xàtiva. Historia, imágenes y realidades*. Valencia: Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Generalitat Valenciana.
- BONET CORREA, Antonio. [1966] 1987. «Aspectos renacentistas en la Catedral de Murcia». *Cuadernos de arte de la Universidad de Granada* 18: 41-47.
- . 1989. «Los tratados de cortes de piedra españoles en los siglos XVI, XVII y XVIII». *Academia* 69: 29-62.
- . 1991a. «Simón García tratadista de arquitectura». En *Compendio de arquitectura y simetría de los tiempos*, 13-18. Valladolid: Colegio Oficial de Arquitectos de Valladolid.
- . 1991b. «La capilla de Mosén Rubí de Bracamonte y su interpretación masónica». *Ars longa* 2: 7-14.
- BRAVO BERNAL, Ana M. 2008. *El Sagrario, un problema y su historia. Estudio arquitectónico y documental de la capilla del Sagrario de la Catedral de Sevilla*. Sevilla: Universidad de Sevilla y Fundación Focus-Abengoa.
- . 2011. «Estudio de un trazado arquitectónico de una bóveda vaída». En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Santiago de Compostela, 26-29 de octubre de 2011*, vol. 1, 145-149. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- BRAVO GUERRERO, Sandra Cynthia. 2009. «Bóvedas cuadradas por cruceros en España y México». En *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Valencia, 21-24 de octubre de 2009*, vol. 1, 235-242. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2011. «Bóvedas por cruceros. Clasificación geométrica». En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Santiago de Compostela, 26-29 de octubre de 2011*, vol. 1, 161-167. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2013. «Origen, geometría y construcción de las bóvedas por cruceros de la catedral de San Ildefonso en Mérida, Yucatán». En *Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Madrid, 9-12 de octubre de 2013*, vol. 1, 113-122. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- BRAVO GUERRERO, Sandra Cynthia, y José Carlos PALACIOS GONZALO. 2009. «Crossing trellis vaults in Spain and Mexico». En *Proceedings of the Third International Congress on Construction History. Brandenburg University of Technology Cottbus, Germany, 20th-24th May 2009*, 235-243. Berlin: Neunplus1.
- BUSTAMANTE GARCÍA, Agustín. 1983. *La arquitectura clasicista del foco vallisoletano (1561-1640)*. Valladolid: Institución Cultural Simancas y Diputación de Valladolid.
- . 1994. *La octava maravilla del mundo. (Estudio histórico sobre El Escorial de Felipe II)*. Madrid: Editorial Alpuerto.
- CABALLERO ZOREDA, Luis, y José Ignacio LATORRE MACARRÓN. 1980. *La iglesia y el monasterio visigodo de Santa María de Melque (Toledo): arqueología y arquitectura; San Pedro de la Mata (Toledo) y Santa Comba de Bande (Orense)*. Vol. 109, *Excavaciones arqueológicas en España*. Madrid: Ministerio de Cultura, Dirección General del Patrimonio Artístico, Archivos y Museos, Subdirección General de Arqueología.
- CABILDO DE SEVILLA. 1527. *Ordenanzas de Sevilla*. Sevilla: Juan Varela de Salamanca.
- CALPENA Y ÁVILA, Luis. 1920. «La iglesia parroquial de Santiago, de Orihuela». *Boletín de la Real Academia de la Historia* 77: 13-17.
- CALVO LÓPEZ, José. 1999. *"Cerramientos y trazas de montea" de Ginés Martínez de Aranda*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- . 2001. «Entre labra y traza. Instrumentos geométricos para la labra de la piedra de sillería en la Edad Moderna». En *Actas del VI Congreso Nacional de Profesores de Materiales de Construcción de Escuelas de Arquitectura Técnica. Sevilla, 29/30 de marzo de 2001*, 107-120. Sevilla: Asociación de Profesores de Materiales de Construcción de Escuelas de Arquitectura Técnica.

- . 2002. «Superficies regladas desarrollables y alabeadas en los manuscritos españoles de cantería». En *Re-visión, enfoques en docencia e investigación: actas del IX Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 313-318. A Coruña: Universidade da Coruña.
- . 2004. «Estereotomía de la piedra». En *El Master de Restauración del Patrimonio Histórico*, 115-151. Murcia: Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia y Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia.
- . 2005. «Jacopo Torni l'Indaco vecchio and the emergence of Spanish classical stereotomy». En *Teoria e Pratica del costruire: saperi, strumenti, modelli. Esperienze didattiche e di ricerca a confronto. Seminario internazionale, Ravenna 27-29 ottobre 2005*, vol. 2, 505-516. Bologna-Ravenna: Università di Bologna e Fondazione Flaminia.
- . 2009a. «El manuscrito Cerramientos y trazas de montea, de Ginés Martínez de Aranda». *Archivo español de arte* 82 (325): 1-18.
- . 2009b. «La literatura de la cantería: una visión sintética». En *El arte de la piedra. Teoría y práctica de la cantería*, 101-156. Madrid: CEU Ediciones.
- . 2011. «From mediaeval stonecutting to projective geometry». *Nexus network journal* 13 (3): 503-533.
- . 2015. «Los rasguños de Alonso de Guardia y la práctica de la cantería española en la Edad Moderna». En *Teoría y literatura artística en España. Revisión historiográfica y estudios contemporáneos*, 411-457. Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.
- . 2016. «Philibert De l'Orme and Spanish stereotomy». En *Philibert De l'Orme. Un architecte dans l'histoire* 199-213. Turnhout: Brepols Publishers.
- CALVO LÓPEZ, José, y Miguel Ángel ALONSO RODRÍGUEZ. 2005. «Bóvedas renacentistas de intradós esférico y tórico en el antiguo obispado de Cartagena». En *XVI Jornadas de Patrimonio Histórico: intervenciones en el patrimonio arquitectónico, arqueológico y etnográfico de la Región de Murcia*, 67-84. Murcia: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- . 2014. «Un experimento gráfico acerca de los métodos de control formal en la arquitectura gótica tardía. La capilla de la Virgen María de la Paz en la iglesia de Santa Catalina Mártir de Valencia». En *Bóvedas valencianas. Arquitecturas ideales, reales y virtuales en época medieval y moderna*, 80-107. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- CALVO LÓPEZ, José, Miguel Ángel ALONSO RODRÍGUEZ, Enrique RABASA DÍAZ, y Ana LÓPEZ MOZO. 2005. *Cantería renacentista en la catedral de Murcia*. Murcia: Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia.
- CALVO LÓPEZ, José, Juan Carlos MOLINA GAITÁN, Miguel Ángel ALONSO RODRÍGUEZ, Ana LÓPEZ MOZO, Enrique RABASA DÍAZ, Indalecio POZO MARTÍNEZ, y José Antonio SÁNCHEZ PRAVIA. 2010. «El uso de monteas en los talleres catedralicios: el caso murciano». *Semata* 22: 519-536.
- CALVO LÓPEZ, José, Juan Carlos MOLINA GAITÁN, Pau NATIVIDAD VIVÓ, Miguel Ángel ALONSO RODRÍGUEZ, Enrique RABASA DÍAZ, Ana LÓPEZ MOZO, Miguel TAÍN GUZMÁN, y José Antonio SÁNCHEZ PRAVIA. 2013. «The tracing for the sail vault at the Murcia cathedral vestry: surveying a 16th-century full-scale working drawing». *International journal of Architectural Heritage* 7 (3): 275-302.
- CALVO LÓPEZ, José, y Enrique RABASA DÍAZ. 2002. «La coupe des pierres dans l'Espagne du XVIème siècle: le manuscrit de Ginés Martínez de Aranda». En *Towards a History of Construction*, 529-549. Basel-Boston-Berlin: Birkhäuser Verlag.
- CAMÓN AZNAR, José. 1941. «La intervención de Rodrigo Gil de Hontañón en el Manuscrito de Simón García». *Archivo español de arte* 14 (45): 300-305.
- . 1945. *La arquitectura plateresca*. 2 vols. Madrid: Instituto Diego Velázquez.
- . [1959] 2000. *La arquitectura y la orfebrería españolas del siglo XVI*. Vol. 17, *Summa artis*. Madrid: Espasa-Calpe.
- CAMPOS RUIZ, Miguel. 1917. «La planta o traza de la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda, no la hizo Andrés de Vandelvira. La hizo Diego de Siloe». *Don Lope de Sosa* 57: 279.
- . 1918. «La Sacra Capilla del Salvador de Úbeda». *Don Lope de Sosa* 72: 367-369.
- . 1919a. «El contrato para construir la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda». *Don Lope de Sosa* 83: 326-329.
- . 1919b. «El contrato para construir la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda (conclusión)». *Don Lope de Sosa* 84: 358-359.
- CAMPOS SÁNCHEZ-BORDONA, M. Dolores. 1996. «Juan del Ribero Rada, arquitecto clasicista». *Altamira* 52: 127-166.

- CANO DE GARDOQUI GARCÍA, José Luis. 1994. *La construcción del Monasterio de El Escorial. Historia de una empresa arquitectónica*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- CARLEVARIS, Laura. 2000. «Le volte di de l'Orme - Problemi di ricostruzione di alcuni traits». En *Il disegno e la pietra*, 81-92. Roma: Gangemi editore.
- CARRASCO TERRIZA, Manuel Jesús. 2008. «La iglesia de la Asunción de Aracena: de Diego Antonio Díaz a Hilario Vázquez». *Boletín Oficial del Obispado de Huelva* 394: 347-362.
- CARRERA Y MEDINA, José. [1872] 2011. *Vida de la venerable Madre María Jesús y del Espino*. Transcripción de Andrés Martín Chamorro.
- CARVAJAL ALCAIDE, Rocío. 2015. «La iglesia del monasterio jerónimo de Santa Catalina en Talavera de la Reina. Piezas singulares de cantería documentadas en la tratadística española». En *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primero Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Segovia, 13-17 de octubre de 2015*, vol. 1, 357-365. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- CASO, Francisco de. 2001. «Algunos datos documentales sobre la capilla de los Vigiles y su retablo». *Ástura* 11: 57-65.
- CASO, Francisco de, y Germán RAMALLO ASENSIO. 1983. *La Catedral de Oviedo*. León: Editorial Everest.
- CASTELLANO DE TORRES, Ramón. 1987. *Monumentos histórico-artísticos de Morón*. Morón de la Frontera: Fundación Fernando Villalón y Ayuntamiento de Morón.
- CASTRO, Cristóbal de. 1917. *Catálogo monumental y artístico de la provincia de Navarra*. 5 vols.
- CASTRO, Manuel de. 1976. *Fundación de "Las Gordillas" (Convento de clarisas de Santa Mª de Jesús de Ávila)*. Ávila: Caja Central de Ahorros y Préstamos de Ávila.
- CEDILLO, Conde de (Jerónimo López de Ayala y Álvarez de Toledo). 1919. *Catálogo monumental de la provincia de Toledo*. 5 vols.
- CERVERA VERA, Luis. 1950. *La iglesia del monasterio de San José de Ávila*. Madrid: Hauser y Menet.
- . 1981. «Juan de Herrera diseña la Lonja de Sevilla». *Academia* 52: 161-184.
- . 1982. *Complejo arquitectónico del monasterio de San José de Ávila*. Madrid: Ministerio de Cultura.
- . 1986. «Desarrollo y organización de las obras del monasterio de San Lorenzo El Real de El Escorial». En *Fábricas y orden constructivo: la construcción. IV centenario del Monasterio de El Escorial*, 15-18. Madrid: Comunidad de Madrid.
- . 1987. «Las obras y trabajos de Francisco de Mora en Ávila». *Archivo español de arte* 60 (240): 401-418.
- CHECA, Fernando. 1989. «El estilo clásico, 1564-1599». En *Arquitectura del Renacimiento en España, 1488-1599*, 251-380. Madrid: Ediciones Cátedra.
- CHOISY, Auguste. [1883] 1997. *El arte de construir en Bizancio*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU) y Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- CHUECA GOITIA, Fernando. 1951. *La Catedral Nueva de Salamanca. Historia documental de su construcción*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- . 1953. *Arquitectura del siglo XVI*. Vol. 11, *Ars hispaniae*. Madrid: Plus-Ultra.
- . 1954. *Andrés de Vandelvira*. Madrid: Laboratorio de Arte de la Universidad de Sevilla e Instituto Diego Velázquez.
- . [1965] 2001. *Historia de la arquitectura española. Edad antigua y edad media*. Ávila: Fundación Cultural Santa Teresa.
- . 1970. «Templo parroquial de Huelma (Jaén)». *Boletín de la Real Academia de la Historia* 167: 233-236.
- . [1971] 1995. *Andrés de Vandelvira, arquitecto*. Jaén: Riquelme y Vargas ediciones.
- . 1985. «Andrés de Vandelvira y sus tres estilos». *Boletín Informativo Cultural Albacete* 14: 3-10.
- . 1989. «El Convento de San Francisco de Baeza: una obra del arquitecto Andrés de Vandelvira». *AQ, Arquitectura Andalucía Oriental* 5: 64-69.
- . 1999. «La iglesia parroquial de Huelma, obra de Andrés de Vandelvira». *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses* 172: 979-982.
- . 2001. *Historia de la arquitectura española. Edad moderna y contemporánea*. Ávila: Fundación Cultural Santa Teresa.
- . 2003. «Jaén y Andrés de Vandelvira». *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses* 183: 83-91.
- CLEMENTE, Domingo. 1869. *Guía de Ciudad Real*. Ciudad Real: Establecimiento tipográfico de Cayetano C. Rubisco.
- COLOMAR ALBAJAR, María Antonia. 2005. «Relación histórica de la Casa Lonja de Sevilla». En *La Casa Lonja de Sevilla. Una casa de ricos tesoros*, 96-123. Madrid: Ministerio de Cultura y Caja San Fernando.

