



TESIS DOCTORAL

*La métrica y las trazas en la iglesia de San Juan
del Hospital de Valencia*

AUTOR: JORGE GARCÍA VALLDECABRES

Arquitecto

DIRECTOR: FELIPE SOLER SANZ

Doctor Arquitecto

CO-DIRECTORA: CONCEPCIÓN LÓPEZ GONZÁLEZ

Doctora Arquitecta

Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica
Valencia, 2010

A mis padres y a mis hermanos.

INDICE

<u>1ª PARTE: ANTECEDENTES</u>	9
1.- INTRODUCCIÓN	11
1.1- La motivación y los agradecimientos.	13
1.2- El marco en que se plantea la investigación: la representación gráfica medieval de la arquitectura.	17
1.3- El objeto de estudio: el conjunto sanjuanista en la ciudad de Valencia.	20
2.- LOS OBJETIVOS	23
2.1- Los objetivos generales.	25
2.2- Los objetivos pormenorizados.	25
3.- LA METODOLOGÍA	31
3.1- El planteamiento metodológico.	33
3.2- Los instrumentos de análisis.	34
3.3- La metodología aplicada.	38
<u>2ª PARTE: LA MÉTRICA Y LAS TRAZAS EN LA IGLESIA DE SAN JUAN DEL HOSPITAL DE VALENCIA</u>	43
4.- EL MARCO HISTÓRICO	45
4.1- La Orden de San Juan del Hospital.	47
4.1.1.- La Castellanía de Amposta.	53
4.2- La conquista del reino cruzado de Valencia.	60
5.- LAS REFERENCIAS ARQUITECTÓNICAS	73
5.1- El movimiento Cisterciense.	75
5.2- La concepción del espacio en las iglesias pertenecientes a las órdenes militares.	87
5.3 La implantación de un modelo: las iglesias de fundación en Valencia	99

6.- EL LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO	105
6.1- La cronología de las fuentes documentales gráficas.	107
6.1.1- Anteriores al siglo XX.	110
6.1.2- Posteriores a 1900.	111
6.1.2.1- Actuaciones anteriores a 1930.	111
6.1.2.2- Año 1943. Declaración de Monumento Histórico Artístico Nacional.	114
6.1.2.3- 1966-1967. Comienzo de la restauración y conservación del templo. 1 ^{er} Plan de recuperación.	115
6.1.2.4- Año 1970. Proyecto de ampliación de la iglesia y de ordenación del entorno con espacios libres ajardinados y plaza.	121
6.1.2.5- Rehabilitación de los edificios de la C/ Trinquete de Caballeros esquina con la C/Milagro.1985-1994	125
6.1.2.6- Año 1993. 2º Plan de recuperación integral.	126
6.1.2.7- Año 2000. El Plan director del templo.	131
6.2- Año 2004-2007. El levantamiento gráfico.	131
7.- ÉL ANÁLISIS DESCRIPTIVO FORMAL	145
7.1- El lugar: La Casa de la Encomienda en la ciudad de Valencia.	147
7.2- La descripción formal y constructiva.	152
7.2.1- La nave.	156
7.2.2- El ábside y sus capillas.	161
7.2.3- Las capillas del transepto de los lados norte y sur.	164
7.2.4- Las capillas del lado norte (lado del Evangelio).	168
7.2.5- Las capillas del lado sur (lado de la Epístola).	170
7.2.6- Las capillas del testero.	173
7.2.7- El cementerio medieval y la capilla funeraria.	175
7.3- La evolución constructiva.	179
7.3.1- La primitiva iglesia 1ª mitad siglo XIII.	179
7.3.2- 2ª mitad Siglo XIII.	184
7.3.3- Siglo XIV.	188
7.3.4- Siglos XV-XVI.	196
7.3.5- Siglo XVII-XVIII.	198
7.3.6- Siglo XIX.	200
7.3.7- Siglo XX.	202
7.4. Los condicionantes de partida en el estudio del trazado:	203
Primeros tanteos.	

8.- EL PLANTEAMIENTO TEÓRICO: LOS INSTRUMENTOS PARA EL ANÁLISIS	207
8.1- Las fuentes y los métodos de estudio.	209
8.2- La métrica y la geometría.	211
9.- EL ANÁLISIS MÉTRICO EN EL SISTEMA ANTROPOMÉTRICO VALENCIANO	215
9.1- Introducción.	217
9.2- La antropometría.	220
9.2.1- Los patrones.	220
9.2.2- Los patrones antropométricos.	221
9.2.3- Los sistemas métricos propuestos en los Tratados.	237
9.2.4- Los números, las sucesiones y la estandarización en el control dimensional.	248
9.3- El sistema métrico valenciano instaurado por Jaime I.	255
9.4- La coordinación modular en el diseño arquitectónico a través de los trazados reguladores.	271
10- EL ANÁLISIS GEOMÉTRICO	289
10.1- Introducción.	291
10.2- La Geometría como lenguaje.	294
10.3- La Geometría para la construcción.	297
10.4- La Geometría como disciplina capaz de suministrar un repertorio formal, dentro de la tradición del mundo de las formas.	304
10.5- Los trazados geométricos.	310
10.6- Las proporcione.	311
10.7- La proporción en un segmento y en las construcciones geométricas sencillas generadas a partir de una figura simple.	320
10.8- La geometría de la circunferencia.	331
10.9- Los triángulos: El triángulo equilátero, el triángulo isósceles y el caso particular del triángulo de $\frac{\pi}{4}$.	336
10.10- La geometría del octógono: Las propiedades.	341
10.10.1- El octograma instrumento de control.	348
10.10.2- El trazado de alineaciones según los ocho vientos.	350

<u>3ª PARTE: EL ESTUDIO APLICADO Y CONCLUSIONES</u>	353
11- EL ESTUDIO APLICADO DE LOS TRAZADOS REGULADORES	355
11.1- El desarrollo del trazado a partir de los datos iniciales y de la geometría del octógono.	357
11.2- Las hipótesis en el trazado de la planta de la capilla de Santa Bárbara.	372
11.3- La capilla funeraria.	376
11.4- Las trazas que definen las elevaciones.	377
11.4.1- El sistema estructural de cubrición: los arcos.	377
11.4.2- El triángulo equilátero en el estudio de las elevaciones del templo.	385
11.4.3- Los parámetros geométricos de la bóveda de la nave, del arco principal y de los arcos fajones.	394
11.4.4- El encuentro entre la bóveda y los arcos fajones.	395
11.4.5- Las partes que constituyen el ábside.	401
11.4.6- El frente de los arcos de las capillas del transepto	409
11.4.7- El frente de los arcos de las capillas del lado norte de la nave (lado del Evangelio).	412
11.4.8- El frente de los arcos de las capillas del lado sur de la nave (lado de la Epístola).	415
11.4.9- El frente del arco de la capilla de la Virgen de los Estudiantes.	418
11.4.10- Los alzados norte y sur de la iglesia.	419
11.4.11- Los frentes de los arcos de las estructuras funerarias del patio sur (antiguo cementerio medieval)	422
11.4.11.1-El frente de la panda sur de los arcosolios adosados al muro del recinto.	423
11.4.11.2-El frente de dos los arcosolios adosados la iglesia.	424
11.4.11.3-El frente del arcosolio de la familia del gran maestre Fernández Heredia.	425
11.4.11.4-El frente de los arcos de la capilla funeraria.	426

12- CONCLUSIONES	429
12.1- Exposición de las conclusiones.	431
12.2- Síntesis final.	451
12.3- Líneas de investigación abiertas.	452
13.- FUENTES	453
13.1- Bibliográficas.	455
13.2- Publicaciones, artículos de revista, libros y ponencias. Realizadas en torno a la materia de estudio.	463
13.3- Participación en proyectos de investigación y trabajos realizados en torno a la materia de estudio	466

4ª PARTE: ANEXOS

14- PLANOS Y PERSPECTIVAS

- 1- Situación.
- 2- Emplazamiento.
- 3- Planta.
- 4- Planta cenital en espejo.
- 5- Alzado este.
- 6- Alzado norte.
- 7- Alzado sur.
- 8- Sección transversal Y-Y'.
- 9- Vista aérea.
- 10- Sección longitudinal A-A'.
- 11- Sección longitudinal B-B'.
- 12- Sección transversal C-C'.
- 13- Sección transversal D-D'.
- 14- Sección transversal E-E'.
- 15- Sección transversal F-F'.
- 16- Sección transversal G-G'.
- 17- Sección transversal H-H'.
- 18- Sección transversal I-I'.
- 19- Sección transversal J-J'.
- 20- Sección transversal K-K'.
- 21- Sección transversal L-L'.
- 22- Sección transversal M-M'.
- 23- Sección transversal N-N'.
- 24- Alzado este (barroco siglo XVII).

- 25- Alzado sur (barroco siglo XVII).
- 26- Alzado norte (barroco siglo XVII).
- 27- Planta (barroco siglo XVII).
- 28- Planta aérea (barroco siglo XVII).
- 29- Planta cenital en espejo (barroco siglo XVII).
- 30- Sección longitudinal A-A' (barroco siglo XVII).
- 31- Sección longitudinal B-B' (barroco siglo XVII).
- 32- Sección transversal C-C' (barroco siglo XVII).
- 33- Sección transversal J-J' (barroco siglo XVII).
- 34- Sección transversal N-N' (barroco siglo XVII).
- 35- Sección transversal L-L' (barroco siglo XVII).
- 36- Sección transversal E-E' Capilla Santa Bárbara (barroco siglo XVII).
- 37- Estado actual patio Sur.
- 38- Estado actual arcosolios panda Sur.
- 39- Propuesta aprobada de restauración arcosolios panda Sur.
- 40- Alzado Sur previo a la anastilosis.
- 41- Estado actual alzado Sur.
- 42- Detalle estado actual arcosolios adosados a la iglesia.
- 43- Alzado Oeste patio Sur estado anterior a la recuperación.
- 44- Estado actual alzado Oeste patio Sur.
- 45- Detalle estado actual arcosolio familia Fernández-Heredia
- 46- Propuesta de actuación arcosolio familia Fernández-Heredia
- 47- Capilla funeraria: Alzados I.
- 48- Capilla funeraria: Alzados II.
- 49- Capilla funeraria: Plantas.
- 50- Capilla funeraria: Secciones.
- 51- Evolución constructiva en planta.
- 52- Trazas longitudinales de la sección A-A'.
- 53- Trazas transversales partiendo de la bóveda sección I-I'.
- 54- Trazas transversales según sentido transversal de planta sección I-I'.
- 55- Sección longitudinal (N-S) Capilla Santa Bárbara.
- 56- Datos de partida.
- 57- Las relaciones del octograma.
- 58- La aplicación de las relaciones.
- 59- Aplicación de las relaciones en las partes, la cabecera y la nave.
- 60- La relación entre las circunferencias de 49 y 53 palmos.
- 61- Relación entre las circunferencias de 49 y 26.5 palmos.
- 62- Las relaciones que definen la Ley de Crecimiento.
- 63- La aplicación de la Ley de Crecimiento (59p).
- 64- La aplicación de la Ley de Crecimiento (26.5p).
- 65- Secuencia de relaciones a partir de la circunferencia de 49 palmos de diámetro.
- 66- Relación entre la cabecera y la capilla de Santa Bárbara.

- 67- Trazado regulador de la capilla de Santa Bárbara.
- 68- Esquema de las trazas de la iglesia.
- 69- Esquema de las trazas de la iglesia. Ejes capillas laterales con cotas.
- 70- Esquema de las trazas de la iglesia. Ejes arcos fajones con cotas.
- 71- Esquema de las trazas de la iglesia y la capilla de Santa Bárbara.
- 72- Hipótesis de desarrollo completo de las trazas de la iglesia.
- 73- Aplicaciones de las condiciones del número plástico.
- 74- Arco del triunfo sobre pilastras circulares.
- 75- Arco fajón con ménsula.
- 76- Arco frontal transepto capilla de San Miguel.
- 77- Arco frontal capilla lateral Norte.
- 78- Arco frontal sobre nave de la capilla de lado Sur.
- 79- Arco frontal de la capilla de San Francisco de Asís.
- 80- Arco frontal de la capilla primitiva de Santa Bárbara.
- 81- Ventana central del ábside.
- 82- Ventana Sur primitiva capilla de Santa Bárbara.
- 83- Arco de Acceso a la capilla Virgen de los Estudiantes.
- 84- Rosetón sobre puerta Norte.
- 85- Plantilla de la puerta románica.
- 86- Plantilla de los fustes de las columnas de ábside.
- 87- Plantilla compuesta: arco del triunfo, c. transepto y primitiva capilla de Santa Bárbara
- 88- Plantilla de la capilla de San Francisco de Asís.
- 89- Plantilla de las pilastras de las capillas laterales.
- 90- Plantilla del ventanal central del ábside.
- 91- Plantilla de los arcos de acceso a las capillas laterales
- 92- Plantillas dovelas.
- 93- Plantillas de las dovelas de la capilla funeraria.
- 94- Iglesia del antiguo convento de San Agustín.
- 95- Iglesia de San Juan de la Cruz (Antigua Parroquia de San Andrés).
- 96- Iglesia de San Nicolás y San Pedro.
- 97- Iglesia del Salvador.
- 98- Iglesia del Monasterio de Santísima Trinidad.
- 99- Iglesia de los Santos Juanes.
- 100- Vista inalámbrica de la Iglesia San Juan del Hospital.
- 101- Vista del interior de la Iglesia de San Juan del Hospital.
- 102- Vista de la cubierta de la iglesia de San Juan del Hospital.

1ª PARTE
ANTECEDENTES

1- INTRODUCCIÓN

1.1- La motivación y los agradecimientos.

La tesis doctoral *La métrica y las trazas en la iglesia de San Juan del Hospital de Valencia*, surgió de la confluencia de un conjunto de circunstancias, unas relacionadas con la propia docencia de la asignatura *Dibujo Arquitectónico*, y otras relacionadas con la conservación y la recuperación del patrimonio.

En el curso académico 2002-2003 la catedrática Concepción López me brindó la oportunidad de colaborar en la docencia de dos nuevas asignaturas, *Taller de representación gráfica: Levantamiento de arquitecturas históricas* y la asignatura *Intervención en edificios*.

Por aquel entonces, Concepción López me propuso también incorporarme al grupo de investigación *Estudio de la patología en los edificios con valor patrimonial* que colaboraba con la Asociación Internacional Forum UNESCO Universidad y Patrimonio.

Mi inquietud por colaborar con la Asociación Internacional Forum UNESCO Universidad y Patrimonio en la realización de estudios de edificios con valor patrimonial a través del levantamiento arquitectónico, surgió entre otros motivos por la necesidad de enriquecer los contenidos de las asignaturas gráficas que impartía.

Esta colaboración abría una nueva faceta de estudio ya que mediante el levantamiento arquitectónico se trataba de adquirir el conocimiento completo del edificio como premisa para posteriormente, con todo este bagaje de información gráfica, poder desarrollar los estudios de conservación, recuperación o intervención arquitectónica.

Las investigaciones, que el arquitecto inspector de patrimonio Arturo Zaragoza Catalán realiza desde la Dirección General de Patrimonio de la Generalitat Valenciana en colaboración con el Máster de Conservación del Patrimonio Arquitectónico de la Universidad Politécnica Valencia en torno a la arquitectura gótica en el ámbito de la antigua Corona de Aragón, propiciaron el interés por el conjunto de San Juan del Hospital de Jerusalén en la ciudad de Valencia, y por el estudio del sistema de medidas aplicado en la construcción del templo a través de la geometría, característica de la arquitectura gótica.

Don Manuel de Sancristóval y Murua, fue rector de la iglesia desde 1993 hasta entrada la década siguiente y, velando por la recuperación del edificio declarado monumento histórico-artístico nacional en abril del 1943 constituyó la comisión histórico-artística del templo y su conjunto, con el deseo de llegar a la recuperación integral del conjunto medieval de la hospitalaria Orden religioso-militar de San Juan de Jerusalén, actual

soberana Orden de Malta, para poder ejecutar el 2ª plan de recuperación, definido en el Plan director del Templo y su conjunto.

Colaboraron desde el primer momento como socios, la Generalitat Valenciana y la Asamblea de la Soberana Orden de Malta de Valencia.

Para llevar a cabo las actuaciones relativas al estudio y la recuperación del emplazamiento barroco y del ámbito arqueológico de las criptas de los siglos XIII-XIV, ambos mausoleos de la Emperatriz Constanza Hohenstaufen, se acudió a la convocatoria "Raphael" de ayuda por parte la Comisión Europea de Cultura.

La presente tesis se ha desarrollado dentro del convenio de colaboración abierto entre el Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica de la Universidad Politécnica de Valencia y la iglesia de San Juan del Hospital de Valencia, celebrado en 2003 para el estudio de la arquitectura sanjuanista y la recuperación del *Patio Sur* del conjunto hospitalario de Valencia.

Dentro de este proyecto de colaboración con la iglesia de San Juan del Hospital se han desarrollado entre otros los estudios siguientes en torno a la arquitectura sanjuanista en la antigua corona de Aragón:

-El trabajo de investigación presentado, por el que suscribe la presente, para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados titulado *El cementerio medieval de San Juan del Hospital de Valencia siglos XIII y XIV*.

-El proyecto final del Máster de Conservación con la disposición de una beca de ayuda directa del convenio, titulado *La evolución constructiva de la iglesia de San Juan del Hospital de Valencia a través de la lectura de sus fábricas*, realizado por Daniel Crespo Godino.

-La tesis doctoral titulada *La iglesia de San Miguel de Foces en Ibieca (Huesca)* realizada por la profesora María Luisa Navarro García.

Le agradezco a Arturo Zaragoza, que se interesara y nos encauzara en los estudios y en los trabajos de recuperación del monumento de San Juan del Hospital. Y también, quiero agradecer al constructor Joaquin Elizalde, el haber compartido la ejecución material de la recuperación del Patio Sur y las actuaciones de conservación de la iglesia.

He de corresponder al apoyo que nos ha venido dispensando desde los primeros pasos a Ángela García Codoñer, catedrática y directora del Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica cuando se firmó el convenio. Ella, encauzó las inquietudes que me

surgían, valorando la conveniencia de desarrollar la tesis doctoral en torno al monumento y, me propuso al profesor Felipe Soler Sanz como director de la misma.

Fue una gran satisfacción poder contar con la ayuda de profesor Soler Sanz para la dirección de esta investigación, por sus profundos conocimientos sobre la materia y por el aprecio y reconocimiento que le profesó. Su conocimiento y experiencia sobre geometría aplicada al estudio de edificios, unido a sus conocimientos sobre metrología, han sido decisivos para el desarrollo de la tesis.

Le agradezco su paciencia y ánimo. Ha sido mucho más que un director de tesis; ha sido un MAESTRO con mayúsculas, con toda la hondura y extensión de la palabra. Gracias.

Por esas fechas se acababa de publicar un interesante trabajo bajo la dirección y coordinación de la profesora García Codoñer¹ titulado *Patrimonio Arquitectónico. Estudios Previos*. Libro muy oportuno que me sirvió de guía para la elaboración de los primeros trabajos.

He de agradecer a Justo Nieto Nieto, rector de la Universidad, que firmó el convenio para el desarrollo de los mencionados trabajos, la confianza que nos manifestó, el apoyo y el soporte que nos prestó para que el proyecto fuera una realidad.

También, he de manifestar mis consideraciones y gratitud al director de Fórum UNESCO Universidad y Patrimonio, el profesor José Luís Montalvá Conesa, que nos alentó desde el principio a interesarnos por la conservación, defensa y difusión del Patrimonio. Y a la profesora Concepción de Soto, que en todo momento nos ha prestado su apoyo a lo largo de las distintas fases; bajo su dirección realicé en las asignaturas de doctorado los primeros estudios sobre trazados de monumentos.

Quisiera agradecer su interés y dedicación al equipo de profesores y alumnos (algunos de ellos se encontraba realizando los estudios correspondientes al Máster de Conservación y Restauración del Patrimonio) que han participado en el proyecto de convenio de investigación:

En primer lugar a Daniel Crespo, a Jesús García-Herrero, a José Hurtado Granell, a José Ramón Mansilla, a Laura Paredes, a Gabriel Pardo, a Almudena Gallego, a José María Juan, a Amparo Casterá y Ana Alvarado, a la profesora Ángeles Rodrigo que desde el principio se incorporó al grupo de trabajo siendo alumna del Máster.

¹ GARCÍA CODOÑER, ANGELA. *AAVV Patrimonio Arquitectónico. Estudios Previos*. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 2002.

Quisiera realizar una especial mención a la profesora María Luisa Navarro, que entre sus valiosas actuaciones, se encargó de la selección e incorporación de nuevos alumnos, y de la formación y coordinación de los distintos grupos de trabajo.

A Margarita Ordeig Corsini, directora del museo de San Juan del Hospital y catedrática de Dibujo. He de manifestarle mi gratitud por tantos motivos entre los que se encuentra su solicitud facilitándonos el acceso a los fondos del archivo del Museo de la Fundación del Conjunto Hospitalario de la iglesia de San Juan.

También, quiero agradecer el apoyo a don José María Boza, rector de la iglesia; a don Augusto Cruañes, sacerdote encargado de los trabajos de restauración, que ha coordinado las celebraciones litúrgicas con los trabajos de campo; a Elías, sacristán de la iglesia; a don Manuel Sancristóval, anterior rector que impulsó de forma decisiva los trabajos recuperación del monumento junto a la investigación histórica del mismo.

Mi agradecimiento a José Luís Morera, catedrático del Departamento de Matemáticas Aplicadas en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura por sus consejos y revisiones de los contenidos referentes a las cuestiones ligadas a su disciplina.

He de corresponder a Pablo Navarro Esteve catedrático de Dibujo Arquitectónico por sus buenos consejos y sugerencias sobre los diferentes aspectos del levantamiento arquitectónico.

Mi agradecimiento a María José Aloy, que no ha dejado de alentar, desde el inicio el desarrollo y la conclusión de esta memoria de tesis.

De una manera muy especial quiero corresponder a mi amigo y compañero de asignatura, Vicente Lázaro, que con su actitud y comprensión ha sido un apoyo constante.

Y, al profesor y doctor especialista en bóvedas góticas valencianas, Juan Carlos Navarro por sus correcciones y sugerencias.

Quiero agradecer a los profesores Juan Cisneros, Julio Albert y a todos los del Departamento y de la Escuela, algunos de ellos recientemente jubilados, que de una forma u otra han prestado su ayuda y colaboración.

Quiero nombrar al profesor de Geometría Descriptiva en la Escuela de Alicante y compañero de promoción Francisco García Jara, con quién he compartido inquietudes de mucho provecho. Le agradezco esos ratos de conversación e intercambio de ideas.

Mi agradecimiento a las personas dedicadas a los trabajos de secretaria y la administración del Departamento que han facilitado los tramites tantas veces engorrosos y poco relumbrantes.

Gracias a todos y perdón por no haber nombrado a muchos que también me han ayudado.

También, he de mostrar mi gratitud, a Elena Salvador, a Luis Mazarío y a Antonio Ruiz por los servicios prestados durante la fase final.

A mi familia, mi madre y mis hermanos que tanto apoyo, paciencia y ánimo me han prestado en todo momento.

No quiero dejar de recordar a mi tío, Rafael Valldecabrest†, profesor en la Cátedra de Geometría Descriptiva, a quien le debo entre otras muchas cosas, el interés por la geometría, y por el estudio de las iglesias de fundación en el centro de la ciudad de Valencia.

Y por último, quiero mencionar a mi padre, Joaquín García Sanz† del que recuerdo su constante labor de estudio y abnegada dedicación a la docencia en la Cátedra de Proyectos en la Escuela de Arquitectura de Valencia. Con él visité por primera vez el templo de San Juan y la capilla funeraria del actual patio sur a finales de los años sesenta.

1.2.- Marco en que se plantea la investigación: La representación gráfica medieval de la arquitectura.

¿Qué es investigar? ¿Qué es investigar en torno a la arquitectura desde el Área de la Expresión Gráfica?

El profesor Saumulls Penades² de la Universidad de Madrid y consejero del CSIC nos define el término investigar, de forma genérica, viene del latín, investigtio, significa originariamente la acción de seguir un resto, un vestigium. Esta primera actividad definida en su origen en el dominio del conocimiento sensible, se aplica a un ejercicio más elevado, propio del entendimiento humano. En su acepción más corriente, investigar significa progresar intelectualmente en una cosa guiados por indicios que no son plenamente patentes y manifiestos; tales indicios sólo pueden orientar a la inteligencia hacia el descubrimiento de un objeto, cuando la búsqueda es sagaz, atenta y sobre todo sostenida y tenaz.

Uno de los ideales científicos de carácter general consiste en hallar un criterio simple para introducir un orden racional en el seno de una multiplicidad de fenómenos de cosas que se ofrecen en un manifiesto desorden.

La investigación sobre la arquitectura abarca una gran variedad de campos y conceptos del saber humano. Miguel Fisac³ establece que la arquitectura surge cuando el hombre configura un espacio que, cumpliendo con las condiciones físicas mínimas de habitabilidad, contiene a través de la disposición, proporción y articulación del conjunto de sus componentes, la capacidad de satisfacer un deseo superior: la arquitectura como Arte.

El punto de partida esencial del conjunto de las investigaciones desde el punto de vista del análisis gráfico de la arquitectura en general y del patrimonio en particular es el *Levantamiento gráfico arquitectónico*.

Siguiendo la doctrina definida por el profesor e investigador, Almagro Gorbea, llevamos a cabo el levantamiento de la iglesia de San Juan del Hospital.⁴

En el levantamiento arquitectónico se integra un contenido conceptual y metodológico entorno al significado y utilidad. El levantamiento es ante todo un proceso de análisis y su objetivo final tiene que ver fundamentalmente con el conocimiento del edificio. Este conocimiento deberá ser lo más amplio posible si queremos que cualquier intervención sobre él sea eficaz y garantice la preservación de todos sus valores. Por ello, el

² SAUMULLS PENADES, R. Catedrático de Filosofía de la naturaleza de la Universidad de Madrid. Consejero del CSIC. Voz Investigad de la enciclopedia Rialp (GER) Pág. 12 Tomo XIII, Madrid de 1973.

³ FISAC SERNA, M. Doctor Arquitecto. Voz Arquitectura de la enciclopedia Rialp (GER) Pág. 36 Tomo III, Madrid de 1973.

⁴ ALMAGRO GORBEA, A. *El levantamiento Arquitectónico*. Ed. Universidad de Granada. Granada 2004.

levantamiento en si es un proceso, un método de investigación pues, sus resultados nos permiten profundizar en el conocimiento de nuestro patrimonio que es la base imprescindible para su conservación.

La ejecución material de una construcción arquitectónica se logra llevar a término gracias, al medio, que permite su definición, su codificación y comunicación, es decir el Dibujo Arquitectónico. Mediante el desarrollo del lenguaje, se concreta la forma del concepto, se define la idea arquitectónica del futuro edificio. Este, se estructura mediante la geometría que asume tres funciones principales que fueron definidas por los profesores Lino Cabezas y Luis Ortega⁵, que nos servirán de pauta en el estudio:

La geometría como discurso intelectual y racional de la forma que se materializa en la construcción. La geometría como instrumento técnico aplicable para solucionar los problemas prácticos que surgen en la ejecución de las obras de construcción. Y la geometría como disciplina capaz de suministrar unos repertorios formales, el mundo de las formas arquitectónicas, las figuras geométricas como germen instrumental de la construcción y con una fuerte carga simbólica.

Así, las investigaciones sobre las claves de una determinada arquitectura, contribuirán a poner de relieve el valor de los principios y de los instrumentos gráficos que la originaron. *El conocimiento del bien debe ser previo a cualquier tipo de estudio o intervención* nos recuerda la Carta del Rilievo. Se identifica la tarea de conocer como *documentar*, que considera equivalente a *levantar*. Es la primera forma de conocimiento de nuestro patrimonio edificado. Y, previo a éste, el monumento es para el investigador, el primer documento, sus fábricas y sus terrazas, el conjunto de sus estructuras murarias, sus sistemas constructivos, su decoración, junto con el conjunto de restos y vestigios. Estos *documentos*, productos gráficos del conocimiento, constituyen la clave, la llave del *estudio previo* para la intervención y conservación del patrimonio.

El levantamiento arquitectónico junto con las consideraciones de las funciones del dibujo en la producción de la arquitectura medieval nos define el marco en torno al cual desarrollaremos los trabajos de la investigación sobre el patrimonio edilicio de la Orden de San Juan del Hospital de Jerusalén en la ciudad de Valencia.

⁵ CABEZAS, L Y ORTEGA F., *Análisis Gráfico y Representación*. Ed. Universitat de Barcelona, Barcelona. 2001, Pág. 14.

1.3.- El objeto de estudio: El conjunto sanjuanista en la ciudad de Valencia.

La tesis se articula en torno a dos grandes núcleos:

- 1.- *El levantamiento gráfico del bien y el análisis de sus partes mediante los instrumentos de la representación.*
- 2.- *El control métrico de la forma arquitectónica con la finalidad de la puesta en valor de las fábricas, facilitará su conocimiento, su interpretación y actuará como guía para definir los criterios del proceso de su recuperación, y conservación.*

La Casa del Comendador de Torrent en la ciudad de Valencia: La iglesia y el conjunto medieval anejo de San Juan del Hospital de Jerusalén es el programa edilicio elegido para el estudio.

Este edificio ha servido y sigue sirviendo en la actualidad como receptáculo de una importante actividad cuyo contenido y características son las mismas para las que se concibió y a las que se destina: La asistencia pastoral y el culto en la liturgia cristiana.

A lo largo de estos últimos años se está llevando a cabo un profundo y cuidadoso proceso de recuperación integral que bifurca sus objetivos en dos vertientes complementarias:

- 1.- La materialización de los aspectos constructivos.
- 2.- La recuperación de la memoria de un monumento con gran valor arquitectónico y en la que está participando de manera muy activa la Universidad Politécnica de Valencia.

Ambas, basan sus resultados en tres aspectos:

- 1.- La documentación escrita y gráfica existente.
- 2.- La interpretación.
- 3.- El análisis comparativo, mediante el contraste con esquemas desarrollados en otros edificios próximos en su tipológica, en los sistemas constructivos y en el estilo.

Desde nuestro campo de trabajo, el levantamiento gráfico arquitectónico, tratamos de dar respuesta a las preguntas relativas a su origen y concepción: ¿Cuáles fueron las trazas que motivaron su construcción? ¿Qué formas geométricas y qué relaciones numéricas guiaron el proceso de su ejecución? ¿Qué montañas originaron su elevación? ¿Cuál fue la ley geométrica de la composición de las plantillas empleadas en la labra de

los sillares, dovelas y el conjunto de piezas de cantería que se emplearon en la construcción del edificio?

Al preguntarse por el origen gráfico de una determinada arquitectura nos estamos preguntando, no solo por el vehículo instrumental de la expresión, sino por el propio pensamiento arquitectónico en sus distintas facetas y momentos. Por ello, no podemos separar el aspecto meramente instrumental de transmisión, del propio pensamiento que lo promueve y lo genera. Estamos en la primera instancia de la gestación de la propia arquitectura. Producir Arquitectura en sus distintos momentos del proceso es la labor encomendada a los artífices de la obra. Cuanto más profundicemos en el estudio, mayor será el contenido y la calidad de cada una de las fases del proceso. De esta manera se nos facilitará el poder alcanzar mayor hondura en la interpretación de la obra arquitectónica.

Así lo manifestaba García Roig⁶ ... *el dibujo es también un instrumento de pensamiento: no sólo la descripción de lo real arquitectónico, sino también la traslación a una realidad análoga y manejable del pensamiento arquitectónico que, al permitir su verificación, establece una dialéctica que fuerza el avance en la reflexión sobre arquitectura. Más aun, el mismo progreso en la captación gráfica va abriendo nuevas vías a pensamientos que hasta entonces no habían podido acceder a la conciencia....*

La tesis que se desarrolla tiene presente la necesidad de la utilización de los medios de la representación en cuanto instrumentos que permiten el *control métrico de la forma*. Estos medios se configuran y se aplican dentro de la tradición geométrica de *regla y compás*, la llamada *geometría fabricorum*, que junto a la tradición métrica-modular y la representación gráfica definen el marco de la investigación. Estas tradiciones son expuestas por el profesor Ruiz de la Rosa en su libro titulado *Traza y Simetría en la Arquitectura Clásica y el Medievo*. Tradiciones íntimamente relacionadas que se retroalimentan de manera que generan el proceso de la producción arquitectónica.

⁶ GARCIA ROIG, JOSÉ M. *Elementos de análisis arquitectónico* .Ed. Universidad de Valladolid. Valladolid 1988, Pág. 18.

2- LOS OBJETIVOS

2.1- Los objetivos generales.

Los objetivos generales que se proponen son:

- 1.- El conocimiento del edificio a partir del levantamiento y del análisis de sus fábricas.
- 2.- El conocimiento de las leyes seguidas en el proceso de la evolución constructiva y la representación de la génesis gráfica de esta arquitectura: Las relaciones entre la Métrica y las Trazas desarrolladas.

Verificar, a través de la lectura y de la medición directa del propio edificio, los principios constructivos medievales; la necesidad de establecer unos umbrales que los racionalice, que guíen el proceso de la ejecución y le confieran el orden y el equilibrio deseados.

2.2- Los objetivos pormenorizados.

Para conseguir los objetivos generales, es necesario establecer los antecedentes arquitectónicos que condujeron a su realización. Conocer e investigar el pensamiento arquitectónico de la época en la que se realizó, las claves del lenguaje geométrico-constructivo, y la métrica que permitió su génesis compositiva y sirvió de medio para su materialización entre sus artífices.

Los objetivos pormenorizados en que se desarrollan los generales son, por tanto, el estudio de la metrología, el estudio de trazas del edificio y su relación con la recuperación del patrimonio arquitectónico

El estudio de la metrología y de las trazas de un edificio histórico es un tema al que las instituciones y profesionales que velan por el patrimonio arquitectónico le dedican una importancia relativa o tangencial. En los concursos para la redacción de estudios previos, proyectos de intervención o planes directores no suele contemplarse este tipo de análisis. Sin embargo, en muchos casos este, determina las claves para poder establecer la evolución constructiva y contribuye a proporcionar las conclusiones historiográficas que facilitan su recuperación y conservación.

En el caso de la iglesia de San Juan del Hospital de Valencia, ha sido posible establecer las diferentes etapas de construcción del templo mediante la lectura de los muros de las fábricas y los estudios metrológicos correspondientes.

Estos análisis aportan muchos más datos, pues nos informan sobre el diseño de elementos constructivos desaparecidos o sobre la comprensión de las estructuras originales de la construcción. El estudio de las trazas permite establecer las hipótesis de diseño original del edificio definidas por el maestro mayor o arquitecto.

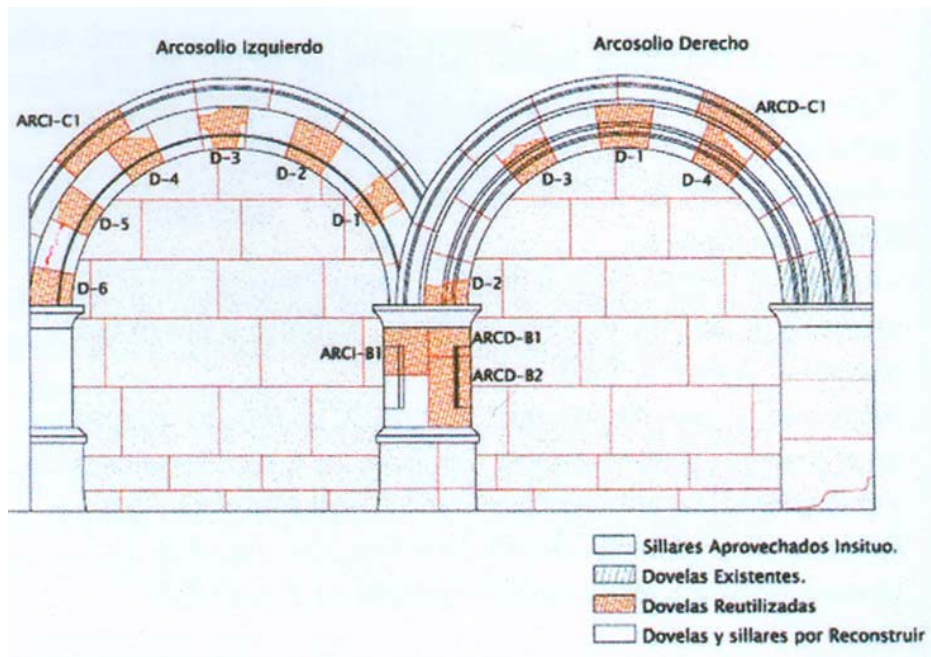
Estas hipótesis de diseño abarcan no sólo los esquemas compositivos de la organización espacial y del sistema geométrico de proporciones empleado, sino que llegan a determinar las formas geométricas de las plantillas empleadas en la labra de los sillares que componen cada una de las piezas de los elementos constructivos. Conociendo estas plantillas, podremos ser capaces de rediseñar nuevos sillares desaparecidos para la consiguiente puesta en valor del edificio histórico.

Gracias a estos estudios sobre las trazas empleadas en la composición, la disposición de los elementos constructivos y el diseño de las plantillas de los arcosolios del cementerio Medieval del Patio Sur de San Juan del Hospital de Valencia fue posible realizar el proceso de anastylosis de dos arcosolios desaparecidos por deslocalización de sus piezas⁷.



Estado del muro sobre el que se encuentran los vestigios de los arcosolios cuyas piezas fueron deslocalizadas.

⁷LÓPEZ GONZÁLEZ, C. y GARCÍA VALLDECABRES, J. *La geometría en el proceso de restauración; Anastylosis de arcosolios en el cementerio medieval de San Juan del Hospital de Valencia*. Art revista EGA. Valencia 2005



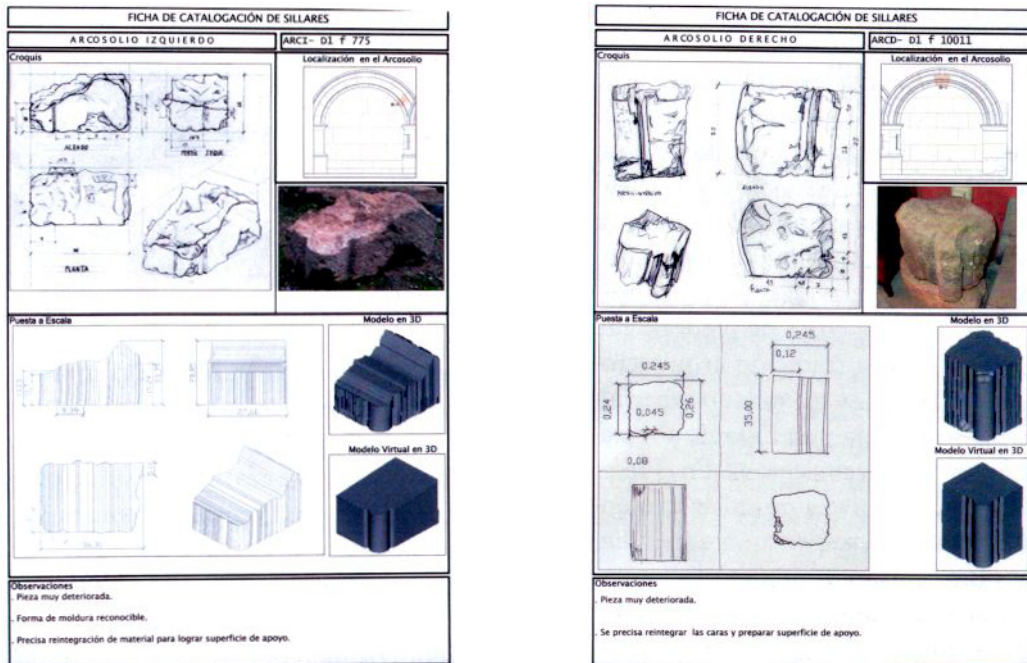
Patrones de las dovelas existentes y que deben ser restituidas para la formación de las bóvedas de cubrición de los arcosolios del Patio Sur de San Juan de Hospital de Valencia.



Dibujo de las trazas y monteas a escala 1/1 sobre la pared para obtener la descomposición del dovelaje.



Elaboración de plantillas de madera para tallar los sillares, impostas y dovelas para la recuperación de los arcosolios.



Fichas de catalogación de sillares de los arcosolios donde figura el croquis, la fotografía, puesta a escala y modelo en 3D

Para la realización de los planos de levantamiento de edificios antiguos con más de cien años y en especial los monumentos, es necesario utilizar junto con el sistema métrico decimal, el sistema equivalencias que debió ser empleado por los maestros de obras para su ejecución material. Es necesario familiarizarse con las dimensiones de las distintas partes del trazado en el sistema métrico original e interpretarlas con el mismo sentido que les debió otorgar los artífices de la ejecución de la obra.

Por ello, se plantea la necesidad de corroborar las dimensiones y los patrones que se emplearían en la materialización de la arquitectura a estudiar. Por lo general, estos se manifiestan según valores exactos y racionales, muchas veces cargados de simbolismos y de lógica geométrica, algo que no es posible apreciar cuando aparecen expresados de acuerdo con el sistema de medidas decimal moderno.

Esta reflexión nos conduce a la necesidad del estudio metrológico de los monumentos, fundamentado en el mismo sistema de medidas que se utilizó en su construcción, que se posee a la hora de desarrollar de una manera adecuada y eficaz, el análisis compositivo de un edificio histórico.

Para la medición y el levantamiento se utilizarán instrumentos y formas de expresión actuales. Casi de manera simultánea, sin solución de continuidad, nos apoyaremos en la metrología original para el estudio.

Resulta por tanto, cierta la importancia que los estudios sobre la métrica y las trazas y geométrico, tiene en la recuperación del patrimonio arquitectónico. Sin estos, en muchos casos, seríamos incapaces de abordar una intervención en la que fuera necesario sustituir determinadas piezas que pertenecieron a la construcción y que han desaparecido. E incluso, dotar de coherencia a los vestigios encontrados en las campañas arqueológicas.

Del mismo modo, no podríamos abordar proyectos de anastylosis o bien evocaciones del espacio original mediante soluciones actuales sin un estudio de las hipótesis del trazado que debió emplearse para su composición.

Por todo ello, se plantea como muy convenientes, junto con el levantamiento gráfico del monumento, la realización de los estudios métricos, y los análisis gráficos de los trazados, en la redacción de los estudios previos, en los proyectos de intervención y en redacción de los planes directores de los monumentos.

3- LA METODOLOGÍA

3.1- El planteamiento metodológico.

En primer lugar se plantea la necesidad de situar el contexto histórico en torno al cual se desarrolló el programa edilicio del monumento para establecer las relaciones entre los distintos acontecimientos culturales y sociales. De esta manera podemos ponernos en el lugar de los artífices, para comprender los principios y valores con los que aquellas gentes veían el mundo, expresado en el propio edificio.

Por ello, será necesario conocer los principios e instrumentos de razón que alumbran el quehacer arquitectónico asumido por los oficios en la construcción medieval. Y así, desplegar sus mismos recursos y operaciones, tanto desde el punto de vista de la composición y el diseño, como desde el punto de vista de la aplicación en proceso de la ejecución material.

En primer lugar, el levantamiento gráfico de la arquitectura, es decir, la toma de los datos, su elaboración e interpretación, fuente principal de conocimiento e hilo conductor del resto de las tareas a realizar.

En segundo lugar, la geometría y los sistemas de medidas autóctonos que son la materia conceptual y compositiva que define el apartado instrumental.

En tercer lugar, el inventario y la catalogación de los distintos elementos encontrados, que facilita la definición de los invariantes, extendidos y recopilados en los planos a escala.

En cuarto lugar, el estudio de las trazas y de la métrica que propiciaron el origen y el desarrollo constructivo del templo, y del conjunto de sus partes y elementos.

Y por último, en quinto lugar, se estudiará el modo mediante el cual, se implantó por primera vez el tipo de iglesia definida por el trazado regulador octogonal en el antiguo recinto medieval de la ciudad de Valencia después de la conquista y que se desarrolló en *las iglesias de fundación*.

Una de las mayores dificultades, se plantea cuando los conocimientos teóricos tienen que ser aplicados sobre un edificio concreto. Por ello, para evitar conclusiones consecuencia del azar, es necesario emplear un procedimiento de trabajo basado en un método sistemático hasta determinar la evolución constructiva y establecer referencias y prioridades.

3.2- Los instrumentos de análisis.

La decisión del empleo de un determinado trazado se fundamenta en la necesidad de elaborar un programa de organización espacial previo al desarrollo de la puesta en obra del edificio. Tanto los constructores antiguos como los actuales, se basan en la geometría para la elaboración de este programa de diseño igualmente, lo expone el profesor J. Antonio Ruiz de la Rosa⁸ en su libro. Así, forma parte como una constante, el uso de procedimientos geométricos para conseguir *proporciones perfectas*.

La precisión conceptual y comunicativa de la geometría, su capacidad de definición de las formas planas y tridimensionales, de sus relaciones y combinaciones, ha estado presente desde los comienzos de la arquitectura como arte: la geometría es la base de toda articulación arquitectónica.

Algunos autores se refieren a la necesidad que llevó a emplear fórmulas geométricas para el diseño de determinadas construcciones al hecho, de que en cada lugar, se manejaban unidades de medida diferentes, por lo que se fomentó el uso de la proporción. Todo ello, hace que el diseño arquitectónico medieval se basase en conceptos de pura geometría, donde se conjuga la modulación y la proporción relacionadas en algunos casos con un simbolismo religioso.

El diseño de los edificios se realizaba a partir de una trama geométrica (trazado regulador) que sólo se descubre con la realización del dibujo en el levantamiento. Es entonces cuando apreciamos, que han sido utilizadas sencillas figuras geométricas para su elaboración: cuadrados, ángulos rectos, círculos, triángulos... que debidamente relacionados componen una planta.

Mediante el uso del trazado regulador, los constructores medievales eran capaces de realizar operaciones gráficas sin necesidad de utilizar escalas, ya que todos los elementos están referenciados respecto a uno fijado previamente.

⁸RUIZ DE LA ROSA, J.A. *Traza y simetría de la arquitectura. En la antigüedad y medieval*. Ed. Servicios de publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla, 1987, Pág. 18.



*Escena de dibujo sobre el terreno. Viollet-le-Duc,
Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e au XVI^e siècle*

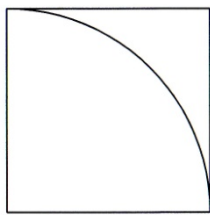
Junto al reconocimiento de una marcada geometría sobre el trazado de las construcciones se pone de manifiesto que desde muy antiguo, se empleaban sistemas de medidas basadas en las proporciones humanas. Como es el caso del codo, utilizado por el mundo antiguo, siendo su traducción al sistema de medidas internacional entre 47.14 y 49.99 cm., y a su vez subdividido (según zonas geográficas) en pies, palmos y otros nombres menos comunes empleados a lo largo de toda la historia.

Centrándonos en la época medieval, se puede decir que el sistema de medidas utilizado variaba según la zona geográfica. Los diversos sistemas de medidas utilizados en España tienen sus orígenes en el sistema metrológico romano, de carácter antropométrico, con múltiplos y submúltiplos del pie según el sistema sexagesimal (heredado de la cultura oriental de Siria). Tras la disgregación del imperio romano, se pierde esta unidad metrológica apareciendo en su lugar variantes regionales o locales. La vara adquiere gran protagonismo suplantando en buena parte al pie⁹. Esta tiene una dimensión cómoda para ser utilizada por constructores y comerciantes. En la Corona de Aragón, una vara contenía 4 palmos o 3 pies. En el Reino de Valencia el palmo equivale a 23cm. y la vara a 91cm. Este sistema de medidas como veremos, fue empleado y así se refleja en la planimetría realizada, en la Iglesia de San Juan del Hospital de Valencia.

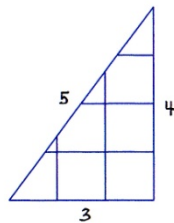
⁹ MERINO DE CÁCERES, J. *Planimetría y metrología en las catedrales Españolas*. Lección 2. *La memoria Histórica*, Capítulo I, *Metodología de la restauración y de la rehabilitación* Tomo II. Tratado de Rehabilitación. Editorial Munilla-Lería. Madrid, 1999, Pág. 36.

El cuadrado.

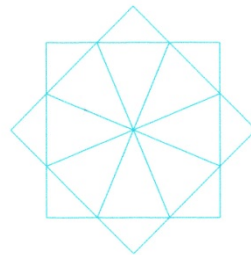
Está considerado como la *unidad principal* que gobierna el diseño arquitectónico. Este módulo, se multiplica, se divide, se dobla, se gira, para obtener las plantas de los edificios. Existen, según Bucher, dos subcategorías en el empleo del cuadrado: el *diagon* y el *auron*. El primero es un rectángulo construido a partir de un cuadrado cuya diagonal genera al abatirla sobre un lado, el lado mayor del rectángulo. El *auron* o sección Áurea es el que se genera a partir del cuadrado que se divide en dos y con la diagonal de uno de los rectángulos abatida sobre el lado se consigue el lado mayor del nuevo rectángulo. Como vemos, el trazado de ambos rectángulos es sencillo y puede obtenerse utilizando unas lienzas. Encontramos en muchas ocasiones que una de las proporciones más utilizadas es el *diagón*, es decir, el rectángulo de relación $\frac{1}{\sqrt{2}}$ heredado de la tradición Vitruviana basado en la demostración de Platón de cómo doblar un cuadrado.



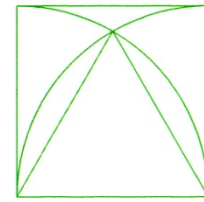
Ad cadratum



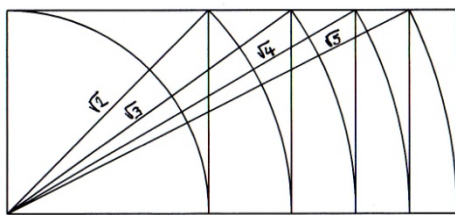
Triangulo egipcio



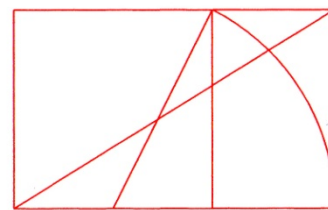
*Triangulo Isósceles,
Octágono*



*Triangulo Equilátero,
Hexágono*



Raíces Cuadradas proporciones dinámicas



Sección Áurea, Φ

El triángulo.

