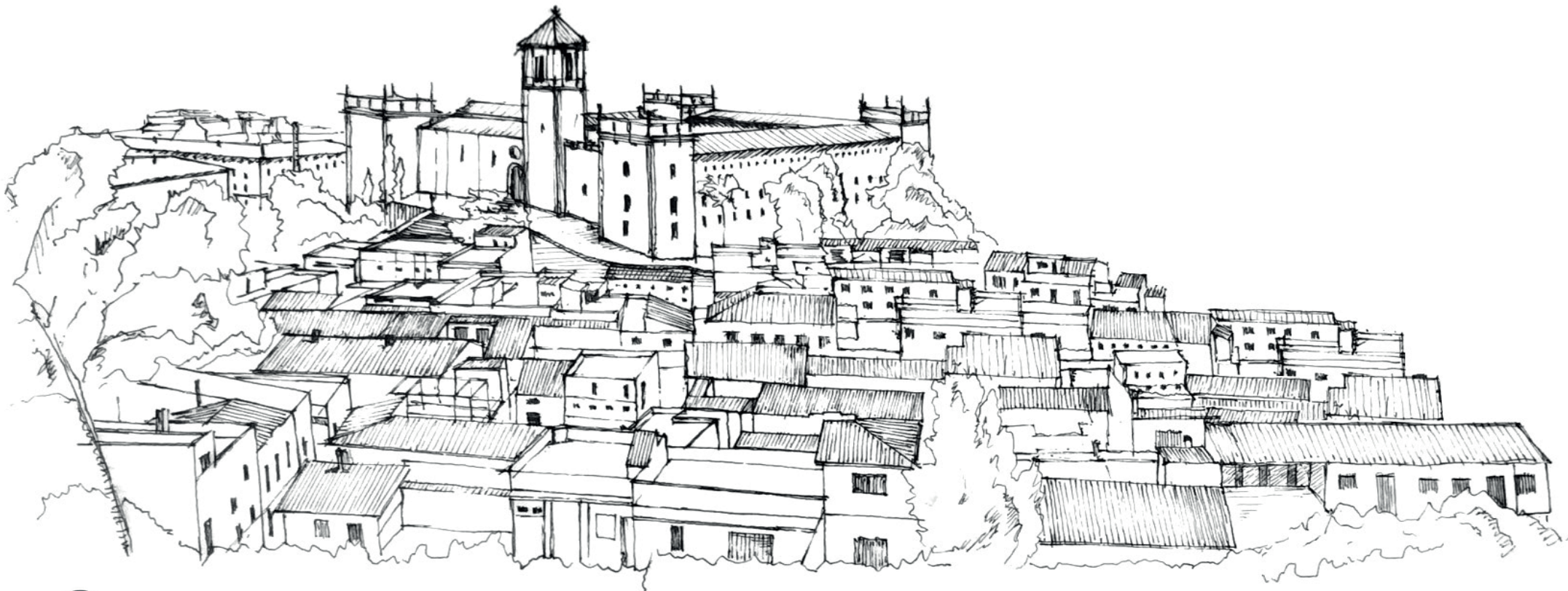


BÓVEDAS VALENCIANAS DE CRUCERÍA
SIMPLE RADIAL DE LOS SIGLOS XIII A XVI

LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS GEOMÉTRICO DE LA CAPILLA DEL BAPTISTERIO DE
LA IGLESIA DEL MONASTERIO DE SANTA MARÍA DEL PUIG (VALENCIA, ESPAÑA)

ADRIÁN PASTOR CLIMENT

TUTORA: ESTHER CAPILLA TAMBORERO





RESUMEN

El trabajo plantea como objetivo principal hacer un análisis geométrico de bóvedas de crucería construidas entre los siglos XIII y XVI en tierras valencianas, centrándose en la bóveda de la capilla bautismal de la iglesia del Monasterio de Santa María del Puig, de tipología radial. Se hará el análisis tanto de su configuración geométrica general como de los elementos que las conforman (perfiles de nervios, arcos, claves, enjarjes, plementerías,...). Para ello se realizarían levantamientos con medición directa o tradicional y fotogrametría.

Palabras clave

Bóvedas, crucería, geometría, levantamientos, El Puig, crucería radial.

RESUM

El treball planteja com objectiu principal desenvolupar una anàlisi geomètrica de voltes de creueria simple construïdes entre els segles XIII i XVI en terres valencianes centrant-se en la volta de la capella baptismal de l'església del Monestir de Santa Maria de El Puig, de tipologia radial. Es farà l'anàlisi tant de la seua configuració geomètrica general com dels elements que la conformen (perfils de nervis, arcs, claus, enjarjes, plementeries,...). Per aquesta raó, es realitzaran alçaments amb mesurament directe o tradicional i fotogrametría .

Paraules clau

Voltes, creueria, geometría, alçaments, El Puig, creueria radial.

ABSTRACT

The work pose as main objective to make a geometric analysis of radial simple cross vaults built between the thirteenth and sixteenth centuries in Valencian lands. The work would focus on the vault of the baptistery chapel of the church of the Santa Maria del Puig monastery. It will make the analysis of its general geometric configuration as of the elements that make them (profiles of nerves, arches, keys, springings, severies, ...). To do the work it is necessary to made surveyings with direct or traditional measurement and photogrammetry.

Key words

Vaults, cross vaults, geometry, surveyings, El Puig, radial simple cross.

Resúmenes	2
Agradecimientos	4
1. Prefacio	5
1.1. Introducción	
1.2. Objeto de estudio	
1.3. Objetivos	
1.4. Metodología	
1.5. Contenidos	
1.6. Fuentes	
2. Introducción histórica: Monasterio Santa María de El Puig	9
3. Introducción a las bóvedas de crucería Valencianas	14
3.1. Definición y evolución en el empleo de las bóvedas de crucería	
3.2. Clasificación de las bóvedas de crucería.	
3.3. Bóveda de crucería <i>simple radial</i>	
4. Capilla del Baptisterio de la iglesia de Santa María de El Puig	25
4.1. Levantamiento gráfico	26
4.1.1. Recopilación de documentación fotográfica del monasterio	
4.1.2. Recopilación de documentación gráfica y planimétrica	
4.1.3. Elaboración de reportaje fotográfico del estado actual	
4.1.4. Toma de datos in situ	
4.2. Análisis geométrico	46
4.2.1. Ménsulas de arranque	
- Ménsulas delanteras	
- Ménsulas traseras	
4.2.2. Perfil de los nervios	
4.2.3. Curvatura de arcos	
- Arcos cruceros	
- Arcos formeros	
4.2.4. Clave	
4.2.5. Plementería	
4.2.6. Geometría espacial	
4.2.7. Modelo 3D	
4.2.8. Construcción	
5. Conclusiones	71
6. Bibliografía	74

Después de un largo periodo de dedicación y aprendizaje, me gustaría agradecer a todas aquellas personas que me han ayudado y apoyado durante el desarrollo del presente Trabajo Final de Grado.

En primer lugar, me gustaría agradecer a la tutora académica del Trabajo, la profesora Esther Capilla Tamborero, por ofrecerme la oportunidad de llevar a cabo parte de la investigación, por su apoyo, confianza, total implicación y por brindarme todas las herramientas necesarias para poder desarrollarlo.

A mi compañera de TFG, M^a José Sanchis por su apoyo constante y ayuda durante la evolución del trabajo. Nombrar también a Javier Plaza y Javier Magán, compañeros de TFG.

A mis compañeros Saúl Aroca y Patricia Alemany, becarios de colaboración con beca del ministerio de Educación, Cultura y Deporte cuya colaboración ha sido de gran ayuda, sobre todo, para realizar la toma de datos *in situ* en la iglesia.

A mis padres, Antonio y Loli y a mis primas Elena, Gema y Nieves por estar ahí en todo momento, por su preocupación y por su apoyo incondicional.

Me gustaría dedicar un especial agradecimiento a los religiosos del monasterio de Santa María de El Puig: Padre Melchor Azcárate, Padre José Sesma, Padre Cristian Peña, Padre Manuel Inglés y Fray Juan Merino (R.I.P) por abrimos las puertas del monasterio y permitirnos trabajar en él. Sin su cercanía y amabilidad no hubiera sido posible llevar a cabo el presente trabajo.



1. PREFACIO

Fig. 1. Imagen página anterior. *Facha norte Monasterio Santa Maria (Puig AMP)*

1.1.INTRODUCCIÓN

“Sin pasión no hay arte” Henri Matisse (Pintor)

Dibujar no es solo plasmar aquello que observas o piensas sobre un lienzo, sino encontrar la inspiración en alguien o algo que te motive a hacerlo. Han sido muchas las asignaturas a las que he dedicado tiempo y esfuerzo en ese arte que es el dibujo y precisamente han sido esas las que me han llevado a decantarme por esta rama y escoger el objeto del presente Trabajo Final de Grado.

El acercamiento al estudio de las bóvedas de crucería surge de la curiosidad que causó en mí, cursar la asignatura de *Levantamiento gráfico del patrimonio edificado* en quinto curso. Por ello, y siguiendo la misma línea metodológica, el trabajo que aquí se presenta, trata de abordar a través de todas las herramientas que el dibujo proporciona, el análisis geométrico de una de las bóvedas del monasterio de Santa María de El Puig, más concretamente la capilla del baptisterio, conservada desde su construcción.

Construida en el siglo XIV por la familia Lauria tras la destrucción completa de la iglesia de Santa María de El Puig (Domínguez, 1968, p.99), la capilla del baptisterio, situada a los pies de la nave lateral del evangelio, está coronada por una bóveda de crucería simple radial cuya estructura está compuesta por seis nervios cruceros entorno a una clave polar. De planta en primera estancia, cuadrada, se convierte en una planta ochavada en altura mediante dos trompas cónicas presentes en el frente norte de la misma.

1.2. OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio del presente Trabajo Final de Grado se centra en la bóveda de crucería de simple radial de la capilla del Baptisterio, la cual se alza en el interior de la iglesia de Santa María de El Puig. La pequeña capilla, aparece a los pies de una de las tres naves que conforman la iglesia, más concretamente, aquella que se sitúa en el lado del evangelio y próxima al lado norte del coro.

Esta bóveda con cruceros radiales, surge, en una primera aproximación, de una planta ochavada (medio octógono) que se apoya sobre trompas cónicas. Mediante éstas, la capilla pasa de una forma cuadrada a una forma poligonal en altura, surgiendo en los vértices del polígono y sobre ménsulas, cada uno de los nervios que conforman la bóveda. Hay que decir, que no todas las ménsulas desde los que arrancan los nervios son iguales sino que las dos primeras atestan sobre dos planos ortogonales mientras que las cuatro traseras, situadas en el muro norte, se acoplan a los lados del octógono. Por ello, su geometría también será distinta.

Independientemente a la bóveda, los únicos elementos que destacan en la capilla son, en el muro oeste, una ventada abocinada rematada con una estrecha y alargada vidriera en lo alto acompañada de una hornacina a escasos centímetros del suelo. Por otra parte, en el muro este aparece una gran ventana que vincula el acceso a la iglesia con la capilla a través de una ventana abatible con vidriera y sin parteluz, cosa que llama la atención. Por último, la plementería se genera con un despiece por arista simple y para conectar la capilla con la nave, se recurre al uso de un arco formero.

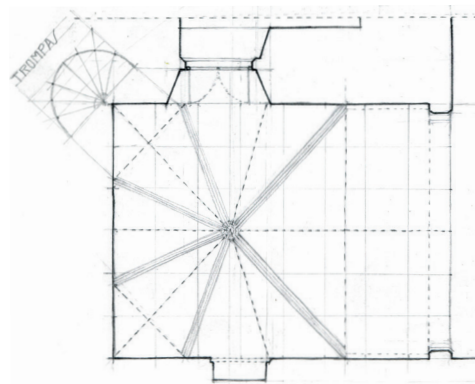


Fig.2. Planta de la bóveda del baptisterio (Dibujo propio)

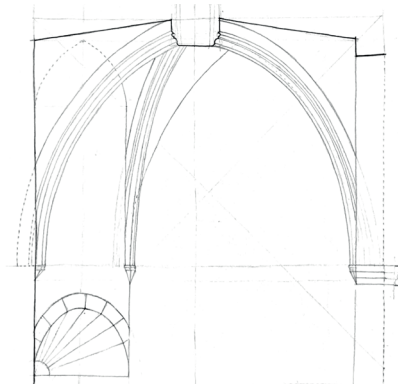


Fig.3. Sección de la bóveda (Dibujo propio)

1.3. OBJETIVOS

El presente trabajo de fin de grado, se plantea con el objetivo de obtener gráficamente la geometría espacial de la bóveda del Baptisterio de la iglesia de Santa María de El Puig (Valencia).

Para abordar el estudio de una manera más concreta, ese objetivo general se ha desglosado en otros más específicos, los cuales nos ayuden a generar una metodología de trabajo que permita analizar geoméricamente todos y cada uno de los elementos que están presentes en ella. A continuación, se enumeran dichos objetivos:

- Documentación de la bóveda a estudiar, bien sean, imágenes, planos, archivos históricos del monasterio o documentos que permitan una aproximación a la misma.

- Conocimiento de la evolución histórica del objeto de estudio y del lugar en el que se implanta, con el objetivo de conocer y comprobar si los elementos que en ella se dan son los inicialmente planteados.

- Analizar y determinar la curvatura de los nervios y arcos que conforman la bóveda.

- Analizar y determinar la geometría de elementos como arranques, nervios, clave y trompas.

- Levantamiento gráfico de la bóveda y de los elementos que esta integra, con medición directa o tradicional y/o fotogrametría.

- Representación a escala, en 2 y 3 dimensiones mediante dibujos en ficheros dwg, de todos los elementos que integra la bóveda, con el objetivo de poder hacer un análisis que permita llegar a un conocimiento geométrico-constructivo.



Fig.4. Perfil arco entrada de la capilla (Dibujo propio)

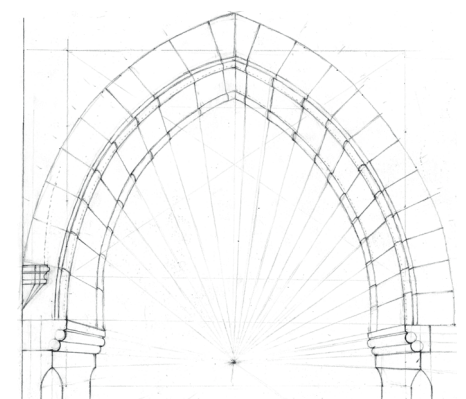


Fig.5. Arco entrada de la capilla (Dibujo propio)

1.4. METODOLOGÍA

La metodología a seguir para llevar a cabo el presente Trabajo Final de Grado tendrá como punto de partida el levantamiento gráfico de todos y cada uno de los elementos a estudiar, en primera instancia mediante croquis a mano alzada y su posterior desarrollo en ficheros dwg, fotogrametría, etc... . Se utilizarán estos, como instrumento primordial con el fin de poder hacer un análisis riguroso y detallado de los elementos, obteniendo de esa manera unas conclusiones que muestren cuales han sido las claves para la construcción de la bóveda. Esta metodología estará integrada por diversas fases que ayudaran al desarrollo del trabajo:

- Recopilación de documentación histórica sobre la iglesia de Santa María de El Puig, lugar en el que se implanta la capilla.
- Documentación de las diferentes tipologías de espacios abovedados y la evolución de los mismos a lo largo de la historia.
- Representación gráfica del conjunto y de los diferentes elementos que en ella se incluyen. Se hará, tanto la representación a mano alzada como dibujos realizados con ordenador. Además, se hará uso de fotogrametría para la obtención de nubes de puntos.
- Estudio analítico de los elementos, a partir de la información recopilada, y obtención de conclusiones. Esta constituirá la fase más importante del trabajo.

1.5. CONTENIDOS

La documentación que se recoge en el presente Trabajo Final de Grado, se organiza en dos partes claramente diferenciadas. La primera de ellas, incluye una introducción histórica

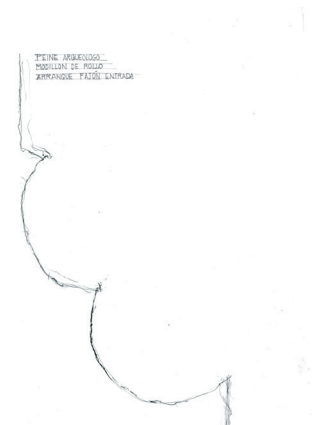


Fig.6. Perfil modillón (Dibujo propio)

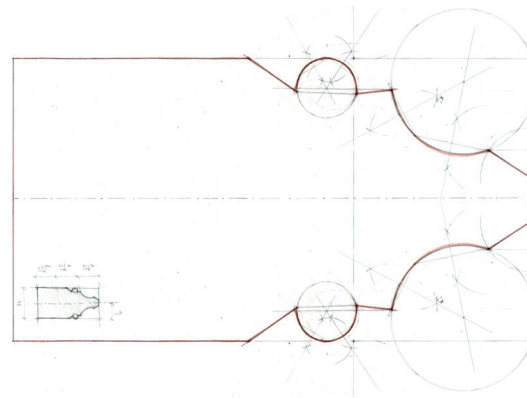


Fig.7. Perfil del nervio de la bóveda del baptisterio (Dibujo propio)

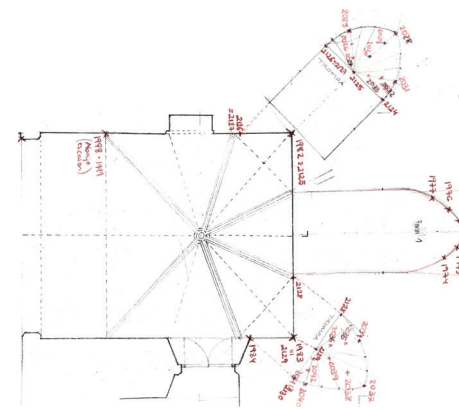


Fig.8. Croquis de puntos de estación total (Dibujo propio)



Fig.9. Nube de puntos de Autocad (Dibujo propio)

del lugar en el que se ha llevado a cabo la investigación además de, una visión general del origen y de la tipología abovedada. La segunda parte, está dedicada al levantamiento gráfico y análisis geométrico, en el que se recogen la toma de datos in situ, su posterior puesta a escala y un estudio de los diferentes elementos que conforman la bóveda acompañado de un modelo 3D.

1.6. FUENTES

El desarrollo del presente trabajo de fin de grado ha llevado consigo la búsqueda de diversas fuentes de información que nos han permitido avanzar en él y conocer de manera más concreta la materia que se estaba tratando. Entre ellas, destacamos las siguientes:

- Edificios a estudiar por su relación con el tema, focalizando, sobre todo, en el estudio de la Iglesia del Monasterio de Santa María de El Puig, la cual será una fuente primordial para la evolución del trabajo.
- Archivos históricos del Monasterio de El Puig (Puig AMP) de gran utilidad y accesibles a ellos gracias a que los propios religiosos del Monasterio lo han permitido.
- Organismos, Servicios y Bibliotecas que ofrece la Universidad Politécnica de Valencia.
- Archivos accesibles desde internet. Además de todos los libros, revistas y artículos consultados en papel, ha sido de gran ayuda poder disponer de documentos, ya sean, imágenes o información propiamente dicha, que ampliaran o dotaran de nuevos conocimientos para el desarrollo del trabajo.



2. INTRODUCCIÓN HISTÓRICA

REAL MONASTERIO DE SANTA MARIA DE EL PUIG, VALENCIA

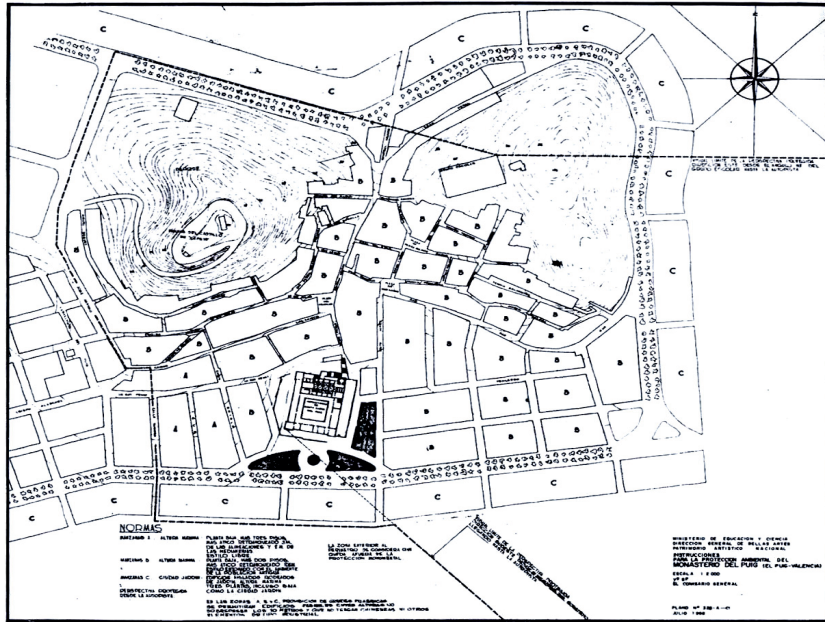


Fig. 11. Plano de situación (Benito Domenech, 1983, p.56)



Fig. 12. Vista exterior de la fachada Norte del Monasterio de El Puig (Dibujo propio)

A escasos kilómetros de la ciudad de Valencia y, al norte de la misma, se alza la villa de El Puig. La localidad perteneciente a la comarca de L'Horta de Valencia, se encuentra asentada a los pies de las colinas de *La Patá* y *Santa Bárbara*, rematando su perfil por un castillo, hoy en día en ruinas, y por el Monasterio de Santa María, residencia de los mercedarios desde 1240, con aspecto de fortaleza. (Domínguez, 1992, p.263).

Declarado monumento Histórico-Artístico Nacional (BIC) en el año 1969 mediante Decreto 1747/1969 de 17 de julio (BOE, 19 de agosto de 1969), el Monasterio de Santa María de El Puig tiene su origen en la época de la conquista de la ciudad de Valencia por parte de Jaime I y está vinculado directamente al descubrimiento de la imagen de la Mare de Deu en 1237 por San Pedro Nolasco, fundador de la orden de la merced (Domínguez, 1992, p.56).

Varias son las leyendas que cuentan el hallazgo del icono de la virgen en el lugar en el que se halla actualmente el monasterio. Según Javier Domínguez Rodrigo (1992, p.68) citando a P.J. Devesa, historiador mercedario, recoge que los monjes del Puig, a la llegada de la invasión morisca, abrieron una profunda cripta dentro de la primitiva capilla, en la que depositaron la imagen y sobre esta, colocaron una campana de hierro.

El monasterio antiguo quedó, como se esperaba, en ruinas tras la invasión. Siete fueron las estrellas que descendían hasta ese punto indicando el lugar en el que se hallaba la imagen, tal fue así que removidos los escombros, Pedro Nolasco, tropezó con la campana y bajo ella apareció la imagen de Santa María de El Puig. Tan trascendente fue tal hecho que Jaime I pasó a considerarla como la patrona del Reino de Valencia.

El monasterio de El Puig de Santa María forma parte del conjunto de monumentos de mayor valor, tanto histórico como artístico de la Comunidad Valenciana. Dada su forma rectangular con un vacío central y la presencia de cuatro torres que lo rematan en sus esquinas, conforma hoy, dos elementos distintos, por un lado, la iglesia en honor a la Virgen de El Puig (situada al Norte del conjunto) y el propio monasterio habitado por los mercedarios de la orden D (Decreto 1747/1969 de 17 de julio).

Los temas del singular descubrimiento de la imagen de la Mare de Deu, se encuentran reflejados en varias partes de la iglesia haciéndose presente sobre todo en la cúpula que cubre el espacio que se encuentra inmediatamente detrás del presbiterio. La campana, bajo la cual se encontró la imagen, se fundió para dar lugar a unas más pequeñas que se situaron en la torre y el retablo. Más tarde, se creó una más pequeña para el nicho de la Virgen. El conjunto arquitectónico está construido con fábricas de sillería de color rojizo aunque, los arcos, jambas e impostas están ejecutadas con piedra caliza (Benito Domenech, 1983, pp.58-64)

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONJUNTO ARQUITECTÓNICO

Desde del descubrimiento de la imagen en 1237, se han ido aconteciendo diversos sucesos, que han hecho evolucionar al monumento arquitectónico hasta el estado en el que se encuentra actualmente:

1237- Descubrimiento del icono por parte de Pedro Nolasco, fundador de la orden de los mercedarios el 1 de agosto de 1218 (Mateu y Llopis, F.; 1968) convirtiéndose más tarde en patrona del Reino por orden de Jaime I.

1238- El rey Jaime I manda construir el primitivo edificio en honor a la entonces patrona (Benito Domenech, 1983, p. 55).

1240- El 26 de julio, Jaime I cede el complejo arquitectónico a la orden de Nuestra Señora de la Merced de El Puig, no cumpliendo así la voluntad de sus predecesores por motivos todavía hoy en día desconocidos. (Domínguez, 1968, p.52-55)

1276- Tras la muerte de Jaime I, el monasterio del Puig pasó a manos de la casa de Lauria. (Domínguez, 1968, p.143)

1300- Diversas opiniones han llevado a estimar que, por esta época, y según la diversa documentación consultada, la antigua iglesia quedaría reducida a escombros. Resulta complejo aproximarse a cómo se alzaba la primitiva iglesia en la villa de El Puig y por tanto, qué cantidad de elementos, hoy en día presentes, proceden de tal época. Se sabe que la iglesia primitiva era de una única nave y por lo tanto, sin capillas laterales. Ello llevó, medio siglo más tarde, a levantar una iglesia más amplia, con tres naves y capillas laterales, de las cuales, la capilla del Baptisterio de la iglesia se conserva (Domínguez, 1968, p.99)



Fig. 13. Vista exterior del conjunto monacal. Fachada Norte (Puig AMP)



Fig. 14. Nave Lateral (Puig AMP)

Siglo XIV- Se realizaron las mayores modificaciones del conjunto arquitectónico, las cuales, serán llevadas a cabo por Roger de Lauria, en primera instancia, y desarrolladas posteriormente por su esposa y por su hija, Margarita de Lauria, dotando al monasterio de la configuración que hoy en día se contempla. (Puig AMP, Barberá, 1922, número 3941). De tal manera, y según recoge Javier Domínguez Rodrigo, citando a Tirso de Molina (1968, p.143), este no relatará la reconstrucción pero si, dará testimonio de quien la reedificó:

“Caída, pues, la iglesia por los años dichos, volvió a edificarla, en la forma que agora permanece, en el trescientos, la condesa de terranova, doña Margarita de Lauria sobrina del rey nuestro, e hija de don Roger de Lauria, tan heredera de el rey su tío como manifiesta lo suntuoso del milagroso templo”.

1343- Muerte de Margarita de Lauria, la principal propulsora de las obras mandando construir entre otros, su alcázar detrás del presbiterio. Tras su muerte, la casa real de Aragón recupera el patronato, continuándose éste con la casa de Folch y diversos marqueses que crearían varias capellanías. (Domínguez, 1968, pp.144.-147).

1460- Ampliación de Fray Lorenzo Company, de la que se conserva hoy en día el salón gótico. (Benito Domenech, 1983, p.58).

1470- Se destina a convento de monjas terciarias de la Merced. (Domínguez, 1968, p.145).

Siglo XVI- Se procederá a una gran reforma que implicará volver a repensar el conjunto monástico de manera global, y correrá a cargo de Antón Roxado. La propuesta planteará el edificio como un gran rectángulo formado por cuatro pabellones entorno a un gran vacío

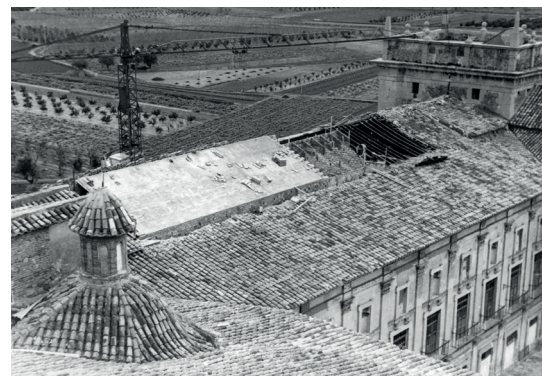


Fig. 15. Cubiertas durante la última reforma en el año 1968. (Puig AMP)



Fig. 16. Portal de entrada (Puig AMP)

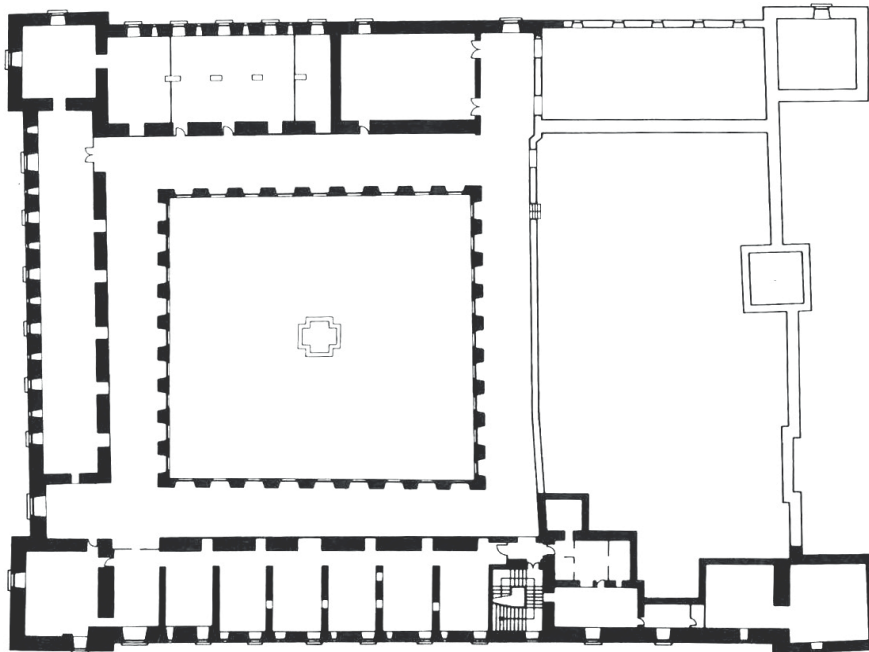


Fig. 17. Planta general del Monasterio de Santa María de El Puig (R. Jiménez Iranzo; en Benito Domenech, 1983, p. 57)



Fig. 18. Nave lateral (Puig AMP)



Fig. 19. Reformas en el conjunto. Coro. (Puig AMP)

central. El conjunto se encontrará rematado en sus cuatro esquinas por cuatro torres de forma cuadrada (Benito Domenech, 1983, p.59) (Figura 17).

Los autores mercedarios cuentan que hubo un antiguo monasterio en el Puig. Para probarlo, Javier Domínguez Rodrigo en su tesis doctoral (1968, p.77) cita a P. Devesa y éste a su vez citando a Beuter, testigo posiblemente de ello, somos conocedores que llegado el punto de construir el nuevo monasterio en 1583, aparecieron restos de arquitectura visigoda.

1670- Fray José Sanchis, religioso mercedario, gastó cuanto pudo en la obra del monasterio impulsando nuevas medidas de mejora que culminarían con la terminación completa del mismo, de entre las cuales destaca la intervención del coro (Millán, Puig AMP, 1965).

Siglo XVIII- Aunque el monasterio se encontraba prácticamente terminado, se realizaron algunas reformas y mejoras. En primera instancia, se mejora la escalera con pasamanos y balaustres torneados y más tarde se revoca la iglesia gótica incorporando un zócalo materializado con azulejos. (Benito Domenech, 1983, p.62).

1842 – El monasterio fue cedido al ayuntamiento de la villa de El Puig pasando posteriormente a ser ocupado por varios usos entre los que destacan: el uso como alcaldía, juzgado, escuela, cuartel de la guardia civil e incluso llegando a ser usado como fábrica de sedas. (Benito Domenech, 1983, p.62).

1936- El arranque de la guerra civil supondrá la destrucción de parte de la arquitectura habilitándose como cárcel y tras ello, como reformatorio de mujeres. (Benito Domenech, 1983, p.223).

1948- El monasterio de El Puig vuelve a estar en manos de la orden de los mercedarios (Benito Domenech, 1983, p.64).

1962-1968- Restauración del complejo arquitectónico. Se han desarrollado repristinaciones, relativamente recientes, en el conjunto arquitectónico. Algunas de ellas, han sido conocidas por el testimonio de los religiosos del monasterio: padre Melchor Azcárate, padre José Sesma y el archivero del mismo, padre Manuel Anglés.

EL CONJUNTO MONACAL

El conjunto se asienta en el lugar mediante un volumen de planta rectangular remarcado en cada una de sus esquinas por cuatro torreones, generalmente cuadrados, a excepción de uno de ellos, el de mayor antigüedad, de planta rectangular.

El lugar y la topografía influyen radicalmente en la arquitectura del conjunto, obligando a construir el monasterio de una manera particular dado el gran desnivel que se presenta. Cada una de las fachadas, se orienta perfectamente con los cuatro puntos cardinales. Ello se debe, a que la nueva ampliación del conjunto se construyó manteniendo las trazas de la

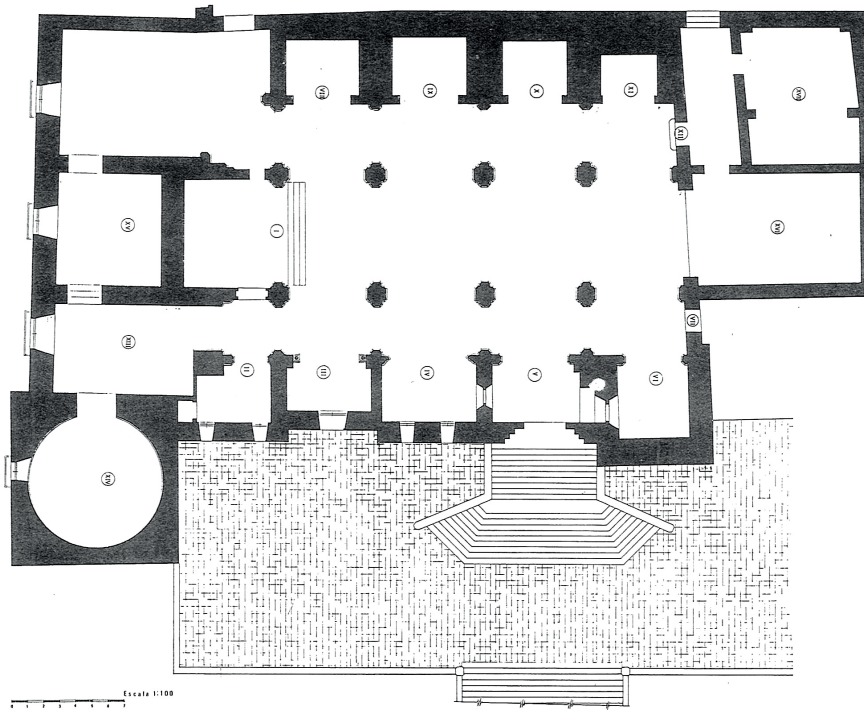


Fig. 20. Planta de la iglesia de Santa María de El Puig (Dominguez)



Fig. 21. Nave central (Imagen propia)



Fig. 22. Patio central del Monasterio de Santa María (Imagen propia)

iglesia primitiva es decir, haciendo coincidir el eje este-oeste con la nave central de la iglesia (Dominguez, 1992, p.182)

El conjunto arquitectónico está organizado mediante un gran claustro, cubierto por bóveda de arista, prácticamente centrado, por ello y dada la complejidad del programa funcional desarrollado en el monasterio se plantean varios accesos vinculados a dichos usos, entre los que destacan:

- Fachada norte, con el acceso a la iglesia, las cuales se encuentran mirando a la población.
- El ala este, en la cual se emplaza la portería y la escalera principal de acceso al conjunto.
- Junto al torreón Sur-Este se localiza la puerta de ingreso a la grañanía (antigua alquería).

LA IGLESIA

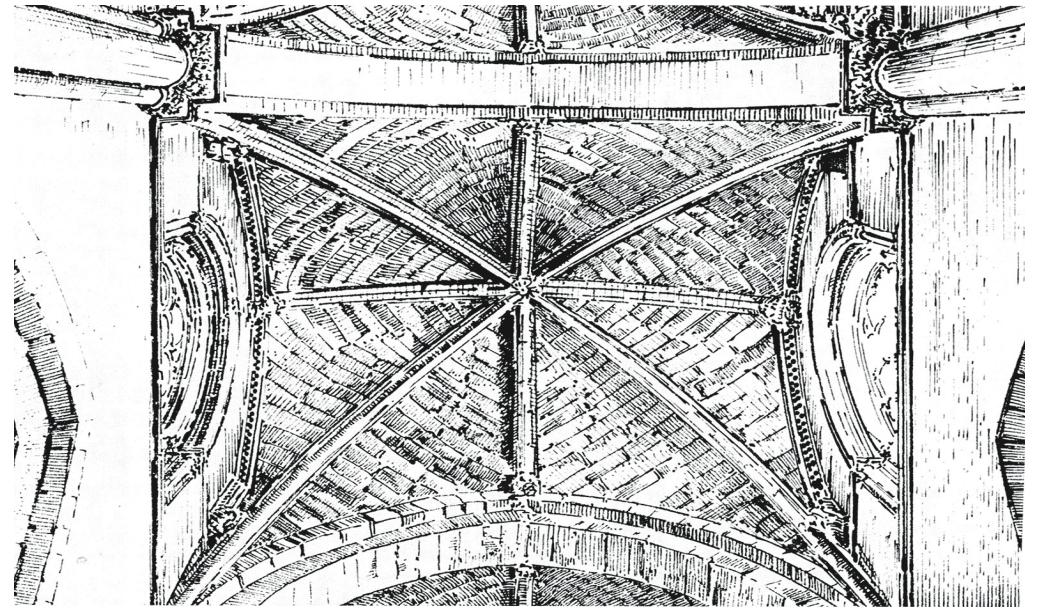
La iglesia es la parte más antigua del conjunto, de la que se conserva la portada que muestra la transición del románico al gótico, abocinada y compuesta por archivoltas ligeramente apuntadas y sencillos capiteles, además del salón gótico de planta rectangular. (Puig AMP, 1969, número 198)

En la actualidad, el acceso a la misma, se produce a través de una gran escalinata, justo delante de la portada, además de una rampa que permite el acceso lateral y rodado. Ambas a su vez, permiten salvar el desnivel entre la calle y la portada que da acceso a la iglesia.