- CÓMEZ RAMOS, Rafael. 1974. *Arquitectura alfonsí*. Sevilla: Diputación de Sevilla.
- . 1981. «El Libro del Peso de los alarifes». En *Actas del I Simposio internacional de mudejarismo, Teruel 1975*, 255-267. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses.
- CONCEJO DE HUÉSCAR. [1590] 2000. *Concordia de Huéscar de 1590*. Transcripción de Agustín Gallego Chillón.
- CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CULTURA. 1988. *Iglesia parroquial San Cristóbal, Almorox*. Toledo: Junta de Comunidades de Castilla La Mancha.
- CORRIENTE, Federico. 1999. *Diccionario de arabismos y voces afines en iberorromance*. Madrid: Editorial Gre-dos.
- COUPEL, Pierre, y Edmond FRÉZOULS. 1956. *Le théâtre de Philippopolis en Arabie*. Paris: Librairie Orientaliste Paul Geuthner.
- CRUZ CRUZ, Juan. [2005] 2010. *Baeza histórica y monumental. Patrimonio de la Humanidad*. Baeza.
- CRUZ ISIDORO, Fernando. 1997a. *Arquitectura sevillana del siglo XVII. Maestros mayores de la catedral y del concejo hispalense*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- . 1997b. *El santuario de Nuestra Señora de la Caridad, de Sanlúcar de Barrameda. Estudio histórico-artístico*. Córdoba: Cajasur.
- . 2001. *Alonso de Vandelvira (1544-ca. 1626/7): tratadista y arquitecto andaluz*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- . 2008. *El convento de la Victoria. Historia, arquitectura y patrimonio artístico*. Sanlúcar de Barrameda: ASEHA.
- . 2011a. «Alonso de Vandelvira (ca. 1544-1626/7)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 3, 15-47. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- . 2011b. «Miguel de Zumárraga (ca. 1550-1630)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 3, 85-119. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- . 2011c. «El convento de Santo Domingo de Sanlúcar de Barrameda: patronazgo de los Guzmanes, proceso constructivo y patrimonio artístico (1528-1605)». *Laboratorio de arte* 23: 79-106.
- CUEVAS GARCÍA, Jesús, y María Isabel LÓPEZ GARRIDO. 2002. «El patrimonio histórico protegido en el Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla». *PH* 39: 229-240.
- DE L'ORME, Philibert. 1561. *Nouvelles inventions pour bien batir a petits frais*. Paris: Frédéric Morel.
- . 1567. *Le premier tome de l'architecture*. Paris: Frédéric Morel.
- . [1567] 2004. *Le premier tome de l'architecture*. Transcripción realizada bajo la dirección de Frédérique Lemerle e Yves Pauwels.
- DELICADO MARTÍNEZ, Francisco Javier. 2002. «Presencia del Escorial en la arquitectura del Levante español». En *El Monasterio del Escorial y la arquitectura: actas del Simposium, 8/11-IX-2002*, 705-721. San Lorenzo de El Escorial: Real Centro Universitario Escorial-María Cristina.
- DERAND, François. 1643. *L'architecture des voûtes*. Paris: Sebastien Cramoisy.
- DOMÍNGUEZ CUBERO, José. 1987. «La iglesia de Santa María La Mayor de Andújar a través de sus libros de fábrica». En *Actas de la III Asamblea de Estudios Marianos. (Andújar 10-12 de octubre de 1986)*, 117-125. Córdoba: El Almendro.
- . 2002. «Andújar, un foco de estética renacentista en el reino de Jaén». *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses* 182: 9-42.
- DURERO, Alberto. [1525] 2000. *Underweysung der messung, mit dem zirckel und richtscheyt, in linien, ebnen unnd gantzen corporen*. Edición española *De la medida a cargo de Jeanne Peiffer*. Madrid: Ediciones Akal.
- ECHEVERRÍA GOÑI, Pedro Luis. 1998. «Contribución del País Vasco a las artes pictóricas del Renacimiento: la pinceladura norteña». *Ondare* 17: 73-106.
- EGUÍLAZ Y YANGUAS, Leopoldo de. 1886. *Glosario etimológico de las palabras españolas de origen oriental*. Granada: Imprenta de La Lealtad.
- ENCISO VIANA, Emilio, Micaela Josefa PORTILLA VITORIA, José EGUÍA LÓPEZ DE SABANDO, y José María de AZCÁRATE RISTORI. 1975. *Catálogo monumental de la Diócesis de Vitoria. Tomo IV. La Llanada Alavesa occidental*. Vitoria: Obispado de Vitoria y Caja de Ahorros Municipal de Vitoria.
- ESPÍN, Joaquín. 1928. «El maestro de arquitectura Pedro de Alcalá Monte, y la fuente del caño de la Plaza». *La Tarde de Lorca*.
- ESTEVE GUERRERO, Manuel. 1933. *Jerez de la Frontera. (Guía oficial de arte)*. Jerez de la Frontera: Cromo-tipografía Jerez Gráfico.
- FALCÓN MÁRQUEZ, Teodoro. 1979. *La Catedral de Sevilla*. Madrid: Fundación Juan March.
- . 1980. *La Catedral de Sevilla: estudio arquitectónico*. Sevilla: Ayuntamiento de Sevilla.

- . 1983. *Iglesias de la sierra de Cádiz: estudio documental*. Cádiz: Caja de Ahorros de Cádiz y Monte de Piedad.
- . 1992. «Un edificio gótico fuera de época. La Prioral del Puerto de Santa María». *Laboratorio de arte* 5: 205-222.
- . 1994a. *La Catedral de Sevilla*. Sevilla: Caja San Fernando de Sevilla y Jerez.
- . 1994b. *Iglesia de San Miguel. Jerez de la Frontera*. Sevilla: Caja San Fernando de Sevilla y Jerez.
- . 1995. *Iglesias de Santa María y San Pedro. Arcos de la Frontera*. Sevilla: Caja San Fernando de Sevilla y Jerez.
- FÉLEZ LUBELZA, Concepción, y Rafael LÓPEZ GUZMÁN. 1994. «Arquitectura en Andalucía Oriental». En *El arte del Renacimiento: urbanismo y arquitectura*, 182-281. Sevilla: Gever.
- FERNÁNDEZ CARO, José Juan, Pedro RESPALDIZA LAMA, y Juan Luis RAVÉ PRIETO. 2006. «Sevilla». En *El Renacimiento en Andalucía. Jornadas europeas de patrimonio 2006*, 211-239. Sevilla: Junta de Andalucía.
- FERNÁNDEZ CASANOVA, Adolfo. 1900. *Monografía de la Iglesia Mayor de Lebrija*.
- FERNÁNDEZ GÓMEZ, Margarita. 1996. «La planta oval. Traza y símbolo». *Loggia* 3: 16-21.
- FERNÁNDEZ Y LÓPEZ, Manuel. 1886. *Historia de la ciudad de Carmona desde los tiempos más remotos hasta el reinado de Carlos I*. Sevilla: Imp. y Lit. de Gironés y Orduña.
- FERNÁNDEZ-PUJOL CABRERA, José Ignacio. 2002. «Patrimonio monumental: la iglesia de Santa María». *Revista cultural Puerta del Sol* 4: 16-34.
- FERRERES SOLER, Luis. 1921. «La Lonja». *Archivo de arte valenciano* 7: 51-71.
- FERRO MONTERO, Eladio, y Alfonso ESCALANTE SÁNCHEZ. 1997. «La iglesia de San Miguel en Morón». *Aparejadores* 49: 28-33.
- FITCHEN, John. 1961. *The construction of Gothic cathedrals. A study of medieval vault erection*. Chicago: University of Chicago.
- FORONDA Y AGUILERA, Manuel. 1913. «Mosén Rubín, su capilla en Ávila y su escritura de fundación». *Boletín de la Real Academia de la Historia* 63: 332-350.
- FRÉZIER, Amédée-François. 1737-1739. *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois*. 3 vols. Estrasburgo-París: Jean Daniel Doulsseker-L. H. Guerin.
- GALERA ANDREU, Pedro A. 1977. *Arquitectura de los siglos XVII y XVIII en Jaén*. Granada: Caja General de Ahorros y Monte de Piedad de Granada.
- . 1982. *Arquitectura y arquitectos en Jaén a fines del siglo XVI*: Instituto de Estudios Giennenses.
- . 1983. *La Catedral de Jaén*. León: Editorial Everest.
- . 1994. «Arquitectura en el Reino de Jaén». En *El arte del Renacimiento: urbanismo y arquitectura*, 72-181. Sevilla: Gever.
- . 2000. *Andrés de Vandelvira*. Madrid: Ediciones Akal.
- . 2008. «Andrés de Vandelvira en Jaén». En *Andrés de Vandelvira. El Renacimiento del sur*, 23-46. Jaén: Diputación de Jaén.
- . 2009. *La Catedral de Jaén*: Lunwerg Editores.
- . 2011a. «Andrés de Vandelvira (ca. 1505-1575)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 3, 49-83. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- . 2011b. «Juan de Aranda Salazar (ca. 1600-1654)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 1, 47-77. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- . 2011c. «Arquitectos y maestros canteros en Andalucía en el Renacimiento». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 3, 325-365. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- GALLARDO LAUREDA, Antonio. 2001. *Iglesia de San Saturnino de Moneo. Guía para una visita*. Burgos: Parroquia de San Saturnino de Moneo (Burgos).
- GARCÍA CUETO, David. 2011. «Diego de Siloe (ca. 1495-1563)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 3, 285-323. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- GARCÍA GAÍNZA, María Concepción, y Mercedes ORBE SIVATTE. 1989. *Catálogo monumental de Navarra. IV* Merindad de Sangüesa, Abaurrea Alta, Izalzu*. Pamplona: Gobierno de Navarra, Arzobispado de Pamplona y Universidad de Navarra.
- GARCÍA JARA, Francisco. 2010. «La estereotomía de las cúpulas sobre base oval». En *Actas del X Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación. Nuevas líneas de investigación en Ingeniería de Edificación*, 767-780. Alicante: Editorial Marfil y Universidad de Alicante.
- GARCÍA, Juan Catalina. 1906. *Catálogo monumental de la provincia de Guadalajara*. 2 vols.

- GARCÍA PEÑA, Carlos. 1995. «Algunas intervenciones del siglo XVII en la Iglesia Prioral de El Puerto de Santa María». *Anales de historia del arte* 5: 65-76.
- GARCÍA, Simón. 1681. *Compendio de arquitectura y simetría de los templos*. Manuscrito 8884. Madrid: Biblioteca Nacional de España.
- . [1681] 1991. «Compendio de arquitectura y simetría de los templos». Transcripción de Cristina Rodicio Rodríguez. En *Compendio de arquitectura y simetría de los templos*, 43-194. Valladolid: Colegio Oficial de Arquitectos en Valladolid.
- GARCÍA TURZA, Claudio. 2004. «El Códice Emilianense 31 de la Real Academia de la Historia. Presentación de algunas de las voces de interés para el estudio lingüístico del latín medieval y del iberorromance primitivo». *Aemilianense* 1: 95-170.
- GARCÍA-MURGA ALCÁNTARA, Juan. 1978. «La intervención de Rodrigo Gil de Hontañón en la iglesia de Santa María de Guareña». *Goya* 144: 314-323.
- . 1981. *La iglesia de Santa María de Guareña*: Ayuntamiento de Guareña.
- . 2007. «Datos artísticos de la iglesia de Santa María de Guareña». En *Las Españas y sus contrastes: la mar y la tierra adentro. Actas de las II Jornadas de Historia en Valencia de las Torres, 27 y 28 de mayo de 2006*, 281-288.
- GARCÍA-SAÚCO BELÉNDEZ, Luis G., José SÁNCHEZ FERRER, y Alfonso SANTAMARÍA CONDE. 1999. *Arquitectura de la provincia de Albacete: estudio histórico-artístico*. Toledo: Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- GARCÍA-TAPIAL Y LEÓN, José. 1992. *El monasterio de San Jerónimo de Buenavista*. Vol. 58, *Arte hispalense*. Sevilla: Diputación de Sevilla.
- GELABERT, Joseph. 1653. *De l'art de picapedrer*. Palma de Mallorca: Biblioteca del Consell Insular de Mallorca.
- . [1653] 1977. *De l'art de picapedrer*. Edición facsímil. Palma de Mallorca: Diputación de Baleares.
- GENTIL BALDRICH, José María. 1982. «Notas sobre el origen del sistema diédrico y su relación con la traza de cantería». *Cuadernos de Construcción* 2: 20-29.
- . 1994. «Planta oval y traza elíptica en arquitectura: consideraciones geométricas». En *Arquitecturas centralizadas. El espacio sacro de planta central: diez ejemplos en Castilla-León*, 13-35. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- . 1996. «La traza oval y la sala capitular de la Catedral de Sevilla. Una aproximación geométrica». En *Quatro edificios sevillanos*, 73-148. Sevilla: Fundación FIDAS y Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Occidental.
- . 1998. «El libro de perspectiva». En *Libro de arquitectura de Hernán Ruiz II*, vol. 2, 215-234. Sevilla: Fundación Sevillana de Electricidad.
- GILA MEDINA, Lázaro. 1989. *Arte y artistas del Renacimiento en torno a la Real Abadía de Alcalá la Real (Jaén)*. Tesis doctoral, Universidad de Granada.
- . 1991. *Arte y artistas del Renacimiento en torno a la Real Abadía de Alcalá la Real (Jaén)*. Granada: Universidad de Granada y Ayuntamiento de Alcalá la Real.
- GILA MEDINA, Lázaro, y Miguel RUIZ CALVENTE. 1984. «El programa iconográfico en la iglesia convento de los dominicos de La Guardia. Jaén». *Cuadernos de arte de la Universidad de Granada* 16: 183-198.
- GILA MEDINA, Lázaro, y Vicente Miguel RUIZ FUENTES. 1992. «Andrés de Vandelvira: aproximación a su vida y obra». En *Arquitectura del Renacimiento en Andalucía. Andrés de Vandelvira y su época*, 75-112. Sevilla: Junta de Andalucía.
- GÓMEZ DÍAZ-FRANZÓN, Ana M. [1993] 2003. *Guía histórico artística de Sanlúcar*. Sanlúcar de Barrameda: ASEHA.
- . 2005. «Costa noroeste». En *Guía artística de Cádiz y su provincia*, vol. 2, 77-172. Cádiz: Diputación de Cádiz y Fundación José Manuel Lara.
- GÓMEZ MARTÍNEZ, Javier. 1998. *El gótico español de la Edad Moderna. Bóvedas de crucería*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- GÓMEZ PIÑOL, Emilio. 1970. «Jacobo Florentino y la obra de talla de la Sacristía de la Catedral de Murcia». *Anales de la Universidad de Murcia* 29: 9-60.
- GÓMEZ-FERRER LOZANO, Mercedes. 2013. «El maestro genovés Juan Luis de Musante (act. 1570-1587) y su presencia en Orihuela. Reflexiones en torno a algunos maestros itinerantes en la segunda mitad del siglo XVI». *Anuario del Departamento de Historia y Teoría del Arte* 25: 43-60.