El triángulo equilátero y sus derivados están consideradas figuras secundarias de menor importancia que el cuadrado a pesar de implicar una simbología relacionada con la Trinidad, sin embargo tuvo un uso mucho más extendido y profuso del que algunos

autores suponen. El más conocido, llamado por la mayor parte de los autores *triángulo sagrado o egipcio*, es el triángulo rectángulo cuyos lados son proporcionales a los números 3, 4 y 5. Es el único triángulo rectángulo cuyos lados encuentran formando una sucesión aritmética. Este, era ya empleado por los agrimensores griegos y por los *harpedonaptas* egipcios para trazar ángulos rectos y rectángulos con una cuerda de nudos marcada en los 3/12, en los 4/12 y en los 5/12 de su longitud. El triángulo isósceles, formado por dos triángulos rectángulos unidos por la altura que posee 5 unidades de lado por una base que se incrementa hasta 8 unidades, ha sido ampliamente utilizado como elemento director del trazado vertical de catedrales góticas, en particular de Notre Dame de París.

Con el giro del triángulo equilátero se consigue el hexágono, que por tener la propiedad, única entre los polígonos regulares, de ser su lado igual al radio de la circunferencia circunscrita, lo convierte en una figura de muy sencilla construcción y consecuentemente muy utilizada en los trazados reguladores medievales.

Existe una figura geométrica, también utilizada por los constructores del Medievo que, sin embargo, no es tan conocida: el pentágono. Tiene la ventaja de poder ser construido con una sola abertura de compás y su relación con la sección áurea (Lado pentágono estrellado / lado pentágono regular = número de oro) lo convierte en figura simbólica (los discípulos de Pitágoras dieron el puesto de honor al pentágono entre las figuras planas y utilizaron el pentágono estrellado o pentagrama llamado *pentalfa* como emblema de la salud y de la vida). Del pentágono se deriva el decágono también directamente relacionado con la sección áurea (Radio /Lado del decágono regular = número de oro).

Asimismo, se compone de diez triángulos isósceles sublimes (de ángulos en el vértice iguales a 36º) yuxtapuestos en torno a un centro al que convergen sus vértices: ha sido empleado en arquitectura en el trazado del templo de Minerva Médica en Roma, en el Mausoleo de Teodorico en Rávena, en la iglesia románica de San Gereón en Colonia y también se encuentra en el trazado de uno de los rosetones de la Sainte-Chapelle.¹⁰

El círculo y los arcos de círculo se utilizan fundamentalmente para la formación de las bóvedas de crucería y para la ornamentación. Puede considerarse la figura más utilizada y así el compás se convierte en el símbolo del arquitecto.

¹⁰GHYKA, M. *Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes*. Ed. Poseidón. Barcelona 1983, Pág. 71.

El empleo de todas estas figuras, manipuladas sin necesidad de grandes conocimientos teóricos facilitaba el diseño de las plantas de los edificios, por lo que se puede afirmar que existía una ley compositiva, es decir, unas proporciones, tanto en las plantas como en los alzados. Las plantas y los alzados se solían diseñar mediante esquemas geométricos proporcionales: las trazas y las monteas.

Estos esquemas necesitaban ser desarrollados mediante el estudio de los instrumentos empleados en la elaboración de detalles del trazado para la labra de cada sillar, se necesitaban unos dibujos más precisos: las plantillas.

La técnica del replanteo y montea era un sistema de trabajo muy desarrollado y eficaz, por lo que hay que suponer su existencia desde fecha muy anterior. Por otra parte, es una técnica que coincide en lo esencial con la de los egipcios, y existe la teoría de que fueron dos arquitectos samios los que la introdujeron en Grecia en el siglo VI¹¹.

3.3- La metodología aplicada.

En primer lugar es necesario recopilar toda información que nos orientara sobre las proporciones, la geometría y los sistemas de medida utilizados a lo largo de la historia. Existe una amplia bibliografía en la que se expone un gran número de formas geométricas, proporciones y módulos¹². Nos introduciríamos en el análisis de las diferentes formas geométricas más empleadas y su relación con determinadas sucesiones de números como la sucesión de Fibonacci y como las sucesiones de Pell. Asimismo, se pueden establecer relaciones que unen estas formas con el número de oro o razón de la sección áurea, o bien con el número de plata y la proporción cordobesa¹³ etc. Al mismo tiempo, se concreta cuáles son las formas geométricas y los trazados reguladores más empleados a lo largo de la historia, caracterizando la arquitectura de cada época y lugar¹⁴.

¹¹RUIZ DE LA ROSA, J.A. *Traza y simetría de la arquitectura. En la antigüedad y medievo*. Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla, 1987, Pág. 128.

¹²El libro de MATILA GHYKA, *Estética de las proporciones en la naturaleza y las artes*, hace una extensa exposición de las diferentes formas geométricas y sus relaciones, estableciendo enunciados desde el punto de vista geométrico y aritmético, relacionando la tradición numérica y la tradición geométrica como establece el profesor Ruiz de la Rosa.

¹³DE LA-HOZ ARDERIUS, R., *La proporción Cordobesa*, artículo publicado en la revista Cointra Press, cuarto trimestre. Alcalá de Henares (Madrid), 1976, Pág. 15-20.

¹⁴El profesor RUIZ DE LA ROSA, en su libro, *Traza y Simetría de la Arquitectura. En la Antigüedad y Medievo*, realiza un amplio recorrido por las diferentes épocas históricas, analizando la arquitectura que se realiza en cada una de ellas en función de la geometría empleada en su diseño, es decir, analizando los trazados reguladores que las han generado.

Una vez escogidas y analizadas las formas geométricas que se han considerado como básicas para el estudio, se plantean las vías o caminos a seguir para completar el análisis geométrico de un determinado edificio histórico. De esta forma, se procede a hallar las relaciones que unen estas formas geométricas generadoras de una composición arquitectónica¹⁵; para ello es conveniente buscar una figura sencilla de aplicar y reconocer en los planos del edificio que se plantea estudiar.

Diferentes autores propugnan diversos métodos de análisis geométrico: Jay Hambidge¹⁶, propone estudiar la disposición y las proporciones relativas, no ya de las líneas, sino de las superficies, lo que es natural cuando se trata de arquitectura. Los alzados, pueden ser siempre encuadrados por rectángulos o combinaciones de rectángulos. El rectángulo es una superficie que puede servirnos para establecer el estudio de plantas y alzados. Por ello se puede partir, de dos rectángulos diferentes que se distinguen por la relación entre el lado mayor y el menor. Esta razón o *módulo n* es suficiente para caracterizar un rectángulo. Hambidge agrupa por una parte, todos los rectángulos cuyo módulo n es un número entero o fraccionario que él llama *estáticos*, y por otra aquellos para los que n es un número inconmensurable *euclidiano* que llama rectángulos *dinámicos*. El cuadrado y el doble del cuadrado, de módulos 1 y 2, pertenecen tanto a la serie estática como dinámica.

El arqueólogo noruego Lund intentó descubrir los procedimientos de composición armónica de los arquitectos góticos. Después de un examen comparativo de algunos textos griegos y alejandrinos concluyó, que el rectángulo típicamente *heterómeco* cuya combinación con el cuadrado constituía una clave de armonía, debía ser, precisamente, el rectángulo irracional áureo, es decir, el rectángulo de los *cuadrados giratorios* que también propugnaba Hambidge.

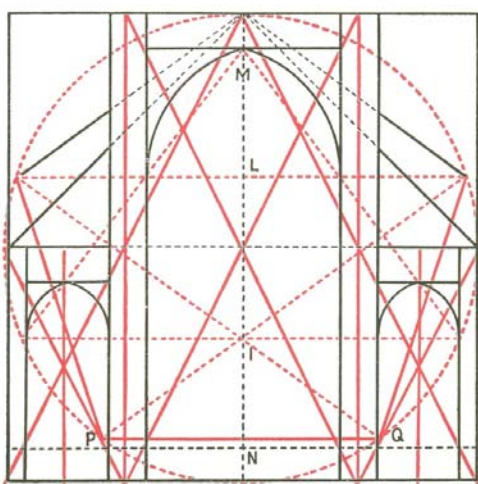
En arquitectura bizantina y románica, el cuadrado y el rectángulo de módulo raíz de 2 son los que suministran temas dinámicos que derivan de la propia estructura de los monumentos, concebidos como volúmenes sencillos que se manifiestan tan sinceramente en el exterior como en el interior: cubo, hemisferio, cuboctaedro para las cúpulas bizantinas clásicas con adjunción o sin ella de cilindros, medios puntos, prismas octogonales, etc. Esto no impide que las superficies verticales sean a veces tratadas por una modulación que deriva de la sección áurea. Se puede decir, sin embargo, que en tesis

¹⁵En el libro de NEUFERT *El proyecto y las medidas en la construcción*. Pág. 206 describe de forma esquemática y rápida el empleo de una serie de relaciones geométricas.

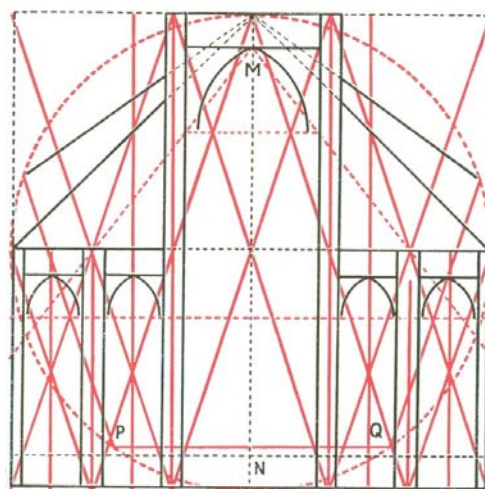
¹⁶HAMBIDGE, J. *Dynamic Symmetry, the Greek Vase*. Yale University Press. New Haven. USA 1919.

general, el módulo de raíz de 2, que fluye naturalmente del cubo, del cuboctaedro y del prisma octogonal, es característico de la arquitectura bizantina y románica. Además, para las modulaciones verticales se encuentra a menudo en ellas el triángulo rectángulo isósceles, que es, a su vez, la mitad de un cuadrado cuya diagonal es la hipotenusa de aquél¹⁷.

Lund¹⁸, habiendo estudiado los planos de la mayor parte de las catedrales góticas de Europa, encontró siempre en ellas el doble cuadrado y la sección áurea, tanto en la planta como en los alzados, siendo la resultante natural de un diagrama central en el que se combinan el pentágono, el cuadrado, e incluso el triángulo equilátero¹⁹. Analizando los trazados transversales condensados en los esquemas-tipos, Lund anota que la posición de los contrafuertes principales está dada, en general, por los lados del pentágono y del cuadrado, inscritos en el círculo director principal. Es por ello que Matila C. Ghyka denomina al método de Lund, *canon radiante* en contraposición al *canon rectangular* de Hambdige, *Viollet-le-Duc*, sin embargo propone ensayar los trazados reguladores de los alzados de las catedrales góticas por el método de los triángulos²⁰.



Esquema transversal de una iglesia gótica con dos naves laterales, según Lund (Matila G. Ghyka.)



Esquema transversal de una iglesia gótica con cuatro naves laterales, según Lund (Matila G. Ghyka)

¹⁷GHYKA, M. *Estética de las proporciones en la naturaleza y en las arte*. Ed. Poseidón. Barcelona 1983, Pág. 204.

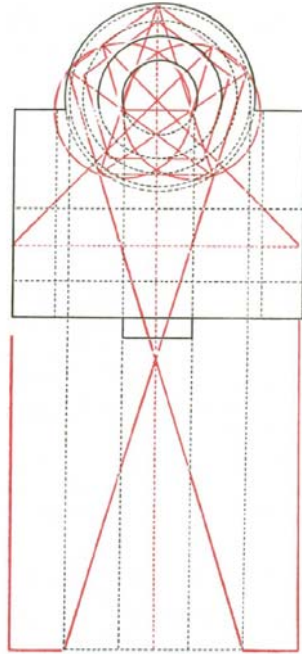
¹⁸LUND, *Ad Quadratum*. Edición inglesa por B.T. Batsford. London, 1921.

¹⁹Recordemos que todas estas figuras están íntimamente relacionadas con el número de oro o razón de la sección Áurea.

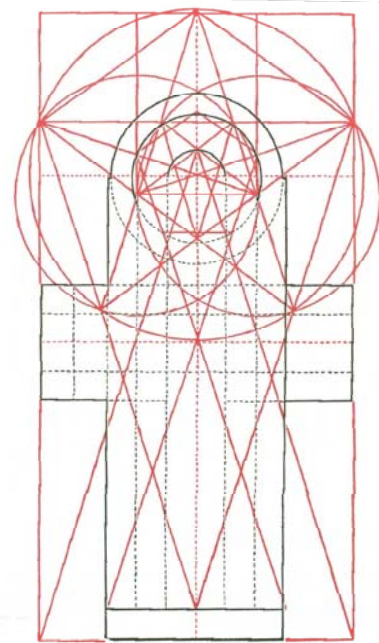
²⁰VIOUET-LE-DUC. *La construcción medieval*. Ed. Reverte, Madrid 2000; Cita especialmente a la escuela de arquitectura nestoriana de Alejandría heredera de los diagramas triangulares transmitidos en las pirámides.

Encontró como triángulos generadores, o al menos regulares:

- el triángulo equilátero
- un triángulo isósceles que él llama egipcio y cuyas proporciones son cuatro unidades para la base y 2'5 unidades para la vertical trazada desde el vértice a la base.



Trazado radiante de la catedral de Beauvais, según Lund (Matila G. Ghyka)



Trazado radiante de la catedral de Colonia, según Lund (Matila G. Ghyka)

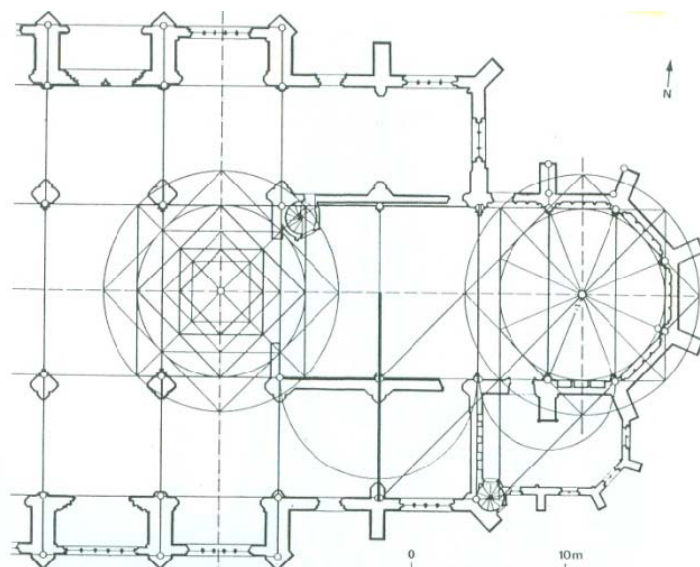
Siguiendo a Ghyka, nos plantea la posibilidad de encontrar un tercer procedimiento el propuesto por Borissavlievitch y Fischbacher (1925), para averiguar las trazas y montes de una arquitectura, partiendo de lo que denomina la perspectiva *óptico-fisiológica*. Delimita una superficie y fija en ella la distancia y altura del ojo de un observador, determinando el polo, la vertical y la línea de horizonte, a partir de los cuales halla todas las proporciones de los elementos interiores.

Este método *perspectivista* tiene una gran adaptabilidad para determinar las relaciones de ubicación y proporcionalidad de los elementos constructivos.

En resumen, todos estos procedimientos gráficos tienen por objeto común obtener la ley del trazado que originó una arquitectura concreta. Una combinación de todos estos métodos, donde el trazado regulador se ensaya mediante el métodos de triángulos (Viollet), el de los rectángulos (Hambidge), el del pentágono y círculo central radiante (Lund) y el perspectivista permitirán obtener un extenso repertorio de las posibles trazas

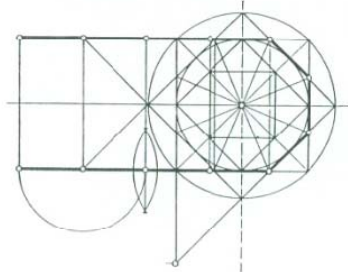
que originaron la construcción del edificio y la métrica empleada en cada una de las partes del edificio, además de un mayor conocimiento del elemento patrimonial arquitectónico. Posteriormente se elabora un catálogo en el que se define y describe cada una de las trazas más importantes que se han detectado en cada una de las vistas principales del edificio (planta, alzados, secciones y detalles).

Esta sistematización en la recopilación de resultados servirá de indicativo de las posibles conclusiones erróneas, ya que siempre hay una correlación lógica entre la fachada y el plano horizontal, no solo para las dimensiones del conjunto, sino también en las subdivisiones de las redes geométricas que determinan los elementos estructurales de volumen o de superficie.

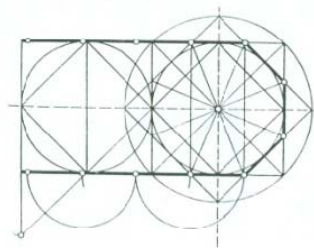


121 Grundriß der Osthälfte des Berner Münsters mit eingezeichneter Quadratur

122 Konstruktionssystem des Chors der Stadtkirche in Burgdorf bei Bern (1471/73)



123 Konstruktion eines Chors nach Lorenz Lacher (Unterrweisungen und Lehrtagen für seinen Sohn Moritz, 1516)



Estudio de trazados octogonales de la iglesia de Berner Münsters (1425); de la iglesia de Stadtkirche en Burgdorf (1471); de la iglesia de Lorenz Lacher (1516)²¹

²¹ Del libro de NAREDI-REINER. *Architektur und harmonie*. Ed. DuMont Buchverlag Köln, 198, Pág. 221.

2ª PARTE

LA MÉTRICA Y LAS TRAZAS EN LA IGLESIA DE
SAN JUAN DEL HOSPITAL DE VALENCIA

4- EL MARCO HISTÓRICO

4.1- La Orden de San Juan del Hospital.

La Orden de San Juan del Hospital de Jerusalén es una de las más importantes Órdenes Religioso-Militares, tanto por la extensión de su implantación territorial como por su permanencia. Se dice que existió desde antes de las Cruzadas, y en la actualidad sigue prestando y desarrollando su labor como Orden Religiosa asistencial. A lo largo del tiempo ha ido tomando el nombre del topónimo en el que se encontraba la sede central; conocidos como Hospitalarios de Jerusalén hasta 1309, fueron llamados Caballeros de Rodas de 1309 a 1522, y Caballeros de Malta desde 1530 hasta la fecha.



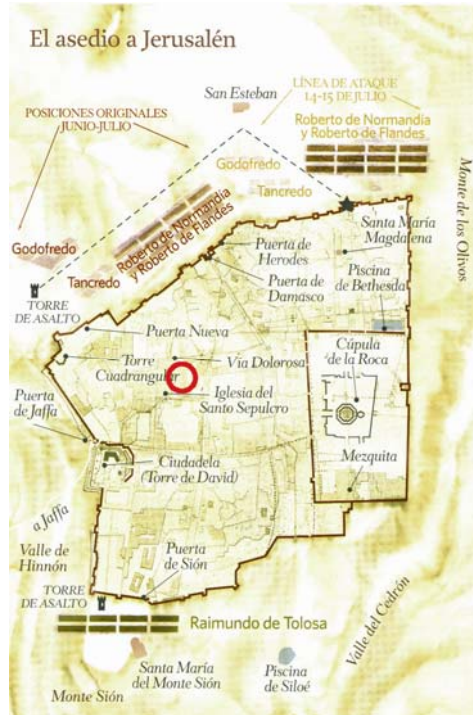
El maestre de la orden del Hospital (en el centro), junto con otros caballeros hospitalarios, todos ellos con el hábito de la orden, se preparan para la defensa de la ciudad de Rodas del ataque turco que tuvo lugar en 1480. La miniatura es de finales del siglo XV y se encuentra en la Biblioteca Nacional de París.

Según Laureana Pagarolas Sabaté las raíces de la Orden del Hospital de San Juan de Jerusalén se remontan a mediados de siglo XI²². Según el relato del arzobispo de Tiro (1179 – 1182), aproximadamente en el año 1048 un grupo de mercaderes de la ciudad italiana de Amalfi establecieron un monasterio de regla benedictina en Jerusalén²³. Posteriormente, durante la Cruzada impulsada por el Papa Gregorio VII se reunieron una serie de caballeros, frailes y soldados, a instancia de Gerardo Tunc, el “padre de los pobres” y consiguieron en el año 1099 de los gobernantes musulmanes permiso para fundar un hospital junto a la iglesia del Santo Sepulcro donde atender las necesidades de todos estos peregrinos que llegan del largo viaje enfermos y moribundos.

²² PAGAROLAS SABATÉ LAUREA. *Los monjes soldados*. Fundación Santa María la Real. Aguilar de Campoo Palencia 2004. Pág. 36.

²³ BONET DONATO, M. *Poder y gobierno en la Castellania de Amposta (ss. XII-XV)*. Ed. CSIC. Madrid, 1999. Pág. 4.

Éste hospital se construyó bajo la advocación de San Juan Bautista. Era un hospital para peregrinos de gran capacidad (unas dos mil personas), según la descripción de Juan de Wirzburg, que viajó a tierra Santa en 1135²⁴.



El asedio a Jerusalén

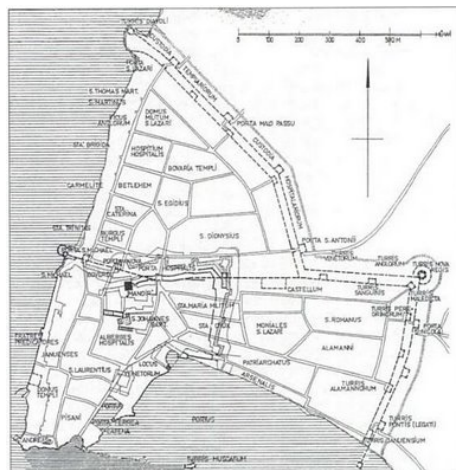
Gerardo Tunc les hizo tomar los hábitos y les impuso los tres votos de obediencia castidad y pobreza. Vivieron en comunidad en el mismo edificio atendiendo el hospital y con ello dieron origen a la Orden Hospitalaria. Fija cómo deben ser atendidos los enfermos; cambia la regla de la Orden, la de San Esteban, por la de San Agustín y eleva la fundación hospitalaria al grado de Instituto religioso, caritativo y militar²⁵.

El 15 de febrero de 1113 el Papa Pascual II aprueba la Orden del Hospital de San Juan de Jerusalén encargada del alojamiento de los “viajeros de Dios”, confirmándola Gelasio II en 1118 y Calixto II en 1120. Su misión principal consistía en la protección, alojamiento y asistencia sanitaria de los peregrinos a lo largo de las rutas. Así es constituida, bajo la única autoridad del Romano Pontífice, procesando total obediencia y sumisión.

²⁴ PAGAROLAS SABATÉ LAUREA. *Los monjes soldados*. Fundación Santa María la Real. Aguilar de Campoo Palencia 2004. Pág. 36.

²⁵ GASCÓ PASCUAL, L. *La Iglesia de San Juan del hospital de Valencia y su relación con la soberana Orden de Malta*. Edit. facsímil reeditado por Paris Valencia 1968 y 1998, Pág. 20.

La regla del Hospital se basa en un somero enunciado de los deberes de los hospitalarios, fundamentados en los tres votos, y los cometidos regulados son sólo el culto divino y el acogimiento de pobres y enfermos, además de las prescripciones concernientes al alimento y vestido, y el código penal a aplicar a los infractores de la disciplina conventual. Nada se dice ni de la milicia ni del cariz militar. De hecho la primera referencia sobre la militarización no aparece hasta los estatutos de 1182²⁶.



San Juan de Acre a finales del siglo XVIII



La antigua ciudad portuaria de San Juan de Acre

La opinión tradicional afirma que la militarización se produjo durante el magisterio de Ramón de Puy, considerando que en 1136 se concedió a los hospitalarios la fortaleza de Dethgibelin, al sur de Palestina, donación solo explicable en el caso de que los frailes custodiasen otras fortalezas. Como señala Forey, existen dos corrientes distintas sobre la

²⁶ Así se tratan las obligaciones de los freiles y de sus votos en los primeros capítulos (I-II). En los siguientes el reglamento interno de la comunidad y la definición de sus deberes (III-V); la indumentaria y la alimentación en el (VIII). Código penal en el (IX-XII, XVII, XVIII); lo relativo a la liturgia en el (XIV) y normativa sobre la atención de los enfermos (M.BONET: *La orden del Hospital en la Corona de Aragón. Poder y gobierno en la Castellania de Amposta (ssXII-XV)*, Madrid, CSIC, 1994, Pág. 18-29.

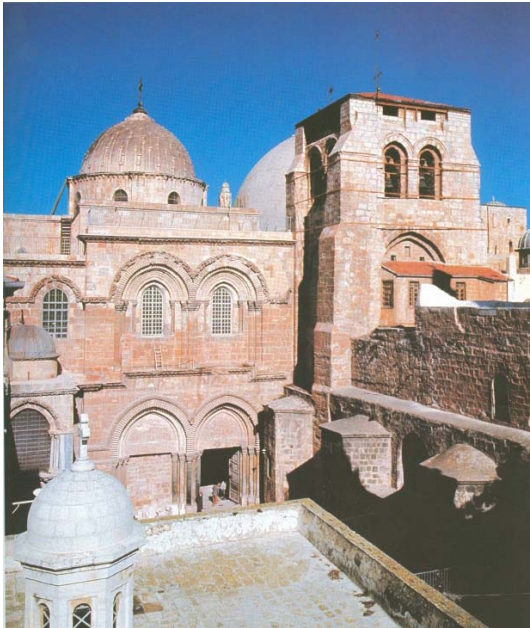
cronología de la militarización de la Orden. Una niega el carácter militar de hospital antes de 1160, mientras que la otra lo defiende a partir de 1120.

La primera teoría la sostienen junto con Forey, García Larragueta y Bertrán, que admiten una transformación más temprana en la península ibérica. La segunda la defiende King, que afirma que la militarización es obra de Ramón de Puy, el cual se inspiró en el ejemplo de los Templarios. Bonet, en su tesis sobre el Hospital en la Corona de Aragón, haciéndose eco de esta polémica, expone y comenta algunos documentos que sugieren el carácter militar de la Orden de San Juan antes de 1160, eso sí, relativos a las tierras del este peninsular²⁷.

Raimundo Despuig, logró que Balduino I nombrase heredera de los cruzados que morían sin sucesión, a la Orden Hospitalaria de San Juan, que adquiere renombre internacional con gran rapidez²⁸. Para acompañar y defender cuando fuera necesario a los peregrinos que llegaban y partían, sufragó el costo de una escolta armada, que con el tiempo se convirtió en un verdadero ejército formado por caballeros reclutados entre los cruzados de Europa, quienes servían como caballería pesada, y turcoples (hijos de padre turco y madre griega) reclutados entre los nativos de sangre mixta, quienes hacían las funciones de caballería ligera armados a la usanza turca. La primera mención acerca del servicio militar aparece en los estatutos del noveno Gran Maestre, Alfonso de Portugal en torno al año 1200. En estos se hace una marcada distinción entre los caballeros seculares, externos a la Orden, quienes servían sólo por un tiempo, y los caballeros declarados, unidos a la Orden mediante un voto perpetuo, y poseedores de los mismos privilegios espirituales que los otros religiosos. De ahí en adelante, la orden nombraba dos clases de miembros: los hermanos militares y los hermanos enfermeros. Los hermanos capellanes, a quienes se les confiaba el divino servicio, formaban una tercera clase.

²⁷ FOREY A.J: *Military op.cit.* IX (*The militarisation of the Hospital of St. John*).pp.75-89.citado por BERTRÁN, P. *L'Orde de Sant Joan de Jerusalem i l'expansió de la Corona d'Aragó per la Mediterrane* Ed. Publicación de la Universitat. Barcelona, 1989, pp. 27-29 y Bonet, M: *La Orden...*, op.cit, Pág. 4-6 y 31-35.

²⁸ GASCÓ PASCUAL, L. *La Iglesia de San Juan del hospital de Valencia y su relación con la soberana Orden de Malta*. Edit. facsímil reeditado por Paris Valencia 1968 y 1998. Pág. 20.

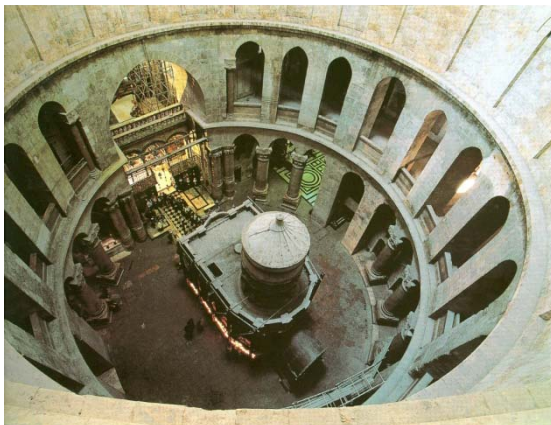


Fachada y campanario del Santo Sepulcro

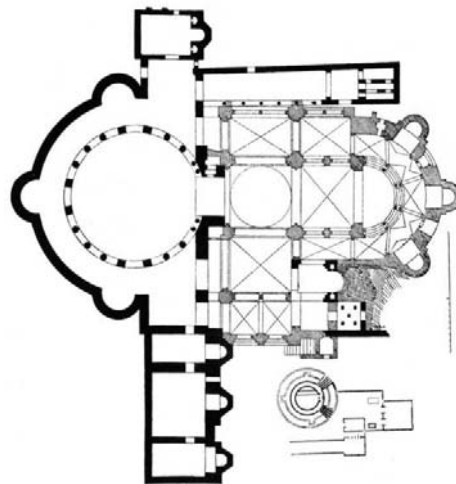


Vista aérea del conjunto del Santo Sepulcro

Tras la captura de Jerusalén por parte de Saladino (1187), la Orden Hospitalaria pudo conservar solamente las posesiones que tenía en el Principado de Trípoli. Los Hospitalarios se ven obligados a trasladar su cuartel general al castillo de Margat (Líbano) (1187 – 1191) y posteriormente a Acre (1191 – 1291). Con la derrota en 1244 en la batalla de Escalón comienza el final de la ocupación cristiana en Siria y Palestina.



Interior de la rotonda del Santo Sepulcro



Planta del conjunto del Santo Sepulcro siglo XII



Acceso Santo Sepulcro

Sus miembros fueron obligados a buscar refugio en 1291 bajo las órdenes de su Gran Maestre Jean de Villiers en el Reino de Chipre donde ya tenían algunas posesiones.



Los reinos latinos de Oriente

El apoyo de San Bernardo a las órdenes religioso-militares impulsaría la extensión y engrandecimiento de las mismas.

La fama de la Orden Hospitalaria llega a las naciones europeas y son muchos los caballeros de diferentes nacionalidades y lenguas los que se adhieren a formar parte de dicha Orden. Las Órdenes Militares, al haber sido aprobadas y recibido sus estatutos directamente del Papa, conservan su independencia y actividad, disfrutaban de la

protección de mismo. Esto unido a las brillantes empresas militares llevadas a cabo durante el siglo XII, les incrementó su patrimonio en toda Europa.

Los monjes de capa negra y cota roja con cruz blanca de ocho puntas sobre la capa y el pendón pasaron a formar parte de la historia de occidente.



Escudo de la Orden de San Juan del Hospital de Jerusalén

4.1.1- La Castellanía de Amposta.

El mismo año de su fundación en 1113 ya reciben donaciones de lugares en Cataluña. En 1134 el rey Alfonso I (1073-1134) se apoya en las Órdenes del Hospital, del Temple y del Santo Sepulcro para llevar a cabo la reconquista con la ayuda de caballeros gascones y franceses.

En 1110 se apoderó de Valtierra, Egea y Zaragoza en 1114, acuden gascones y berneses como el Conde de Alberche, el señor de Verán, el Conde de Comenge, el Vizconde de Gabarret y otros ²⁹. Algunos quedaron en Jaca, Huesca y Zaragoza en 1118.



Iglesia monasterio de San Pedro de Siresa

²⁹ DEL ARCO, R. *Aragón (Geografía, Historia, Arte)*. Ed. Instituto de Estudios Oscenses. Hueca, 1931. Pág. 258.



Iglesia monasterio de San Pedro de Siresa



Vista del ábside desde el exterior e interior

Estos caballeros franceses y navarros refieren al monarca aragonés las excelencias de la nueva Orden de San Juan de Jerusalén, así como el gran número de nobles y segundones de las más ilustres casas que se afilian a ella y las donaciones que reciben de los poderosos.

Esto da lugar a que en su testamento (Bayona 1130 y Sarriñena), legue el reino a las Ordenes Militares del Hospital, del Temple, y Santo Sepulcro condicionado a no dejar armas hasta haber expulsado a los sarracenos³⁰.



Restos del antiguo Castillo de Amposta

Otra de las cláusulas decía: “*Si Dios me diera a mí Tortosa, sea para el Hospital de Jerusalén*”; también en Cataluña, en un pergamino fechado en 1139, consta que Pedro Albert pagaba un diezmo a la Orden de San Juan de Jerusalén³¹.

³⁰GASCÓ PASCUAL, L. *La Iglesia de San Juan del hospital de Valencia y su relación con la soberana Orden de Malta*. Ed. facsímil reeditado por Paris Valencia 1968 y 1998. Ciudad de Valencia. Pág. 26

³¹ Según dice haberlo visto Coy en el archivo del Gran Priorato de Cataluña (Historia de la ínclita...Pág. 143)

Esta decisión crea una gran controversia ya que navarros y aragoneses no admiten los términos del testamento. Con motivo de este suceso, viene a España en 1141 Raimundo Despuig para hacerse cargo del testamento. Tras las negociaciones correspondientes se llega a un acuerdo mediante el cual se nombra sucesor a su hermano Ramón Berenguer como príncipe de Aragón.



Reinos de Taifas, y los cuatro reinos Islámicos (1009-1238), las Provincias

Don Ramiro (1134-1137)³², era un monje benedictino y obispo electo de Roda, al cual el Papa eximió de sus votos y se casó con Inés de Potiers, de éste matrimonio nació Dña. Petronila.

Como compensación dona ciertos territorios y prebendas a las órdenes implicadas. La Orden del Hospital recibe los lugares de Barbastro, Huesca, Calatayud, Zaragoza, Daroca y Jaca y una aportación fundamental para el futuro engrandecimiento de la Orden: el 10 % de las tierras que se conquistaran a partir de ese momento a los moros.

El Conde de Barcelona, Ramón de Berenguer III, quiso extender sus dominios en dirección al reino de Valencia, hizo tributarios a los moros de la Rápita que encomienda al Conde Pallars, Don Artal, en 1097, dándole el castillo que pensaba construir en Amposta, cuando conquistase Tortosa pero esta conquista no se realizó hasta 1148, en época de Ramón Berenguer IV, con la gran ayuda de los Hospitalarios y Templarios. Fue

³² PÉREZ BUSTAMANTE, C. *Síntesis de la Historia de España*. Ed. Atlas. Madrid, 1949. Pág. 90.

tal el agradecimiento, que cedió el castillo de Amposta³³ a la Orden del Hospital. Hasta entonces los Hospitalarios dependían del Priorato del Hospital de Saint Pilles (Provenza). Con el gran auge de la Orden y habiendo tomado posesión del castillo de Amposta se creó la lengua de Aragón. El Prior tomó el título de Gran Castellán de Amposta y todos los conventos de la Orden y un amplio territorio que componía la Castellanía o Gran Priorato de Aragón (que consta en un manuscrito en el convento fechado el 3 de Marzo de 1235) dependían de él.

Durante los siguientes cincuenta años los Sanjuanistas se establecen en tierras catalanas y aragonesas, adquiriendo un dilatado patrimonio, en parte otorgado por los reyes como hemos visto y en parte otorgado por determinados nobles cercanos a la Orden.

En poco tiempo se desarrolló en Aragón la Orden de San Juan del Hospital. En 1157³⁴ ya existía una encomienda Sanjuanista dependiente de la castellanía de Amposta que comprendía los términos de Senia y Sigena, la Orden fue extendiéndose rápidamente por todo el territorio no solamente por dar cumplimiento a los acuerdos entre los condes de Barcelona y el Gran Maestre Sanjuanista, sino porque se trataba de lugares estratégicos como puntos obligados de paso para la andariega Corte de Aragón y Cataluña, que eran próximos a los territorios islámicos y que interesaba guardar la seguridad y los Sanjuanistas la proporcionaban³⁵.

Con Alfonso II (1162-1196), se fomenta el prestigio de los hospitalarios donándoles el Castillo de Calanda y recibiendo donaciones de casas en Cervera, Barcelona, Lérida, Susterris (Pallars), Siscar, Torrente del Cinca, Caspe y Villafranca, todas dependientes de la Castellanía de Amposta.

Los dominios Sanjuanistas en Aragón, se concentran en el valle del Ebro: Mallén, Añón, Remolinos, Zaragoza, Pina, Samper de Calanda y Caspe; en la ribera del Jiloca se encontraba la encomienda de Calatayud y en la frontera con Navarra, la de Castiliscar. La encomienda de Huesca regía las posesiones en la ciudad y su amplio entorno; Barbastro fue centro sanjuanista de cierta importancia y también contaron con bienes en Jaca. En Daroca no hubo preceptoría, si bien poseyeron algunas heredades. En las tierras turolenses se hallaba la encomienda de Aliaga³⁶. De todas estas encomiendas la de

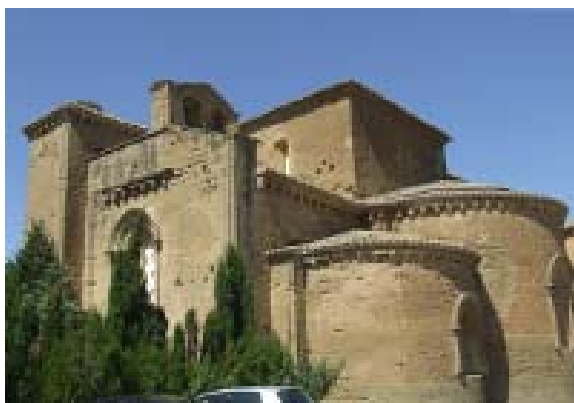
³³ BEGUER, M. *El Real Monasterio de Santa María de la Rápita*. Pág. 32.

³⁴ MIRET Y SANS, J. *Les cases de Templers y Hospitalers en Catalunya*. Barcelona, 1910. Pág. 207.

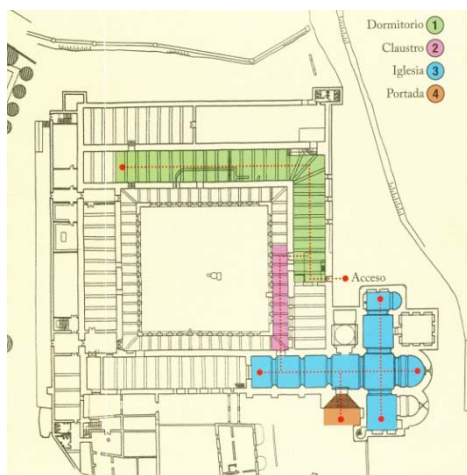
³⁵ UBIETO, A. *Real Monasterio de Sigena*. Valencia 1966. Pág. 17 y 21.

³⁶ A partir de 1309 se le suma la de Cantavieja y Castellote como compensación por perder sus dominios en el Reino de Valencia a favor de la recién creada Orden de Montesa.

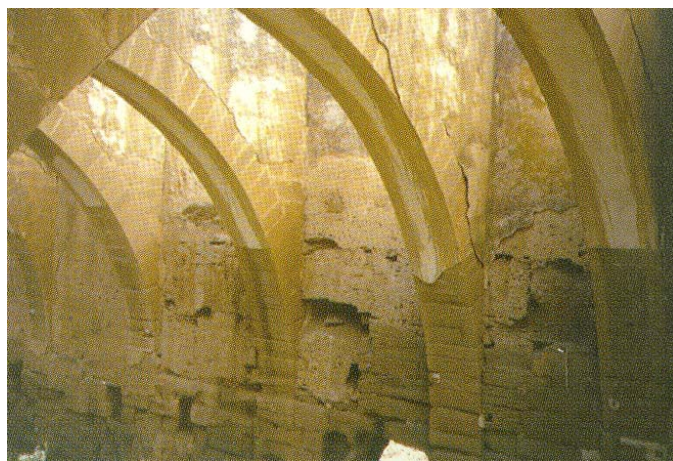
Mallén fue la pionera, llegando a ser centro radial de los dominios hospitalarios navarro-aragoneses. Posteriormente fue desplazada en importancia por la de Zaragoza, que a partir de los últimos años del siglo XII se transformó en rectora de las diversas casas del valle medio del Ebro. Los comendadores de Zaragoza extendieron su jurisdicción por tierras del Jalón, donde contaron con los centros conventuales de Grisén y La Almunia de Cabañas (o de Doña Godina). En Grisén se fundó en 1177 un convento de religiosas Hospitalarias, anterior por tanto al de Sigena (fundado por la reina doña Sancha en 1188), pero la comunidad de Grisén se disolvió en la siguiente centuria.



Real monasterio de Santa María de Sigena (Huesca)



Planta general del Real monasterio de Santa María de Sigena



Arcos de diafragma del Real monasterio de Santa María de Sigena

El prestigio de la Orden de San Juan del Hospital aún fue mayor a la muerte de Alfonso II de Aragón (1196) debido a la política desarrollada por Pedro el Católico (1196-1213) a

favor de las Órdenes Militares, y más concretamente a los Sanjuanistas³⁷. Fue probablemente el rey que más privilegios concedió a esta Orden.

Respondiendo a la llamada del Rey de Castilla, Pedro II al final de su vida, interviene en la guerra contra los moros conjuntamente con los Sanjuanistas aragoneses, en la batalla de Navas de Tolosa en 1212 que el Papa había declarado Cruzada.

A Pedro II le sucedió en 1213 su hijo Jaime I, el rey Conquistador.



Jaime I de Aragón, El Conquistador (1208-1276)

Educado en Monzón por el Maestre del Temple Guillermo de Monredón, siempre estuvo muy cercano a las órdenes militares y supo aprovechar los recursos militares y económicos que éstas le proporcionaban para la conquista de nuevos territorios y su posterior repoblación. Su estrecha relación con la Orden de San Juan del Hospital queda manifiesta en los relatos de las Crónicas del Rey cuando expone: *Era En Hugo muy querido de Nos, que lo habíamos propuesto al Maestre de ultramar para que lo nombrase maestre de su Orden en nuestros dominios, y él nos correspondía igualmente con su amistad*³⁸. Será el mismo Hugo de Foncalquier quien se reunirá en Alcañiz con el Rey y con Blasco de Alagón en 1232 para planificar la conquista de Valencia.

Como consecuencia de esta reunión el monarca otorgaría los lugares de Torrent y Silla a la Orden del Hospital³⁹. La conquista de Valencia contribuyó a incrementar el patrimonio de la Orden debido a las múltiples donaciones (anteriores y posteriores a la misma) que recibieron como pago por la ayuda prestada, tanto en el Maestrazgo como en la franja

³⁷ La madre de Pedro el Católico, Dña Sancha de Castilla está enterrada en el monasterio de Sijena, perteneciente a la Orden femenina de San Juan del Hospital.

³⁸ *Libre del fets* fol.53

³⁹ *Libre del Repartiment* 217 Al Maestre y a la Casa del hospital de Jerusalén, el castillo de Torrente y el de Silla. 26 de Abril. 1238.

costera, donde fueron señores de Burriana y Cullera, lugares ricos y estratégicos cuyo dominio suponía un gran aumento del poder civil y militar. También fueron dueños de *la alquería de Alcudia, junto a Silla y la Albufera, con hornos y molinos*⁴⁰. En la ciudad de Valencia recibieron múltiples donaciones según consta en el *Llibre del Repartiment* entre las que destaca *A fra Pere d'Eixea, castellán de Amposta, y por medio de él a la casa del Hospital de Jerusalén, las casas que tiene en Valencia Haçach Habinbadel*⁴¹ situadas al lado de la puerta de la Xerea, donde establecieron su sede.

En 1309 son desposeídos de todas sus propiedades en el Reino de Valencia, excepto la Encomienda de Torrente y son traspasadas a la recién creada Orden de Montesa. En compensación por estas pérdidas, se les conceden las Baylías templarias de Cantavieja y Castellote (ambas vecinas de la de Aliaga que siempre había pertenecido al Hospital).

En los últimos años del siglo XIV se vive en la península un ambiente de tensión y agitación debido a las guerras entre Castilla y Navarra y Portugal, que también afecta a la Orden de San Juan del Hospital. En algunos casos llegaron a enfrentarse hospitalarios de diferentes reinos. El prior navarro fray Monteolivo de Laya y el prior luso Álvaro González Camelho jugaron un papel decisivo en el establecimiento de las sucesivas treguas que entre 1389 y 1393 pusieron fin a la guerra luso-castellana⁴². Por otro lado, el Cisma de Occidente también tuvo su repercusión en la evolución de la Orden Hospitalaria. Entre los años 1383 y 1395, la orden de San Juan estuvo igualmente dividida: Fernández Heredia era seguidor del Papa de Aviñón, mientras que Riccardo Caracciolo, el "antimaestre" era partidario del Papa romano. Los monarcas peninsulares mantuvieron una actitud de imparcialidad lo cual sirvió a Pedro IV de Aragón de estrategia para reservarse nombramientos y obtener rentas para la corona: en 1379 se apoderaba de la Castellanía de Amposta nombrando bayles reales e impidiendo de este modo que las rentas salieran hacia Rodas, sede del gobierno central de la Orden en ese momento de la historia. Sin embargo, cuando posteriormente Castilla primero y luego Aragón y Navarra se decantaron por el Papa Clemente, la Orden de San Juan con Fernández Heredia a su mando afianzaron notablemente su poder.

El final del siglo XIV es pues una época de guerra, cisma y agitación social. Comienza a tomar forma el absolutismo monárquico y comienza a desarrollarse un movimiento secularizador que exige una reforma religiosa. Todo ello influirá notablemente en la evolución de la Orden de San Juan que Carlos de Ayala Martínez resume en los siguientes puntos: independencia de los hospitalarios peninsulares respecto al

⁴⁰ *Llibre del Repartiment*. 2253. 5 febrero, 1239.

⁴¹ *Llibre del Repartiment*. 213. 26 de abril 1238.

⁴² LOPEZ DE AYALA. *Crónicas*. Pág. 650, 693.

intrusismo regio; incremento de su dependencia respecto al gobierno central de la Orden; y transformación de signo secularizador en el seno de la institución. Este absolutismo monárquico se ve reflejado en 1337 cuando el rey impuso que todos los pleitos que entablasen la Ordenes Militares relacionados con bienes o rentas, fueran librados en la Corte del Rey⁴³. Sin embargo, Fernández Heredia consiguió que la Orden del Hospital no figurara en la bula papal por la cual el rey tenía pleno derecho de nombramiento de titular para los maestrazgos de Santiago, Calatrava y Alcántara. Durante su maestrazgo no sólo se suavizó el intervencionismo real en la península sino que se consiguieron ciertos privilegios como la exención de impuestos a los vasallos del Hospital en 1383 bajo el reinado de Juan I. Asimismo, los ingresos obtenidos por la Orden en la península pasaban en su mayor parte al gobierno central en Rodas. Por último, la abundancia de bienes hace que los freires se relajen del voto debido de pobreza lo cual afectaba negativamente a la Orden. La apropiación por parte de los titulares de los bienes encomendados perjudicó al patrimonio hospitalario. Esta actitud se irá consolidando a lo largo del siglo XV. Asimismo se relaja y solicitan dispensas del voto de castidad al Papa. Sin embargo, aunque la Orden evoluciona hacia un abandono de la milicia y una relajación de las costumbres, mantiene su independencia como consecuencia de su carácter universalista, a diferencia de las otras Órdenes propias de la península. En 1530, el emperador Carlos V les concedió la isla de Malta, trasladando allí la sede central y siendo por esto conocidos sus miembros como caballeros de la Orden de Malta. En el reino de Aragón se aprecia a fines del siglo XVIII la decadencia de la institución sanjuanista. Más tarde, la desamortización de los bienes eclesiásticos y las tendencias centralizadoras del siglo XIX dejaron reducidas las Órdenes Militares en gran parte a corporaciones nobiliarias de carácter honorífico.

4.2- La conquista del reino cruzado de Valencia.

El motivo de incluir éste sub-capítulo es establecer el contexto en que se desarrolla la actividad de la Orden del Hospital en la conquista de Valencia. La conquista del Reino de Valencia fue el resultado de una larga trayectoria militar.

El objetivo era dar forma a un deseo que se plasmó sobre un documento en 1179, en el tratado de Cazorla, cuando los reyes de Castilla y Aragón firmaron el reparto de la conquista de la península, y Aragón se reservó las demarcaciones de Valencia y Játiva. Se inició en la juventud de Jaime I, frente a las murallas de Peñíscola, en el año 1225, pero, habiendo fracasado el intento, la idea no habría de ser tomada de nuevo sino hasta bien

⁴³ ORTEGA Y CORTES; ALVAREZ DE BAQUEDANO; ORTEGA ZÚÑIGA Y ARANDA. *Bullarium Ordinis Militiae de Calatrava*. Barcelona, 1981. Edición facsimil. Pág. 210, 212.

avanzado el año 1231, en que don Jaime pareció decidido a una más amplia ofensiva bélica que le garantizase mejores resultados y concluyó con la victoria sobre Biar a comienzos de 1245.

En todos éstos avatares, desempeñaron un papel fundamental las Órdenes Militares, entre las cuales se destacan: Hospital, Temple, Calatrava, San Jaime, San Jordi y Santo Sepulcro aunque ésta última era militarmente ambigua, ya que consistía en una rama de canónigos con el patriarca de Jerusalén como prior, y una rama de caballeros con el patriarca como gran maestro. De hecho en la conquista de Valencia, Jaime I, espera tener la ayuda de todas las Órdenes para comenzar el sitio de la ciudad⁴⁴.

Sin embargo, las Órdenes que mayor importancia tuvieron en la conquista del Reino de Valencia fueron las del Hospital y el Temple, ya que sus dirigentes por encargo de Inocencio III estuvieron con el rey Jaime I durante su conflictiva minoría de edad.