En el siglo XIV, Roger de Lauria, abordará la iglesia tal y como la contemplamos hoy en día, cuya planta está formada por tres naves cubiertas por bóveda de crucería, de entre las cuales, la central es de mayor altura que las laterales, aprovechando tal diferencia para conseguir iluminación a través de estrechas ventanas. A las naves, fragmentadas por cinco crujías, se añaden lateralmente diez capillas abiertas, cinco a cada lado.

Las bóvedas que se presentan, son sencillas estando compuestas por seis arcos, cuatro que transmiten las cargas a los soportes de planta cruciforme y dos diagonales que conforman los nervios cruceros. (Benito Domenech, 1983, p.56).

En las capillas laterales del lado del evangelio, se puede leer un lenguaje claramente diferenciado que destaca frente a la uniformidad que se observa en las tres naves principales. Siendo también bóvedas de crucería, resulta tremendamente interesante, la bóveda del Baptisterio, puesto que los nervios adoptan una disposición radial y la cual, es objeto de estudio del presente trabajo. Esta disposición se da también en el presbiterio de la iglesia, donde en lugar de usar trompas cónicas para pasar a una planta ochavada se utilizan trompas de un solo nervio.



3. INTRODUCCIÓN A LAS BÓVEDAS DE CRUCERÍA VALENCIANAS

**CUADRO QUE EXPRESA
LA CLASIFICACIÓN DE LAS BÓVEDAS**

Compuestas	Por arista. Doble arista. Rincón de claustro. Acodilladas. Esquifadas.	} Sus variaciones dependen de la forma de la planta que cubren	
	Lunetos		} Sus variaciones dependen de la clase de superficie que los forman, así como de su respectiva posición.
	Especiales.	} Bóveda por arista anular. Bóveda por arista anularoide. Bóveda por arista anular y helizoidal. Bóvedas esféricas y elípticas con arcos torales y pechinas.	
	Ojivales.		} Sus variaciones dependen del periodo de su construcción

Fig. 24. Clasificación tipos de bóvedas compuestas (Rovira y Rabassa)

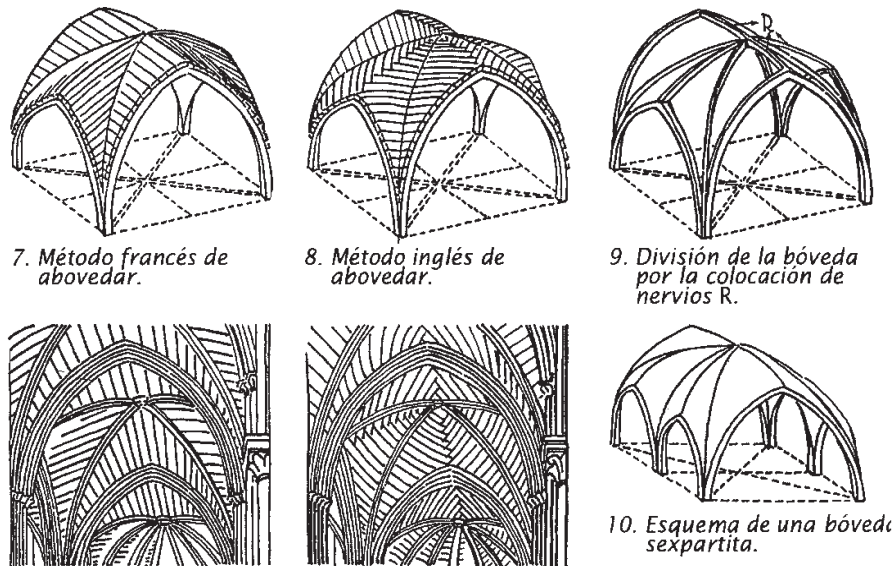


Fig. 25. Clasificación tipos de bóvedas (Thunnissen)

3.1. DEFINICIÓN Y EVOLUCIÓN AL EMPLEO DE BÓVEDAS DE CRUCERÍA

Según recoge Capilla Tamborero, E, en su tesis doctoral (2016, p.109), citando a Antonio Rovira y Rabassa, en la primera parte de su *Etereotomía de la piedra*, este define el término bóveda de la siguiente manera: "Bóveda en latín, voluta, encorvada. Llamase así la construcción de cantería que sirve para cubrir espacios y formar techos. Estas en su parte de intradós afectan la forma arqueada y cóncava excepción hecha del único caso que este intradós sea plano".

A su vez éste, hace una distinción, entre bóvedas simples y compuestas, considerándose simples, aquellas que consten de una superficie en el intradós, mientras que las compuestas estarían formadas por varias superficies, dando lugar a aristas en los lugares en que estas intersectan. Así pues, en la figura se aprecia como las bóvedas de cruz o crucería, están clasificadas como compuestas ojivales. (Figura 24)

Podemos incorporar otra definición, según el diccionario de la arquitectura española (Morales, 1987, p.91), en el cual, se entiende por bóveda de crucería "aquella cuya estructura está compuesta por unos arcos que se cruzan diagonalmente llamados nervios, con una clave central común, y cuyo espacio se cubre con paños llamados plementería".

Las bóvedas por cruceros, son bóvedas construidas mediante una serie de elementos que sustentan y dan forma a su estructura, pudiéndose destacar, por la presencia en la bóveda de crucería *radial* del baptisterio, los siguientes:

1. Nervios, según describe el *Diccionario visual de términos de arte* (De la plaza, Morales, Martínez, 2015, p.532), se entiende por nervio al "elemento constructivo curvo y decorativo que, a manera de moldura saliente y corrida se haya en el intradós de una bóveda"

2. Ménsulas, es una de las soluciones que más se ha planteado, puesto que es sencilla y permite absorber parte de los nervios o en su caso enjarjes en el interior de los muros que delimitan la bóveda. Estas piezas resaltan sobre el plano vertical y suelen tener carácter ornamental, siendo su cara superior normalmente plana para que se produzca un encuentro correcto con los nervios (Navarro, 2006, p.128).

En las naves de la iglesia de Santa María de El Puig podemos apreciar como los nervios de las naves, parten de ménsulas con forma de pirámide invertida. La misma solución se adopta en la capilla del baptisterio donde dos de los nervios parten de una ménsula a escuadra mientras que los otros cuatro (traseros, en la pared norte) parten de ménsulas que se adecuan a las caras del octógono.

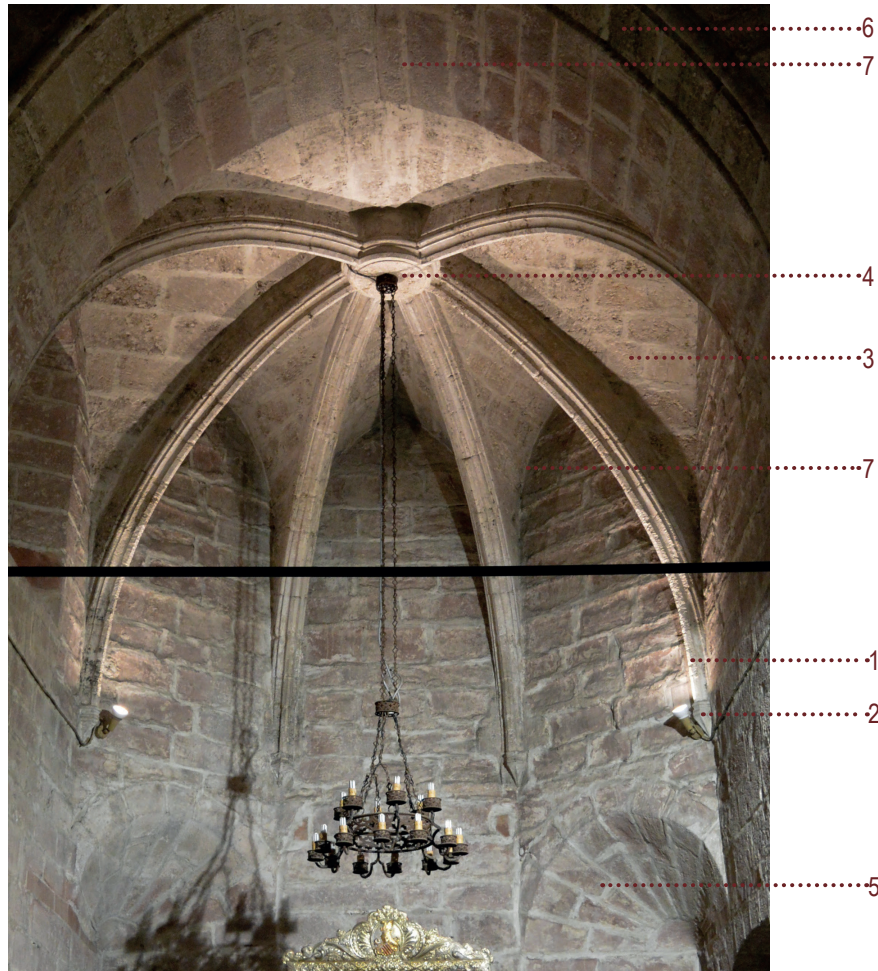
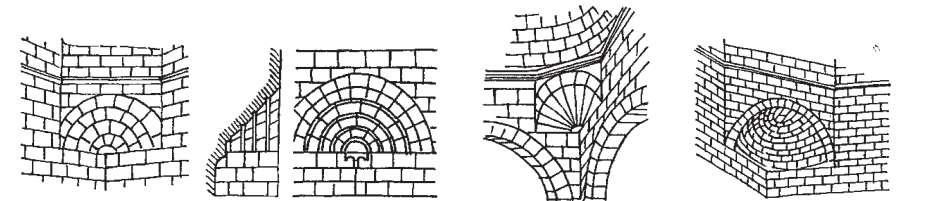


Fig. 26. Bóveda del Baptisterio de la iglesia de Santa Maria de El Puig. (Imagen Propia)

3. Plementería, según define Navarro Fajardo, J.C. en su tesis (2006, p.179), se trataría de "cada uno de los paños, aparejado por hiladas, que cierran los intersticios de las bóvedas de crucería, cargando sobre los nervios de la estructura. Al conjunto de los mismos se le llama plementería". La plementería se puede ejecutar siguiendo diversos despieces entre los cuales destacan: despiece por arista simple (donde las hiladas se trazan perpendiculares a los arcos formeros y mueren en los cruceros), despiece por doble arista (que se da sobre todo en bóvedas de crucería estrelladas) y despiece por hiladas redondas (asociada a las bóvedas de rampante redondo e integrada por hiladas concéntricas) (Navarro, 2006, pp.159-168).

4. Clave, según recoge el *Diccionario visual de arquitectura* (Francis D.K. Ching, 2015, p.29) se entiende como "piedra más alta de una bóveda o que surge en la intersección de dos o más nervios".

5. Trompas, se trata de aquellos elementos geométricos que, mediante su aplicación, permiten generar la transición de una planta cuadrada a una poligonal. Según recoge el *diccionario de la arquitectura española* (Morales, 1987, p.92), se entiende por trompa aquella "Bóveda voladiza fuera del paramento de un muro, de forma cóncava, cónica, oblicua, reglada o de perfil recto".



7. Trompas románicas formadas por arcos concéntricos independientes.

8. Trompa cónica con juntas continuas.

9. Trompa cupuliforme.

Fig. 27. Tipología de trompas (Thunnissen)

6. Arcos fajones, son aquellos que se desarrollan en el sentido transversal de la nave. El *diccionario de arquitectura española* (1987, p.54) lo define como "El que es perpieño en la arquitectura románica. Cada uno de los arcos primeros de una bóveda de intersección, paralelos al eje mayor de la misma".

7. Arco formero, entendido según el *Diccionario de arquitectura española* (1987, p.54) como "Aquel que corre paralelo al eje longitudinal de una nave, generalmente poniendo en comunicación a esta con la nave lateral".

Evolución en el empleo de las bóvedas de crucería

Las bóvedas de crucería que han llegado a nuestros días son fruto de un largo periodo evolutivo, el cual, partirá desde lo más primitivo, que se daba en Oriente medio o Egipto hasta el periodo gótico, periodo en el que se contemplaran con todo su esplendor y riqueza.

El **Oriente Próximo** se caracterizó, puesto que no disponían de materiales suficientes, por un tipo de construcción llevada a cabo mediante adobe, ladrillos y madera, de la cual disponían en la zona. Este hecho dio lugar a la construcción de edificios levantados con espesores de muro importantes y como consecuencia, con escasez de huecos (Capilla, 2016, p.43). Por lo que respecta a las bóvedas, según recoge Capilla Tamborero (2016, p.44) citando a Choisy, la bóveda "adovelada" se da a conocer ya en la época de los fenicios, somos conocedores de ello puesto que los restos del puente de Jerusalén que enlazaba la colina del templo con la del palacio, así lo muestran.

Las bóvedas radiales fueron pioneras en **Mesopotamia** donde mediante un minucioso proceso de construcción (figura 28) se generaban. Este proceso, poco a poco se fue convirtiendo en uso generalizado. (Capilla, 2016, p.45)

La construcción de las bóvedas en el antiguo **Egipto**, se centró, sobretudo, en criterios de economía, fundados en la escasez de recursos como, sustratos en buenas condiciones en los que poder edificar los edificios o la no disponibilidad de mano de obra. De este modo, la tipología abovedada que se planteó, se basó en reducir al mínimo el número de cimbras,

por escasez de la madera. Todo ello, llevó a un desarrollo notable. (Thunnissen, 2012, p.71)

En cuanto a la construcción abovedada del **Imperio Romano**, estos se encargaron de aplicar el proceso de construcción de las bóvedas a gran escala puesto que, disponían de medios auxiliares que se lo permitieron, además de contar con abundantes materiales y mano de obra. En este periodo, se hará uso sobretudo, de la bóveda de arista, la bóveda de cañón y la cúpula (figuras 29 y 30). Todas ellas, serán construidas mediante arcos de ladrillos de escaso espesor embebidos en el conocido hormigón romano (piedras y mortero). Uno de los grandes inconvenientes de esta arquitectura, era la gran pesadez de las obras puesto que se utilizaban grandes cantidades de material. (Thunnissen, 2012, p.72)

Haremos también una breve descripción de **Grecia**, cuya manera de pensar, fue propulsora de la arquitectura occidental que se desarrolló posteriormente a ella. Aunque con menos recursos que los romanos, consiguieron mejorar las técnicas y generar un sistema de construcción acorde a ellos mediante la incorporación de sus métodos (Thunnissen, 2012, p.72). En definitiva, este tipo de arquitectura, planteará una construcción generalmente adintelada escapando en cierto modo del uso de las bóvedas. Sin embargo, se contemplaran ejemplos de falsas bóvedas en la arquitectura prehelénica (Capilla, 2016, p.57).

La **arquitectura bizantina**, consiguió elaborar una nueva tipología de bóveda en la que se hacían presente las ventajas de las bóvedas de arista y las cúpulas. Esto es, se podían construir los edificios sin cimbras porque estaban dotadas de resistencia suficiente debido a la traba del ladrillo. Esto permitía a su vez, poder abrir vanos que iluminaran el interior.

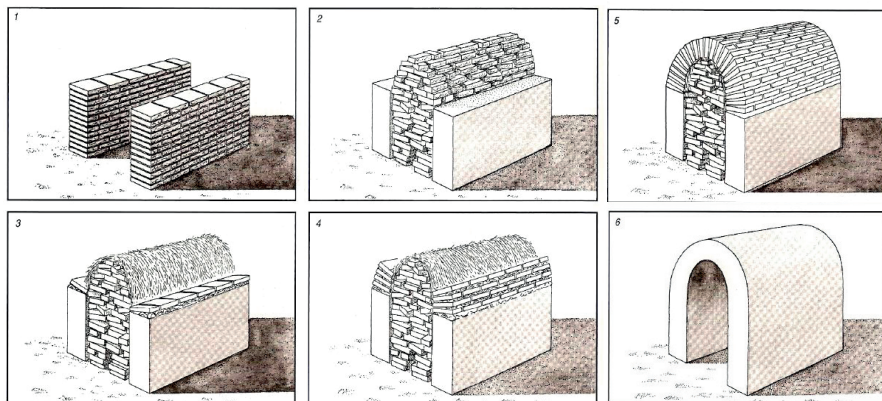


Fig.28. Proceso de construcción de bóvedas en el Oriente Próximo (Alan D. Iselin citado en Capilla, 2016, p.49)

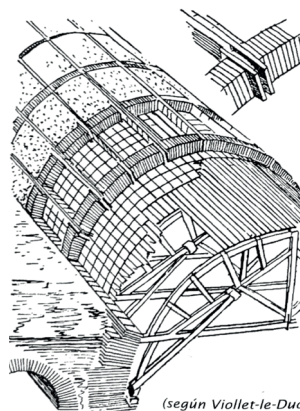


Fig.29. Construcción bóveda romana (Thunnissen)

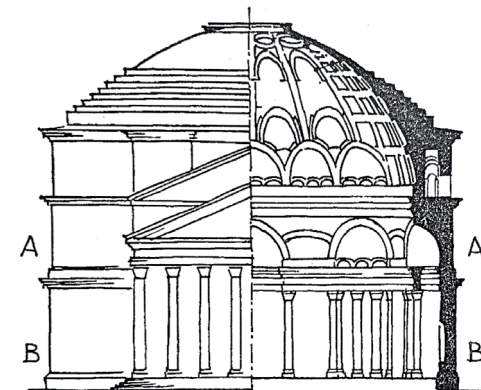


Fig.30. Alzado / Sección Panteón. Roma, Italia (Thunnissen)

Es en esta arquitectura en la que aparecerá el uso de las pechinas que permitían el paso de una planta generalmente cuadrada a una cúpula, aunque también se llevaron a cabo bóvedas vaídas. Un claro ejemplo de ello, es la iglesia de Santa Sofía de Constantinopla en Estambul (Figuras 31 y32) (Thunnissen, 2012, p.101).

La arquitectura vinculada a la cultura **Persa, Turca y Árabe** tendrán como punto de partida de su arquitectura las bóvedas bizantinas, las cuales combinarán junto con sus tradicionales técnicas, para dar lugar a los diferentes tipos de bóvedas. Los persas serán los que se planteen la construcción de éstas, incorporando la forma peraltada. Esta forma, proporcionaba una mayor estabilidad, y ejemplo de ello será la "bóveda sasánida", que permitía salvar una mayor luz gracias a la nueva forma que se planteaba. Y, por otro lado, los turcos y árabes se centraron sobretodo en el carácter decorativo de las bóvedas (Thunnissen, 2012, p.75).

En el periodo **Románico**, en el que se hacía presente el uso de la bóveda de cañón y bóveda de arista prácticamente sin modificación alguna con respecto a las romanas, se incorporarán a ellas los arcos torales para resistir los cimborrios y los arcos fajones para reforzar la bóveda propiamente dicha. La mayoría de las bóvedas planteadas se darán sobretodo en el ámbito religioso, destacando en iglesias y claustros. (Capilla, 2016, p.84).

Algunas de las formas que se utilizaron en el románico se aprecian en la figura 35. En cuanto a la bóveda de cañón, según recoge Viollet Le Duc, citado en Capilla Tamborero (2016, p.85), "la bóveda romana, salvo raras excepciones, está hecha de un hormigo de cascotes y mortero; los constructores románicos, en lugar de fabricar la bóveda con un hormigón así, la construían con toscos mampuestos embutidos en el mortero, colocados como dovelas".

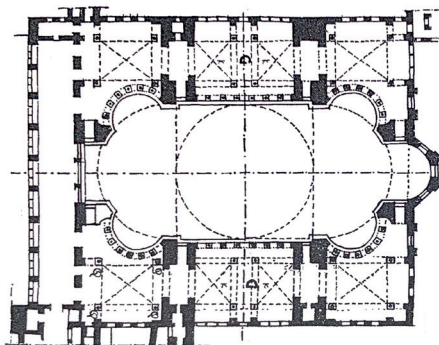


Fig.31. Planta Santa Sofía de Constantinopla (Thunnissen)

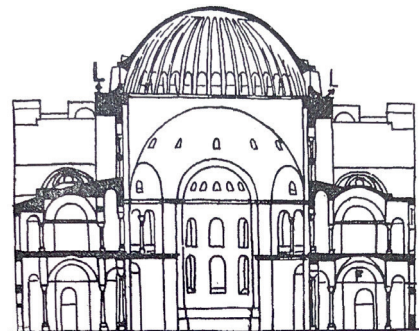


Fig.32. Sección de la iglesia de Santa Sofía de Constantinopla (Thunnissen)

Según recoge Capilla Tamborero (2016, p.94) citando a Torres Balbás, el arte **Gótico** fue aquel que "levantó algunos de los edificios de mayor originalidad, belleza y audacia de nuestro pasado monumental. Uno de los elementos más característicos fue la bóveda de ojivas que apareció en Inglaterra a finales del siglo XI, cubriendo iglesias románicas, pero el estilo no se formó hasta unos cincuenta años más tarde. Su desarrollo fue espléndido en el siglo XIII".

En este periodo aparecerá por primera vez la bóveda de crucería simple tal y como la conocemos hoy en día, a partir de la cual, los artistas góticos desarrollaron nuevas tipologías abovedadas como las bóvedas estrelladas y reticuladas.

En el gótico, además de centrarse en la parte meramente constructiva, tomará cierto valor el carácter decorativo de los elementos que se proyectan. El periodo Gótico se mostrará sobretodo en Francia y en Inglaterra. En el **gótico francés**, se recurrirá al uso de un sistema pesado de arbotantes y estribos necesarios para cumplir las exigencias consiguiendo con ello la construcción deseada. Un claro ejemplo de esta arquitectura es la que se da en la catedral de Notre Dame de Paris, donde la nave central está cubierta por bóveda de crucería (figura 33) (Thunnissen, 2012, p.79).

El **gótico inglés**, focalizará su atención en todos aquellos recursos que permitan generar sensación de mayor altura. En él, los nervios tienen un significado más decorativo que constructivo y arrancan como ramos sobre columnas o muros. Las típicas bóvedas inglesas serán las llamadas "bóvedas en abanico", nombradas de esta manera puesto que sus arranques surgen en forma de embudo. Un claro ejemplo de ello es la bóveda que remata la escalinata de acceso al Christ Church de Oxford (Inglaterra). (Figura 34) (Thunnissen, 2012, p.80).



Fig.33. Bóvedas de la nave central de la catedral de Notre Dame de París, Francia (Imagen propia)



Fig.34. Bóveda de abanico del Acceso Christ Church. Oxford (Imagen Propia)

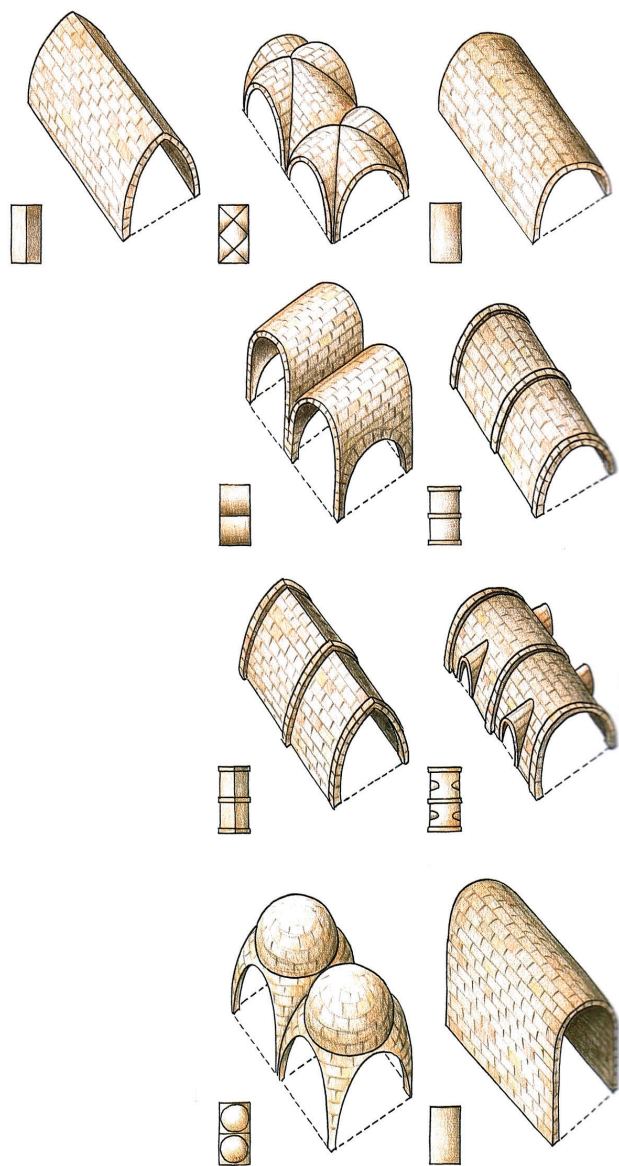


Fig.35. Formas de bóvedas empleadas en el Románico (Laule, U, citado en Capilla, 2016, p.84)

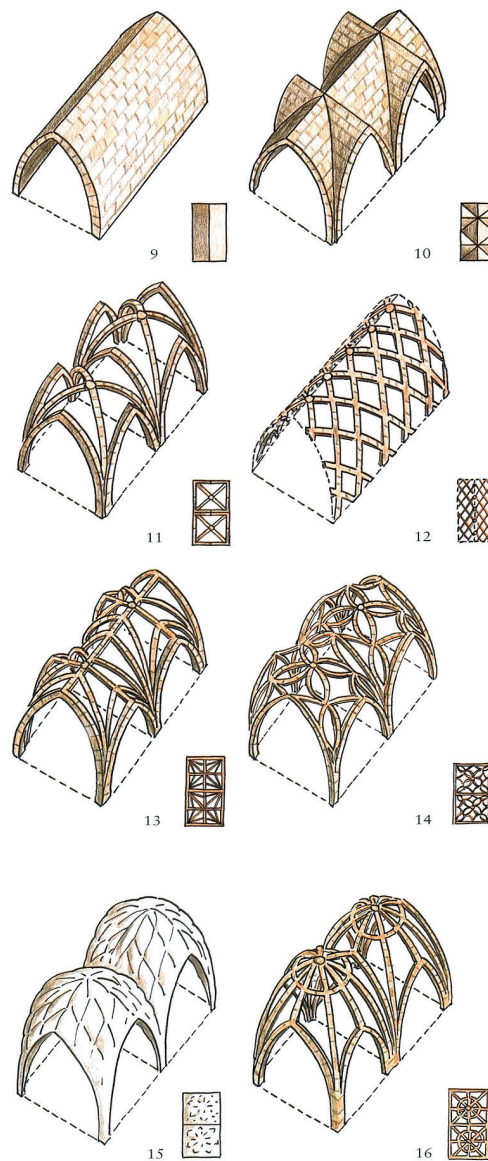


Fig.36. Formas de bóvedas empleadas en el Gótico (Laule, U, citado en Capilla, 2016, p.100)

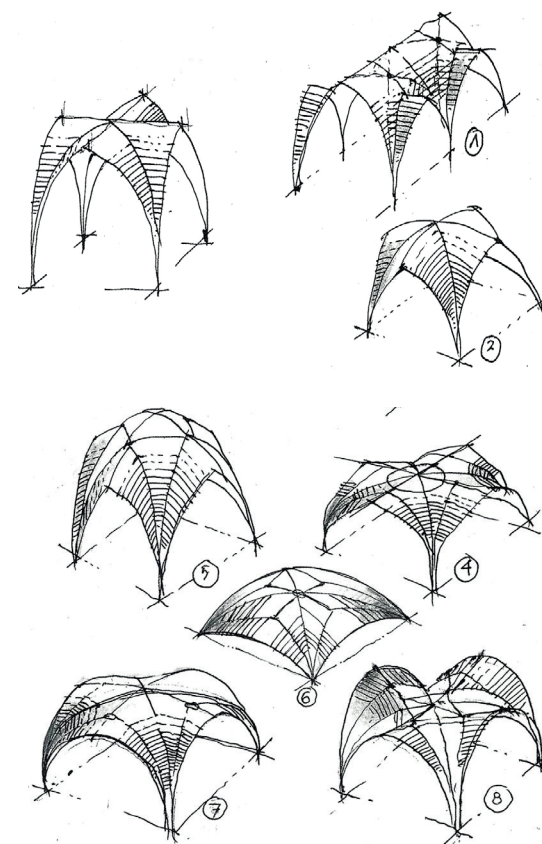
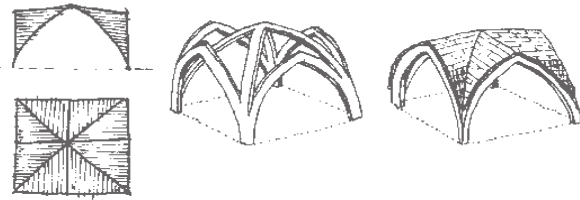
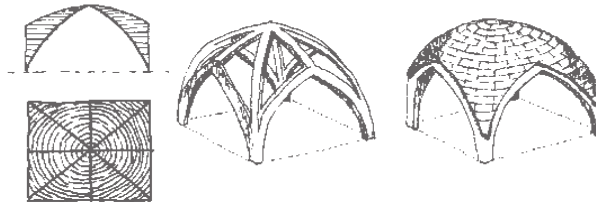


Fig.37. Tipología de bóvedas más notables, en función de la forma, que se desarrollaron en el gótico español (Palacios, citado en Capilla, 2016, p.100)

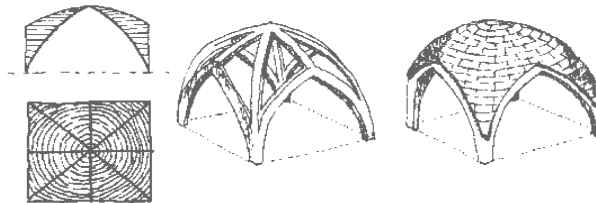
Escuela Francesa



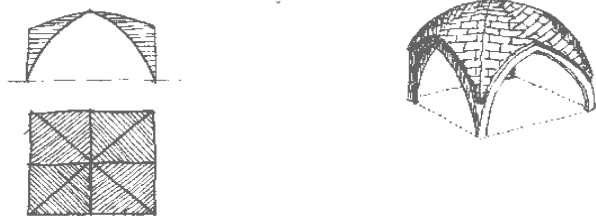
Escuela Aquitana



Escuela Normanda



Escuela Arquitanonormanda



Escuela Angevina



Figura 38. Aproximaciones de los tipos de bóvedas según Viollet Le Duc (Navarro Fajardo)

3.2. CLASIFICACIÓN DE LAS BÓVEDAS DE CRUCERÍA

Dada la gran cantidad de bibliografía dedicada al respecto, sería inviable hablar de todo el abanico de posibilidades que se pueden dar mediante construcciones abovedadas puesto que se trata de un Trabajo Final de Grado y su extensión excede de los objetivos del mismo. Por ello se hará una clasificación de los tipos de bóvedas de crucería más comunes en el territorio valenciano.

Lampérez Romea, V, (1930, pp.469-472) recuperando las aproximaciones que Viollet Le Duc ya planteaba sobre los diferentes tipos de bóvedas de crucería simple, propondrá una clasificación distinguiendo entre: "bóvedas de la escuela francesa (con rampante recto y plementos en arista), de la escuela aquitana (con rampante curvo y plementos en anillos concéntricos), de la escuela normanda (con rampante redondo y plementería en disposición romboidal) y angevina (con rampante curvo y plementos en arista)". Además de todo ello, nombra otra tipología que definirá como "aquitanoespañol", considerada por Viollet Le Duc como "aquitanonormanda". Navarro Fajardo, J.C. en su tesis (2006, p.62) hace una reinterpretación de los dibujos que ambos esbozaban (figura 38)

Partiendo de ello, y atendiendo a su tesis anteriormente citada, dedicada al estudio de las bóvedas de la arquitectura gótica valenciana, podemos discernir, en su capítulo destinado a la descripción y clasificación de las bóvedas, una gran documentación. Por ello, no se incidirá en lo ya expuesto. Sin embargo, y para tener una visión general de los tipos de bóvedas que se dan en el territorio valenciano, atendiendo a la bibliografía y fuentes consultadas, se aportará un resumen clasificándolas según el tipo.

Así pues, en el presente trabajo se hará hincapié en los siguientes tipos de Bóvedas: Bóvedas de crucería simple en plantas cuadradas o perlongadas, bóvedas sexpartitas, bóvedas octopartitas, bóvedas estrelladas y bóvedas anervadas. Para ello, se citarán y describirán brevemente sus características dotándolas de los ejemplos más significativos y que además aparezcan lo más próximo a la ciudad de Valencia. Se dedicará otro epígrafe al caso que nos afecta y que es objeto del presente trabajo, las bóvedas de crucería de simple radial en plantas poligonales de más de cuatro lados.

Bóvedas de crucería simple en plantas cuadradas o perlongadas

Este tipo de bóvedas son las que con mayor frecuencia se han dado a lo largo de la historia puesto que se trata del tipo más regular y por ello, más sencillo para la cubrición de espacios en tramos cuadrados y perlongados, tanto en naves principales como laterales o capillas (Gómez, 1998, p.59).



Fig.39. Bóvedas del Convento de San Domenech de Xàtiva (Diari l'Informador Xàtiva)



Fig.40. Clausto del convento de San Jerónimo de Cotalba (Navarro Fajardo)



Fig.41. Clausto del convento de Santo Domingo de Valencia (Navarro Fajardo)



Fig.42. Bóvedas de crucería simple de la catedral de Valencia.

Su estructura presenta cuatro nervios dispuestos en diagonal, quedando, de esta manera, el tramo dividido en cuatro paños.

La mayoría de los claustros valencianos se remataron, hablando generalmente, con bóveda de crucería simple de tipo francés como es el caso del convento de Sant Domenech, en la ciudad de Xàtiva (Valencia), del siglo XIV (figura 39), donde además del claustro, se cubre la sala capitular. Otros claustros como el del Monasterio de San Jerónimo de Cotalba en Alfahuir (Valencia) (figura 40) o el Convento de Santo Domingo de Valencia también se hace presente esta tipología (figura 41) (Navarro, 2006, p.73).

A su vez, en la mayoría de las naves de las iglesias, la bóveda de crucería cuatupartita será la más común durante los siglos XIII, XIV y XV (Capilla, 2016, p.141). De este modo, otro claro ejemplo, por proximidad, será la Catedral de Valencia donde también se cubren con bóveda de crucería simple, las naves, algunas capillas, transepto, girola y presbiterio (figura 42). Buen ejemplo lo tenemos en nuestro caso en particular, en la iglesia de Santa María de El Puig, lugar donde se está llevando a cabo la investigación, en el que se evidencia el uso de las mismas, puesto que todas las naves y capillas del lado del evangelio se cubren con la tradicional crucería simple sobre planta rectangular (figura 43).

A partir del siglo XVI las bóvedas que se seguirán planteando no tendrán prácticamente nada parecido a las del gótico clásico, solo se conservará el esqueleto dividido en cuatro partes en planta. Por lo que realmente los nervios pasaran a tener una función meramente estética y no estructural (Navarro, 2006, p.76).

Bóvedas de crucería sexpartita

Según recoge Navarro Fajardo (2006, p.80), este tipo de bóvedas se da de manera excepcional en el panorama valenciano, siendo la única bóveda documentada como tal aquella que aparece en la iglesia parroquial de Utiel (Valencia) construida en la segunda mitad del siglo XVI (figura 44). Esta bóveda aparece en el segundo y tercer tramo de la nave. Éste a su vez, citando a Vicente Lampérez, cuenta que este sistema era usado en el Dominio Real francés hasta 1200 y que posiblemente fuera traído a España por medio de maestros ingleses y por cistercienses del nordeste francés.

Bóvedas de crucería octopartitas

Un claro ejemplo del uso de este tipo de bóveda se da en la iglesia de San Mateo en Castellón (figura 45). En ella la nave de la iglesia arciprestal está cubierta por bóveda de crucería octopartita con clave polar según recoge Capilla Tamborero (2016, p.147). En el siglo XVI,

destaca una bóveda de crucería octopartita en una capilla situada en el lado de la epístola en la iglesia de Utiel, de planta perlongada y con arcos combados.

Bóveda de crucería estrellada

Según el *Diccionario visual de arquitectura* (Francis D.K. Ching, 2015, p.29), se entiende por bóveda estrellada "La que tiene sus nervios principales, secundarios o terciarios dispuestos en forma de estrella" (figura 46).

Esta tipología de bóvedas surge, según recoge Navarro Fajardo (2006, p.81) citando a Viollet Le Duc, con la aparición de la primera bóveda de crucería estrellada con cinco claves en el crucero de la catedral de Amiens (Francia), como medida de refuerzo para el tramo que resultaba de la intersección de dos naves. La primera bóveda de esta tipología que se dio en España debió ser la del crucero de la catedral de Toledo, aunque la primera documentada de estas características se da en el monasterio de Guadalupe, Cáceres.