- GÓMEZ-FERRER LOZANO, Mercedes, y Arturo ZARAGOZÁ CATALÁN. 2008. «Lenguajes, fábricas y oficios en la arquitectura valenciana del tránsito entre la Edad Media y la Edad Moderna (1450-1550)». *Artígrama* 23: 149-184.
- GÓMEZ-MORENO CALERA, José Manuel. 1987. *La transición del Renacimiento al Barroco en la arquitectura religiosa granadina (1560-1650)*. Diócesis de Granada y Guadix-Baza. Tesis doctoral, Universidad de Granada.
- . 1989. *Arquitectura religiosa granadina en la crisis del Renacimiento (1560-1650)*: Diócesis de Granada y Guadix-Baza. Granada: Universidad de Granada.
- . 1992. «Juan de Maeda a la sombra de Siloé. Noticias y reflexiones sobre su vida y obra». *Cuadernos de arte de la Universidad de Granada* 23: 137-158.
- . 2000. «Arte y frontera: la arquitectura granadina en el siglo XVI y sus relaciones con Jaén». En *De la edad media al siglo XVI: Jornadas Históricas del Alto Guadalquivir*, 303-325. Jaén: Universidad de Jaén.
- . 2004. «Arte y marginación. Las iglesias de Granada a fines del siglo XVI». En *La Religiosidad popular y Almería: actas de las III Jornadas, Almería 2004*, 291-312. Almería: Instituto de Estudios Almerienses.
- GÓMEZ-MORENO GONZÁLEZ, Manuel. 1892. *Guía de Granada*. Granada: Imprenta de Indalecio Ventura.
- GÓMEZ-MORENO MARTÍNEZ, Manuel. [1901] 1983. *Catálogo monumental de la provincia de Ávila*. 3 vols. Ávila: Ministerio de Cultura, Institución Gran Duque de Alba.
- . [1903] 1967. *Catálogo monumental de España. Provincia de Salamanca*. 2 vols. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- . 1919. *Iglesias mozárabes: arte español de los siglos IX a XI*. Madrid: Centro de Estudios Históricos.
- . [1941] 1983. *Las Águilas del Renacimiento español*. Madrid: Xarait.
- . 1949. *El libro español de arquitectura*. Madrid: Imprenta de Editorial Magisterio Español.
- . 1963. *Diego Siloe. Homenaje en el IV centenario de su muerte*. Granada: Universidad de Granada.
- GONZÁLEZ BARBERÁN, Vicente. 1972. *Memoria histórica y técnica sobre la Colegiata de la Encarnación de Huéscar (Granada) hoy templo parroquial de Santa María La Mayor. Expediente para la declaración de Monumento Nacional*.
- GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. Carmen, M. Ángel ARAMBURU-ZABALA HIGUERA, Begoña ALONSO RUIZ, y Julio J. POLO SÁNCHEZ. 1991. *Artistas cántabros de la Edad Moderna*. Santander: Institución Mazarrasa y Universidad de Cantabria.
- GONZÁLEZ SANTOS, Javier. 1998. *La Catedral de Oviedo. Sancta Ovetensis*. León: Edilesa.
- GONZÁLEZ SIMANCAS, Manuel. 1905-1907. *Catálogo monumental de España. Provincia de Murcia*. 3 vols.
- GRANDALLANA Y ZAPATA, Luis de. [1885] 1989. *Noticia histórico-artística de algunos de los principales monumentos de Jerez*. Jerez de la Frontera: Biblioteca de Urbanismo y Cultura.
- GRIÑÁN MONTEALEGRE, María. 1999. *Arquitectura y urbanismo en la encomienda santiaguista de Caravaca durante los siglos XVI y XVII: la consolidación de la ciudad Renacentista*. Tesis doctoral, Universidad de Murcia.
- GUARDIA, Alonso de. Ca. 1600. *Manuscrito de arquitectura y cantería*. Anotaciones sobre un ejemplar facticio de G. Battista Pittoni y Ludovico Dolce: «Imprese di diversi principi, duchi, signori, e d'altri personaggi et huomini litterati et illustri» e «Imprese di diversi principi, duchi, signori, e d'altri personaggi et huomini illustri. Libro secondo», Venecia, 1568. Manuscrito ER/4196. Madrid: Biblioteca Nacional de España.
- GUERRERO LOVILLO, José. 1972. «La iglesia parroquial de Cazalla». *Revista de Cazalla de la Sierra*.
- GUERRERO VILLALBA, Carmen. 2006. «Jaén». En *El Renacimiento en Andalucía. Jornadas europeas de patrimonio 2006*, 153-181. Sevilla: Junta de Andalucía.
- GUILLAMAS Y GALIANO, Fernando. 1858. *Historia de Sanlúcar de Barrameda*. Madrid: Imprenta del Colegio de Sordo-mudos y de Ciegos.
- GUTIÉRREZ PULIDO, David. 2009. *Pedro de Tolosa, maestro de cantería del siglo XVI, en la Sierra de San Vicente (Toledo)*. Talavera de la Reina: Ayuntamiento de Talavera de la Reina.
- GUTIÉRREZ ROBLEDO, José Luis. 2007. «Sobre las iglesias columnarias de Villatoro y Collado de Contreras en Ávila». En *Ávila en el Tiempo. Homenaje al profesor Ángel Barrios*, vol. 2, 133-168. Ávila: Institución Gran Duque de Ávila.
- GUTIÉRREZ ROBLEDO, José Luis, y Alfonso de VICENTE DELGADO. 1991. «Santa Ana de Ávila: historia y arquitectura». En *Rehabilitación del Real Monasterio de Santa Ana, Ávila*, 13-47. Ávila: Junta de Castilla y León.
- GUTIÉRREZ-CORTINES CORRAL, Cristina. 1977. «Jerónimo Quijano, un artista del Renacimiento español». *Goya* 139: 2-11.

- . 1989. *Renacimiento y arquitectura religiosa en la antigua Diócesis de Cartagena (Reyno de Murcia, Gobernación de Orihuela y Sierra del Segura)*. Murcia: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia.
- HEREDIA HERRERA, Antonia. 1992. *La Lonja de Mercaderes, el cofre para un tesoro singular*. Vol. 59, *Arte hispalense*. Sevilla: Diputación de Sevilla.
- HEREDIA RUFIÁN, Antonio, Francisco MARTÍN ROSALES, Domingo MURCIA ROSALES, Luis Eugenio SANJUÁN MONFORTE, José VALVERDE ATIENZA, y Rafael VALVERDE ATIENZA. 2002. *El patrimonio artístico de Alcalá la Real: Iglesia Mayor Abacial*. Alcalá la Real: Ayuntamiento de Alcalá la Real.
- HERNÁNDEZ DÍAZ, José. 1933. *Arte y artistas del Renacimiento en Sevilla*. Vol. 6, *Documentos para la historia del arte en Andalucía*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- . 1974. *Arte jerezano. El templo de San Miguel*. Jerez de la Frontera: Caja de Ahorros de Jerez.
- HERNÁNDEZ DÍAZ, José, Antonio SANCHO CORBACHO, y Francisco COLLANTES DE TERÁN. 1943. *Catálogo arqueológico y artístico de la provincia de Sevilla. Tomo II*. Sevilla: Diputación de Sevilla.
- HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, Salvador. 1996. «La parroquia de Nuestra Señora de Consolación a principios del siglo XVIII: notas histórico-artísticas». *Revista de Cazalla de la Sierra*.
- HERNÁNDEZ MARTÍN, Alfonso. 2004. «Algunas notas sobre la iglesia parroquial de Bohoyo». *Cuadernos abulenses* 33: 11-40.
- HERNÁNDEZ VEGAS, Mateo. 1935. *Ciudad Rodrigo. La catedral y la ciudad*. 2 vols. Salamanca: Imprenta Comercial Salmantina.
- HERRERA MALDONADO, Enrique, y Juan ZAPATA ALARCÓN. 2005. «Andrés de Vandelvira en La Mancha». En *Andrés de Vandelvira: V centenario*, 47-69. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses Don Juan Manuel.
- HERVÁS Y BUENDÍA, Inocente. 1914. *Diccionario histórico, geográfico, biográfico y bibliográfico de la provincia de Ciudad Real*. Vol. 1. Ciudad Real: Imprenta de Ramón Clemente Rubisco.
- HEYMAN, Jacques. [1966...] 1995. *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica. Colección de ensayos*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU) y Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- . [1995] 1999. *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU) y Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- . [1998] 2004. *Análisis de estructuras. Un estudio histórico*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . [1999] 2001. *La ciencia de las estructuras*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2009. «La Coupe des Pierres». En *Proceedings of the Third International Congress on Construction History. Brandenburg University of Technology Cottbus, Germany, 20th-24th May 2009*, 807-812. Berlin: Neunplus1.
- HIGUERAS MALDONADO, Juan. 2003. «La Catedral de Jaén: algunos datos sobre su construcción (siglo XVI)». *Giennium* 6: 447-460.
- . 2004. «La Catedral de Jaén: sus principales arquitectos durante el siglo XVII». *Giennium* 7: 171-204.
- . 2005. «La Catedral de Jaén: su construcción y constructores durante el siglo XVII». *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses* 191: 223-264.
- . 2009. *La Catedral de Jaén: su construcción renacentista (s. XVII-XVIII)*. Jaén: Universidad de Jaén.
- HOAG, John D. 1958. *Rodrigo Gil de Hontañón: his work and writings. Late medieval and Renaissance architecture in sixteenth century Spain*. Tesis doctoral, Yale University.
- . [1958] 1985. *Rodrigo Gil de Hontañón. Gótico y Renacimiento en la arquitectura española del siglo XVI*. Bilbao: Xarait.
- HUERTA FERNÁNDEZ, Santiago. 1990. *Diseño estructural de arcos, bóvedas y cúpulas en España (ca. 1500 - ca. 1800)*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- . 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2005. «Mecánica de las bóvedas de fábrica: el enfoque del equilibrio». *Informes de la construcción* 57 (496): 73-89.
- . 2007. «Oval domes: History, Geometry and Mechanics». *Nexus network journal* 9 (2): 211-248.
- . 2013. «La construcción de las bóvedas góticas según Rodrigo Gil de Hontañón, arquitecto de la catedral de Segovia». En *Segovia: su catedral y su arquitectura. Ensayos en homenaje a Antonio Ruiz Hernando*, 107-133. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