Hospitalarios de San Juan de Malta



Temple

A diferencia de Francia e Inglaterra la Corona de Aragón tenía en gran estima a éstas dos Órdenes y no habían asumido una independencia económica de ésta. Los Maestres del Hospital y del Temple apoyaron al monarca en las crisis interiores, en las cruzadas de Mallorca y Valencia, en las guerras de Murcia y durante las rebeliones musulmanas en Valencia y junto con otros tres varones asumieron toda la responsabilidad de la frontera, después de la caída de Valencia cuando el rey estaba ausente⁴⁵.

⁴⁴GARCÍA EDO, V. *Llibre dels Fets*. Vicent. Ed. García Editores. S.A., Valencia, 1990. Pag.184: *Cuando los sarracenos de Valencia supieron que nos habíamos apoderado ya de Paterna, acrecentase su ira y su dolor, por ver que nos tenían tan cerca; y por nuestra parte, estando en el cerro de Santa María resolvimos que sin más esperar se pusiese el cerco a aquella ciudad, ya que teníamos a la sazón en nuestra compañía al Maestre de hospital, Hugo de Folcalquier; a un comendador del Templo con veinte caballeros, al comendador de Calatrava, a En Guillermo de Aguiló con unos quince, a don Gimeno Pérez de Tarazona, a nuestra meznada que constaba entonces de uno ciento treinta a ciento cuarenta caballeros de linaje, y finalmente a ciento y cincuenta almugávares y más de mil hombres de a pie.*

⁴⁵Idem anterior. Pág. 128.

Por su solidaridad, cohesión, su desinterés y su espíritu las Órdenes Militares formaron un conjunto de ejércitos en pie de guerra, únicos. Sus posesiones les proporcionaban un notable fondo internacional de capital para la guerra o la colonización de la frontera. Poseían organización, experiencia, habilidad y una autonomía prácticamente total, tanto respecto a la iglesia del lugar como a los reyes y autoridad del estado, al depender directamente del Papa. *Por encima de todo combinaban en una sola vocación los dos entusiasmos de esta época: el heroísmo del monasterio y el heroísmo de la guerra. Agrupados en Encomiendas locales y divididos en caballeros de élite, guerreros auxiliares y algunos capellanes, vivían sus votos en los monasterios-cuartel, o morían en cantidades generosas en alguna frontera cristiana.*⁴⁶

Estos “ejércitos sagrados” significaron mucho para su generación.

Las Órdenes Militares tuvieron su momento de esplendor en el periodo de la Conquista de Valencia, apoyando las necesidades materiales de una sociedad naciente, ya que en todo el reinado de Jaime I, Valencia estuvo en una situación de cruzada semi-permanente: una minoría cristiana se extendía con todas sus energías, mientras la idea de venganza continuaba viva en los musulmanes. Además tenían una doble misión en la frontera de Valencia; primero como guerreros religiosos y segundo como propietarios emprendedores, con su modelo de colonizadores, deberes feudales, etc. La popularidad, los Castillos y Encomiendas de éstas Órdenes se multiplicaron por el país durante este periodo y queda reflejada en los legados y testamentos.

A finales de verano de 1231 o en las primeras semanas de otoño, el rey Jaime I se hallaba en Alcañiz, donde mantuvo una conversación, según podemos leer en la Crónica real, con don Blasco de Alagón, uno de los nobles aragoneses más importantes de aquel tiempo, recién vuelto de un destierro en Valencia al que le había obligado el rey por unas diferencias habidas entre ambos. El tercer miembro de la conversación era Hugo de Forcalquier Maestre de la Orden del Hospital.⁴⁷ Fue en una conversación con el

⁴⁶BURNS, ROBERT I. *El Regne Croat de Valencia*. Capítulo X: *El Ordes militars com a institucions*. Ed. Tres y quatre. Valencia, 1993. Pág. 382

⁴⁷GARCÍA EDO, V. *Llibre dels Fets*. fol.53. Ed. Vicent García Editores. S.A., Valencia, 1990. Pág. 130: *Se celebrarían varias reuniones entre el verano de 1231 y la primavera de 1232. Así Será el mismo Hugo de Forcalquier quien se reunirá en Alcañiz con el Rey y con Blasco de Alagón en 1232 para planificar la conquista de Valencia: Aconteció un día que mientras Nos nos estábamos solazando en nuestro reino de Aragón, se nos presentaron en Alcañiz el maestre del Hospital, llamado Hugo de Forcalquier, y don Blasco de Alagón; y platicando con ellos en un terrado, tomó la mano el primero, y nos dijo: Señor, ya que tanto os ha favorecido Dios en la empresa de Mallorca y de las demás islas, ¿nada intentamos ahora contra ese reino de Valencia, que ha hecho siempre frontera a los de vuestro linaje, quienes, aunque en vano, se esforzaron continuamente por conquistarlo?. Así Dios me ayude, creo que sería bueno que lo pensásemos,*

Maestre del Hospital, según las memorias reales, que Jaime fue convencido de que había de emprender la cruzada⁴⁸. *Blasco de Alagón y el maestre del Hospital Hugo de Forcalquier fueron los que habían empujado al rey aquél mismo año, en Alcañiz, a emprender la conquista de Valencia y Jaime I le había concedido un privilegio a Blasco de Alagón concediéndole el señorío de todo aquello que el mismo conquistara*⁴⁹.



Don Blasco fue el que le comunicó al monarca durante su destierro, que había estado corriendo por las tierras del reino moro de Valencia, y le relató la belleza y riqueza de aquellas, recomendando al monarca la conquista de dichas tierras. Pero sin embargo, le dijo, que convenía empezar por el asedio de una ciudad situada en el llano y no un castillo, porque las posibilidades de conquistarlo eran mucho menores. Recordando de esta manera al fracaso del ejército real en 1225 ante las murallas de Peñíscola, situación que no le convenía que se volviera a repetir.

Ambos decidieron que Burriana era una ciudad adecuada para empezar la conquista, puesto que de ella dependían agrícola y comercialmente buena parte de los castillos del norte valenciano, que privados de su principal fuente de suministros tendrían que rendirse.

De haber iniciado la batalla más al Sur, las dificultades hubieran sido mayores sin lugar a dudas por la falta de medios.

ya que estamos aquí reunidos; pues don Blasco sabe más que nadie en este negocio, y él podrá decirnos qué tierra es aquella, y qué lugar le parece más a propósito para que, ganándolo, podáis vos entrar por él en aquél reino.

⁴⁸Ídem anterior. Cap.127-128. Pág. 138-139.

⁴⁹TARRADELL, M. Y SANCHIS GUARNER, M. *Historia del País Valencià. Volumen I Prehistoria i antiguitat. Època musulmana*. Edicions 62. Barcelona, 1965. Pág. 318.

Con menos gente de la prevista inicialmente, el ejército real, se desplazó en mayo de 1233 desde Teruel a Viver y Jérica, cuyos campos fueron talados, después hasta Segorbe y Torres Torres, y desde allí virando hacia el norte pusieron cerco a Burriana.

El 16 de julio tomó Burriana, ciudad fortificada de forma circular, que era entonces la más importante de toda la Plana. Con la conquista de Burriana Jaime I había impedido deliberadamente que toda la escarpada y árida comarca septentrional de Valencia (la que después oponía el maestrazgo de Montesa) pudiese seguir recibiendo el avituallamiento de la fértil Plana. *Por eso en aquél mismo verano se rinden por capitulación al rey conquistador los desmoralizados sarracenos e los catillos de Peñíscola, Xisvert, Cervera, Polpís, Castellón, Borriol, las cuevas de Vinrromá, Alcalatén y Villafamés*⁵⁰.

Para la conquista de Burriana fue de gran ayuda la intervención de la Orden de San Juan del Hospital, por lo que establecieron un asentamiento en este lugar en los solares donados por Jaime I, lo que estratégicamente era un importantísimo obsequio.

Posteriormente, a cambio de sus derechos sobre Oropesa, en 1249 el rey donó al Hospital todas sus posesiones en el término de Burriana, en libre y franco alodio y además 8000 sueldos.

Sólo un mes antes, concretamente, el día 30 de enero de 1232, en Teruel, Abu Zeit había renunciado a todos los derechos que se había reservado en los pactos firmados en 1229, sobre la ciudad de Valencia, concediéndolos ahora en favor del rey cristiano, al cual se le abrían de este modo definitivamente las puertas para actuar con plena libertad en el reino de Valencia, en cuya conquista Abu Zeit jugó un destacado papel al facilitarle el camino.

Cabe citar que Abu Zeit, dueño de Segorbe, facilitó al rey cristiano el libre acceso al reino de Valencia, a través del camino real que unía Valencia con Teruel por Segorbe, y que don Jaime tuvo que utilizar en multitud de ocasiones a lo largo de su vida, para llevar a cabo los desplazamientos de sus tropas primero y luego sus propios viajes normales. Y a partir de este momento es cuando esta vía de unión entre Aragón y Valencia adquiere importancia, en detrimento de la otra que se usaba con más regularidad en tiempo de sarracenos, y que iba desde Valencia a Sagunto, Onda, Morella, y desde allí a Zaragoza.

⁵⁰ Ídem anterior. Pág. 318.



Plano de la provincia de Castellón⁵¹

Al poco tiempo, los moros de Peñíscola se rindieron a él y en la misma fortaleza, recibió juramento de fidelidad de la población. Esta fortaleza fue donada a la Orden del Temple. Poco después se rendirían los castillos de Castellón, Borriol, Coves de Vinromá, Alcalatén y Vilafamés.

La Orden del Hospital tomó el 22 de noviembre de 1233⁵² posesión del castillo de Cervera que incluía lugares como San Mateo, Canet, Calig, Rosell, la Jana con el Carrascar, Xerer (Mas de Xirona), Traiguera con San Jordi (Mas de Estellers) y Xert con Molimar y Barcella. Y la Orden de los Templarios tomaron el castillo de Xivert, el 28 de abril de 1234⁵³ con lo cual sucedió que a finales de 1233, las tierras de la mitad norte de la provincia de Castellón se habían pasado al bando cristiano ya que casi de forma

⁵¹ CAÑAGUERAL, A y PUIGDEBALL, F. *Rustas por la España de los Templarios*. Ed Santillana, Madrid 2005

⁵² A.R.V. Clero. Leajo 879. Caja 2312. Copia del siglo XVII.

⁵³ A.H.N. Órdenes Militares. Carpeta 512. Pergamino 7p. Documento fechado el 8 de junio de 1237.

coetánea la Orden del Hospital tomó posesión del castillo de Cervera y la orden del Temple del castillo de Xivent, cumpliéndose así el pronóstico de que cayendo Burriana arrastraría consigo una importante área geográfica, quedando las tierras de la mitad Norte de Castellón en manos cristianas.

Quedaron entonces en la Comarca de la Plana cuatro castillos hostiles al Rey Don Jaime; Onda, Nules, Uxó y Almenara. Pero su asedio consistía una inútil pérdida de tiempo y esfuerzo ya que los beneficios obtenidos de su conquista no merecían la pena, en relación con el plan global previsto.

En el mismo año 1233 don Blasco de Alagón conquista Morella, otorgando cartas pueblas a los lugares sometidos, y comenzando la repoblación con cristianos, dando así origen al reino cristiano de Valencia. Reino que nacía sin capital aunque realmente no importaba, porque lo que don Jaime debía tener claro en aquellos días era que el logro de la ciudad únicamente podía ser consecuencia de su propia consolidación en una amplia área geográfica del norte, que le permitiese tener más cerca los recursos humanos y materiales, tanto de Aragón como de Cataluña, aprovisionándose para proseguir la campaña.

Para mantener los lugares conquistados hasta el momento, el Monarca se apoyó en las Órdenes Militares.

Para el reino de Valencia acabado de conquistar, con sus “cuarenta o cincuenta” formidables castillos en tierras musulmanas que requerían una guarnición permanente, estas Órdenes fueron una bendición del Cielo”⁵⁴.

En este sentido, las Órdenes Militares (hablando de la influencia religiosa y militar) tienen en Valencia una importancia adicional porque, asumieron obligaciones espirituales en algunos lugares del nuevo reino; complicaron la recaudación de las rentas diocesanas, especialmente con la disminución de ingresos del diezmo episcopal, y mantuvieron vivo entre los pobladores el espíritu de cruzada.

Cabe señalar, que don Jaime no propició la despoblación de las tierras de sus primitivos habitantes moros si atendemos a las múltiples manifestaciones al respecto que él mismo nos hace en su Crónica, y a los datos que podemos cotejar a través de la documentación de la época. El rey procuró pues, mantener a la gente en sus casas, porque no tenía

⁵⁴ GARCÍA EDO, V. *Llibre dels Fets*. Vicent García Editores. S.A., Valencia, 1990. cap. 128. Pág. 138.

capacidad para atraer un número de repobladores cristianos capaz de sustituir a los habitantes moros, con lo cual, en caso de quedar vacías las tierras, la economía se hubiera resquebrajado, desapareciendo la posibilidad de recaudar impuestos.

Así mismo la iglesia tampoco fomentó la marcha de la población musulmana, ya que por su parte recibía diezmos de ellos.

Este tipo de intereses de carácter meramente práctico, nos dan a entender que eran motivos de supervivencia básica, y no razones elevadas, las que condicionaban a los infieles.

El planteamiento de la conquista como una "cruzada" en el sentido redentor de la palabra, es más que dudoso, incluso después de que desde comienzos de 1237 se contase con el respaldo papal.

En el curso de los siguientes años, el monarca consolidó su posición y la de sus gentes en el área conquistada. Convirtió así Burriana en su posición militar más avanzada, con la colaboración la Orden de San Juan del Hospital, y desde allí, llevó a cabo distintas incursiones militares con el fin de recopilar información acerca de la posición de los musulmanes y explorar sus tierras cercanas a Valencia. La avanzadilla más destacable es la que hizo a mediados de 1235 desde Burriana hasta Cullera, que posteriormente perteneció a la Orden de San Juan del Hospital. Le permitió conocer personalmente toda la franja costera al norte del Júcar. Esta se correspondía con las tierras de la demarcación de Valencia. En el camino de vuelta asedió Moncada y Museros, donde obtuvo un buen botín y rehenes. Con el rescate de dichos rehenes pudo financiar su campaña.

La lentitud con que se lleva a cabo el proceso conquistador es motivada por la limitada capacidad de convocatoria del monarca y del escaso convencimiento de los nobles para que le acompañasen en la campaña militar permanentemente, ya que según sus respectivos fueros su obligación era acompañarle cortas temporadas.

Es posible que, el hecho de que don Jaime repartiera los señoríos del norte valenciano entre las Órdenes militares y escasos nobles, que se encontraron con grandes extensiones de tierras, no favoreciese la participación en aquellos primeros momentos. Los no favorecidos con el reparto se sintieron defraudados, especialmente los más notables caballeros aragoneses. Don Jaime adecuó pues su política, y en 1237, cuando

inicia la segunda fase de la conquista, cambiará radicalmente su forma de actuación y comenzó la fragmentación de los señoríos situados entre el Palancia y el Júcar.

Con todo a mediados del 1235 los señoríos del norte valenciano se repartían de esta forma: A don Blasco de Alagón le pertenecían los castillos y términos de Morella, Cuya y Coves de Birome. Por otra parte la Orden del Hospital toma posesión de los castillos de Cervera y Oropesa a la Orden del Temple le correspondió el castillo de Sievert; al obispo de Tortosa el castillo de Mirabel; a don Gimeno de Urrea toda la tenencia de Alcayaten; y al conocido Cenit Abu Cenit las tierras del Alto Mijares junto con un área inconcreta en torno a Segorbe; y finalmente, la Orden de Calatrava toma posesión del castillo de Bejís.

El Rey Don Jaime se había reservado los Castillos de Pulpis, Peñascosa, Ares, Castellón, Villafañe y la villa de Burriana. Por otra parte las tierras de la sierra de Elida, y los castillos de Onda, Nules, Usó y Almenara continuaban hostiles. Así pues, casi la totalidad de las actuales tierras castellonenses, se encontraban bajo el poder de siete notables.

La Orden de San Juan del Hospital dominaba el castillo de Cervera y todo su término, incluido San Mateo y posteriormente la villa de Burriana y todos los lugares limítrofes, por lo que era poseedora de extensos territorios localizados en lugares estratégicos donde esta orden levantó sus fortalezas.

Fue en el verano de 1236 cuando Don Jaime celebró Cortes Generales en Monzón, pidiendo ayuda de forma oficial a la totalidad de sus vasallos. Poco después demandaría respaldo al Papa para dar carácter de cruzada a la conquista, y de este modo conseguir que fuera conocida en toda Europa, atrayendo así a sus gentes. La bula se otorgó en las primeras semanas de 1237, cuando preparaba sus huestes para el siguiente verano.

Durante el verano de 1237 se instala en el Puig el ejército real. El 1 de julio se inicia la redacción del "Libre del Repartimiento", de la mano de los escribanos reales. La primera donación, los castillos de Paterna y Manises, es concedida a don Artal de Luna. En esos tres meses de verano, las tropas reales construyeron un recinto defensivo amurallado, reemplazando el que los moros habían destruido, para evitar que nadie pudiera hacerse fuerte en el mismo. A finales de año, con el rey ausente de sus ejércitos, tuvo lugar la única batalla formal de la campaña de Valencia. Las tropas de Sayán llevaron a cabo un contraataque para recuperar el Puig, con resultados adversos y sube de forma

automática la moral del bando cristiano. *En el sitio de Valencia, donde el rey ocupó una de las dos posiciones más críticas, las fuerzas del Hospital parece que ocuparon la otra*⁵⁵.

En 1238, concretamente el 23 de abril, el ejército real había asediado Valencia, el monarca trasladó el campamento desde el Puig hasta cerca de la alquería de Ruzafa, al sureste de la ciudad. Jaime I sitió la ciudad y esperó a que se rindiese por sí sola, acuciados por el hambre sus habitantes.

La alquería extramuros de la Xerea fue tomada por Hugo de Forcalquier al mando de sus caballeros y en ella se asentaron las tropas Hospitalarias mientras duró el sitio de Valencia⁵⁶.

El asedio propició una victoria poco cruenta a deducir de la lectura de la crónica real, el único testimonio fiable acerca de los hechos, y al final la ciudad, con todos los suministros cortados, y consumidas las reservas existentes se rindió sin problemas a don Jaime.

*Este servicio distinguido durante el sitio puede explicar la posición de honor que les concedió después en las procesiones, en un lugar y en un tiempo donde estos honores no eran fácilmente aceptados por los otros: los hospitalarios desfilaban inmediatamente después de los clérigos de la catedral*⁵⁷.

Cabe resaltar que su campaña en Valencia atendió a la geografía del terreno, y a la época del año, es decir, las campañas tendieron básicamente a dominar los llanos, y se desarrollaron en los meses más cálidos del año. Las cosas cambiaron al tomar la ciudad de Valencia, ya que la disponibilidad de gentes y recursos en la ciudad, junto con la mayor suavidad del clima valenciano, hicieron más favorables las actuaciones posteriores.

La población que quedó instalada en Valencia inmediatamente después de la conquista, responde a la variada mezcla unido al ejército real, no sólo de los distintos estados de la corona, sino también de otros territorios tanto de la península ibérica como de la Europa

⁵⁵ BURNS, ROBERT I. *El Regne Croat de Valencia*. Capítulo X: *Els Ordes militars com a institucions*. Ed. Tres y quatre. Valencia, 1993. Pág. 398.

⁵⁶ GARCÍA EDO, V. *Llibredels Feyts*. Vicent García Editores. S.A., Valencia, 1990. cap. 128. Pág. 184.

⁵⁷ BURNS, ROBERT I. *El Regne Croat de Valencia*. Capítulo X: *El Ordes militars com a institucions*. Ed. Tres y quatre. Valencia, 1993. Pág. 398.

cristiana: por tanto, junto a una mayoría de aragoneses y catalanes, hallamos también navarros, castellanos, franceses, occitanos, provenzales, italianos, alemanes, etc.

Tras la conquista valenciana, los únicos cristianos existentes en el reino se localizaban en las tierras del norte castellanense, casi coincidiendo con la demarcación del obispado de Tortosa, en la ciudad de Valencia y en algunas alquerías propiedad de las Órdenes Militares en torno a Valencia, así como en las guarniciones de algunos castillos del reino. El resto, continuaba habitado por sus primitivos habitantes moros.

La importancia de las Órdenes Militares en la cruzada no sólo fue de carácter militar, sino que también colaboraron ampliamente en el establecimiento de la población cristiana.

En el año 1239 don Blasco de Alagón y las órdenes militares, habían repoblado con cristianos, la mayor parte de las tierras del castillo de Morella y el Maestrazgo, e incluso se detecta una presencia cristiana de importancia en algunas alquerías de la Plana, aparte de la propia villa de Burriana, repoblada progresiva e ininterrumpidamente desde 1233. Don Jaime no llevó a cabo actividades bélicas de importancia en los años siguientes, en virtud de la tregua pactada en el texto de la capitulación de la ciudad, especialmente debido a la imposibilidad de hacerlo por falta de recursos materiales, pero sobre todo humanos.

El Rey cristiano se preparó de nuevo para la batalla al sur del Júcar al final de la tregua pactada con Zayan. En enero de 1244 el ejército real sitió Játiva y permaneció en aquella zona hasta que llegaron noticias del futuro rey de Castilla, el infante Don Alfonso. Éste, con sus tropas también se hallaba internándose en la zona pues pretendía anexionar Játiva a la órbita castellana ya que el propio alcaldí moro de la población lo solicitó.

Con todo, Don Jaime reemprendió la campaña, tomó Denia y después Játiva. Luego se trasladó a Biar, cuya fortaleza asedió durante varios meses hasta que consiguió tomarla en 1245.

Jaime I, rey conquistador, colonizador y legislador, imitando el estilo de los antiguos emperadores romanos, fundó un nuevo orden, un nuevo modo de entender la sociedad y el mundo, una civilización de origen cristiano en occidente, como hicieron los cruzados tras la conquista de los reinos latinos de oriente. Este, se hizo acompañar junto a las Ordenes Militares, los señores feudales, sus guerreros y vasallos, de artifices especiales en los distintos oficios, como ingenieros, maestros artesanos etc. que una vez terminas las campañas bélicas en las que construyeron, grúas, torres de asalto, catapultas y

grandes ballestas, se reconvirtieron aprovechando sus capacidades en la construcción de nuevos edificios para asegurar posiciones estratégicas que garantizaran la permanencia en el lugar conquistado.

Para el establecimiento del nuevo orden, las edificaciones existentes en parte no servían. Se hacía necesario levantar edificios de nueva planta de una forma rápida y eficaz que permitiera responder a esta misión de implantar un nuevo estilo de vida.

Así, fue la forma arquitectónica definida por la iglesia la que resolvería a su vez distintas necesidades, lugar de reunión, lugar de culto, asilo, símbolo y referencia del nuevo orden. Las primeras construcciones de rápida realización se materializaban en edificios de planta rectangular de nave única orientada, estructurados por arcos diafragmáticos, cubierta de madera o abovedada y cabecera poligonal. Este sencillo esquema y modo de construir se definía a partir del trazado de una composición basado en figuras geométricas elementales, el cuadrado, el doble cuadrado y el triángulo equilátero para las elevaciones, que partiendo del polígono de la cabecera se determina la secuencia de crecimiento con la sucesión de los arcos que conformaría la nave.

Esta construcción sencilla respondía de forma consciente o no tan consciente, del mismo modo que en las grandes iglesias medievales, como señala en su libro el profesor Thomas E. Woods⁵⁸, ambas suponen la materialización de la transmisión del pensamiento de San Agustín, tan extendido en la Edad Media, y que citaba con frecuencia el versículo del Antiguo Testamento en el que decía que Dios ordenó todas las cosas por su medida, su número y su peso. (Libro de la Sabiduría, 11,12).

Con la evolución del modelo románico de la arquitectura se estableció la creencia entre los promotores y artífices de las grandes iglesias, conjuntos monásticos y catedralicios, de la existencia de una relación directa entre estas, las matemáticas –en especial la Geometría- y Dios. Ya desde los tiempos de Pitágoras y Platón, se identificaba las matemáticas con la divinidad. Se creía que las matemáticas era un vehículo para revelar a la humanidad los más íntimos secretos del Cielo. Pensaban que la armonía de la música se basaba en las mismas reglas que conformaba el orden cósmico, y que el cosmos era una obra de arquitectura surgida de la mano de Dios. Estas ideas llevaron a los constructores a concebir la arquitectura como geometría aplicada, la geometría como teología aplicada, y al diseñador de una iglesia o catedral como imitador del Divino Maestro.⁵⁹

La realización de nuevos edificios permitió experimentar las nuevas técnicas constructivas reconvirtiendo a los ingenieros artífices del instrumental de guerra para que aplicaran sus habilidades en estas nuevas artes.

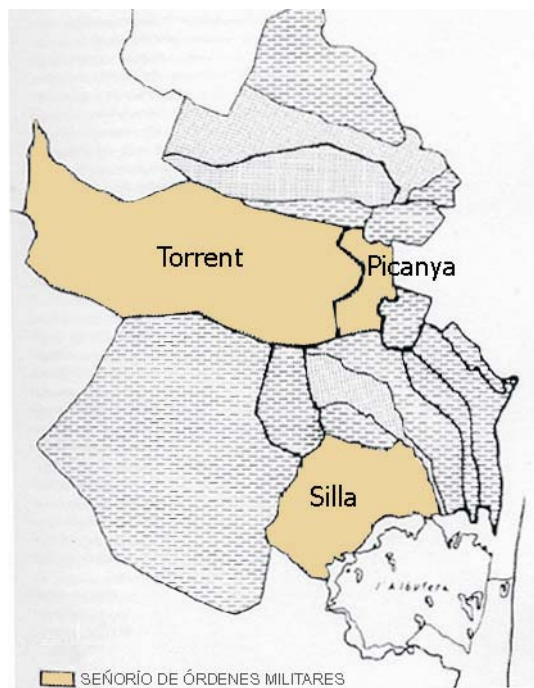
⁵⁸ WOODS JR, THOMAS E. *Cómo la Iglesia construyó la civilización occidental*. Ed. Ciudadela, Madrid 2007. Pág. 155.

⁵⁹ Ídem anterior. Pág. 156.

Una vez consolidadas las posiciones y alejado el escenario de la guerra, se inició la implantación de la nueva civilización de la mano de las Órdenes monásticas y regulares. Estas dejarían materializado el nuevo orden a través del desarrollo de su actividad pastoral y los programas edilicios de sus asentamientos: los monasterios y conventos.

Fueron importantes y numerosas las construcciones realizadas que todavía podemos descubrir en el paisaje cultural que nos refieren a aquel momento histórico.

Así, en el territorio conquistado en un primer momento se encuentra con la iglesia fortaleza del Salvador de Burriana, el monasterio de Benifasá, la iglesia de San Mateo y el Real monasterio de Santa María del Puig entre otros. En la propia ciudad de Valencia, junto con la catedral, se encuentra las iglesias de fundación muchas de las cuales se conservan en pie como son las de San Juan del Hospital, Santa Catalina, San Esteban, El Salvador, San Martín, San Andrés, Santos Juanes, San Nicolás y la iglesia conventual y monásticas de San Agustín, las de la Santísima Cruz y la de la Santísima Trinidad.



Situación de los señoríos de órdenes militares en la comarca de l'horta Sud⁶⁰

⁶⁰ ROYO MARTINEZ, J. *Un Señorío Valenciano de la Orden del Hospital: la encomienda de Torrent*. Ajuntament de Torrent, 2002. Pág. 15.

5- LAS REFERENCIAS ARQUITECTÓNICAS

5.1- El movimiento Cisterciense.

Como asegura Bassegoda Nonell, el paso del románico al gótico constituye la revolución más grande que ha habido en la historia de la construcción. La arquitectura románica occidental es heredada de los modelos paleocristianos de la basílica con techumbre de madera donde en el campo de las bóvedas solo conocían los tímidos ensayos de los merovingios y godos por lo que la solución al problema de techar las iglesias con bóvedas de piedra fue la preocupación de más relevancia. Los románicos se lo plantearon desde su origen y aportaron la mayor variedad de soluciones.

Una de las primeras consistió en cubrir la iglesia con una bóveda de cañón seguido, es decir, la yuxtaposición de arcos de piedra a lo largo de toda la nave y esto les supuso inmediatamente dos problemas. El primero y generalizado a todas las bóvedas, es que en los muros de apoyo se produce unos empujes inclinados que tenderán a inducir el vuelco del muro. Para evitar esto se necesita realizar los muros mucho más gruesos de manera que la fuerza inclinada que produce, pase por el tercio central del muro. La solución consistía en incorporar unas pilastras en el muro de apoyo de la bóveda mediante contrafuertes perpendiculares contrarrestando los mencionados empujes.

El segundo problema era que la bóveda se agrietaba por las diferencias en los asientos. Para evitar estos problemas investigaron nuevas soluciones hasta llegar a la conclusión de que las bóvedas apuntadas o formadas por dos arcos de circunferencia en vez de un semicírculo, producían un empuje menos inclinado, menos separado de la vertical, con lo que el muro sobre el que se apoyaba la bóveda podría ser menos grueso.

Pero el problema de la diferencia de asientos, en las bóvedas de cañón corrido a lo largo de nave seguía sin resolverse, con lo que se pensó en fragmentar la nave en varios tramos con la finalidad de reducir el riesgo. La bóveda de la iglesia se dividía en tramos mediante arcos divisorios que se llaman fajones, entre los cuales se tiende la bóveda semicircular.

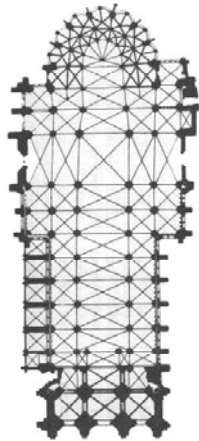
También, en algunos casos, entre los arcos fajones se tendían bóvedas semicirculares transversales, conformando en la intersección de ambas las denominadas bóvedas por arista, a partir de dos bóvedas semicirculares de igual radio⁶¹.

⁶¹BASSEGODA NONELL. *Historia de la arquitectura*. Editores Técnicos asociados S.A. Barcelona, 1976, Pág. 161. Bóvedas por arista prelude las futuras bóvedas de crucería.

Esta variedad en los sistemas de abovedamientos trajo consigo un muestrario completo de soluciones en los apoyos que tenían que sostener el sistema. Hicieron pilares y columnas de varias formas: cilíndricos, cuadrados, compuestos de formas rectas, pilares y columnas combinados, compuestos de formas cilíndricas, etc.

Al entrar el siglo XII el Románico había experimentado muchas de las posibilidades en la búsqueda de soluciones. Empezaron a construirse iglesias con arcos fajones separando los tramos, y entre ellos bóvedas por arista reforzadas mediante arcos de piedra constituyendo lo que más tarde se llamarían nervaduras, antecedente de la futura estructura gótica.

Fue en Saint-Denis, cerca de Paris, donde el abad Sugerio decidió construir la primera iglesia de solución gótica levantada a partir de todas las experimentaciones del románico. De los diversos tipos de bóvedas románicas, la llamada de arista, empleada por los romanos, presentaba la ventaja de concentrar las fuerzas en cuatro puntos después de deslizarse precisamente por las aristas o intersecciones de las dos bóvedas de cañón seguido que componen el conjunto de la misma. Se trataba de realizar lo más resistentes posibles estos cuatro puntos con la finalidad de obviar la necesidad de construir muros continuos para sostener la bóveda. Con ello se llegaba a la solución gótica: La bóveda de crucería. Se trataba de conducir todo el peso de la bóveda a través de las nervaduras que refuerzan las aristas hasta unas columnas que a su vez las llevan a los cimientos, nació así el concepto de estructura medieval. Con columnas y nervaduras se realizaba el esqueleto que era el responsable de la estabilidad del edificio. El resto, bóvedas y paredes, eran de simple cerramiento. Las paredes podían sustituirse por mamparas de cristal: las vidrieras góticas.



Planta y nave central de Saint-Denis (Paris)

Un inconveniente y una ventaja se unen a este simple concepto mecánico del gótico: el empuje que por la nervadura llega a las columnas sigue siendo inclinado y hay que contrarrestarlo con contrafuertes o bien con el otro pilar y arco que los une, al llamado *arbotante* compuesto de arco, *botarel*, y el pilar, *botarete*.

El empleo de arcos apuntados permite formar bóvedas cuya planta sea triangular o poligonal cuando la bóveda por arista sólo admite la planta cuadrada. Esta ventaja es la que explotó el abad Sugerio en el ábside de Saint-Denis. Se había llegado a una solución mecánica puramente racional; así el románico quedaba atrás y se abría un nuevo campo de posibilidades que se seguiría usando durante tres siglos.

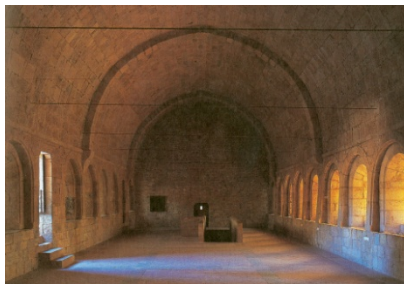
Grupos de arquitectos y canteros itinerantes se desplazaban de ciudad en ciudad levantando catedrales aunque casi siempre con la colaboración de los naturales de la ciudad que contribuían con su esfuerzo en la construcción del edificio.

El arte gótico se difundió con extraordinaria rapidez. Puede decirse que las soluciones técnicas logradas en los siglos XII y XIII no cambiaron en los siglos sucesivos. Se formaron escuelas regionales y se innovaron nuevas formas decorativas pero nada cambió en su estructura.

La Orden del Cister que surge de la reforma la Orden de los benedictinos, y alcanzó una gran difusión con San Bernardo de Claraval ayudó a la expansión y se extendió por toda

Europa un tipo de monasterio que empleaba soluciones estructurales novedosas, estilo que se le denominó románico de transición o románico cisterciense; Fontrevault y Sylvacane en Francia, Poblet y Santes Creus en España, y en Italia Fossanova y San Galgano entre otros.

En la Península Ibérica, el éxito de la Orden cisterciense como elemento colonizador la convierte en objeto de atención del rey Alfonso II, que abrirá sus puertas del reino a la entrada de monjes blancos procedentes de las abadías francesas. En el ámbito de la Corona de Aragón, la vinculación de sus abadías a casas matrices francesas refuerza esta relación con el país vecino.



*Le Thoronet, antigua abadía cisterciense de la 2ª mitad del siglo XII.
Dormitorio e interior de la iglesia*



Fontenay, monasterio cisterciense. Vista de la nave de la iglesia

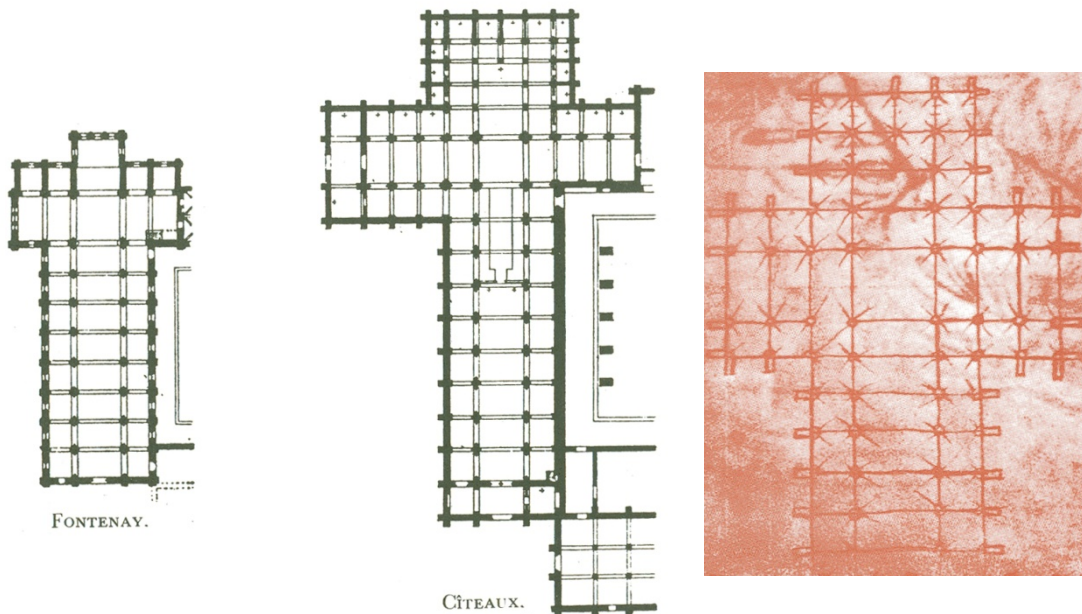
En poco tiempo, apenas veinte años después de la fundación del monasterio de Veruela, con donaciones y abadías ahijadas, se extendió su patrimonio hasta llegar al Ebro medio.

El dominio feudal del monasterio se va imponiendo paulatinamente sobre las propiedades de una nobleza laica, cada vez más necesitada de dinero y menos capaz de competir con el potencial productivo de las abadías. Indudablemente, este éxito colonizador había de tener su correspondencia en un fenómeno lógico de tracción y sujeción a la tierra de grupos cada vez más numerosos de población. Su éxito se debe principalmente a la capacidad de la obra monástica de captar y adoptar socialmente los numerosos grupos de musulmanes que poblaban la zona.

La Orden del Cister fue una gran promotora y constructora de edificios y éstos están contruidos en consonancia con la regla austera de la Orden.

San Bernardo, en su anhelo de ascético misticismo convierte el arte cisterciense en una

belleza neta, abstracta y racional. La desnudez de los edificios cistercienses, con ausencia de decoraciones superficiales juntamente con la pureza de las formas escogidas no es una negación de la belleza, es otro camino, otro sistema compositivo. Nunca la ausencia había sido tan rica. Ni basas con grandes molduras, ni columnas enroscadas o acanaladas, ni capiteles con figuras, ni riqueza ornamental de ningún tipo. La nueva composición emana directamente de la funcionalidad de cada una de las partes sabiamente estudiada y por tanto configurada de acuerdo al uso que se le otorga.

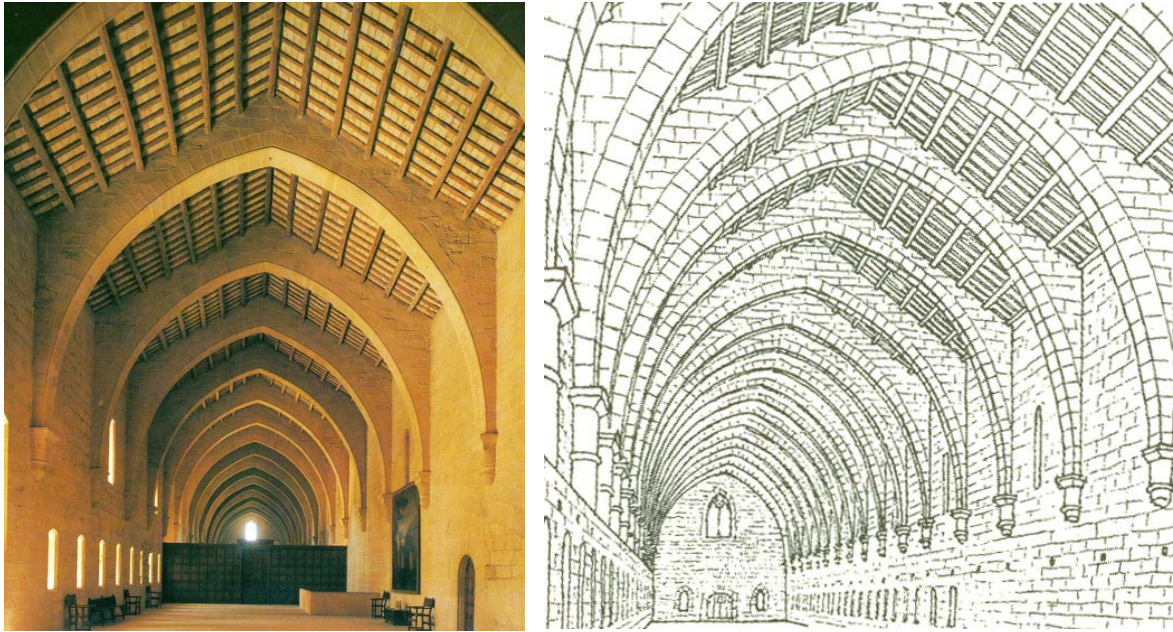


Planta de la iglesia cisterciense de Fontenay

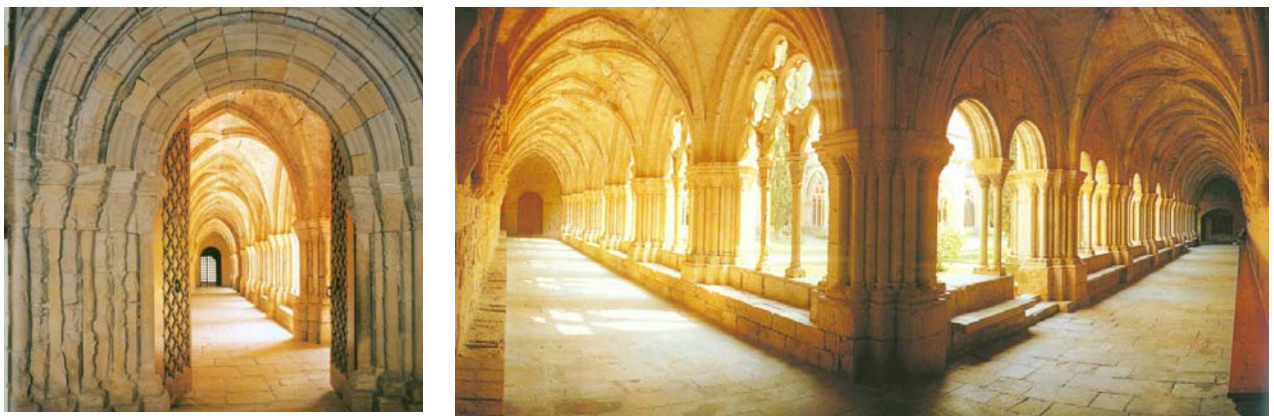
Planta de la iglesia cisterciense de Cîteaux

Planta del cuaderno de Villard de Honnecourt. Siglo XIII

Este sistema compositivo no supone una repetición aburrida de formas ni una aplicación impuesta de las mismas formas a todos los monasterios, porque cada uno, sobre la misma base, configura unas composiciones diferentes, que siempre forman parte de las estructuras de los edificios. Predominan las formas geométricas puras en todas las partes del monasterio. Paramentos regulares, lisos; basas rectangulares o de perfiles escalonados en los pilares de las naves del templo. Formas cilíndricas o poligonales de las columnas y pilares de algunos ábsides, de las arcadas del claustro, de la sala capitular, del dormitorio de los monjes y de la bodega en algunos casos. Secciones rectangulares, cuadradas o semicirculares en la mayor parte de los arcos y de las medias columnas sobre las que arrancan dichos arcos, formadas por módulos de cuarto de cilindro; Basas casi toscanas. Capiteles lisos o con simplicidad de formas vegetales, etc.

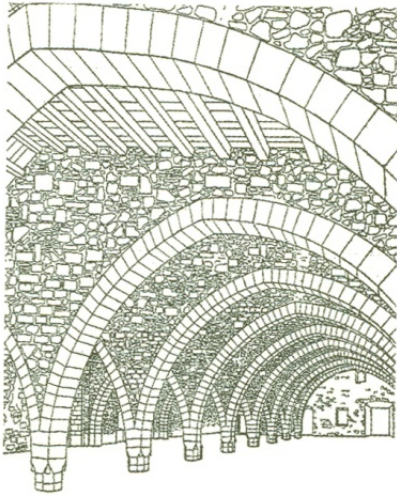


Monasterio cisterciense de Santa María de Poblet, Cataluña. Dormitorio de los monjes⁶²

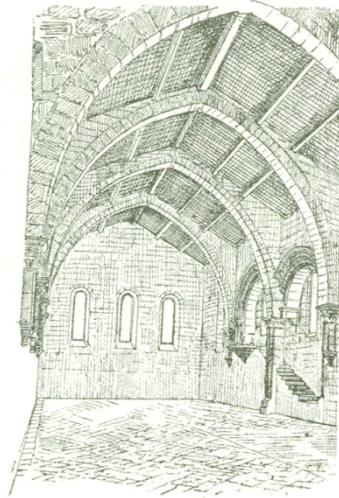


*Monasterio cisterciense de Santa María de Poblet, Cataluña.
Puerta de ingreso al claustro y claustro Mayor.*

⁶² Dibujo según Albert Laprade. Mira, E. y Zaragoza Catalán, A. *Una arquitectura gótica mediterránea*. Valencia: Generalitat Valenciana. Valencia, 2003. Pág. 114.



Monasterio cisterciense de Santa María de Poblet, Cataluña. Sala del abad Mengucho⁶³.



Monasterio cisterciense de Santa María de Fossanova en Lazio. Refectorio⁶⁴.

El Cister tiene presente por encima de todo, que el monasterio es posesión y lugar de residencia exclusivamente para los monjes, aislados de la sociedad, y con medios suficientes para garantizar su vida, lo que convierte al monasterio en una unidad autosuficiente de tal forma que pocas veces las abadías filiales reproducen las características formales de sus casas madre. Esta diversidad a su vez, es consecuencia también de la cuantiosa partición de mano de obra asalariada de origen local.

En relación a los sistemas constructivos empleados, se puede afirmar que los cistercienses se aprovechan de las innovaciones constructivas de la época.

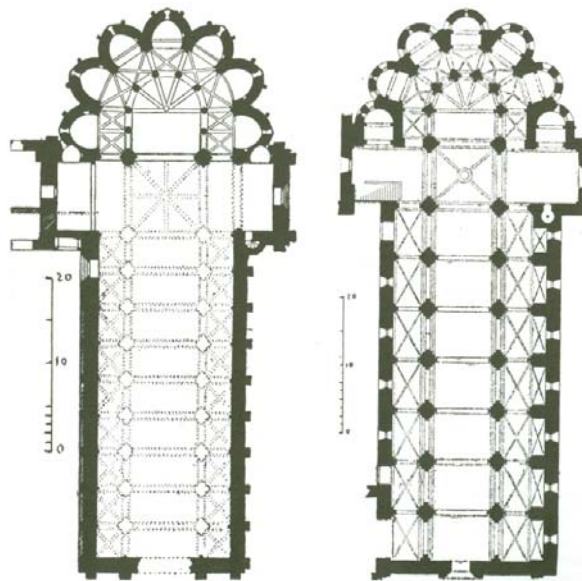
La más habitual es la de introducir la utilidad de las bóvedas de ojiva pero no debe extrapolarse este aspecto concreto a la idea general de que los cistercienses introdujeron el estilo gótico, idea ésta que se encuentra actualmente en desuso, porque hoy está claro que una y otra forma constructiva discrepan totalmente de su particular concepción espacial y configuración general, aunque la influencia del estilo cisterciense en la primera arquitectura gótica está más allá de cualquier duda.

Respecto a la organización espacial de los templos se puede considerar que la tipología básica de la iglesia del Cister consiste en planta de cruz latina de tres naves, con crucero fuertemente marcado en planta y en alzado, con ábside cuadrado y capillas en los brazos

⁶³ Dibujo según Doménech. Mira, E. y Zaragoza Catalán, A. *Una arquitectura gótica mediterránea*. Valencia: Generalitat Valenciana. Valencia, 2003. Pág. 114.

⁶⁴ Ídem anterior.

del crucero definidas en el exterior por un muro plano, es decir, el tipo de planta llamada Bernardina. No es una norma constante y aceptada en todos los monasterios, porque hay ejemplos en donde las tres naves en realidad se convierten en una con capillas laterales profundas comunicadas y sobre todo son numerosos los casos en que la cabecera se cierra con un ábside semicircular o poligonal, a veces también las capillas del crucero, salen al exterior de la misma forma. Precisamente los templos de Santes Creus y de Poblet son representaciones de estos dos sistemas, cuadrado el primero y poligonal con absidiolos semicirculares el segundo.



Plantas de las iglesias Cistercienses Españolas de Moreruela y Poblet

El hecho de que aumentara el número de monjes ordenados y de que al mismo tiempo estuviera prohibido realizar más de dos misas diarias en un mismo altar, explica esta necesidad de multiplicar los altares.

En las iglesias de ábside poligonal, se trataría en cierto modo de una planta bernarda, por el testero recto de sus capillas, pero complementada por el ábside central poligonal.

En el interior los soportes suelen ser pilares compuestos, constituidos por un núcleo cruciforme y semicolumnas adosadas en cada una de sus partes. Predomina el arco apuntado y la bóveda de crucería.

La luz cobra una importancia simbólica en las iglesias cistercienses. Lo cual deriva en una articulación general de los vanos que tienden a incrementar su anchura y su derrame.

Las capillas se presentan como estancias independientes en el interior de los templos. Algunas deben considerarse de carácter monumental y en la mayoría de los casos comportan un carácter funerario.

En los exteriores también destaca la sobriedad. En esta misma línea de sobriedad disponen los contrafuertes exteriores. La mayoría son prismáticos y de perfil escalonado. Las cornisas en general bastante sencillas.

En todos los casos las fachadas presentan una disposición de escasa monumentalidad estructural. También en las tres fachadas se abre en lo alto de la nave central un amplio rosetón, igualmente sobrio en su decoración. Las tres portadas exteriores correspondientes a las abadías masculinas son todas muy distintas entre sí. En cuanto a los monasterios femeninos, presentan una disposición muy diferente, ya que las portadas principales de acceso se encuentran ambas en el muro de mediodía.

Curiosamente, y a pesar de la prohibición expresa de la utilización de torres en las abaciales de la orden, muchos de los monasterios masculinos disponen de ellas. Los monasterios femeninos por otra parte, carecen de torres en sus iglesias.

La influencia de este estilo cisterciense entrará en la Península Ibérica en un momento de gran auge para las ciudades y la incipiente y rica burguesía basaba su prosperidad sobre todo en los privilegios que le eran concedidos y en el comercio, por lo que hacían falta nuevas formas arquitectónicas acordes con el estatus de la nueva clase social que nacía.