De todas formas, nosotros nos estamos centrando en las bóvedas que aparecen en el territorio valenciano, de esta manera y según recoge Capilla Tamborero, E. en su tesis doctoral (2016, p.148) citando a Navarro Fajardo, la primera bóveda estrellada que se daría en el territorio valenciano sería precisamente la que aparece en la misma iglesia, en una capilla próxima a la que es objeto de este trabajo, en la Capilla de la Inmaculada. Se trata de una bóveda de terceletes con cinco claves que está construida en una de las capillas laterales en el lado del Evangelio de la iglesia de Santa María de El Puig (Figura 47) y que fue man-



Fig.43. Bóvedas de la Iglesia de Santa María de El Puig (Imagen propia)

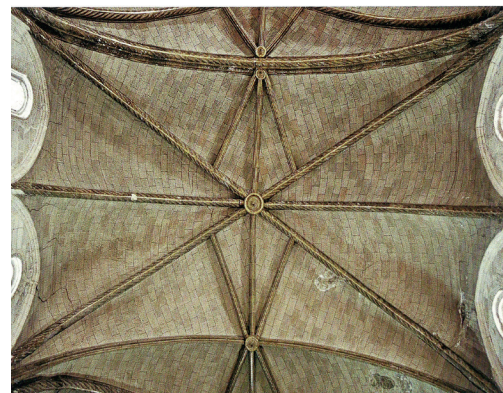


Fig.44. Bóveda sexpartita de la iglesia parroquial de Utiel (Navarro Fajardo)

dada construir por Roger de Lauria, ya citado anteriormente en la historia cronológica del conjunto arquitectónico (Monasterio de Santa María de El Puig, Valencia)

Otro ejemplo en el que vemos este tipo de bóveda se da en la capilla de la Lonja de Valencia de finales del siglo XV, con terceletes y nueve claves (Figura 48) estudiada en profundidad en la tesis doctoral de Capilla Tamborero (2016)

Bóvedas de crucería anervadas

El siglo XV dará lugar, en Valencia, al desarrollo de una tipología de bóvedas ejecutadas con piedra de cantería, las cuales, continuarán mostrando las formas típicas de sus predecesoras como, el uso de los arcos y demás elementos, apuntados, ojivos, terceletes etc... Sin embargo, en este tipo de bóvedas no se distinguirá entre nervios y plementería puesto que se sustituyen los nervios por aristas y además, se ejecutan mediante piezas de piedra completas, adelantándose así, a lo que se empezará a plantear en la arquitectura del renacimiento. (Natividad, Calvo, Muñoz, p.191)

Este tipo de bóvedas plantearán problemas de tipo constructivo y geométrico puesto que las superficies curvas son de gran complejidad. Al no aparecer los nervios que dividen las superficies, los encuentros de éstas deberán ser realizados con una mayor precisión, puesto que quedarán vistos.

Cuando hablamos de este tipo de bóvedas, tenemos que hacer referencia a Les Torres de

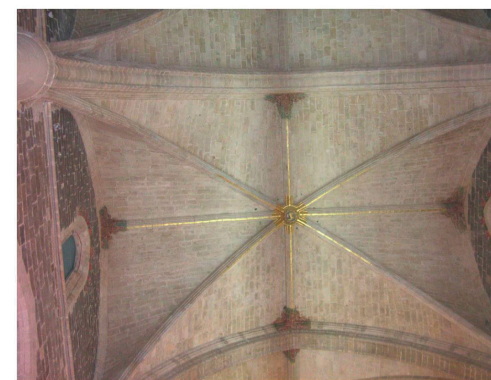


Fig.45. Bóveda octopartita de la iglesia de San Mateo en Castellón (Capilla)

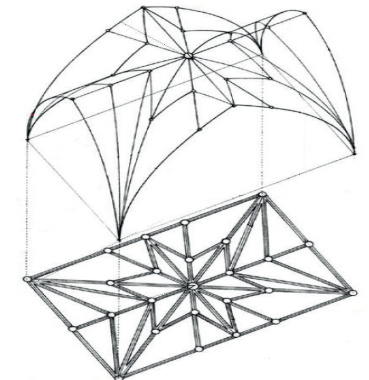


Fig.46. Dibujo bóveda estrellada (Francis D.K.Ching)

Quart, uno de los portones que configuraba la muralla medieval de Valencia, construida en el año 1460 (Capilla, 2016, p.153) En ellas, se ve como la tribuna central de la primera planta se cubre con bóveda de crucería anervada. Ésta, está formada por dos tramos y dentro de cada tramo, está dividida en ocho aristas más (Figura 49). También en las bóvedas de la Capilla Real del convento de Santo Domingo (1449-1455) se da dicha tipología abovedada.

3.3. BÓVEDAS DE CRUCERÍA SIMPLE RADIAL

Con la evolución de la planta cuadrada a la geometría circular, se desarrollarán figuras poligonales, siendo las más frecuentes aquellas que partirán del octógono. Según Navarro Fajardo (2006, p.76) citando a Gelabert, recoge que "la planta más corriente será la capilla cuadrada con tres paños de ochavo, pudiéndose generar también bóvedas en plantas pentagonales, hexagonales, heptagonales e incluso dodecagonales". Las geometrías que este tipo de bóvedas generan, que se aproximan al círculo, trabajan con una clave polar a la que van a morir todos los nervios, los cuales arrancan mayoritariamente en los vértices del polígono y sobre ménsulas.

El uso común de este tipo de bóvedas se da sobre todo en lugares donde se pretende resaltar algún elemento o figura, como es el caso de los presbiterios, girolas y capillas. Además, Gelabert define los semipolígonos que sirven como traza para desarrollar este tipo de bóvedas del modo siguiente: "sexnado" (medio hexágono), "ochavado" (medio octógono), "decenado" (medio decágono) y "docenado" (medio dodecágono) (Navarro, 2006, p.76).



Fig.47. Bóveda estrellada de la capilla de la inmaculada (Imagen propia)



Fig.48. Bóveda estrellada de la capilla de la lonja de Valencia (Navarro Fajardo)

A partir del siglo XIII el ochavamiento se producirá en el plano de arranque de la bóveda. De esta manera, la planta cuadrada cambia de geometría en altura (Navarro Fajardo, 2006, p.77) Para llevar a cabo esta transición, se recurre al uso de las trompas.

Se dan varios ejemplos, en los que se aprecia el uso de estos elementos, como es el caso de la sacristía de la catedral de Valencia donde la transición se produce mediante trompas cónicas.

Otro caso, es el que se da precisamente en el presbiterio de la iglesia del Monasterio de Santa María de El Puig, en el que la planta cuadrada pasa a la forma ochavada mediante trompas de un solo nervio y posteriormente se cierra por cruceros (Figura 50). En la misma iglesia, y como ya se ha dicho anteriormente, aparece a los pies de la misma y situada próxima al coro, la capilla del baptisterio, una pequeña capilla donde la bóveda de crucería, con cruceros radiales, surge de una planta ochavada que se apoya sobre trompas cónicas (Figura 51). No siempre las plantas cuadradas se transformaban en ochavadas, aunque según afirma Navarro Fajardo (2006, p.78), solía ser lo más habitual.

Por último, en la Llosa de Ranes (próximo a la ciudad de Xàtiva, Valencia) se alza la ermita de Santa Ana, situada en lo alto de una colina, donde se sabe, aproximadamente, que sobre el siglo XVI se cierra el presbiterio con crucería simple radial, en ella se ve perfectamente la transición de una planta cuadrada a una planta ochavada mediante trompas cónicas (Navarro Fajardo, 2006, p.80). El interior de ésta, está formado por una única nave separada por cuatro tramos mediante arcos fajones que parten de ménsulas (Figura 52 y 53).

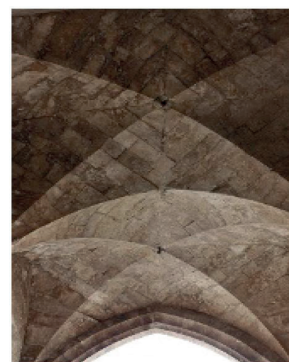


Fig.49. Intradós de la bóveda anervada de las torres de Quart en Valencia (Natividad, Calvo, Muñoz)



Fig.50. Presbiterio de la iglesia de Santa María de El Puig (Navarro Fajardo)



Fig.51. Capilla del baptisterio de la iglesia de Santa María de El Puig, objeto de estudio (Imagen propia)



Fig.52. Àbside de la ermita de Santa Anna de Xàtiva antes de la reconstrucción (Ermitas CV)

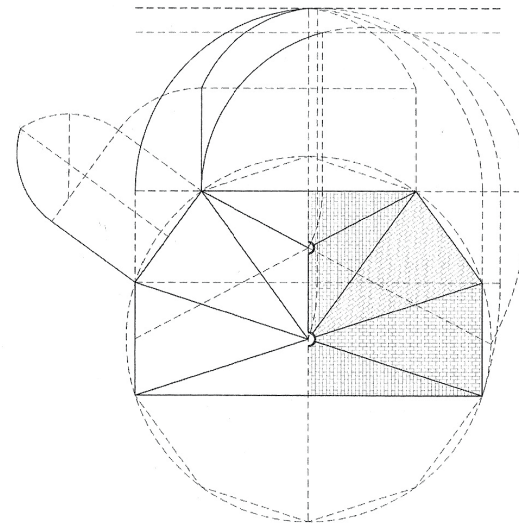


Fig.54. Àbside de la iglesia arciprestal de San Mateo (Navarro Fajardo)

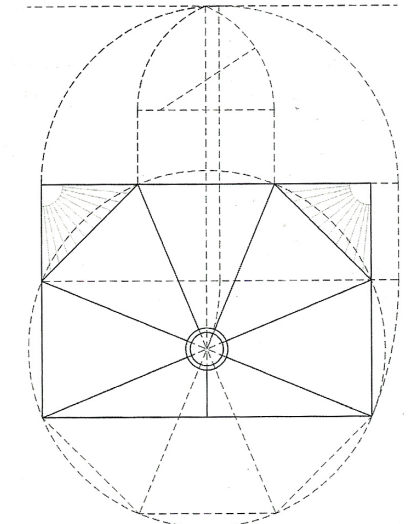
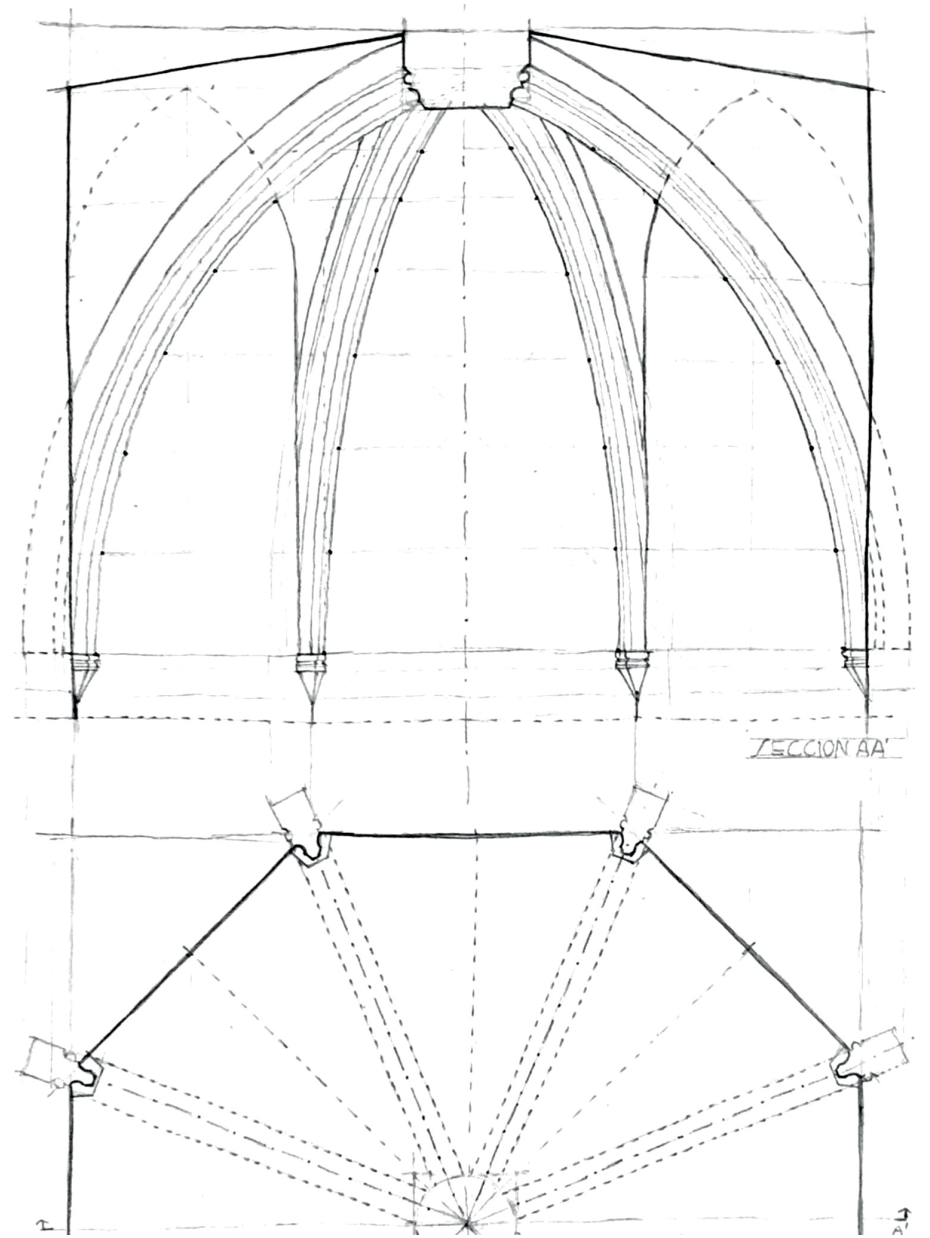
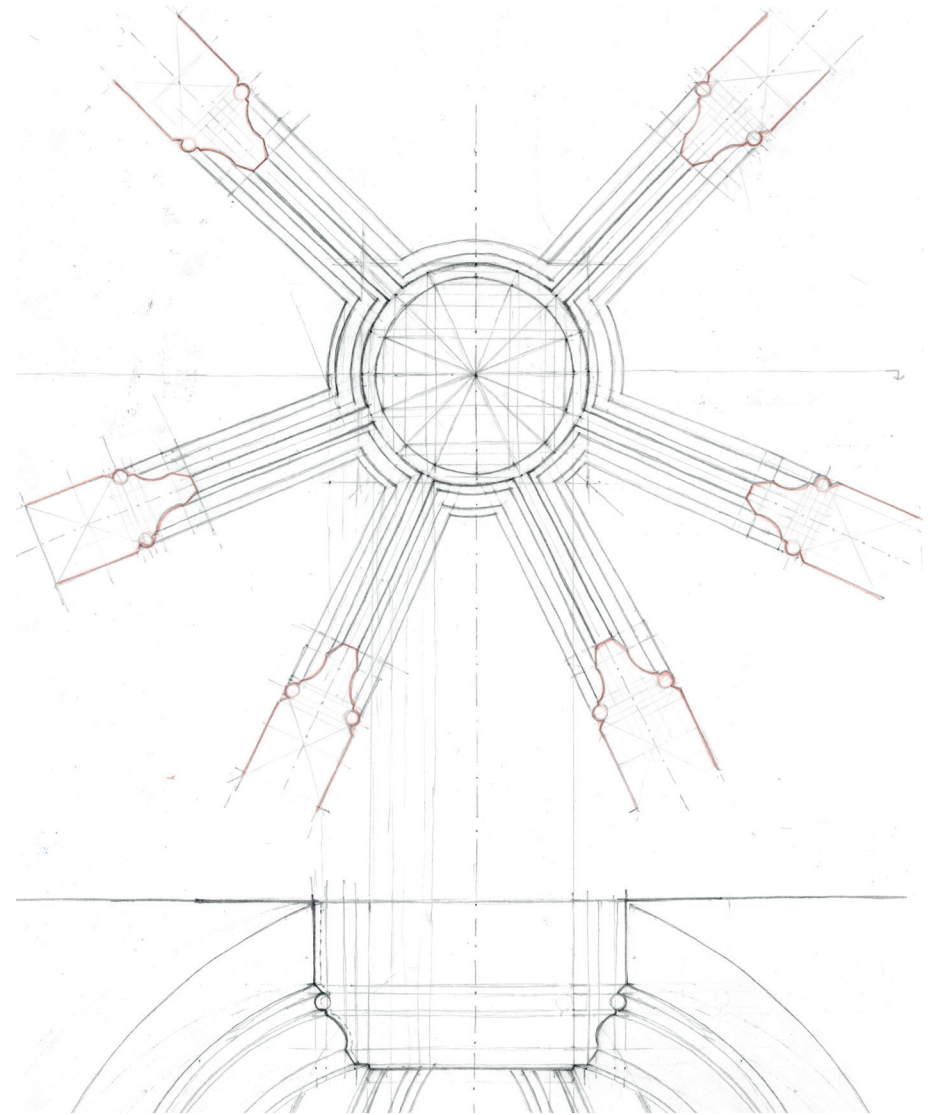


Fig.53. Planta del àbside de la ermita de Santa Anna de Xàtiva (Navarro Fajardo)



4. CAPILLA DEL BAPTISTERIO
DE LA IGLESIA DE SANTA MARÍA DE EL PUIG, VALENCIA



4.1. LEVANTAMENTO GRÁFICO

4.1.1. RECOPIACIÓN DE DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA DEL MONASTERIO



Fig.58. Vista de la fachada Norte del Monasterio de Santa María de El Puig (Puig AMP)



Fig.59. Vista de la escalinata de acceso a la iglesia del Monasterio de Santa María de El Puig. Año 1968 (Puig AMP)



Fig.60. Vista de la escalinata de acceso a la iglesia (Puig AMP)

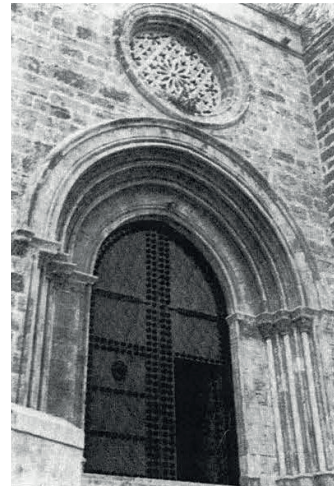


Fig.61. Portal de acceso (Benito Domenech)

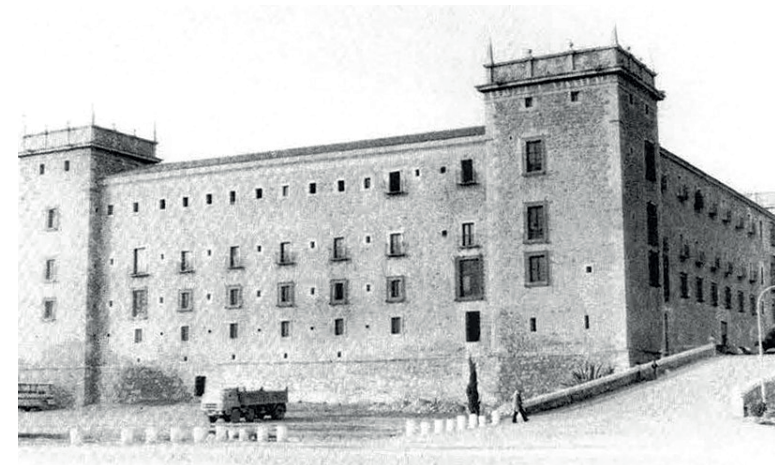


Fig.62. Vista de la fachada sur del Monasterio de Santa María (Benito Domenech)



Fig.63. Vista del torreón NO durante la restauración del coro (Puig AMP)

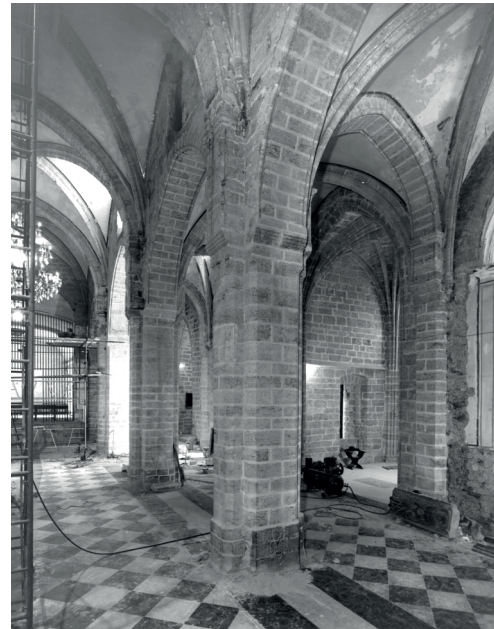


Fig.64. Vista de la nave central y lateral del evangelio de la iglesia durante 1970-72 (Puig AMP)



Fig.65. Bóvedas de crucería de la nave central de la iglesia tras la restauración. Año 1968 (Puig AMP)



Fig.66. Bóveda simple radial de la capilla del Baptisterio de la iglesia (Puig AMP)

4.1.2. RECOPIACIÓN DE DOCUMENTACIÓN GRÁFICA Y PLANIMÉTRICA

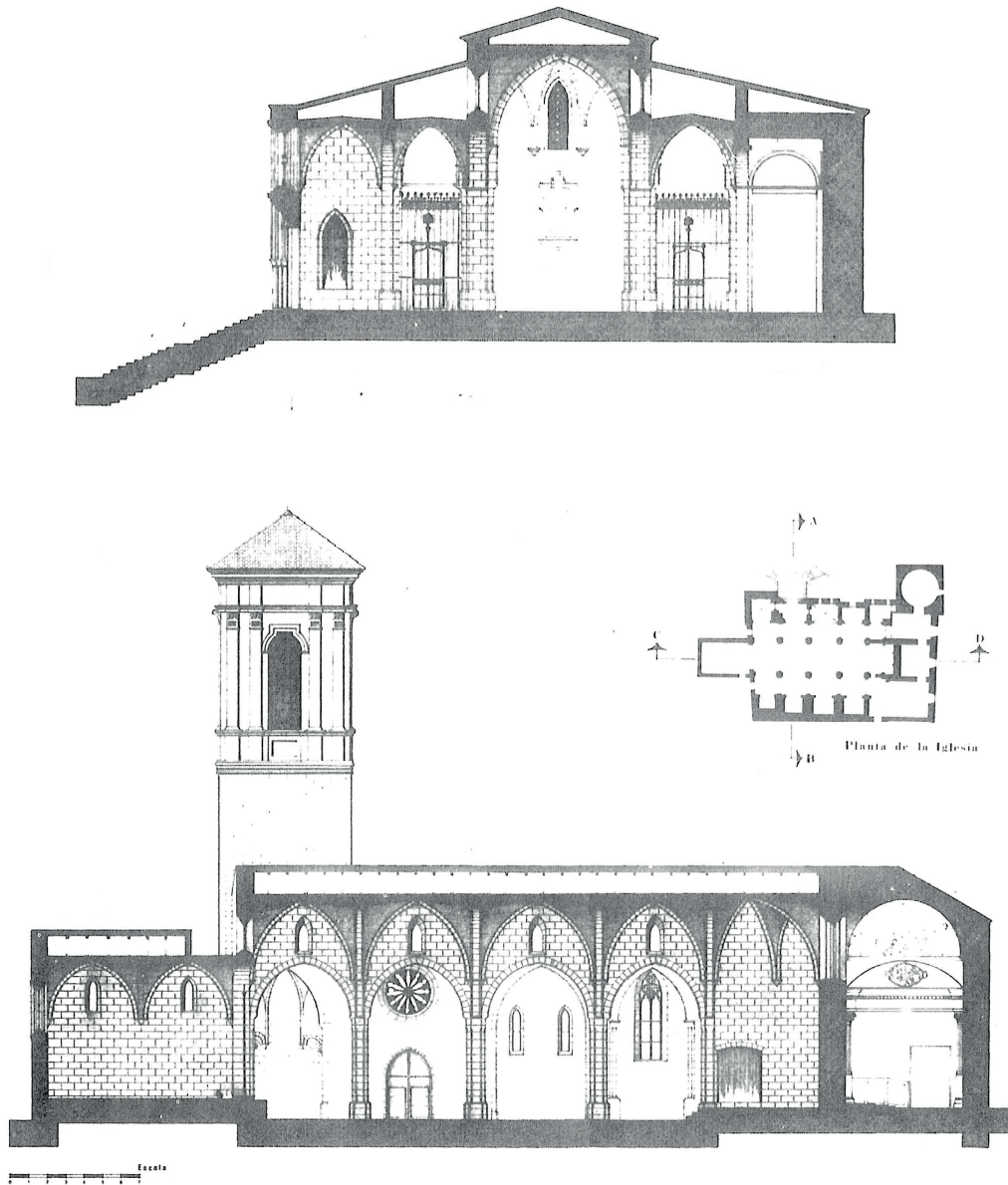


Fig.67. Secciones generales de la Iglesia de Santa María de El Puig (Dominguez Rodrigo)

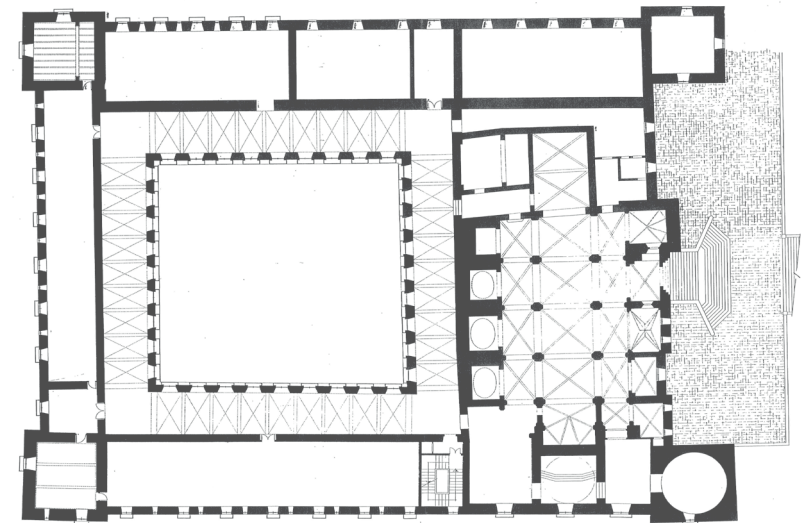


Fig. 68. Planta general del Monasterio de Santa María de El Puig (Dominguez Rodrigo)

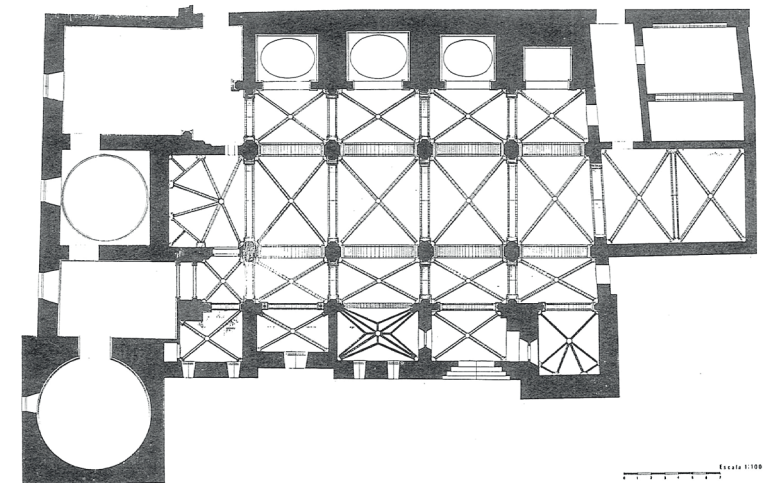


Fig. 69. Planta cenital de la iglesia de Santa María de El Puig (Dominguez Rodrigo)

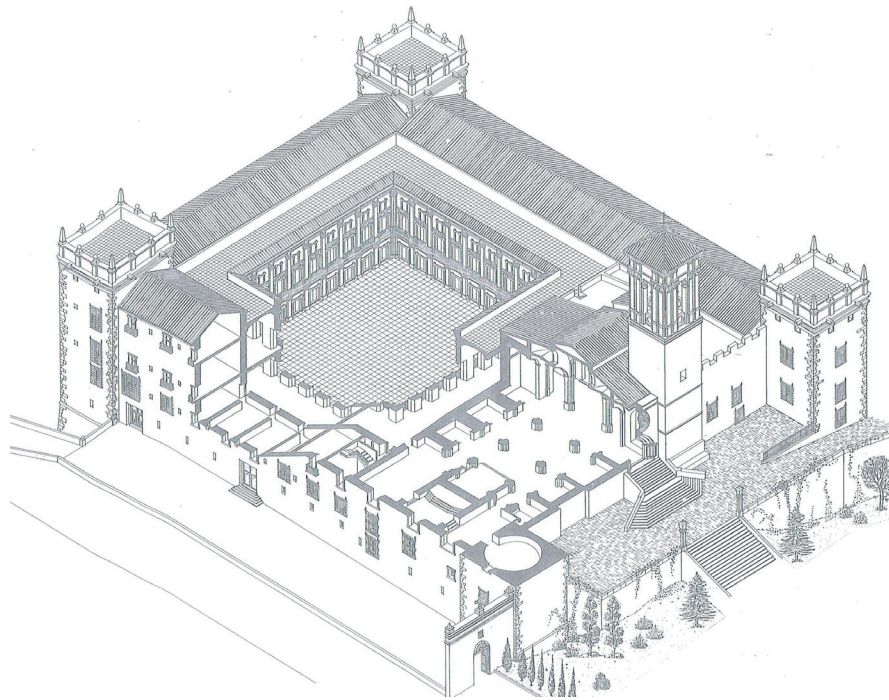


Fig. 70. Axonometría del conjunto monacal (Dominguez Rodrigo)

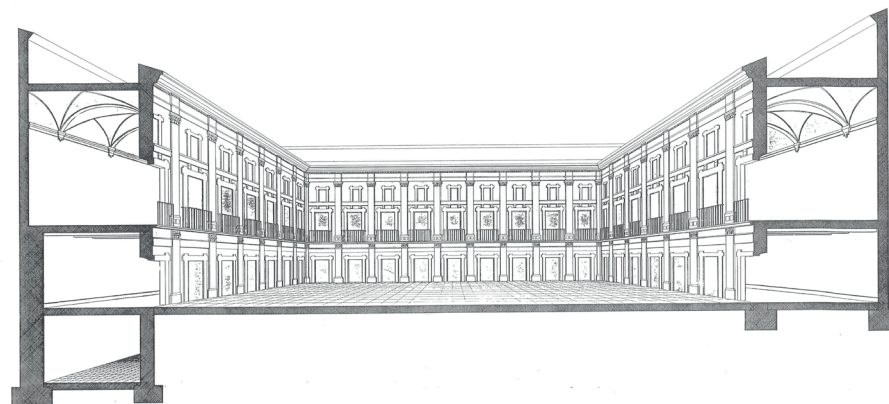


Fig. 72. Sección fugada del patio central del Monasterio de Santa María de El Puig (Dominguez Rodrigo)

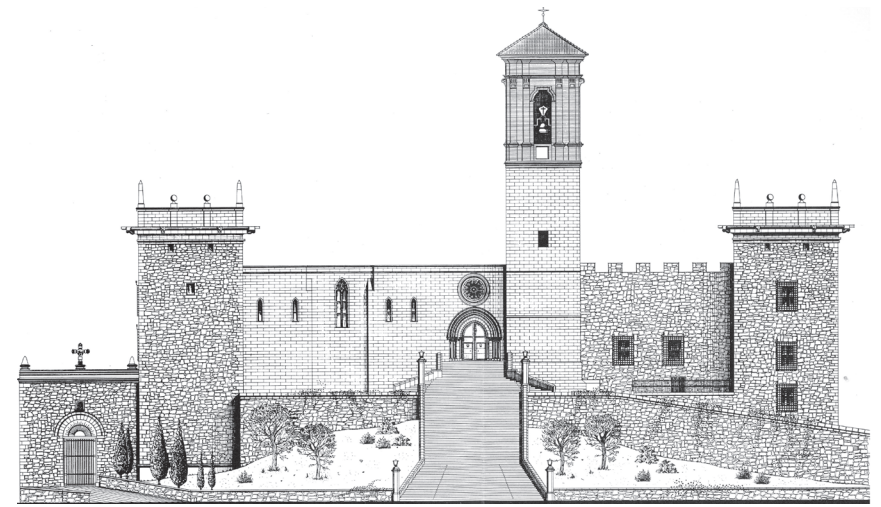


Fig. 71. Alzado general de la fachada norte del monasterio de Santa María de El Puig (Dominguez Rodrigo)

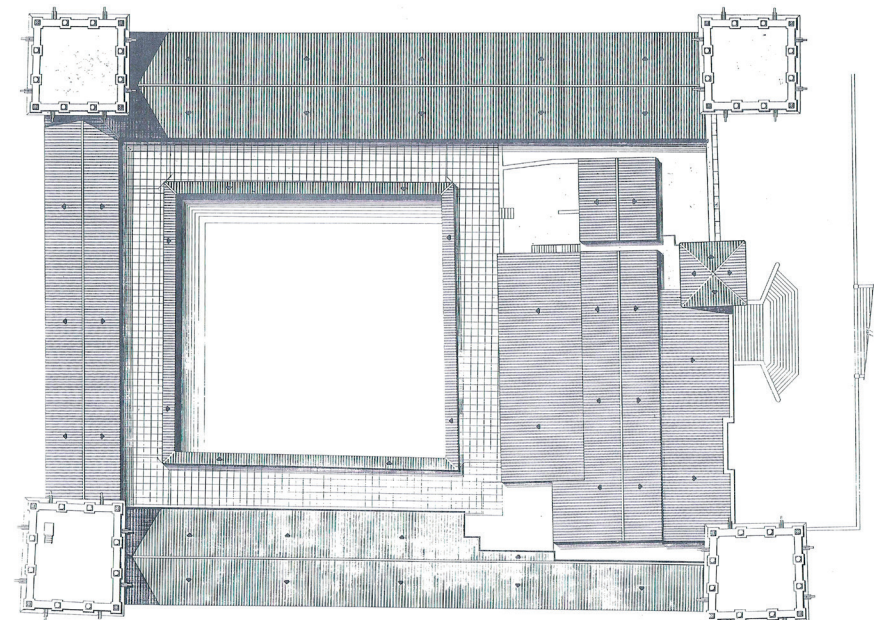


Fig. 73. Planta de cubiertas del Monasterio de Santa María de El Puig (Dominguez Rodrigo)

4.1.3. ELABORACIÓN DE REPORTAJE FOTOGRÁFICO DEL ESTADO ACTUAL



Fig.74. Vista del Monasterio de Santa María de El Puig, fachada Sur (Imagen propia)



Fig.75. Vista del Monasterio de Santa María de El Puig, fachada Norte (Imagen propia)



Fig.76. Vista de la escalinata de acceso a iglesia de Santa María (Imagen propia)



Fig.77. Vista del torreón NO desde la cubierta (Imagen propia)



Fig.78. Vista del patio central del Monasterio de Santa María (Imagen propia)



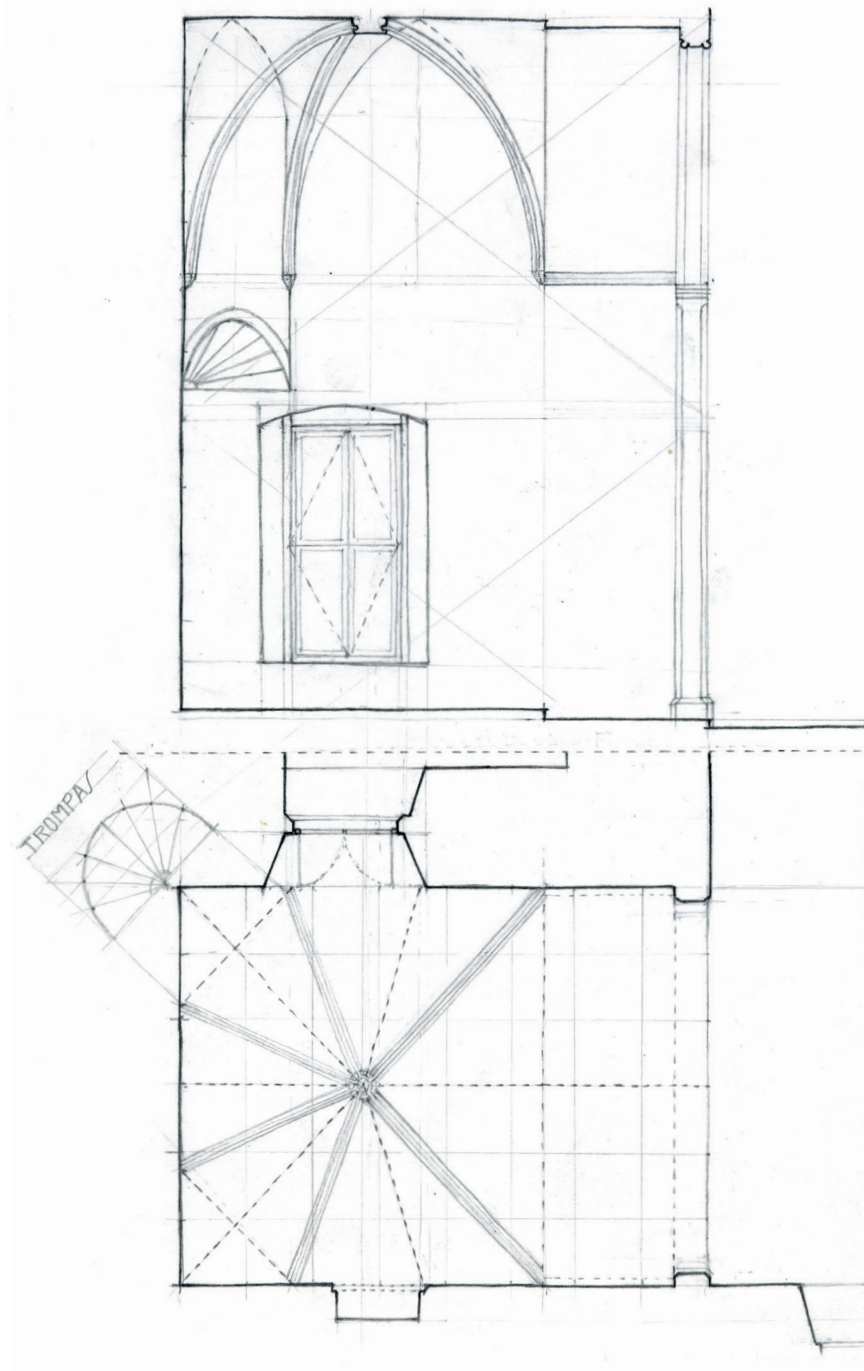
Fig.79. Vista de la nave central de la iglesia desde el coro (Imagen propia)



Fig.80. Nave lateral del evangelio de la Iglesia (Imagen propia)



Fig.81. Vista de la nave lateral de la iglesia (Imagen propia)



4.1.3. TOMA DE DATOS IN SITU

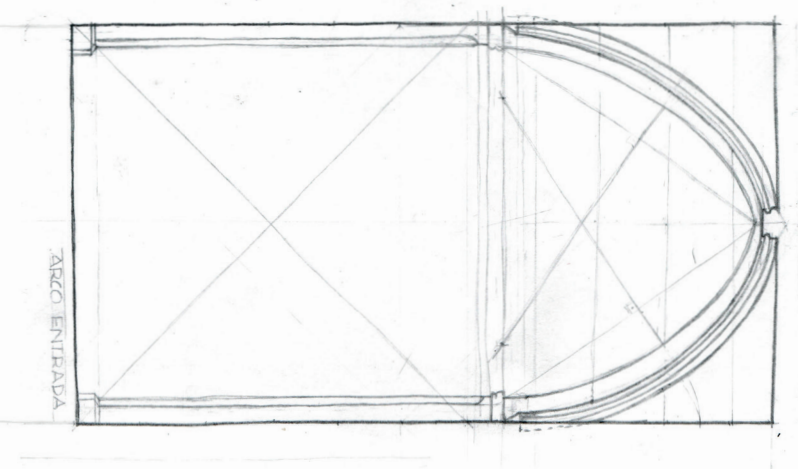
En esta fase es cuando se ha producido la primera toma de contacto con el objeto de estudio. Es el periodo de trabajo en el que más tiempo se ha invertido, puesto que a partir de la información tomada in situ, se ha de elaborar el levantamiento riguroso de la bóveda en general y de cada uno de los elementos que la componen en particular.