- HUMANES BUSTAMANTE, Alberto. 1986. «De la Real Casa Lonja de Sevilla a Archivo General de Indias». En *La América española en la época de Carlos III: Archivo General de Indias 1785-1985*, 59-81. Madrid.
- IGLESIAS AUNIÓN, Pablo. 2000. *Historia de la comarca de Lácara. Del medievo a los tiempos modernos*. Badajoz: Adecom Lácara.
- JÁCOME GONZÁLEZ, José, y Jesús ANTÓN PORTILLO. 2002. «Apuntes histórico-artísticos de Jerez de la Frontera en los siglos XVI-XVIII (3ª serie)». *Revista de historia de Jerez* 8: 101-138.
- JIMÉNEZ LÓPEZ DE EGUILITA, Javier E., y Manuel ROMERO BEJARANO. 2013. *Los claustros de Santo Domingo de Jerez de la Frontera. Historia y arte*. Jerez de la Frontera: Ediciones Remedios 9.
- JIMÉNEZ MARTÍN, Alfonso. 1980. «En los márgenes de Hernán Ruiz». En *Actas del Tercer Congreso Español de Historia del Arte. Sevilla, 8-12 de diciembre de 1980*, 153-155. Sevilla.
- . 1982. «El Hospital de las Cinco Llagas». *Aparejadores* 7: 18-23.
- . 1997a. «Un modelo europeo, pero raro». En *El Parlamento de Andalucía*, 11-56. Barcelona: Lunwerg Editores.
- . 1997b. «Francisco Rodríguez Cumplido». En *El Parlamento de Andalucía*, 217. Barcelona: Lunwerg Editores.
- . 1998a. «Contexto de la presente edición». En *Libro de arquitectura de Hernán Ruiz II*, vol. 2, 13-22. Sevilla: Fundación Sevillana de Electricidad.
- . 1998b. «Anatomía del manuscrito». En *Libro de arquitectura de Hernán Ruiz II*, vol. 2, 23-41. Sevilla: Fundación Sevillana de Electricidad.
- . 2007. «Fechas de un lugar. Cronología documentada del contexto, antecedentes, construcción y uso del hospital de las Cinco Llagas, o de la Sangre, sede del Parlamento de Andalucía». En *El edificio sede del Parlamento de Andalucía: el hospital de las Cinco Llagas*, 213-247. Sevilla: Parlamento de Andalucía.
- JOUSSE, Mathurin. 1642. *Le secret d'architecture*. La Flèche: Georges Griveau.
- JUAN LOVERA, Carmen. 1988. «Iglesia abacial de Santa María de la Mota de Alcalá la Real. La Pulchra Ignota». *Boletín de Bellas Artes* 16: 145-164.
- JUSTINIANO, Manuel. 1944. «Edificación del Hospital de las Cinco Llagas». *Archivo hispalense* 3 (7): 208-227.
- KAWAMURA, Yayoi. 2003-2004. «Reflexión sobre el modelo del Panteón de Roma en la capilla del obispo Vigil de la Catedral de Oviedo y otras precisiones». *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 69-70: 359-372.
- KUBLER, George. 1957. *Arquitectura de los siglos XVII y XVIII*. Vol. 14, *Ars hispaniae*. Madrid: Plus-Ultra.
- LAGUNA RECHE, Jesús Daniel. 2009. *Santa María con otros ojos. Conferencia dada en la iglesia de Santa María el 2-VIII-2009*. Huéscar.
- LAMPÉREZ Y ROMEA, Vicente. 1922. *Arquitectura civil española de los siglos I al XVIII*. 2 vols. Madrid: Editorial Saturnino Calleja.
- LARUMBE MARTÍN, María, y Carmen ROMÁN PASTOR. 2004. *Arquitectura y urbanismo en la provincia de Guadalajara*. Toledo: Junta de Castilla La-Mancha.
- LÁZARO DAMAS, María Soledad. 1988. «El convento de Santa María Magdalena de la Cruz, de La Guardia. Programa constructivo». *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses* 136: 115-142.
- . 2011. «La capilla de los Benavides en el Convento de San Francisco. Ideal funerario y plasmación artística». En *La Sede Universitaria Antonio Machado de Baeza. Historia y patrimonio*, 119-156: Universidad Internacional de Andalucía.
- LEÓN PADILLA, Ana, Gema ORTEGA GONZÁLEZ, y Elisa RUEDA QUERO. 2006. «Aproximación bibliográfica a la vida y obra de Vandelvira». *Elucidario* 6: 419-462.
- LINAZASORO, José Ignacio. 1986. «La herencia del Escorial y Francisco de Mora». En *Herrera y el clasicismo. Ensayos, catálogo y dibujos en torno a la arquitectura en clave clasicista*, 140-151. Valladolid: Junta de Castilla y León.
- LISÓN HERNÁNDEZ, Luis. 1989. «Noticias en torno a la construcción de la iglesia de El Salvador de Caravaca». *Revista de las Fiestas de la Cruz*.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, M. Isabel. 2011. *La arquitectura del siglo XVI en Ávila: la casa de Bracamonte y el patrimonio abulense*. Tesis doctoral, Universidad de Salamanca.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, M. Teresa. 1982. «La construcción del convento de San Antonio en Ávila y las fuentes de su alameda». *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 48: 367-370.
- . 1998. «Datos para la historia de los conventos de Ávila. El convento de San Francisco». En *Homenaje a Sonsoles Paradinas*, 147-151. Ávila: Asociación de Amigos del Museo de Ávila.

- LÓPEZ GONZÁLEZ, Antonio Luis. 2013. *Arquitectura renacentista de Jerónimo Quijano: la cabecera de planta central y su unión con la nave del templo*. Tesis doctoral, Universidad de Alicante.
- . 2015. «Cabecera cuadrada renacentista con bóveda pseudo-esférica cruzada en la iglesia Santiago de Orihuela». *EGA* 25: 148-157.
- LÓPEZ GUZMÁN, Rafael. 1982. *La iglesia parroquial de Huelma (Jaén)*. Huelma: Ayuntamiento de Huelma.
- . 1992. «El lenguaje arquitectónico en el Renacimiento andaluz». En *Arquitectura del Renacimiento en Andalucía. Andrés de Vandelvira y su época*, 115-144. Sevilla: Junta de Andalucía.
- . 2006. «El Renacimiento en Andalucía». En *El Renacimiento en Andalucía. Jornadas europeas de patrimonio 2006*, 9-30. Sevilla: Junta de Andalucía.
- . 2009. *Huelma. Arte y cultura*. Granada: Editorial Atrio.
- LÓPEZ HERNÁNDEZ, Francisco. 2004. *La Horcajada. Villa abulense*. La Horcajada: Ayuntamiento de La Horcajada.
- LÓPEZ JIMÉNEZ, José Crisanto. 1970. «Estela de Andrés de Vandelvira en Levante: Catedral de Murcia y Santiago de Orihuela». *Archivo de arte valenciano* 41: 21-24.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, Celestino. 1929. *Notas para la historia del arte. Desde Jerónimo Hernández hasta Martínez Montañés*. Sevilla: Rodríguez, Giménez y C^a.
- . 1932. *Notas para la historia del arte. Desde Martínez Montañés hasta Pedro Roldán*. Sevilla: Tipografía Rodríguez, Giménez y Compañía.
- . 1949. *El arquitecto Hernán Ruiz en Sevilla*. Sevilla: Imprenta de la Escuela Provincial de Artes Gráficas.
- LÓPEZ MOZO, Ana. 2000. «Las bóvedas de los sótanos de poniente del Monasterio del Escorial». En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la construcción. Sevilla, 26-28 de octubre de 2000*, vol. 2, 615-621. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2002. «Las cúpulas de las torres de la iglesia del Monasterio del Escorial». En *El Monasterio del Escorial y la arquitectura: actas del Simposium, 8/11-IX-2002*, 510-519. San Lorenzo de El Escorial: Real Centro Universitario Escorial-María Cristina.
- . 2003a. «Extradosed vaults in the Monastery of El Escorial: the domes at the church towers». En *Proceedings of the First International Congress on Construction History. Madrid, 20th-24th January 2003*, 1321-1326. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2003b. «Planar vaults in the Monastery of El Escorial». En *Proceedings of the First International Congress on Construction History. Madrid, 20th-24th January 2003*, 1327-1334. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2004. «Traza y construcción en la bóveda vaída de la cocina del convento del Monasterio de El Escorial». En *Dibujar lo que no vemos: actas del X Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 1021-1031. Granada: Universidad de Granada.
- . 2008. «Tres monteas escorialenses». *EGA* 13: 190-197.
- . 2009a. *Bóvedas de piedra del Monasterio de El Escorial*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- . 2009b. «La construcción de bóvedas en piedra: El Escorial». En *El arte de la piedra. Teoría y práctica de la cantería*, 205-232. Madrid: CEU Ediciones.
- . 2009c. «La cúpula de El Escorial: geometría, estereotomía y estabilidad». En *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Valencia, 21-24 de octubre de 2009*, vol. 2, 763-776. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2011. «Ovals for any given proportion in architecture: a layout possibly known in the sixteenth century». *Nexus network journal* 13 (3): 569-597.
- . 2013. «La huella de El Escorial en las cúpulas españolas de finales del siglo XVI. El caso de la capilla Cerralbo de Ciudad Rodrigo». *Informes de la construcción* 65 (Nº Extra-2): 95-109.
- LÓPEZ MOZO, Ana, Miguel Ángel ALONSO RODRÍGUEZ, José CALVO LÓPEZ, y Enrique RABASA DÍAZ. 2013. «Sobre la construcción de pechinas de cantería. El caso de Armenia». En *Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Madrid, 9-12 de octubre de 2013*, vol. 2, 555-564. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- LÓPEZ MOZO, Ana, Enrique RABASA DÍAZ, y Miguel SOBRINO GONZÁLEZ. 2011. «La línea en el control material de la forma». En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Santiago de Compostela, 26-29 de octubre de 2011*, vol. 1, 744-754. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- LORIA, Gino. 1921. *Storia della Geometria Descrittiva, dalle origini sino ai giorni nostri*. Milan: Ulrico Hoepli.
- LOSADA VAREA, M. Celestina. 2007. *La arquitectura en el otoño del Renacimiento: Juan de Naveda, 1590-1638*. Santander: Universidad de Cantabria.

- MAGAÑA BISBAL, Luis. 1954. «Alonso de Covarrubias y la Iglesia Mayor de Baza». *Archivo español de arte* 27 (105): 35-45.
- MANCHEÑO Y OLIVARES, Miguel. 1896. *Las iglesias parroquiales de Arcos de la Frontera*. Arcos de la Frontera: Tipografía de El Arcobricense.
- MARÍAS, Fernando. 1979. «El problema del arquitecto en la España del siglo XVI». *Academia* 48: 173-216.
- . 1983-1986. *La arquitectura del Renacimiento en Toledo (1541-1631)*. 4 vols. Toledo: Instituto Provincial de Investigaciones y Estudios Toledanos, CSIC.
- . 1988. «De iglesia a templo: notas sobre la arquitectura religiosa del siglo XVI». En *Seminario sobre Arquitectura Imperial, Granada 1987* 113-135. Granada.
- . 1989. *El largo siglo XVI. Los usos artísticos del Renacimiento español*. Madrid: Taurus.
- . 1991a. *Piedra y ladrillo en la arquitectura española del siglo XVI*. In *Les Chantiers de la Renaissance. Actes des colloques tenus á Tours en 1983-1984*. Paris: Éditions A. et J. Picard.
- . 1991b. «El papel del arquitecto en la España del siglo XVI». En *Les Chantiers de la Renaissance. Actes des colloques tenus á Tours en 1983-1984*, 247-262. Paris: Éditions A. et J. Picard.
- . 1992. *El siglo XVI. Gótico y Renacimiento*. Madrid: Sílex Ediciones.
- . 1993a. «Materiales y técnicas: viejos fundamentos para las nuevas categorías arquitectónicas del quinientos». En *Actas del Primer Congreso de Historia del Arte Valenciano, Valencia, mayo 1992*, 263-269. Valencia: Generalitat Valenciana, Conselleria de Cultura.
- . 1993b. «Trazas, trazas, trazas: tipos y funciones del dibujo arquitectónico». En *Juan de Herrera y su influencia. Actas del simposio - Camargo, 14/17 julio 1992*, 351-359. Santander: Universidad de Cantabria.
- . 1998. «El Renacimiento a la castellana en el País Vasco: concesiones locales y resistencias a lo antiguo». *Ondare* 17: 17-31.
- . 2007. *El Hospital Tavera de Toledo*: Fundación Casa Ducal de Medinaceli.
- . 2008a. «Geografías de la arquitectura del Renacimiento». *Artigrama* 23: 21-37.
- . 2008b. «Andrés de Vandelvira y los problemas de la Catedral de Jaén». En *Andrés de Vandelvira. El Renacimiento del sur*, 67-83. Jaén: Diputación de Jaén.
- MARÍAS, Fernando, y Agustín BUSTAMANTE GARCÍA. 1985. «El Escorial y la cultura arquitectónica de su tiempo». En *El Escorial en la Biblioteca Nacional. IV Centenario del Monasterio de El Escorial. Catálogo de la exposición*, 115-219. Madrid: Biblioteca Nacional de España, Ministerio de Cultura.
- MARIÁTEGUI, Eduardo de. 1868. «Prólogo y transcripción del *Compendio de arquitectura y simetría de los templos* de Simón García». En *El Arte en España*, vol. 7, 113-127, 155-184 y 193-217. Madrid: Imprenta de M. Galiano.
- MARÍN FIDALGO, Ana. 2011. «Vermondo Resta (ca. 1555-1625)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 2, 141-189. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- MARÍN LÓPEZ, Rafael. 1995. «El cabildo eclesiástico granadino y las obras de la catedral en el siglo XVI». *Chronica nova: revista de historia moderna de la Universidad de Granada* 22: 211-241.
- MARTÍN CARRAMOLINO, Juan. 1872-1873. *Historia de Ávila, su provincia y obispado*. 3 vols. Madrid: Librería Española.
- MARTÍN CHAMORRO, Andrés. 2011. «Nuestra Señora del Espino: un santuario entre montañas». *Revista de arqueología* 366: 26-35.
- MARTÍN CLABO, José María, y Antonio Jesús GARRIDO MORENO. 2008. «Planimetría». En *Andrés de Vandelvira. El Renacimiento del sur*, 113-132. Jaén: Diputación de Jaén.
- MARTÍN GARCÍA, Juan Manuel, y Francisco de HARO FERNÁNDEZ. 2011. «Jacopo Florentino el Indaco (ca. 1476-1526)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 3, 165-183. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- MARTÍN GÓMEZ, Pedro. 1985. «Las cantinas y bóvedas de fachada sur, en el Monasterio de San Lorenzo el Real de El Escorial». *Ciudad de Dios: revista agustiniana* 198: 905-938.
- . 1986. «La evolución y los sistemas en la obra de El Escorial». En *Fábricas y orden constructivo: la construcción. IV centenario del Monasterio de El Escorial*, 83-96. Madrid: Comunidad de Madrid.
- MARTÍN GONZÁLEZ, J. J. 1979. «El convento de San José de Ávila (patronos y obras de arte)». *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 45: 349-376.
- MARTÍN PEÑAS, Diego. 1992. «El Santuario de Nuestra Señora del Espino». *El Diario de Ávila*, 7 de septiembre de 1992, 10-11.
- MARTÍN PEÑAS, Diego, Alberto SÁEZ GORDO, y F. Javier LUIS JIMÉNEZ. 1997. *San Bartolomé de Pinares. Memoria y prospectiva*. Ávila: Institución Gran Duque de Alba, Diputación de Ávila.