El nuevo estilo no se desarrolló del mismo modo en toda la península; existen características regionales. Las iglesias de la Corona de Aragón derivan de los métodos peculiares del estilo en Provenza y Languedoc, mientras que en el centro de la península la influencia llega de las escuelas desarrolladas en el dominio real francés, del Anjou y de Borgoña. No hay que olvidar la importancia decisiva de la implantación de la Orden del Cister en la península, que traía consigo el germen del nuevo estilo que renovarían el arte español. En Castilla pertenecen al periodo de transición las catedrales de Sigüenza, Ávila y Ciudad Rodrigo empezadas en el s. XII. La de Sigüenza tiene además carácter de fortaleza, pues posee una fachada flanqueada por dos torres; la de Ávila presenta en el

ábside un carácter militar más acentuado: las capillas están empotradas en un grueso muro cilíndrico, revestido por fuera de grandes piedras y con tres pisos de almenas⁶⁵.

En las iglesias de la Corona de Aragón los arbotantes se reducen a su más mínima expresión; se procura contrarrestar los empujes por medio de contrafuertes que quedan incorporados a l interior del templo como muros de separación de las capillas.

En Cataluña penetró rápidamente cuando el Románico estaba en su plenitud. En Gerona fue demolida la gran catedral románica para erigir en su lugar lo que fue más tarde la nave gótica mayor del mundo, 22.80m de luz.

La pureza francesa se perdió en Cataluña en virtud del estilo mediterráneo que imprimió claramente su personalidad en las iglesias.

Asimismo, el clima más templado que el del centro de la península no exige las cubiertas de doble pendiente, y los monumentos se cubren con la azotea plana, rellenándose con mortero y cascotes las enjutas de las bóvedas.

En la catedral de Barcelona los arcos formeros son semicirculares y su cubierta igual que todas las iglesias catalanas, es plana y construida en forma de azotea de ladrillo sobre bóvedas a la romana.

Se usó mucho este sistema de sustituir por vigas de madera las bóvedas (capilla de Santa Águeda del palacio real mayor de Barcelona ó iglesia de la Sangre de Liria, Valencia), así como el empleo de robustísimos contrafuertes en lugar de ligeros arbotantes como en las iglesias del Pino, de los Santos Justo y Pastor, y la iglesia del monasterio de Pedralbes.

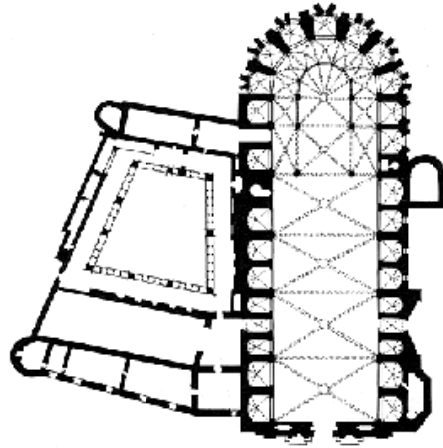
Catedrales iniciadas en época románica se cubren con bóvedas de ojivas, como es el caso de Tarragona y Lérida, y otras adoptan la elegante forma de iglesia salón, como en la catedral de Mallorca, Santa María del Mar en Barcelona, y Santa María de la Aurora en Manresa.

Todo esto da a los edificios de las regiones mediterráneas de la península un aspecto exterior algo pobre pero, en cambio, al interior tienen una elegancia más serena, una simplicidad más estética, menos suntuaria, que los monumentos de la escuela castellana.

Lo que distingue sobre todo a la arquitectura gótica mediterráneo de la del resto de Europa es su tendencia a crear amplios espacios equilibrados, como grandes salas, huyendo del esquema longitudinal de las iglesias-corredor, típico del gótico francés y del

⁶⁵ VVAA. *Historia del arte. El gótico*. Ed. Salvat. Madrid 2005. Pág. 51.

castellano. De ahí las grandes anchuras de las naves centrales: frente a los 12 o 14 metros de luz, típicos del gótico francés, la Seu de Manresa tiene 18,00 metros y la Catedral de Girona 22,80m.



Planta de la catedral de Girona

A menudo las bóvedas se sustituyen por techumbres de madera sobre arcos diafragmas, que dividen la nave en tramos iguales. Finalmente los trazados que se imitan y los métodos constructivos, son los de las escuelas del mediodía francés, con influjos del arte italiano.

En época gótica entre los siglos XIII-XV empezaron a sonar los nombres de famosos arquitectos, Jaime Fabre en Barcelona y Mallorca; Guillermo Sagrera en Nápoles, Perpiñán y Mallorca; Guillermo Bofill en Gerona; Reynard des Fonoll en Santes Creus, Pere Compte, Pere Balaguer, Baldomar en Valencia etc. El gótico arraigó tan profundamente en la Corona de Aragón que lo hizo propio, tanto que en varios siglos posteriores aún se construyeron masías con dinteles y elementos decorativos propios de la edad media⁶⁶.

La riqueza y abundancia del románico en el norte de Aragón y el exotismo del mudéjar en su mitad meridional han eclipsado en gran parte el conocimiento del arte gótico en la Corona de Aragón.

El profesor Borrás Gualis de la Universidad de Zaragoza, participó en los trabajos preparatorios de la exposición sobre el arte Mudéjar celebrado en el Centro del Carmen en el año 2006 en Valencia y en el estudio que presentó en el Libro catalogo de la de esta se refería a este como *...la manifestación artística más genuina de la España cristiana medieval, ...crisol de tres culturas.*

⁶⁶ Ídem anterior. Pág 68.

Y, citando unas palabras de José Amador de los Ríos en 1859, el que fue el primer gran historiógrafo del mudéjar, lo define como: *...maridaje de la arquitectura cristiana y de la árabiga... prodigiosa fusión entre el arte de Oriente y el arte de Occidente.*

Borrás Guales concluye con un razonamiento de interés y trascendencia poniendo de manifiesto como la influencia islámica no se limita a los aspectos de la ornamentación, sino que incide en la concepción de la estructura del espacio. Ejemplo son las plantas cuadradas y octogonales, los ritmos repetitivos o el empleo de un tipo o patrón estructural para el diseño sin límites espaciales. Todo ello, sin olvidar las aportaciones realizadas de las técnicas constructivas y de los materiales.

El éxito del mudéjar, sus planteamientos estructurales, técnicas, materiales y la decoración trajo un influjo sobre la arquitectura cristiana del momento de ascendente francesa: numerosos edificios que se iniciaron en base a una arquitectura gótica bastante pura fueron terminados en mudéjar, incluso con reconstrucciones que eliminaron parte de lo construido.

Tras el románico puro y la construcción de los monasterios cistercienses, empiezan a construirse en la Corona de Aragón una serie de edificios que podríamos clasificar en dos categorías: pequeñas iglesias rurales de repoblación con arcos diafragma y construcciones de mayor ambición.

El primer grupo lo constituyen básicamente iglesias de sencillísima planta completamente rectangular (sin cabecera señalada) portada de sencillas arquivoltas de medio punto y en el interior, arcos transversales de perfil apuntado a modo de diafragma soportando techumbres de madera. Son, por tanto, iglesias realmente de tradición románica que incorpora la novedad del sistema de arcos apuntados heredado de ciertas construcciones cistercienses.

Estas iglesitas de repoblación (como así se denominan en el ámbito valenciano) conservan, en ocasiones, pinturas murales de estilo gótico lineal que pueden llegar a ser muy interesantes.

En esta tipología tenemos las Iglesias de San Miguel de Barluenga, prácticamente románica, y de San Fructuoso de Bierge, de San Martín de Tours en Sos del Rey Católico.

La iglesia de nuestra Señora de la fuente en Peñarroya de Tastavíns (Teruel) es un edificio perteneciente a esta categoría pero más evolucionado gracias a su portada y ventanales góticos con gran riqueza escultórica. También mencionamos aquí la Ermita de la Sangre de Cristo de Carrión, con portada ligeramente apuntada que tiene todavía mucho de románico cisterciense con molduras polilobuladas y de dientes de sierra en sus arquivoltas.

Del segundo grupo podemos citar las colegiatas de Santa María de Borja y Santa María de Caspe, así como la Catedral de Huesca que fue iniciada en el S. XIII, pero las obras se dilataron durante siglos distorsionando el planteamiento inicial.



La Catedral de Tarazona se inició en el año 1162 y debió ser un edificio en el que el románico tardío y el gótico francés se emplearon durante esta primera fase, consagrándose la capilla mayor en el año 1236. Luego fueron detenidas las obras y reanudadas en la segunda mitad del siglo XIV ya en estilo mudéjar.

La Catedral de San Salvador de Zaragoza se inició en estilo tardorománico en el siglo XII. A partir de este momento se suceden obras hasta el siglo XVI sumando una especie de amalgama de estilos gótico y mudéjar llevando a la Seo a convertirse en edificio híbrido de compleja catalogación estilística. El proyecto consistía en una iglesia de tres naves, cinco capillas en la cabecera y transepto.

En este grupo de grandes templos construidos en el siglo XIII podemos incluir la iglesia de San Juan del Hospital de Valencia de nave única orientada con bóveda apuntada sobre arcos fajones, cabecera poligonal y cubierta con terraza.

Entre los siglos XIII y XIV el gótico de la Corona de Aragón vive su mejor época en el bajo reino, especialmente en las comarcas de Teruel que limitan con la actual Comunidad Valenciana, y el propio Reino de Valencia donde aparecen numerosos edificios religiosos y civiles, que siguen las características formales del denominado gótico meridional.

5.2- La concepción del espacio en las iglesias pertenecientes a las órdenes militares.

Tradicionalmente se ha vinculado el desarrollo del románico al Camino de Santiago, con la creación de un modelo tipológico propio llamado iglesia de peregrinación. Sin embargo, superada esta teoría, el profesor Bango emplea el término “Románico en el Camino” en lugar de “Románico del Camino” *ya que este estilo necesitaba los caminos para superar las fronteras*. Estamos refiriéndonos en estos casos a los Caminos de Santiago que se desarrollan por el norte de la península, es decir por la España cristiana vieja; sin embargo, en el caso de los nuevos caminos de peregrinación provenientes del

Mediterráneo, que entran en la península por el puerto de Valencia, los asentamientos hospitalarios de atención y acogida de peregrinos de Santiago son construidos a partir del siglo XIII, fecha en la que Jaime I conquista estos territorios a los musulmanes. Por lo tanto, el estilo arquitectónico que encontramos en estas nuevas construcciones está más desarrollado que el románico de los primeros asentamientos hospitalarios del norte del reino de Aragón y podemos enclavarlo en lo que se ha venido denominando estilo de transición del románico al gótico.

En ambos casos, la implantación de la liturgia romana favorece la búsqueda de amplios espacios adecuados para la oración de un cuantioso número de fieles, la celebración sincrónica de ceremonias litúrgicas en sus distintos altares y un recinto adecuado para las procesiones⁶⁷.

Para ello se recurre a la planta basilical de cruz latina, de una o tres naves según el tamaño del templo, con una cabecera o ábside, que en el caso de las iglesias construidas a partir del siglo XI es semicircular y en el caso de las iglesias construidas a partir del siglo XIII, en la mayoría de los casos es poligonal y orientado al este, es decir, dirigido hacia Jerusalén como las iglesias primitivas⁶⁸.

La arquitectura que se realiza en el siglo XIII en realidad presenta pocas innovaciones respecto a la construida en siglos anteriores. Como consecuencia de esta falta de renovación, continúan construyéndose las naves alargadas con bóveda de cañón apuntado y arcos torales también apuntados. Sólo algunas innovaciones como el ábside poligonal, los contrafuertes o la bóveda de crucería en algunas capillas la diferencian de los edificios románicos del siglo XII, pero estos elementos no son suficientes para determinar un cambio sustancial en la concepción del espacio como espacio único y comunitario, aunque sí suponen un cierto avance en cuanto a la técnica constructiva empleada.

Concurren por tanto en las iglesias pertenecientes a las órdenes militares diferentes circunstancias que dan como resultado una arquitectura propia que será el inicio del denominado gótico meridional:

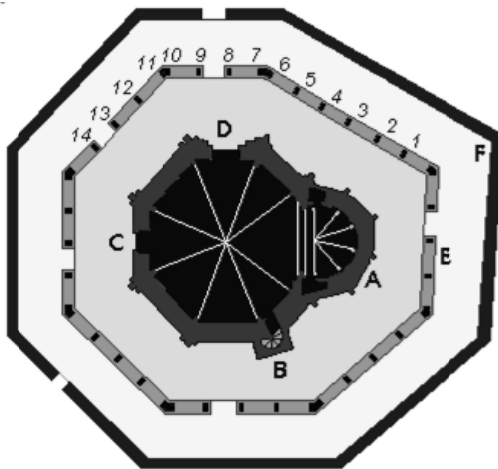
⁶⁷ BANGO TORVISO, I.G. *El románico en España*, Ed. Espasa Calpe. Madrid, 1992.

⁶⁸ El simbolismo de esta disposición se inscribe en la tradición de las religiones que adoran al Dios del nuevo día, como lo hicieron los primeros cristianos para diferenciarse de los judíos que tenían que dirigir sus miradas hacia el templo de Jerusalén. Por ello las cabeceras de estas iglesias tienen aberturas (ventanas u óculos) a fin de que el sol ilumine el santuario.

- Mantenimiento de la idea de espacio único y forma de construir del siglo XII: bóveda de cañón apuntado y arcos torales.
- Influencia de la arquitectura cisterciense: austeridad de formas y sobria decoración: arcos ojivales procedentes de centro Europa y oriente.
- Influencia de la geometría aplicada a la arquitectura proveniente de Oriente: ábsides poligonales y bóveda de crucería

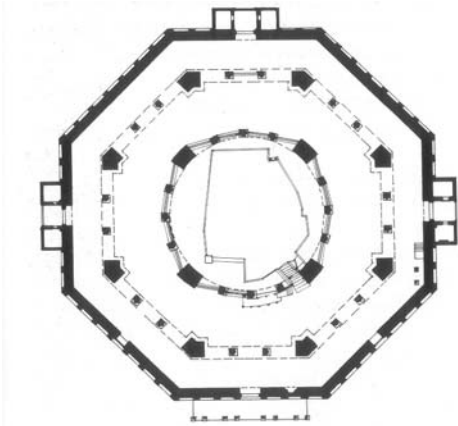
El empleo del ábside poligonal tiene su origen, probablemente, en la influencia que la arquitectura oriental ejerce sobre los caballeros que acuden a Tierra Santa durante las diferentes cruzadas y más concretamente la Cúpula de la Roca ubicada sobre la antigua explanada del templo de Jerusalén. La forma arquitectónica de la Cúpula de la Roca (690-692), una estructura aislada y reconocible con facilidad desde cualquier ángulo es el prototipo de la arquitectura funeraria adoptada por el islam utilizando plantas centrales donde el cuadrado es transformado mediante un sencillo proceso geométrico en octógono, facilitando así la superposición de la cúpula circular.

Iglesia de Eunate. Navarra.



Construida en 1170 por caballeros templarios y hospitalarios en la ruta jacobea francesa. Una arquería octogonal circunda la capilla central formando un deambulatorio exterior protegido por un muro.

La Cúpula de la Roca



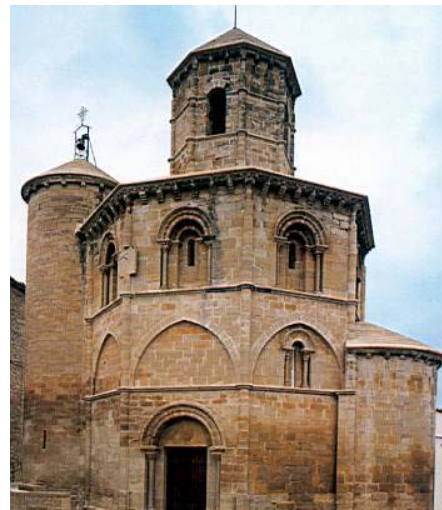
Fue donada en 1118 por el rey de Jerusalén a la orden del Temple, convirtiéndola en modelo de sus iglesias. Planta octogonal. Una arquería circular con cuatro pilares separados unos de otros por tres columnas, soportan el tambor circular de fábrica que sostiene la estructura de madera de la doble cúpula.

Iglesia de La Vera Cruz. Segovia.



Construida por los caballeros del Santo Sepulcro y consagrada en 1208.

Iglesia del Santo Sepulcro. Torres del Rio. Navarra.



Construida en 1170 por los templarios, la cúpula y los nervios recuerdan a modelos islámicos.

Estas formas octogonales, utilizadas en tumbas ilustres y en el mihrab de las mezquitas, son asociadas por los caballeros cruzados a la divinidad y de este modo son asimiladas en la construcción de los templos cristianos para albergar la zona divina, es decir, el santuario donde se encuentra el altar de celebración de la liturgia⁶⁹. Este santuario es el

⁶⁹DALMASES, N. y PITARCH, A.J. *Història de l'art catala. L'època del cister s. XIII. Vol II.* Ediciones 62, Barcelona, 1997.

que se ubica en el ábside de la iglesia cerrándose, en el caso de las iglesias construidas por los órdenes militares, por un muro poligonal. En los templos pertenecientes a la orden del cister la cabecera es plana y en las iglesias románicas, desde Constantino, la cabecera era semicircular recordando los *martiria*⁷⁰.

Observando la planta de todas estas iglesias se comprueba que el número de lados del ábside poligonal no es siempre el mismo, aunque es habitual encontrar el octógono como figura geométrica más utilizada o bien la planta de siete lados generada por un decágono estableciendo una simbología fundamentada en los diez mandamientos o un dodecágono que basa su simbología en los doce apóstoles. Se podría afirmar que los ábsides con la planta de más de ocho lados se corresponden con iglesias góticas más primitivas tal vez debido a la influencia de las catedrales francesas cuyos ábsides disponen de numerosos lados que facilitan el trazado de la girola. En la evolución de la construcción gótica valenciana se tiende al ochavamiento.

En el cuadro de la página 92 se establece un análisis descriptivo muy sintetizado de los ábsides de las cuatro iglesias estudiadas, abarcando los elementos constructivos que lo forman: el tipo de planta, tipo de bóveda, nervaduras, clave y plementería.

Iglesia del Salvador de Burriana



Planta poligonal de siete lados (generada por un decágono). La bóveda del ábside es de crucería simple radial con nervaduras de cantería: cruceros y torales apoyados en capiteles sobre columnas y con los enjarjes en plano radial. La plementería es agramilada con ladrillo pintado de rampante llano y clave polar perforada.

⁷⁰Los ábsides semicirculares provenían de la planta central circular utilizada en los martiria (basílicas paleocristianas conmemorativas, que recordaban el lugar de martirio o sepultura de los mártires) que desde la época romana tardía salpicarían los exteriores de las grandes ciudades, junto a las principales vías de entrada.

Iglesia de Santa María de Benifassà



Planta dodecagonal de siete lados (generada por un dodecágono). La bóveda del ábside es de crucería simple radial con nervaduras de cantería: apoyos y formeros en capiteles sobre columnillas y con los enjarjes en plano radial y clave polar. La plementería, de rampante llano, está construida con sillares de piedra en arista simple.

Iglesia de San Juan del Hospital de Valencia



Planta de cinco lados (generada por un octógono) La bóveda del ábside es de crucería simple radial con nervaduras de cantería: cruceros, ligadura y toral. No dispone de arcos formeros. Los nervios apoyan en capiteles sobre columnas con continuidad de baquetones y los enjarjes están dispuestos en plano radial y con clave polar. La plementería, de rampante llano, está formada por ladrillo a rosca en arista simple.

Iglesia de San Miguel de Foces



Planta poligonal de siete lados (generada por un decágono) La bóveda del ábside es de crucería simple radial con nervaduras de cantería: apoyos y formeros apoyando en capiteles sobre columnillas con los enjarjes en plano radial y clave polar. La plementería, de rampante llano, está construida con sillares de piedra perforada sobre el nervio.

Todos estos ábsides que tanto nos maravillan cuando los contemplamos por su gracia, su exquisita construcción y sus formas proporcionadas, son producto de una labor constructiva basada en una serie de fórmulas geométricas simples y sencillas que el maestro⁷¹ podía repetir en cada caso, con sólo ligeras variaciones.

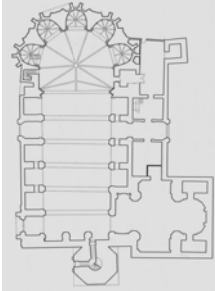
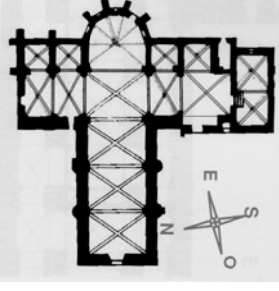
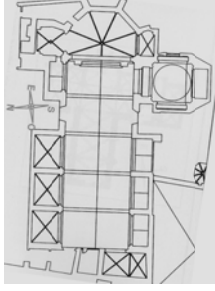
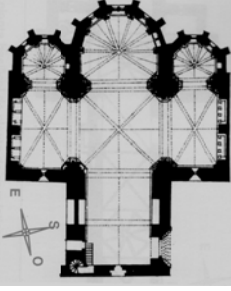
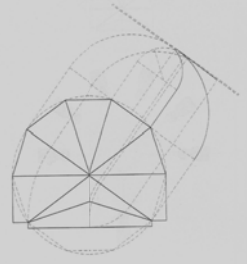
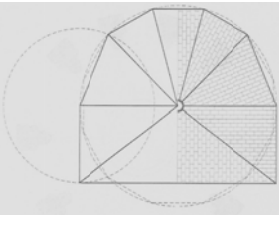
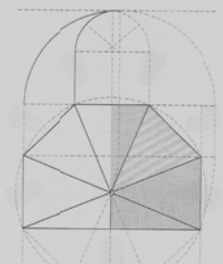
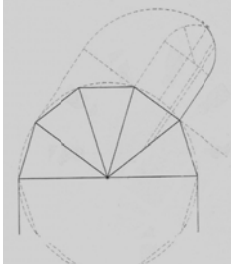
Cuando los cruzados llegan a Oriente, tienen conocimiento de la geometría a través de la explotación de las bibliotecas bizantinas tras la toma de Constantinopla (1204) y del propio aprendizaje de las obras transmitidas por los musulmanes a través de la práctica de los oficios.

Por otro lado, el uso de procedimientos geométricos para conseguir “proporciones perfectas” se convirtió en una necesidad técnica y compositiva. Algunos autores explican esta necesidad debido al hecho de que en cada lugar se manejaban unidades de medida diferentes, por lo que se fomentó el uso de la proporción. Todo ello hace que el diseño

⁷¹ Podríamos decir que los que diseñan y llevan la dirección de obra son los que han adquirido el rango de mestre. Estos mestres son los que hoy en día llamaríamos arquitectos, es decir, que los auténticamente preparados para realizar proyectos y llevar la obra en todos sus aspectos como lo demuestra el siguiente párrafo del Libro del gremi de pedrapiquers de la ciudad de Valencia: *Item aquell sia dit mestre que sera examinat en la present ciutat de Valencia per los mestres examinadors, ço es que solament sapia obrar pedra, mas que sapia elegir e ordenar ad lo compas e regle totes aquelles coses que pertanyen saber a mestre.*

arquitectónico medieval se origina a partir de los conceptos de la geometría donde se conjuga la modulación y la proporción dotándoles de un simbolismo.

El diseño de los edificios se realiza a partir de una trama geométrica que sólo se redescubre al realizar el correspondiente levantamiento gráfico del construido. Es entonces cuando apreciamos que han sido utilizadas sencillas figuras (cuadrados, ángulos rectos, círculos, triángulos) para componer una planta.

<i>Iglesia del Salvador de Burriana</i>	<i>Iglesia de Santa María de Benifassà</i>	<i>Iglesia de S. Juan del Hospital</i>	<i>Iglesia de S. Miguel de Foces</i>
			
<i>Planta</i>	<i>Planta</i>	<i>Planta</i>	<i>Planta</i>
			
<i>Traza y monteada del ábside</i>	<i>Traza y monteada del ábside</i>	<i>Traza y monteada del ábside</i>	<i>Traza y monteada del ábside</i>

Las plantas y los alzados se solían diseñar mediante esquemas geométricos: las trazas (esquemas de la planta) y las monteas (esquemas de los alzados). Se completaban con el estudio de los detalles de la labra de cada sillar, que se concretaban en unos dibujos más precisos: las plantillas⁷².

Las plantillas se realizaban en finas láminas de madera o en sábanas de lino o de lona: se dibujaban las diferentes caras del sillar que tenían que cortar y se recortaba la figura en

⁷² JUAN CARLOS NAVARRO FAJARDO presentada un profundo y riguroso estudio de las trazas, monteas y plantillas empleadas para la formación de los nervios de las bóvedas valencianas realizadas durante los siglos XIV al XVI en su tesis doctoral. Publicada con el título: *Bóvedas de la arquitectura gótica valenciana. Traza y monteada*. Ed. Universidad de Valencia, Valencia, 2006.

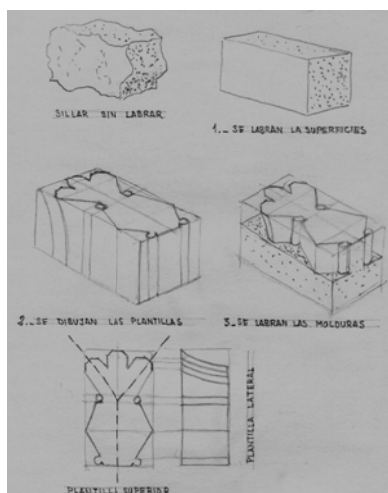
la madera. No se ha conservado ninguna plantilla original, probablemente porque una vez utilizadas se usaban como leña. Las plantillas más complejas se elaboraban para aquellos sillares que se encuentran en la zona de reunión de nervios, denominada enjarje, “jarjas” o “jarjamento”, y su aspecto da una sensación de extrema dificultad en el diseño.

El método de diseño y ejecución de enjarjes fue definido por Robert Willis en 1842 y sigue los siguientes pasos:

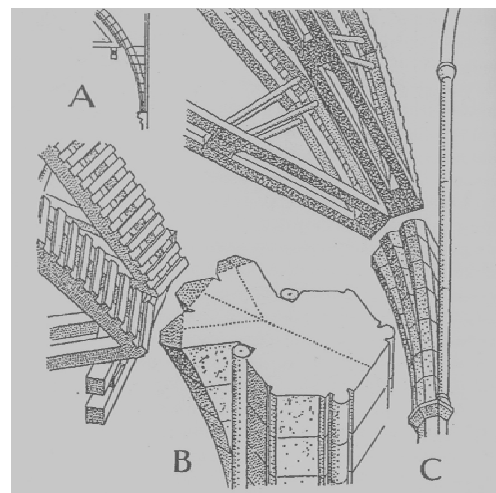
- 1.- Se labran las superficies de los lechos (superior e inferior) sobre el bloque ya desbastado.
- 2.- En cada una de estas superficies ya preparadas y planas se dibuja el contorno correspondiente a la sección horizontal.
- 3.- Se unen los dos contornos mediante la labra de las molduras exteriores vistas, completándose la forma definitiva de la pieza. Por complicados que sean los contornos, se encontrarán con toda facilidad al trazarlos directamente sobre la piedra.

Para replantear estas molduras sobre la piedra se sigue del siguiente modo:

- 1.- Se traza el esquema general en planta de la bóveda, de la que sacaremos el dibujo de haz de nervios (los ejes de los nervios confluyentes en un punto).
- 2.- Sobre cada eje se sitúa el perfil de la correspondiente moldura para lo que deberemos determinar la distancia de cada moldura al eje, dato que se extrae de las trazas particulares de cada uno de los arcos. La envolvente de todas las molduras es el contorno buscado.



Proceso de diseño y ejecución de enjarjes

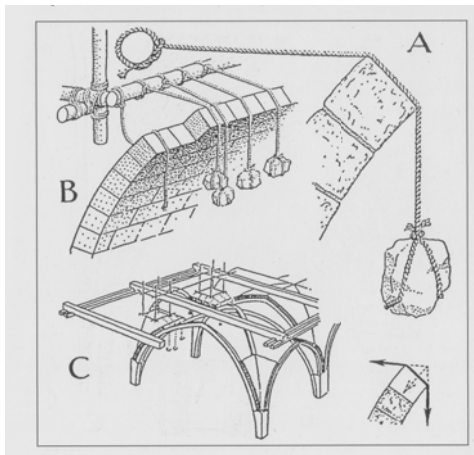


Proceso constructivo de enjarjes. John Fitche

Con este método algunas de las líneas de las molduras se van perdiendo en el interior del enjarje. Previamente estas molduras habían sido materializadas en plantillas por lo que era posible trasladarlas a múltiples sillares consiguiéndose una estandarización y por lo tanto una economía y rapidez en la ejecución. Algo parecido sucede con el diseño de las claves que solían ser cilíndricas y sobre ellas acometían los nervios. Para su diseño era necesario trazar el esquema de la planta de la bóveda y conocer en verdadera magnitud las elevaciones de los arcos (los alzados) que sirven para la definición del par de ángulos necesarios para concretar la forma definitiva de la clave⁷³.

La forma renacentista de tallar las piedras para formar una bóveda de crucería será diferente que en el Gótico. El cambio se basa sustancialmente en el trazado de los arcos formeros: en el gótico son apuntados y en el Renacimiento son de medio punto, lo que obliga a que el rampante sea curvilíneo mientras que en las bóvedas de crucería góticas el rampante era llano.

La formación de la plementería tampoco entrañaba gran dificultad una vez conocido el procedimiento. No se pueden colocar enormes bloques de piedra en lo alto de un muro sin otra ayuda que la fuerza de los obreros. El empleo de grúas en la construcción ya lo menciona Aristóteles y varios autores clásicos afirman que Arquímedes fue el inventor tanto de la polea triple como de la compuesta.



*Construcción de plementería sin apeos continuos.
John Fitchen*



Carlomagno visitando las obras de su Capilla Palatina de Aquisgran construida alrededor de 800 y ejemplo de las plantas centrales octogonales

⁷³ Lo explica ENRIQUE RABASA basándose en las teorías de Robert Willis.



La construcción de plementería sin apeos continuos. Exposición de maquetas, monumentos históricos de la Comunidad Valenciana en construcción. Comisario: Arturo Zaragoza

Bassegoda propone un método de construcción de plementerías de piedra consistente en colocar primero la clave en el lugar que le corresponde: *En el centro y sobre el suelo se colocaba la clave de la bóveda que venía esculpida desde la cantera. Se embragaba con cuerdas de cáñamo o maromas y en lo alto del castillete, sobre una plataforma, se colocaba la calandria o doble rueda unida por travesaños. Las ruedas se unían con radios al eje donde estaba el rodillo del torno que giraba por el esfuerzo de los operarios... Una vez alcanzada la posición deseada, se sujetaba la clave mediante traviesas. Entonces se colocaban las cimbras para los nervios cuyas dovelas se aparejaban encima tomándolas con mortero de cal. Luego se montaban las cerchas para sujetar los témpanos*⁷⁴.

Una solución muy empleada en la zona del Mediterráneo peninsular son las plementerías de ladrillo dispuesto a rosca, como la de San Juan del Hospital, ya que la piedra es escasa y existe una gran tradición en el manejo de materiales cerámicos de influencia morisca⁷⁵. La rosca sigue muchas veces hiladas de desigual alineación separadas por amplios tendeles, debido probablemente a la rapidez en la ejecución apoyando unos tableros en los nervios sobre los que descansaría el ladrillo para verter posteriormente la argamasa. La mayor ligereza y elasticidad de las plementerías de ladrillo y argamasa frente a las de piedra da como resultado una mejor absorción del movimiento y una disminución de los empujes.

⁷⁴La doctora VICTORIA ALMUNI ha ratificado este proceso en la construcción del presbiterio de la catedral de Tortosa mediante el análisis de los libros de obra. *La catedral de Tortosa en los siglos del gótico*. Ed. Editors, SL. Llerida 2007.

⁷⁵La Catedral de Valencia está toda ella construida con este sistema y también la sala capitular del Convento de Santo Domingo.

La solución de la plementería formada por bóveda tabicada es adoptada en el siglo XIV, por lo que es de suponer que fue la bóveda de ladrillo de rosca su precedente.



*Cerámicas de la bóveda de Santa María de Alicante
(Comunidad Valenciana)⁷⁶*



*Cerámicas de la bóveda de una capilla de
la parroquia vieja de Vilafamés
(Comunidad Valenciana)⁷⁷*

Las cubiertas, en este gótico llamado meridional, eran planas⁷⁸, lo que suponía la necesidad de nivelar la bóveda. El relleno de argamasa hubiese supuesto un exceso de peso y por ello eran aligeradas mediante la introducción de vasijas y ollas de cerámica⁷⁹. Algunos estudiosos consideran que estas vasijas cerámicas eran colocadas en lugares estratégicos sobre las bóvedas para favorecer la acústica del templo o de la sala⁸⁰. Colocadas entre los cascotes de relleno, presentaban un orificio que perforaba la bóveda. Otra solución para la nivelación de la bóveda consistía en la construcción de tabiquillos conejeros de los que quedan numerosos restos que están siendo descubiertos en las intervenciones de estos edificios, aunque la mayoría de ellos cambió posteriormente su cubierta plana por otra inclinada que evacuaba mejor las aguas de lluvia. El espacio entre los tabiquillos se cubría con una pequeña bóveda de ladrillo.

⁷⁶ MIRA, E. y ZARAGOZÁ, A. *Una arquitectura gótica mediterránea*. Valencia: Generalitat Valenciana. Valencia, 2003, Pág. 168.

⁷⁶ Ídem anterior.

⁷⁸ Las cubiertas planas las encontramos en todo el ámbito de la Corona de Aragón y también en los estados latinos de oriente, así como en Chipre y Rodas, sedes de las órdenes del Hospital y del Temple.

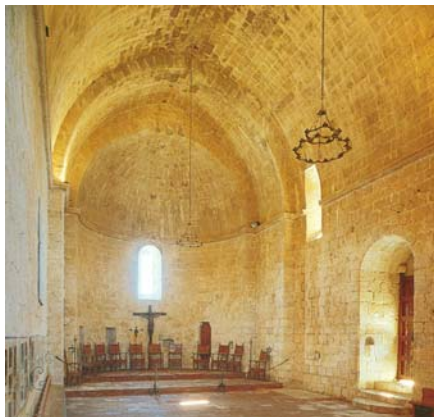
⁷⁹ CAMILLE ENLART (1899) alcanzó a ver las bóvedas de las iglesias góticas de Chipre arruinadas donde tras la plementería de piedra estaban los macizos de argamasa aligerada con cerámica. La catedral de Nicosia (1210), el castillo-palacio de Federico II en Siracusa (1230), la iglesia de Santa María en Alicante... tienen los senos de las bóvedas formados por argamasa aligerada con cerámica.

⁸⁰ SAM BARRUCH, ingeniero acústico *Un système historique de correction sonore: les vases acoustiques*. Camille de Montalivet también ha estudiado estos fenómenos acústicos implantando las 55 ánforas de Vitruvio en las bóvedas de la abadía de Loc Dieu.

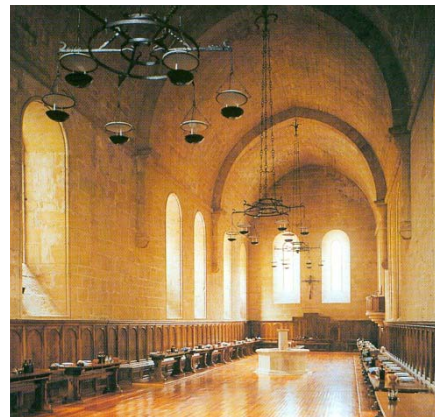
5.3- La implantación de un modelo: Las iglesias de fundación en Valencia.

El esquema básico de iglesia, que se estudia a continuación, se resume al compuesto por una nave de planta basilical, de influencia paleocristiana (siglos IV y siguientes) proveniente de estructuras cuya eficacia había sido acreditada y de sencilla ejecución. El arquitecto Zaragoza Catalá realizó un profundo estudio sobre las *iglesias de arcos diafragma y armadura de madera en la arquitectura medieval Valenciana*⁸¹ nos refiere de la existencia de un tipo de tres naves con techumbre de madera empleado en Andalucía tras la expansión castellana y que en las tierras valencianas no se encuentra más que empleado en época temprana y en iglesias con un reducido programa como son las ermitas de la Virgen en de la Huerta de Ademuz y la de la Santa Cruz en Chelva.

Así, Zaragoza nos remite a otro tipo que se extiende en el levante peninsular: *...que deriva de este modelo de tradición románica, es el de las iglesias de una sola nave, cubiertas con bóveda de cañón seguido apuntado. En territorio valenciano son conocidos dos magníficos ejemplos; san Juan del Hospital en Valencia y la basílica templaria del castillo de Peñíscola*⁸². El tipo habitual, desarrollado tras la conquista, es el de cubierta por arcos fajones y armadura de madera, en algunos casos se cierra con bóveda de cañón y más adelante se consolida la cubrición con bóveda de crucería.



Basílica del castillo de Peñíscola (Castellón)⁸³



Refectorio de la Abadía de Poblet.

Esta solución fue la denominada de cul-de-lampe, de tradición cirterciense, consistente en arrancar el arco, a modo de nervio, directamente del muro. Posee varias ventajas

⁸¹ ZARAGOZA CATALÁN, A. *Iglesias de arcos diafragma y armadura de madera en la arquitectura medieval valenciana*. Tesis doctoral presentada en Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica de la Universidad Politécnica de Valencia. Enero 1990.

⁸² Ídem anterior. Pág. 162

⁸³ Basílica templaria del castillo de Peñíscola. Zaragoza Catalán, A. (2004). *Arquitectura gótica valenciana* (Foto P. Balaguer- L. Vicén). Pág 47.

respecto al arranque desde el suelo, entre la que se encuentra la de simplificar su construcción.

Los muros de las naves pueden ser de poco espesor, al no tener función estructural y soportar únicamente su propio peso, es posible la apertura de grandes vanos. Tan solo los arcos transversales precisan contrafuertes para anular el efecto de los empujes horizontales.

En la Edad Media, surgen edificios tras la reconquista en comarcas intensamente romanizadas como Lombardía y Languedoc, de ahí se extiende a Cataluña y Valencia, donde continúan evolucionando tipológicamente con la inclusión de ábsides poligonales, ya en el siglo XII, y con el aprovechamiento del espacio entre contrafuerte para la colocación de capillas laterales. Es así, se conocerá este tipo con el nombre de *languedociano*.

El historiador Torres Balbás⁸⁴ presentó en 1960 un artículo titulado *Naves cubiertas con armadura sobre arcos perpiaños a partir del siglo XII*, en el que se remite al origen de este tipo de construcciones en las que se emplean para la cubrición de naves de edificios de índole comercial e industrial. Es en la Edad Media cuando surge la cubierta de madera a dos aguas sobre arcos perpiaños en comarcas intensamente romanizadas, como son las regiones de la Lombardía, de la Galia mediterránea, de Cataluña y Valencia.

El sistema lo encontramos en dependencias monásticas, en hospitales, atarazanas, castillos y palacios. Se extiende a partir del siglo XIII, por el oriente de Aragón y el reino de Valencia. En estas obras intervinieron artistas y carpinteros mudéjares cuyo arte se manifiesta en la estructura, en la talla de los canchillos, en el almizate, que oculta interiormente el encuentro de los faldones y, sobre todo, en la rica decoración pintada que cubría los espacios más importantes, de la que se conservan algunos vestigios, como son el caso de la iglesias de la Sangre en Liria (Valencia) y de Santa Margarita en Onda⁸⁵ en (Castellón).

⁸⁴ TORRES BALBÁS, L. Art. *Naves cubiertas con armadura sobre arcos perpiaños a partir del siglo XIII*. Archivo español de arte. XXXII, Ed. Instituto De España. Madrid 2002. Pág. 109-119.



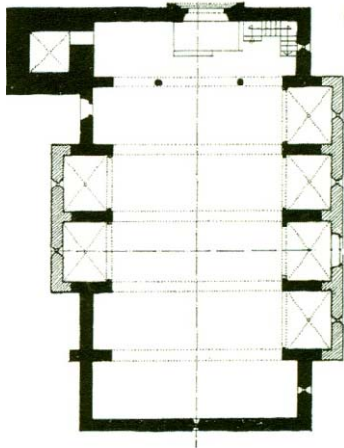
Techumbre de la iglesia de Santa Margarita de Onda



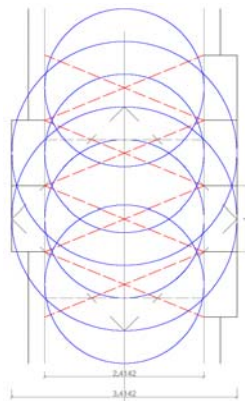
Restos de yesería de una casa islámica de Onda

En los lugares en los que ejercieron el señorío las órdenes del Temple y del Hospital, que posteriormente formaron parte del maestrazgo de Montesa, son muy numerosas las iglesias que se realizan siguiendo este tipo. En la iglesia de Onda, muestra en su techumbre la cruz llana del Temple. Lo que indicaría su participación en la construcción. Y, de la de Liria se conservan detalles en la decoración mudéjar, dejándonos recuerdo de toda la ornamentación monumental islámica de épocas pasadas.

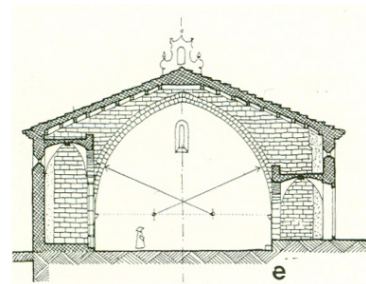
La iglesia de la Sangre en Liria (Valencia)⁸⁶



Planta



Trazado regulador



Sección

⁸⁶ ZARAGOZÁ CATALÁN, A. *Arquitectura gótica valenciana*. Ed. Generalitat Valenciana Valencia 2004. Pág. 34-35. (croquis de García Lisón, M. y Zaragoza Catalán, A. Navidad 1972)



*Techumbre de la Iglesia de la Sangre de Liria (Valencia).*⁸⁷

El caso de Corachar es significativo porque indica una relación directa con la Orden del Cister en la introducción de este tipo de iglesias. Es un digno y modesto ejemplo, de iglesia que sigue el sistema constructivo basado en arcos y armadura.

La iglesia de Corachar no es un caso único. En la misma Tinença de Benifassà, que perteneció al monasterio cisterciense del mismo nombre, hay cinco iglesias que siguen el tipo. Una de ellas es la iglesia de la Pobla de Benifassà.

⁸⁷ Ídem anterior. Lámina de la colección "Arte y decoración en España". ZARAGOZÁ CATALÁN, A. *Arquitectura gótica valenciana*. Ed. Generalitat Valenciana Valencia 2004. Pág. 31.

Iglesia de San Jaime de Corachar (Castellón)⁸⁸



Planta y sección

Tras estas primeras actuaciones se perfila y consolida el modelo que será empleado en el levante que define de la siguiente manera:

Una sola nave cerrada con bóveda de crucería y un sistema alternado de contrafuertes y capillas y ábside poligonal. La solución consta en esencia de la repetición de tramos rectangulares, cubiertos por la bóveda de crucería cuatripartita. Se define como una estructura dispuesta transversalmente en la que los esfuerzos son absorbidos por los contrafuertes dispuestos en los laterales del rectángulo y el muro perimetral desempeña solo una misión de cierre.

El esquema de fuerzas queda claramente expresado. Y el interior de estas se conforma un volumen o caja que sigue teniendo resonancias basilicales, aunque la espacialidad queda modificada por la repetición de ritmos de tramadas. La planta suele ser alargada, sin naves en el transepto, y el ábside se cubre radialmente.

La bóveda de crucería cumple a su vez la doble función de techo y tejado al servir de soporte al elemento impermeabilizante encargado de aprovechar el desnivel para reconducir el agua de lluvia a los contrafuertes y, de estos, a las gárgolas. Este se compone de una gruesa capa que da forma a las pendientes, con mortero de cal,

⁸⁸ Ídem anterior. Pág. 31.

zahorra y ladrillo machacado, sobre la que se coloca un pavimento de ladrillo como capa de protección y acabado.

Dicha forma de cubierta es tradicional en la construcción oriental, pero no en la occidental. Se introdujo en esta zona por influencias árabes, a través de los mudéjares que conocían los oficios y a las particularidades del clima mediterránea, las cuales se tienen en cuenta en la construcciones, con los largos periodos y tiempos de insolación que se producen en la zona y que no hace necesaria la construcción de una tejado independiente, que a su vez, permita la ejecución de los trabajos interiores.

La disposición de las puertas laterales de San Juan del Hospital es una solución que se institucionaliza en estos momentos en la arquitectura valenciana. La característica singular y destacable en estas iglesias es que se situaban dos puertas laterales enfrentadas en la crujía central, pudiendo así crecer la iglesia en un sentido.

La utilización de este modelo se extendió en las tierras y en las ciudades conquistadas. En el caso de la ciudad de Valencia la iglesia de San Juan fue la primera en construirse continuándose en otras a las que se les denominó, iglesias de fundación⁸⁹ como fueron San Esteban, San Pedro y San Nicolás, los Santos Juanes, San Juan de la Cruz, el Salvador etc.

⁸⁹ Se designan así, a las iglesias que se inicia su construcción durante los primeros años tras la toma de la ciudad de Valencia por parte de Jaime I.

6- EL LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO

6.1- La cronología de las fuentes documentales gráficas.

Los archivos consultados en los que se encontraron un mayor número de fuentes documentales acerca del edificio fue el del museo biblioteca de la iglesia; libros, estudios, dossiers, proyectos, informes arqueológicos, fotografías, grabados y planos. También se consultaron otros archivos, como el histórico municipal de Valencia (Palacio Cervelló), el archivo de la Comunidad Valenciana (antiguo monasterio de san Miguel de los Reyes), al archivo del museo de la Ciudad de Valencia (Casa-Palacio del Marqués de Campo), el archivo de documentación del Servicio de Patrimonio Arquitectónico de la Consellería de Cultura de la Generalitat Valenciana y el archivo de la biblioteca del ayuntamiento de Torrent.

Este periodo se alargó por el gran número de expedientes que se encontraron. Fue necesario definir un criterio de selección; sólo interesarían los documentos que aportaran información esclarecedora sobre la evolución constructiva del conjunto y sobre los antecedentes del modelo de iglesia.

Fue inestimable la ayuda prestada por Margarita Ordeig Corsini, que durante años ha recopilado y ordenado muchos de estos documentos.

Antecedentes

El primer rector de la iglesia, el sacerdote don Salvador Moret⁹⁰, fue el gran impulsor de la rehabilitación y recuperación del templo y, para ello acude a solicitar la colaboración y ayuda a un gran número de personas. Entre estas se destaca por su valiosa aportación Rosa Rodríguez de Tormo, nuera de don Elías Tormo y directora del archivo del Reino de Valencia, que definirá las bases del archivo documental y el inicio de la investigación histórica-artística. También, se destaca quien tendrá un papel fundamental en las obras, a Alejandro Ferrant⁹¹, arquitecto conservador de monumentos de la 4ª zona que,

⁹⁰ DE SANCRISTÓVAL Y MURÚA, M. Rector de la iglesia de SJH de Valencia. Nota a la edición facsímil de 1998 Librerías Paris-Valencia. Valencia, 1998. Pág. 178. *Se pensó primero en la parroquia de San Carlos Borromeo. Pero ya en 1966, por deseo del Sr. Arzobispo don Marcelino Olaechea, a quién le unía una profunda amistad con san Josemaría, cedió al Opus Dei el antiquísimo templo de San Juan del Hospital, situado en la calle Trinquete de Caballeros, para que sacerdotes de la Prelatura se ocupasen de su atención pastoral. Se encargó a don Salvador Moret, sacerdote del Opus Dei, que estudiase cómo preparar y dotar la iglesia para la liturgia, recuperando algo de su sagrada y ancestral utilidad.*

⁹¹ FERRANT VÁZQUEZ, ALEJANDRO (Madrid 1897-1976) Arquitecto. Ejerció su profesión de arquitecto conservador de monumentos desde 1929 dentro de los servicios que propició la II República Española. Estuvo en Asturias, León, Galicia, Cantabria y Zamora, haciendo trabajos de restauración en las catedrales de Oviedo y Santiago de Compostela, en las colegiatas de Santillana del Mar y de Toro. Más tarde su trabajo de rehabilitación del patrimonio arquitectónico se efectuó sobre todo en la parte del levante, en Cataluña, Valencia y las Baleares. Los trabajos los llevó a cabo en las catedrales de Palma, Lérica, Tarragona y Valencia y en los monumentos de Ripoll, Santes Creus y Poblet.

comprometido con el proyecto, dirigió y alentó el conjunto de las actuaciones de recuperación y rehabilitación. En el archivo se encuentra un extenso y cordial epistolario, entre el sacerdote rector y el arquitecto Ferrant.

De todo el conjunto de actuaciones se pueden establecer cinco acontecimientos sobresalientes en el camino para su recuperación y conservación:

1. La tesis doctoral del historiador Fernando Llorca presentada y leída en 1919, titulada *San Juan del Hospital de Valencia. Fundación del siglo XIII* y, que se publicará años más tarde, en 1930.
2. La Declaración del cinco de abril de 1943 como Monumento Histórico-Artístico de Carácter Nacional: En esta, se data la construcción entre 1238 y 1261, refiriéndose a que fue el primer Hospital-Iglesia cristiana de la ciudad recién ganada por el Rey don Jaime y sede de la Orden de San Juan. Se enmarca, el estilo arquitectónico de la iglesia, como de tipo cisterciense. Esta, fue auspiciada por la sensibilidad y preocupación de la Orden de Malta. El procedimiento se inició por el acuerdo unánime de la Comisión Provincial de Monumentos Históricos y Artísticos de Valencia, sesión celebrada el 21 de noviembre de 1940, a la solicitud mediante ponencia presentada por José Caruana y Reig de Lairean y Bauro, Baron de San Petrillo vocal de la Academia de Historia y miembro ilustre de la Soberana Orden de Malta. En la que se pide considerar declarar la referida iglesia con su capillita adjunta, monumento histórico artístico y entre otros manifiesta un dato de importancia a tener en cuenta, el enterramiento de un Gran Maestre: *...reposa (en la iglesia) el gran Maestre Heredia, Príncipe soberano de la Religión, cuya lápida se conserva aparte de otros muchos pertenecientes a la más elevada nobleza regional*. Es el 14 de diciembre de 1942 en sesión celebrada por la Academia una vez conocidas las consideraciones del dictamen de Elías Tormo, cuando se declara la iglesia y la capilla Monumento Histórico-Artístico de Carácter Nacional, publicado el cinco de abril de 1943 en el BOE.
3. En 1966, la Prelatura del Opus Dei se hace cargo de la atención pastoral de la iglesia y de velar por su conservación y recuperación. El primer anteproyecto de reconstrucción fue redactado por el estudio GODB, dirigido por García Ordoñez y Dexeus Beatty. En este se proponen unos criterios y pautas para seguir en las actuaciones a desarrollar. Se plantea liberar los espacios

alrededor de la iglesia y del ábside, y recuperar el antiguo callejón del nártex. Unos años más adelante en 1970, Luis Gascó, publica el libro titulado; *La iglesia de San Juan del Hospital de Valencia y su relación con la soberana Orden de Malta (Historia de su recuperación 1967-1969)*. En él, se detallan expone los primeros años de las actuaciones realizadas.