Para llevar a cabo toda esta toma de datos ha sido necesario realizar diversas visitas de campo a la iglesia del monasterio de Santa María de El Puig, con el fin de obtener dicha información.

Esta fase no solo se ha centrado en llevar a cabo croquis a mano alzada sino utilizarlos como base para obtener el levantamiento lo más aproximado posible a la realidad mediante la ayuda de una serie de instrumentos y programas informáticos. El tiempo en el que se ha desarrollado toda esta toma de datos se ha dividido a su vez en diferentes etapas que han permitido corroborar y completar la información.

En primer lugar se llevaron a cabo **croquis a mano alzada** en los cuales se representaron planta, sección transversal y sección longitudinal de la capilla del baptisterio (fig. 82 y 83) y de la bóveda, en los que se han dibujado por una parte, la planta de arranques de los nervios (justo encima de las ménsulas) y sección por el centro de la clave (fig. 84) y por otra parte, la planta cenital acompañada de una sección longitudinal (fig. 85)

Fig.82. Croquis general (Dibujo propio)



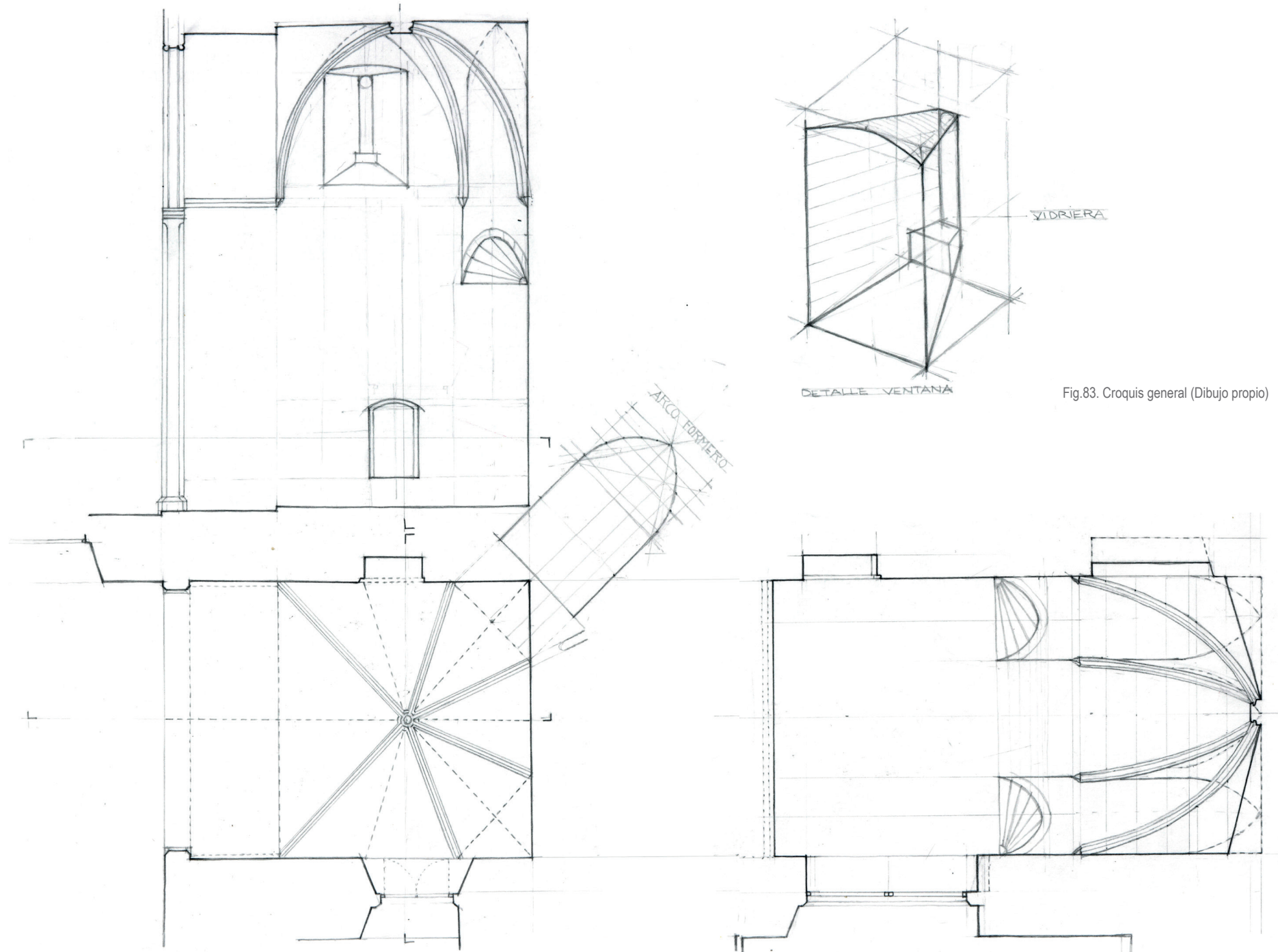


Fig.83. Croquis general (Dibujo propio)

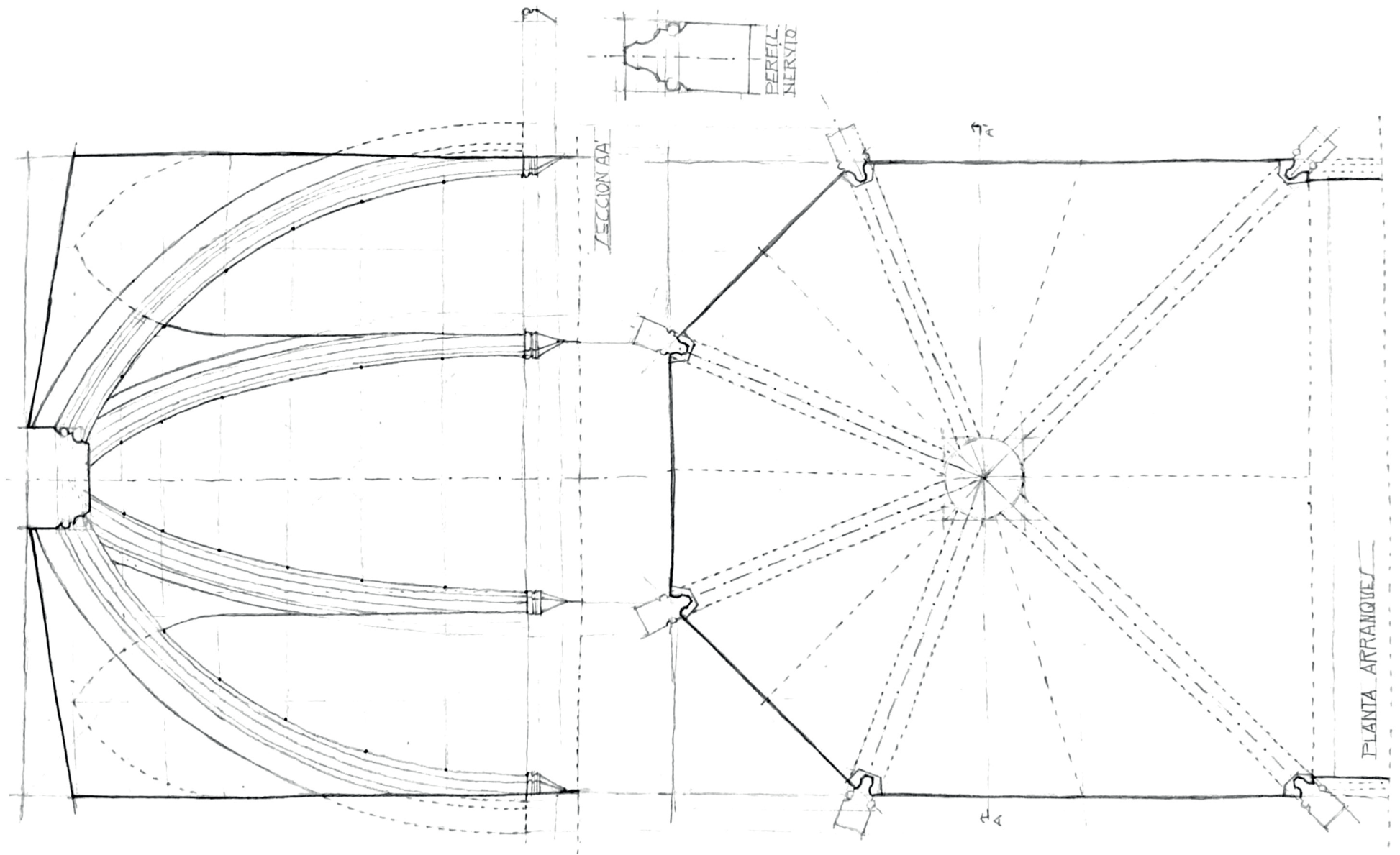


Fig.84. Croquis de la bóveda del baptisterio (Dibujo propio)

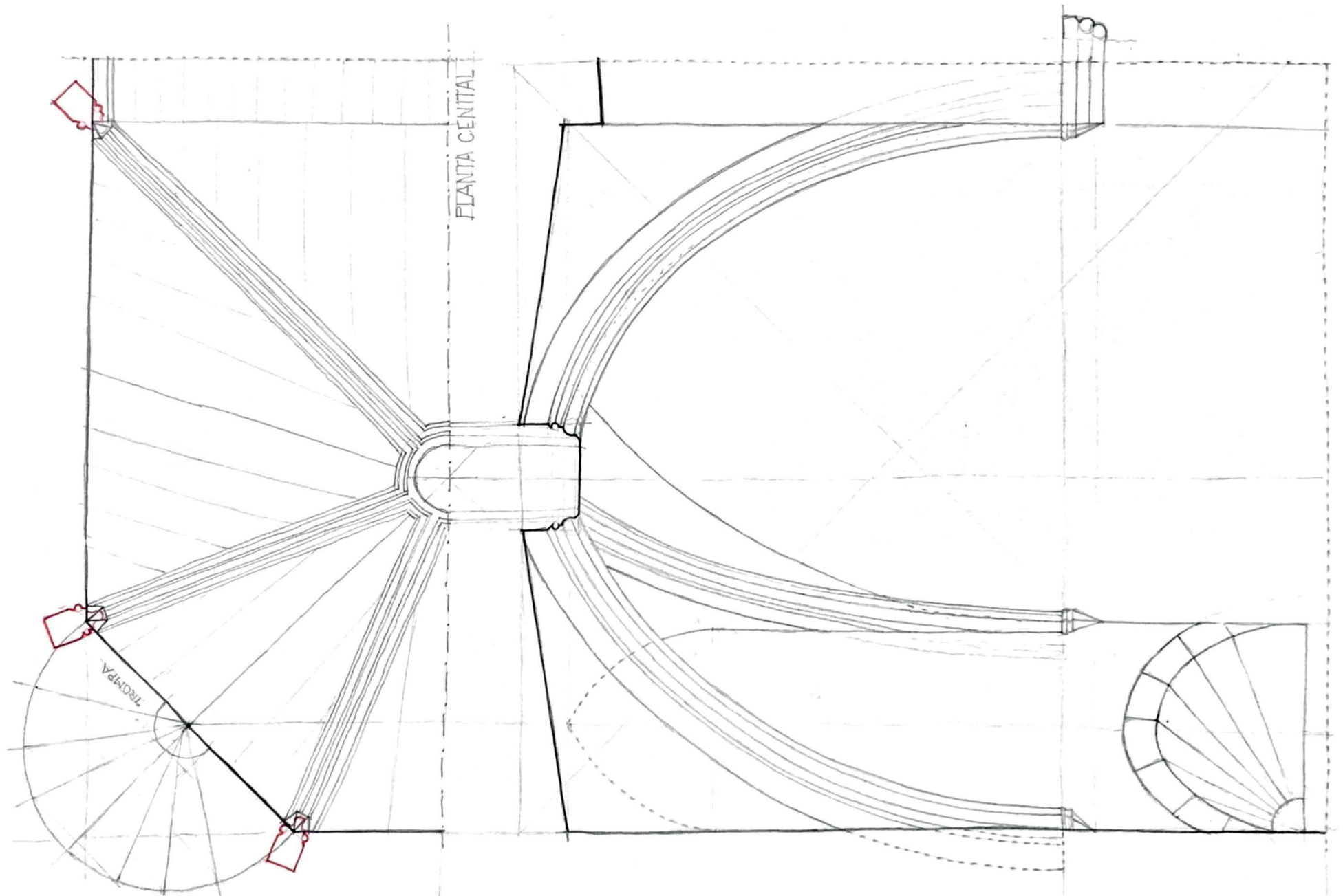


Fig.85. Croquis de la bóveda del baptisterio (Dibujo propio)

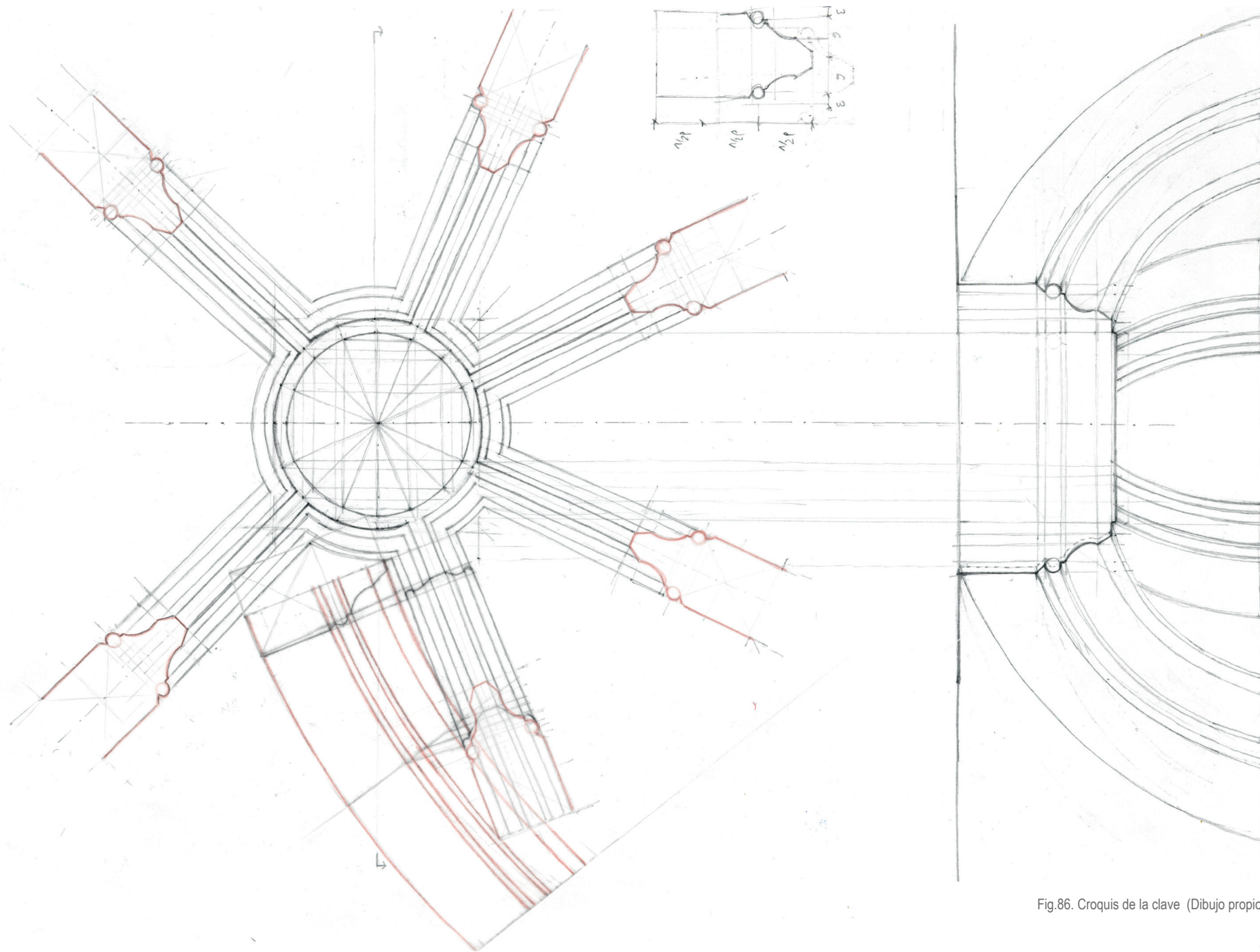
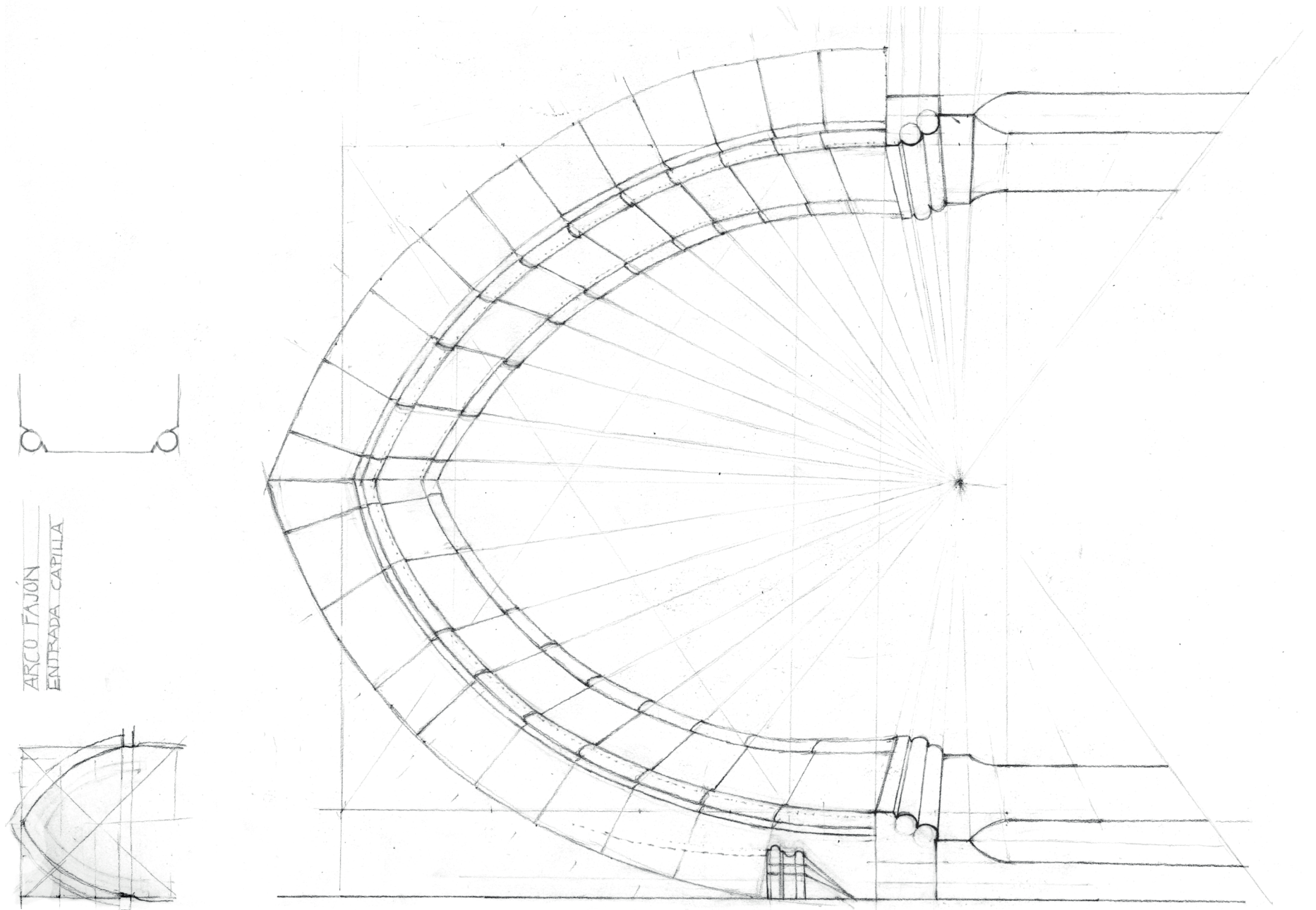


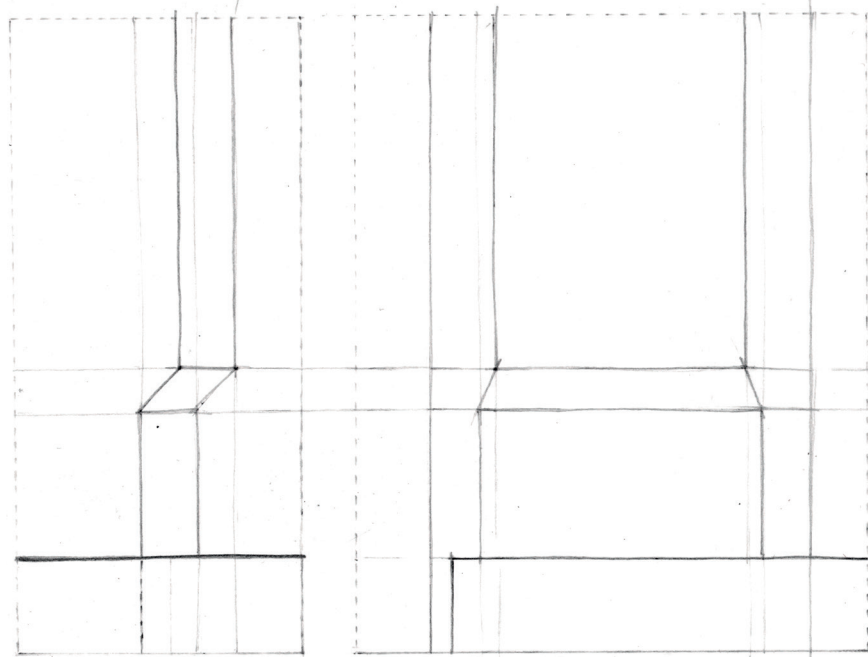
Fig.86. Croquis de la clave (Dibujo propio)



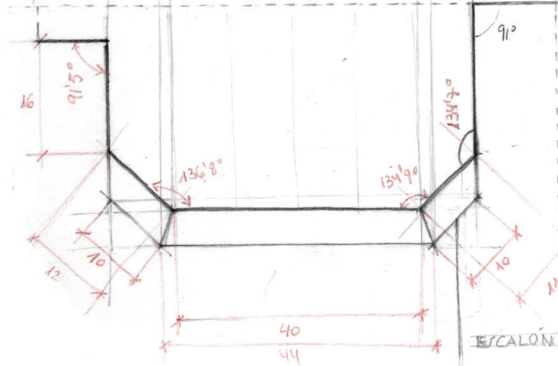
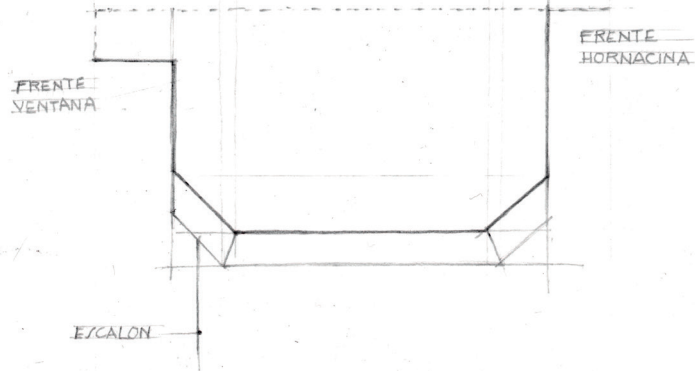
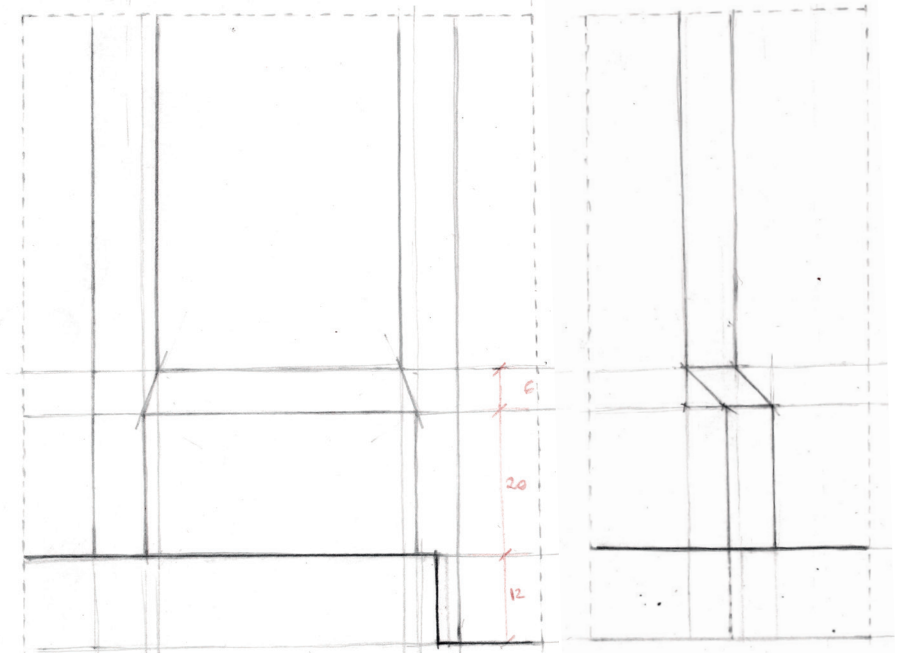
ARCO FAJON
ENTRADA CAPILLA

Fig.87. Croquis del arco de entrada a la capilla (Dibujo propio)

DETALLE ARRANQUE PILAR IZQUIERDO



DETALLE ARRANQUE PILAR DERECHO (1)



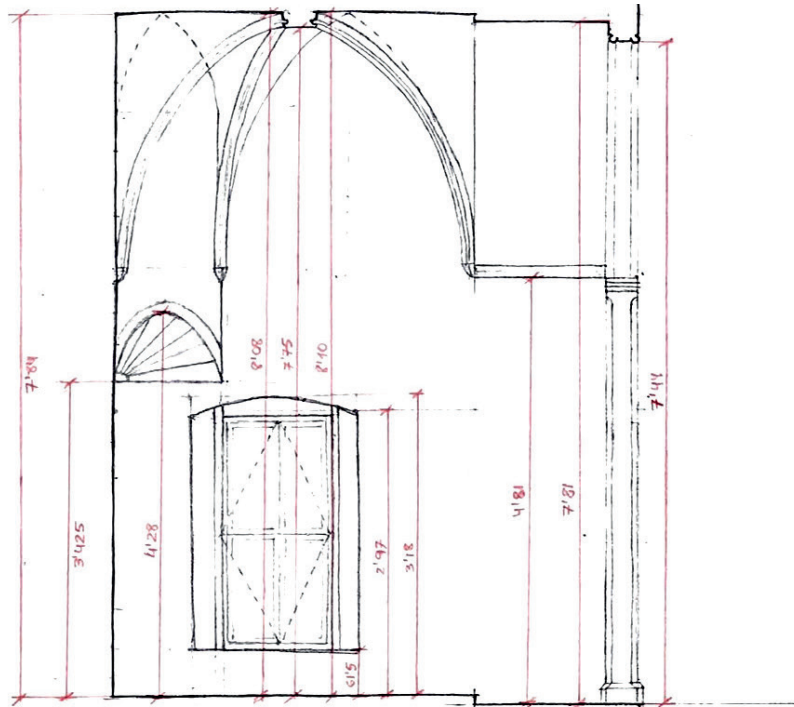


Fig.89. Adrián Pastor tomando datos in situ de la bóveda de la capilla del baptisterio.

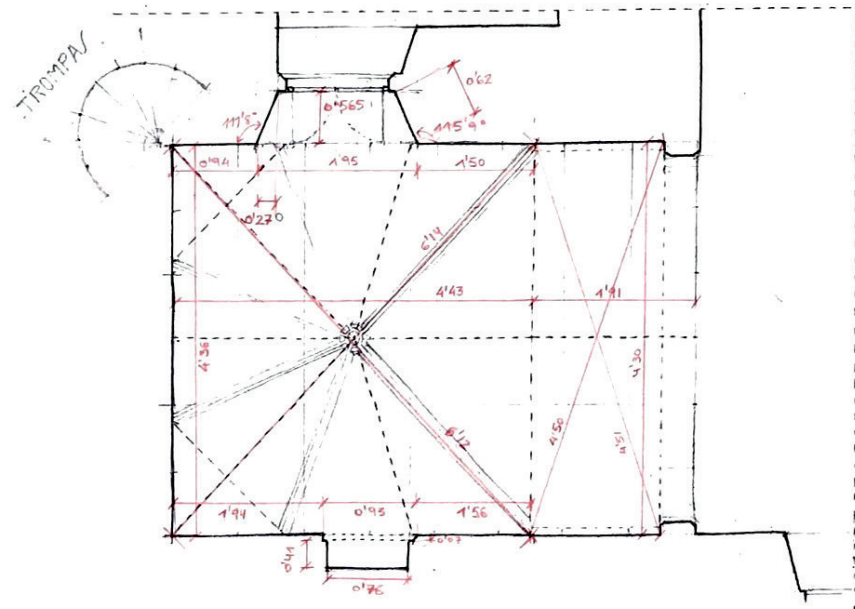
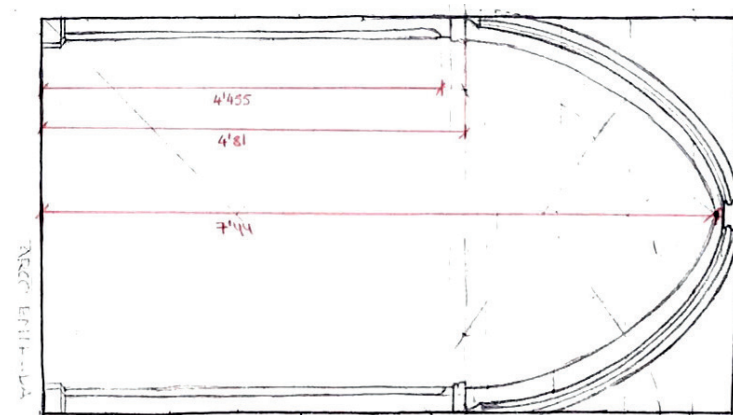


Fig.90. Croquis general acotado (Dibujo propio)



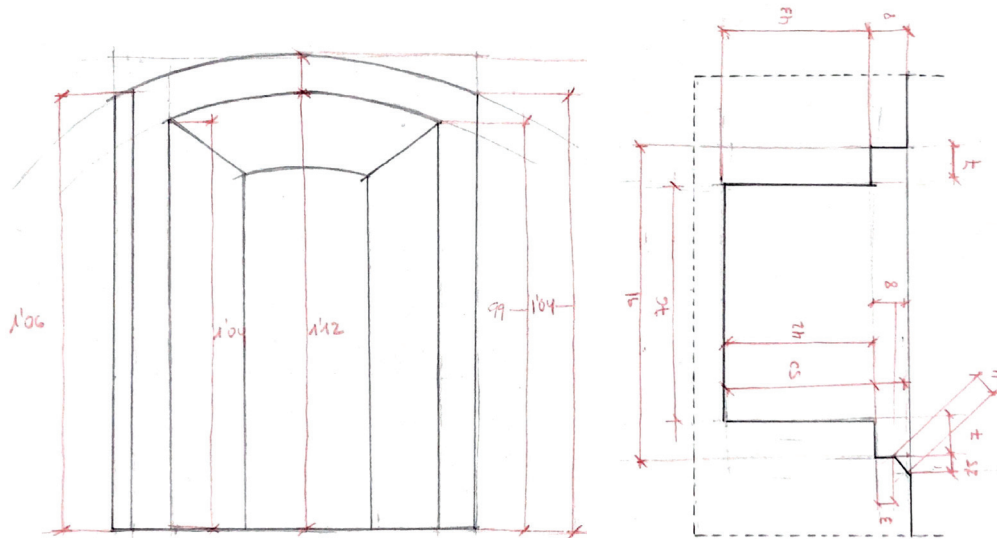


Fig.91. Croquis de la hornacina de la pared Oeste (Dibujo propio)

Para llevar a cabo un análisis más riguroso, se han dibujado los elementos que componen la capilla del baptisterio y que ayudan a entender su geometría como es el caso de la clave (fig. 86), arco de entrada a la capilla (fig. 87), arranques de las columnas del arco de entrada (fig. 88) y hornacina de la pared oeste (fig. 89) además de elementos como el perfil de los nervios, ménsulas de arranque, arcos formeros, etc. que posteriormente se tratarán de manera particular, analizando su carácter geométrico.

En segundo lugar, se acotaron cada uno de los croquis mediante **medición directa** es decir, con el uso de cintas métricas, medidor laser, flexómetros, etc. (fig. 90) con el fin de obtener las proporciones y medidas generales para posteriormente comprobarlas con las medidas tomadas con la estación total además de utilizarlas como soporte para el programa photoscan.

Seguidamente y para llevar a cabo la toma de datos de cada una de las piezas que componen la bóveda, se obtuvieron con la ayuda de una escalera, puesto que la mayoría de ellas se encuentran a una altura mayor a cinco metros, y mediante un instrumento denominado **peine de arqueólogo** (fig. 95), el cual está formado por una serie de varillas metálicas o de plástico que se colocan perpendiculares a la pieza. Esta herramienta, nos ha permitido conocer perfectamente la geometría y las proporciones de cada una de las piezas.



Fig.92. Adrián Pastor tomando datos in situ de la bóveda.



Fig.93. Adrián Pastor tomando el perfil de uno de los nervios de la bóveda.



Fig.94. Adrián Pastor tomando las alturas generales de la capilla.



Fig.95. Adrián Pastor tomando el perfil del arranque del arco fajón de la capilla mediante el peine de arqueólogo.

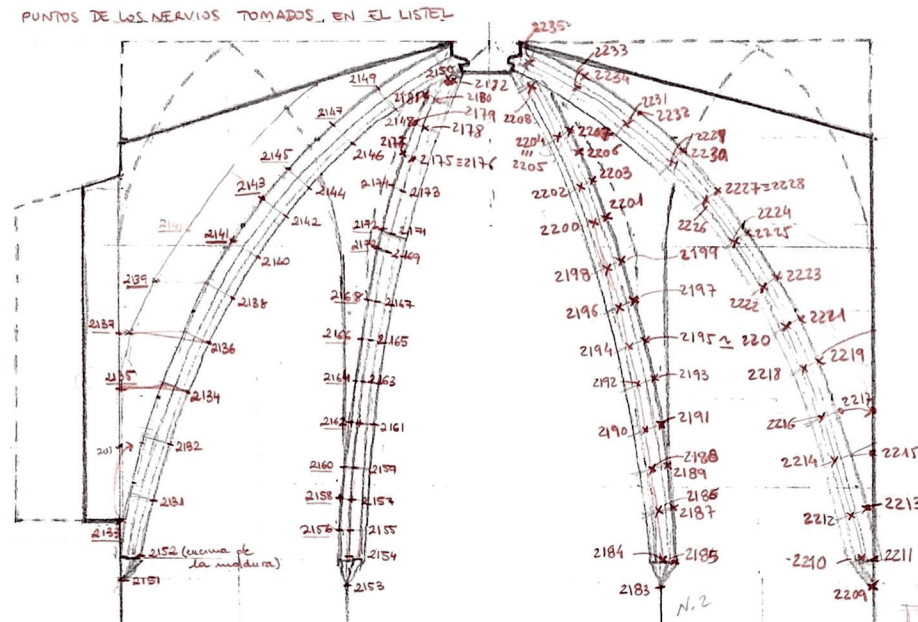


Fig.96. Croquis de nervios y arcos con los puntos tomados con la estación total.

La toma de puntos mediante la **estación total** ha sido obtenida para el proyecto de investigación de bóvedas de la tutora del presente trabajo de final de grado, la profesora Esther Capilla “Bóvedas de crucerías valencianas de los siglos XIII a XVI. Análisis geométrico de sus elementos” durante los cursos 2016-17 y 2017-18. Para llevar a cabo la toma de datos se ha contado en sendos cursos con la ayuda de dos becarios con beca de colaboración del ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Patricia Alemany Pereira y Saúl Aroca Tévar.

Partiendo de los croquis generales anteriormente realizados se procede a la toma de datos con la estación total, la cual aportará una información más precisa de los puntos tomados para poder llevar a cabo el levantamiento.

Para ello, en primer lugar se debe de montar el trípode y nivelar la base donde posteriormente se colocará la estación propiamente dicha. Una vez situada, será necesario volver a nivelarla comprobando que todos los medidores estén correctamente.

Tras su colocación se procede al encendido de la misma, introduciendo la altura a la que está situada desde el suelo y tomando puntos de enlace para poder unir los datos tomados con las anteriores y posteriores estaciones totales. En este caso, los puntos fueron obtenidos con tres estaciones totales puesto que no se pudo realizar el mismo día toda la toma de puntos.



Fig.97. Adrián Pastor calcando el perfil obtenido con el peine de arqueólogo.



Fig.98. Adrián Pastor con la tutora Esther Capilla tomando puntos con la estación.



Fig.99. Adrián Pastor concretando un punto a través del ocular.