- MARTÍN TALAVERANO, Rafael. 2008. «Cuestiones sobre trazados medievales de óvalos». *Akobe: restauración y conservación de bienes culturales* 9.
- MARTÍN TALAVERANO, Rafael, y Rocío MAIRA VIDAL. 2013. «Del trazado a la construcción: versatilidad de las bóvedas de crucería». *Informes de la construcción* 65 (Nº Extra-2): 21-34.
- MARTÍNEZ DE ARANDA, Ginés. Ca. 1600. *Cerramientos y trazas de montea*. Madrid: Servicio Histórico del Ejército.
- MAS-GUINDAL LAFARGA, Antonio José. 2005. «La concepción estructural de la fábrica en la arquitectura». *Informes de la construcción* 57 (496): 3-12.
- . 2011. *Mecánica de las estructuras antiguas, o cuando las estructuras no se calculaban*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- MAYORAL FERNÁNDEZ, José. 1958. *El municipio de Ávila. Estudio histórico*. Ávila: Editorial y Gráficas Senén Martín.
- MELGAR Y ÁLVAREZ DE ABREU, José N. de. 1922. *Guía descriptiva de Ávila y sus monumentos*. Ávila: Tipografía y Encuadernación de Senén Martín.
- MÉNDEZ ZUBIRÍA, Carmen. 1981a. «La Casa de Lonja y su transformación en Archivo de Indias». En *Primeras Jornadas de Andalucía y América*, vol. 2, 307-312. Huelva: Diputación de Huelva, Instituto de Estudios Onubenses.
- . 1981b. «La Casa Lonja de Sevilla». *Aparejadores* 5: 11-15.
- MINENNA, Vincenzo. 2011. «Forma e struttura delle soluzioni voltate in Vandelvira: L'Archivio delle Indie a Siviglia». En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Santiago de Compostela, 26-29 de octubre de 2011*, vol. 2, 929-936. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2012. *Forma e struttura dei sistemi voltati complessi nell'opera vandelviresca, prolegomeni alla relazione tra la pratica della stereotomia e l'apparato decorativo del "Libro de traças de cortes de piedra" di Alonso de Vandelvira*. Tesis doctoral, Politecnico di Bari.
- MOLINA HIPÓLITO, José. 1982. *Baeza histórica y monumental*. Córdoba: Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba.
- MOLINA ROZALEM, Juan Francisco. 2013. *Arquitectura defensiva en las fronteras del Reino de Sevilla durante la Baja Edad Media. Implantación territorial de las fortificaciones y análisis de la Banda Morisca*. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla.
- MONTESINOS GARCÍA, M. Beatriz. 2004. «María Dávila: la caridad de Santa María de Jesús ». En *La clausura femenina en España: actas del simposium, 1/4-IX-2004*, vol. 2, 1271-1320. San Lorenzo de El Escorial: Real Centro Universitario Escorial-María Cristina.
- MONTOYA, fray Lucas de. 1619. *Crónica general de la Orden de los Mínimos de S. Francisco de Paula su fundador*. 4 vols.
- MORALES MARTÍNEZ, Alfredo J. 1977. «Pedro de Campaña y su intervención en la Capilla Real de Sevilla». *Archivo hispalense* 60 (185): 189-194.
- . 1979. *La Capilla Real de Sevilla*. Vol. 22, *Arte hispalense*. Sevilla: Diputación de Sevilla.
- . 1981a. *El ayuntamiento de Sevilla. Arquitectura y simbología*. Sevilla: Ayuntamiento de Sevilla.
- . 1981b. *La obra renacentista del Ayuntamiento de Sevilla*. Sevilla: Ayuntamiento de Sevilla.
- . 1981c. «Alonso de Vandelvira y Juan de Oviedo en la iglesia de la Merced de Sanlúcar de Barrameda». *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 47: 307-320.
- . 1984. *La Sacristía Mayor de la Catedral de Sevilla*. Vol. 36, *Arte hispalense*. Sevilla: Diputación de Sevilla.
- . 1989. «Tradición y modernidad, 1526-1563». En *Arquitectura del Renacimiento en España, 1488-1599*, 97-249. Madrid: Ediciones Cátedra.
- . 1991a. *Arquitectura del XVI en Sevilla*. Vol. 63, *Cuadernos de arte español*. Madrid: Información e Historia.
- . 1991b. «El Ayuntamiento de Sevilla: maestros canteros, entalladores e imagineros». *Laboratorio de arte* 4: 61-82.
- . 1991c. «Sobre la Capilla Real de Sevilla y algunos de sus creadores». *Archivo hispalense* 74 (227): 185-196.
- . 1992. «Las Casas Capitulares de Sevilla». En *El Ayuntamiento de Sevilla. Historia y patrimonio*, 143-167. Sevilla: Guadalquivir Ediciones.
- . 1993. «El proyecto arquitectónico en la Sevilla del Renacimiento: elementos y condicionantes». En *Juan de Herrera y su influencia. Actas del simposio - Camargo, 14/17 julio 1992*, 341-350. Santander: Universidad de Cantabria.

- . 1995. «Lonja de Mercaderes y Archivo General de Indias». En *Archivo General de Indias*, 53-71: Ministerio de Educación y Cultura y Lunweg Editores.
- . 1996. *Hernán Ruiz "el Joven"*. Madrid: Ediciones Akal.
- . 1997a. «La construcción del hospital de las Cinco Llagas. Crónica de un monumento inacabado». En *El Parlamento de Andalucía*, 77-98. Barcelona: Lunweg Editores.
- . 1997b. «Martín de Gáinza». En *El Parlamento de Andalucía*, 218-219. Barcelona: Lunweg Editores.
- . 1997c. «Hernán Ruiz el Joven». En *El Parlamento de Andalucía*, 220-223. Barcelona: Lunweg Editores.
- . 2004. «Sacristías del Renacimiento en Andalucía». En *Arquitectura religiosa del siglo XVI en España y Ultramar*, 265-293. Zaragoza: Institución Fernando El Católico.
- . 2011a. «Diego de Riaño (ca. 1490-1534)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 2, 191-225. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- . 2011b. «Hernán Ruiz II el Joven (ca. 1514-1569)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 2, 263-301. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- MORENO MENDOZA, Arsenio. 1979. *El arquitecto Andrés de Vandelvira en Úbeda (una aproximación a la arquitectura del Renacimiento en la Alta Andalucía)*. Sevilla: Agrupación Gavellar de Madrid y Ayuntamiento de Úbeda.
- . 1984. *Francisco del Castillo y la arquitectura manierista andaluza*. Jaén: Asociación Pablo de Olavide.
- . 1989. *Los Castillo, un siglo de arquitectura en el Renacimiento andaluz*. Granada: Universidad de Granada.
- . 2006. «Andrés de Vandelvira y Francisco del Castillo, dos arquitectos renacentistas en el Jaén del siglo XVI». *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses* 193: 63-80.
- . 2011. «Francisco del Castillo el Mozo (ca. 1528-1586)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 1, 133-163. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- MORILLA CALA, Juan Pablo. 2006. *En el Vº Centenario de la reconstrucción de la iglesia de San Miguel. El plano, el texto y la añeja fotografía*. Morón de la Frontera: Foro Generación 95 Revista Mauror.
- MORÓN DE CASTRO, María Fernanda. 1995. *La iglesia de San Miguel: cinco siglos en la historia de Morón de la Frontera (XIV-XVIII)*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- MUÑOZ JIMÉNEZ, José Miguel. 1992. «El manierismo en la arquitectura española de los siglos XVI y XVII: la fase clasicista (1560-1630)». *Cuadernos de arte e iconografía* 4 (9): 111-134.
- . 1993. «El eco de Juan de Herrera en la arquitectura religiosa: las iglesias parroquiales y las colegiadas». En *Juan de Herrera y su influencia. Actas del simposio - Camargo, 14/17 julio 1992*, 205-216. Santander: Universidad de Cantabria.
- MURCIA ROSALES, Domingo. 1976. «Sobre la Iglesia Mayor Abacial». A *la Patrona (Programa Virgen de las Mercedes)*.
- MURO OREJÓN, Antonio. 1932. *Artífices sevillanos de los siglos XVI y XVII*. Vol. 4, *Documentos para la historia del arte en Andalucía*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- NATIVIDAD VIVÓ, Pau. 2012a. «La bóveda en la cárcel de comerciantes de la Lonja de Valencia». *P+C: proyecto y ciudad* 3: 71-86.
- . 2012b. «Las pechinas de las bóvedas baídas en el manuscrito de Alonso de Vandelvira». En *Actas del XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación*, 321-328. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- . 2014. «Estereotomía renacentista en el Levante: la Capilla cruzada de Orihuela». En *Bóvedas valencianas. Arquitecturas ideales, reales y virtuales en época medieval y moderna*, 108-133. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- . 2016. «Bóvedas baídas de cantería en el Renacimiento español: clasificación constructiva». *Lexicon* 22-23: 77-84.
- NATIVIDAD VIVÓ, Pau, y José CALVO LÓPEZ. 2012. «La geometría de la bóveda por cruceros de El Salvador de Caravaca de la Cruz». En *Actas del XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación*, 329-336. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- . 2013. «Precisión del trazado de plantillas para pechinas de baídas por hiladas redondas según el manuscrito de Vandelvira». *Jornadas de Introducción a la Investigación de la UPCT* 6: 16-18.
- . 2014. «El despiece helicoidal de la baída del acceso de la iglesia de San Juan de los Caballeros (Jerez de la Frontera)». *Jornadas de Introducción a la Investigación de la UPCT* 7: 123-125.