4. El convenio suscrito en 1993 entre la Consellería de Cultura, Educación y Ciencia de la Generalitat Valenciana⁹² y la iglesia, para colaborar en la ejecución de las obras del *Proyecto de la Recuperación Global del Conjunto Hospitalario*. Se acude a distintas convocatorias y se obtiene la concesión del Proyecto “Raphael” en octubre de 1996, de la Comisión Europea de Cultura para la Difusión del Patrimonio Europeo. Dentro de estas actuaciones, se configura y declara el Recinto del Conjunto Hospitalario como Museo. Se publican dos libros; El primero con un carácter general trata sobre la historia y la administración, titulado *Iglesia de San Juan del Hospital*, siendo su autor el jurista Martín Bravo Navarro; Y el segundo, titulado *Constanza Hohenstaufen, Emperatriz de Grecia*, escrito por la profesora e investigadora Margarita Ordeig Corsini. También, se publica *la Guía del Museo del Conjunto de San Juan del Hospital de Valencia* preparada por Margarita Ordeig y Manuel Fernández.
5. El último acontecimiento, la redacción del Plan Director del Templo, adjudicado por concurso del Ministerio de Cultura, de acuerdo a la documentación presentada por la Comisión Histórico Artística del Templo. Para su redacción se constituyó un equipo pluridisciplinar dirigido por el arquitecto Vicente Lasala Bau, entre los que se encontraban; el historiador medievalista Amadeo Serra, el paleógrafo y documentalista José María Cruselles, el arqueólogo Enrique Díes y el paleopato Delfín Villalaín. Los trabajos se inician en 1998 y se termina con la entrega definitiva en el año 2002. En el documento se recopila un extenso número de estudios, propuestas y proyectos.

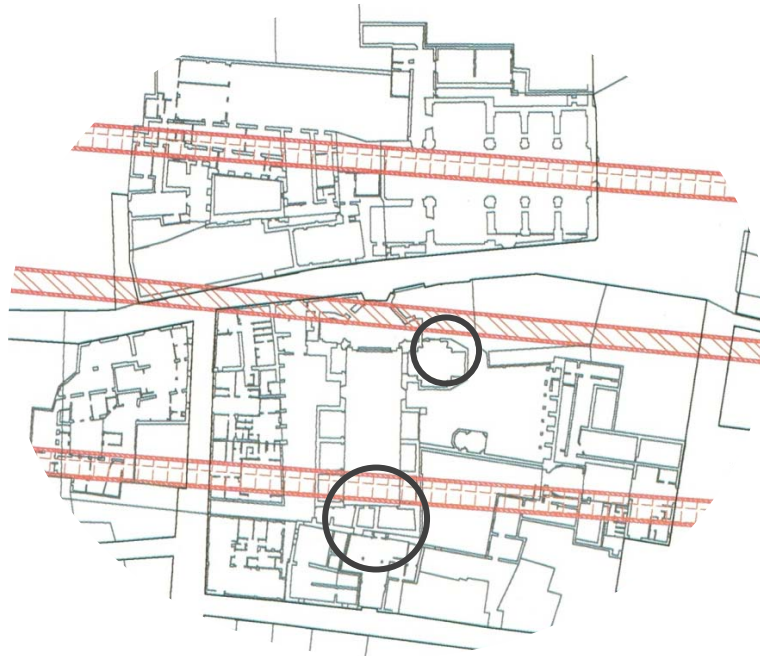
A continuación se expone un resumen de los documentos gráficos más significativos, ordenados cronológicamente.

⁹² Siendo el Conseller el Hble. Sr. D. Francisco Camps Ortiz y Rector Rvdo. Sr. D. Manuel de Sancristóval y Murua

6.1.1- Documentos gráficos anteriores al siglo XX.

Se presenta los planos en los que se localizan los edificios desaparecidos de mayor trascendencia histórica y, que ponen de relieve, la singularidad del lugar.

Sobre el plano general del Centro Histórico del barrio de la Xerea⁹³ se dibuja el contorno en donde se encuentran los restos del Circo Romano de la época Imperial siglo I d C. En éste, se aprecia cómo la espina del Circo pasa sobre el emplazamiento de la cripta de la capilla barroca y como el graderío lo hace sobre el testero de la iglesia. Estas estructuras, fueron aprovechadas como cimientos de este muro.



Época Romana (138 a JC-718 p JC).⁹⁴ Gradas este y oeste y espina central del circo romano

En el segundo plano se representa el recorrido de la muralla árabe de la ciudad entre los siglos IX-XII y la puerta de esta denominada de la Xerea, salida hacia el mar de la ciudad. También se aprecian en el actual patio sur del templo, los restos de las viviendas islámicas descubiertas durante las campañas arqueológicas.

⁹³ Plan General de Valencia del año 1988

⁹⁴ Plan director del templo y del conjunto de San Juan del Hospital de Valencia 2000.



Época musulmana (718 a JC – 1238 p JC).⁹⁵ Puerta de la Xerea y muralla árabe de la ciudad

6.1.2- Documentos gráficos posteriores a 1900.

6.1.2.1- Actuaciones anteriores a 1930.

La primera intervención de esta época de la que se tiene constancia fue llevada a cabo en el año 1926 por los caballeros de la Orden de Malta. Dado el estado deplorable en el que se encontraba la antigua capilla funeraria, resolvieron restaurarla eliminando la cocina, saneando las paredes y recuperando parcialmente la fachada original.



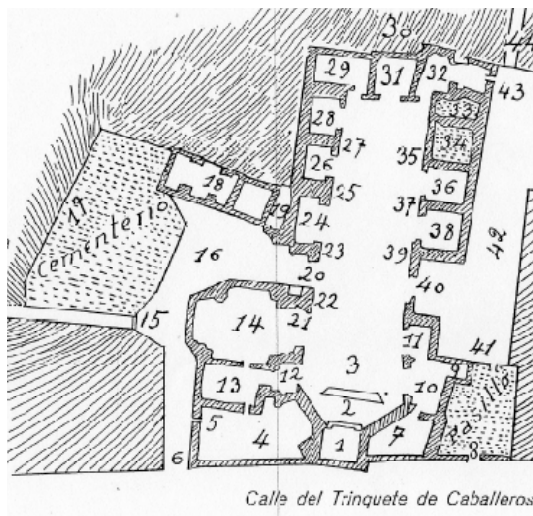
Grabado, anónimo, del interior de la capilla funeraria, en donde se aprecia una escalera al fondo en el lado derecho en el ábside que se debió abrir para comunicar directamente con las dependencias superiores de la casa prioral. Se podría fechar hacia mediados del siglo XVIII.⁹⁶ Extraído del libro "Valencia, sus monumentos y artes. Su naturaleza e historia" de Teodoro Llorente.

⁹⁵ Ídem anterior.

⁹⁶ BRAVO NAVARRO, M. *La iglesia de San Juan del Hospital*. Ed. Comisión HA SJH Valencia 2000. Pág. 43.

En el año 1930 el doctor en ciencias históricas Fernando Llorca Die, publica la memoria de la tesis doctoral en la que expone algunas imágenes de interés:

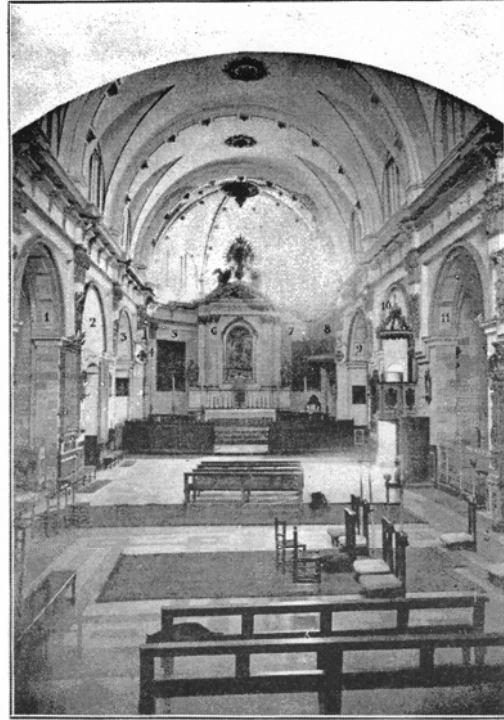
El plano del templo, estado en el que Llorca debió conocer la iglesia y su conjunto; las fotografías del altar mayor y del testero; las del interior del antiguo taller de imprenta Domenech en las que se descubren los arcosolios reaprovechados como armarios; y una fotografía exterior desde la calle Trinquete Caballeros en la que se recoge la cabecera poligonal y el muro almenado con la puerta de acceso desde la calle.



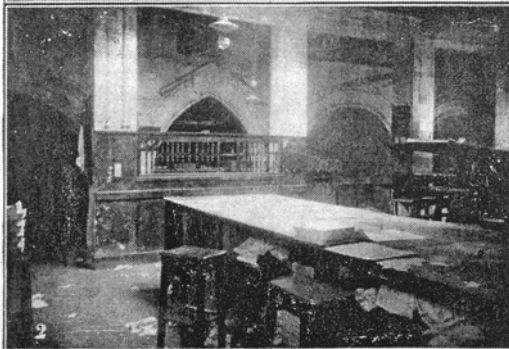
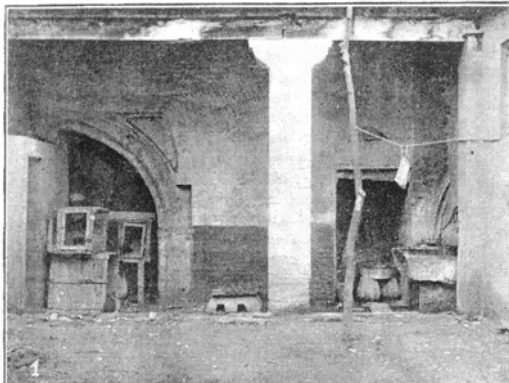
- 1: Ábside, 2:Altar mayor, 3:Nave de la iglesia, 4: Patio de Santa Bárbara, 5:Entrada al mismo, 6:Puerta a la calle del trinquete de Caballeros, 7:Antigua Sacristía, 8:Puerta del pasillo, 9: Campanario
- 10:Capilla vacía, 11: Capilla de los Desamparados, 12: Antigua capilla de Santa Bárbara, 13:Sacristia actual, 14:Capilla nueva de Sata bárbara, 15:Callejón de las penas, 16:Patio del cementerio, 17: Antiguo cementerio, 18: Capilla funeraria, 19: Habitación, 20: Puerta de piedra oculta, 21: Tumba de la emperatriz, 22: Cuadro de March, 23: Púlpito, 24: Capilla de San Ramón, 25: La Virgen del Pilar, 26: Capilla de la Merced, 27: La Virgen Niña, 28: Capilla de San Vicente, 29: Trastería, 30:Fachada desaparecida, 31: Antigua capilla de San Ferriol, 32: Paso al patio de Vía crucis, 33 y 34: Antiguo archivo, 35:Cuadro de San Sebastián, 36: Capilla de los Médicos, 37: Cuadro de San Teodoro y Santo Tomás, 38: Capilla de la Concepción, 39: Cuadro de la defensa de malta, 40: Puerta al patio de Vía crucis, 41: Entrada al pasillo, 42: Patio del Vía crucis, 43: Tercera puerta lateral, 44: Callizo tapiado, 45: Puerta a la calle del Milagro.



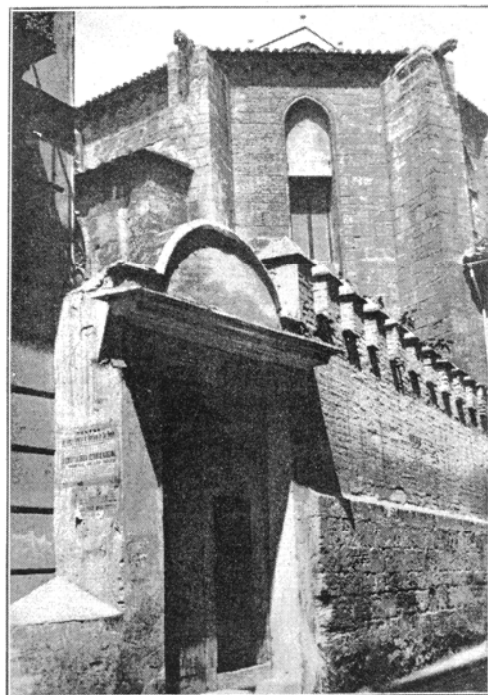
INTERIOR DEL TEMPLO, DESDE EL ALTAR MAYOR.—En primer término, el coro. 1. Puerta lateral. Púlpito.—2. Capilla de San Ramón. Cuadro de la Virgen del Pilar.—3. Capilla de la Merced. Cuadro de la Virgen Niña.—4. Capilla de San Vicente.—5. Trastería (bóveda y capiteles no tapiados).—6. Capilla de los Almela.—7. Puerta del testero.—8. Cuadro de San Sebastián. Capilla de los Médicos. Cuadro de San Teodoro y Santo Tomás.—9. Capilla de la Concepción. Cuadro de la defensa de Malta.—10. Puerta lateral del vía crucis.



LA IGLESIA DESDE EL TESTERO.—1. Capilla de la Concepción. Junto a ella, el cuadro de la defensa de Malta.—2. Puerta del patio del vía crucis.—3. Capilla de los Desamparados.—4. Capilla vacía.—5. Cuadro del nacimiento de San Juan.—6. Altar mayor.—7. Cuadro de la degollación de San Juan.—8. Lugar donde estuvo el órgano. Debajo, antigua capilla de Santa Bárbara.—9. Capilla nueva de Santa Bárbara.—10. Puerta lateral. A su lado, el púlpito.—11. Capilla de San Ramón. Junto a ella, el cuadro de la Virgen del Pilar.



TRANSFORMACIONES DEL CEMENTERIO.—1. Convertido en corral. Los arcos de las estancias sepulcrales aparecen entre la obra nueva.—2. El cementerio sanjuanista transformado en taller de imprenta. Al fondo los arcos de las estancias.



EXTERIOR DE SAN JUAN DEL HOSPITAL.—El muro de almenas del patio de Santa Bárbara y la puerta de entrada a la iglesia por la calle del Trinquete de Caballeros. En el fondo el ábside, sólido y macizo, con una de sus características olivas que lo rasgaban de arriba a abajo, pero que fué tapiada para dejar solamente el vano de una ventana insignificante. Debajo del tejero el andén de canchillos, y sobre los robustos contrafuertes las górgolas. Por encima de todo asoma la obra moderna del nuevo campanario.

6.1.2.2- Año 1943. Declaración de Monumento Histórico-Artístico Nacional.

El documento escrito de mayor importancia para el monumento es el dictamen redactado para el reconocimiento de San Juan del Hospital como Monumento Histórico-Artístico, solicitado a instancias de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Fue escrito por el Académico Elías Tormo y Monzó y editado en una recopilación junto a otros cinco dictámenes en el libro titulado *Monumentos de la Ciudad de Valencia en peligro de pérdida*, editado en Madrid en 1944.



Elías Tormo y Monzó (1869-1957)

Tormo matiza y aclara un comentario del texto de Llorca⁹⁷: *No hay pues iglesia primitiva (como se suele decir de la llamada "capilla" en este expediente) y una iglesia nueva, sino una sola iglesia (ésta segunda), y el resto son los restos mayores o menores de lo conventual y lo hospitalario: los que interesaría mucho reconocer, medir y situar y estudiar (aún en sus mismos cimientos) en caso de derribos totales o parciales.*

Deberá pues, aún en los deslunados y los patios, registrarse el suelo, para dar con los cimientos de lo no subsistente, y ver de reconstruir el plano de las edificaciones todas del siglo XIII.

⁹⁷ LLORCA, F. *Una fundación del siglo XIII. San Juan del Hospital de Valencia*. Tesis doctoral en Ciencias Históricas. Publicada por Ed. Prometeo. Valencia 1930.

Y, propone: *la nave del templo, a desnudarle la vestidura barroca (salvando la también barroca, pero mucho más interesante de la gran capilla de Santa Bárbara), y el exterior de la iglesia (al separarle postizos anejos) ofrecerían intacta, severa y bella, nada menos que la primera creación arquitectónica de la Valencia de la reconquista, como el primero y sería el único monumento no civil ni militar del arte gótico en la Valencia del rey Conquistador, de cuyo reinado (hasta 1276 la fecha de su muerte). El valor y profundidad del dictamen es tal, que definió las pautas de actuación para la recuperación del conjunto.*

6.1.2.3- 1966-1967. Comienzo de la restauración y conservación del templo.

1º Plan de recuperación.

El 29 de julio de 1966 el Arzobispo de Valencia, encomienda la atención pastoral de la iglesia a los sacerdotes de la Prelatura del Opus Dei, según concierto firmado entre don Marcelino Olaechea, por parte de la Diócesis como Arzobispo titular y don Florencio Sánchez, por parte de la Prelatura como Vicario Regional.

A partir de 1967 se abre al culto y con la colaboración de muchos valencianos e instituciones, se inician las laboriosas tareas de restauración y puesta en valor, y que se continúan el día de hoy.

El conjunto de intervenciones realizadas entre 1966 -1970, determinan un antes y un después, ya que tras la guerra civil la iglesia había sido saqueada. Posteriormente se dedicó a diversos usos; cine, sala de reuniones y almacén.

Gascó en el apéndice al libro que escribió⁹⁸ *sobre la iglesia*, distingue entre varias fases; la reapertura al culto, el 23 de junio de 1967, en la que interviene el arquitecto Vicente Valls Abad y Juan María Dexeus y, las fases del primer momento de las intervenciones, siendo rector don Salvador Moret, el vicario capitular Excmo. y Rvmo. Don Rafael González Moralejas y don Adolfo Rincón de Arellano alcalde de Valencia.

Se emplearon los mismos criterios de respristinación, que se venían aplicando en los monumentos recubiertos de barroco para recuperar la fábrica medieval, como fueron la iglesia catedral, la iglesia de San Agustín y la de Santa Catalina.

⁹⁸ GASCÓ PASCUAL OLIAG Y LLORENS, LUÍS. *La iglesia de San Juan del Hospital de Valencia y su relación con la soberana Orden de Malta (Historia de su recuperación 1967- 1969)* Ed. Facsímil de la edición de 1969 Librerías Paris-Valencia. Valencia 1998.

1ª fase de intervención. 17 de Agosto de 1967.

La primera fase de intervención se centró en los trabajos de demolición y desmontaje, consiguiendo modo que salieran a la luz las primitivas fábricas.

Continuando con el resumen de actuación que aporta Gascó en su libro: *Se colocó un telón de plástico que dividía la iglesia en dos partes: en la anterior seguí a el culto, y en la posterior se realizaban los trabajos. Desde que se empezaron las obras de restauración, fue preciso encontrar una dirección técnica especializada en este tipo de trabajos. Nuestro deseo era que se llevara a cabo con la máxima fidelidad, respetando todo lo que se encontraba, y empleando los mismos procedimientos y materiales que en el medievo. Por tratarse de un monumento nacional, se requirió la dirección de un valenciano ilustre, don Francisco Pons-Sorolla y Arnau,...Como arquitecto de la sección de Ciudades de Interés Artístico de la Dirección General de Arquitectura...se desplazó a Valencia... Visitó la iglesia...y... aceptó la dirección artística de la obra de restauración.*⁹⁹

La dirección facultativa directa la realizaron los arquitectos residentes en la ciudad Alejandro Ferrant y Vicente Valls con la colaboración de Joaquín García Sanz.

Así fue cómo los promotores de la recuperación del templo, a través de la sección de Ordenación de ciudades de interés artístico nacional de la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de la Vivienda, elaboraron distintos estudios siendo el primero el levantamiento del estado actual de las distintas dependencias del templo y junto con un reportaje fotográfico previo al comienzo de los trabajos. Durante el proceso de ejecución de los trabajos de recuperación de las fábricas medievales se documentaba con fotografías las distintas fases y al término de las mismas se procedía a levantar el estado de los trabajos para redactar los proyectos de las siguientes intervenciones.

⁹⁹ Ídem anterior Pág. 112

Fotografías realizadas entre los años 1966-1967¹⁰⁰.



1



2

1. Vista general de la iglesia desde el sur.

2. Vista de las casas para los beneficiados sobre las capilla laterales del lado sur.

3-5. Fases de recuperación del acceso al patio sur.



3

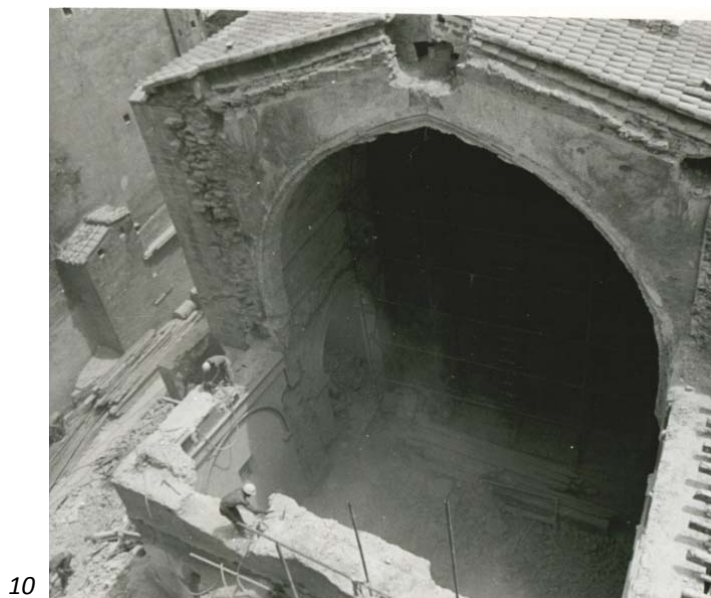


4



5

¹⁰⁰ Fotografías cedidas por la Comisión histórico artística del templo. Fondos archivísticos de la iglesia y del museo de San Juan del Hospital de Valencia.



6. Casa del prior que ocultaba en su planta baja la capilla funeraria del antiguo cementerio medieval.

7. Vista del Interior de la capilla funeraria.

8. Testero de la iglesia con revestimiento Neoclásico.

9. Antigua capilla de San Ferreol en el testero de la Iglesia.

10. Recuperación entre los años 1970-1972. Demolición del testero de la Iglesia.

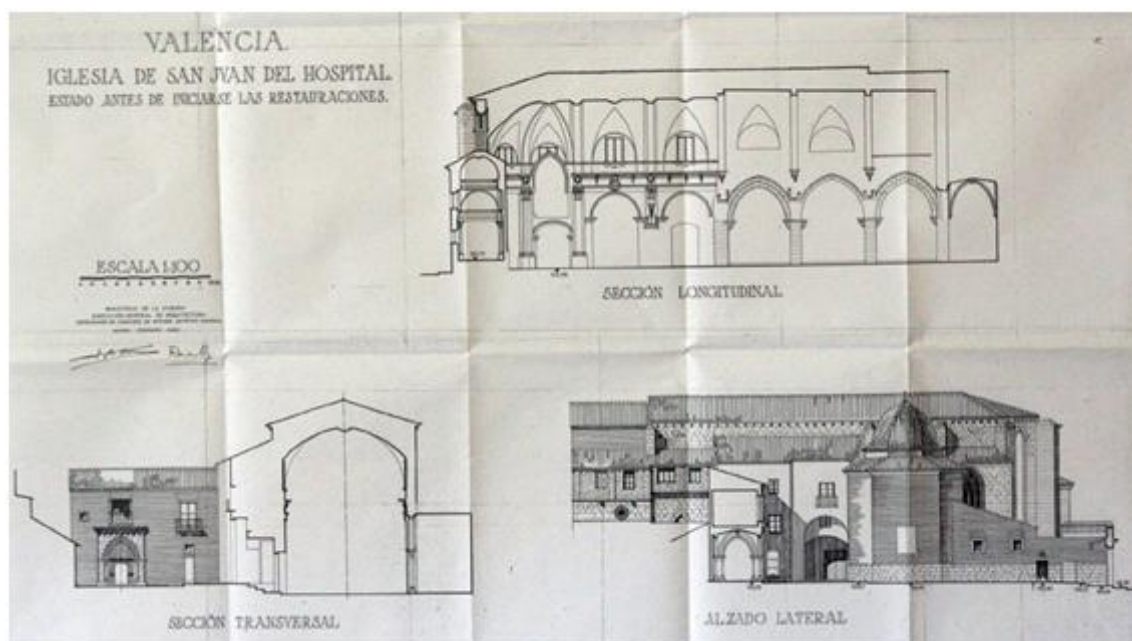
2ª fase de intervención. Julio de 1968.

La segunda fase se inició con el proyecto de restauración y consolidación del ábside de la iglesia, la capilla barroca y las capillas del presbiterio así como los tramos primero y segundo de la bóveda central. Los arquitectos autores del proyecto fueron Francisco Pons-Sorolla Arnau y Ramiro Moya Blanco.¹⁰¹



Francisco Pons-Sorolla Arnau (1917-1985)

Planos del proyecto de Restauración de la Iglesia¹⁰².



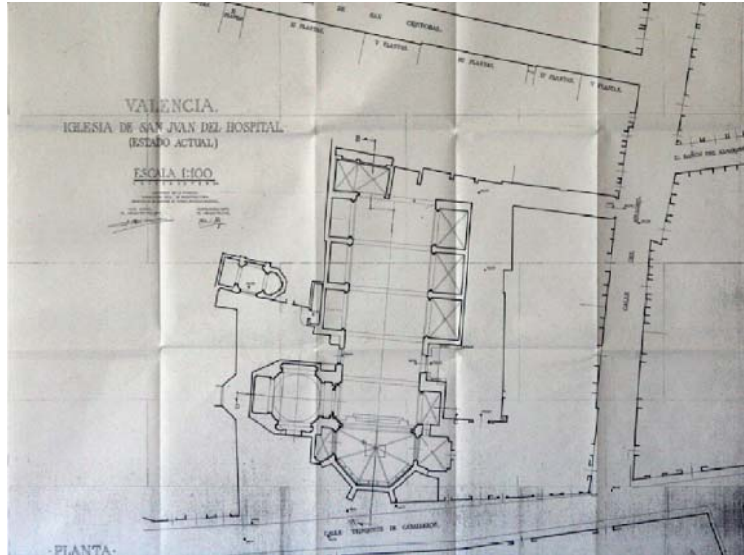
*Estado de las obras después de haberse terminado la 2ª fase.
Sección longitudinal con revestimiento interior barroco y el trasagrario en la cabecera.
Sección trasversal de la nave y alzado de la casa del Prior.
Alzado lateral sur.*

¹⁰¹ Copia de este proyecto se conserva en el archivo de la iglesia. Pons-Sorolla nieto del pintor Joaquín Sorolla y Ramiro Moya Blanco, hermano de Luis Moya, arquitecto y profesor en la Escuela de Arquitectura de Madrid.

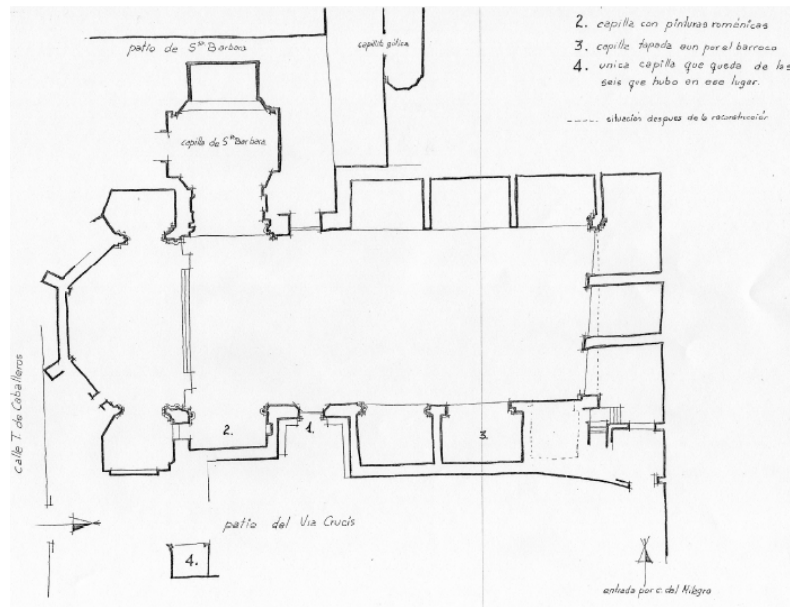
¹⁰² Ídem anterior.

3ª fase de intervención. Julio de 1968.

El objetivo de la 3ª fase fue la restauración del testero final de la iglesia, las capillas situadas al oeste y la última del lado norte.¹⁰³



Estado actual tras la 3ª fase



Apuntes para la intervención de la 3ª Fase. Autor Vicente Valls Abad

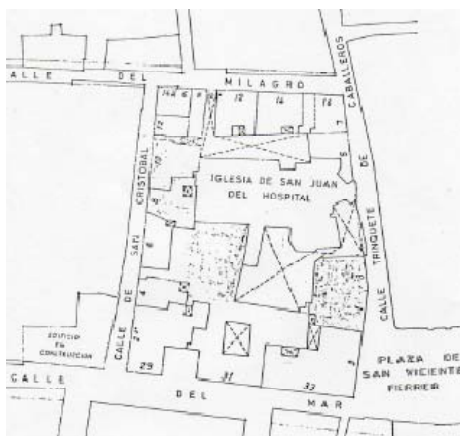
¹⁰³GASCÓ PASCUAL OLIAG Y LLORENS, LUÍS. *La iglesia de San Juan del Hospital de Valencia y su relación con la soberana Orden de Malta (Historia de su recuperación 1967- 1969)* Ed. Facsímil de la edición de 1969 Librerías Paris-Valencia. Valencia 1998. Pág. 165.

6.1.2.4 – Año 1970. Proyecto de ampliación de la iglesia y de ordenación del entorno con espacios libres ajardinados y plaza.

(Plaza previa a la fachada final de acceso proyectada como cierre y termino de la iglesia)

En junio del año 1971, el Arquitecto Municipal Emilio Rieta propone para la manzana donde se encuentra el conjunto Hospitalario de la Iglesia de San Juan del Hospital, un estudio de ordenación de espacios y volúmenes. En este, se proyecta abrir a la calle de San Cristóbal con una plaza y a esta la fachada oeste final de la iglesia. La manzana sobre la que se quiere intervenir está delimitada por las calles de Trinquete de Caballeros, San Cristóbal, Milagro y Mar. Con esta nueva ordenación se reforzará el eje longitudinal de la iglesia, transversal a las calles de Trinquete y de San Cristóbal, junto con la disposición de espacios libres ajardinados.

Un año antes, en el mes de marzo de 1970 se redacta el proyecto¹⁰⁴ de ampliación de la iglesia, fachada oeste y ordenación exterior del conjunto del templo por parte de los arquitectos del ministerio Francisco Pons-Sorolla y Arnau y Ramiro Moya Blanco.



Año 1971. Plano del estado actual



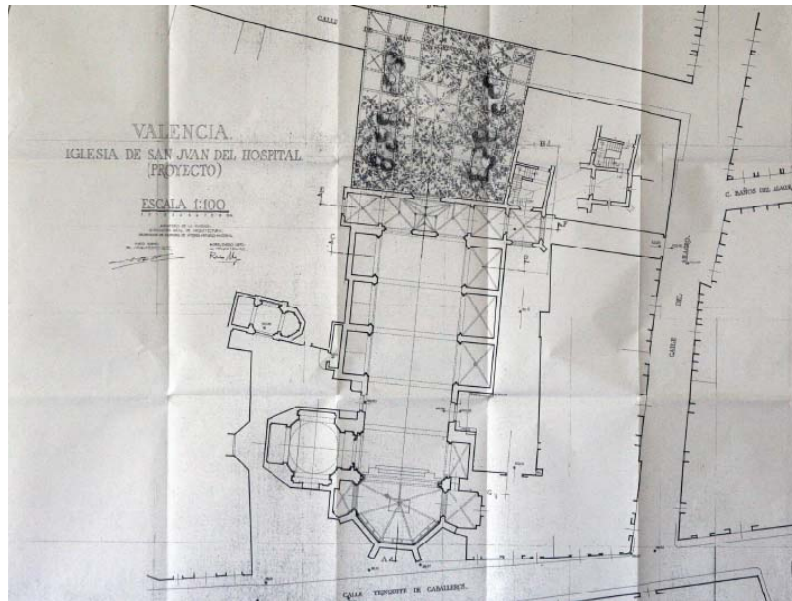
Año 1971. Plano de la propuesta

Esta propuesta, aprobada el 23 de noviembre de 1972 por la Dirección General de Urbanismo, suponía la demolición de tres edificaciones con fachada a la calle de San Cristóbal, contiguas al testero provisional oeste de la Iglesia. El proyecto proponía la entrada principal desde la plaza situada al oeste de la iglesia. Sin embargo, fueron tan complejos los trámites y aprobaciones al que estuvo sometido el diseño de la plaza, que no llegó a realizarse, estando preparado los expedientes de la reparcelación.

¹⁰⁴ Copia de este proyecto se conserva en el archivo de la iglesia.

Las obras de recuperación y restauración de la iglesia, fase 3ª, se terminaron en el mes de diciembre del año 1972 quedando inconclusa su fachada oeste, con un acceso provisional que aún se conserva en la actualidad.

El proyecto incluye una memoria justificativa y documentación gráfica con planos del estado actual de la iglesia y de la propuesta de intervención. A continuación se muestra parte de esta documentación.



Propuesta en planta de la nueva plaza y del atrio de acceso

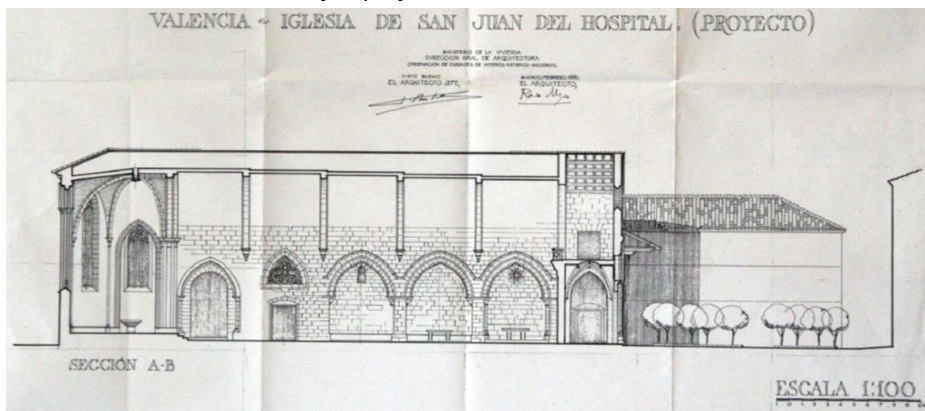


Detalle de la propuesta de cuatro entradas para el acceso oeste a la iglesia

1 - Nueva Plaza. **2** - Patio Norte o del Vía Crucis. **3** - A la calle del Atrio. **4** - Jardines del Palacio de los Valeriola.



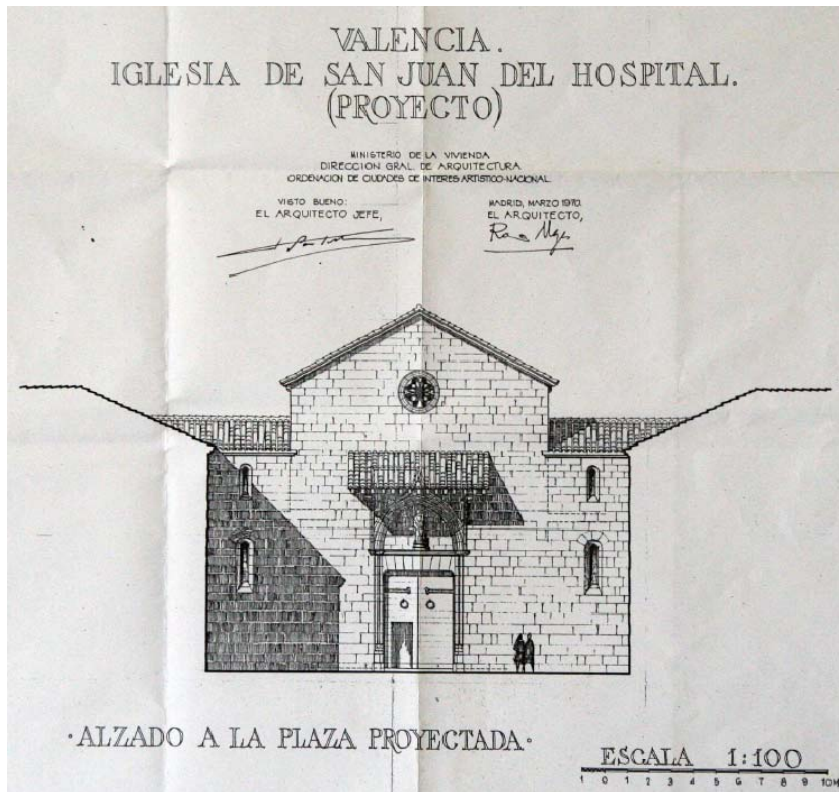
*Perspectiva del proyecto de la ordenación del conjunto del templo.
Autor Julio Lorente, fue profesor de Análisis de Formas de la ETSAV.*



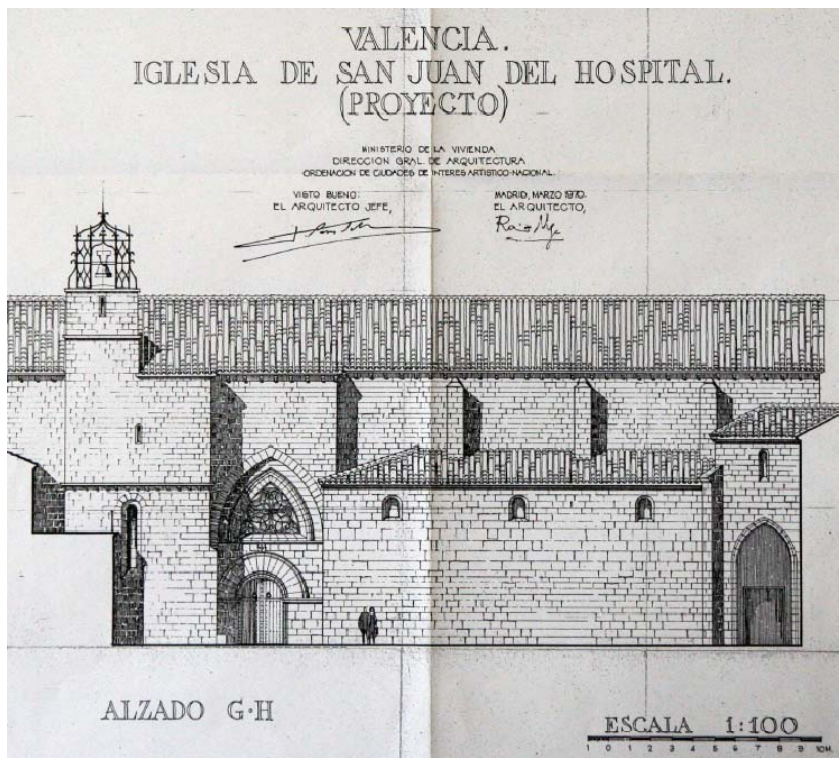
*Propuesta de la plaza y acceso a la iglesia por el antiguo atrio;
Sección longitudinal por el eje de la nave central mirando al sur*



*Propuesta de acceso, desde el atrio; Sección transversal por la nave y el patio norte y
Sección transversal por el interior.*



Propuesta de alzado a la nueva plaza proyectada y acceso a la iglesia.



Propuesta para el alzado Norte

6.1.2.5-. Rehabilitación de los edificios de la C/ Trinquete de Caballeros esquina con la C/ del Milagro. Inicio actuaciones 1985 - final de obras-1994¹⁰⁵

A mediados de los años ochenta se inicia un ambicioso proyecto, auspiciado por José Luíz Girón, consistente en la habilitación como residencia para las personas que se dedican a la atención y mantenimiento de la iglesia o del conjunto de edificios situados en el lado norte de la manzana. El proyecto consistió en la rehabilitación y adecuación de los edificios situados en la esquina entre las calles Trinquete Caballeros con Milagro, el antiguo horno con sus dependencias y los dos siguientes, colindando con el antiguo callejón del atrio. Bajo la dirección del arquitecto Jaime Aloy. En esta actuación también se intervino en el denominado patio norte por donde se accede actualmente a la iglesia.



Alzado posterior de los edificios de la C/ Milagro.

En la parte derecha se aprecian los arcosolios restaurados del antiguo cementerio del actual patio norte.¹⁰⁶



Alzados del antiguo horno esquina C/ Trinquete y C/ Milagro y los edificios colindantes al callejón del atrio.

¹⁰⁵ En el año 1985 se comienzan las primeras actuaciones y es en el año 1994 cuando se terminan las obras.

¹⁰⁶ Documentación de planos como anexo al Plan director.

6.1.2.6. Año 1993. 2º Plan de recuperación integral.

En el año 1993 fue nombrado rector de la Iglesia D. Manuel de Sancristóval y Murua y una de sus primeras decisiones fue la de constituir una comisión histórico-artística para recopilar, e informatizar los archivos, estudiar y proyectar las actuaciones para recuperar el conjunto medieval.

Después de un primer periodo de estudio se definió el Plan de recuperación Integral del Conjunto Hospitalario. Y, al poco tiempo la Dirección General de Patrimonio Artístico de la Consellería de Cultura de la Generalitat Valenciana, mediante resolución de 8 de septiembre de 1993, acuerda tener por incoado el expediente de delimitación del entorno de protección del Conjunto.

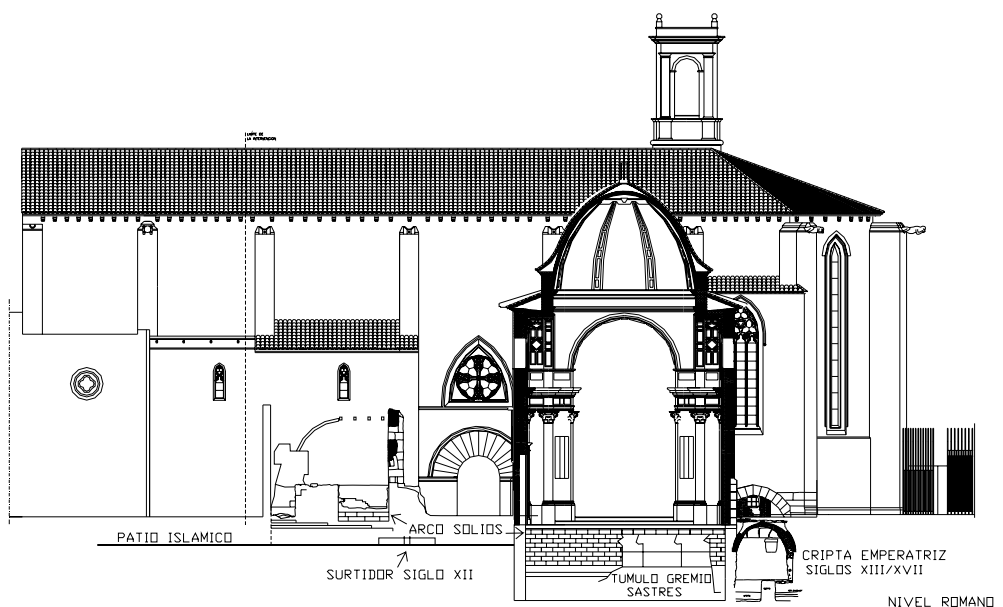
A continuación se detallan los estudios, levantamientos gráficos realizados en torno a estas fechas::

- Proyecto General de Recuperación Global del Conjunto Hospitalario, para el que se solicita y se obtiene ayuda de la Comisión Europea de Cultura para la Difusión del Patrimonio Europeo, en Mayo 1996 y concedida en Octubre de 1996 en la convocatoria "Raphael".
- Proyecto de derribo del antiguo taller de la imprenta y del cobertizo de la calefacción para permitir la realización de excavaciones arqueológicas en el subsuelo del antiguo cementerio hospitalario y en la cripta de la emperatriz Constanza Hohenstaufen. Arquitectos: Juan Pablo Más Millet y Adolfo Alonso Durá. Enero de 1997.
- Proyecto de restauración interior de la Real Capilla de Santa Bárbara. Arquitectos: Juan Pablo Más Millet y Adolfo Alonso Durá. Abril de 1997.
- Se consolida la capilla funeraria del Patio Sur y se apuntalan los arcosolios de la panda sur del antiguo cementerio. Arquitectos: Juan Pablo Más Millet y Adolfo Alonso Durá. Marzo de 1997.
- Excavaciones arqueológicas en las zonas del cementerio medieval y de las criptas de la capilla de Santa Bárbara y en la cripta de enterramiento de la emperatriz. Arqueólogos: Equipo Entor de Valencia. Febrero-junio de 1997.
- Estudio previo para la intervención en fachadas y cripta de la Real Capilla de Santa Barbará. Arquitectos Juan Pablo Más Millet y Adolfo Alonso Durá. Agosto de 1997.
- Plan Director del Templo, adjudicado por concurso convocado por el Ministerio de Cultura, de acuerdo a la documentación presentada por la Comisión Histórico

Artística del Templo, realizado por un equipo dirigido por el arquitecto Vicente Lasala Bau, realizado entre los años 1998-2002

- Proyecto de restauración de las fachadas este y sur y cubierta de la iglesia. Siendo los arquitectos Juan Pablo Más Millet y Adolfo Alonso Durá. Agosto de 1998.
- Proyecto de recuperación de la antigua capilla de San Ferreol, mejora del pavimento de acceso a la nave de la iglesia y habilitación de una nueva capilla situada en el testero en los bajos del edificio colindante de la calle San Cristóbal. Esta se realizó en estilo neomudejar. Siendo el arquitecto Rafael Hueso Pagoada. Mayo de 2002.
- Proyecto de recuperación del antiguo cierre sanjuanista con la calle Trinquete de los Caballeros. Siendo el arquitecto Jorge García. Mayo de 2003.
- Proyecto de recuperación y restauración del Patio Sur antiguo cementerio medieval. Proyecto de Anastylis de dos arcosolios adosados a la fachada sur de la iglesia y recuperación de cornisa, cubierta y restauración de la antigua capilla funeraria. Siendo los arquitectos: Concepción López y Jorge García del Grupo de I+D "Estudio de la patología en la edificación monumental" perteneciente al Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica de la UPV. Mayo 2004.

Estudio previo de intervención en fachadas y cripta. Agosto de 1997.



Alzado sur en el que se detallan los distintos estratos alcanzados¹⁰⁷

¹⁰⁷ Documentación de planos como anexo al Plan director.

Fotografías de las actuaciones entre los años 1997-2002.¹⁰⁸



1. Demolición de la casa del Prior.
2. Rehabilitación de la capilla funeraria medieval.
3. Vista exterior del muro de cierre por la calle Trinquete de Caballeros.

¹⁰⁸ Fotografías obtenido de la documentación del Plan director.



4



5



6



7

4-5. Excavaciones arqueológicas en el antiguo cementerio medieval.

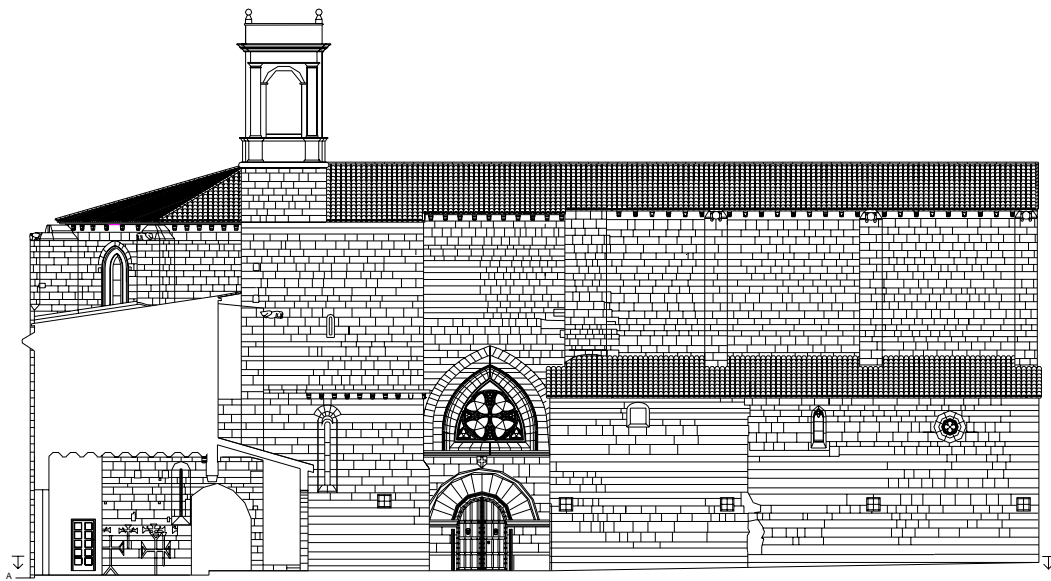
6. Vista general de los arcosolios colindantes con el Palacio de los Valeriola en una visita en el año 2007.

7. Vista del muro este, colindante con el callejón del Cristo de las Penas en el año 2005.

Colaboraron realizando estudios preliminares de restauración y los planos de del estado actual con propuestas los arquitectos, Jorge Ordeig, Agustín Sebastián y Antonio Marqués entre los que se reseñan los planos de capilla de Santa Bárbara, los de la antigua Casa del prior, la capilla funeraria, los planos de la capilla de la Virgen de los estudiantes y el plano general de la planta de la iglesia entre otros muchos trabajos.