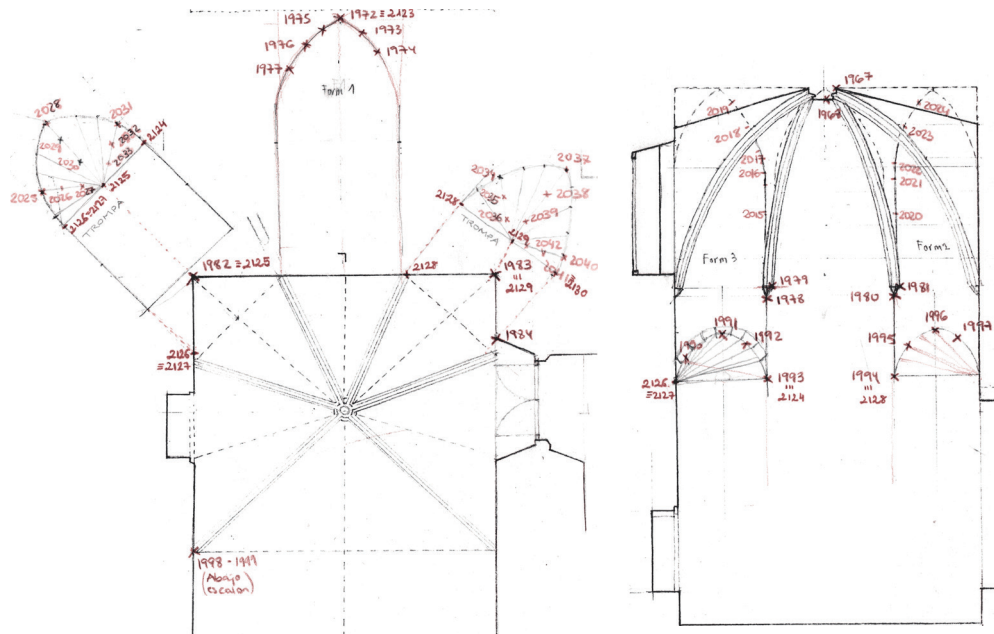


Fig.100. Croquis de los puntos tomados con la estación total.

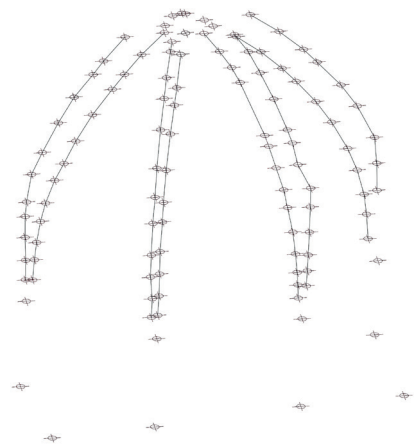


Fig.101. Puntos de los nervios diagonales traseros en dwg obtenidos con la estación total.

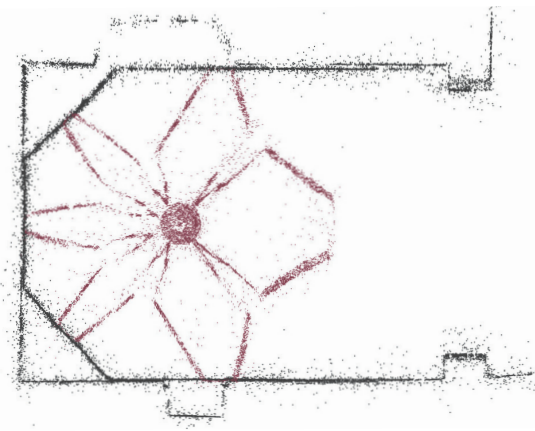


Fig.102. Rebanadas horizontales obtenidas a partir del modelo 3D de photoscanner exportado a AutoCad.

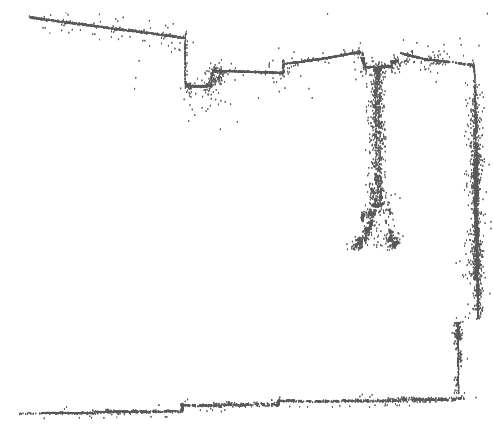


Fig.103. Rebanada vertical obtenida a partir del modelo 3D de photoscanner exportado a AutoCad.

Terminado este proceso nos disponemos a obtener los puntos de la bóveda que nos interesan y que permitan la obtención de las proporciones generales y la curvatura de los nervios y arcos que conforman la bóveda. Todos ellos se representarán en los croquis (fig. 96 y 100).

En primera instancia, el láser determina el punto en el que se va a producir la medición. Para que se tenga la mayor precisión posible se regula el punto mirando a través del ocular (fig. 99). Una vez tomados todos los puntos, la estación total genera un archivo dwg en el que se muestran los puntos tomados junto con la cota y el número de punto (fig. 101). De esta forma y uniendo cada uno de los puntos obtenidos según sean arcos u otros elementos, y proyectándolos proyectándolos sobre el plano que interese se obtienen en una proyección plana. A partir de ello y de la medición directa in situ, se obtienen las dimensiones de la planta y de las secciones lo más aproximadas posible.

Otra de las herramientas que ha permitido comprobar la geometría espacial de la capilla ha sido mediante la nube de 1.9 millones de puntos obtenida mediante el programa informático llamado "Photoscan" (Agisoft) y posteriormente exportada a AutoCad. Este programa ha permitido obtener un modelo 3D a partir de fotografías realizadas a la capilla, mediante trípode y perpendiculares a cada uno de los planos, solapando al menos $\frac{3}{4}$ partes cada imagen.

En el programa, se deben de incorporar una serie de marcadores, dotándolos de medidas reales además de unas coordenadas tomadas de los puntos de la estación total que permiten orientar el modelo. De este modelo, podemos obtener fotoplanos de la bóveda.



Fig.104. Vista del modelo 3D realizado con Photoscan.



Fig.105. Vista del modelo 3D realizado con Photoscan.



Fig.108. Vista del modelo 3D realizado con Photoscan.



Fig.106. Vista del modelo 3D realizado con Photoscan.



Fig.107. Vista del modelo 3D realizado con Photoscan.



Fig.109. Vista del modelo 3D realizado con Photoscan.



Fig.110. Vista del modelo 3D realizado con Photoscan.



Fig.111. Nube de puntos de AutoCad exportada de Photoscan.

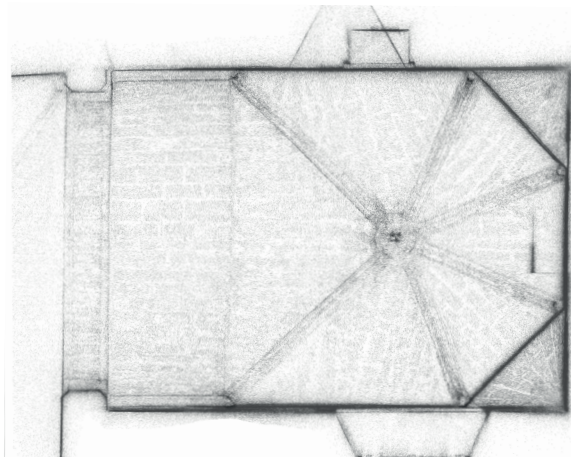


Fig.112. Nube de puntos de AutoCad exportada de Photoscan.

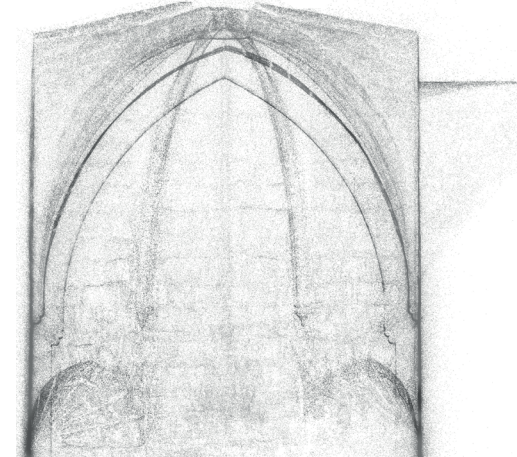


Fig.113. Nube de puntos de AutoCad exportada de Photoscan.

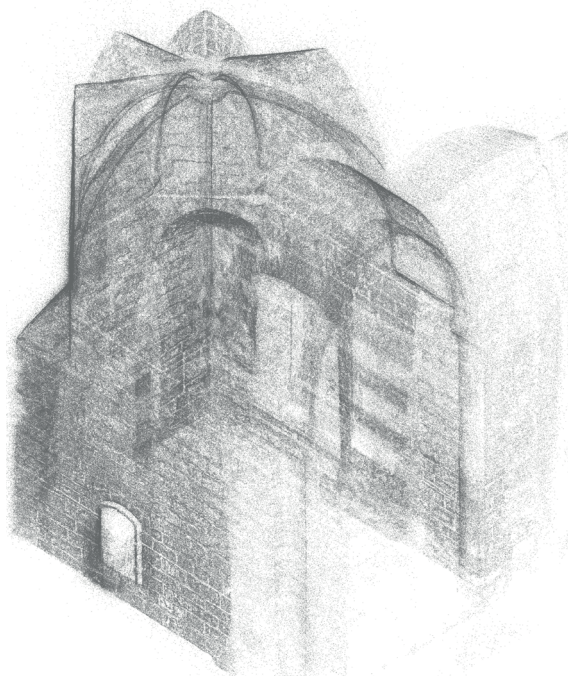


Fig.114. Nube de puntos de AutoCad exportada de Photoscan.

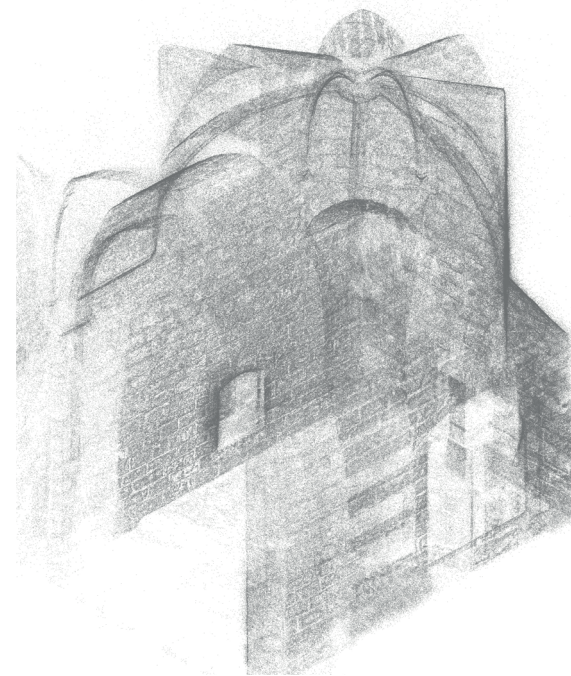


Fig.115. Nube de puntos de AutoCad exportada de Photoscan.

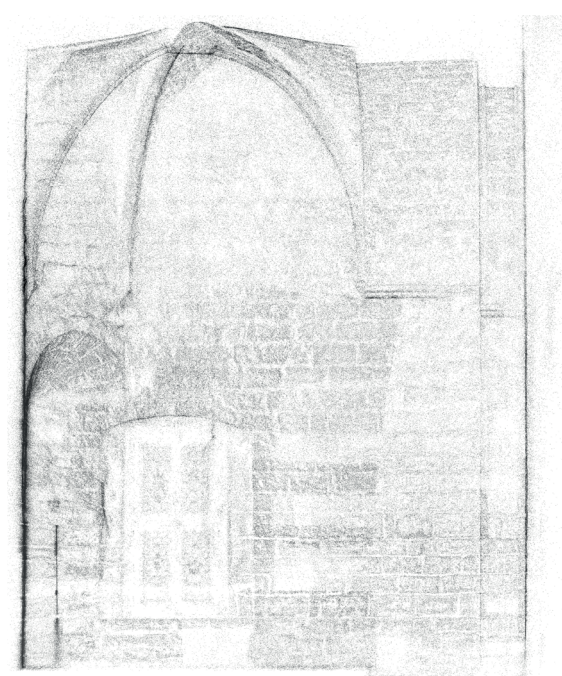
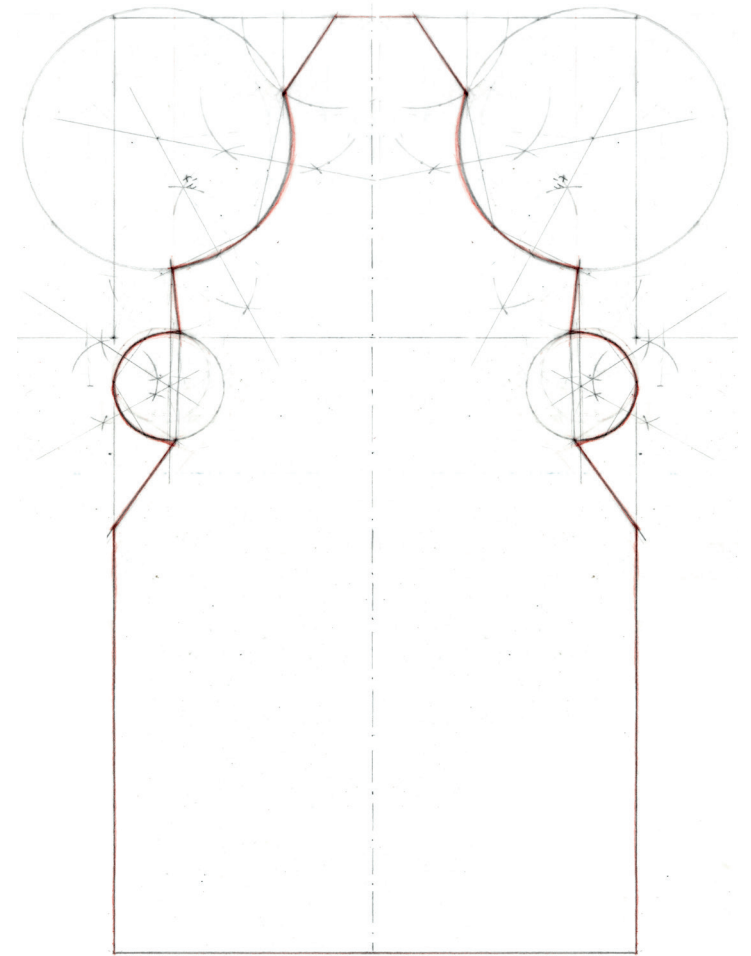


Fig.116. Nube de puntos de AutoCad exportada de Photoscan.



4.2. ANÁLISIS GEOMÉTRICO

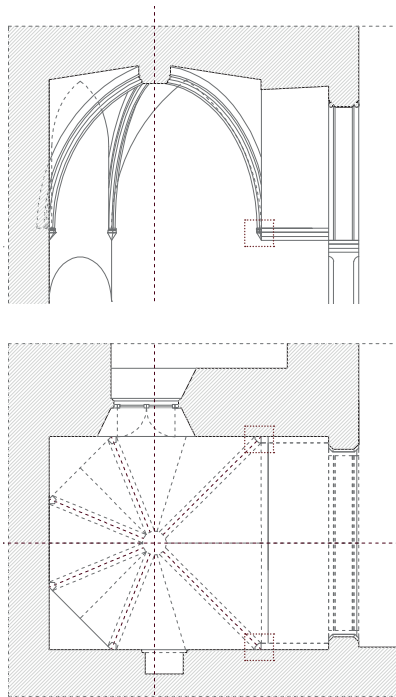


Fig.119. Perfil de la ménsula delantera con el peine de arqueólogo (Dibujo propio)



Fig.118. Situación de las ménsulas delanteras a escala 1:150 e imagen (Dibujo propio)



Fig.120. Modelo 3D de la ménsula (Dibujo propio)

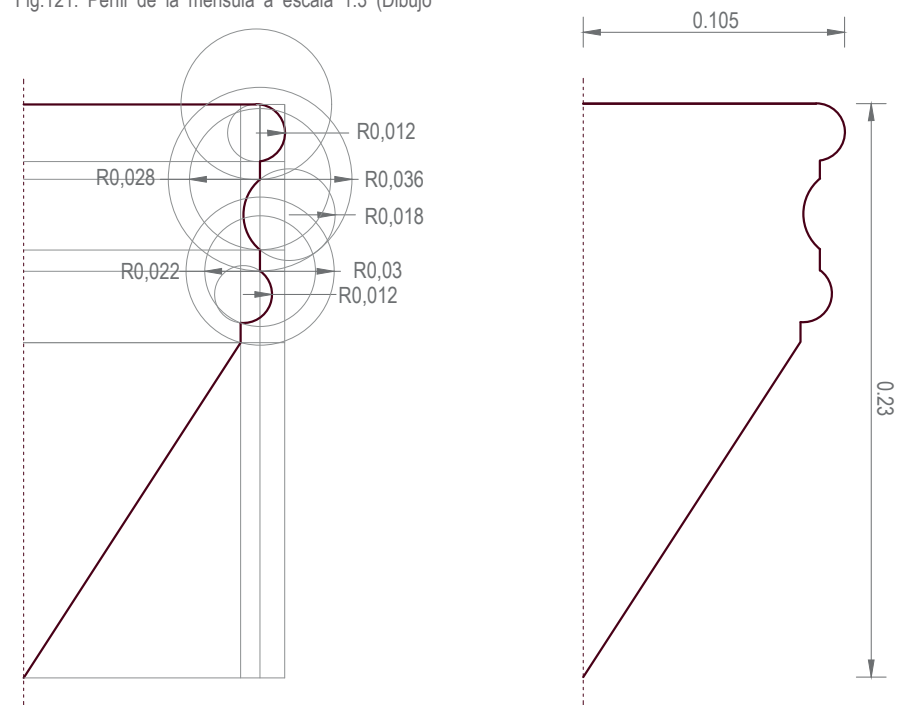
4.2.1. MÉNSULAS DE ARRANQUE

- Ménsulas delanteras

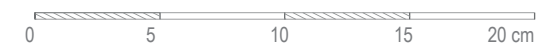
La bóveda de la capilla del baptisterio de la iglesia de Santa María de El Puig, está formada por seis nervios, los cuales arrancan en el mismo plano pero sobre ménsulas geoméricamente distintas. A pesar de ello, ambas tienen forma de pirámide invertida y arrancan a una altura de 4.75 metros.

En el caso de los nervios delanteros es decir, los más próximos a la entrada de la capilla, y que nacen tras el arco fajón, arrancan sobre ménsulas que atestan sobre dos planos ortogonales tal y como se ve en la figura 118.

Fig.121. Perfil de la ménsula a escala 1:3 (Dibujo)



Escala gráfica : 1:3



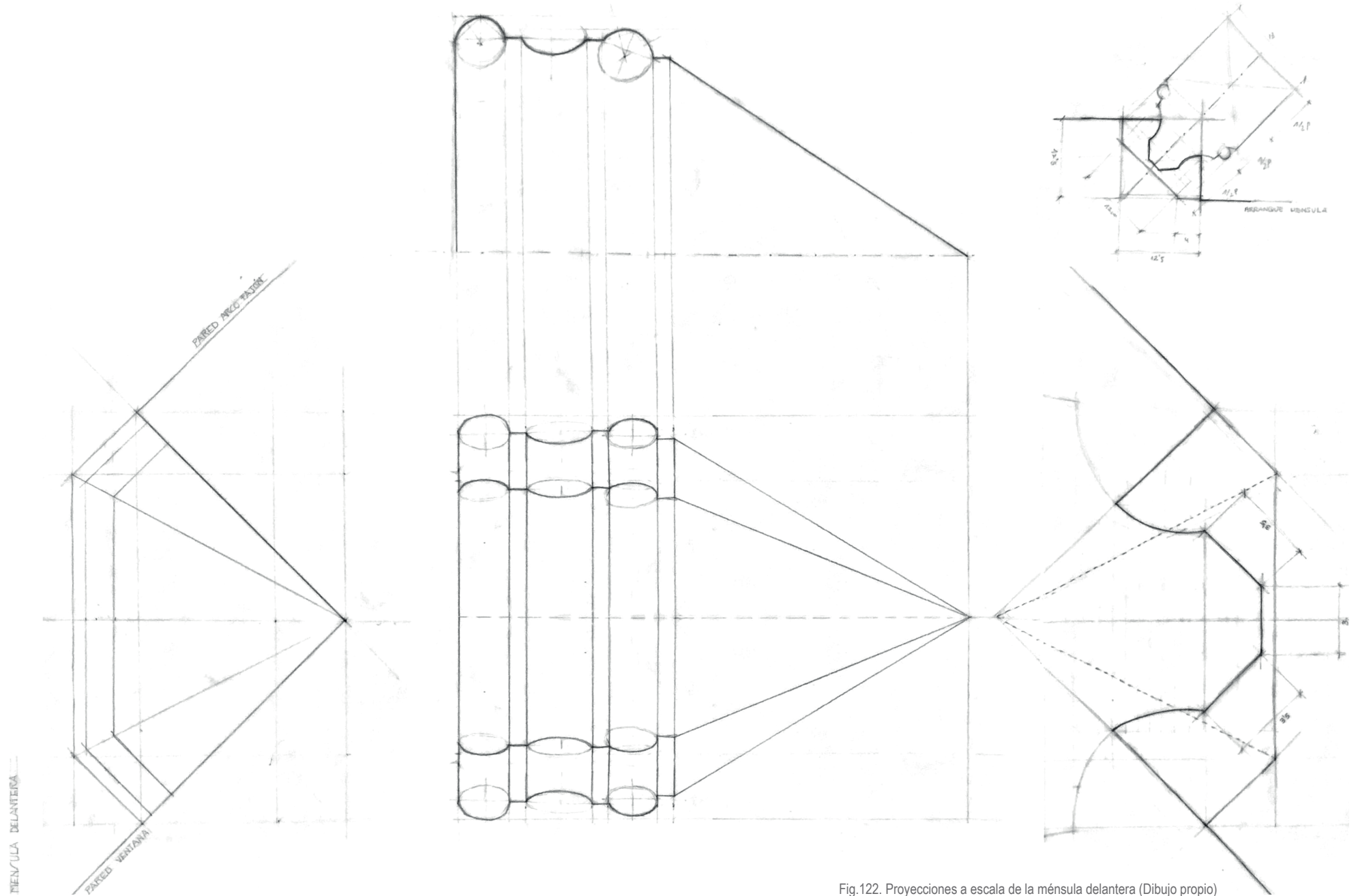


Fig.122. Proyecciones a escala de la ménsula delantera (Dibujo propio)

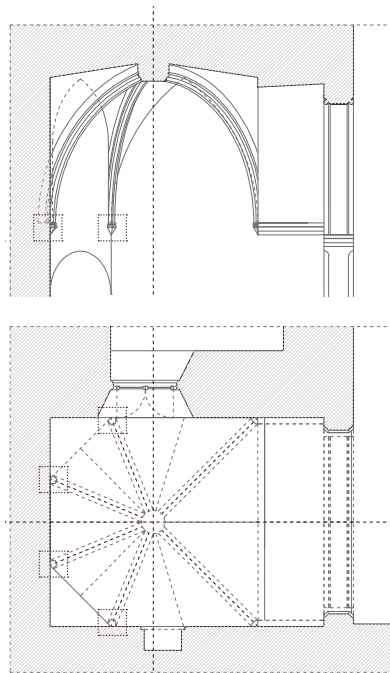


Fig. 123. Situación de las ménsulas traseras a escala 1:150 e imagen (Dibujo propio)

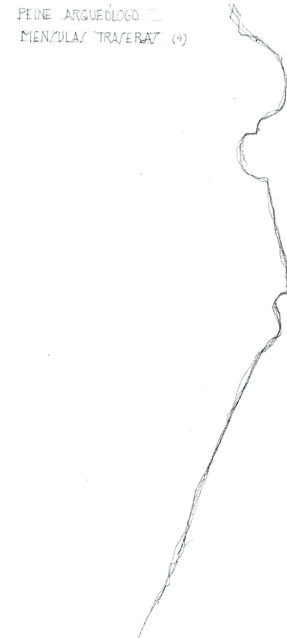


Fig. 124. Perfil de la ménsula delantera con el Peine de Arquéologo (Dibujo propio)

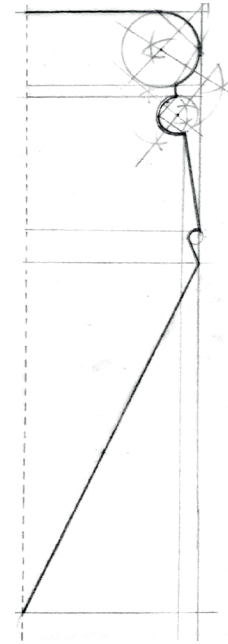


Fig. 125. Perfil de la ménsula trasera a escala (Dibujo propio)

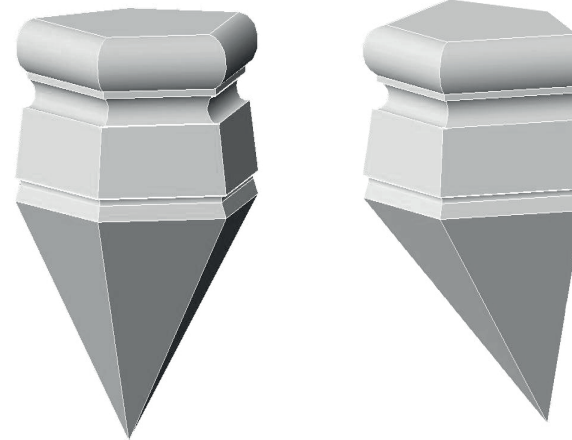


Fig. 127. Modelo 3D de la ménsula trasera (Dibujo propio)

- Ménsulas traseras

En el caso de los cuatro nervios traseros, es decir aquellos que se localizan en el frontal norte de la capilla, surgen de una tipología de ménsulas que se acoplan a las caras del octógono puesto que nacen en el encuentro de los planos que lo conforman. Por ello tienen una geometría distinta aunque mantienen la altura.

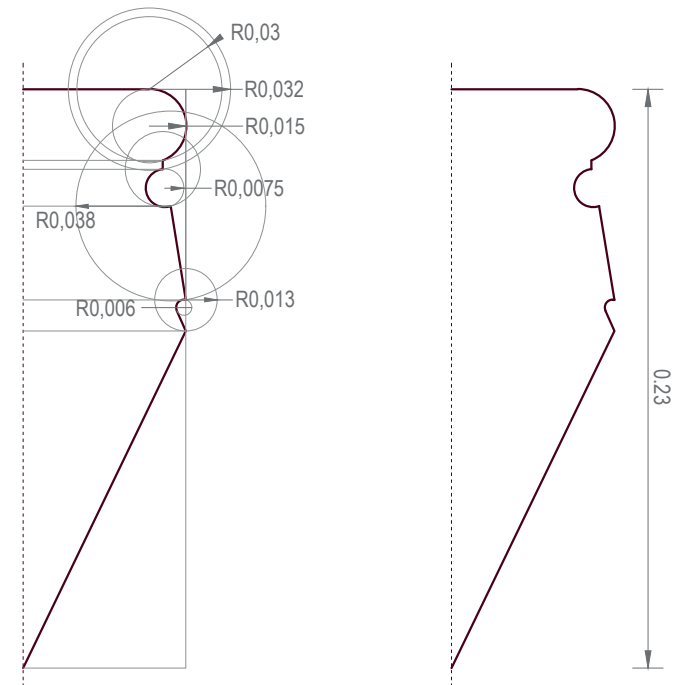


Fig. 126. Perfil de la ménsula a escala 1:3 (Dibujo propio)

Escala gráfica : 1:3





Fig.128. Perfil del nervio obtenido con peine de arqueólogo (Dibujo propio)

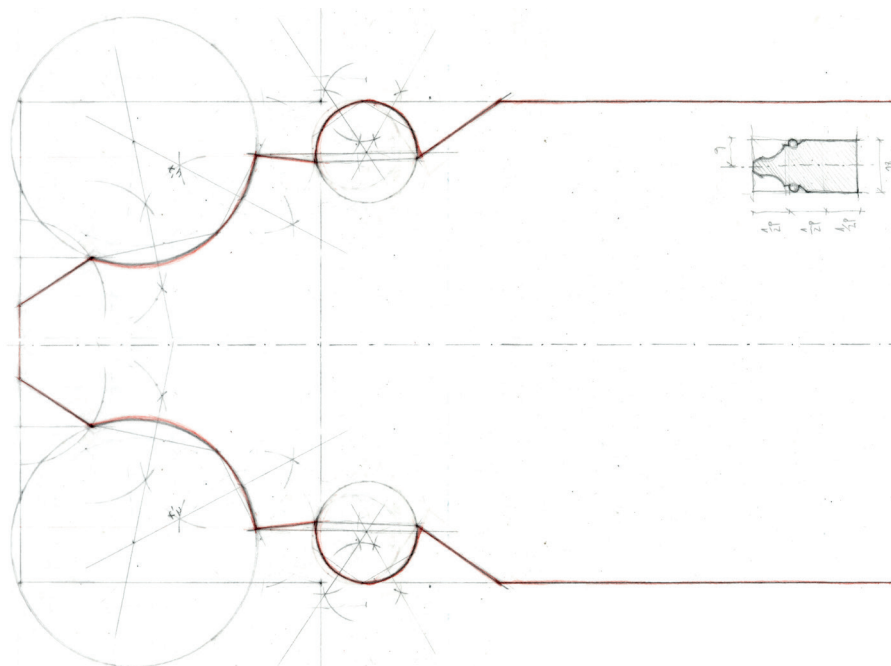


Fig.130. Perfil del nervio a escala (Dibujo propio)

4.2.2. PERFIL DE LOS NERVIOS

Los seis nervios de la capilla del baptisterio están compuestos todos ellos por dovelas geoméricamente iguales. El perfil de estas, se puede inscribir en un rectángulo de palmo y medio valenciano (1 palmo = 22.65cm) de longitud es decir, 33.97 cm por 18 cm de ancho .

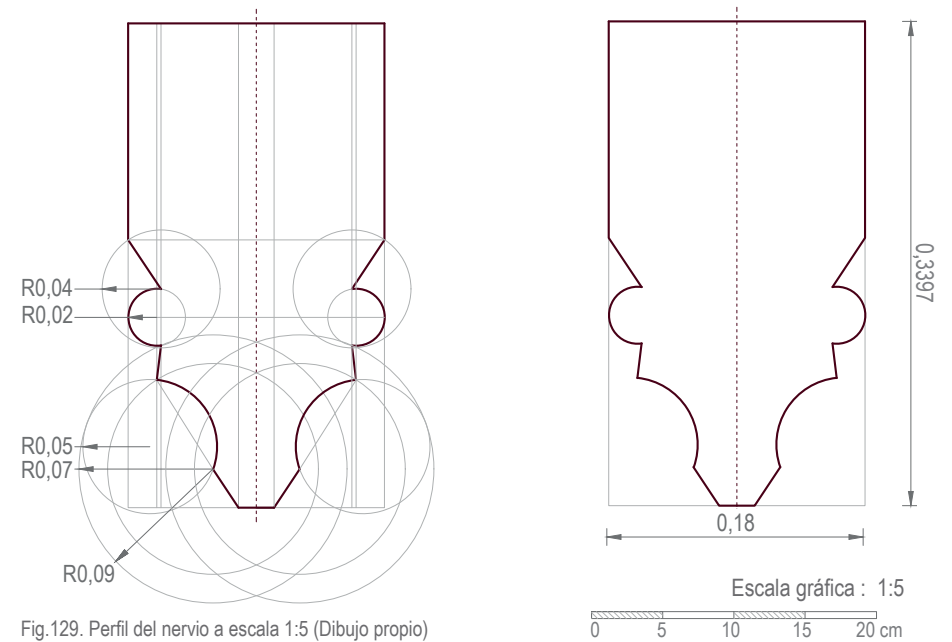


Fig.129. Perfil del nervio a escala 1:5 (Dibujo propio)

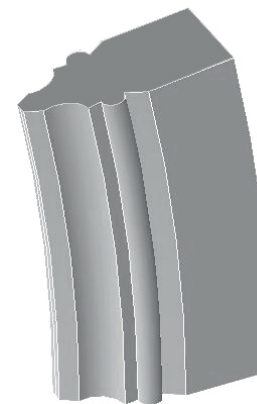


Fig.131. Modelo 3D de una dovela (Dibujo propio)

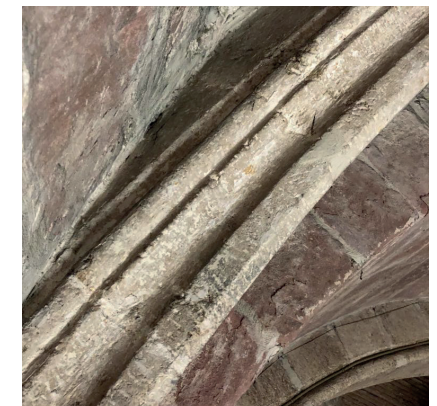


Fig.132. Dovela de uno un nervios (Imagen propia)

4.2.3. CURVATURA DE LOS ARCOS

-Arcos cruceros delanteros

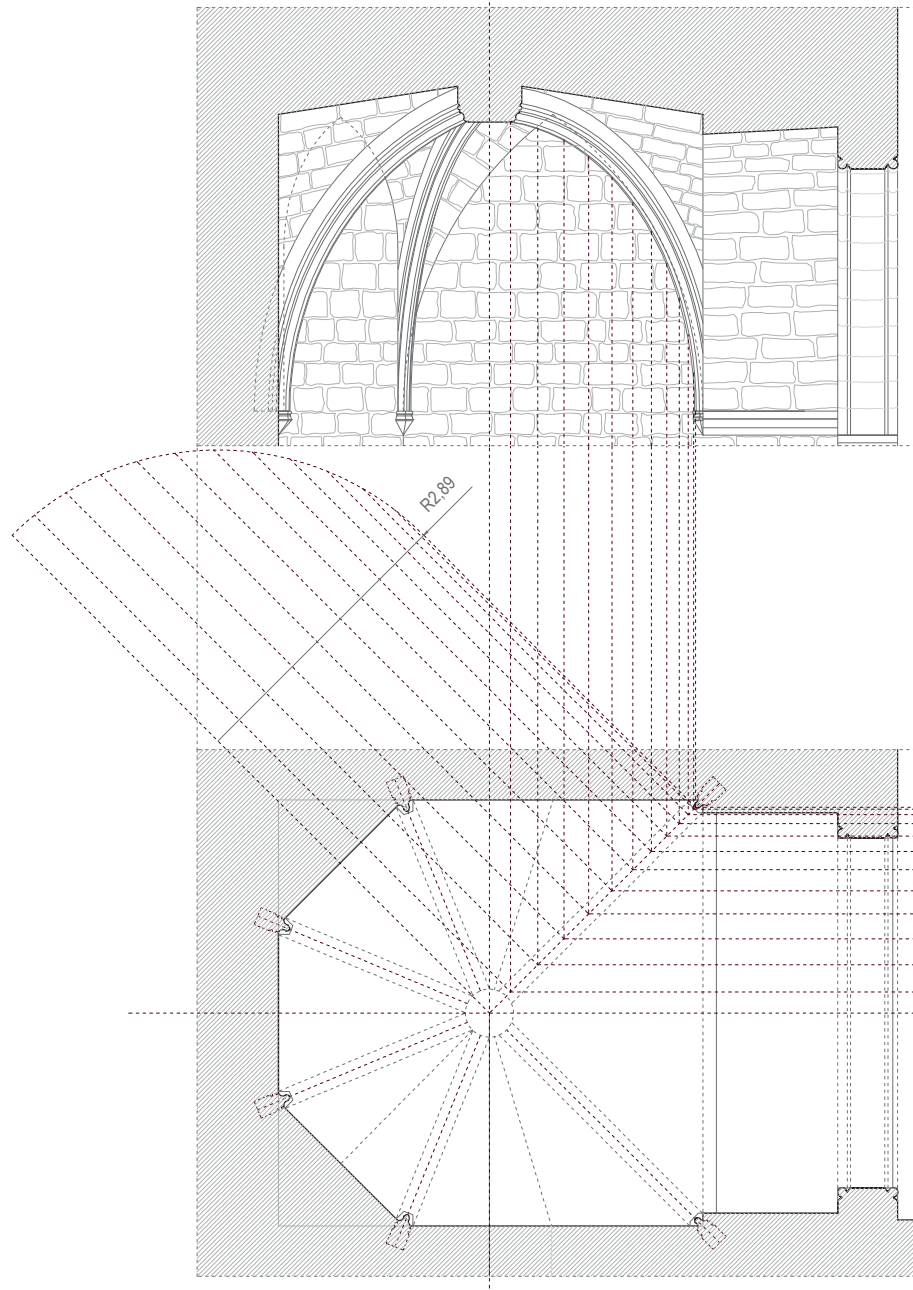
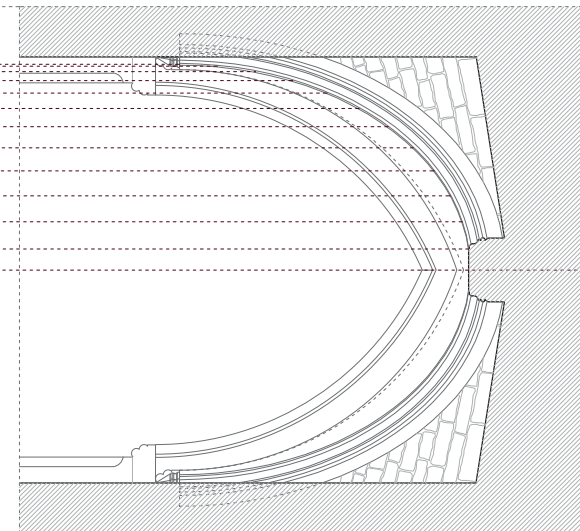


Fig.133. Nervios delanteros (Imagen propia)

Escala gráfica : 1:75



Fig.134. Proyecciones con el abatimiento de uno de los arcos cruceros delanteros (Dibujo propio)