- NATIVIDAD VIVÓ, Pau, y Ricardo GARCÍA BAÑO. 2013. «La baída sobre planta pentagonal en la colegiata de Huéscar (Granada)». En *Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Madrid, 9-12 de octubre de 2013*, vol. 2, 767-776. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- NAVARRO DEL CASTILLO, Vicente. 1974. *Montijo. Apuntes históricos de una villa condal*. Cáceres: Diputación de Badajoz.
- NAVARRO FAJARDO, Juan Carlos. 2004. *Bóvedas valencianas de crucería de los siglos XIV al XVI. Traza y monte*. Tesis doctoral, Universidad de Valencia.
- . 2006. *Bóvedas de la arquitectura gótica valenciana: traza y monte*. Valencia: Universidad de Valencia.
- . 2010a. «La Lonja de Valencia a la luz de las trazas de monte». *Arché* 4-5: 245-252.
- . 2010b. «Las bóvedas de la Lonja de Valencia (España). Trazas y monteas». En *Actas del X Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación. Nuevas líneas de investigación en Ingeniería de Edificación*, 247-253. Alicante: Editorial Marfil y Universidad de Alicante.
- NAVARRO MALLEBRERA, Rafael. 1974. «La capilla de Comunión de Santa María, de Elche: su proceso constructivo». *Archivo de arte valenciano* 45: 56-60.
- NAVASCUÉS PALACIO, Pedro. 1971. «El manuscrito de arquitectura de Hernán Ruiz, el Joven». *Archivo español de arte* 44 (175): 295-334.
- . 1974. *El Libro de arquitectura de Hernán Ruiz, el Joven. Estudio y edición crítica*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
- NIETO ALCAIDE, Víctor Manuel. 1989. «Renovación e indefinición estilística, 1488-1526». En *Arquitectura del Renacimiento en España, 1488-1599*, 11-96. Madrid: Ediciones Cátedra.
- NIETO CUMPLIDO, Manuel. 1982. *Informe histórico-artístico sobre la iglesia de San Juan Bautista de Hinojosa del Duque (Córdoba)*. Córdoba.
- NIETO FERNÁNDEZ, Agustín. 1984. *Orihuela en sus documentos*. 4 vols. Murcia: Instituto Teológico de Murcia.
- ODRIOZOLA, Imanol Elías. 1993. *Iglesia parroquial de San Sebastián de Soreasu, de Azpeitia*. San Sebastián: Sociedad Guipuzcoana de Ediciones y Publicaciones.
- ORTEGA VIDAL, Javier. 1997. «Hacia un catálogo razonable de la arquitectura de Juan de Herrera. Un criterio topográfico». En *Juan de Herrera. Arquitecto real*, 47-124. Madrid: Lunwerg Editores.
- ORTEGA Y SAGRISTA, Rafael. 1951. «Alonso Barba, maestro mayor de las obras de la Catedral de Jaén». *Paisaje* 76: 121-124.
- PALACIOS GONZALO, José Carlos. 1986. «La estereotomía en el Renacimiento, El Escorial». En *Fábricas y orden constructivo: la construcción. IV centenario del Monasterio de El Escorial*, 83-96. Madrid: Comunidad de Madrid.
- . 1987a. *Invención y convención en las técnicas constructivas del Renacimiento español. (La estereotomía renacentista a través del tratado de Vandelvira)*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- . 1987b. «La estereotomía como fundamento constructivo del Renacimiento español». *Informes de la construcción* 39 (389): 73-86.
- . 1987c. «La estereotomía de la esfera». *Arquitectura* 267: 54-65.
- . [1990] 2003. *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento español*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- . 1992. *La cantería en la construcción del Renacimiento andaluz*. Jaén: Junta de Andalucía y Ayuntamiento de Jaén.
- . 1998. «La estereotomía en las construcciones abovedadas del Renacimiento andaluz». En *Las grandes bóvedas hispanas. Apuntes del curso*, 97-105. Madrid: Ministerio de Fomento.
- . 1999. *La estereotomía en las construcciones abovedadas*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2000. «Las bóvedas de crucería españolas, ss. XV y XVI». En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la construcción. Sevilla, 26-28 de octubre de 2000*, vol. 2, 743-750. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2003. «Spanish ribbed vaults in the 15th and 16th centuries». En *Proceedings of the First International Congress on Construction History. Madrid, 20th-24th January 2003*, 1547-1558. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2005. «Las bóvedas de crucería rebajadas. Criterios de diseño y construcción». En *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Cádiz, 27-29 de enero de 2005*, vol. 2. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2006. «The Gothic ribbed vault in Rodrigo Gil de Hontañón». En *Proceedings of the Second International Congress on Construction History. Queen's College, Cambridge University 29th March - 2nd April 2006*, 2415-2431. Cambridge: Construction History Society.

- . 2009a. *La cantería medieval. La construcción de la bóveda gótica española*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- . 2009b. «La construcción de la bóveda de crucería». En *El arte de la piedra. Teoría y práctica de la cantería*, 27-50. Madrid: CEU Ediciones.
- PALACIOS GONZALO, José Carlos, y Sandra Cynthia BRAVO GUERRERO. 2012. «Construction of a pendentive grid crossing vault». En *Nuts & Bolts of Construction History. Culture, Technology and Society*, vol. 1, 81-88. Paris: Éditions A. et J. Picard.
- . 2013. «Diseño y construcción de las bóvedas por cruceros en España durante el siglo XVI». *Informes de la construcción* 65 (Nº Extra-2): 81-94.
- PALACIOS GONZALO, José Carlos, y Rafael MARTÍN TALAVERANO. 2009. «La construcción de una bóveda de crucería en la ETSAM». *Informes de la construcción* 61 (515): 49-58.
- . 2012. «Complejidad y estandarización en las bóvedas tardogóticas». *Anales de historia del arte* Núm. especial: el siglo XV hispano y la diversidad de las artes: 375-387.
- . 2013. «Technological development in Spanish Gothic vaults design». *International journal of Architectural Heritage* 7 (2): 189-206.
- PALACIOS GONZALO, José Carlos, y Pablo MORENO DOPAZO. 2015. «La construcción de la bóveda de crucería por Rodrigo Gil». En *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primero Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción. Segovia, 13-17 de octubre de 2015*, vol. 3, 1269-1278. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- PANIAGUA SOTO, José Ramón. [1978] 2009. *Vocabulario básico de arquitectura*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- PARRADO DEL OLMO, Jesús María. 1981. «La capilla de Mosén Rubí de Bracamonte». *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 47: 285-306.
- . 1985. «Algunas noticias del escurialense Pedro de Tolosa». *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 51: 453-458.
- PASCUCCI, Cecilia. 2000. «I primordi della Stereotomia nel trattato di Philibert de l'Orme». En *Il disegno e la pietra*, 153-176. Roma: Gangemi editore.
- PASTOR ABÁIGAR, Víctor. 1994. «Juan de Landerrain. Un maestro cantero guipuzcoano en Navarra». *Príncipe de Viana* 55 (201): 89-116.
- PAZ SÁNCHEZ, José Juan de, y Carlos Alberto QUINTANA AGUILAR. 2006. «Huelva». En *El Renacimiento en Andalucía. Jornadas europeas de patrimonio 2006*, 131-151. Sevilla: Junta de Andalucía.
- PEREDA HERNÁNDEZ, Miguel Juan. 1989. *La iglesia de Santa María de la Asunción de Almansa. (Estudio histórico 1524-1987)*. Almansa: Asociación Torre Grande.
- . 2006. «La iglesia de Santa María de la Asunción: quinientos años de historia». En *Arquitectura religiosa en Almansa. Jornadas de estudios locales nº 6*, 125-271. Almansa: Asociación Torre Grande.
- PÉREZ ARRIBAS, Juan Luis. 1978. «El gótico decadente arquitectónico en la comarca de Cogodullo». *Wad-al-hayara* 5: 277-282.
- PÉREZ DE LOS RÍOS, Carmen, y Elena GARCÍA ALÍAS. 2009. «Mathurin Jousse: preludio de la estereotomía moderna». En *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Valencia, 21-24 de octubre de 2009*, vol. 2, 1041-1050. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- PÉREZ DE MOYA, Juan. 1573. *Tratado de geometría práctica y especulativa*. Alcalá de Henares: Juan Gracián.
- PÉREZ MORALES, José Carlos. 2007a. «Iglesia del Hospital de las Cinco Llagas». En *Iglesias y conventos de Sevilla*, vol. 2, 243-266. Sevilla: Ediciones Tartessos.
- . 2007b. «Iglesia de Nuestra Señora de Consolación». En *Iglesias y conventos de Sevilla*, vol. 4, 85-98. Sevilla: Ediciones Tartessos.
- . 2007c. «Iglesia de Santa María de la Oliva». En *Iglesias y conventos de Sevilla*, vol. 4, 181-198. Sevilla: Ediciones Tartessos.
- PÉREZ MULET, Fernando. 2005. «Bahía de Cádiz». En *Guía artística de Cádiz y su provincia*, vol. 2, 9-74. Cádiz: Diputación de Cádiz y Fundación José Manuel Lara.
- PÉREZ NIETO-SANDOVAL, M. del Pilar. [1982] 2004. *Estudio histórico-artístico de la Catedral de Ciudad Real*. Ciudad Real: Diputación de Ciudad Real.
- PÉREZ RAMOS, Eva. 2007. «Iglesia Prioral de Santa María». En *Iglesias y conventos de Sevilla*, vol. 4, 49-70. Sevilla: Ediciones Tartessos.
- PÉROUSE DE MONTCLOS, Jean-Marie. [1982] 2001. *L'Architecture a la française*. Paris: Éditions A. et J. Picard.
- . 1988. «Présentation des traités». En *Philibert de L'Orme. Traités d'architecture*, 3-22. París: Léonce Laget, Libraire-Éditeur.

- . 2000. *Philibert De l'Orme: architecte du roi (1514-1570)*. Paris: Éditions Mengès.
- PINTO PUERTO, Francisco. 1997. «La fábrica del Hospital de la Sangre». En *El Parlamento de Andalucía*, 127-150. Barcelona: Lunwerg Editores.
- . 1998a. *Las esferas pétreas: análisis de las soluciones del arte de la monte en la provincia de Cádiz durante el siglo XVI*. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla.
- . 1998b. «El libro de cantería». En *Libro de arquitectura de Hernán Ruiz II*, vol. 2, 199-214. Sevilla: Fundación Sevillana de Electricidad.
- . 2000a. «La falsa apariencia. Las plementerías por hiladas redondas de las fábricas del Arzobispado Hispalense». En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la construcción. Sevilla, 26-28 de octubre de 2000*, vol. 2, 827-839. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2000b. «Transformaciones. De la línea a la superficie». En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la construcción. Sevilla, 26-28 de octubre de 2000*, vol. 2, 815-826. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2002. *Las esferas de piedra. Sevilla como lugar de encuentro entre arte y ciencia en el Renacimiento*. Sevilla: Diputación de Sevilla.
- . 2013. «Aportaciones al análisis constructivo de fábricas antiguas: la capilla de La Antigua de San Miguel en Morón (1538)». *Informes de la construcción* 65 (530): 163-174.
- PINTO PUERTO, Francisco, y José María GUERRERO VEGA. 2009. «Estudios previos a la intervención en la capilla de La Antigua en la iglesia de San Miguel, en Morón de la Frontera (Sevilla)». *Arqueología de la arquitectura* 6: 267-286.
- PINTO PUERTO, Francisco, y Alberto SANJURJO ÁLVAREZ. 2011. «Francisco Rodríguez Cumplido. Soluciones singulares de cantería en la construcción de un lenguaje moderno». En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Santiago de Compostela, 26-29 de octubre de 2011*, vol. 2, 1099-1108. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- PIQUERAS GARCÍA, Rafael. 2006a. «Evolución estilística de la iglesia de la Asunción de Almansa». En *Arquitectura religiosa en Almansa. Jornadas de estudios locales nº 6*, 275-384. Almansa: Asociación Torre Grande.
- . 2006b. «Francisco Figuerola, maestro de cantería entre los siglos XVI y XVII. De Móra d'Ebre (Tarragona) a Almansa (Albacete)». *Al-Basit* 50: 177-200.
- PLEGUEZUELO HERNÁNDEZ, Alfonso. 1990. «La Lonja de Mercaderes de Sevilla: de los proyectos a la ejecución». *Archivo español de arte* 63 (249): 15-42.
- POLO SÁNCHEZ, Julio J. 2004. «El modelo hallenkirchen en la arquitectura religiosa del norte peninsular: el papel de los trasmeranos». En *Arquitectura religiosa del siglo XVI en España y Ultramar*, 189-235. Zaragoza: Institución Fernando el Católico, Diputación de Zaragoza.
- POMAR RODIL, Pablo J. 2006. «Los conventos de frailes mínimos del ámbito gaditano». En *Los mínimos en Andalucía: IV centenario de la fundación del convento de Nuestra Señora de la Victoria de Vera (Almería)*, 271-278. Almería: Instituto de Estudios Almerienses.
- POMAR RODIL, Pablo J., y Miguel Á. MARISCAL RODRÍGUEZ. 2005. «Jerez de la Frontera». En *Guía artística de Cádiz y su provincia*, vol. 1, 199-342. Cádiz: Diputación de Cádiz y Fundación José Manuel Lara.
- PORTABALES PICHEL, Amancio. 1945. *Los verdaderos artífices de El Escorial y el estilo indebidamente llamado Herreroiano*. Madrid: Gráfica Literaria.
- PORTOR Y CASTRO, Juan de. 1708. *Cuaderno de arquitectura*. Manuscrito 9114. Madrid: Biblioteca Nacional de España.
- PORTUONDO, Bernardo. 1917. *Catálogo monumental artístico-histórico de España. Provincia de Ciudad Real*. 2 vols. Madrid: Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes.
- POTIÉ, Philippe. 1996. *Philibert de l'Orme. Figures de la pensée constructive*. Marseille: Parenthèses.
- POZO MARTÍNEZ, Indalecio. 1999. «Notas y precisiones sobre la construcción de la iglesia del Salvador y la de Nuestra Señora de la Soledad». *Revista de la Vera Cruz*: 18-22.
- . 2002. «La iglesia parroquial del Salvador, Caravaca (Murcia)». *Murgetana* 106: 37-67.
- PRETEL MARÍN, Aurelio. 1975. *Noticias inéditas sobre el arquitecto Andrés de Vandelvira y otros canteros de Alcaraz a principios del siglo XVI*. Albacete: Instituto Nacional de Bachillerato Andrés de Vandelvira.
- PULIDO CASTILLO, Gonzalo. 2005. «Huéscar y sus parroquias». En *Huéscar. Ut quid perditio haec*, 35-37. Huéscar: Ayuntamiento de Huéscar.
- RABASA DÍAZ, Enrique. 1996. «Técnicas góticas y renacentistas en el trazado y la talla de las bóvedas de crucería españolas del siglo XVI». En *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Madrid, 19-21 de septiembre de 1996*, 423-433. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