También, intervino la profesora e ingeniera de la Universidad Politécnica de Valencia en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodesia, Cartográfica y Topográfica, M^a Jesús Jiménez Martínez realizando una importante labor de la que se destacan los pares fotogramétricos:

- Patio sur de arcosolios del Patio Sur antiguo cementerio medieval.
- Interior de la iglesia.
- Y, los planos de las fachadas norte y sur. Todo ello, bajo la dirección del catedrático de Dibujo Arquitectónico Pablo Navarro Esteve.



*Fachada norte*¹⁰⁹

También se realizaron los siguientes trabajos:

- Levantamiento fotogramétrico terrestre de dos gárgolas de la iglesia de San Juan del Hospital de Valencia. Proyecto Final de Carrera realizado por Miriam Cabrelles López, director académico Pablo Navarro Esteve y experimental M^a Jesús Jiménez Martínez. Presentado el año 2000 en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodesia, Cartográfica y Topográfica.

¹⁰⁹ Documentación de planos como anexo al Plan director, autora M^a Jesús Jiménez Martínez.

- Levantamiento por fotogrametría terrestre del ábside de la iglesia de San Juan del Hospital de Valencia. Proyecto Final de Carrera realizado por F. Red M. y director, académico Pablo Navarro Esteve¹¹⁰ y experimental María Jesús Jiménez Martínez. Presentado el año 2001 en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodesia, Cartográfica y Topográfica.
- Planos de levantamiento mediante restitución de las tomas fotogramétricas realizadas de las fachadas norte y sur y que se conservan en el archivo de la iglesia junto con una copia de los fotogramas realizados del conjunto del monumento.
- Se realizan prospecciones mediante la técnica de rastreo con el equipo de ultrasonidos denominado georradar dirigido por Francisco García García ingeniero y catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodesia, Cartográfica y Topográfica y M^ª Jesús Jiménez Martínez.

6.1.2.7 – Años 1998-2002. Plan director del templo y su conjunto.

En el año 2002 fue terminado y depositado en el Servicio de Protección del Patrimonio Arquitectónico de la Generalitat Valenciana el Plan director del Templo y su conjunto, dirigido por el arquitecto Vicente Lasala Bau en colaboración con la Comisión Histórico - artística del templo y un equipo de especialistas de distintas disciplinas.

6.2- Año 2004-2007. El levantamiento gráfico.

(Realizado en el marco del convenio con la UPV y el Dpto. de EGA)

Las fábricas de la iglesia, como consecuencia del complejo itinerario constructivo, se nos presentan sillares con dimensiones, formas y disposición de aparejos heterogéneos, junto con las huellas del acontecer de la historia. Por ello, se consideró necesario emprender un estudio directo de estas fábricas para conocerlas, datarlas, describirlas y clasificar, de tal manera que se pudiera interpretar las relaciones entre las distintas partes y lograr establecer con coherencia la evolución constructiva.

Estudiada la documentación gráfica existente, se realizaron los primeros tanteos sobre la métrica y la geometría del trazado pudo comprobarse que aún siendo esta muy valiosa, no poseía las características necesarias para el desarrollo de los objetivos

¹¹⁰ NAVARRO ESTEVE, P. Art. Notas Sobre fotogrametría Arquitectónica. *Levantamiento de la capilla de los Reyes en el convento de Santo Domingo*. Revista EGA nº 1 valencia 1993. Pág. 76-78.

NAVARRO ESTEVE, ERRAEZ, JOSÉ Y NAVARRO ISABEL. *La Geometría interna de un escáner Láser. Funcionamiento de sus espejos*. Art. Revista EGA nº 12 Valencia 2007. Pág. 102-105.

planteados en la tesis. Por tanto, se precisaba realizar un levantamiento *ex novo*, con este objetivo conocer las medidas y las trazas. Reviviendo el proceso gráfico del replanteo de la obra realizada, se lograría conocer el esquema y la composición el proyecto.

Se necesitaba unos planos que permitieran la interpretación arquitectónica de las fábricas, de manera unitaria. Estos debería ser completos realizados con unos mismos criterios y metodología, con precisión y un mismo grafismo a lo largo de todo su desarrollo.

Antonio Almagro Gorbea, según citamos en los primeros capítulos, nos ha recordado como el levantamiento arquitectónico conduce al conocimiento completo del edificio, *el levantamiento en si es un proceso, un método de investigación pues, sus resultados nos permiten profundizar en el conocimiento de nuestro patrimonio...*¹¹¹

Se constituyó un equipo de trabajo¹¹² bajo la dirección de los responsables del convenio entre la iglesia de San Juan del Hospital y la Universidad Politécnica de Valencia, siguiendo la metodología propia del levantamiento arquitectónico monumental para la redacción de Estudios Previos.¹¹³ Se llevaron a cabo un gran número de dibujos de croquis y puestas a escala de los que se presentan una pequeña muestra de los más significativos. Los dibujos de croquis seleccionados fueron realizados por Jesús García-Herrero, las puestas a escala por Daniel Crespo, Ángeles Rodrigo y José Ramón Masilla y los dibujos del modelado virtual 3D y las imágenes renderizadas por José Hurtado.

Se abrieron de esta forma, dos vías de trabajo:

1) Una toma de datos y su posterior elaboración documental a escala con la representación en planos por vistas en el sistema diédrico, y que permitiera conocer la métrica y el desarrollo del trazado regulador seguido.

2) Obtener el conocimiento de la evolución constructiva a través del análisis comparativo entre los datos gráficos elaborados mediante la técnica de estratigrafía

¹¹¹ALMAGRO GORBEA, A. *El levantamiento Arquitectónico*. Ed. Universidad de granada. Granada 2004.

¹¹² El levantamiento fue iniciado en el año 2004 por un equipo formado por: Ángeles Rodrigo, profesora del departamento, Gabriel Pardo, Jesús G. García-Herrero, Daniel Crespo, José Ramón Mansilla, José María Juan y José Hurtado y dirigido por Concepción López y Jorge García.

¹¹³VVAA, GARCIA CODOÑER, ANGELA, coord. DOCCI, MARIO. Capítulo titulado El Levantamiento del Amphytheatrum Flavium. Nuevos Conocimientos para la restauración, y JUAN VIDAL FRANCISCO, Capítulo titulado Dibujo de Levantamiento: modos de Levantamiento y sistemas de medición. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 2002.

muraria¹¹⁴ y los obtenidos a partir de otras fuentes como los escritos, las fotografías y la planimetría histórica del monumento.

Como punto de partida para definir los objetivos básicos del levantamiento arquitectónico se adoptaron los recogidos en la “*Carta del Rilievo*” (1998)¹¹⁵ que resumiremos, citando los que se consideran más esenciales para las prioridades del trabajo:

- Entender y definir el levantamiento como forma de conocimiento general de un bien cultural arquitectónico que debe permitir y facilitar los objetivos que siguen.
- Ofrecer una nueva estrategia de conocimiento, preciso, fiable y depurado críticamente, de la configuración morfológica y dimensional del objeto en su estado físico actual.
- Facilitar el conocimiento técnico, tecnológico y material del objeto, que ayude a comprender tanto sus modalidades constructivas, como sus condiciones actuales de alteración y degradación, aportaciones que entendemos surgen desde otras disciplinas.
- Ofrecer la posibilidad de una ágil edición temática de la planimetría del levantamiento, para profundizar en el conocimiento histórico “global” del propio objeto como primer documento de sí mismo, que solo es descifrable gracias a una cuidadosa tarea de levantamiento y de observación directa.
- Relacionar a través del Medio Gráfico observaciones históricas procedentes tanto de una aproximación preliminar documentada y planificada sobre el objeto (comprensión crítica previa), indispensable para la conducción de un buen levantamiento, como de observaciones inéditas, fruto del contacto directo y frecuente con el monumento.
- Visualizar las relaciones entre el edificio y su contexto, permitiendo:
 - a) La lectura histórica del edificio.
 - b) Su entendimiento proyectual y constructivo.
 - c) El adecuado proyecto de intervención y la estimación de los costes

¹¹⁴ La estratigrafía constituye una metodología que posibilita la identificación y documentación de los datos materiales legibles sobre la fábrica, tanto en el caso de un yacimiento arqueológico como en el de un edificio. Esta metodología, tal como la conocemos hoy en día, nace directamente de la aplicación de los estudios de Edward C. Harris publicados en 1979 con el título *Principios de Estratigrafía Arqueológica*.

¹¹⁵ Preámbulo del Documento preparatorio a la CARTA DEL LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO. Texto de base para la definición de los temas. Congreso II Il Rilievo dei Beni Architectonici per la Conservazione. Nápoles, 1999. DOCCI, Mario y MAESTRI, Diego. Il Rilievamento Architettonico; Storia, metodi e Diseño. Ed. Laterza. Roma, 1992.

correspondientes.

El dibujo se constituye a la vez, en un medio de análisis y en un vehículo de expresión y desarrollo del conocimiento. Esta es la base indispensable para la adecuada protección del Patrimonio. Sólo desde el discernimiento de lo que hay que conservar y proteger se pueden aplicar las medidas apropiadas y eficaces. De ahí la necesidad de emplear métodos idóneos de análisis que permitan comprender el bien.

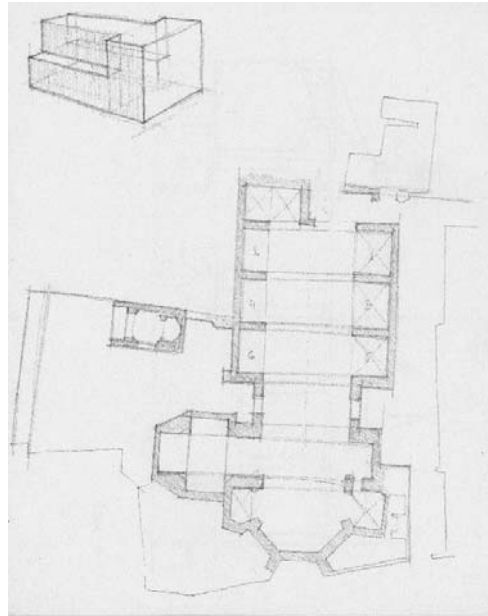
Además de la toma de datos a través de la representación mediante croquis, se han empleado nuevas tecnologías, como la fotografía digital y su posterior tratamiento con los programas informáticos. Ésta ha permitido operar sin apenas medios auxiliares, en periodos de tiempo reducidos de trabajo de campo, logrando homogeneidad, precisión y una elevada cantidad de información.

Se puso un especial cuidado y sensibilidad a la hora de leer el monumento a partir de sus fábricas, analizando las proporciones del conjunto y de cada una de sus partes, empleando las variables gráficas más adecuadas en la realización de croquis. Los dibujos a mano alzada, los croquis, fueron el punto de partida para los posteriores trabajos.

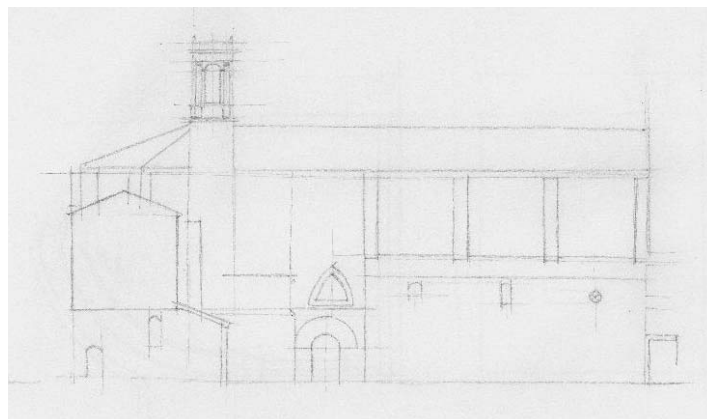
Las fases de elaboración han sido:

- 1.-Toma de datos a través de la lectura directa de las fábricas mediante la técnica del croquis, de detalle, del conjunto y del entorno.

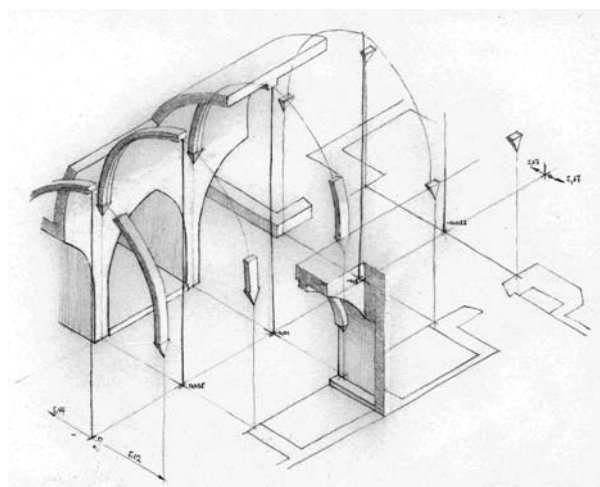
Se han utilizado los sistemas de medición directa e indirecta empleando el flexómetro y la cinta métrica, para medir las distancias en planta y alturas accesibles. También se utilizaron el distanciómetro láser y la estación total para acotar las alturas inaccesibles del monumento. Se han tomado precauciones a la hora de obtener las cotas sobre superficies inclinadas o curvas, ya que si se toma una medida, desde una pendiente de un 1% a una superficie plana, la medida tendrá un error de 1mm en los 20m.



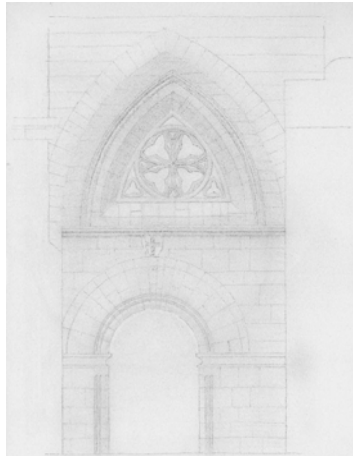
Croquis de la planta general del templo



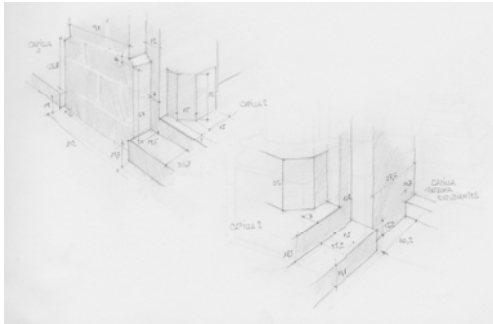
Croquis del alzado norte del templo



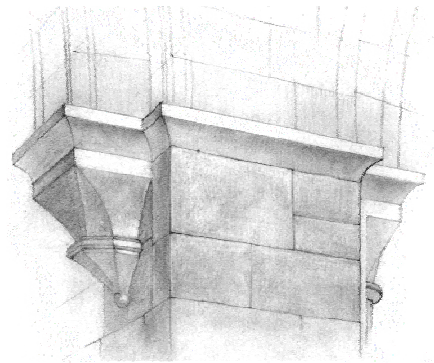
Croquis en perspectiva del sistema de cubrición de la nave



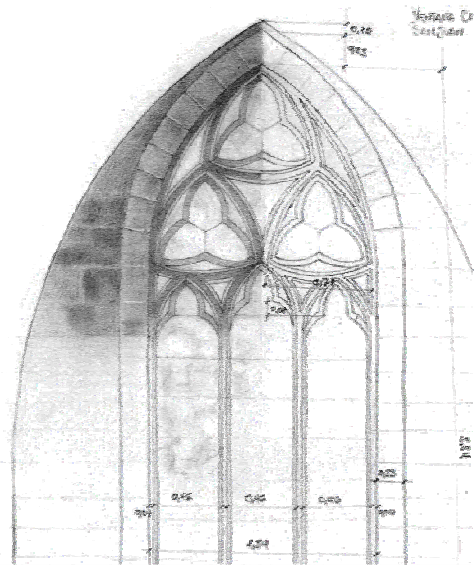
Croquis del acceso norte del templo



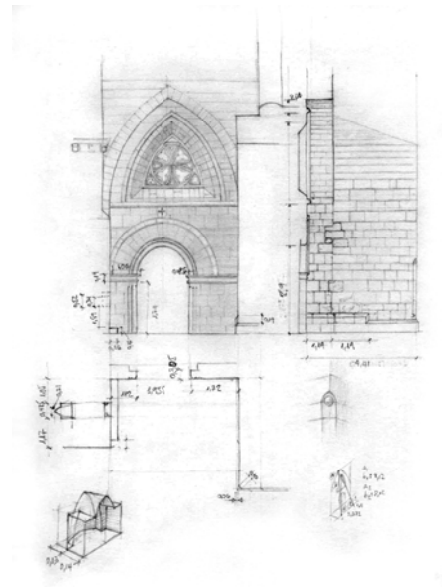
Croquis de detalle de basa



Croquis de detalles de ménsulas de las capilla laterales sur



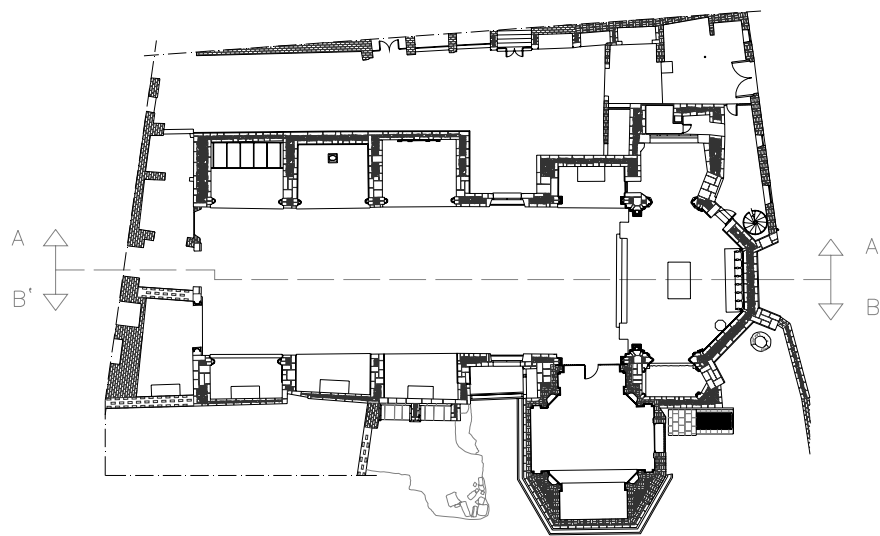
Croquis ventanal antigua capilla de Santa Bárbara



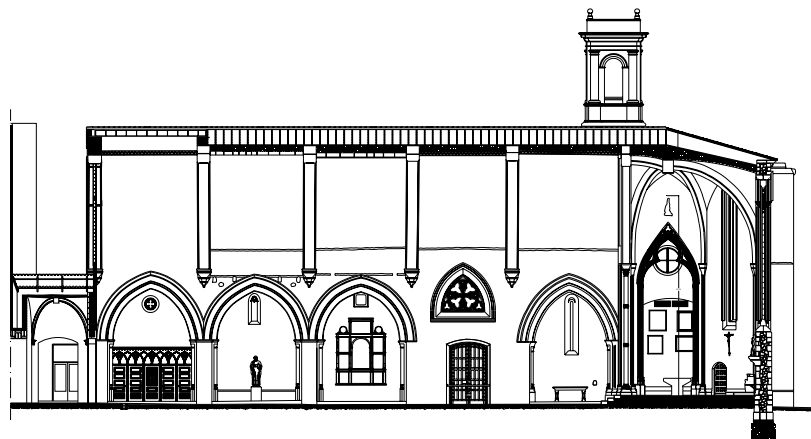
Croquis acceso norte

2.-Digitalización de la representación a escala por vistas 2D.

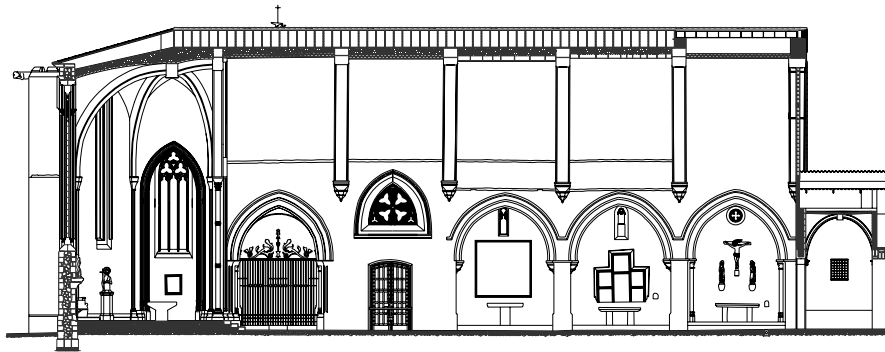
Se trabajó inicialmente con la sección en planta porque representa un nexo de unión entre todas las vistas. Después se continuó definiendo la sección cenital y las transversales que proporcionan la mayoría de las alturas del monumento, con relación directa con el resto de vistas. Hubo que intercambiar el orden del desarrollo, ya que algunas de las vistas no eran suficientes por sí mismas para definir determinadas partes y fue necesario apoyarse de otras auxiliares.



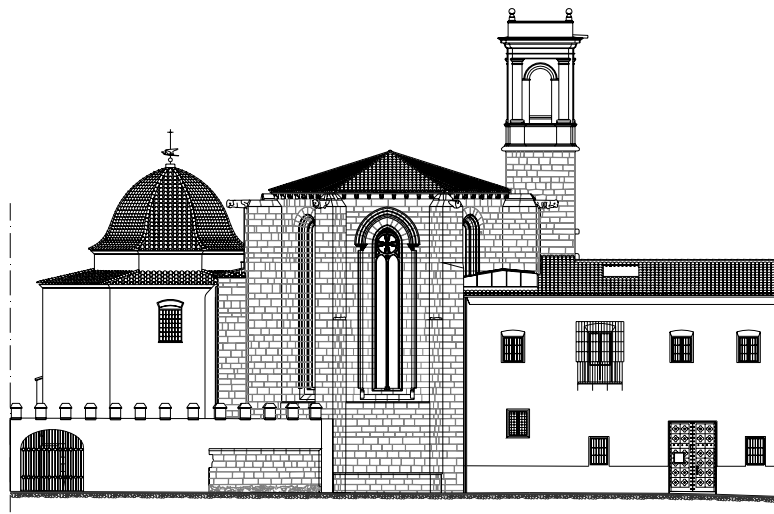
Planta



Sección longitudinal A-A'



Sección longitudinal B-B'



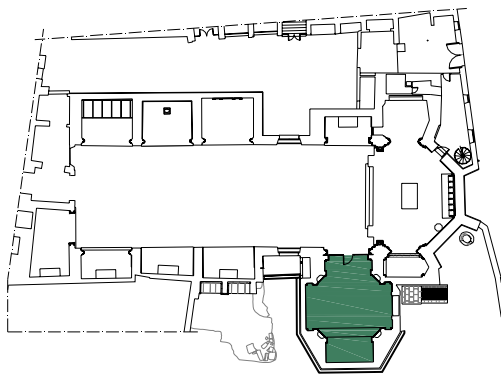
Alzado este

3.- Desarrollo del proceso fotogramétrico aplicado a la arquitectura monumental con las nuevas tecnologías para la representación y análisis para la puesta en valor.

De entre los procesos de digitalización seguidos se destaca el seguido para la elaboración de los dibujos a escala de los gallones de las bóvedas del ábside a partir de las dimensiones obtenidas en la medición. Se fueron trasladando mediante el proceso de proyección los puntos que definen las líneas de curvas que faltaban para definir el objeto. Se escogieron determinados puntos y se calculó el trazado de la línea curva definida correspondiente al encuentro entre los nervios y la plementería. Se terminó dividiendo la superficie que conforma los gallones mediante la intersección de planos verticales. Este último paso sirvió para dibujar la plementería, ya que se disponía de las superficies divididas en polígonos rectangulares con lo que solamente hizo falta utilizar el programa de

restitución fotogramétrica Homograf¹¹⁶, desarrollado por Ramón Maestre profesor de Geometría Descriptiva en la universidad de Alicante.

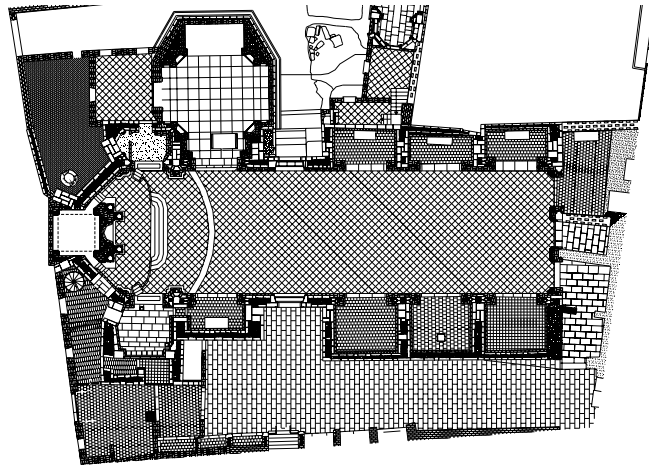
4.-Elaboración de los planos de la iglesia barroca desaparecida, a partir de los planos de las fábricas góticas actuales, se realizó un estudio de los sistemas constructivos empleados en la realización de los revestimientos barrocos, las distintas soluciones, los cánones aplicados y los elementos decorativos que el arquitecto Pérez Castiel proyectó y materializó en la iglesia. Para ello, nos servimos del archivo histórico fotográfico sobre los años sesenta de la recuperación al culto y junto con los trabajos de la repristinación del templo de los planos realizados en estas fechas y del estudio comparativo con las obras que el arquitecto Pérez Castiel realizó: la iglesia de la Asunción de la Virgen de Torrente y la iglesia arciprestal de Chelva.



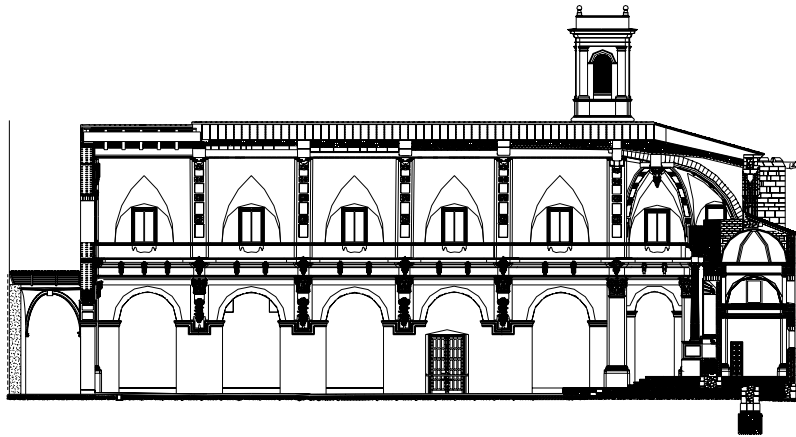
Capilla barroca de Santa Bárbara

¹¹⁶ El fundamento de este programa se basa en una reconstrucción gráfica a través de la perspectiva cónica y de homologías entre planos. El programa comete un error aproximado de 1cm cada 3m, error que anteriormente comprobamos en los lugares accesibles. Además, desde nuestra propia experiencia con el Homograf, la exactitud del programa depende básicamente de dos factores:

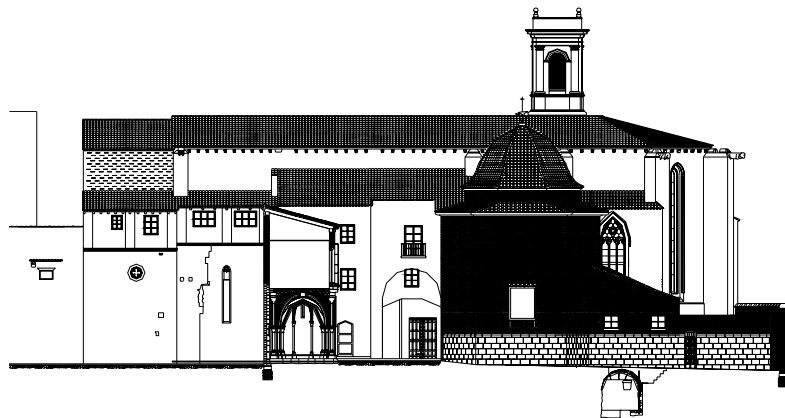
La calidad de la fotografía y Las distancias tomadas entre los puntos. Por eso, se ha tomado especial precaución en tomar fotografías lo más frontales posibles al plano a restituir, para impedir resultados no deseados. El programa solo trabaja sobre planos; para poder dibujar los sillares de la bóveda fue necesario tomar una foto que abaricara todo un arco fajón, ya que este proporcionaría el plano que corta con la bóveda y con el arco, consiguiendo de este modo cada uno de los tendeles de la fábrica. Una vez proyectados los tendeles en planta y alzado de las secciones, se obtuvo de cada una de las hiladas los rectángulos necesarios para conseguir las llagas que faltaban.



Planta época Barroca (siglo XVII)

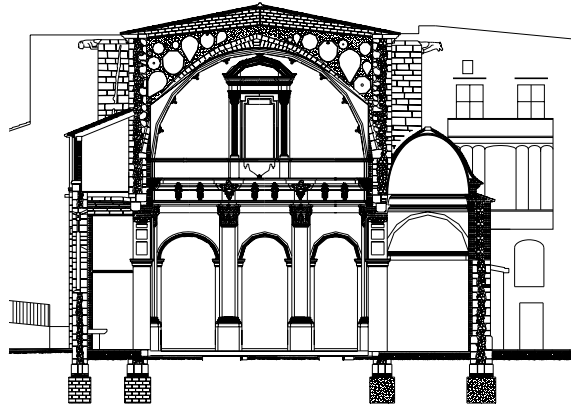


Sección longitudinal de la iglesia época barroca (siglo XVII)



Alzado Sur de la iglesia época Barroca (siglo XVII)

A finales de los años sesenta y principios de los setenta del siglo pasado, se eliminaron los recubrimientos interiores y las construcciones adosadas. Se completaron espacios y se repusieron las piezas dañadas al eliminar el recubrimiento barroco del interior.



Sección transversal de la iglesia en época Barroca (siglo XVII)

5.-La digitalización de las representaciones a escala hasta obtener la maqueta en 3D.

Para verificar el levantamiento realizado, por ello se procedió a la reconstrucción virtual del templo desde los muros, la nave, el ábside, los arcos, las bóvedas, las cubiertas y hasta los más mínimos detalles del interior y exterior.



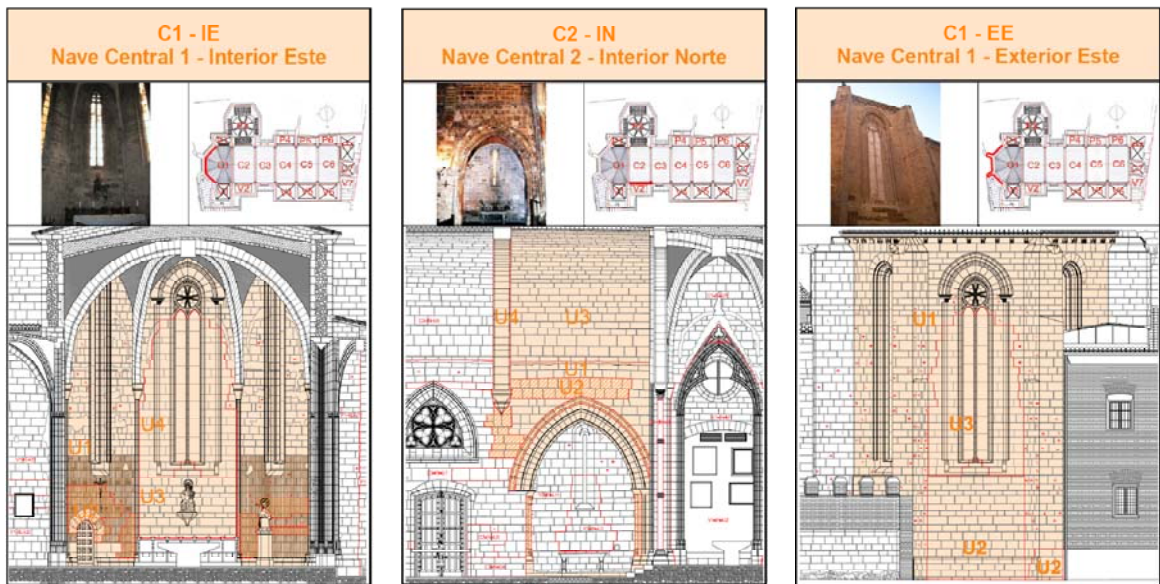
Vista general San Juan del Hospital



Vista interior San Juan del Hospital

El levantamiento se completó con un estudio estratigráfico¹¹⁷ murario de cada uno de los paramentos realizado por Daniel Crespo y presentado como trabajo final para el Máster de Conservación y Recuperación del Patrimonio Arquitectónico con el título: *La iglesia de San Juan del Hospital de Valencia a través de la lectura de sus fábricas*. Se elaboró un conjunto de fichas, que aíslan las unidades para su catalogación y estudio. Se identifica el tipo de fábrica, el material o materiales, el aparejo empleado, las dimensiones de las piezas, el acabado de la superficie, el cromatismo de la superficie, el tipo de junta, el mortero utilizado y el acabado de estas. Se prosigue con un estudio comparativo entre las fuentes directas analizadas y las fuentes documentales encontradas y, se termina con un diagrama en donde se describen las relaciones entre las distintas unidades atendiendo a criterios de diacronía o sincronía, es decir, relaciones de contemporaneidad, anterioridad y posterioridad. Toda esta información sirve para determinar la evolución constructiva del templo.

¹¹⁷ HARRIS, E.C. *Principios de estratigrafía arquitectónica*. Ed. Critica, Barcelona, 1991. Pág. 77.



Fichas en la que se definen las distintas unidades estratigráficas

Las conclusiones de este trabajo que han sido recopiladas en la memoria final junto con el levantamiento gráfico realizado han servido como datos de partida para interpretar el monumento y poder establecer del estudio de la métrica y de las trazas.

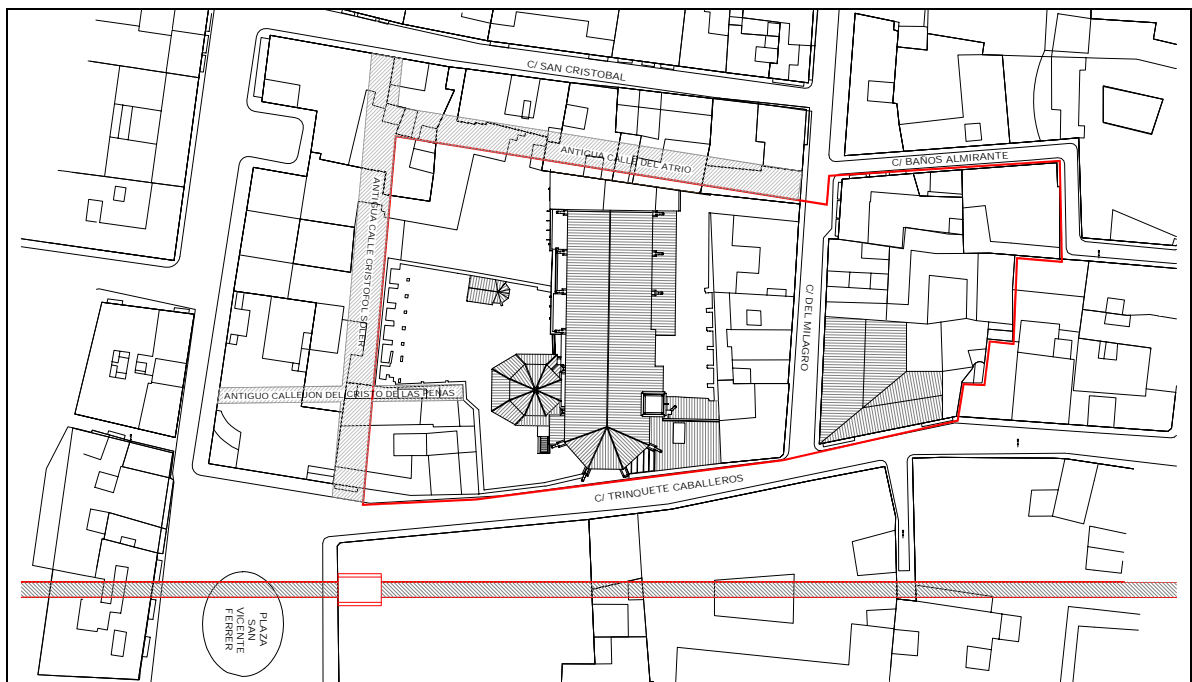
7- ANÁLISIS DESCRIPTIVO FORMAL

7.1- El lugar: La Casa de la Encomienda en la ciudad de Valencia.

La Orden de San Juan del Hospital recibió en recompensa las propiedades que estaban cerca de la puerta de la Xerea, uno de los puntos fuertes de la ciudad asediada, que los caballeros del Hospital se encargaron del asedio.

Jaime I confiaba así a una de las órdenes militares el control de un enclave de singular valor. El enclave de aquellas viviendas islámicas probablemente no tenía un perímetro regular, pero sus límites debían situarse: por el este; la calle Trinquete de Caballeros, por el sur; las calles adyacentes al recinto de la judería, por occidente; hasta una línea próxima al muro que limita con el patio sur y que enlazaría con la calle Baños del Almirante, y por el norte; cruzaba la actual calle del Milagro, que entonces era un callejón sin salida o *atzucac*, alcanzando el número 9 en la siguiente manzana de la calle Trinquete de Caballeros situado en la esquina norte con la calle del Milagro, donde se encontraba la Casa-Palacio del Comendador en la ciudad. El recinto tenía su acceso principal por Trinquete de Caballeros, y así se conserva en la actualidad.

Según Teixidor,¹¹⁸ fue la primera iglesia construida en Valencia, tras la Catedral.



¹¹⁸ TEIXIDOR, *Antigüedades valencianas*, Vol. I, Valencia 1767 (Pág. 295). citado por LLORCA, San Juan del Hospital de Valencia. Fundación del siglo XIII. Valencia (Prometeo), 1930, Pág. 22.



Lápida de la familia de los Albero (1250) en la que se ratifica la presencia en la Orden.

El programa de necesidades que pudieron llevar a cabo los caballeros sanjuanistas en la llamada Casa de la Encomienda en la ciudad incluía; la iglesia en el centro orientada con la cabecera hacia el este, a continuación el hospital, al sur; el cementerio, al norte; la residencia para el clero, el prior, su lugarteniente, y cuatro beneficiados o comensales y cerrando el antiguo recinto por la parte superior la residencia del Comendador. Esta última es la zona que más transformaciones ha experimentado. En el interior del edificio, actual sede de Lo Rat Penat, se conservan restos de construcciones de la época; como paños de los muros de un antiguo torreón, arcos de piedra, muros de tapial con los huecos de las agujas, techumbres de madera decorada, etc.



Restos del torreón de la antigua Casa del Comendador actual sede Lo Rat Penat



Capilla funeraria del patio sur

Las dos zonas situadas a ambos lados de la iglesia, la del patio norte y la del patio sur eran áreas de enterramientos. En el patio sur se realizaban los enterramientos, tanto en fosa, como en arcosolios que delimitaban el perímetro del cementerio.

En el centro del cementerio se encuentra la capilla funeraria, compuesta por un crucero y un ábside poligonal, todo cubierto al interior con bóvedas de crucería y una terraza plana exterior. La presencia en la ornamentación de la cornisa perimetral del ábside con motivos de la heráldica de la familia de Arnau de Romaní (medias lunas cuarto menguante invertidas), junto con testamentos y donaciones realizadas hacen pensar que fuera esta la que realizase la reforma de la capilla del camposanto sur. Los arcos, las molduras, las columnas y los canecillos presentan una similitud con obras de la arquitectura gótica valenciana de mediados del siglo XIII y anteriores a 1300. Entre estos se encuentra canecillos decorados con forma de vieira que recuerda que este es lugar de paso de uno de los Caminos de Santiago de Compostela por el mar desde el levante.



Detalle de canecillos de la capilla funeraria

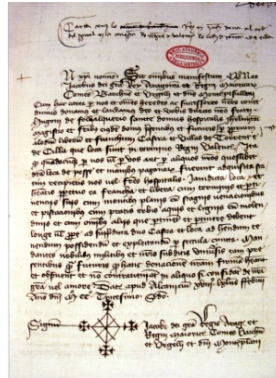


La torre de la antigua encomienda de Torrente

La creación de la Orden de Santa María de Montesa en 1317 dejó a los caballeros del Hospital sin otras posesiones en el Reino de Valencia, que la encomienda de Torrente y el conjunto de San Juan en la ciudad de Valencia, pasando el resto a manos de la nueva orden militar valenciana, fundada a consecuencia de la supresión de la Orden del Temple.¹¹⁹ Cuando dos años después se hizo efectiva la bula papal que asignó los bienes

¹¹⁹ LLORCA, F. *San Juan del Hospital de Valencia. Fundación del siglo XIII*. Valencia (Prometeo), 1930, Pág. 31 y 33.

de la orden a Santa María de Montesa, se inició una etapa difícil para los caballeros sanjuanistas valencianos, apenas documentada en lo referente a las reformas y ampliaciones del conjunto, cuyo entorno se vería también afectado por las reformas urbanas de todo el sector inmediato a la judería.



Documento con la firma de Jaime I y fechado el 14 de febrero 1233, mediante el cual el rey concede a la Orden de San Juan del Hospital las villas y castillos de Torrente y Silla.¹²⁰

La iglesia continuó siendo en los siglos XIV y XV un centro de culto y piedad en la Valencia de aquellos tiempos, beneficiada por los legados y donaciones de diversas familias y grupos sociales. En 1377 Guillamona Bonet, hija de los difuntos Guillem y Solsina, obtuvo licencia real de Pedro IV para fundar una capellanía en la capilla de Santa Bárbara, indicio de la popularidad creciente de la reliquia entre los valencianos de la época.¹²¹ En efecto, a partir de entonces otros fieles eligen su sepultura en la capilla fundada por la emperatriz Constanza de Hohenstaufen¹²²: en 1468 lo dispone así en su testamento Joana Alegre.¹²³

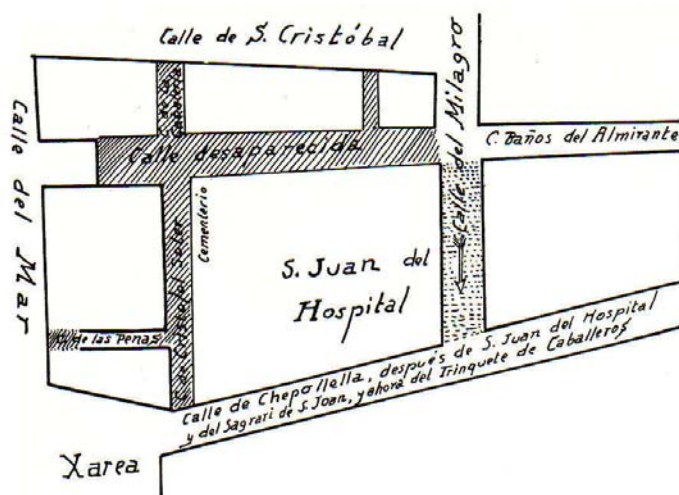
¹²⁰ Archivo del reino de Valencia, llibre de la Población de Torrete altres privilegios concedits le rey D. Jaime a la religión de San Juan del Hospital de Valencia. Manaments i Empares. Sig. A. 1631, 1, 5 m 51, fols 18 a 23.

¹²¹ ARV, Clero, pergamino 98. CRUSELLES J. M. *Plan Director del Templo de San Juan del Hospital de Valencia*, Valencia 2000, (4.1.2.0-1º).

¹²² LLORCA, F. *San Juan del Hospital de Valencia. Fundación del siglo XIII*. Valencia (Prometeo), 1930, Pág. 31. *Ella había estado casada con el emperador bizantino de Nicea Juan III Vatatzes y a raíz de la derrota de su hermano Manfredo en Benevento (1266) vino a Valencia en 1269 para ponerse bajo la protección de su pariente, el infante Pedro de Aragón –futuro Pedro III el Grande-, casado con la sobrina de Constanza del mismo nombre. Ya en Valencia, la antigua emperatriz contrajo la lepra, atendida por los monjes del Hospital de san Juan, curó milagrosamente de la enfermedad, hecho que atribuyó a su devoción a Santa Bárbara.*

¹²³ ARV, Clero, pergamino 2. CRUSELLES J. M. *Plan Director del Templo de San Juan del Hospital de Valencia*, Valencia 2000, (4.1.2.0-1º).

Desde mediados del siglo XIV, los regidores del municipio adoptaron medidas de reforma del trazado urbano tendentes a mejorar las condiciones de viabilidad, higiene, visibilidad de los grandes edificios civiles y religiosos y en general la imagen pública de la ciudad. Esta política a favor del decoro urbano (embelliment) afectó en particular al sector próximo al recinto de la judería, porque el cierre del barrio hebreo determinó cambios en las calles que permitían transitar desde el área de la Catedral hacia el barrio de la Xerea, el convento de Santo Domingo y la puerta del Mar. El conjunto de San Juan del Hospital resultó así envuelto en las reformas urbanísticas de esta etapa. En 1388 el antiguo callejón sin salida dejó de serlo por la apertura de la calle del Milagro, lo que supuso dividir las propiedades de la Orden de San Juan en dos manzanas: en la que hoy ocupa la iglesia con los patios norte y sur, los aposentos y un horno construido en 1399 en la esquina con la nueva calle. Y la residencia del comendador que quedó al lado septentrional de la calle del Milagro.¹²⁴



Calles que rodeaban el conjunto según Fernando Llorca¹²⁵

La consecuencia de todas estas intervenciones en el tejido urbano supuso que el conjunto de San Juan del Hospital quedase fragmentado y obligando a remodelar los límites. Su entorno urbano empezó a adquirir la fisonomía que hoy conocemos.

Se mantenía el límite oriental de la calle de Trinquete de Caballeros, pero los límites de los otros tres frentes se había alterado con la apertura de la calle del Milagro, la de San Cristóbal, que ganaría importancia a costa de la que desde el Milagro pasaba frente al

¹²⁴ Archivo Municipal de Valencia. Libro de Cartas Misivas. Años 1391-1394, núm. 5. Según LLORCA, F. "San Juan del Hospital de Valencia. Fundación del siglo XIII." Valencia. Ed. Prometeo, 1930. Pág. 41 y 42

¹²⁵ LLORCA, F. "San Juan del Hospital de Valencia. Fundación del siglo XIII." Valencia (Prometeo), 1930. Pág. 153

extremo oeste de la iglesia y salía al cementerio, y la de Cristòfol Soler con la judería contigua y el acceso desde el sur a través del callejón del Cristo de las Penas.

La Orden poseía en los entierros y exequias del cementerio una fuente de ingresos importante. Estos se realizaban en los arcosolios, y en fosas destacadas con la presencia de un túmulo o una estela, que dominaban todo el sector sur de la iglesia. Sin embargo, los enterramientos en fosa disminuyeron en el siglo XVI a favor de las criptas del interior de la iglesia.



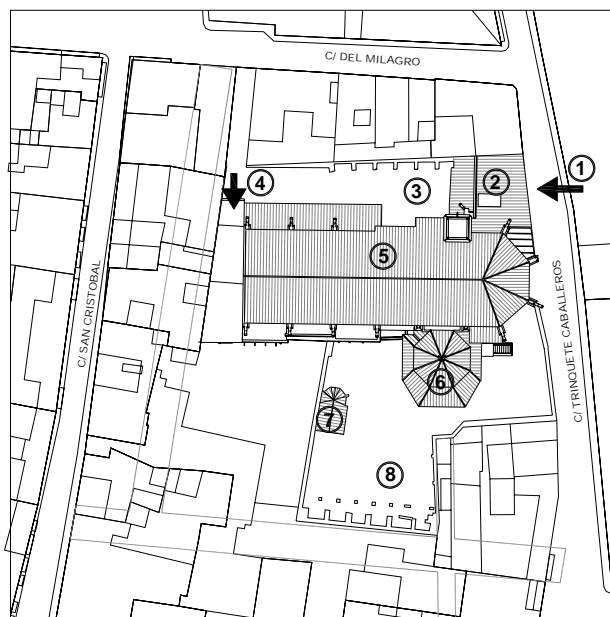
Fotografías del antiguo cementerio medieval, patio sur, realizado durante las campañas arqueológicas pertenecientes al anexo documental del Plan director. Archivo del museo de la iglesia

7.2- La descripción formal y constructiva.

El conjunto se encuentra integrado por la casa residencia del rector y otras dependencias anejas no dedicadas al culto, así como por los patios norte y sur (este último con la primitiva capilla gótica). El espacio interior del Templo mide 38.55 metros de longitud por 10.43 metros de ancho de nave interior y de altura 14.52 metros.



*Fotografía aérea del barrio de la Seu - Xerea de Valencia.
Archivo histórico de la iglesia, Año 1967.*



1. ACCESO CONJUNTO
2. TRÁNSITO
3. PATIO NORTE
4. ACCESO IGLESIA
5. IGLESIA
6. CAPILLA BARROCA DE SANTA BARBARA
7. CAPILLA FUNERARIA.
8. PATIO SUR ANTIGUO CEMENTERIO MEDIEVAL

Desde la calle Trinquete de Caballeros, se accede al pasillo o zaguán, denominado tradicionalmente tránsito, que atraviesa la planta baja de una edificación adosada a un lado de la cabecera del templo. Esta sirve de acceso al patio del Vía Crucis o patio norte. Sobre el muro izquierdo se encuentran pintadas las cruces de los cruzados del siglo XIII, similares a las que hay en Jerusalén, que se refieren al número de comensales y cargos: Comendador, Teniente de Prior, y Freires. En este muro también se encuentran una estrecha saeta y un paso cegado de traza ojival. Al lado izquierdo hay un arcosolio gótico a modo de capilla en donde se encuentra una réplica de la Virgen del Milagro.



Por la calle del Milagro existe otro acceso, a dicho patio, a través de un pasaje que se corresponde con un sector de lo que fue calle del Atrio actualmente desaparecida, y que ahora se enmarca entre las viviendas que recaen a la calle San Cristóbal y la casa de nueva planta que ocupa el espacio de la antigua casa conventual, enfermería y horno, con fachada a la calle del Milagro y Trinquete.

Fotografías de la calle de Trinquete Caballeros en la actualidad.