-Arcos cruceros traseros

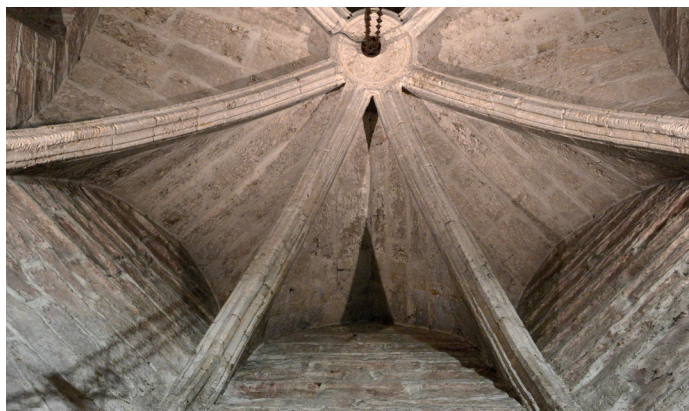
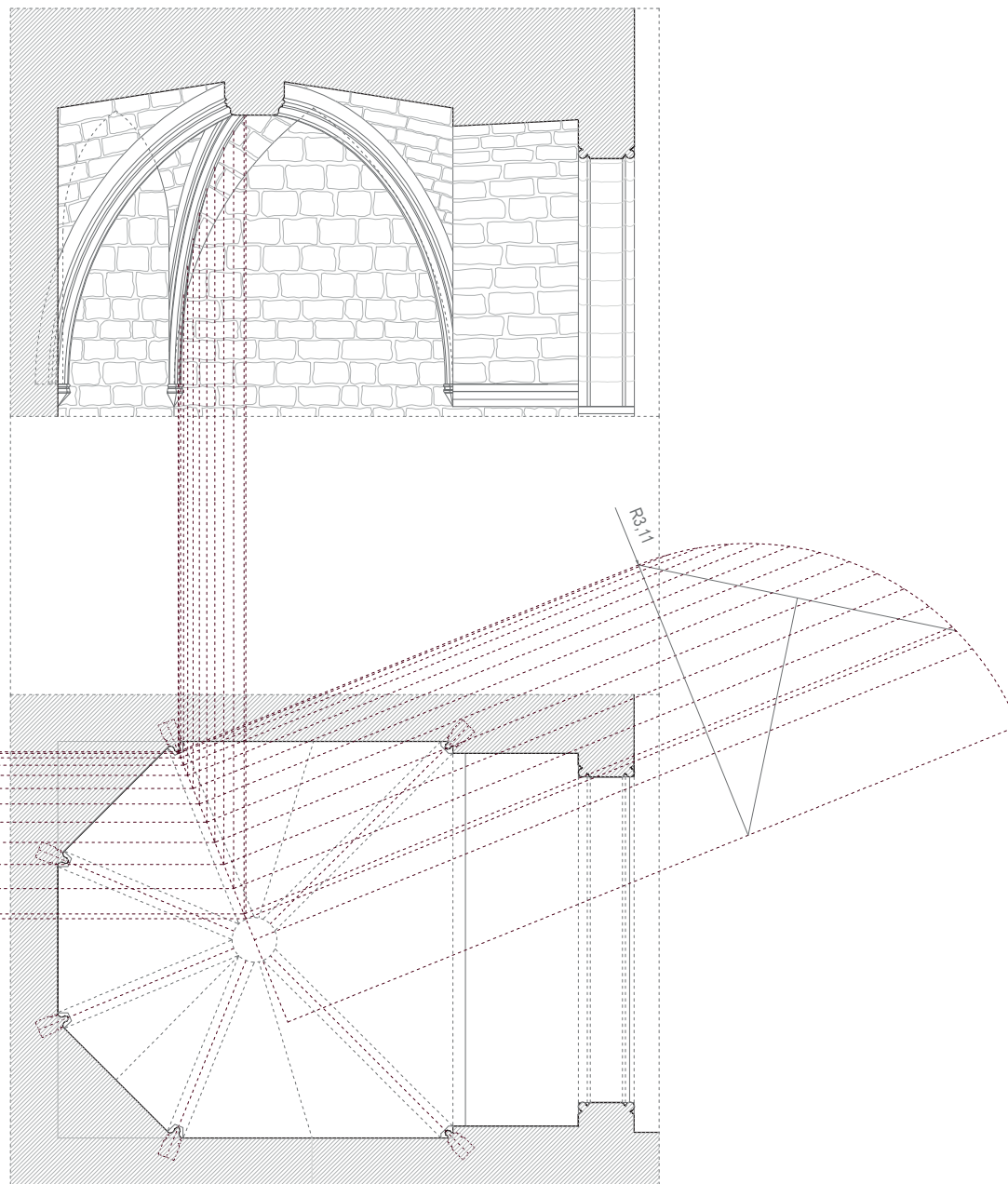
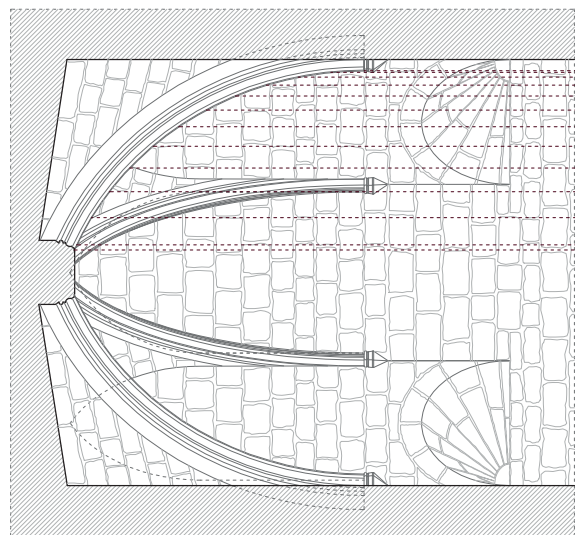


Fig.135. Nervios traseros (Imagen propia)

Escala gráfica : 1:75



Fig.136. Proyecciones con el abatimiento de los arcos cruceros traseros (Dibujo propio)



-Arcos formeros

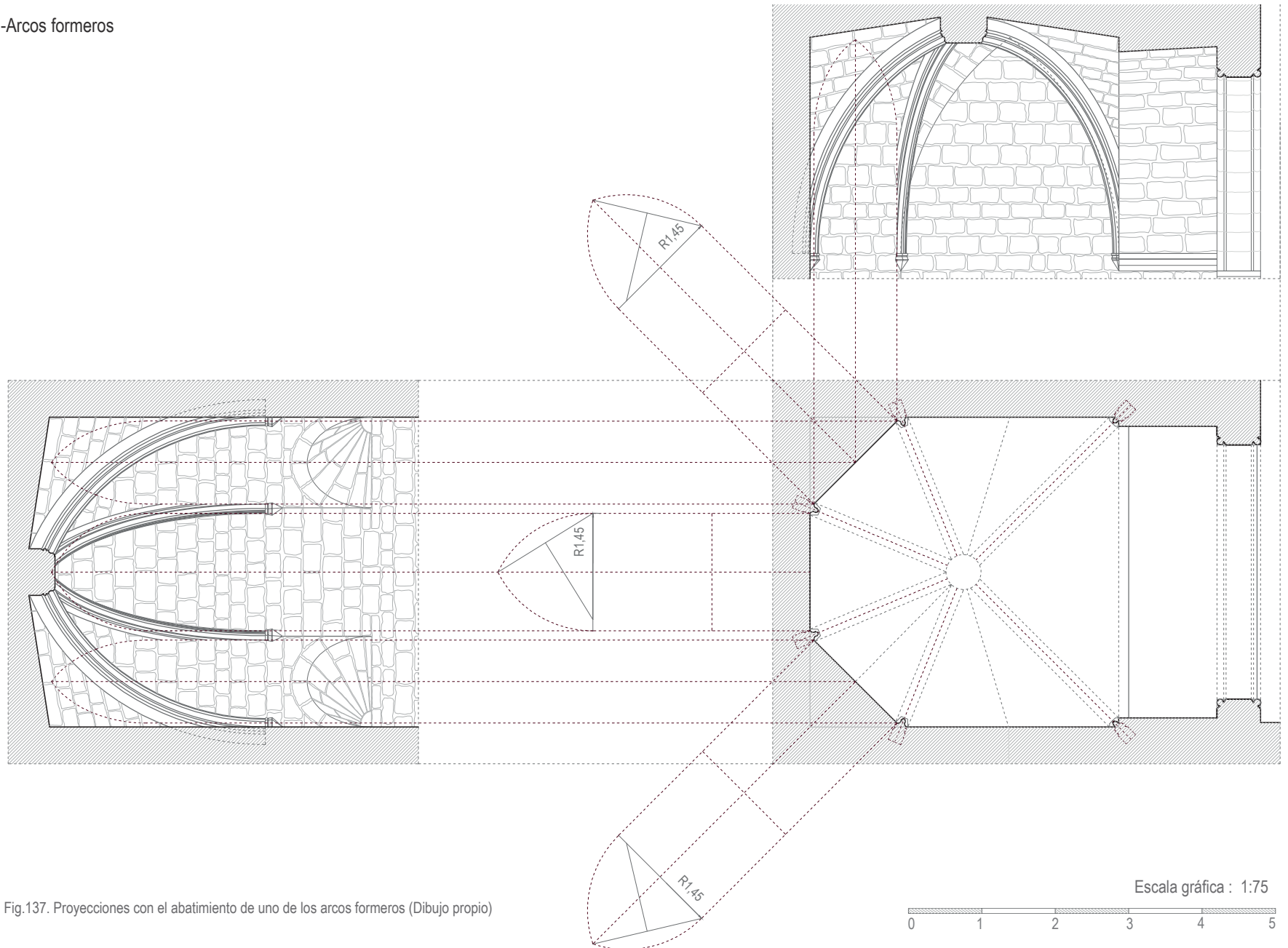


Fig.137. Proyecciones con el abatimiento de uno de los arcos formeros (Dibujo propio)



Fig.138. Arcos formeros traseros (Imagen propia)



Fig.139. Arcos formeros laterales (Imagen propia)

Escala gráfica : 1:75

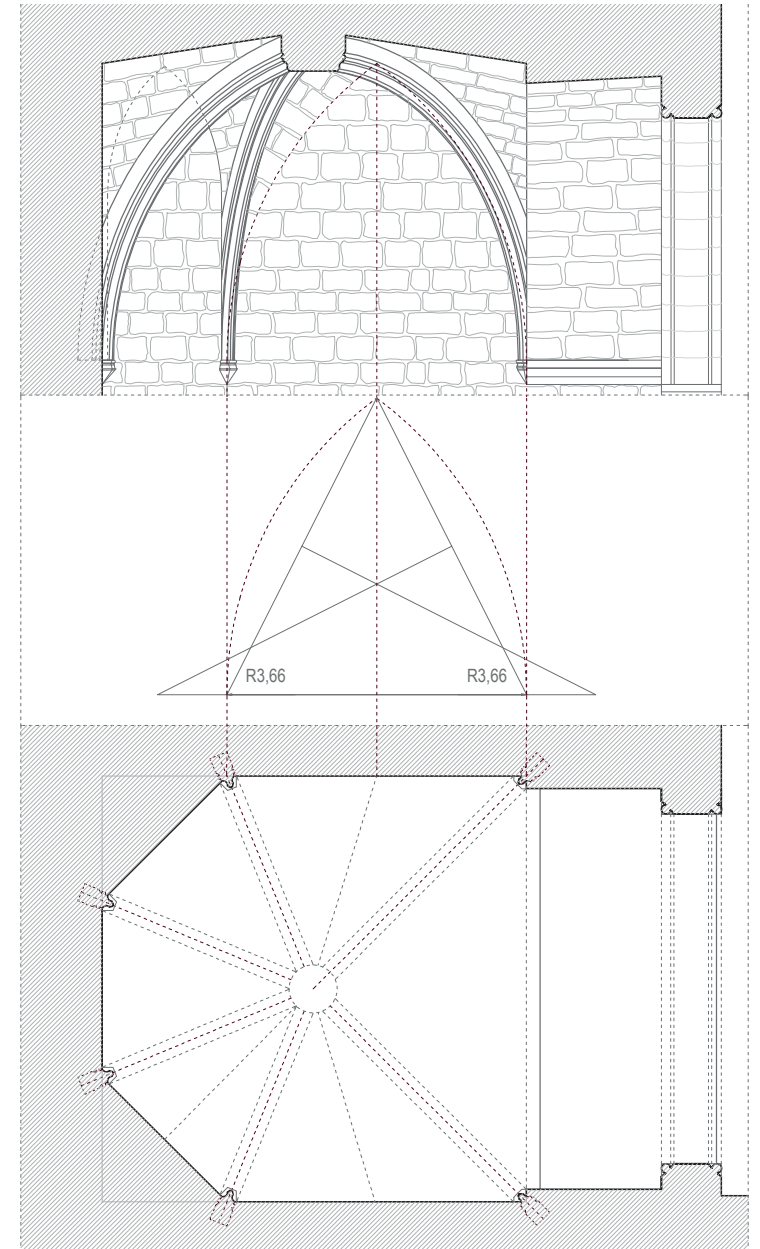


Fig.140. Proyecciones con el abatimiento de uno de los arcos formeros (Dibujo propio)

4.2.4. CLAVE

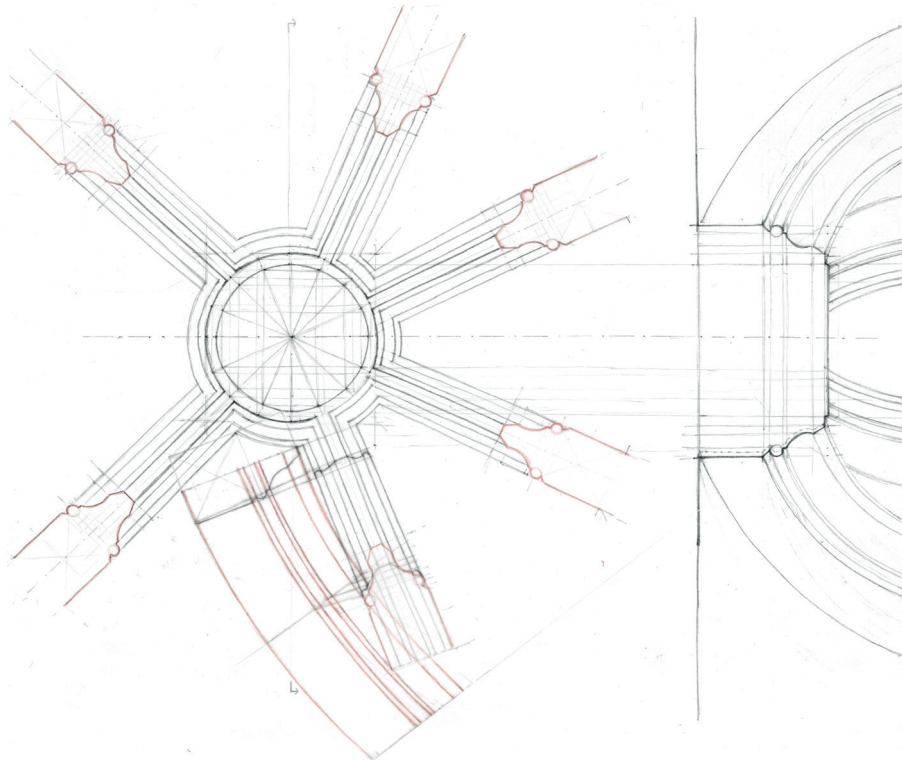


Fig.141. Croquis de la clave (Dibujo propio)



Fig.142. Clave de la bóveda (Imagen propia)

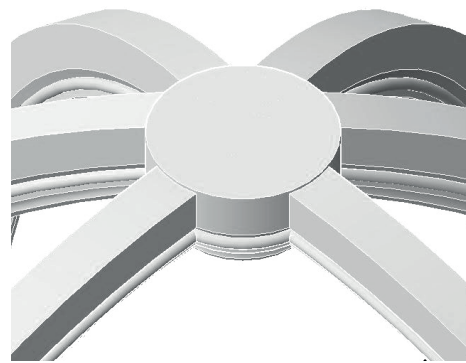


Fig.143. Modelo 3D de la clave (Dibujo propio)

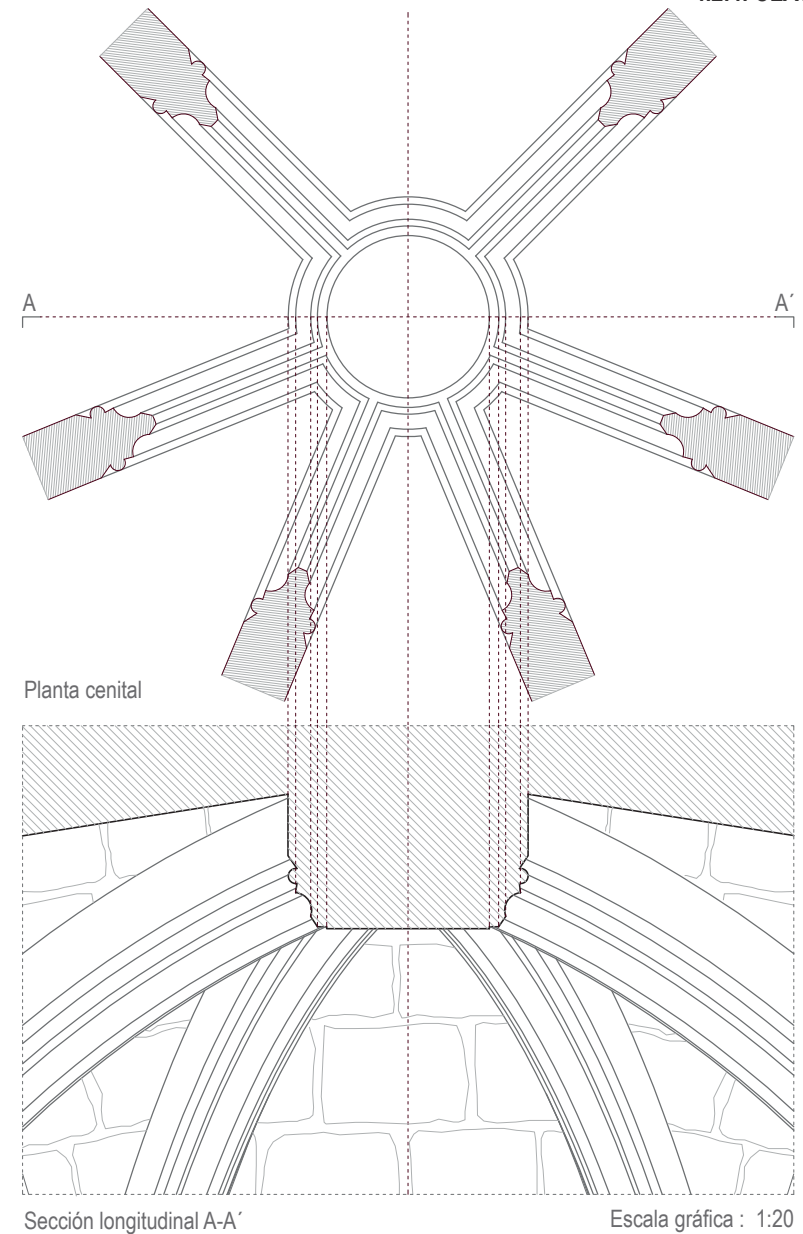


Fig.144. Detalle clave a escala 1:20 (Dibujo propio)

Escala gráfica : 1:20
0 5 10

4.2.5. PLEMENTERÍA



Fig.145. Vista de la plementería del modelo 3D de Photoscan (Dibujo propio)



Fig.146. Vista de la plementería del modelo 3D de Photoscan (Dibujo propio)

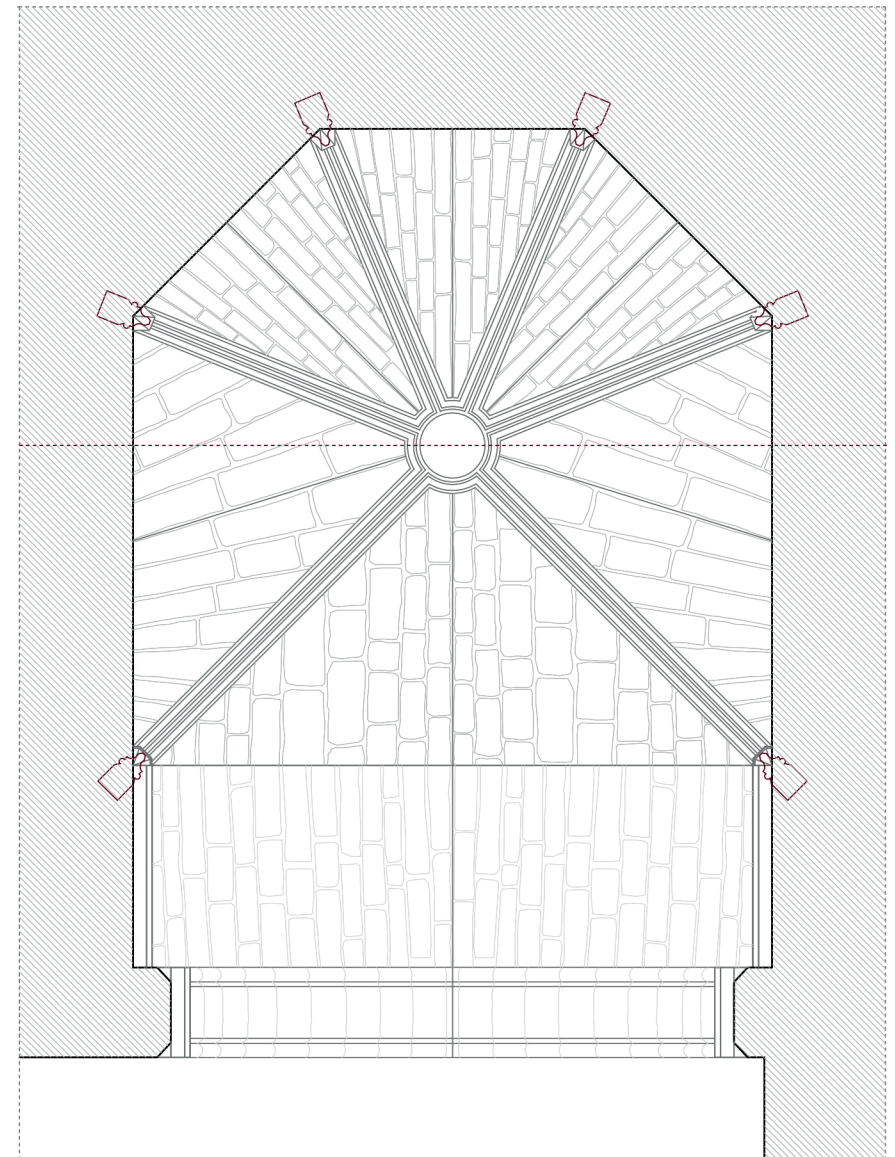


Fig.147. Planta cenital con despiece de plementería (Dibujo pro-

Escala gráfica : 1:50



4.2.6. GEOMETRÍA ESPACIAL

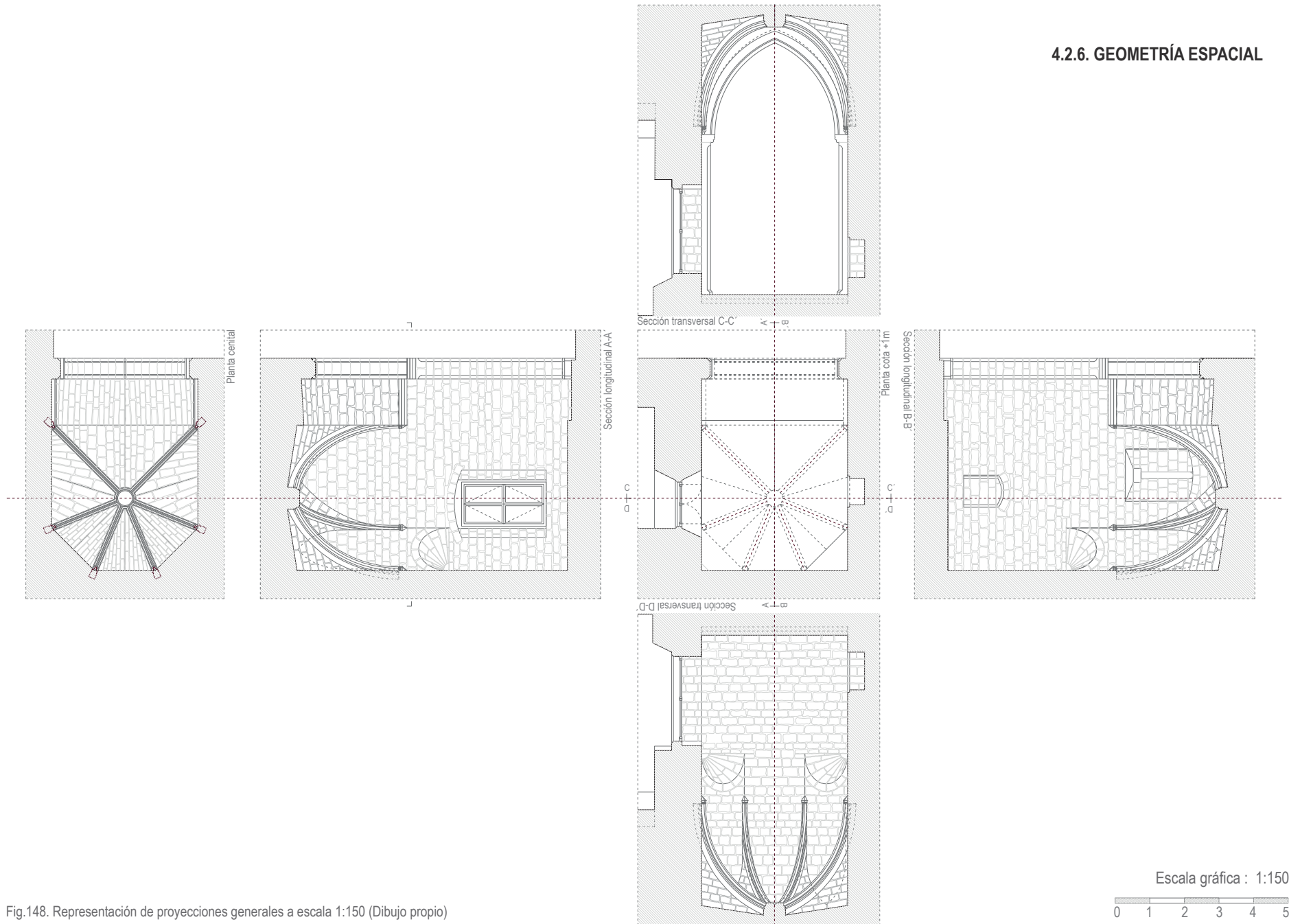


Fig.148. Representación de proyecciones generales a escala 1:150 (Dibujo propio)

Escala gráfica : 1:150



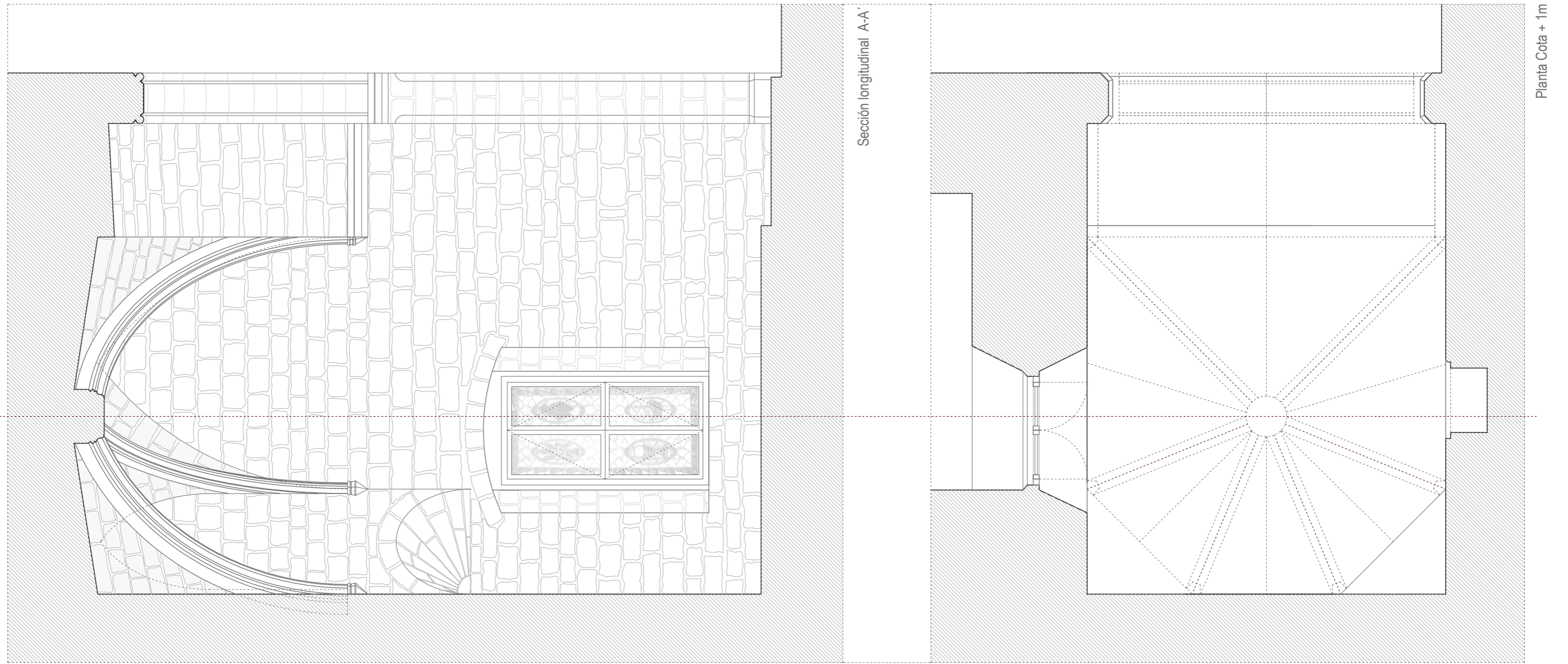


Fig.149. Planta y sección de la capilla a escala 1:50 (Dibujo propio)



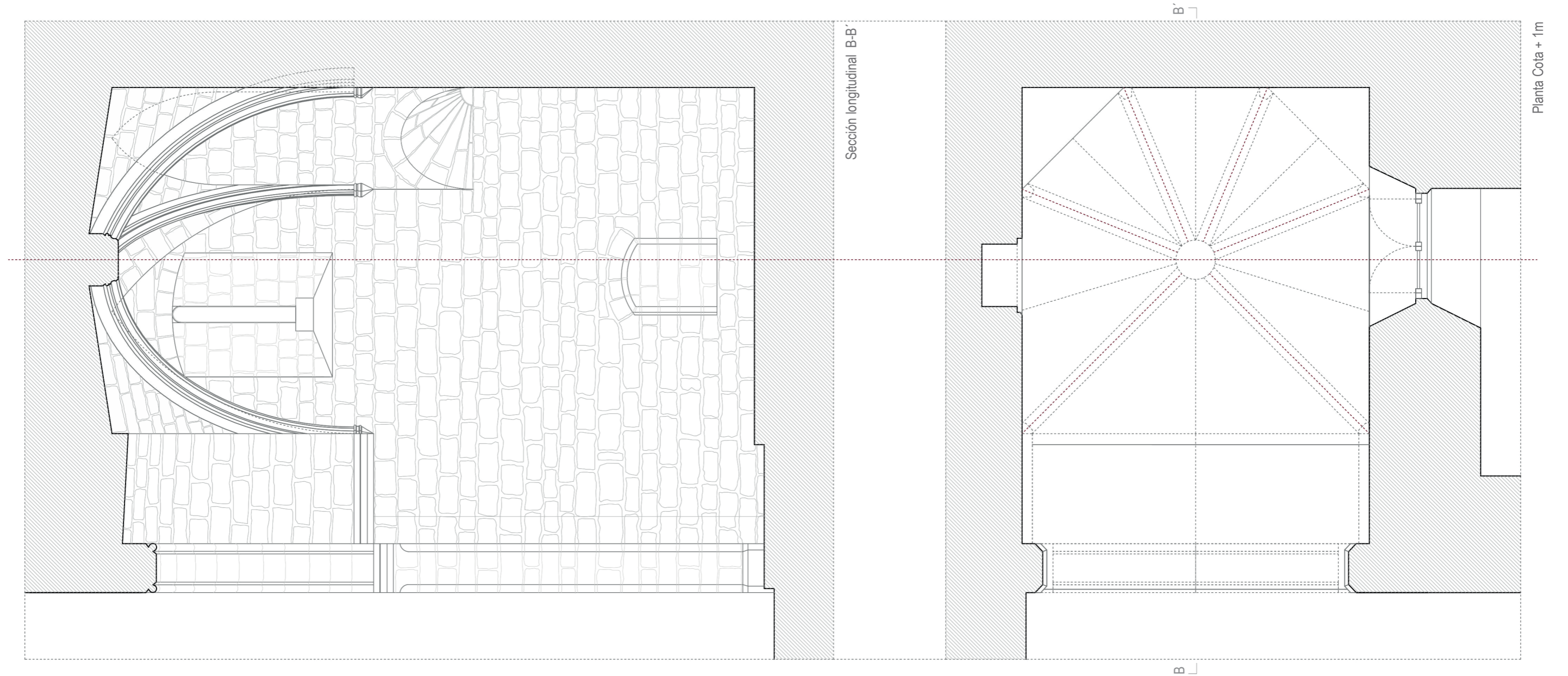


Fig.150. Planta y sección de la capilla a escala 1:50 (Dibujo propio)



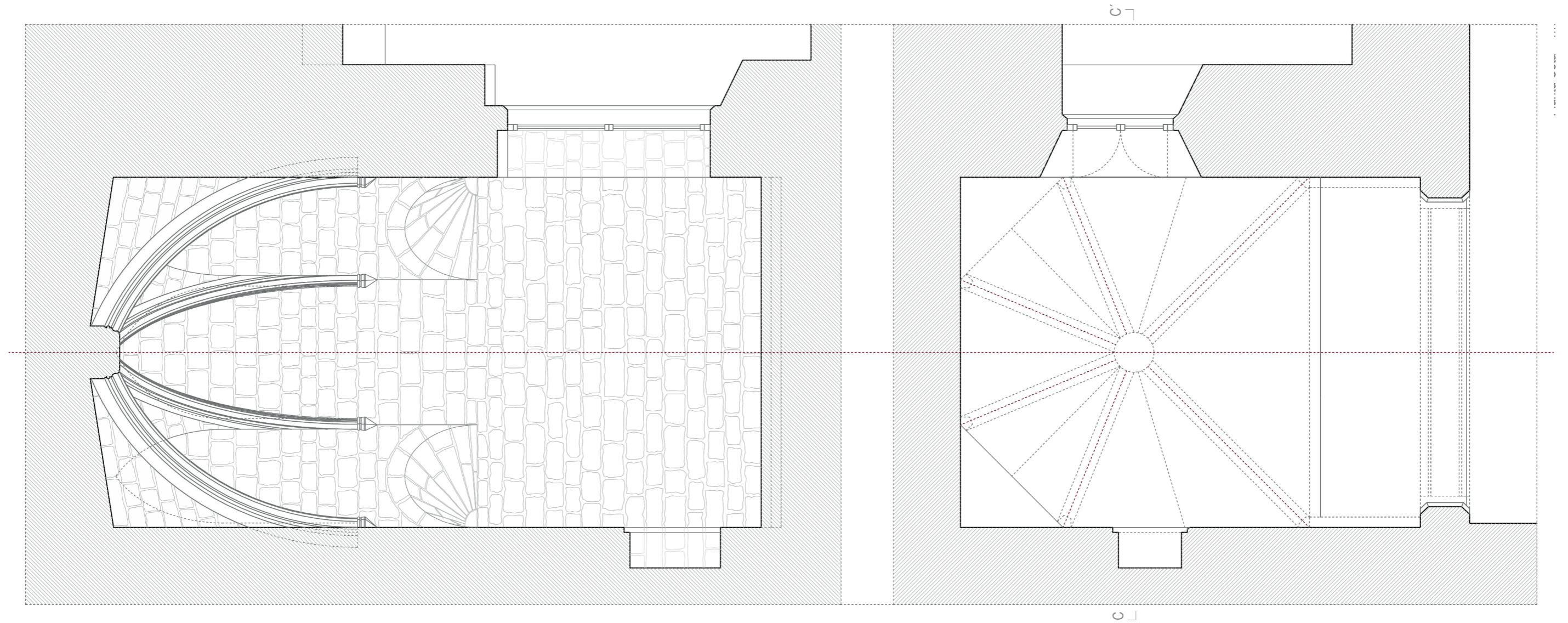


Fig.151. Planta y sección de la capilla a escala 1:50 (Dibujo propio)