- . 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Ediciones Akal.
- . 2002. «La transmisión y el aprendizaje de la estereotomía de la piedra». *Ars Sacra* 22: 92-101.
- . 2003a. «The single coursed ashlar vault». En *Proceedings of the First International Congress on Construction History. Madrid, 20th-24th January 2003*, 1679-1689. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2003b. *Estereotomía y talla de la piedra*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2005. «Construcción de una bóveda de crucería en el Centro de los Oficios de León». En *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Cádiz, 27-29 de enero de 2005*, vol. 2, 909-917. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2007. *Guía práctica de la estereotomía de la piedra*. León: Centro de los Oficios, Ayuntamiento de León.
- . 2009. «Soluciones innecesariamente complicadas en la estereotomía clásica». En *El arte de la piedra. Teoría y práctica de la cantería*, 51-70. Madrid: CEU Ediciones.
- . 2011. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert*. Mallorca: Colegio Oficial de Arquitectos de las Islas Baleares y Fundación Juanelo Turriano.
- . 2013. «Estereotomía: teoría y práctica, justificación y alarde». *Informes de la construcción* 65 (Nº Extra-2): 5-20.
- . 2015. «Traza, descripción, razón. Lenguaje y grafismo en los tratados de corte de piedras». En *Teoría y literatura artística en España. Revisión historiográfica y estudios contemporáneos*, 459-494. Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.
- RABASA DÍAZ, Enrique, Miguel Ángel ALONSO RODRÍGUEZ, Rosa SENENT DOMÍNGUEZ, y José CALVO LÓPEZ. 2012. «Transformations of the circle in Early modern architectural literature and practice». En *The Nexus Ph. D. Day. Relationship between Architecture and Mathematics*, 259-264. Milan: McGraw-Hill.
- RAMALLO ASENSIO, Germán. 1982. «El Barroco». En *Enciclopedia temática de Asturias T. V, Arte II: del Renacimiento a la actualidad*, 13-86. Gijón.
- . 1991. «Transformaciones morfológicas y de significado en la Catedral de Oviedo durante los siglos del Barroco». En *Actas do I Congresso Internacional do Barroco*, vol. 2, 299-321. Porto: Universidade do Porto.
- . 1996. «Arquitectura barroca religiosa (I): la Catedral de Oviedo». En *El arte en Asturias a través de sus obras*, 229-244. Oviedo: Prensa Asturiana.
- . 1999. «El Barroco». En *La Catedral de Oviedo*, vol. 1, 139-217. Oviedo: Ediciones Nobel.
- RAMÍREZ BLANCO, Manuel J. 2013. *La Lonja de Valencia y su conjunto monumental, origen y desarrollo constructivo*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- RAMÍREZ DE ARELLANO, Rafael. 1893. *Ciudad Real artística: estudios de los restos artísticos que quedan en la Capital de La Mancha*. Ciudad Real: Imprenta del Hospicio Provincial.
- RAMÓN PARRO, Sisto. 1857. *Toledo en la mano*. 2 vols. Toledo: Imprenta y librería de Severiano López Fando.
- RAMOS ROMERO, Marcos. 1981. *Medina Sidonia. Arte, historia y urbanismo*. Cádiz: Diputación de Cádiz.
- RECIO MIR, Álvaro. 2011a. «Juan de Herrera (ca. 1530-1597)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 1, 323-351. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- . 2011b. «Asensio de Maeda (ca. 1546-1607)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 2, 33-69. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- REYES, Antonio de los. 1968. «La Catedral de Murcia. (Primera mitad del siglo XVI)». *Murgetana* 29: 71-108.
- RÍOS MARTÍNEZ, Esperanza de los. 1991. «Arquitectura civil jerezana en el siglo XVI». *Páginas* 6: 53-66.
- . 2002. *Antón Martín Calafate y Diego Moreno Meléndez en la arquitectura jerezana del siglo XVII*. Cádiz: Universidad de Cádiz y de Sevilla.
- . 2010. «Antón Martín Calafate, iniciador de la reactivación del gótico en la provincia de Cádiz, a través de la reedificación de la Iglesia Prioral de El Puerto de Santa María en el siglo XVII». *Laboratorio de arte* 22: 165-184.
- RODRÍGUEZ ESTÉVEZ, Juan Clemente. 2011. «Martín de Gaínza (ca. 1505-1556)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 1, 255-287. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- . 2014. «La Iglesia de Santa María de Carmona en el contexto del gótico catedralicio sevillano». En *Urbanismo, Arquitectura y Patrimonio en Carmona. Actas del IX Congreso de Historia de Carmona 2013*, 249-278. Sevilla: Universidad de Sevilla y Ayuntamiento de Carmona.
- RODRÍGUEZ GUILLÉN, Antonio. 2014. *Iglesia Prioral Santa María de la Asunción de Aroche (Huelva)*. Sevilla: Punto Rojo Libros.

- RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ DE CEBALLOS, Alfonso. 1975. «La capilla Cerralbo de Ciudad Rodrigo». *Archivo español de arte* 48 (190-191): 199-215.
- . 1986. «La librería del arquitecto Juan del Ribero Rada». *Academia* 62: 121-154.
- RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ DE CEBALLOS, Alfonso, y Antonio CASASECA CASASECA. 1986. «Juan del Ribero Rada y la introducción del clasicismo en Salamanca y Zamora». En *Herrera y el clasicismo. Ensayos, catálogo y dibujos en torno a la arquitectura en clave clasicista*, 95-109. Valladolid: Junta de Castilla y León.
- RODRÍGUEZ ROBLEDO, Piedad. 1994. *Pedro de Tolosa, primer aparejador de cantería de El Escorial*. Madrid: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid.
- RODRÍGUEZ Y RODRÍGUEZ, Agustín. 1921. *El Hospital de San Juan Bautista, extramuros de Toledo*. Toledo.
- RODRÍGUEZ-MOÑINO SORIANO, Rafael. 2000. *Aproximación a la historia eclesiástica de la ciudad de Baeza (Jaén) (del esplendor renacentista y barroco a la crisis liberal del XIX)*. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses.
- ROKISKI LÁZARO, M. Luz. 1974. «Obras de Diego de Tiedra, en Cuenca». *Archivo español de arte* 47 (185): 39-51.
- . 1989a. *Arquitectura del siglo XVI en Cuenca*. 2 vols. Cuenca: Diputación de Cuenca.
- . 1989b. «Artistas del siglo XVI en Cuenca». *Cuenca* 33: 33-62.
- . 2005. «Andrés de Vandelvira en Cuenca». En *Andrés de Vandelvira: V centenario*, 109-115. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses Don Juan Manuel.
- ROMERO BEJARANO, Manuel. 2006. «El monasterio de la Victoria de Jerez de la Frontera entre 1543 y 1613: génesis y desarrollo de una fundación de la orden mínima». En *Los mínimos en Andalucía: IV centenario de la fundación del convento de Nuestra Señora de la Victoria de Vera (Almería)*, 455-496. Almería: Instituto de Estudios Almerienses.
- . 2009. *De los orígenes a Pilar Sánchez. Breve historia de Jerez*. Jerez de la Frontera: Ediciones Remedios 9.
- ROMERO DE TORRES, Enrique. 1934. *Catálogo monumental de España. Provincia de Cádiz*. 2 vols. Madrid: Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes.
- ROMERO MEDINA, Raúl, y Manuel ROMERO BEJARANO. 2010. «Un lugar llamado Jerez. El maestro Alonso Rodríguez y sus vínculos familiares y profesionales en el contexto de la arquitectura del tardogótico en Jerez de la Frontera». En *Actas del XVII Aula Hernán Ruiz*, 173-288. Sevilla: Catedral de Sevilla y Taller Dereçeo.
- ROMERO TALLAFIGO, Manuel, Laureano RODRÍGUEZ LIÁÑEZ, y Antonio SÁNCHEZ GONZÁLEZ. 1995. *Arte de leer escrituras antiguas: paleografía de lectura*. Huelva: Universidad de Huelva.
- ROSENTHAL, Earl E. [1961] 1990. *La Catedral de Granada. Un estudio sobre el Renacimiento español*. Granada: Universidad de Granada.
- . 1988. *El palacio de Carlos V en Granada*. Traducción española de Pilar Vázquez Álvarez. Madrid: Alianza Editorial.
- . 2005. «Del proyecto gótico de Enrique Egas al modelo renacentista de Diego de Siloe». En *El libro de la Catedral de Granada*, vol. 1, 93-128. Granada: Cabildo de la Catedral de Granada.
- ROZADILLA GONZÁLEZ, Francisco de Asís. 1998. *Valdemorillo y su iglesia. Apuntes para una historia*. Valdemorillo.
- RUBIO CALZÓN, Luciano. 1964. «Cronología y topografía de la fundación y construcción del monasterio de San Lorenzo el Real». En *Monasterio de San Lorenzo el Real El Escorial en el cuarto centenario de su fundación 1563-1963*, 11-70. Madrid: Biblioteca La ciudad de Dios.
- RUBIO LAPAZ, Jesús. 1990a. «Una aproximación a la trayectoria arquitectónica de Juan de Marquina a partir de una documentación inédita». *Murgetana* 80: 5-14.
- . 1990b. «Análisis de la obra de Rodrigo de Gibaja, arquitecto del siglo XVI». *Cuadernos de arte de la Universidad de Granada* 21: 135-162.
- . 2011a. «Juan de Marquina (ca. ¿?-1553)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 2, 71-93. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- . 2011b. «Rodrigo de Gibaja (ca. 1504-¿1578?)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 1, 289-321. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- RUBIO MASA, Juan Carlos. 2001. *El mecenazgo artístico de la casa ducal de Feria*. Mérida: Editora Regional de Extremadura.

- RUIZ CALVENTE, Miguel. 1995. «Alonso de Vandelvira, un arquitecto giennense del siglo XVI». En *Actas del II Congreso de Historia de Andalucía, Historia Moderna (III). Córdoba 1991*, 377-390. Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Cultura y Medioambiente.
- RUIZ DE ARCAUTE, Agustín. 1936. *Juan de Herrera. Arquitecto de Felipe II*. Madrid: Espasa-Calpe.
- RUIZ DE LA ROSA, José Antonio. 1998. «El libro de geometría». En *Libro de arquitectura de Hernán Ruiz II*, vol. 2, 97-141. Sevilla: Fundación Sevillana de Electricidad.
- RUIZ DE LA ROSA, José Antonio, Antonio Luis AMPLIATO BRIONES, Francisco PINTO PUERTO, y Juan Clemente RODRÍGUEZ ESTÉVEZ. 2010. *La Prioral de El Puerto de Santa María. El proyecto gótico original*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- RUIZ DE LA ROSA, José Antonio, y Juan Clemente RODRÍGUEZ ESTÉVEZ. 2002. «Capilla redonda en buelta redonda (SIC): aplicación de una propuesta teórica renacentista para la Catedral de Sevilla». En *Revisión, enfoques en docencia e investigación: actas del IX Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 509-516. A Coruña: Universidade da Coruña.
- . 2011. «Capilla redonda en buelta redonda: nuevas aportaciones sobre una monte renacentista en la Catedral de Sevilla». En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Santiago de Compostela, 26-29 de octubre de 2011*, vol. 2, 1275-1282. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- RUIZ FUENTES, Vicente Miguel. 1995. *Ariza: el puente de Úbeda sobre el Guadalimar*.
- RUIZ II, Hernán. Ca. 1565. *Libro de arquitectura*. Manuscrito R16. Madrid: Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid.
- RUIZ POVEDANO, José María. 1979. «La iglesia parroquial de Santa María (Alcaudete, Jaén). La transición del gótico-mudéjar al Renacimiento». *Cuadernos de estudios medievales* 4-5: 291-305.
- RUIZ RAMOS, F. Javier. 2011. *La Sacra Capilla de El Salvador De Úbeda. Estudio histórico-artístico, iconográfico e iconológico*. Úbeda: Asociación cultural ubetense Alfredo Cazabán Laguna.
- SAKAROVITCH, Joël. 1992. «La coupe des pierres et la géométrie descriptive». En *L'École normale de l'an III. Leçons de mathématiques. Laplace-Lagrange-Monge*, 530-540. Paris: Dunod.
- . 1997. *Epures d'architecture. De la coupe des pierres à la géométrie descriptive. XVIe-XIXe siècles*. Basel-Boston-Berlin: Birkhäuser Verlag.
- . 2009. «From the stone carver's techniques to Descriptive Geometry». En *El arte de la piedra. Teoría y práctica de la cantería*, 7-26. Madrid: CEU Ediciones.
- SALAS DELGADO, Luis. 1990. «Hernán Ruiz y la iglesia de San Pedro». *Atrio* 2: 67-70.
- SALCEDO GALERA, Macarena. 2013. *Levantamiento y análisis constructivo de la cabecera de Santa María del Salvador. Chinchilla*. Trabajo final de máster, Universidad Politécnica de Cartagena.
- . 2016. «Secciones ovales en la Arquitectura Renacentista. El Palacio de Carlos V en Granada». *Jornadas de Introducción a la Investigación de la UPCT*: 30-33.
- SAN NICOLÁS, fray Lorenzo de. 1639. *Arte y uso de arquitectura*.
- . 1663. *Segunda parte del Arte y uso de arquitectura*.
- SANABRIA, Sergio Luis. 1984. *The evolution and late transformations of the Gothic mensuration system*. Tesis doctoral, University of Princeton.
- . 1989. «From Gothic to Renaissance Stereotomy. The design methods of Philibert de l'Orme and Alonso de Vandelvira». *Technology and Culture* 30 (2): 266-299.
- SÁNCHEZ ESTEBAN, Natividad. 1991a. *Alonso de Covarrubias y el Toledo Renacentista*. Vol. 14, *Cuadernos de arte español*. Madrid: Información e Historia.
- . 1991b. «Pedro y Alonso de Tolosa. Un plano y nuevos datos». *Anuario del Departamento de Historia y Teoría del Arte* 3: 53-64.
- . 1992. «La arquitectura clasicista en la Sierra de San Vicente: la parroquia de Navamorcuende». *Boletín de la Sociedad de Amigos de la Sierra de San Vicente* 3.
- SÁNCHEZ FUERTES, Cayetano, y Sonsoles LÓPEZ GONZÁLEZ. 1997. *El convento de San Antonio de Ávila y su capilla de Nuestra Señora de la Portería*. Ávila: Franciscanos, Convento San Antonio.
- SÁNCHEZ MORENO, José. 1948. «Arquitectura religiosa columnaria en el Reino de Murcia. La personalidad artística de Pedro de Antequerana». *Anales de la Universidad de Murcia*: 369-371.
- SÁNCHEZ ROMERO, Gregorio. 2003. *El Templo de El Salvador. Caravaca de la Cruz (Murcia)*. Murcia: Iglesia Parroquial de El Salvador.
- SANCHO CORBACHO, Antonio. 1949a. «El monasterio de San Jerónimo de Buenavista». *Archivo hispalense* 10 (33): 9-32.