Cabecera poligonal



Antiguo horno esquina C/ Milagro



Casa de la encomienda fachada XIX



Baquetón de piedra del muro medieval recubierto

El patio del Vía Crucis, sirve de paso para el acceso a la Iglesia por la parte norte, es estrecho y rectangular y se encuentra limitado por un lado por el muro pétreo del templo y enfrente por arcos góticos.



Patio norte o del Vía Crucis

Este espacio sirvió de núcleo organizador entre el templo y las dependencias conventuales. Sobre la portada norte se encontraba la espadaña medieval que fue sustituida por un campanario en el siglo XVIII.

La puerta principal del templo, cobijada por una gran arcada con bóveda apuntada de piedra, se encuentra en la parte norte de la Iglesia y se divide en dos cuerpos. El inferior con un arco de medio punto de recias dovelas moldurado en cuyo ápice está encastrado el antiquísimo escudo de la Orden de San Juan del Hospital de Jerusalén, y el superior con un ventanal triangular y capialzado, algo descentrado del eje de la puerta, en cuya fina tracería aparece figurada la cruz de ocho puntas concedida a dicha Orden.

La puerta del mediodía, es la que da paso al patio sur, en donde se encuentra el antiguo cementerio. En el año 1967 se encontraba casi totalmente tapada por las edificaciones adosadas al templo, responde a la misma época, composición y estilo de la puerta principal situada simétricamente que permite el acceso al interior de la nave desde el patio.



Puerta principal patio norte



Puerta acceso desde patio sur

Al interior del templo se accede, de manera habitual, desde una puerta sirviente situada en el patio norte, de una edificación adosada al testero oeste y, que se corresponde con dos pequeñas estancias, una de ellas a modo de atrio y la siguiente a modo de vestíbulo, previo, cubierta con bóveda de crucería, desde donde se comunica con la nave de la iglesia. A este conjunto de estancias, antiguas capillas se le denominaba como el atrio o antiguo calle del atrio.



Nave y testero al fondo



Nave y ábside al fondo



Bóveda gallonada del ábside

7.2.1 -La nave

La nave de la iglesia, de claro estilo cisterciense, se cubre mediante bóveda de cañón apuntado de piedra tosca y labra sencilla. Está dividida en cinco tramos y apoyada en arcos fajones que arrancan desde ménsulas troncocónicas invertidas empotradas en los muros. La altura desde el pavimento suelo de la nave a la cara superior del arranque del arco es de 7.95 metros. Está flanqueada por capillas entre los contrafuertes cuyas bóvedas son perpendiculares al eje de la iglesia y a las que se accede a través de arcos apuntados.

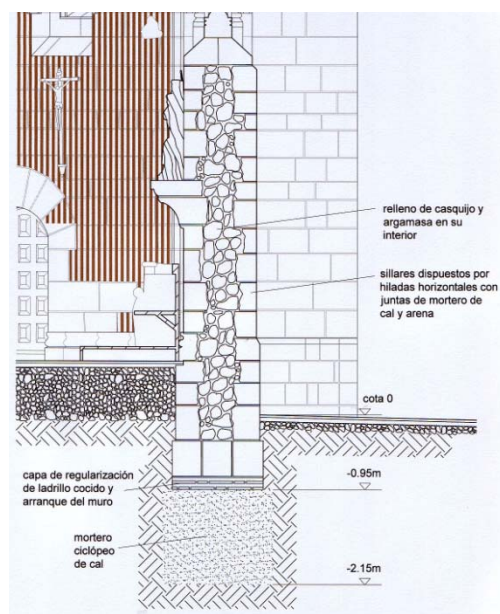
La nave dispone de unos muros de cerramiento y cubierta con bóveda de cañón, contruidos con sillares de piedra tosca proveniente de la cantera llamada Barrabás en

Godella, población cercana a la ciudad. Los arcos fajones distribuyen las cargas hacia los contrafuertes lo que permite una mayor amplitud en la nave, al mismo tiempo que contribuyen a delimitar el espacio interior en secuencias de crecimiento.

La cimentación del edificio está formada por un relleno de cascotes con baños de mortero ciclópeo de cal de donde arrancan los muros a partir de una hilada de ladrillo cocido, que actuaría a modo de capa de regularización. Esta se puede observar directamente en la cripta donde se encuentran los restos del circo romano, y en relación con lo visto se plantea la hipótesis de que las diferencias de cotas son prácticamente idénticas en toda la cimentación, tanto románica como gótica. La cimentación se encuentra a unos 2.15 metros de profundidad.



Fotografía de la cimentación desde la cripta

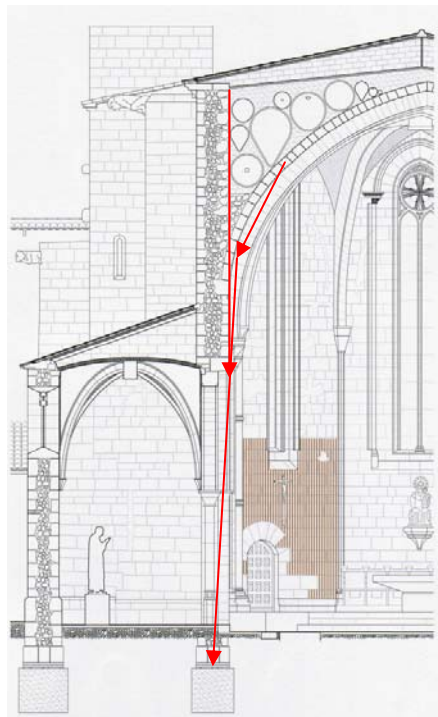


Detalle de la cimentación y del muro del patio sur

Los muros poseen una vara de espesor y con huecos muy controlados. Son de piedra labrada dispuesta por hiladas en sus caras vistas, y de casquijo y argamasa en su interior, hecho que recuerda al “opus emplectum” romano solo que en este caso el revestimiento también contribuye en el trabajo resistente del muro. Los sillares poseen grandes dimensiones y de gran calidad en el corte o serruchado, como se aprecia en las juntas. Esto, pone de relieve una cierta dicotomía entre los elementos empleados en el estilo gótico con los elementos románicos.

Los contrafuertes poseen la misión estructural de transmitir los esfuerzos inclinados procedentes de los arcos fajones y de la bóveda. Entre estos se levantaron las capillas laterales que se abre a la nave mediante un gran arco apuntado descargando el muro lateral. A su vez, estos arcos se apoyan en columnas adosadas a testa abierta sobre los muros o sobre una ménsula.

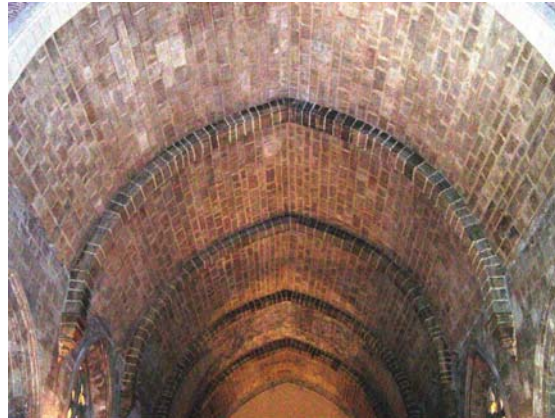
El sistema estructural formado por los arcos fajones y los contrafuertes soportan solo parte de la carga de la bóveda. La parte superior de los muros laterales, actúa como un enorme pináculo contrarrestando los empujes inclinados, hacia una resultante próxima a la dirección vertical. El espacio entre el muro y la bóveda, se rellena hasta media altura de la directriz del arco y logar un mayor peso y una mayor rigidez en zona de los puntos de arranque.



Esquema de canalización de las cargas y detalle de cubierta

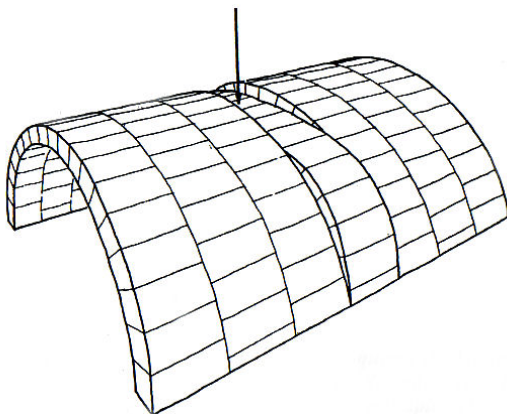
La solución adoptada para la realización de huecos, ventanas y vanos de paso, se resuelven, con dos tipos de arcos, de medio punto en la primera etapa de construcción y, con arcos ojivales más amplios en etapas posteriores.

Se emplean con arquivoltas en los sillares que sirven de apoyo a otros componiendo piezas que vuelan sucesivamente en forma de roscas.

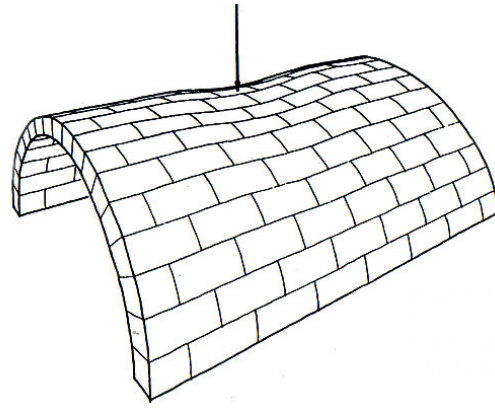


Bóveda de cañón ojival de la nave de la iglesia.

Las bóvedas de cañón se componen por la disposición de sillares apantillados en forma de dovelas dispuestos en hiladas longitudinales para permitir un trabajo conjunto en las tres dimensiones, sin embargo en la nave central contribuyen a la distribución de las cargas los arcos fajones que mejora la resistencia del eje longitudinal, y a su vez, para facilitar la localización de las cargas.

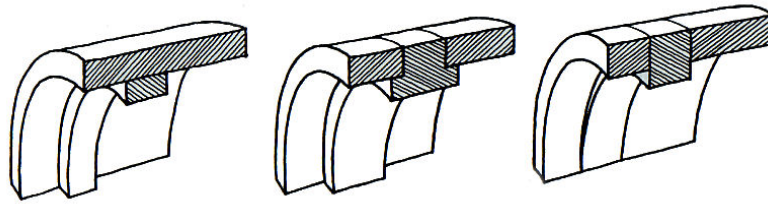


Esquema de deformación de una bóveda resuelta por yuxtaposición de arcos, según Bassegoda



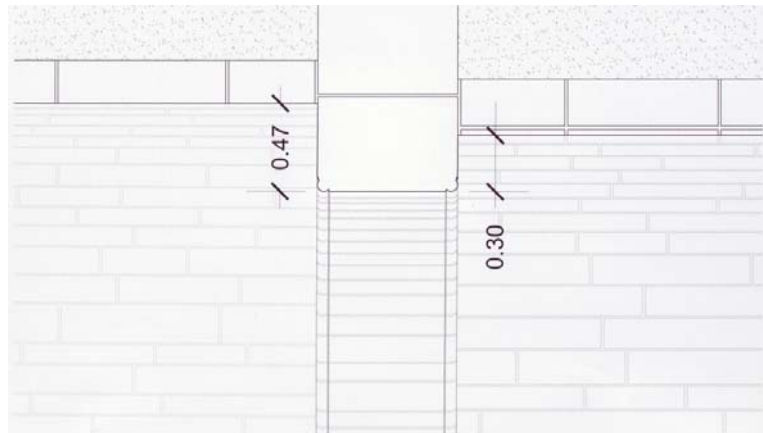
Esquema de deformación de una bóveda resuelta por bandas longitudinales de arcos, según Bassegoda

Estos arcos fajones, en definitiva, al mejorar el comportamiento estructural se convierten en auténticos refuerzos de la bóveda de cañón. El problema se plantea cuando la bóveda intersecta con las dovelas de los arcos fajones, esta forma de unión podría darse de tres formas diferentes: por continuidad, por cajeadado, o por discontinuidad.



Forma de unión de los fajones a la bóveda, según Bassegoda

En la iglesia de San Juan aparecen diferencias de cota entre bóvedas adyacentes de hasta 17,00 cm. quedando descartada su intersección por continuidad. Si se observa dicho encuentro, tal como vemos en la figura, podemos concluir que se trata de un encuentro por discontinuidad.



Detalle del encuentro del arco fajón con la bóveda de cañón

La cubierta actual del edificio es de teja cerámica árabe, y opuesto a este sistema de evacuación de aguas pluviales se encuentran en el remate de los contrafuertes unas gárgolas con aperturas de desagües. Dicha contradicción induce a pensar en un sistema de canalización de aguas antiguo y en una solución de cubierta plana como sucede en muchos edificios de la misma tipología y época de los alrededores. Probablemente en la sobrecubierta todavía permanezca la antigua cubierta plana y sirva de apoyo para unos tabiquillos de ladrillo macizo que soporten un tablero de bardos cerámicos para colocar las tejas. Suponiendo que esta hipótesis es válida, dicha cubierta plana tendría una pendiente no practicable superior al 10% y contaría con un pequeño murete perimetral. Para su ejecución se emplearían vasijas cerámicas que aligerarían el peso del vertido de mortero de cal y arena con ladrillo machacado para la formación de las pendientes.

Las piedras de labra tosca se revocaban y los muros se pintaban al fresco mediante pigmentos coloreados diluidos en agua de cal o sobre la misma piedra con sangre de toro, pero siempre con colores muy vivos y brillantes. La pintura románica responde a un objetivo didáctico que la propia Iglesia propone para poder llegar a un pueblo que no sabía leer letras pero sí imágenes y que reproducen, como si de un libro se tratara, textos bíblicos. El pavimento podría haber sido realizado según los tres tipos conocidos: losas de piedra, ladrillo cocido (formando posiblemente algún tipo de mosaico geométricos con tintes), o incluso una capa de mortero de cal quizá pintado. El templo posee pinturas que decoraron los muros y bóvedas en etapas anteriores. En el pavimento de la nave se combina la piedra y baldosas cerámicas. Una parte de delante de la nave fue colocado en 1970 y en el año 2001 se completó la posterior sustituyendo el mortero bruñido.

7.2.2- El ábside y sus capillas.

La cabecera de la iglesia es poligonal de un solo ábside, cubierto por bóveda sexpartita agallonada, la plementería está formada por aparejo de ladrillo visto. La componen seis nervios de piedra que se corresponden con los lados del polígono regular de ocho lados, más otro, de menor longitud situado siguiendo la dirección de la nave y clave polar con el primitivo emblema heráldico de la Orden.

Separa el ábside y la nave un arco principal o de triunfo. Este se apoya sobre dos fustes de columnas de mármol, a cada lado, aprovechados de construcción musulmana, a juzgar, según Catalá, sobre todo los capiteles de talla biselada tipo agujero.¹²⁶ El ábside está iluminado por tres altos ventanales, el del centro presenta un doble parte luz, rosetón central y está cerrado mediante un arco apuntado equilátero y los ventanales de los laterales son rasgados, verticales simples y cerrados con arco equilátero, todos cerrados por tableros de piedra alabastrina. Destacan en los muros del ábside las bandas rojas y blancas de los sanjuanistas las cuales distinguían las tiendas y velas de las naves de la Orden, realizadas por los propios freires, son pinturas originales del siglo XIII realizadas con técnica del temple a la cola.

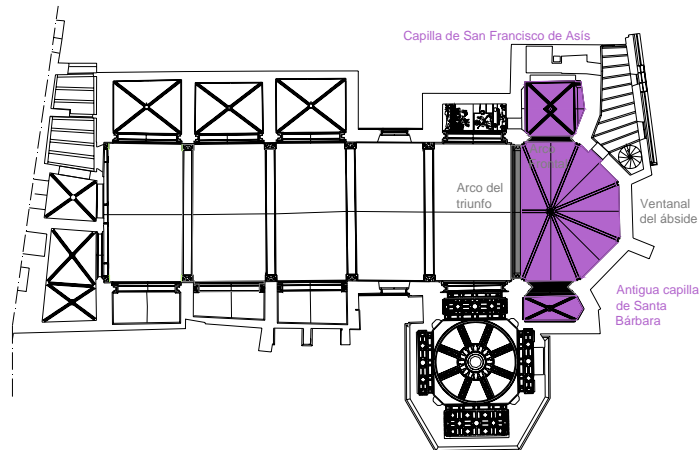
Partes que constituyen el ábside.

Al ábside sirven dos estancias abovedadas abiertas por estrechos ventanales. A la izquierda, junto al presbiterio, se encuentra vacía la capilla que estuvo dedicada a San

¹²⁶ CATALA M. A. *Catálogo de Monumentos y Conjuntos de la Comunidad Valenciana*. Ed. Generalitat Valenciana. Valencia 2000. Pág. 180-183.

Francisco de Asís y se comunicaba con la sacristía. Sobre la bóveda de la capilla se construyó una cámara secreta cubierta con bóveda de sillería de cañón apuntado y accesible por un hueco situado a unos cinco metros de altura.

A la derecha del ábside se encuentra la primitiva capilla dedicada a Santa Bárbara. Bajo el suelo de esta se encuentra un espacio denominado pudridero, que fue el enterramiento provisional de los restos de la emperatriz Constanza.



Capilla de San Francisco de Asís



Primitiva capilla de Santa Bárbara

La capilla de San Francisco de Asís (acceso a la cámara oculta).

El arco que comunica la capilla con el ábside es lobulado inscrito en otro arco de traza equilátero coronado con una pequeña abertura que recuerda a una llama.

El espacio de esta capilla está constituido por la prolongación de dos contrafuertes, el orientado al norte perpendicular al sentido de crecimiento de la nave y el primero que corresponde al giro situado en la intersección de las dos primeras caras del polígono. La forma se aproxima a un cuadrado con la inclinación del mencionado lado, y con pilastras rectas en las esquinas de la capilla correspondiente a la ampliación de esta mediante construcciones adosadas. La solución constructiva de los nervios es en anillo desplazados, de forma que no se cruzan en el centro, por lo que no tiene clave polar, constituyendo una bóveda genuina.

La antigua capilla de Santa Bárbara.

La planta de la capilla es de forma rectangular con una de sus caras, la situada al este, formando un triángulo isósceles con los lados laterales de los contrafuertes del ábside. La cubre una bóveda de crucería con clave polar en la que se esculpe en sobre relieve el águila imperial emblema de la familia de los Hofestaufen, esta capilla acogía el primer enterramiento de la emperatriz Constanza, de Bizancio. En los capiteles de las columnillas de la bóveda, también se encuentra el águila imperial que recuerda el patronazgo de la capilla.

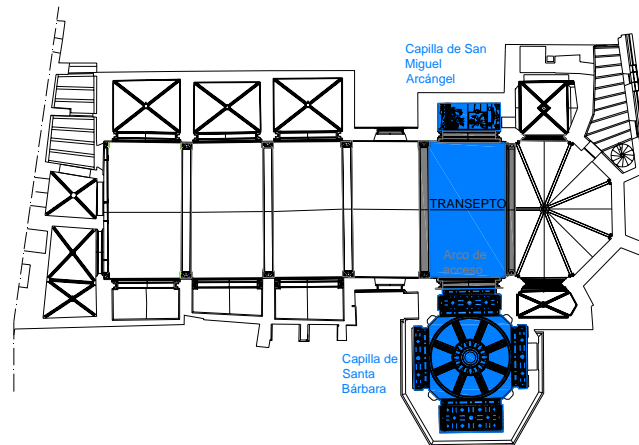
El ventanal tripartito con tracería gótica similar a los ventanales del cimborrio de la catedral de Valencia que pertenece a la época de esplendor del gótico en la ciudad.



Ventana sur de la antigua capilla de Santa Bárbara

7.2.3 -Las capillas del transepto¹²⁷ de los lados norte y sur.

A ambos lados de la nave, se fueron realizando entre los contrafuertes las capillas laterales, dos situadas a ambos lados norte y sur del transepto y seis situadas en los laterales de la nave después de las puertas de acceso. Las situadas en lado sur (de la Epístola) se encuentran formadas por espacios reducidos cubiertos con bóveda de cañón apuntado. Y, las situadas en el lado norte (del Evangelio), son más amplias y poseen bóveda de crucería simple y plementería de ladrillo enlucidas de guarnecido de yeso, con salvedad de la capilla del transepto cubierta con bóveda de cañón. Todas las capillas, presentan en su embocadura hacia la nave robustas arcadas, remarcadas por gruesas molduras, apoyadas en ménsulas o en columnas adosadas con capitel en estilo cisterciense.



Capilla de San Miguel Arcángel.

De la decoración primitiva del templo solo se conservan restos de pinturas murales en la primera capilla del lado norte de la nave, dedicada al arcángel San Miguel. Su iconografía está inspirada en las visiones del Apocalipsis, la creación, la redención y el juicio final. En la parte superior de una de las pinturas se encuentra la figura de Cristo Majestad sobre un arco iris. Pertenece al estilo denominado gótico lineal, que recuerda a las pinturas encontradas en las iglesias románicas de la provincia oscense en Aragón del mismo periodo del siglo XIII, como son las pinturas de la iglesia de san Miguel de Foces en el municipio de Ubica.

¹²⁷ En el caso de la iglesia se trata de una sola nave de planta basilical y se le ha llamado como transepto al primer tramo, al poseer mayor longitud que los demás y en el que se enfrentan transversalmente las capillas de San Miguel y la antigua capilla de la Adoración de la Magos, reemplazada por la capilla barroca de Santa Bárbara.



Pinturas murales de estilo gótico lineal en la capilla de San Miguel

Capilla de Santa Bárbara.

Antes de esta capilla existía otra que se desmontó, con la advocación de la Adoración de los Magos, devoción extendida en el sur de Alemania y centro Europa, para la construcción de la actual capilla dedicada a Santa Bárbara.

Fue realizada por Vicente Claret y Antonio Izquierdo sobre planos de Juan Bautista Pérez Castiel entre los años 1685 y 1689.¹²⁸ Las obras se alargaron hasta el siglo XVIII, en la clave aparece la inscripción "se renovó en 1726". Es de estilo barroco con composición arquitectónica de planta de cruz griega.



Fotografía de la pilastra y pechina central

¹²⁸ LLORCA, F. *San Juan del Hospital de Valencia. Fundación del siglo XIII*. Valencia (Prometeo), 1930. Pág. 124-126.

Se emplearon en el diseño el estilo las técnicas constructivas del periodo de transición del renacimiento al barroco. Posee cúpula oval, sin tambor ni linterna y apoyada sobre cuatro pechinas decoradas con las águilas sanjuanistas y los atributos del titular, la decoración es a base de relieves realizados en yeso con motivos florales, cartelas y esgrafiados, y en los cuatro ángulos achaflanados que sostenían los arcos torales, las hornacinas con los Santos Arcángeles y el Ángel Custodio de la ciudad y, por último, la verja renacentista de hierro forjado y dorado que cerraba el conjunto; sin embargo, un retablo de talla dorada procedente de Zamora, sustituyó adecuadamente al original perdido.

Constructivamente el renacimiento destaca por el uso generalizado del aparejo de ladrillo el cual sustituirá a la cantería de forma progresiva para actuar después como soporte de los acabados. El barroco continúa con la tradición constructiva del renacimiento y terminará efectuando variaciones como la aparición de trazados ovalados, la sustitución del “*opus emplectum renacentista*” por la fábrica de ladrillo macizo en toda la sección resistente (dimensionado empírico), y la utilización de bóvedas y cúpulas encamonadas que conseguirían un gran ahorro de los costes. Pero lo que realmente marcó a esta etapa fue la ornamentación, cubriendo gran parte de las estructuras con estucos y escayolas. Toda esta breve descripción no debe entenderse de forma absoluta ya que dependerá siempre en cada zona de su evolución, de los conocimientos técnicos de los constructores y de las posibilidades económicas que se dispongan.

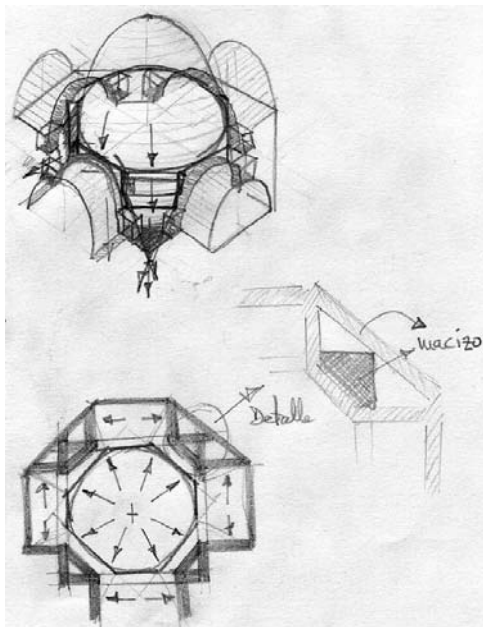
Las paredes de la cripta del patio sur están muy próximas a uno de los muros de dicha capilla y además en los sillares de dichos muros se encuentran molduras que debieron pertenecer a algún arco medieval, por ello, podría ser que dicha pared formara parte de la cimentación de esta.



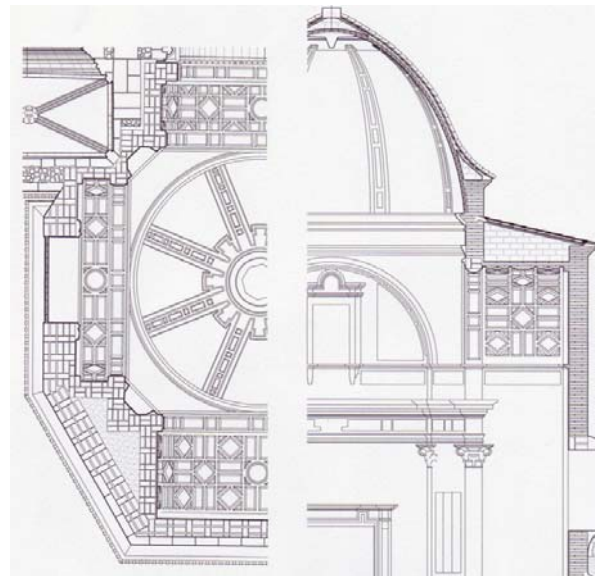
Fotografía de la cimentación de la Capilla de Santa Bárbara, muro derecho

En el resto de la edificación se aplicará las características descritas anteriormente, es decir, ladrillo macizo visto para fachadas y un zócalo de piedra. Cuando se acopla el aparejo de los muros interiores, que describen en planta una cruz griega, con los del octógono irregular de los muros exteriores, en estos crean un hueco interno que es inexistente en la parte adosada a la edificación medieval.

La cúpula oval responde bastante bien a la minoración de empujes laterales gracias a su parecido con una curva catenaria, pese a esto se adosará en su apoyo, un anillo perimetral que terminará de absorber los esfuerzos horizontales. Las cargas verticales se transmitirán a partir de dicho cimborrio sin lucernarios hacia las pechinas y arcos torales, con lo que a su vez estas formas curvas también poseerán empujes verticales que serán necesarios neutralizar. Los arcos torales a su vez rigidizarán y soportarán las bóvedas laterales por lo que necesitarán una prolongación a modo de contrafuertes, y los empujes de las pechinas necesitarán los oportunos machones que se adosarán a los anteriores refuerzos. Observando el plano de la planta, queda insertada dentro del muro una sección resistente en forma de triángulo que además encajará en la edificación vecina. En el resto de espacio en el que no se percibe una situación de absorción de fuerzas resultantes y en donde parece bastante complejo la ejecución de un aparejo de forma natural, quizá se decidiera utilizar un relleno de cal y arena con restos cerámicos con el fin de dotar de mayor monolitismo y rigidez al monumento.



Esquema estructural

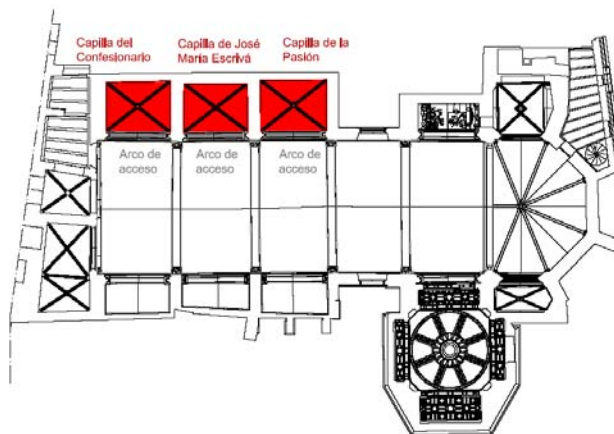


Hipótesis constructiva

Por último cabe destacar la ornamentación que cubre gran parte de la estructura a base de relieves realizados en yeso con motivos florales, cartelas y esgrafiados. El pavimento es de mármol blanco diferente al que debió ser original de la capilla.

7.2.4 -Las capillas del lado norte (lado del Evangelio).

Se trata de tres capillas prácticamente idénticas. La primera es la única original, las otras dos son copias de esta y se realizaron muy posteriormente, En el lugar que ahora ocupa la situada en el medio, existía una puerta de acceso. La capilla original que se construyó en este lugar fue en el siglo XVIII en estilo barroco cubierta con una cúpula oval. Y, la tercera fue un almacén. Estas dos capillas se reconstruyeron en estilo gótico siguiendo la compasión de la primera entre los años 1967-1970.



Capillas del lado norte (lado del Evangelio)

Capilla de la Pasión (1ª capilla del lado del Evangelio).

La capilla de la Pasión (antes a la Purísima Concepción), es la obra realizada por Pere Balaguer fechada en 1416. En esta capilla, sobre las cuatro ménsulas situadas en las esquinas de donde arrancan los nervios, presentan blasones nobiliarios del arzobispo Sebastián Herrero de Espinosa, protector de la Iglesia, y de la familia Juanes.

La capilla presenta un frente a la nave compuesto por un arco apuntado que descansa en pilastras compuesto por columnas circulares sobre base levantado en zócalo, capitel troncocónico e imposta sobre la que arranca un arco con doble dovela, la segunda con imposta circular o guardapolvo. En su interior se cubre con bóveda de crucería

cuatripartita con clave polar y formada con nervios arcos de circunferencia que arrancan de pequeñas ménsulas situadas en las cuatro esquinas.



Capilla de la Pasión

Capilla de San Josemaría Escrivá de Balaguer (2ª capilla del lado del Evangelio).

Esta capilla dedicada a San Josemaría Escrivá (antes los patronos de los médicos San Cosme y San Damián), está iluminada con un sencillo ventanal rasgado situado en el fondo. La capilla original se realizó en estilo barroco durante las obras del primer plan de recuperación del templo disponiendo en este lugar las mismas trazas que la capilla de Pere Balaguer.



Capilla de San Josemaría Escrivá de Balaguer

Capilla del confesionario (3ª capilla del lado del Evangelio).

La capilla nos presenta una planta similar a la de la anterior capilla, y el frente sobre la nave se resuelve mediante un arco apuntado sobre pilastras semicirculares, siguiendo la

misma composición que las capillas precedentes. El trazado se acomoda a las dimensiones con una ligera deformación. Se ilumina a través de un sencillo óculo cuadrilobulado situado al fondo.



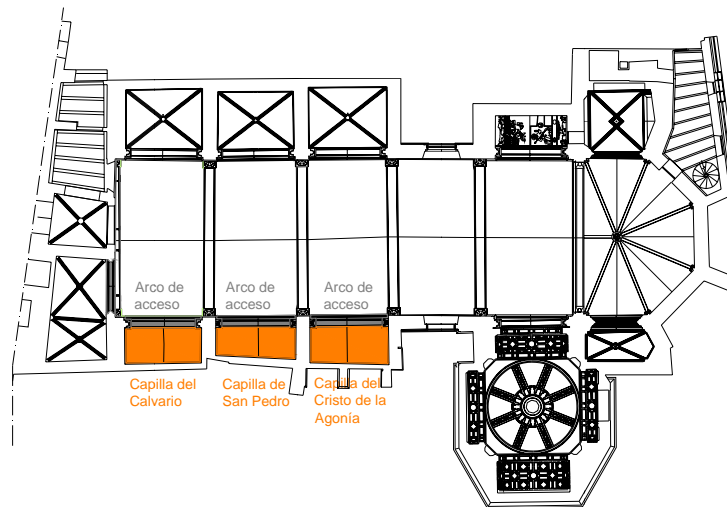
Bóveda de crucería simple. Capilla del confesionario

7.2.5 -Las capillas del lado sur (lado de la Epístola).

Se trata de tres capillas muy similares, las dos primeras prácticamente idénticas, los arcos que las delimitan con el frente de la nave se apoyan en ménsulas y la tercera situada junto al testero en pilastras de la misma forma que las capillas del lado norte. Las tres capillas se cubren con bóveda de cañón ligeramente apuntada.

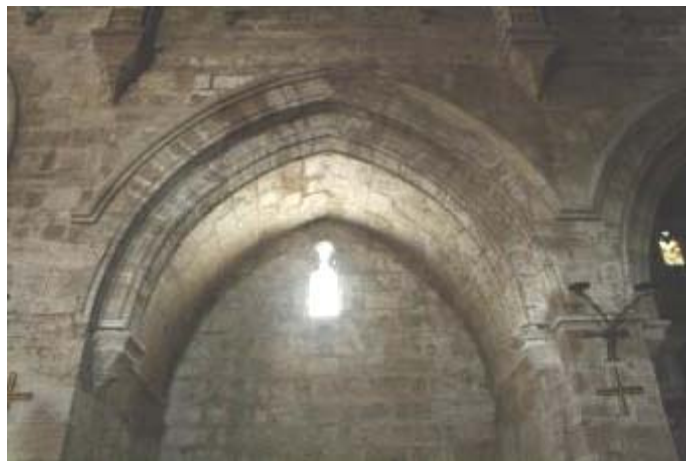


Capillas del lado sur (lado de la Epístola)



Capilla del Cristo de la agonía (1ª capilla de la Epístola).

La Capilla del Cristo de la agonía (antes de San Ramón Nonato) es de planta rectangular. Presenta un frente a la nave sin pilastras ni columnas adosadas, los arcos se apoyan sobre ménsulas y el interior se cubre con bóveda de cañón ligeramente apuntado. Se adorna con un ventanal rasgado lobulado de traza gótica deteriorada.



Capilla del Cristo de la Agonía

Capilla de San Pedro antiguamente dedicada a San Vicente Ferrer (2ª capilla del lado de la Epístola).

La capilla de San Pedro tiene un retablo de arte popular gótico (del siglo XV) que ha perdido su banco, aunque conserva el guardapolvo. El muro testero está atravesado por un pequeño ventanal gótico con derrame y en el de la izquierda se ha colocado un retablillo de azulejos que representa a San Vicente Ferrer. La bóveda es de cañón apuntado sobre una base trapezoidal, que forma un pequeño entrante originado por los restos de una antigua construcción a la que se ajusta, el posible paso de comunicación entre las dos plantas del antiguo hospital.



Capilla de San Pedro

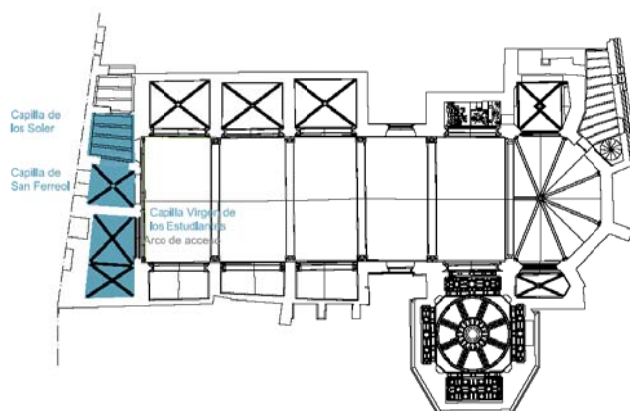
Capilla del Calvario, antiguamente dedicada a la Virgen de la Merced (3ª capilla del lado de la Epístola).

El frente de la nave es igual que el de las capillas del lado norte con pilastra y columnillas adosadas a los lados sobre los que descansan y apoyan los arcos apuntados. Se encuentra alumbrada por un óculo cuadrilobulado.



Capilla del calvario

7.2.6 -Las capillas del testero.



En la actualidad la entrada a la iglesia se realiza por la zona oeste desde el patio de Vía Crucis, atravesando la capilla de los Soler que se encuentra adosada y unida a la capilla de San Ferreol y desde la que se entra a la nave en la actualidad.

La capilla de San Ferreol sirve como nexo de unión de la iglesia y de la entrada por el patio de Vía Crucis, ocupando al mismo tiempo la parte central del testero. Esta capilla dispone de una planta cuadrada no perfecta, cubierta de bóveda de crucería tabicada con ladrillo macizo dispuesto a panderete. Fue desmontada en los años sesenta del siglo pasado durante los trabajos del primer Plan de recuperación, se guardaron las dovelas, la clave y dos de las ménsulas. Recientemente fueron devueltas a su primitivo lugar.



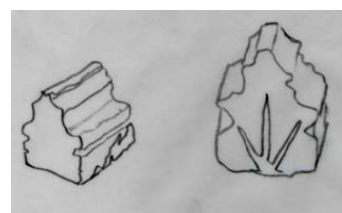
Situación capilla



Dovelas desmontadas



Bóveda



Dibujo de M. Ordeig

El arco que comunica la capilla con los pies de la iglesia es rebajado y de piedra. Esta capilla actualmente se encuentra en buen estado debido a su reciente reconstrucción, ya que anteriormente se usaba como almacén en la época que la iglesia se usaba como cine y se encontraba totalmente tapiada.

La antigua capilla de los Soler, fue donada por Serafina Soler en su testamento a San Juan del Hospital a cambio de que se rehabilitara y se mantuviera su capilla funeraria. Esta se encontraba entre la de dedicada a San Ferreol y el espacio de acceso desde el patio norte.

La capilla de la Virgen de los Estudiantes.



Capilla de la Virgen de los estudiantes

En el lado de la epístola, y empezando el testero situado al oeste, se encuentra la capilla, alineada con el atrio, que componían los tramos del antiguo nartex; esta capilla está dedicada a la Virgen Nuestra Señora de los Estudiantes antiguamente denominada de los Mascarell familia que sufragó la construcción.

Este presenta una planta rectangular, dividida en dos cubiertas con bóveda de crucería con nervatura formada por arcos de medio punto de piedra apoyado sobre ménsulas empotradas y arcos apuntados los formeros y perpiaños.



Fotografías de las bóvedas y del interior de la capilla

El elemento de mayor interés de esta capilla es el arco de acceso desde la nave situado sobre el testero de la iglesia.



Capitel de la pilastra sobre la que arranca el arco

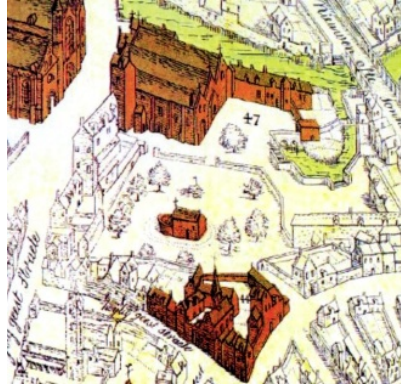
Podría tratarse de un tramo del antiguo atrio o claustro que servía de paso del patio norte al sur. A través de un arco conopial se entra a una capilla formada por dos tramos de bóveda de crucería de arcos ojivales que están descentrados, asimétricos y trapezoidales como se observa en la planta anterior.

Este arco conopial, pese a la robustez de su basa y la finura de fuste, parece ser que se constituyó de una sola vez y perteneció al final del gótico (probablemente del gótico Isabelino), aun sin entrar en el renacimiento. Se trata de un arco apuntado en el que la clave central nos da un pequeño giro anunciándonos el conopial. Los capiteles donde descansan las dovelas que forman el arco, presentan restos de policromía rojos y verdes. Se trata de capiteles historiados, más naturalistas que los románicos, en los que resaltan unas hojas de penca (también llamadas cárdinas), característico de este período. En el capitel izquierdo, a parte de las hijas de penca, se puede distinguir la figura de una mujer, en cambio, en el derecho, se aprecia una figura orando.

7.2.7 - El cementerio medieval y la capilla funeraria.

En el lado sur de la iglesia se encuentra el patio sur o del antiguo cementerio. Se trataba de un cementerio público estaba rodeado de arcosolios a modo de capillas claustrales en el centro del espacio se encuentra una pequeña capilla dedicada a María Magdalena.

Un ejemplo de este tipo de edificación lo encontramos en el dibujo del conjunto hospitalario de Mermling, en Brujas, que la Orden de San Juan de Jerusalén estableció en esa ciudad.



Perspectiva del conjunto hospitalario de la Orden de San Juan de Jerusalén de Memling, en Brujas (Bélgica). En el centro se distingue la capilla funeraria

La capilla llamada del rey Jaime I o capilla funeraria, es un pequeño templo en miniatura. Se trata de la estructura más antigua de la parcela del patio sur, ya que se sitúa en la segunda mitad del siglo XIII. Tiene 3 metros de ancho por 3,7 de largo y 3,72 de altura. Fue construido según el estilo cisterciense y en la actualidad mantiene la primitiva estructura y configuración: una pequeña nave cuadrada y un ábside octogonal. Inicialmente fue construida exenta y en posición destacada dentro del cementerio pero posteriormente se adosó un muro de tapial que dividió el área cementerial en dos, aunque dichas partes quedaban conectadas a través de la puerta occidental.



Capilla funeraria de San Juan de Hospital de Valencia

Está formada por cuatro arcos torales o perpiaños que junto con los nervios ojivos soportan los empujes de la plementería. Estos nervios están compuestos de dos molduras cada una de ellas con forma de tres cuartos de bocel.

Los arcos perpiaños son apuntados, lo que denota la presencia del gótico en la época de su construcción. Estos limitan exteriormente la planta de la bóveda, mientras los nervios ojivos se extienden bajo la plementería cruzándose en la clave.



Bóveda gallonada del ábside

La bóveda gallonada es la que cubre el ábside de la capilla. Se trata de un ábside poligonal, para ser más exactos de uno octogonal, aunque no se puedan apreciar claramente los ocho lados del polígono, ya que al estar unida a la nave mediante un arco del un crucero de planta cuadrada, sólo cinco de sus lados están dibujados por los paramentos verticales separados por seis nervios cruceros. Pero estos seis nervios cruceros no son los únicos que sustentan la plementería, hay un séptimo nervio, llamado nervio de ligadura que se dispone perpendicular al arco y que une a este con la clave.

Los siete nervios están constituidos por tres cuartos de bocel flanqueados por un baquetón a cada lado, diferenciándose los nervios crucero del nervio de ligadura no sólo por sus funciones, sino también por su longitud, pues el nervio de ligadura es de menor longitud, debido a que el arco del triunfo no es tangente al octógono sino que lo atraviesa. Estos nervios no arrancan de las pilastras, sino que se apoyan en unos pequeños capiteles, soportados cada uno de ellos por una columnilla con su correspondiente basa y todo ello semiembebido en los paramentos que junto a los nervios aguantan la plementería. Los muros laterales que forman los lados de la planta en su encuentro con el crucero se abren ligeramente para permitir que se alojaran en los vértices las columnillas sobre la que apoyan los nervios de la bóveda. La clave, del crucero está adornada con el emblema de la Orden.



Detalle de la clave de la capilla funeraria



Arcosolios adosados a la iglesia

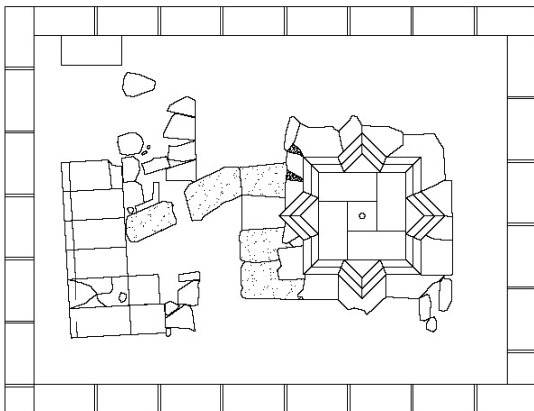


Arcosolio de la familia Fernández-Heredia



Panda sur de arcosolios con los restos de los pilares de la antigua nave que cubría los talleres de imprenta Domenech.

Durante las excavaciones del patio sur, se localizó una fuente islámica probablemente perteneciente a la casa de *Haçach Habinbadel* realizada de ladrillo cerámico con forma de estrella de ocho puntas.



7.3 - La evolución constructiva.

La iglesia de San Juan del Hospital fue escogida como lugar de enterramiento por fieles valencianos que se sentían vinculados a ella, a través de la orden o a la cofradía por su devoción a Santa Bárbara, cuyas reliquias aún se conservan allí. Las donaciones más cuantiosas alcanzaban para construir y dotar toda una capilla propia, lo que implicaba una remodelación del templo, patente en los ámbitos del lado norte y a los pies de la iglesia actual, configurados en diversos momentos del siglo XV como demuestran sus variadas soluciones arquitectónicas, siempre distintas de las capillas de bóveda de cañón perpendicular a la nave de la iglesia del plan original del siglo XIII.

7.3.1- La primitiva iglesia 1ª mitad siglo XIII.

De la construcción de la iglesia apenas hay información escrita. La que se ha podido obtener corresponde a los estudios realizados por Llorca, Tormo Monzó, Martín Bravo y Serra Desfils, en los que a su vez se citan las consultas realizadas en los archivos: de la Orden de Malta, de órdenes militares, del antiguo reino, de la castellanía de Amposta y de la antigua corona de Aragón.

En primer lugar nos referimos al dictamen realizado por D. Elías Tormo en 1944, donde se expone una hipótesis sobre los orígenes del Templo tras establecer la conexión entre los datos parciales obtenidos y los estudios consultados.

“(...) la nobilísima puerta del templo gótico, la del Norte (...), tiene una fecha máxima en su heráldica, ofreciendo el escudo de la Orden de San Juan del Hospital con la cruz llana todavía, escuadrada; y como el Papa Alejandro IV, (...), fue quien dio a los Caballeros de la Orden de San Juan del Hospital la cruz que diríamos de cuatro «flechas», es decir, la de ocho puntas, de dos en dos, y como las fechas del pontificado son las de 1254 a 1261, (...). La puerta, por tanto, fechada en uno de los años intermedios entre 1238 y 1261.

(...) la Orden de Sanjuanistas, poderosa en el siglo XIII en el entonces nuevo Reino que ellos tanto ayudaron a conquistar, pierde instantáneamente su importancia en el de Valencia, pues apenas suprimidos en toda la Cristiandad los Templarios en 1310, se crea en los Estados de Aragón cual sucedáneos de ellos a los Caballeros de Montesa en 1316, (...), se les dan todas las encomiendas valencianas, quitándolas a los Sanjuanistas (aunque con compensaciones fuera del Reino de Valencia). Sólo en la ciudad se les deja, y ya no por verdadero hospital, la iglesia: (...), y fuera de la ciudad la sola Encomienda de Torrente, (...). Con tal aminoración máxima de la entidad de la Casa, no cabe pensar

siquiera en gran ímpetu de la construcción medieval, que a priori deberíamos fijar por tanto en solo el siglo XIII, (...).

(...) las salas de hospital en siglos no eran sino parte de los templos, alcanzándose a los enfermos en sus lechos la virtualidad de asistentes a las misas, que ellos velan además. Esto, tipo de hospital-templo, todavía se puede ver, modesto, en monumento de Liria, medieval, pero aún mejor en los más grandiosos hospitales del Reino de Isabel la Católica, y obra suya, como el de Santiago de Compostela, el Real de Granada, el de Santa Cruz de Toledo, los tres, con cuatro enormes salas abiertas, altas (femeniles) y cuatro iguales bajas (varoniles) en cruz, con sólo presbiterio al centro o en una de las cabeceras del conjunto. Y así o de otra manera en Francia (Dreux, por ejemplo), en Roma (Santo Spirito), etc. (...)."¹²⁹

La lógica de los argumentos descritos por Tormo, comienza la síntesis de la evolución constructiva, centrándonos en los tres elementos valorados como de los más antiguos del templo: la puerta románica y sus dos cruces (la llana y la de ocho puntas), los fustes y capiteles califales del arco principal o triunfal, y el tránsito de acceso al patio norte. En relación a la puerta de acceso desde el patio norte y las cruces en su parte superior nos sitúan su construcción entre 1254 y 1261 (Papa Alejandro IV). La determinación sobre la fecha de construcción de esta puerta, se presenta con una oscilación de 23 años, que se podría reducir en parte si las relacionamos estas fechas con las del pontificado del Papa Gregorio IX (1227-1241) quien otorga licencia para edificar iglesias y cementerios en los lugares conquistados a los árabes.¹³⁰ Si además a esto añadimos los favores que posiblemente recibirían del Rey Jaime I por la gran ayuda prestada en la reconquista de la ciudad, y la buena salud económica de la orden por aquel tiempo, podemos situar la construcción de dicha puerta entre 1238 y 1241.

La buena salud económica que poseían los Hospitalarios se ve mejorada con la adquisición de los bienes de los Templarios de 1310 hasta 1316 en que se les quitan muchos de los recursos que poseían, incluso los anteriores a la bonanza económica, quedando la orden bajo mínimos ante dicha quiebra económica. Se podría pensar que se paralizarían los trabajos de construcción o se terminarían de forma rápida, quedando las futuras ampliaciones a cargo de los interesados que quisieran costearlas, por lo que

¹²⁹ TORMO, E. *Monumentos de la ciudad de Valencia en peligro de pérdida*. Ed. Paris-Valencia Facsímil, Valencia 2005. Pág. 43-50.

¹³⁰ BRAVO NAVARRO, M. *Iglesia de San Juan del Hospital*. Ed Comisión Histórico artística de la Iglesia de San Juan del Hospital. Valencia 2000. Pág. 37.

la gran obra del templo, exceptuando las capillas y urnas funerarias, sería en gran parte el volumen de lo que hoy se ve.

*No hay pues una iglesia primitiva sino los restos de lo conventual y lo hospitalario.*¹³¹ Esta iglesia primitiva según el insistente aserto que realiza en 1767 el historiador dominico¹³², el Padre Teixidor, debía situarse en el pasillo de entrada al patio norte. Retrocediendo en el origen de esta historia, 5 meses antes de la conquista de Valencia, del 26 de Abril al 28 de Septiembre de 1238, la Orden de San Juan del Hospital ya sabía que en caso de victoria obtendría las casas de Haçach Habinbadel, por lo que durante los cinco meses de asedio a la ciudad tuvieron el tiempo necesario para pensar como habilitar una zona que cumpliera las funciones indispensables para la orden, sobretodo la del culto divino. Teniendo en cuenta que es la iglesia más antigua de la ciudad desde los tiempos de la reconquista, después de la Catedral y antes de San Martín¹³³, y teniendo en cuenta que San Martín (iniciada en 1372 con una bóveda ojival) fue fundada sobre una mezquita,¹³⁴ debieron de disponer de poco tiempo para habilitar dicho recinto.