Escala gráfica : 1:50



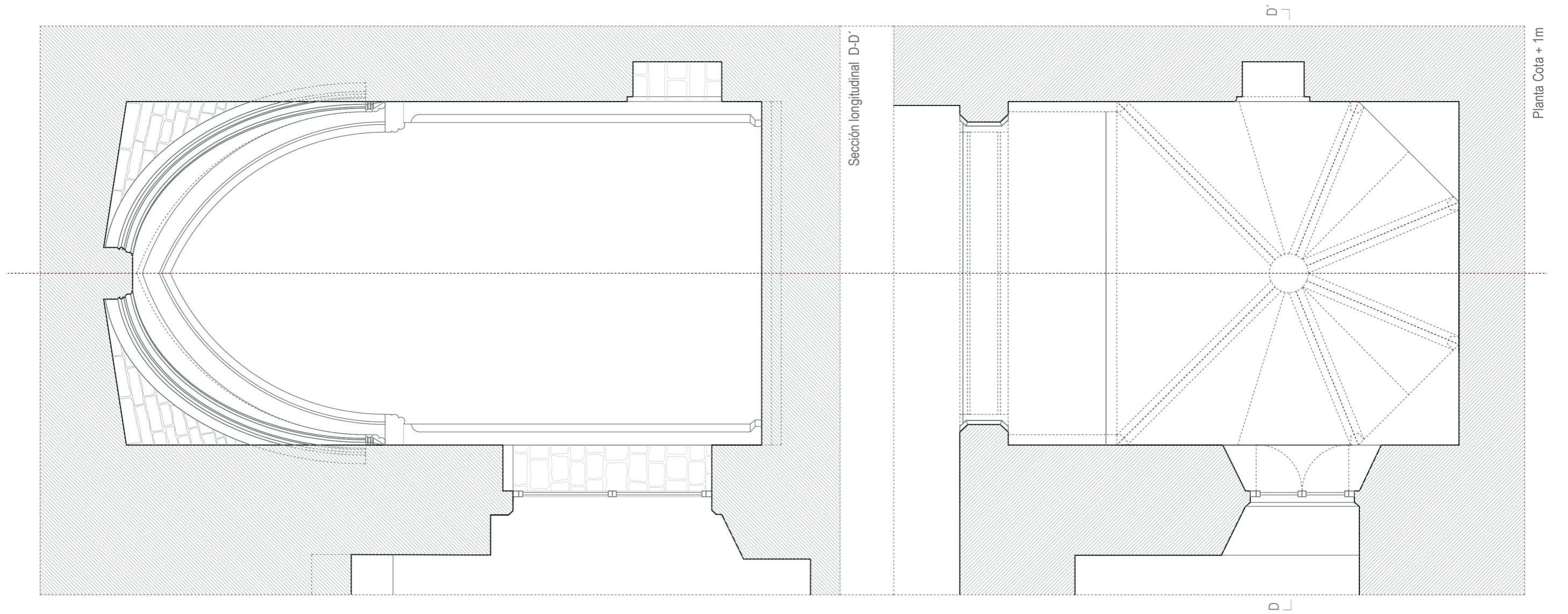


Fig.152. Planta y sección de la capilla a escala 1:50 (Dibujo propio)



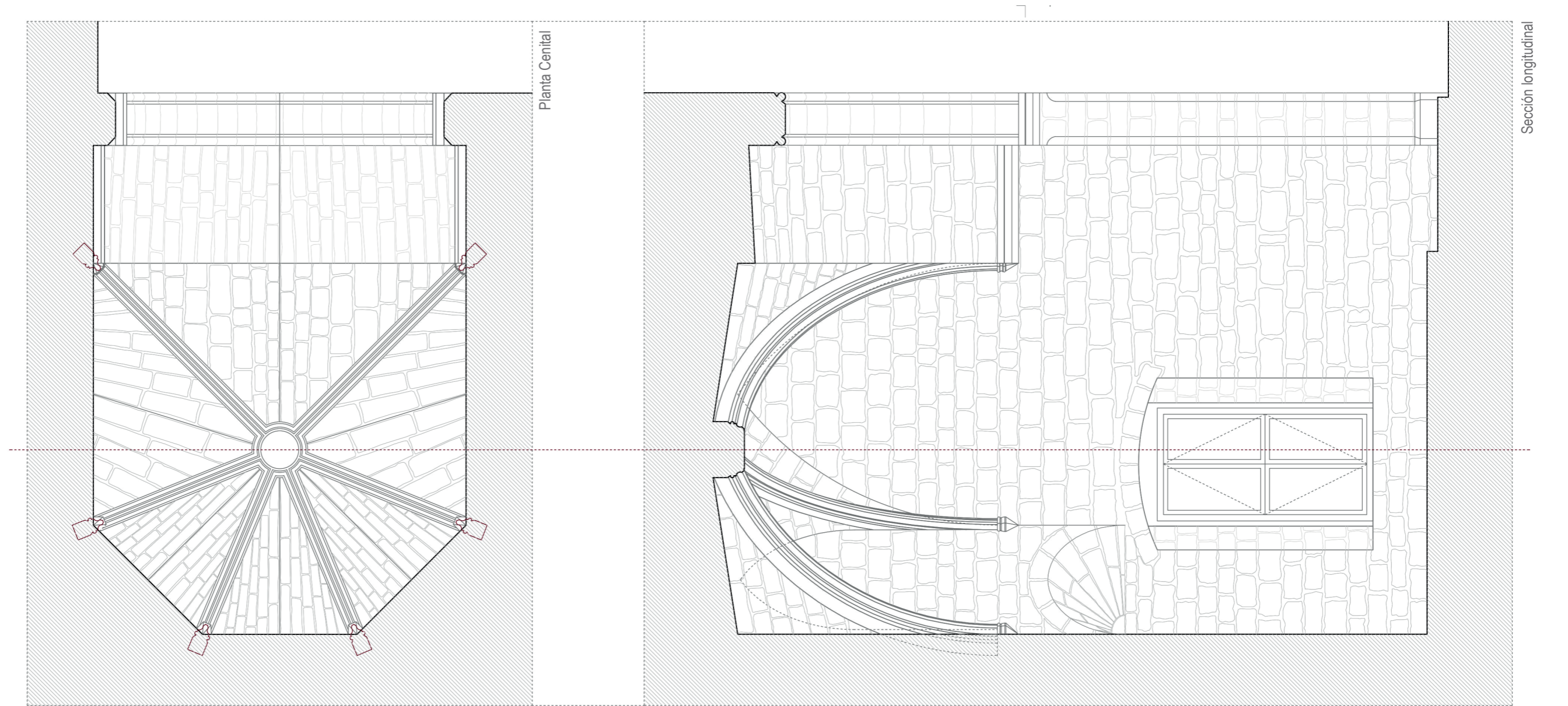


Fig.153. Planta y sección de la capilla a escala 1:50 (Dibujo propio)

Escala gráfica : 1:50
0 1 2 3 4 5

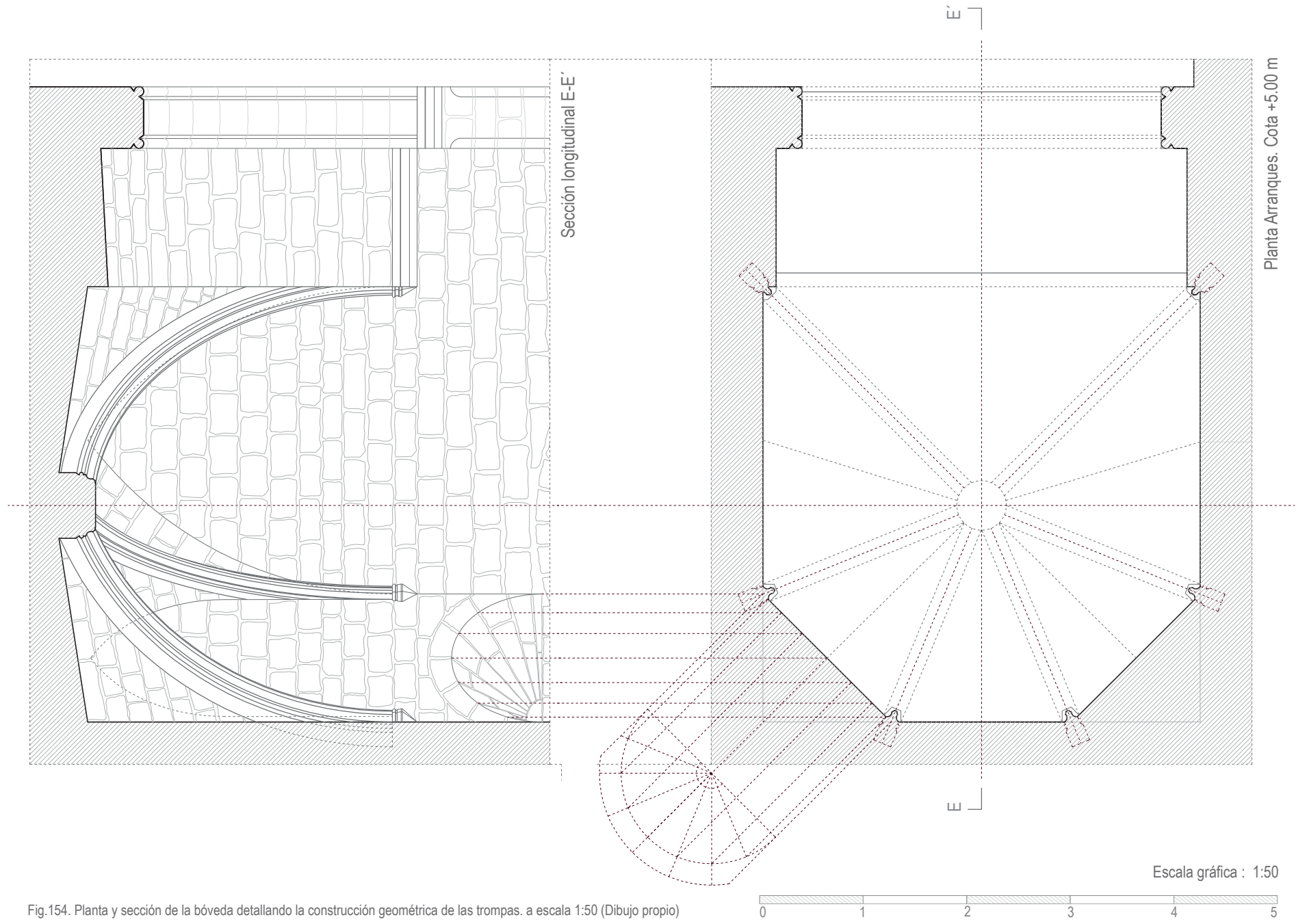


Fig.154. Planta y sección de la bóveda detallando la construcción geométrica de las trompas. a escala 1:50 (Dibujo propio)

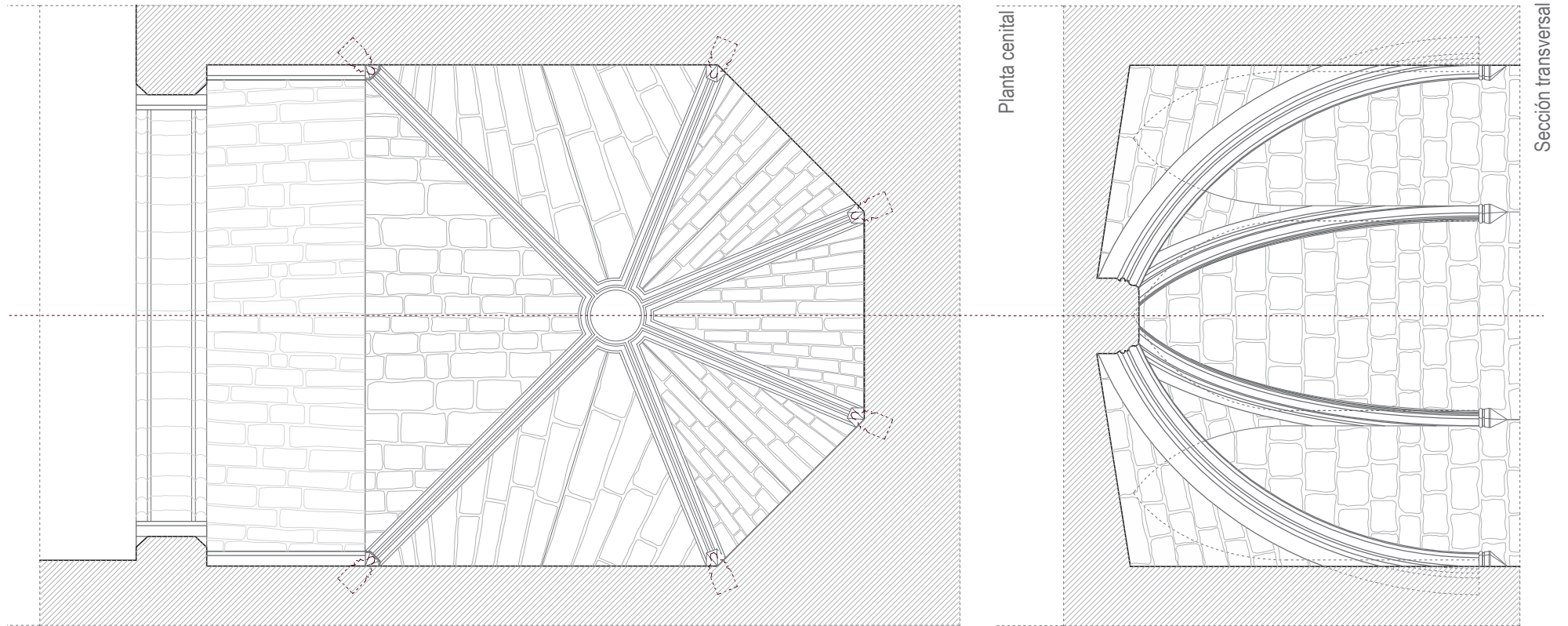


Fig.155. Planta y sección de la bóveda a escala 1:50 (Dibujo propio)

Escala gráfica : 1:50



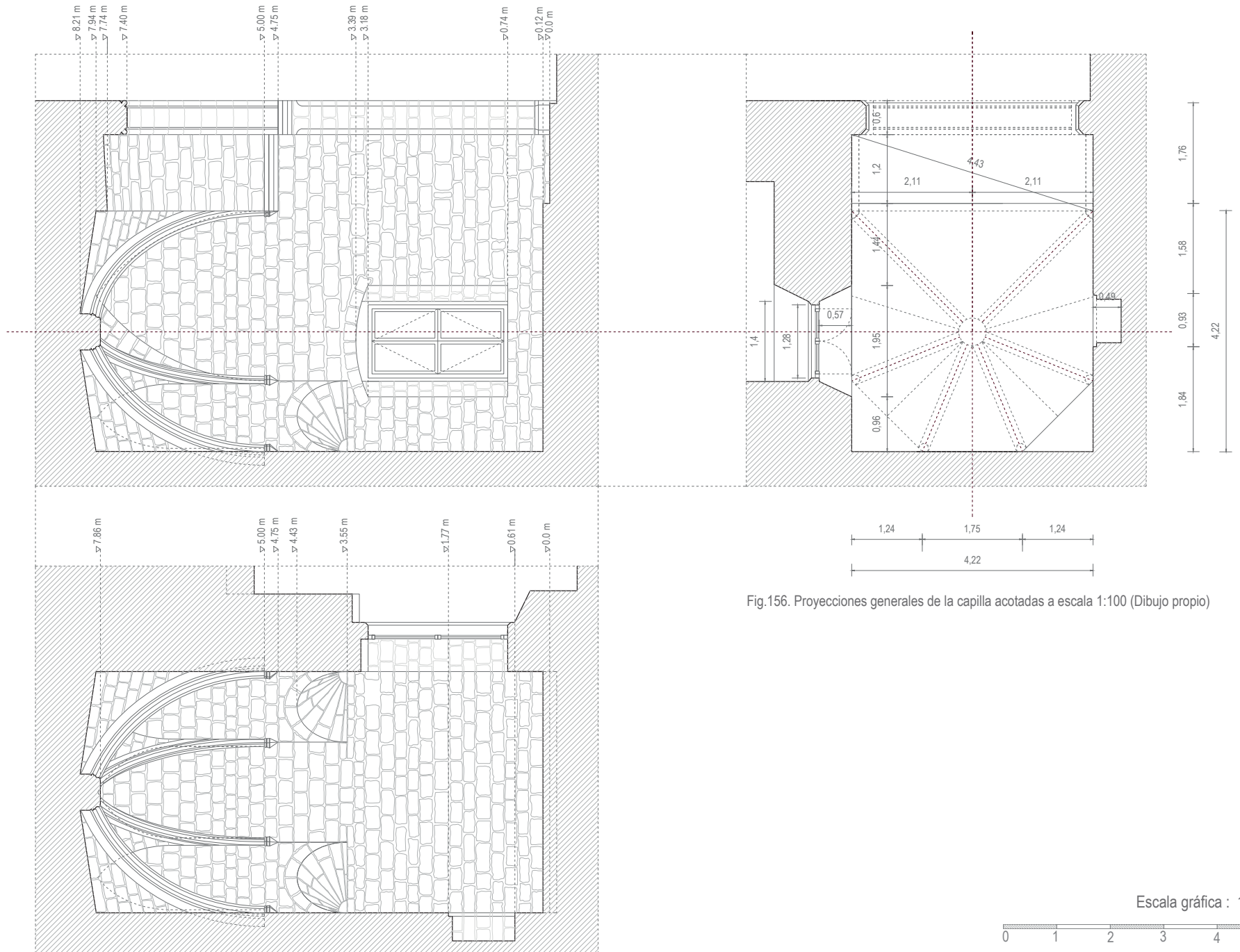


Fig.156. Proyecciones generales de la capilla acotadas a escala 1:100 (Dibujo propio)

Escala gráfica : 1:100



4.2.7. MODELO 3D

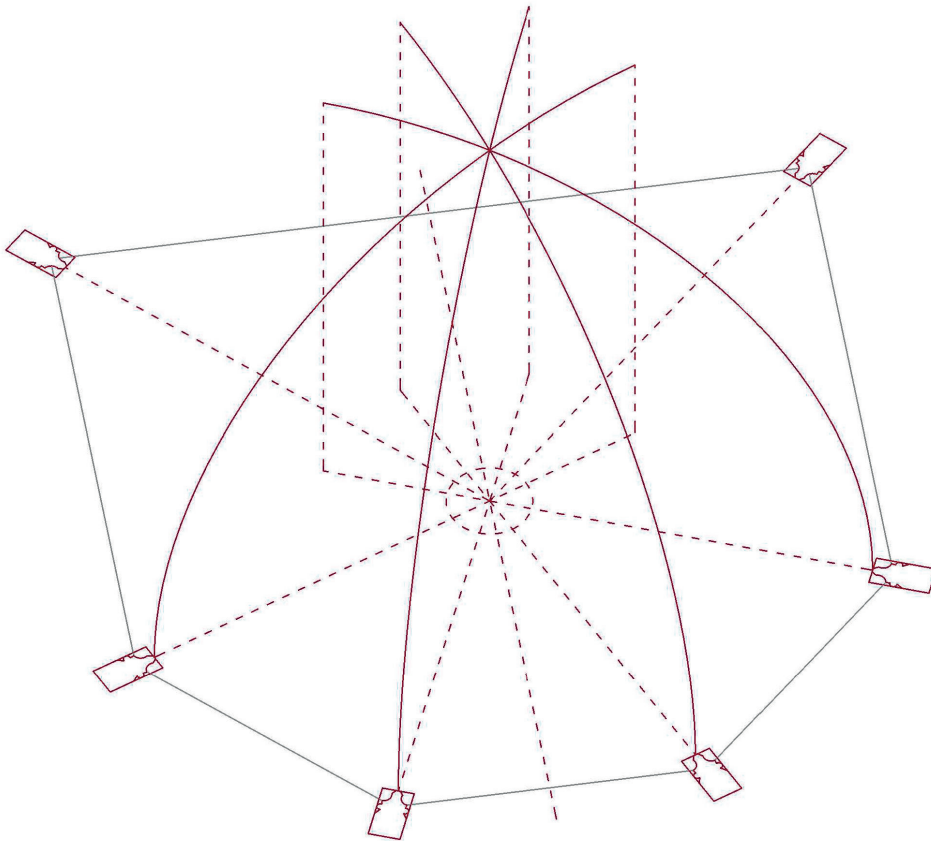


Fig.157. Modelo 3D. Arcos de los nervios traseros (Dibujo propio)

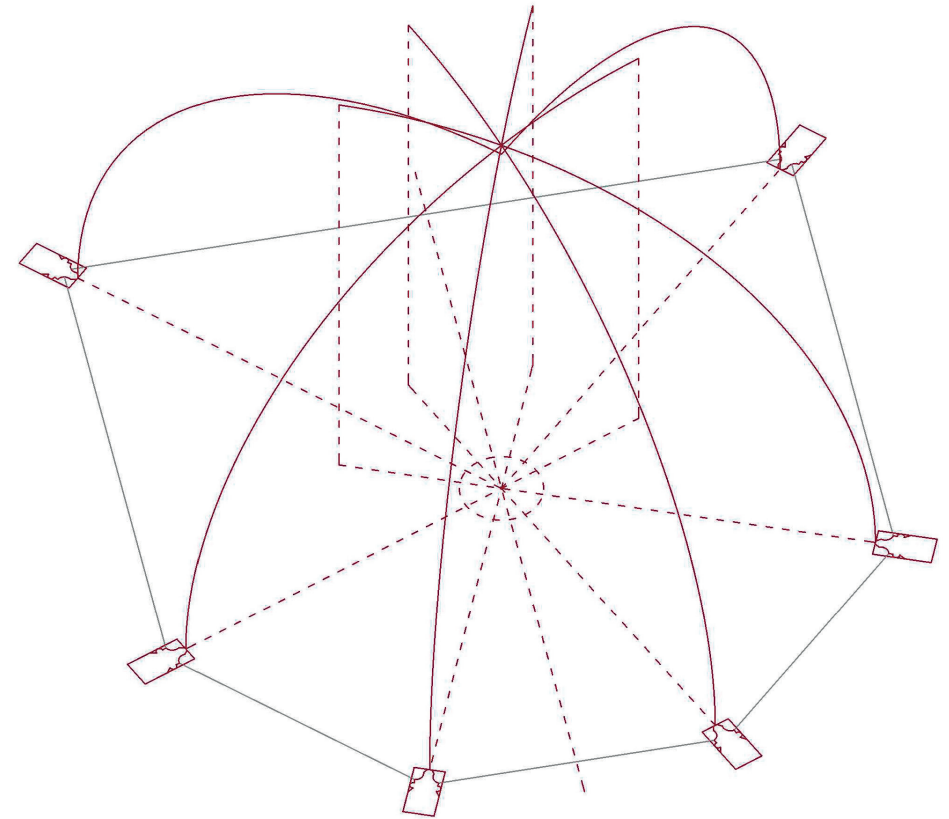


Fig.158. Modelo 3D. Arcos de los nervios que conforman la bóveda (Dibujo propio)

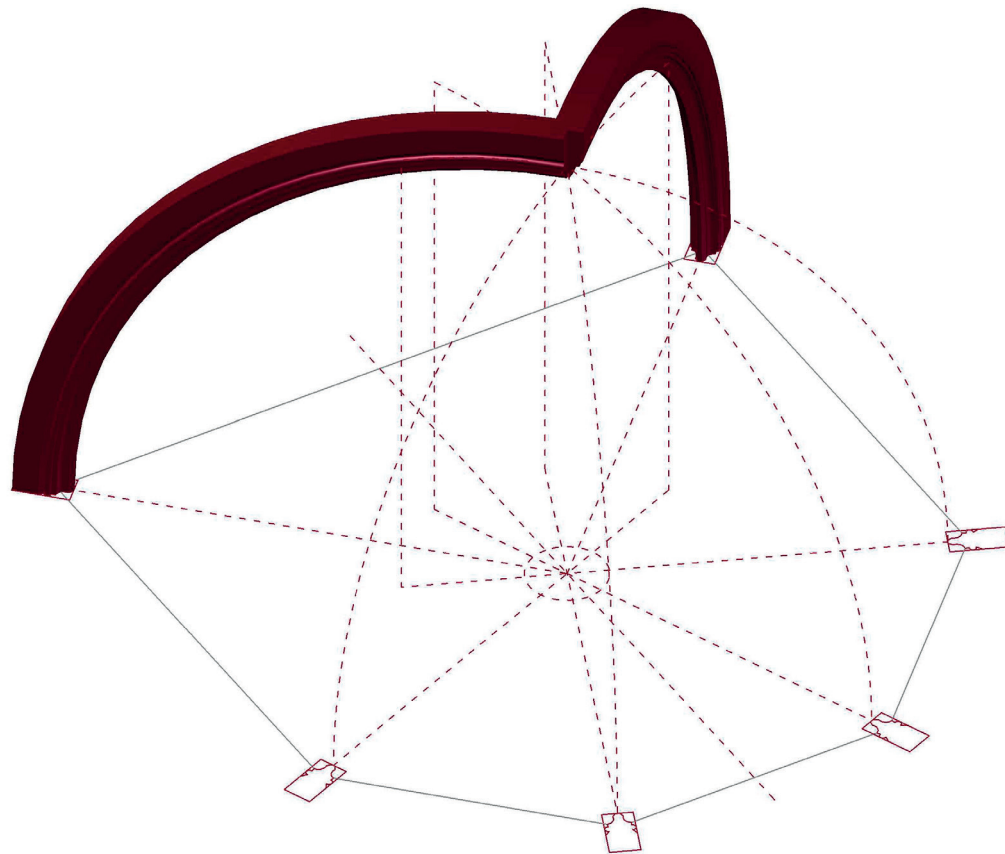


Fig.159. Modelo 3D. Nervios delanteros (Dibujo propio)

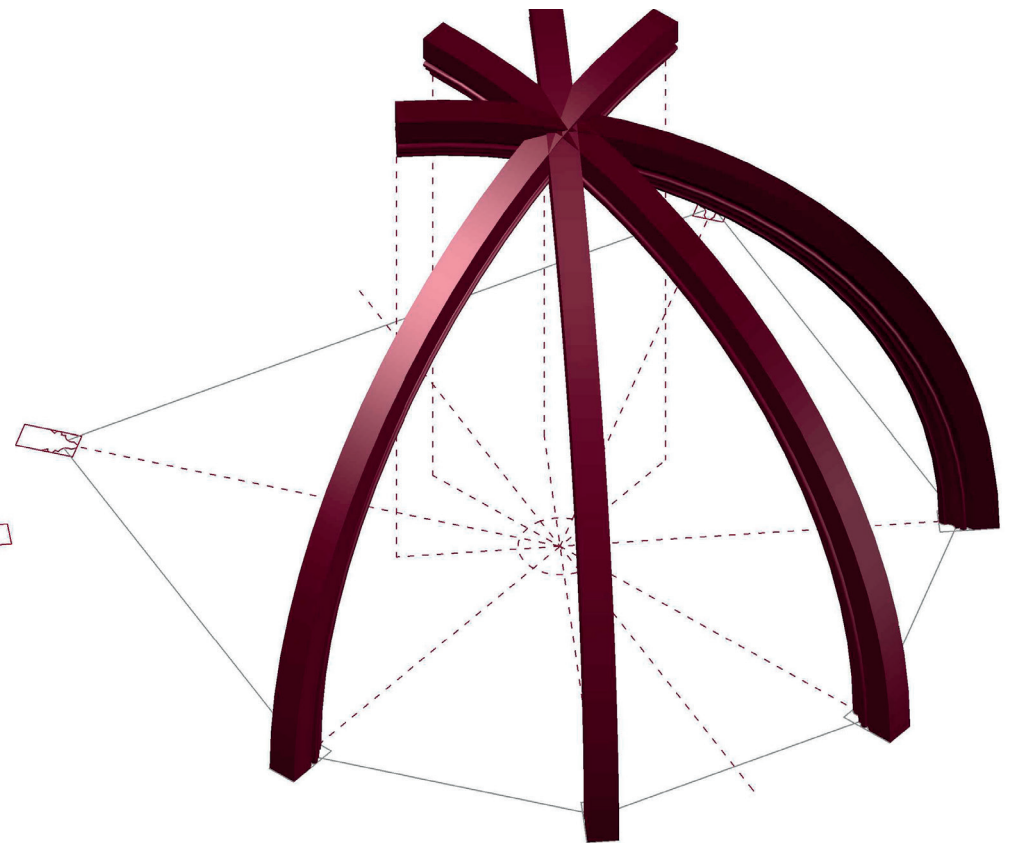


Fig.160. Modelo 3D. Nervios traseros (Dibujo propio)

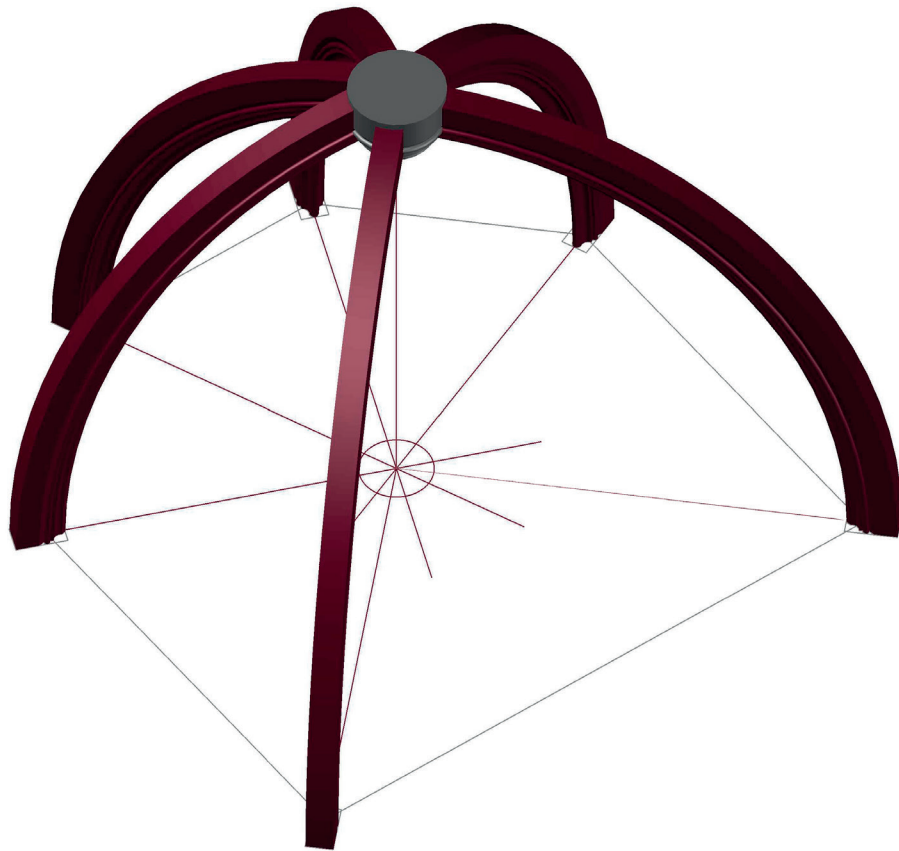


Fig.161. Modelo 3D (Dibujo propio)

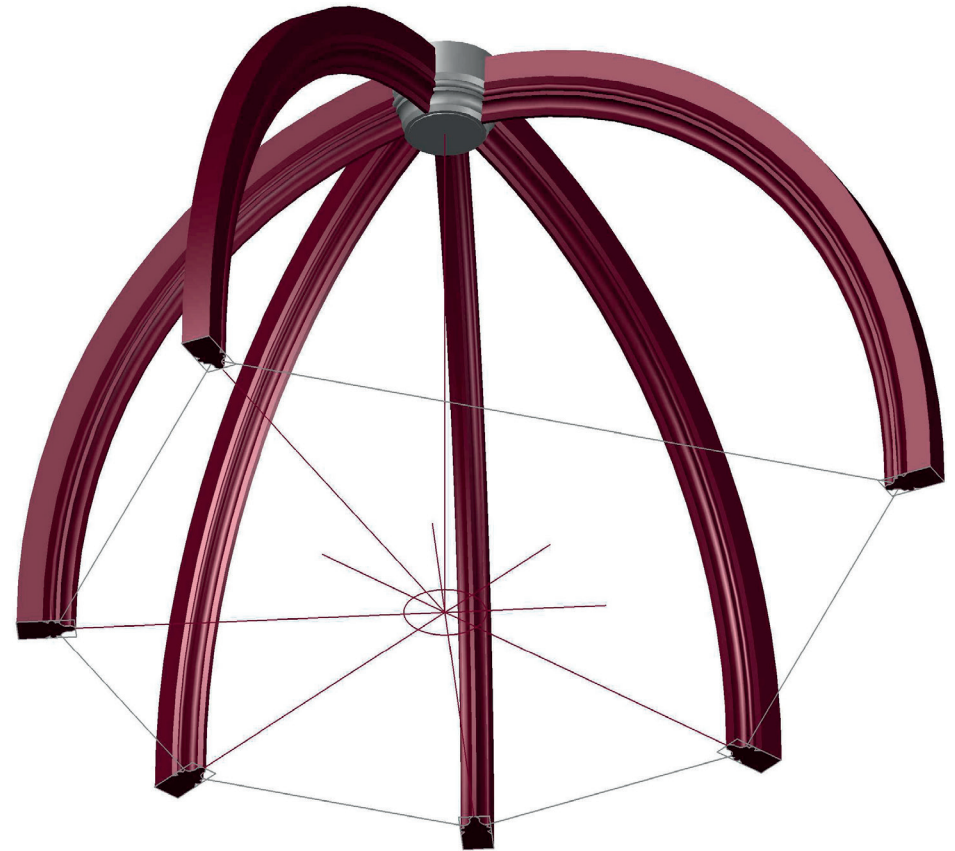


Fig.162. Modelo 3D. Vista cenital (Dibujo propio)

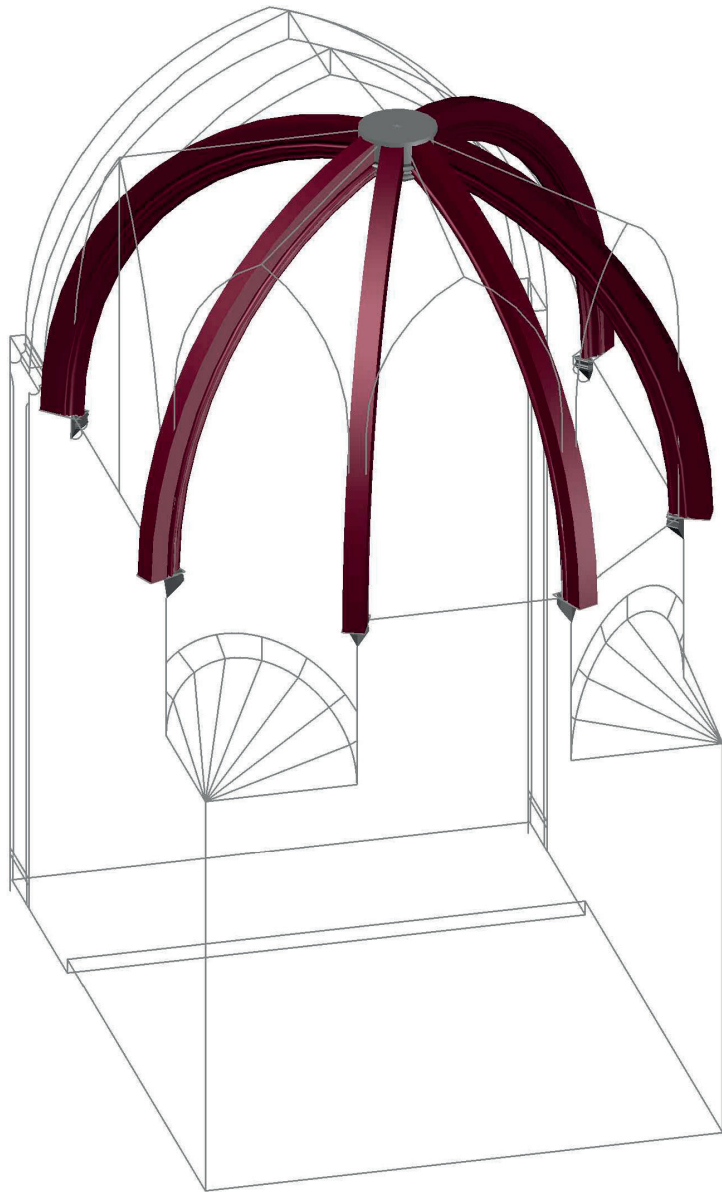


Fig.163. Modelo 3D (Dibujo propio)

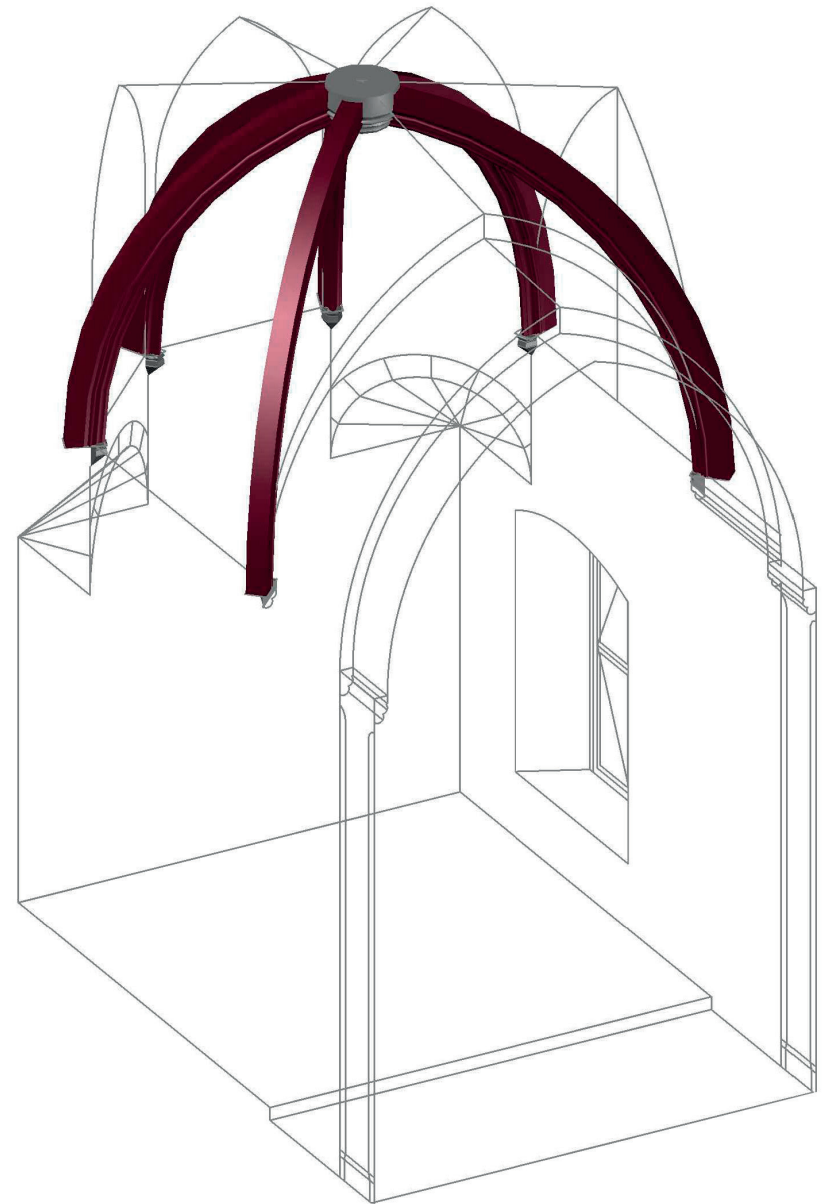


Fig.164. Modelo 3D (Dibujo propio)

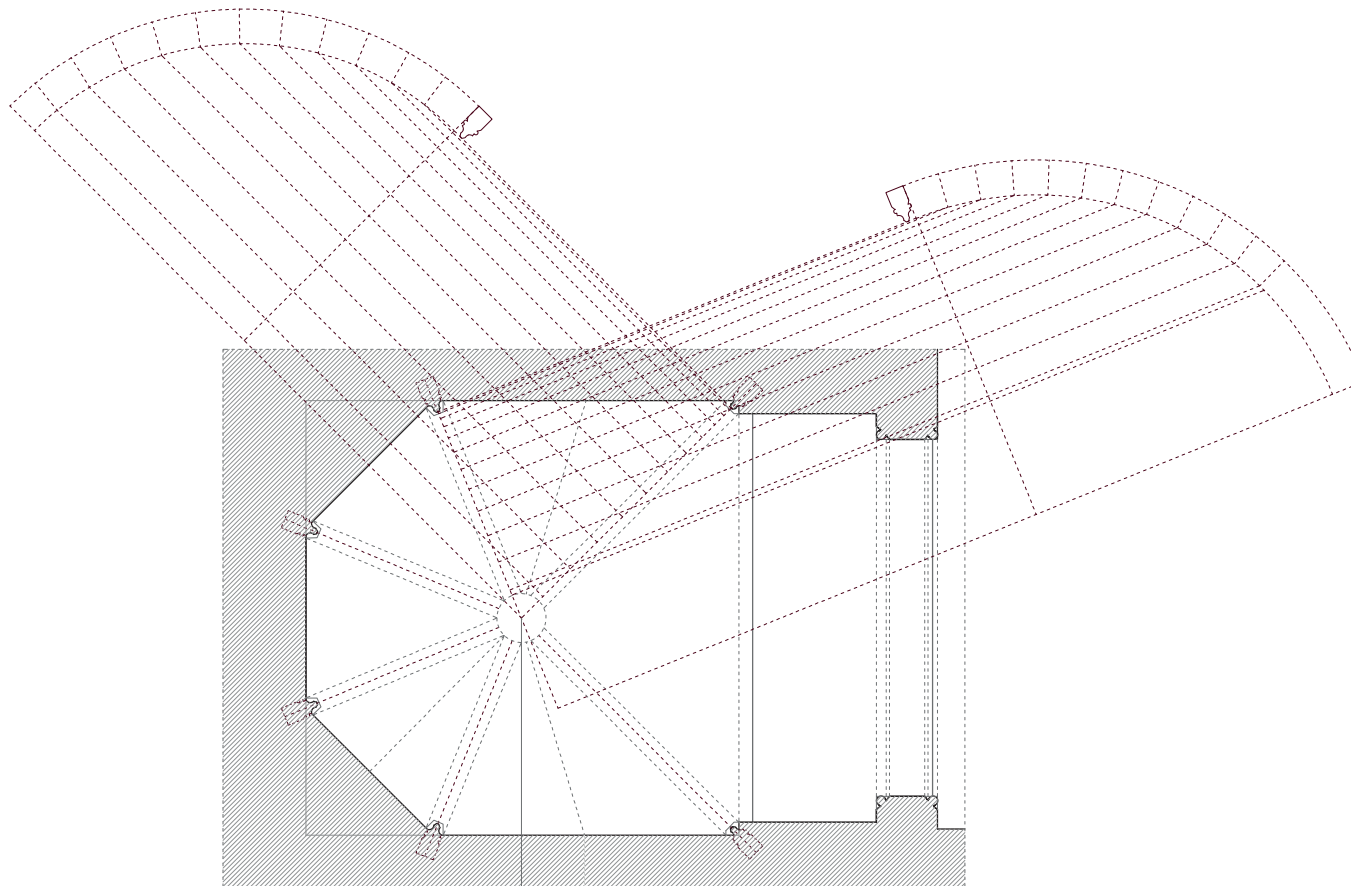
4.2.8. CONSTRUCCIÓN

La capilla del baptisterio de la iglesia de Santa María de El Puig está materializada en todos sus planos verticales por sillares de piedra rojiza (fig.166), de unas dimensiones, aproximadamente de 21 x 30 cm y unas juntas de 1,5-3 cm. Este material predomina también en otras partes del monasterio y de la iglesia.