- . 1949b. «El monasterio de San Jerónimo de Buenavista (conclusión)». *Archivo hispalense* 10 (34): 125-169.
- SANCHO DE SOPRANIS, Hipólito. 1964. «La arquitectura jerezana en el siglo XVI». *Archivo hispalense* 40 (123): 9-76.
- SANTAMARÍA CONDE, Alfonso. 1975a. «Sobre la arquitectura del siglo XVI en Albacete». *Al-Basit* 0: 48-60.
- . 1975b. «Sobre la arquitectura del siglo XVI en Albacete». *Al-Basit* 1: 56-73.
- . 2005. «Arquitectura vandelviresca en la provincia de Albacete». En *Andrés de Vandelvira: V centenario*, 189-208. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses Don Juan Manuel.
- SANTAMARÍA CONDE, Alfonso, y Luis G. GARCÍA-SAÚCO BELÉNDEZ. 1981. *La iglesia de Santa María del Salvador de Chinchilla. Estudio histórico-artístico*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses.
- SANTOS GARCÍA, Antonio. 2004. «El convento de Nuestra Señora de las Virtudes». *Boletín La Laja* 4.
- . 2007. *Patrimonio Cultural de Conil de la Frontera*. Véjer de la Frontera, Cádiz: G.D.R. Litoral de la Janda.
- SANZ FERNÁNDEZ, Francisco. 2009-2010. «La influencia de los tratados de monte y cortes de piedra en la arquitectura extremeña del Renacimiento». *Boletín de arte* 30-31: 119-145.
- SEGURA SAINT-GERONS, María del Rosario, David LEDESMA MELLADO, Juan CASADO ALCALDE, M. Luisa RODAS MUÑOZ, A. MOLLEJA MELLADO, A. LUCENA MARTÍN, J. ORTIZ GARCÍA, y Emilio J. NAVARRO MARTÍNEZ. 2006. «Córdoba». En *El Renacimiento en Andalucía. Jornadas europeas de patrimonio 2006*, 81-103. Sevilla: Junta de Andalucía.
- SENET DOMÍNGUEZ, Rosa. 2011. «Las bóvedas irregulares del tratado de Vandelvira. Estrategias góticas en cantería renacentista». En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Santiago de Compostela, 26-29 de octubre de 2011*, vol. 2, 1329-1338. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2013. «La construcción de la apariencia. Las bóvedas de la girola de la Catedral de Málaga». En *Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Madrid, 9-12 de octubre de 2013*, vol. 2, 997-1006. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- . 2015. «Las bóvedas en la tratadística: planteamiento constructivo o concepción geométrica». En *Teoría y literatura artística en España. Revisión historiográfica y estudios contemporáneos*, 573-595. Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.
- . 2016. *La deformación del tipo. La construcción de bóvedas no-canónicas en España (siglos XVI-XVIII)*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- SENET DOMÍNGUEZ, Rosa, Macarena SALCEDO GALERA, y José CALVO LÓPEZ. 2016. «Las bóvedas de la girola de la Catedral de Granada: ¿tradición constructiva o innovación renacentista?». En *1514, arquitectos tardogóticos en la encrucijada*, 383-394. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- SEOANE, Marqués de (Ramón de Seoane y Ferrer). 1905. «Correspondencia epistolar entre Don José Vargas y Ponce y Don Juan Agustín Ceán Bermúdez, durante los años de 1803 a 1805, existente en los Archivos de la Dirección de Hidrografía y de la Real Academia de la Historia». *Boletín de la Real Academia de la Historia* 47: 5-60.
- SERLIO, Sebastiano. 1545. *Il primo libro d'architettura*. París: Jean Barbé.
- . 1552. *Tercero y cuarto libro de arquitectura*. Traducido por Francisco de Villalpando. Toledo: Casa de Iván de Ayala.
- SERRES, Michel. 1993. *Les origines de la géométrie: tiers livre des fondations*. París: Flammarion.
- SIERRA DELGADO, Ricardo. 2002. «Una re-visión del proyecto de Diego de Siloé de la Sacra Capilla del Salvador de Úbeda». En *Re-visión, enfoques en docencia e investigación: actas del IX Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 523-530. A Coruña: Universidade da Coruña.
- SIGÜENZA, Fray José de. [1605] 1909. *Tercera parte de la historia de la Orden de San Jerónimo*. Edición a cargo de D. Juan Catalina García, de la Real Academia de la Historia. Madrid: Bailly-Baillière e Hijos, Editores.
- TAÍN GUZMÁN, Miguel. 2006. «Fifteen unedited engraved architectural drawings uncovered in northwest Spain». En *Proceedings of the Second International Congress on Construction History. Queen's College, Cambridge University 29th March - 2nd April 2006*, 3011-3023. Cambridge: Construction History Society.
- TAÍN GUZMÁN, Miguel, y Pau NATIVIDAD VIVÓ. 2011. «La monte para las bóvedas de horno de Santa Columba de Carnota». En *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Santiago de Compostela, 26-29 de octubre de 2011*, vol. 2, 1389-1399. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- TATON, René. 1954. *L'Histoire de la géométrie descriptive*. París: Université de Paris.
- TEJADA VIZUETE, Francisco. 1997. «La capilla mayor de la iglesia de San Pedro de Montijo y su retablo, en el contexto artístico bajo-extremeño de la época». En *Actas de las II Jornadas de Historia de Montijo. Montijo, del 6 al 15 de marzo de 1996*, 46-49. Montijo: Ayuntamiento de Montijo y Caja Rural de Extremadura.

- TORIJA, Juan de. 1661. *Breve tratado de todo género de bóvedas*. Madrid: Pablo de Val.
- TORMO, Elías. 1917. *Cartillas excursionistas: Ávila*. Madrid: Hauser y Menet.
- TORRES BALBÁS, Leopoldo. 1939. «Las teorías sobre la arquitectura gótica y las bóvedas de ojivas». *Las ciencias* 4: 223-233.
- . 1945. «Función de nervios y ojivas en la arquitectura gótica». *Investigación y progreso* 10-12: 214-231.
- TOSCA, Tomás Vicente. [1707-1715] 1727. «Tratado de la monte y cortes de cantería». En *Compendio matemático, en que se contienen todas las materias más principales de las ciencias, que tratan de la cantidad*. Tomo V. Madrid: Imprenta de Antonio Marín.
- URIARTE, Cástor de. 1978. *Las iglesias "salón" vascas del último periodo del gótico*. Vitoria.
- VANDELVIRA, Alonso de. Ca. 1585. *Libro de trazas de cortes de piedras*. Se conservan dos copias del manuscrito: una en la Biblioteca Nacional de España (ms. 12719) y otra en la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid (ms. R10).
- . [Ca. 1585] 1646. *Libro de cortes de cantería de Alonso de Vandelvira, arquitecto. Sacado a luz y aumentado por Felipe Lázaro de Goiti, arquitecto, maestro mayor de obras de la Santa Iglesia de Toledo, primada de las Españas y de todas las de su arzobispado. Dirigido a su ilustrísimo cabildo. Año de 1646*. Manuscrito 12719. Madrid: Biblioteca Nacional de España.
- . [Ca. 1585] s. XVII. *Exposición y declaración sobre el tratado de cortes de fábricas que escribió Alonso de Vandelvira, por el excelente e insigne arquitecto y maestro de arquitectura don Bartolomé de Sombigo y Salcedo, maestro mayor de la Santa Iglesia de Toledo*. Manuscrito R10. Madrid: Biblioteca de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid.
- . [Ca. 1585] 1977. «Libro de trazas de cortes de piedras». Transcripción de Geneviève Barbé-Coquelin de Lisle. En *El tratado de arquitectura de Alonso de Vandelvira*, vol. 1, 37-170. Albacete: Caja de Ahorros Provincial de Albacete.
- VÁZQUEZ GARCÍA, Francisco. 1987. «Aportación documental para el estudio de las obras de cantería, carpintería, orfebrería, bordados y escritura en Ávila durante la segunda mitad del siglo XVI». *Cuadernos abulenses* 7: 23-51.
- VERA BOTÍ, Alfredo 1993. *La torre de la Catedral de Murcia. De la teoría a los resultados*. Murcia: Real Academia Alfonso X el Sabio.
- VEREDAS RODRÍGUEZ, Antonio. 1935. *Ávila de los Caballeros: descripción artístico-histórica de la capital y pueblos más interesantes de la provincia*. Ávila: Librería El Magisterio Adrián Medrano.
- VICUÑA, Carlos. 1964. «Juan Bautista de Toledo, principal arquitecto del Monasterio de El Escorial». En *Monasterio de San Lorenzo el Real El Escorial en el cuarto centenario de su fundación 1563-1963*, 125-193. Madrid: Biblioteca La ciudad de Dios.
- VILLAR MOVELLÁN, Alberto. 1977. *La Catedral de Sevilla: guía oficial*. Sevilla: Cabildo de la Santa Iglesia Metropolitana y Patriarcal de Sevilla.
- . 1994. «Arquitectura en Andalucía Occidental». En *El arte del Renacimiento: urbanismo y arquitectura*, 281-399. Sevilla: Gevers.
- . 2011. «Hernán Ruiz I (ca. 1475-1547)». En *Artistas andaluces y artífices del arte andaluz. El ciclo humanista*, vol. 2, 227-261. Sevilla: Publicaciones Comunitarias.
- VIOLLET-LE-DUC, Eugène-Emmanuel. 1854. *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e au XVI^e siècle*. Vol. 4. París: B. Bance, Éditeur.
- . [1854] 1996. *La construcción medieval*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU) y Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- WILKINSON-ZERNER, Catherine. 1968. *The Hospital of cardinal Tavera in Toledo. A documentary and stylistic study of Spanish architecture in the mid-sixteenth century*. Tesis doctoral, Yale University.
- . [1993] 1996. *Juan de Herrera. Arquitecto de Felipe II*. Madrid: Ediciones Akal.
- WILLIS, Robert. 1842. «On the construction of the vaults of the Middle Ages». *Transactions of the Royal Institute of British Architects* Vol. 1, Part 2: 1-69.
- . [1842] 2012. *La construcción de las bóvedas en la Edad Media*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- ZARAGOZÁ CATALÁN, Arturo. 1998. «El arte de corte de piedras en la arquitectura valenciana del cuatrocientos: Pere Compte y su círculo». En *El Mediterráneo y el Arte Español: actas del XI Congreso del CEHA. Valencia, septiembre de 1996*, 71-79. Valencia: Universidad de Valencia.
- . [2000] 2004. *Arquitectura gótica valenciana. Siglos XIII-XV*. Valencia: Generalitat Valenciana.

- . 2000a. «El arte de corte de piedras en la arquitectura valenciana del cuatrocientos». En *La Lonja. Un monumento del II para el III milenio*, 87-97. Valencia: Ayuntamiento de Valencia.
 - . 2000b. «Modos de construir en la Valencia medieval: bóvedas». En *Historia de la ciudad. Recorrido histórico por la arquitectura y el urbanismo de la ciudad de Valencia*, vol. 1, 76-88. Valencia: Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia.
 - . 2003. «Arquitecturas del gótico mediterráneo». En *Una arquitectura gótica mediterránea*, vol. 1, 105-191. Valencia: Generalitat Valenciana.
 - . 2008. *El arte de corte de piedras en la arquitectura valenciana del cuatrocientos: un estado de la cuestión. Discurso de ingreso*. Valencia: Real Academia de Bellas Artes de San Carlos de Valencia.
 - . 2009. «A propósito de las bóvedas de crucería y otras bóvedas medievales». *Anales de historia del arte* Vol. extraordinario: 99-126.
 - . 2010. «Cuando la arista gobierna el aparejo: bóvedas aristadas». En *Arquitectura en construcción en Europa en época medieval y moderna*, 177-214. Valencia: Universidad de Valencia.
- ZARAGOZÁ CATALÁN, Arturo, y Mercedes GÓMEZ-FERRER LOZANO. 2007. *Pere Compte, arquitecto*. Valencia: Generalitat Valenciana.

Escuela
Internacional
de Doctorado