Las ménsulas que permiten el arranque de los nervios están constituidas por un único macizo de piedra tallada según su geometría. Igual ocurre con la clave de la bóveda; es una única pieza de envolvente cilíndrica tallada con el mismo perfil que los nervios. Geométricamente se genera por revolución a partir de dicho perfil con un radio de 31.5 cm en la parte oculta de la clave. Los brazos para la recepción de los seis nervios que llegan a ella tienen una longitud muy pequeña.

Los nervios cruceros tanto delanteros como traseros, están contruidos por once dovelas de piedra (Figura 165) que arrancan de las ménsulas y se reúnen en la clave generando así la estructura de la bóveda.

La plementería apoya sobre los muros y el trasdós de los nervios según disposición de la escuela francesa con unas piezas de piedra cuyo es espesor no se ha podido obtener.



Escala gráfica : 1:75



Fig.165. Despiece de las dovelas de los nervios delanteros y traseros (Dibujo propio)



Fig.166. Imagen del sillar rojizo (Imagen propia)



5. CONCLUSIONES

Realizados los diferentes análisis que se han llevado a cabo a lo largo del desarrollo del presente Trabajo Final de Grado, se ha podido comprobar y analizar gráficamente todos y cada uno de los elementos que conforman la bóveda simple *radial* de la capilla del baptisterio de la iglesia de Santa María de El Puig.

Siguiendo el objetivo principal y los diversos objetivos específicos que se plantearon al inicio del trabajo, se ha desarrollado una metodología de trabajo fundamentada en las visitas de campo al monasterio de El Puig para, de esta manera, obtener la mayor información gráfica y planimetría tanto del conjunto arquitectónico, la iglesia y la bóveda.

Esta bóveda formada por cruceros radiales, conservada desde su construcción en el siglo XIV por la casa de Lauria, surge de una planta ochavada (medio octógono) que se apoya sobre trompas cónicas. Mediante estas, la capilla pasa de una forma cuadrada a una forma poligonal en altura, surgiendo en los vértices del polígono y sobre ménsulas, cada uno de los nervios que conforman la bóveda.

Para abordar el estudio se han analizado las proporciones generales, las curvaturas de arcos y geometría de todos los elementos que conforman la bóveda, partiendo de croquis a mano alzada realizados in situ y con su posterior puesta a escala y modelado en tres dimensiones.

Tras los estudios y análisis llevados a cabo, se ha comprobado que la capilla es de planta rectangular de 4,22 x 6,11 metros de lado y está formada en su desarrollo longitudinal por el arco apuntado que da acceso a la capilla formado por dos arcos de radio 2.88 metros con centro desplazado 1.14 metros respecto al eje de simetría (y que realmente formaría parte de uno de los arcos formeros de la nave lateral del evangelio de la iglesia).

Llaman la atención dos cuestiones. En primer lugar, en la pared este de la capilla, aparece una ventana. Sin embargo, tras ella se sitúa la entrada de la iglesia, cubierta también por bóveda de crucería. Resulta extraño la existencia de la ventana cuando el espacio inmediatamente siguiente también es interior. Y en segundo lugar, el macizo localizado a la derecha del arco de entrada a la capilla ya que al estar situada justo bajo del campanario se puede hablar de una posible escalera en ese punto.

A continuación, por un arco fajón formado por dos arcos apuntados de radio 2.89 metros con centro desplazado 0.91 metros respecto al eje de simetría, ambos anteriores, arrancan de la misma manera, sobre una moldura con forma de modillón de rollo y por último, se encontraría la bóveda propiamente dicha.

En cuanto a la planta de la bóveda, como se suponía, es de geometría cuadrada hasta una altura de 3.55 metros (coincidente con la aparición de las trompas), siendo cada uno de sus lados 4,22 metros y con un único eje de simetría en la dirección longitudinal de la capilla es decir, en la línea de espinazo Norte-Sur. A partir de 4.43 metros de altura, la planta de la bóveda pasa a tener forma ochavada, es decir está formada por medio octógono de lado 1,75 metros cuyo centro del polígono se localizaría en el centro de la clave.

En cuanto a las alturas generales del conjunto abovedado, estas varían entre 7.94 metros (en el encuentro de la línea de espinazo con la clave), 8,21 metros (en el encuentro con los arcos formeros de la bóveda) y 7,86 (en el intradós de la clave).

En cuanto a los arcos formeros de la bóveda, se presentan en ella dos tipos distintos. Por un lado, aquellos que se localizan en los lados del octógono es decir, en el frente norte de la capilla y los cuales recogen los cuatro nervios traseros y por otro lado, los dos arcos

formeros laterales de las paredes este y oeste. Los primeros, son más estrechos y están formados por un tramo recto de 1.62 metros que parte del encuentro del nervio con la pared y por dos arcos de circunferencia de radio 1.45 metros siendo tangente en su encuentro con la parte recta. Sin embargo, los otros dos arcos formeros, están formados por dos arcos de circunferencia de 3.66 metros de radio que parten siendo tangentes, desde el encuentro entre los planos que envuelven la bóveda.

Todos los nervios que aparecen en la bóveda surgen de la misma manera y en el mismo plano. Estos arrancan sobre ménsulas situadas a una altura de 4,75 metros y con un desarrollo en altura de 23 centímetros. Por ello, el inicio de los nervios, se produce a una altura de 4,98 metros.

A pesar de nacer en el mismo punto, no todas las ménsulas desde las que arrancan los nervios son iguales sino que, en el caso de los nervios delanteros es decir, los más próximos a la entrada de la capilla, y que nacen tras el arco fajón, arrancan sobre ménsulas que atestan sobre dos planos ortogonales y en el caso de los cuatro nervios traseros, es decir aquellos que se localizan en el frontal norte de la capilla, surgen de una tipología de ménsulas que se acoplan a las caras del octógono puesto que nacen en el encuentro de los planos que lo conforman. A pesar de ello, todas tienen forma de pirámide invertida.

El perfil de los nervios que dan estructura a la bóveda, presenta en todos ellos la misma geometría. El perfil obtenido, puede inscribirse en un rectángulo de palmo y medio valenciano (1 palmo = 22,65 cm) es decir, 33,975 centímetros de longitud por 18 centímetros de ancho, esto es, 9 centímetros desde el eje de simetría del nervio.

Tras el análisis, se ha comprobado que existen dos tipos de curvatura de los nervios. Por una parte, los nervios delanteros están formados por un cuarto de circunferencia con centro en la clave de radio 2.89 metros medido desde el intradós del nervio (en el listel) y un radio

de 3,23 metros medidos en el trasdós del nervio.

Por otra parte, los cuatro nervios traseros, están formados por un arco de circunferencia con el centro desplazado con respecto a la clave puesto que salvan la misma altura pero su proyección en planta es relativamente más corta. En este caso, el arco de circunferencia de los nervios es de 3,11 metros medido desde el intradós del nervio y de 3,45 metros en el trasdós. Todo ello justifica que en los arranques, todos los nervios sean tangentes mientras que en el encuentro con la clave no lo sean. Además, la diferencia entre los radios de ambos nervios es de un palmo valenciano.

El punto de encuentro de los nervios en la parte superior, se lleva a cabo mediante una clave compuesta por una pieza de cantería del mismo perfil que los nervios. En este caso, los nervios delanteros son tangentes en el centro de la clave por lo tanto no lo son en su llegada a ella y los nervios traseros al ser arcos apuntados tampoco son tangentes en la llegada de éstos a la clave. Dado esto, la intersección geoméricamente no se produciría tal y como se ve en la realidad. Se ha llegado a la conclusión de que posiblemente las últimas dovelas que conforman los nervios cambian su geometría (diferencia ejecutada por el cantero) para conseguir el encuentro correcto.

Para pasar de la planta cuadrada a la planta ochavada se recurre al uso de trompas cónicas ejecutadas con el mismo material y las cuales esta formadas por media circunferencia de radio 87,5 centímetros.

Entre los nervios y para cubrir el espacio abovedado aparece la plementería. Tal y como se ha analizado, podríamos decir que está ejecutada según la escuela francesa que planteaba Viollet Le Duc es decir, con los plementos en arista.



6. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

Benito Domenech, F. (1983) *Catálogo de monumentos 128, Real monasterio de Santa María*. Valencia, Generalitat Valenciana, Conselleria de cultura, educació i ciència, pp. 54-64.

Bérchez, J, Jarque, F. (1994). *Arquitectura renacentista valenciana (1500-1570)*. Valencia: Bancaixa.

Capilla Tamborero, E (2016). *Hipótesis de métodos geométricos en perfiles de dovelas de bóvedas de crucería del monasterio de Santa María de Valldigna (Valencia)*. Tirant lo Blanch, pp. 731-744.

Capilla Tamborero, E. (2016) "Métodos geométricos para el trazado de los perfiles de los nervios de bóvedas de crucería. La Capilla de la Lonja de Valencia", 16 Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica. Alcalá de Henares, 2 y 3 junio. Alcalá de Henares: Departamento de Arquitectura de la Escuela de Arquitectura y Fundación General de la Universidad de Alcalá, pp. 1251-1259.

Casinello Pérez, F (1969). *Bóvedas y cúpulas de ladrillo*. Madrid: Instituto Eduardo Torroja.

Cloquell, J. A. (2013) "Xàtiva recupera l'ala sud de Sant Domènec", L'Informador setmanari d'informació comarcal, 30 de noviembre. Disponible en: <http://informador.net/xativa-recupera-lala-sud-de-sant-domenec/>

Domínguez Rodrigo, J (1992). *El Puig de Santa María: Aproximación histórica y valoración crítica*. Valencia: El autor, D.L.

Gómez Martínez, J (1998). *El gótico español de la edad moderna: Bóvedas de crucería*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Laule, U. (2004) *Arquitectura en la Edad Media*. Edición de Rolf Toman; fotografías de Achim Bednorz. Traducción del alemán: J. M. Storch. Berlín, Feierabend Verlag OHG.

Lampérez y Romea, V. (1930) *Historia de la Arquitectura Cristiana Española en la Edad Media (Historia de la arquitectura Cristiana Española, Tomo II)*, Espasa-Calpe, Madrid.

Navarro Fajardo, J.C. (2006). *Bóvedas de la arquitectura gótica valenciana: traza y montea*. Valencia: Publicacions Universitat de València.

Palacios, J. C. (2009) *La cantería medieval. La construcción de la bóveda gótica española*. Madrid, ed. Munilla-Lería.

Palacios Gonzalo, J.C. (2005). *La geometría de la bóveda de crucería Española del XVI*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

Palacios Gonzalo, J.C. (2015). *Taller de construcción gótica I*. Madrid: Munilla-Lería.

Rovira y Rabassa, A (1897). *Estereotomía de la piedra, 1ª Parte t-038, II*. Barcelona: Librería y estampería calle de Fernando VII.

Thunnissen, H (2012). *Bóvedas: su construcción y empleo en la arquitectura*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Turismo en la Comunitat Valenciana. Real monasterio de Santa María del Puig. Disponible en: <http://comunitatvalenciana.com/donde-ir/valencia-terra-i-mar/el-puig-de-santa-maria/monumento/real-monasterio-de-santa-maria-del-puig/>

TESIS DOCTORALES

Capilla Tamborero, E. (2016). *Geometría, arte y construcción. Las bóvedas de los siglos XIII a XVI en el entorno valenciano*. Tesis inédita. Universitat Politècnica de València.

Domínguez Rodrigo, J (1989). *El Puig de Santa María: Aproximación histórica y valoración crítica, Tomos I y II*. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de València.

Huerta Fernández, S. (1990). *Diseño estructural de arcos, bóvedas y cúpulas en España*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Navarro Fajardo, J. C. (2004). *Bóvedas de crucería de los siglos XIV al XVI. Traza y montea*. Tesis doctoral. Universitat de València.

DICCIONARIOS

De La Plaza Escudero, L, Morales Gómez, A, Martínez Murillo, J.M. (2015) *Diccionario visual de términos de arte*. Madrid. Ediciones Cátedra (grupo Anaya)

D.K.Ching, Francis (2015) *Diccionario visual de arquitectura*. Segunda edición ampliada. Barcelona. Editorial Gustavo Gili, S.L.

Morales Marín, J. L. (1987). Historia de la arquitectura española. Diccionario de la arquitectura española. Zaragoza: Luis vives.

ARTÍCULOS DE REVISTAS Y PERIÓDICOS

Barberá, A (1922) Archivo del monasterio del Puig. Diario de Valencia del domingo día 3 de septiembre, Número 3941.

Mateu y Llopis, F. (1968) Del pirineo a El Puig de Santa María. El Puig de Santa María. Órgano de la asociación ``amics del Puig`` Número 132.

Martínez Ortiz, J (1968) El Puig, centro espiritual e histórico y monumento museo de gran, Diario ABC del 14 de enero, p. 61.

Natividad Vivó, P, Calvo López, J, Muñoz Cosme, G. (2012) La bóveda de crucería anervada del portal de Quart de Valencia, Revista expresión gráfica arquitectónica, nº 19, pp. 190-197.

Vázquez de Castaño, Mº D (1949) Nuestra señora de el Puig, cuna de la reconquista, Revista senda, octubre 1949, pp. 16-18

Zaragoza Catalás, A. (2009) A propósito de las bóvedas de crucería y otras bóvedas medievales. Anales de historia del arte, volumen extraordinario, pp. 99-126

IMÁGENES

Figura 0. Imagen propia (2018). *Bóveda de la capilla del baptisterio* [Fotografía].

Figura 1. Puig AMP, VI, G. F. (1962-68) [Fotografía].

Figura 2. Dibujo propio (2018). *Planta de la bóveda del baptisterio* [Dibujo].

Figura 3. Dibujo propio (2018). *Sección de la bóveda* [Dibujo].

Figura 4. Dibujo propio (2018). *Perfil arco de entrada de la capilla* [Dibujo].

Figura 5. Dibujo propio (2018). *Arco de entrada a la capilla* [Dibujo].

Figura 6. Dibujo propio (2018). *Perfil modillón de rollo* [Dibujo].

Figura 7. Dibujo propio (2018). *Perfil del nervio de la bóveda del baptisterio* [Dibujo].

Figura 8. Dibujo propio (2018). *Croquis de puntos de la estación total* [Croquis].

Figura 9. Dibujo propio (2018). *Nube de puntos de AutoCad exportada de Photoscan* [dwg].

Figura 10. Puig AMP, VI, G. F. (1962-68) [Fotografía].

Figura 11. Benito Domenech, F. (1983) *Monasterio. Plano de situación* [Fotografía] Valen-

cia, Generalitat Valenciana, Conselleria de Cultura, Educació i Ciència p. 56.

Figura 12. Dibujo propio (2018). *Vista exterior de la fachada Norte del monasterio de El Puig* [Dibujo].

Figura 13. Puig AMP, VI, G. [Fotografía].

Figura 14. Puig AMP, VI, G. F. (1962-68) [Fotografía].

Figura 15. Puig AMP, VI, G. F. (1968) [Fotografía].

Figura 16. Puig AMP, VI, G. [Fotografía].

Figura 17. Benito Domenech, F. (1983) *Monasterio. Planta* [Fotografía] Valencia, Generalitat Valenciana, Conselleria de Cultura, Educació i Ciència p. 57.

Figura 18. Puig AMP, VI, G. F. [Fotografía].

Figura 19. Puig AMP, VI, G. F. [Fotografía].

Figura 20. Domínguez Rodrigo, J (1992) *Plantas de la iglesia* [Dibujo]. Valencia. El autor, D.L.

Figura 21. Imagen propia (2018). *Nave central* [Fotografía].

Figura 22. Imagen propia (2018). *Patio central del monasterio de Santa María* [Fotografía].

Figura 23. Morales Marín, J. L. (1987). *Bóveda de crucería* [Dibujo]. Zaragoza: Luis Vives.

Figura 24. Rovira y Rabassa, A (1897) *Clasificación de bóvedas* [Fotografía] Barcelona: Librería y estampería calle de Fernando VII, p.359.

Figura 25. Thunnissen, H. J. W (2012). *Lamina 54* [Dibujo] Barcelona: Gustavo Gili, SL.

Figura 26. Imagen propia (2017). *Bóveda del baptisterio de la iglesia de Santa María de El puig* [Fotografía].

Figura 27. Thunnissen, H. J. W (2012). *Lámina 51* [Dibujo] Barcelona: Gustavo Gili, SL.L

Figura 28. Alan D. Iselin (2004). *Proceso de construcción de las bóvedas radiales de uso generalizado en el próximo oriente desde el –IV hasta el I milenio de nuestra era* [Dibujo] ed. Española de Scientific american, p.32

Figura 29. Thunnissen, H. J. W (2012). *Lamina 23* [Dibujo] Barcelona: Gustavo Gili, SL.

Figura 30. Thunnissen, H. J. W (2012). *Lamina 26* [Dibujo] Barcelona: Gustavo Gili, SL.

Figura 31. Thunnissen, H. J. W (2012). *Lamina 35* [Dibujo] Barcelona: Gustavo Gili, SL.

Figura 32. Thunnissen, H. J. W (2012). *Lamina 23* [Dibujo] Barcelona: Gustavo Gili, SL.

Figura 33. Imagen propia (2017). *Bóvedas de la nave central de la catedral de Notre Dame de París* [Fotografía].

Figura 34. Imagen propia (2016). *Bóveda de abanico del acceso a Christ Chruuch de Oxford* [Fotografía].

Figura 35. Palacios, J. C. (2009). *Tipología de bóvedas más notables, en función de la forma, que se desarrollaron en el gótico español* [Dibujo] Madrid, ed. Munilla-Lería, p. 120.

Figura 36. Laule, U. (2004). *Formas de bóvedas empleadas en el románico* [Dibujo] ed. Feierabend Verlag OHG, p. 23.

Figura 37. Laule, U. (2004). *Formas de bóvedas empleadas en el gótico* [Dibujo] ed. Feierabend Verlag OHG, p. 23.

- Figura 38.** Navarro Fajardo, J.C. (2006). *Aproximaciones de los tipos de bóvedas según Viollet Le Duc* [Dibujo] Valencia: Publicacions Universitat de València, p. 62.
- Figura 39.** Cloquell, J. A. (2013) *Xàtiva recupera l'ala sud de Sant Domènec*, L'Informador setmanari d'informació comarcal, 30 de noviembre. Disponible en: <http://linformador.net/xativa-recupera-lala-sud-de-sant-domenec/> [Fotografía].
- Figura 40.** Navarro Fajardo, J.C. (2006). *Claustro del convento de San Jerónimo de Cotalba* [Dibujo] Valencia: Publicacions Universitat de València, p. 63.
- Figura 41.** Navarro Fajardo, J.C. (2006). *Claustro del convento de Santo Domingo de Valencia* [Dibujo] Valencia: Publicacions Universitat de València, p. 63.
- Figura 42.** *Bóvedas de crucería simple de la catedral de Valencia*. Disponible en: <https://www.visitvalencia.com/shop/visitas-guiadas/visitas-guiadas-centro-historico/visita-guiada-ruta-santo-grial> [Fotografía].
- Figura 43.** Imagen propia (2017). *Bóvedas de la iglesia de Santa María de El Puig*. [Fotografía].
- Figura 44.** Navarro Fajardo, J.C. (2006). *Bóveda sexpartita de la iglesia parroquial de Utiel* [Fotografía] Valencia: Publicacions Universitat de València, p. 72.
- Figura 45.** Capilla Tamborero, E. (2016). *Bóvedas de crucería de la nave de la iglesia arciprestal de San Mateo. Castellón* [Fotografía]. Tesis inédita. Universitat Politècnica de València, p.147.
- Figura 46.** D.K.Ching, Francis (2015) *Bóveda estrellada* [Dibujo] Barcelona. Ed. Gustavo Gili, S.L. p. 29.
- Figura 47.** Imagen propia (2018). *Bóveda estrellada de la capilla de la Inmaculada*. [Fotografía].
- Figura 48.** Navarro Fajardo, J.C. (2006). *Capilla de la lonja de Valencia* [Fotografía] Valencia: Publicacions Universitat de València, p. 77.
- Figura 49.** Natividad Vivó, P, Calvo López, J, Muñoz Cosme, G. (2012). *Vista del intradós de la bóveda con la peculiar disposición romboidal de las juntas de lecho entre hiladas* [Fotografía], p.193.
- Figura 50.** Navarro Fajardo, J.C. (2006). *Presbiterio de la iglesia de Santa María de el Puig* [Fotografía] Valencia: Publicacions Universitat de València, p.90.
- Figura 51.** Imagen propia (2018). *Capilla del baptisterio de la iglesia de Santa María de el Puig* [Fotografía]
- Figura 52.** Navarro Fajardo, J.C. (2006). *Ápside de la ermita de Santa Anna de Xàtiva antes de la reconstrucción* [Fotografía] Valencia: Publicacions Universitat de València, p. 95.
- Figura 53.** Navarro Fajardo, J.C. (2006). *Planta del ábside de la ermita de Santa Anna de Xàtiva* [Dibujo] Valencia: Publicacions Universitat de València, p. 95.
- Figura 54.** Navarro Fajardo, J.C. (2006). *Ápside de la iglesia arciprestal de San Mateo* [Dibujo] Valencia: Publicacions Universitat de València, p. 91.
- Figura 55.** Dibujo propio (2018). *Bóveda simple radial de la capilla del baptisterio* [Croquis].
- Figura 56.** Dibujo propio (2018). *Clave de la bóveda de la capilla del baptisterio* [Croquis].
- Figura 58.** Puig AMP, VI, G. F. [Fotografía].
- Figura 59.** Puig AMP, VI, G. F. (1968) [Fotografía].
- Figura 60.** Puig AMP, VI, G. F. [Fotografía].
- Figura 61.** Benito Domenech, F. (1983) *Portada de la iglesia*. [Fotografía] Valencia, Generalitat Valenciana, Conselleria de Cultura, Educació i Ciència p. 59.
- Figura 62.** Benito Domenech, F. (1983) *Monasterio. Exterior* [Fotografía] Valencia, Generalitat Valenciana, Conselleria de Cultura, Educació i Ciència p. 60.
- Figura 63.** Puig AMP, VI, G. F. [Fotografía].
- Figura 64.** Puig AMP, VI, G. F. (1970-72) [Fotografía].
- Figura 65.** Puig AMP, VI, G. F. [Fotografía].
- Figura 66.** Puig AMP [Fotografía].
- Figura 67.** Domínguez Rodrigo, J. (1992) *Secciones longitudinal y transversal de la iglesia de El Puig* [Dibujo]. Valencia. El autor, D.L.
- Figura 68.** Domínguez Rodrigo, J. (1992) *Planta tercera y principal del edificio* [Dibujo]. Valencia. El autor, D.L.
- Figura 69.** Domínguez Rodrigo, J. (1992) *Plantas de la iglesia de El Puig* [Dibujo]. Valencia. El autor, D.L.
- Figura 70.** Domínguez Rodrigo, J. (1992) *Axonometría del conjunto monacal* [Dibujo]. Valencia. El autor, D.L.
- Figura 71.** Domínguez Rodrigo, J. (1992) *Fachada norte* [Dibujo]. Valencia. El autor, D.L.
- Figura 72.** Domínguez Rodrigo, J. (1992) *Cónica central del patio claustal* [Dibujo]. Valencia. El autor, D.L.
- Figura 73.** Domínguez Rodrigo, J (1992) *Planta de cubiertas* [Dibujo]. Valencia. El autor, D.L.
- Figura 74.** Imagen propia (2018). *Vista del monasterio de Santa María de El Puig, fachada Sur* [Fotografía].
- Figura 75.** Imagen propia (2018). *Vista del monasterio de Santa María de El Puig, fachada Norte* [Fotografía].
- Figura 76.** Imagen propia (2018). *Vista de la escalinata de acceso a la iglesia de Santa María* [Fotografía].
- Figura 77.** Imagen propia (2018). *Vista del torreón NO desde la cubierta* [Fotografía].
- Figura 78.** Imagen propia (2018). *Vista del patio central del Monasterio de Santa María* [Fotografía].
- Figura 79.** Imagen propia (2018). *Vista de la nave central de la iglesia desde el coro* [Fotografía].
- Figura 80.** Imagen propia (2018). *Nave lateral del evangelio de la iglesia* [Fotografía].
- Figura 81.** Imagen propia (2018). *Vista de la nave lateral de la iglesia* [Fotografía].

- Figura 82.** Dibujo propio (2018). *Croquis general* [Croquis].
- Figura 83.** Dibujo propio (2018). *Croquis general* [Croquis].
- Figura 84.** Dibujo propio (2018). *Croquis de la bóveda del baptisterio* [Croquis].
- Figura 85.** Dibujo propio (2018). *Croquis de la bóveda del baptisterio* [Croquis].
- Figura 86.** Dibujo propio (2018). *Croquis de la clave* [Croquis].
- Figura 87.** Dibujo propio (2018). *Croquis del arco de entrada a la capilla* [Croquis].
- Figura 88.** Dibujo propio (2018). *Croquis de los arranques de las columnas de acceso a la capilla* [Croquis].
- Figura 89.** Imagen propia (2018). *Adrián Pastor tomando datos in situ de la bóveda de la capilla del baptisterio* [Fotografía].
- Figura 90.** Dibujo propio (2018). *Croquis general acotado* [Croquis].
- Figura 91.** Dibujo propio (2018). *Croquis de la hornacina de la pared Oeste* [Croquis].
- Figura 92.** Imagen propia (2018). *Adrián Pastor tomando datos in situ de la bóveda* [Fotografía].
- Figura 93.** Imagen propia (2018). *Adrián Pastor tomando el perfil de uno de los nervios de la bóveda* [Fotografía].
- Figura 94.** Imagen propia (2018). *Adrián Pastor tomando las alturas generales de la capilla* [Fotografía].
- Figura 95.** Imagen propia (2018). *Adrián Pastor tomando el perfil del arranque del arco fajón de la capilla mediante el peine de arqueólogo* [Fotografía].
- Figura 96.** Dibujo propio (2018). *Croquis de nervios y arcos con los puntos tomados con la estación total* [Croquis].
- Figura 97.** Imagen propia (2018). *Adrián Pastor calculando el perfil obtenido con el peine de arqueólogo* [Fotografía].
- Figura 98.** Imagen propia (2018). *Adrián Pastor con la tutora Esther Capilla tomando puntos con la estación* [Fotografía].
- Figura 99.** Imagen propia (2018). *Adrián Pastor concretando un punto a través del ocular* [Fotografía].
- Figura 100.** Dibujo propio (2018). *Croquis de los puntos tomados con la estación total* [Croquis].
- Figura 101.** Dibujo propio (2018). *Puntos de los nervios diagonales traseros en dwg obtenidos con la estación total* [dwg].
- Figura 102.** Dibujo propio (2018). *Rebanadas horizontales obtenidas a partir del modelo 3D de Photoscan exportado a AutoCad* [dwg].
- Figura 103.** Dibujo propio (2018). *Rebanada vertical obtenidas a partir del modelo 3D de Photoscan exportado a AutoCad* [dwg].
- Figura 104.** Dibujo propio (2018). *Vista del modelo 3D realizado con Photoscan* [dwg].
- Figura 105.** Dibujo propio (2018). *Vista del modelo 3D realizado con Photoscan* [dwg].
- Figura 106.** Dibujo propio (2018). *Vista del modelo 3D realizado con Photoscan* [dwg].
- Figura 107.** Dibujo propio (2018). *Vista del modelo 3D realizado con Photoscan* [dwg].
- Figura 108.** Dibujo propio (2018). *Vista del modelo 3D realizado con Photoscan* [dwg].
- Figura 109.** Dibujo propio (2018). *Vista del modelo 3D realizado con Photoscan* [dwg].
- Figura 110.** Dibujo propio (2018). *Vista del modelo 3D realizado con Photoscan* [dwg].
- Figura 111.** Dibujo propio (2018). *Nube de puntos de AutoCad exportada de Photoscan* [dwg].
- Figura 112.** Dibujo propio (2018). *Nube de puntos de AutoCad exportada de Photoscan* [dwg].
- Figura 113.** Dibujo propio (2018). *Nube de puntos de AutoCad exportada de Photoscan* [dwg].
- Figura 114.** Dibujo propio (2018). *Nube de puntos de AutoCad exportada de Photoscan* [dwg].
- Figura 115.** Dibujo propio (2018). *Nube de puntos de AutoCad exportada de Photoscan* [dwg].
- Figura 116.** Dibujo propio (2018). *Nube de puntos de AutoCad exportada de Photoscan* [dwg].
- Figura 117.** Dibujo propio (2018). *Perfil a escala del nervio de la bóveda del baptisterio* [Dibujo].
- Figura 118.** Dibujo propio (2018). *Situación de las ménsulas delanteras a escala 1:150 e imagen* [Dibujo].
- Figura 119.** Dibujo propio (2018). *Perfil de la ménsula delantera con el peine de arqueólogo* [Dibujo].
- Figura 120.** Dibujo propio (2018). *Modelo 3D de la ménsula* [Dibujo].
- Figura 121.** Dibujo propio (2018). *Perfil de la ménsula a escala 1:3* [Dibujo].
- Figura 122.** Dibujo propio (2018). *Proyecciones a escala de la ménsula delantera* [Dibujo].
- Figura 123.** Dibujo propio (2018). *Situación de las ménsulas traseras a escala 1:150 e imagen* [Dibujo].
- Figura 124.** Dibujo propio (2018). *Perfil de la ménsula trasera con el peine de arqueólogo* [Dibujo].
- Figura 125.** Dibujo propio (2018). *Perfil de la ménsula trasera a escala* [Dibujo].
- Figura 126.** Dibujo propio (2018). *Perfil de la ménsula a escala 1:3* [Dibujo].
- Figura 127.** Dibujo propio (2018). *Modelo 3D de la ménsula* [Dibujo].
- Figura 128.** Dibujo propio (2018). *Perfil del nervio obtenido con peine de arqueólogo* [Dibujo].
- Figura 129.** Dibujo propio (2018). *Perfil del nervio a escala* [Dibujo].
- Figura 130.** Dibujo propio (2018). *Perfil del nervio a escala* [Dibujo].
- Figura 131.** Dibujo propio (2018). *Modelo 3D de la dovela* [Dibujo].
- Figura 132.** Imagen propia (2018). *Dovela de uno de los nervios* [Fotografía].
- Figura 133.** Imagen propia (2018). **Nervios delanteros** [Fotografía].

Figura 134. Dibujo propio (2018). *Proyecciones con el abatimiento de uno de los arcos diagonales delanteros* [Dibujo].

Figura 135. Imagen propia (2018). *Nervios traseros* [Fotografía].

Figura 136. Dibujo propio (2018). *Proyecciones con el abatimiento de los arcos diagonales*

traseros [Dibujo].

Figura 137. Dibujo propio (2018). *Proyecciones con el abatimiento de uno de los arcos formeros* [Dibujo].

Figura 138. Imagen propia (2018). *Arcos formeros traseros* [Fotografía].

Figura 139. Imagen propia (2018). *Arcos formeros laterales* [Fotografía].

Figura 140. Dibujo propio (2018). *Proyecciones con el abatimiento de uno de los arcos formeros* [Dibujo].

Figura 141. Dibujo propio (2018). *Croquis de la clave* [Croquis].

Figura 142. Imagen propia (2018). *Clave de la capilla del baptisterio* [Fotografía].

Figura 143. Dibujo propio (2018). *Modelo 3D de la clave* [Dibujo].

Figura 144. Dibujo propio (2018). *Detalle clave a escala 1:20* [Dibujo].

Figura 145. Dibujo propio (2018). **Vista de la plementería del modelo 3D de photoscan** [Dibujo].

Figura 146. Dibujo propio (2018). *Vista de la plementería del modelo 3D de photoscan* [Dibujo].

Figura 147. Dibujo propio (2018). *Planta central con despiece de plementería* [Dibujo].

Figura 148. Dibujo propio (2018). *Representación de proyecciones generales a escala 1:150* [Dibujo].

Figura 149. Dibujo propio (2018). *Planta y sección de la capilla a escala 1:50* [Dibujo].

Figura 150. Dibujo propio (2018). *Planta y sección de la capilla a escala 1:50* [Dibujo].

Figura 151. Dibujo propio (2018). *Planta y sección de la capilla a escala 1:50* [Dibujo].

Figura 152. Dibujo propio (2018). *Planta y sección de la capilla a escala 1:50* [Dibujo].

Figura 153. Dibujo propio (2018). *Planta y sección de la capilla a escala 1:50* [Dibujo].

Figura 154. Dibujo propio (2018). *Planta y sección de la capilla a escala 1:50* [Dibujo].

Figura 155. Dibujo propio (2018). *Planta y sección de la capilla a escala 1:50* [Dibujo].

Figura 156. Dibujo propio (2018). *Proyecciones generales de la capilla acotadas a escala 1:100* [Dibujo].

Figura 157. Dibujo propio (2018). *Modelo 3D* [Dibujo].

Figura 158. Dibujo propio (2018). *Modelo 3D* [Dibujo].

Figura 159. Dibujo propio (2018). *Modelo 3D* [Dibujo].

Figura 160. Dibujo propio (2018). *Modelo 3D* [Dibujo].

Figura 161. Dibujo propio (2018). *Modelo 3D* [Dibujo].

Figura 162. Dibujo propio (2018). *Modelo 3D* [Dibujo].

Figura 163. Dibujo propio (2018). *Modelo 3D* [Dibujo].

Figura 164. Dibujo propio (2018). *Modelo 3D* [Dibujo].

Figura 165. Despiece de las dovelas de los nervios delanteros y traseros (2018) [Dibujo].

Figura 166. Imagen sillar rojizo (2018). [Fotografía].

Figura 167. Imagen propia (2018). *Vista desde el patio del monasterio de Santa Maria, El Puig* [Fotografía].

Figura 168. Imagen propia (2018). *Vista escalinata de acceso a la iglesia* [Fotografía].

Figura 169. Imagen propia (2018). *Vista bóveda de crucería del baptisterio* [Fotografía].