Los únicos restos islámicos del templo son, aparte de los vestigios arqueológicos encontrados recientemente en el patio sur pertenecientes a la casa de Haçach Habinbadel, las columnas de mármol con capiteles donde se apoya el arco ojival que sirve como nexo de unión entre el ábside y la nave central. Gascó afirma que por su forma y tamaño éstas se asemejan a las descubiertas por los años 60¹³⁵, probablemente ambas procedentes de edificios islámicos.

¹³¹ TORMO, E. *Monumentos de la ciudad de Valencia en peligro de pérdida*. Ed. Paris-Valencia Facsímil, Valencia 2005. Pág. 43-50.

¹³² TEIXIDOR *Antigüedades valencianas*. tomo I, Pág. 302 y LLORCA, F. *San Juan del Hospital de Valencia. Fundación del siglo XIII*. Valencia (Prometeo), 1930. Pág. 24.

¹³³ Legajo 240, Conv., S. Juan del Hospital, VIII, Arch. Reg. y LLORCA, F. *San Juan del Hospital de Valencia. Fundación del siglo XIII*. Valencia (Prometeo), 1930. Pág. 121 y 22.

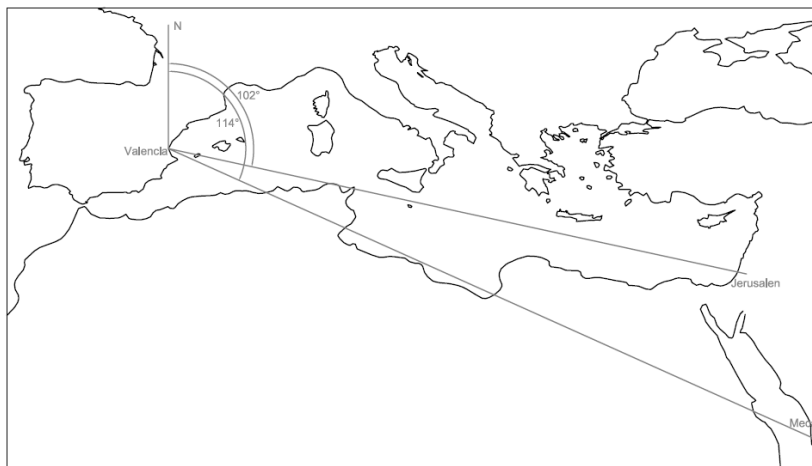
¹³⁴ <http://www.cult.gva.es/dgpa/Inmuebles/Detalles.asp/Inmueble/270>.

¹³⁵ GASCO PASCUAL, L. *La iglesia de San Juan del Hospital de Valencia y su relación con la soberana Orden de Malta (Historia de su recuperación 1967-1969)*. Ed. Paris-Valencia Facsímil, Valencia 1995. Pág. 163.



Capiteles califales de apoyo al arco principal

Tampoco se encuentra en todo el conjunto hospitalario ningún muro que induzca a pensar en una posible pequeña mezquita, ya que ninguno mantiene la dirección de la Quibla orientada hacia la Meca que en el caso de la Catedral de Valencia es, con respecto al norte, de 118° aproximadamente. Quedando descartadas orientaciones anteriores a Mahoma (571-632), siglo VII, cuando se cree que fue cambiada la orientación de las mezquitas de Jerusalén (en Valencia aproximadamente 102°) hacia La Meca (114°), y más teniendo en cuenta que la conquista árabe sobre Valencia acaeció en el año 714,¹³⁶ siglo VIII.



Orientación de Valencia con respecto a Jerusalén y La Meca

¹³⁶ BRAVO NAVARRO, M. *Iglesia de San Juan del Hospital*. Ed Comisión Histórico artística de la Iglesia de San Juan del Hospital. Valencia 2000. Pág. 19.

Al referirse a los hospitales el profesor Tormo señala que estos formaban parte de los templos, por lo que no sería de extrañar, que parte de la iglesia primitiva se destinara al cuidado de los enfermos. Así lo sugieren determinados vestigios encontrados en las fábricas de la nave.



Grabado de Philippe e Felix Benoist, 1943



Hospital medieval¹³⁷

También muestra ejemplos de esta tipología de hospital-templo, y señala la separación del volumen en salas iguales en dos pisos, las altas para las mujeres y las bajas para los hombres, compartiendo el mismo presbiterio. Entre los hospitales-templo que cita destaca el Santo Spirito de Roma, ya que fue reconstruido en 1198 sobre los restos incendiados de una construcción del siglo VIII que ya estaba siendo utilizada como centro de acogida a peregrinos que iban a visitar la tumba de San Pedro. Al ser un hospital papal su importancia e influencia se reflejó en otros muchos hospitales europeos. En 1414 el hospital de Santo Spirito suspendió la asistencia y 60 años más tarde se volvió a abrir. La conformación arquitectónica principal del hospital es la sala, entendida como un amplio espacio interior, separado por sexos, que cumple bajo el mismo techo todas las funciones necesarias para la vida humana: vivir, comer, dormir, y sobre todo, el culto divino; por lo tanto el altar es el elemento que definiría la arquitectura.¹³⁸

¹³⁷ BALLESTER-OLMOS Y AGUÍ, JOSÉ F. *La casa medieval del comendador de la Orden de San Juan de Jerusalén en la ciudad de Valencia*. Ed. Fundación Hospitalaria de la Orden de Malta en España. Valencia, 2005. Pág. 16.

¹³⁸ MIRALLES SANGRO M^a T., GIGANTE PEREZ C., y MIRANDA CAMARERO M^a V. "The Great Hall-Hospital of the Holy Spirit- Sassia." *Index Enferm.* [online]. 2004, vol.13, no.47 [cited 30 August 2006]. Pág 66-68. World Wide Web: <<http://www.scielo.isciii.es/scielo>>.

La necesidad de poseer una gran sala sería, una de las razones por las que se necesitaba construir un nuevo hospital-temple.



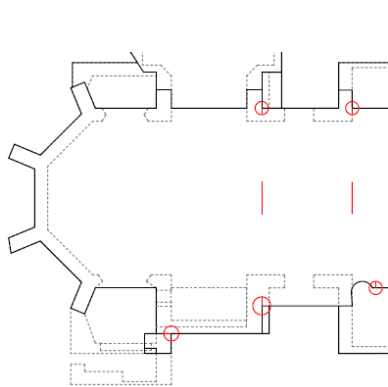
Antiguo Hospital de Valencia

7.3.2- 2ª mitad del Siglo XIII.

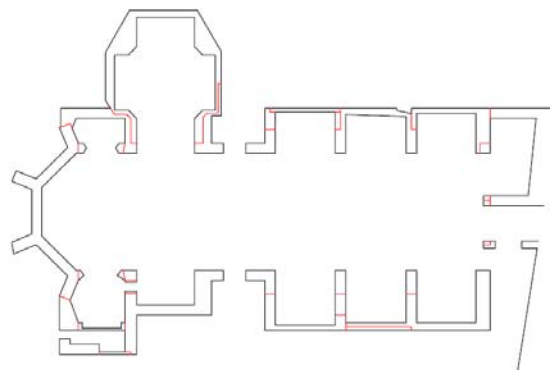
Debido a la falta de suficientes elementos que pudieran definir la situación de la primitiva iglesia, no cabe sino centrarse en la actual construcción. Los orígenes de la actual iglesia parece ser que estarían compuestos por el ábside y un pequeño transepto con dos capillas laterales en una primera fase de construcción, quedándose una segunda etapa de la edificación para el vano donde están comprendidas las puertas de medio punto.

Esta hipótesis se basa, principalmente, en los siguientes datos:

- La falta de traba existente entre el primer y segundo tramo, en donde el arco diafragma y contrafuertes se unen con el primer tramo. Y la falta de traba entre el segundo y tercer tramo, en donde el arco diafragma y contrafuertes trabarían con el segundo tramo.

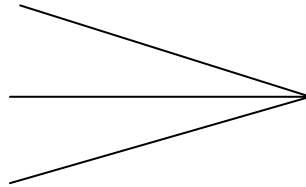


Falta de traba entre tramos de los muros



Falta de traba en la parte inferior

- La aparición constante, en el muro exterior sur del segundo tramo, de una marca de cantero, con forma de flecha, que no aparece en el ábside ni en el primer tramo.



Marca de cantero con forma de flecha

- La diferencia latente entre los canecillos del ábside y del primer tramo en donde se tallan representaciones figurativas, y los del segundo tramo con un marcado carácter geométrico en donde parece que estén tallados motivos heráldicos, que recuerdan a los de los Papas Urbano IV (1261-64) y su sucesor de Alejandro IV (1254-61).



*Canecillos del tramo primero.
Muro exterior sur.*

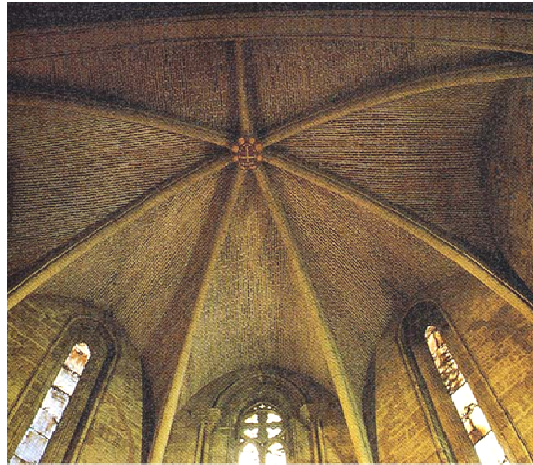


*Canecillos del tercer tramo.
Muro exterior norte.*

- Se puede relacionar el ábside con los de la iglesia del Salvador de Burriana (1240-1250 y la iglesia del Monasterio de Santa María de Benifasá (1264-1276). Los dos ábsides guardan similitudes con el de San Juan.



Exterior San Juan



Interior San Juan



Basa de el Salvador de Burriana



Absidiolo radial de Burriana



Exterior Benifasa



Interior Benifasa

- Los rosetones con la cruz de ocho puntas concedida por el Papa Alejandro IV que están situados encima de las Puertas románicas. Los cuales estarían datados a partir de 1254-61.

- Un baquetón que se encuentra en la capilla primera de la epístola embebido en el muro interior este. Podría definir la terminación de la primitiva Iglesia. Esta forma de rematar las esquinas es propia de la Orden de San Juan. La profundidad a la que se encuentra nos definiría el límite del cuerpo primitivo. Alineado con el baquetón por la cara exterior del muro, se aprecia una notable grieta provocada por una construcción agregada mal trabada. En su parte inferior hay un pequeño zócalo con un remate de terminación. Reforzando con esto la hipótesis en su otro lado homólogo, en la capilla primera del lado de la epístola se puede apreciar en el zócalo el mismo remate de terminación.



Detalle del baquetón Interior

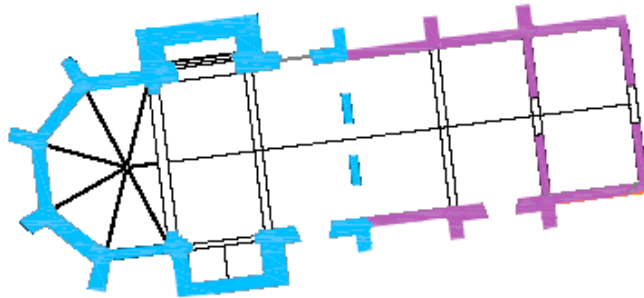


Detalle de terminación del zócalo exterior

Con toda la información obtenida y con las hipótesis establecidas se ha realizado una vista tridimensional de la primitiva construcción.



Hipótesis de la evolución en el s. XIII, la primitiva iglesia, una primera fase y una segunda fase



Hipótesis de la planta de la iglesia a finales del siglo XIII

7.3.3- Siglo XIV.

El siglo XIV viene marcado por la construcción de una capilla dedicada a Santa Bárbara en 1306, correspondiente a la situada en el lado sur de ábside, por la ampliación de la iglesia a partir de 1307 y por el posible desuso del hospital a partir de 1316. Estos tres datos ayudan a establecer la datación de algunas de las hipótesis.

Una vez ampliada la zona destinada a hospital, y después de haber sido despojados de la mayoría de sus fuentes de ingreso en 1316, se construyen capillas entre contrafuertes todas con semejante profundidad. La puerta de acceso al antiguo hospital se respeta, pero posiblemente el acceso al paso de ronda por la escalera de caracol se cambia por un acceso a través de la cámara oculta, debido a la construcción de una capilla en la base de la torrecita.

Todo esto se justifica por las siguientes muestras extraídas del análisis anterior y que a continuación se exponen:

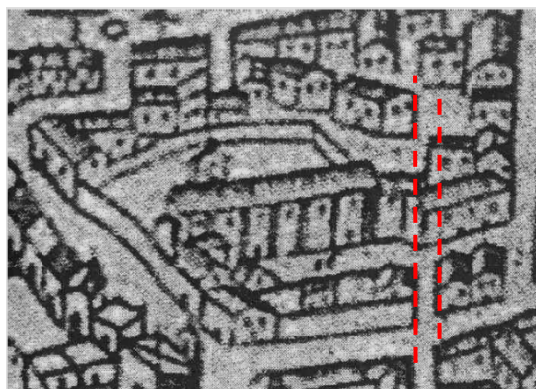
La capilla de Santa Bárbara está datada de 1306 gracias al testamento de Doña Constanza de Hohenstaufen. Si vemos el plano la construcción del siglo XIV comprobamos que su profundidad coincide con las capillas del sur, aunque también hay que tener en cuenta que a este lado se encontraría el muro de los arcosolios del cementerio.

La ampliación de la iglesia a los pies del templo es una hipótesis a tener en cuenta por los siguientes motivos:

- No existe falta de traba entre los tramos tercero y cuarto, pero sí que se aprecia una diferencia de cromatismo entre la piedra del quinto tramo y las restantes de la nave central. Cabe destacar que se observan unos sillares a modo de esperas para continuar el muro en este último tramo. Se descarta que se derribara el quinto tramo en época barroca debido a que supondría un incremento en el presupuesto de aquella obra y que de haberse hecho probablemente hubieran derribado el resto de tramos. Podría contemplarse un posible derrumbe por falta de mantenimiento, pero hasta el momento el único dato es el de la desposesión de las encomiendas de la Orden, excepto la de Torrente, a favor de la Orden de Montesa en 1316, algo que quizás pudo remitir en las obras de ampliación. Obligando a realizar un cerramiento provisional de la iglesia con materiales más baratos, posiblemente de ladrillo. En el plano de Mancelli, casi tres siglos después, se aprecia que en el último tramo existe una diferencia de altura con respecto al resto, y teniendo en cuenta que hasta este siglo no aparecen obras en el conjunto diferentes a las de las capillas, podría ser que hubiera permanecido así durante más de 292 años. Cabe destacar que, aunque el plano no es excesivamente fiable, esta hipótesis se basa con respecto a la alineación de la calle llamada del atrio.



*Último tramo exterior sur sillares
a modo de esperas*



Plano de Mancelli de 1608

- También aparecen de forma constante la marca del cantero en forma de flecha en el tramo tercero exterior sur (no pudiendo observarse más marcas en el resto de tramos exteriores debido a que las capillas impiden la visión de gran parte de sus superficies, dejándose las restantes apreciaciones al amparo de las

fotografías existentes). Y también los canecillos del tercer tramo se repiten con respecto al segundo, siendo diferentes en el cuarto tramo y todavía más en el quinto tramo. Estos datos, comparados con los que han llevado a pensar en la terminación del templo en el segundo tramo en el siglo XIII, solo pueden ir dirigidos hacia la hipótesis de reutilización de materiales, tanto de sus sillares como de los canecillos, de la fachada que debió de existir entre el segundo y tercer tramo. Con lo que el edificio continuaría siendo hospital-templo abierto hacia el altar debido a que se desmonta la fachada del siglo XIII para aprovecharla en la construcción del tercer tramo.



Canecillos cuarto tramo

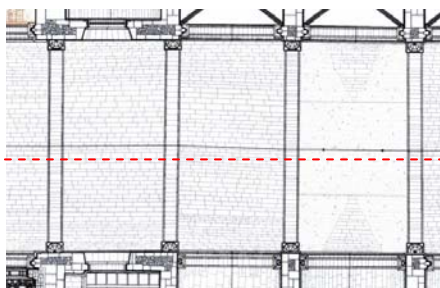


Canecillos último tramo

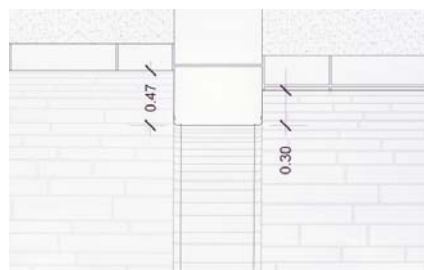
- Otro dato a tener en cuenta sería la desviación del eje de la nave a partir del tercer tramo que vendría motivado por la construcción de los arcos diafragmas pertenecientes a la ampliación. El hecho de que la altura de la bóveda del tercer tramo sea entre 17 y 13 cm. más baja que en el resto de tramos y que la del cuarto tramo sea de piedra y no de ladrillo plantea la hipótesis de que la ampliación del hospital podría estar cubierta con arcos diafragma y armadura de madera, ya que este sistema constructivo era el más económico y rápido para cubrir grandes superficies, común en las iglesias de la “reconquista”¹³⁹. Y que la cubrición con bóveda ojival se realizara posteriormente de unificar el constructivamente la nave. El único dato documental encontrado sobre obras de reparación durante la crisis económica de la Orden Hospitalaria, data del siglo XIV y hace referencia a la residencia de los clérigos en la parte de la calle del Milagro, según Llorca: *estaba muy ruinosa, especialmente la entrada, que se hallaba, si recordáis, tan fea y tan censurable, que el cielo se veía y algunas vigas rotas estaban atadas con cuerdas. Era indudablemente la parte abandonada que*

¹³⁹ ZARAGOZA CATALAN, A. *Iglesias de arcos diafragma y armadura de madera en la arquitectura medieval valenciana*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 1990. Pág. 370.

*procede á reparar la ciudad*¹⁴⁰. Ante este acto de misericordia de los ciudadanos de Valencia con los pobres sacerdotes de San Juan cabe pensar que posiblemente también ayudaron con algo tan sagrado como un templo.



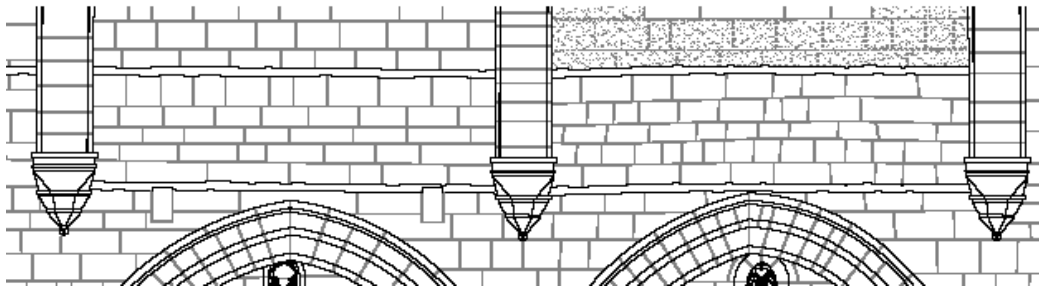
Desviación del eje de la nave



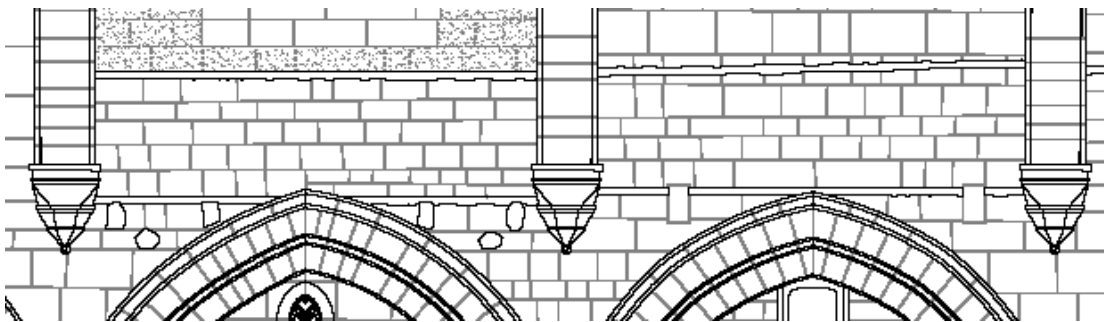
Diferencia de altura del tercer tramo comentado anteriormente en la pág. 15

- La aparición, a la misma altura en el interior del templo, de sillares a modo de ménsulas, mechinales rectangulares tapados y regatas horizontales inferiores en los tramos tercero y cuarto, y la existencia de una mujer como la emperatriz bizantina Doña Constanza de Hohenstaufen que sanó de la lepra en 1306, hace plantear la hipótesis de la división del hospital entre hombres y mujeres. Y en cuanto a la ampliación, esta diferenciación se reflejaría en dos plantas en los tramos tercero y cuarto. Pero esta situación no duró mucho tiempo ya que el hospital comienza su declive a partir de 1316 porque la Orden deja de obtener fondos para su mantenimiento por estar privada de sus posesiones a favor de la Orden de Montesa. Por consiguiente el hospital estaría en activo no más de 78 años.
- La construcción de las capillas entre contrafuertes se manifiesta sobre todo por la falta de traba entre sillares o por alguna variación en el zócalo del muro. Parece ser que se realizaron en toda la nave de la iglesia menos en las puertas de entrada, y siempre con una profundidad similar a las capillas del siglo XIII, como lo demuestran las huellas encontradas en los paramentos de las capillas del norte. Si se miden estas huellas, en los contrafuertes del lado norte, desde el extremo del paramento se aproximan a la profundidad de las capillas del lado sur, aproximadamente 3.5 metros junto con el espesor del muro de cierre. Como se puede observar en la capilla construida por Pere Balaguer a partir de 1416.

¹⁴⁰ Archivo Municipal de Valencia. Libro de Cartas Misivas. Años 1391-1394, núm. 5. Según LLORCA, F. "San Juan del Hospital de Valencia. Fundación del siglo XIII." Valencia (Prometeo), 1930 Pág. 41 y 42.

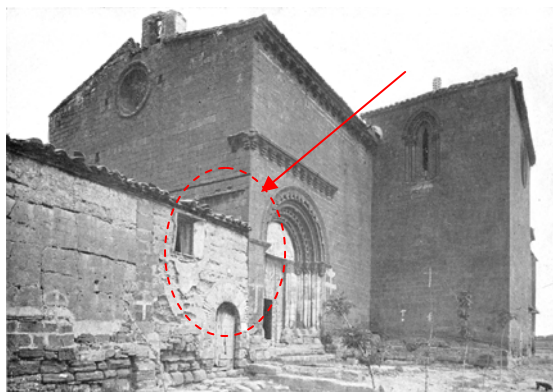


Regatas y mechinales tapados en el muro interior sur



Regatas, ménsulas y mechinales tapados en el muro interior norte

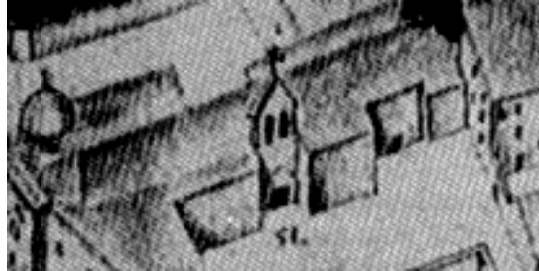
- El conjunto de San Miguel de Foces se puede tener en cuenta ya que se trata de una construcción de la misma Orden. En una foto de 1917 se puede observar una regata en el paramento que cierra la iglesia posiblemente de cubierta, además de una pequeña puerta de medio punto justo al lado de la puerta románica de entrada al templo.



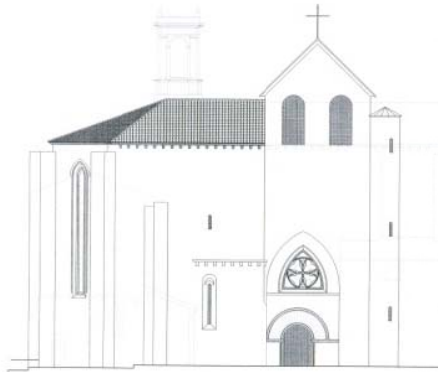
San Miguel de Foces. Institut Amatller d'Art Hispànic. Arxiu Mas. 1917

- Analizando el plano realizado por el padre Tosca, vemos en el segundo vano empezando por los pies del templo una puerta, que pudiera ser románica a juzgar por las dimensiones con respecto a la actual del templo. La duda es saber si esta puerta fue la entrada del hospital. No lo podemos saber con certeza pero

una iglesia como la de San Juan de unas dimensiones modestas no necesitaba tres puertas de acceso. Por lo que podemos pensar que servía de acceso para otras dependencias. Una vez se cierra el hospital a partir de 1316 respetan la puerta y la dejan en uso.



Plano del padre Tosca de 1704



Dibujo de estudio evocando la espadaña y la escalera de caracol¹⁴¹

Todavía hoy se aprecia en el muro exterior norte del cuarto tramo de la nave las huellas de un arco. Este arco podría ser debido a una impronta dejada por la cubierta de una cúpula que descansaba sobre cuatro pechinas en la actual capilla de San Josemaría Escrivá de Balaguer. Aunque también se podría suponer de una moldura de la puerta románica, ya que aparecen en la misma zona donde está situada la puerta en el plano de Tosca.

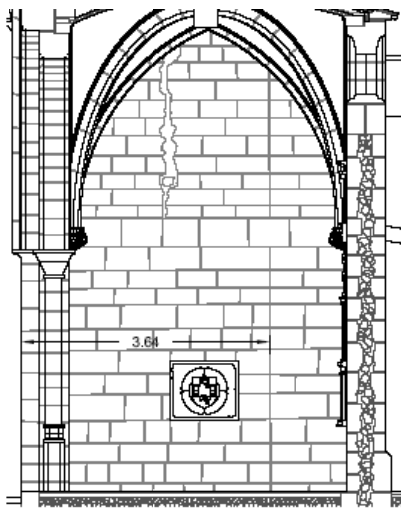
¹⁴¹ Plan directo del templo, plano perteneciente al anexo documental.



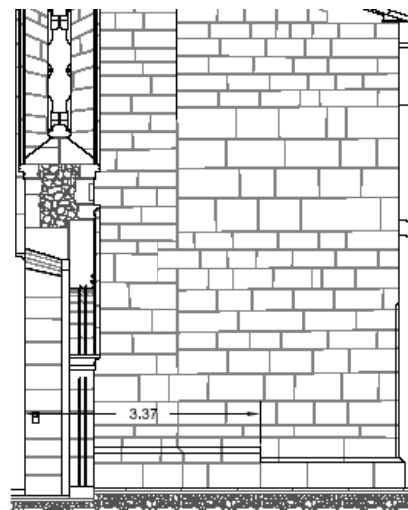
Fotografía de 1967. Capillas del lado norte



Fotografía actual del muro exterior norte del tramo cuarto



Muro interior oeste capilla 1ª del lado norte



Muro exterior este capilla 1ª del lado norte

La mayoría de las capillas imitan los elementos compositivos de basas, fustes y capiteles de las capillas del siglo XIII, a excepción de dos capillas del lado de la epístola que poseen solo capiteles a modo de ménsulas. Algunos de estos elementos están realizados con una piedra diferente a la original debido a lo expuesto por Gascó sobre la reforma de 1967, "en la parte posterior, capilla de los Cifre... se encontraba entre la mampostería

*restos de columnas, arcos y ménsulas de piedra.*¹⁴², sin hacer más referencias de donde se colocaron, ni cuales estaban ya en su sitio, ni cuales se hicieron nuevas, por lo que se debe pensar que bajo algún criterio coherente y riguroso se realizaron las operaciones correspondientes. Pese a todo y bajo la duda de si se cometió algún error, se plantea la hipótesis de que las capillas laterales del lado sur fueron realizadas por el mismo cantero y por lo tanto deben ser de la misma época. El resto de capillas se realizaría por diferentes canteros a lo largo de este periodo.



Detalle del capitel de la capilla 2ª epístola



Detalle de columna adosada capilla 3ª epístola

En cuanto a la cámara oculta se podría decir que su morfología es similar a la del resto de capillas de esta época. A esta se accede por un hueco ojival situado a unos 7 metros de altura. Su interior alberga un arco ojival que sirve de apoyo al campanario barroco. Posee una escalera apoyada sobre tabiques que sube hacia las cubiertas y al actual campanario. La superficie de sus muros interiores se encuentra encalada, sin identificar la época, por lo que se podría plantear la hipótesis de que se revistiera como medida ante la peste negra acaecida en Valencia por 1348. Podría, también, plantearse la posibilidad de que se habilitara una escalera en este espacio cuando se derribó la torre que daba acceso a la espadaña.

¹⁴² GASCO PASCUAL, L. *La iglesia de San Juan del Hospital de Valencia y su relación con la soberana Orden de Malta (Historia de su recuperación 1967-1969)*. Ed. Paris-Valencia Facsímil, Valencia 1995. Pág. 114 y 118.

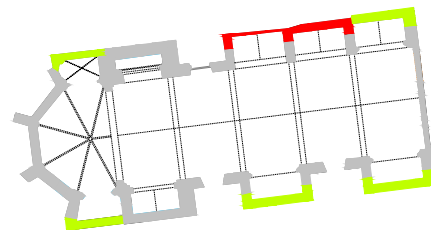


Interior de la cámara oculta

A continuación se muestra una vista tridimensional de la hipótesis del edificio de la Iglesia en el siglo XIV.



CAPILLAS ENTRE CONTRAFUERTES. MAESTRO CISTERCIENSE. (Red)
CAPILLAS ENTRE CONTRAFUERTES. OTRO MAESTRO NO CISTERCIENSE. DISTINTA CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA. (Green)

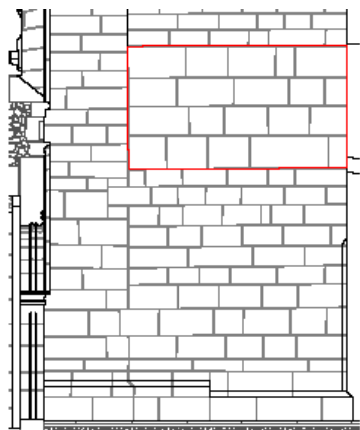


Hipótesis del templo en el siglo XIV en una segunda fase (finales de siglo)

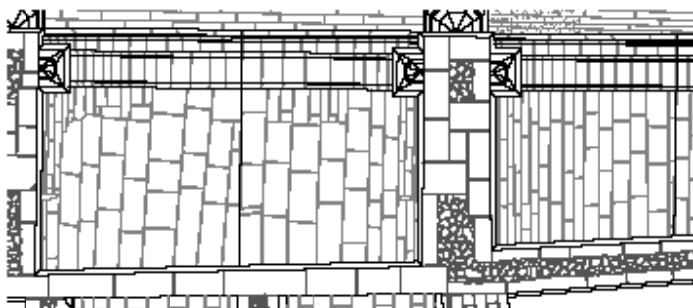
7.3.4- Siglos XV-XVI.

Para establecer la hipótesis de la intervención constructiva de la capilla 1ª del lado de la epístola nos basaremos en el conocimiento de la fecha en el que se funda 1401 por el caballero Berenguer de Peramola, pudiendo ser una obra de mejora de lo que ya existió. Y que la capilla 1ª de la zona norte de la iglesia es realizada por Pere Balaguer en 1416, según contrato del 23 de junio con el mercader Guillem Bernat. Estas dos capillas guardan una relación en sus fábricas que certifican su construcción en épocas cercanas. Una es la ausencia total de marcas de cantero, y la segunda es la aparición de zonas con sillares de dimensiones, aunque diversas, mayores que las del resto del templo. Parece

ser que las piezas de menor tamaño podrían pertenecer a elementos constructivos reciclados de lo que existió en ese mismo lugar.



Sillares de dimensiones mayores de la capilla 1ª del lado de la epístola



Comparación de los sillares de la capilla 1ª (a la izquierda) con la capilla 2ª (a la derecha). Vista cenital

Podría ser que los arcos de crucería, como en la capilla construida por Pere Balaguer, situados a los pies del templo pertenecieran a este periodo. El arco de acceso de una de las capillas es un arco conopial, propio de un gótico más evolucionado, posiblemente de finales de siglo. Por lo que la evolución en este siglo sería la siguiente.



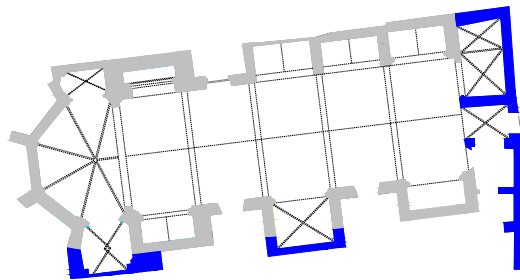
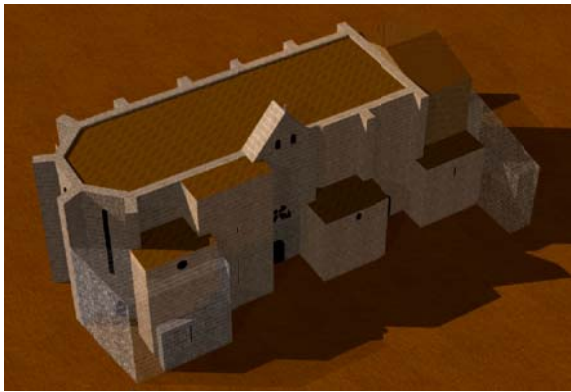
Hipótesis del templo en el siglo XV

Se sabe que la capilla situada en el lado norte del ábside fue fundada por voluntad de Isabel Rubió y Català, viuda de Pere Catala, antes de 1532. Por lo que es posible que se construyera cercana a esta fecha, a principios de este siglo, teniendo en cuenta que la capilla norte del presbiterio está cubierta con una bóveda de crucería con una forma extraordinaria sin clave polar donde quedan entrelazados los nervios. Esta clave denota un estilo gótico avanzado, nada que ver con el resto de capillas.



Detalle de la clave entrelazada

Por lo que esta sería la última intervención gótica conocida del edificio.



Hipótesis del templo a principios del siglo XVI

7.3.5- Siglo XVII- XVIII.

A principios de siglo, el templo contaba ya con 12 capillas y 4 altares, según describe en su visita el comendador Hernando Ruiz de Prado el 3 de Mayo de 1610.

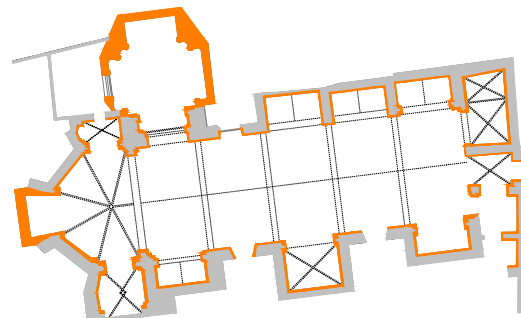
Parece que los problemas económicos de la Orden, por aquel entonces de Malta, se habían arreglado, ascendiendo a la cantidad de unas 575 lliures aproximadamente, ya que se encuentran obras de mejora en el templo entre 1659 y 1663. No se sabe con seguridad que obras se ejecutaron pero se han localizado referencias sobre obras en los tejados del complejo hospitalario en el año 1683, pero estas duran poco tiempo y costaron cerca de 11 lliures. Observando los textos en ambos aparecen *rajoles*, *cals*, *mitges* y *algeps* y solo aparecen *taulells* en 1659, lo cual no aclara demasiadas dudas, pero quizás este último material sean los tableros con los que se forman las pendientes de los tejados y por lo tanto se refiera a la cubierta de teja curva de la iglesia. Cabe destacar que en el plano Mancelli parece que dibuje una cubierta a dos aguas, sin embargo también dibuja la espadaña. Algo de cierto puede tener el plano de Mancelli pero en este caso parece más fiable el documento escrito.

A finales del siglo XVII la antigua capilla de los Santos Reyes Magos se derriba, para construir una nueva capilla de estilo barroco. Esta capilla adopta el nombre de la contigua, la conocida como capilla de Santa Bárbara, y se construye entre los años 1685 y 1689 por Pérez Castiel.



Interior de la capilla de Santa Bárbara

A la vista de los datos se plantea la siguiente hipótesis del templo en el siglo XVII.



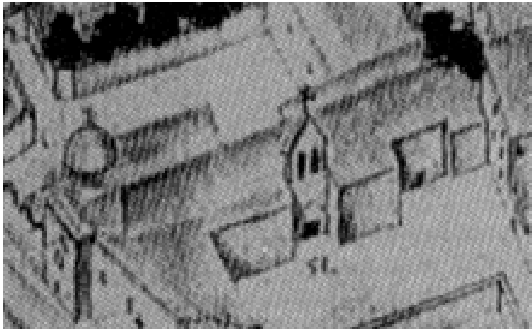
Hipótesis del templo en el siglo XVII

Siglo XVIII.

En este periodo se conocen las fases constructivas que se realizan en el templo. Se construye un trasagrario derribando parte del muro central del ábside, y todo el templo se reviste en su interior con escayolas barrocas para ocultar los paramentos góticos. Se recortan las bóvedas para formar los lunetos y se falsea la bóveda para generar una de medio punto.

La iglesia tomó su aspecto barroco a partir del 15 de Mayo de 1700 siendo reverendo Don Miguel Mascarell, permaneciendo oculta la fabrica interior del templo hasta el siglo XX.

Se amplía la capilla tercera la del evangelio 1737 para la instalación del archivo de la iglesia, y se derriba la espadaña para construir el campanario posiblemente en fechas cercanas a 1738 como se puede observar en lo dibujado por el padre Tosca.



Detalle del plano del padre Tosca de 1704



Detalle del plano del padre Tosca de 1738

Con estos datos se realiza la siguiente vista con la reconstrucción de este periodo.



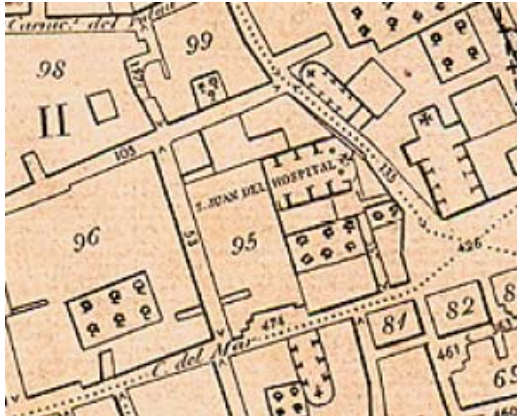
Hipótesis del templo en el siglo XVIII

7.3.6- Siglo XIX.

Este periodo viene marcado por la invasión de Valencia por las tropas napoleónicas. Conquistaron la ciudad de Valencia en 1812 tras un fuerte bombardeo a cargo del mariscal Suchet. Parece ser que en la Iglesia de San Juan de Hospital cayó una bomba que destruyó la puerta de acceso por la calle del Milagro. Por lo tanto podría tratarse de la puerta que daba acceso al antiguo hospital, la cual seguía en uso.

Entonces en el bombardeo queda destruida la puerta y puede que el archivo contiguo situado lado norte de la nave junto al testero de la iglesia. Estas dos se vuelven a

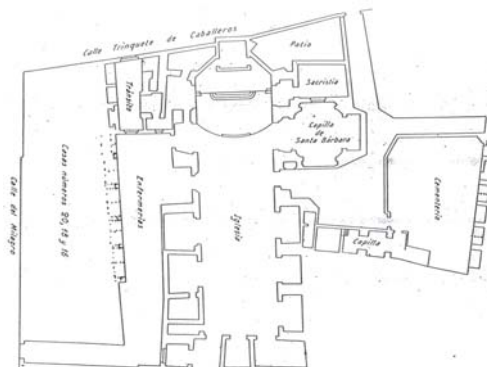
construir poco después alineándolas con la capilla que ya existía en el sector norte (capilla de Pere Balaguer). En los planos de la ciudad de 1831 realizado por Don Francisco Ferrer, y el de 1852 realizado por el coronel Don Vicente Montero de Espinosa ya aparece alineado el paramento exterior norte.



Plano de Don Francisco Ferrer de 1831



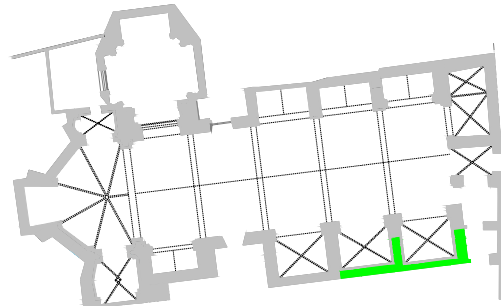
Plano de Don Vicente Montero de 1852



El edificio permanecería de la misma forma a finales de este periodo como se observa en el plano de finales S. XIX¹⁴³

¹⁴³ MARTINEZ ALOY, J. Enciclopedia, Geografía General del Reino de Valencia (Tomol). Barcelona 1881.

Con estos datos se realiza la siguiente vista con la reconstrucción de este periodo.

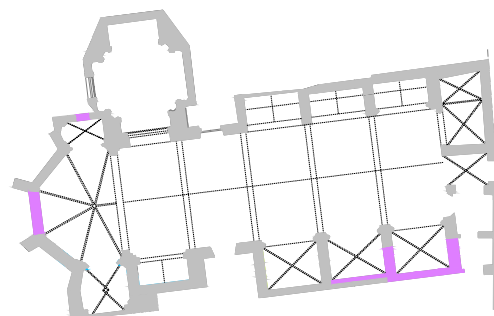


Hipótesis del templo en el siglo XIX

7.3.7- Siglo XX.

En este siglo se realizó la repristinación del templo tratando de recuperar las antiguas estructuras góticas. Para ello se efectuó un laborioso trabajo, retirando las escayolas barrocas y reconstruyendo aquello que fue derribado, cuya dirección técnica la efectuó Don Francisco Pons-Sorolla y Arnau en el año 1967.¹⁴⁴ En la restauración se podría resumir diciendo que: se desnudan las fábricas de sillares recubiertas por escayolas en la época barroca y se reconstruye lo excesivamente dañado, se derriba el trasagrario reconstruyendo con restos el muro norte entre contrafuertes, reconstrucción del último tramo de la nave al estilo gótico y revestimiento de aplacado de piedra de toda la bóveda de la nave excepto el cuarto tramo en donde solo se tapan los lunetos.

Con estos datos se realiza la siguiente vista con la reconstrucción de este periodo.



El templo en el siglo XX

¹⁴⁴ GASCO PASCUAL, L. *La iglesia de San Juan del Hospital de Valencia y su relación con la soberana Orden de Malta (Historia de su recuperación 1967-1969)*. Ed. Paris-Valencia Facsímil, Valencia 1995. Pág. 114-166.

7.4- Los condicionantes de partida en el estudio del trazado: Primeros tanteos.

Se ha resumido en cuatro los condicionantes o premisas que se contemplan, después del estudio de la evolución constructiva, que se ha tenido en cuenta a la hora de realizar el estudio del trazado son las siguientes:

El primero de entre estos, y que motivar la ligeras desviaciones en el desarrollo del trazado, fue el hecho de que las obras se prolongaran en el tiempo con la consecuente participación de distintos maestros de obras con diferente pericia y medios.

El segundo sería el hecho de levantar un nuevo edificio sobre los restos de las antiguas construcciones, como la ampliación de la nave de la iglesia sobre el lugar en el que se encontraba el hospital. Así, se dispuso sobre los restos, reutilizando sillares e incluso manteniendo en su lugar parte de las estructuras. Todo ello se aprecia en las desviaciones que presenta el trazado y la superficie de la bóveda, los arcos fajones y los arcos de los frentes de las capillas laterales abiertas sobre los muros de la nave.

El tercer condicionante, de época más reciente, sería los criterios y los medios empleados para la recuperación del templo durante finales de la década de los años sesenta del siglo pasado, circunstancia que repercutirá más sobre determinados elementos y unidades de obra en particular que en el trazado en general.

Y el cuarto condicionante, los posibles errores cometidos a lo largo del proceso del levantamiento que por muy cuidadoso que se tratase de realizar, siempre se puede cometer alguna desviación. El levantamiento, es un producto que idealiza, congela el objeto, que sustituye gráficamente al referente. Algunas cotas se lograron de forma indirecta mediante el apoyo de imágenes fotográficas realizadas en escorzo que posteriormente se rectificaron. Se dieron por buenas las medidas aportadas por otros equipos, como fue en el caso de la cámara oculta o la capilla de Santa Bárbara.

Así, se puede concluir:

- Que estas desviaciones con respecto al supuesto trazado teórico representan un porcentaje reducido y que con el levantamiento realizado nos permite estudiar el trazado teórico, priorizando determinados elementos y formas geométricas.
- Que la geometría de la cabecera y el primer tramo o transepto de la nave, se nos presenta con una mayor uniformidad de formas y medidas. Estas zonas se corresponden con las más antiguas del templo y nos servirán para comprobar con el resto y extrapolar su trazado a las otras.

Se realizó un gran número de tanteos métricos y de trazado para poder determinar con toda precisión, la unidad que debió ser empleada en la construcción. Se buscaba las dimensiones que podrían ser claves en el trazado y, que a partir de ellas se derivase el resto de la forma geométrica del trazado. La gran mayoría de estas medidas se obtienen de manera indirecta, pues se trata de lugares geométricos, ejes, intersecciones, tangencias, vértices, etc.

La geometría de la cabecera y el primer tramo o transepto de la nave se nos presenta con una mayor uniformidad de formas y medidas. Estas zonas, se corresponden con las más antiguas del templo, y nos servirán para comprobar con el resto de forma que se pueda extrapolar a las otras.

Se realizó un primer tanteo, de diez tomas en las que se midió determinadas magnitudes significativas, de partes del templo o lugares geométricos, para aproximar el valor equivalente en el sistema métrico decimal de la unidad utilizada como patrón en la construcción. Las lecturas obtenidas se dividieron por un número enteros que acercasen el resultado al valor con una mayor sencillez y coherencia:

Primero se empleó números menores y posteriormente con otros ligeramente superiores:

- 10,38metros dividido entre 45 se obtenía un palmo de 23,07cm.
- 8,99metros dividido entre 39 se obtiene un palmo de 23,05cm.
- 6,92metros dividido entre 30 se obtiene un palmo de 23,07cm.
- 6,00metros dividido entre 26 se obtiene un palmo de 23,08cm.
- 5,19metros dividido entre 22,5 se obtiene un palmo de 23,07cm.
- 3,46metros dividido entre 15 se obtiene un palmo de 23,07cm.
- 3,00metros dividido entre 13 se obtiene un palmo 23,08cm.
- 11,27metros equivalentes a 49 palmos de 23,00cm.
- 12,19metros equivalentes a 53 de 23,00cm.
- 14,72metros equivalente a 64 palmos de 23,00cm.
-

El 100 por cien presenta una diferencia inferior a 0,08cm. y en tres ocasiones el valor es coincidente.

A continuación se estas diez medidas se dividieron por los otros números:

- 10,38metros dividido entre 46 se obtenía un palmo de 22,56cm.
- 8,99metros dividido entre 40 se obtiene un palmo de 22,05cm.
- 6,92metros dividido entre 31 se obtiene un palmo de 22,32cm.

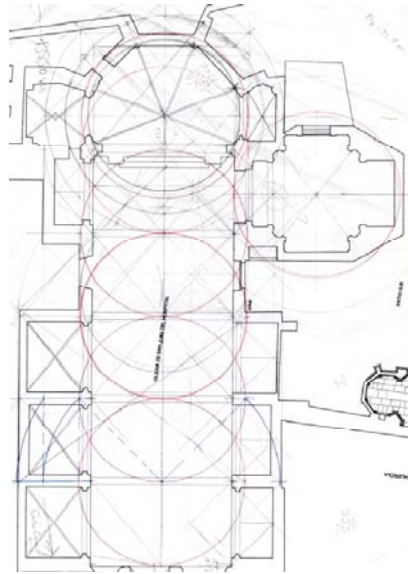
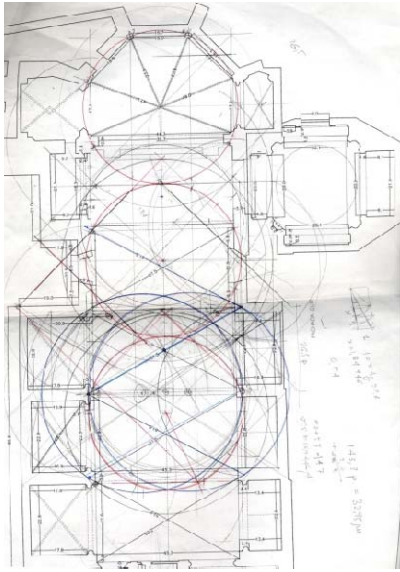
- 6,00metros dividido entre 26,50 se obtiene un palmo de 22,64cm.
- 5,19metros dividido entre 23 se obtiene un palmo de 22,56cm.
- 3,46metros dividido entre 15,50 se obtiene un palmo de 22,32cm.
- 3,00metros dividido entre 13,25 se obtiene un palmo 22,64cm.
- 11,27metros equivalentes a 49,75 palmos de 22,64cm.
- 12,19metros equivalentes a 54 de 22,65cm.
- 14,72metros equivalente a 65 palmos de 22,64cm.

En este caso solo el 40 por cien los valores la diferencia es inferior a 0,01cm. y coinciden tres ocasiones.

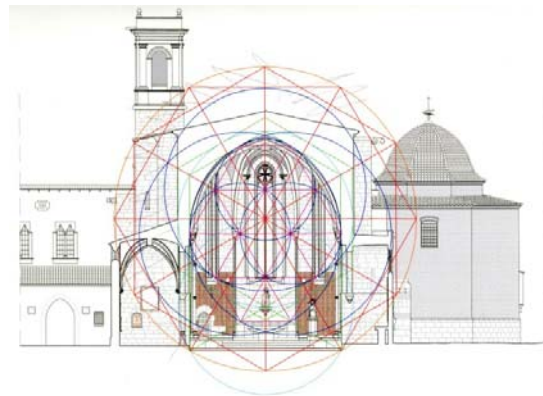
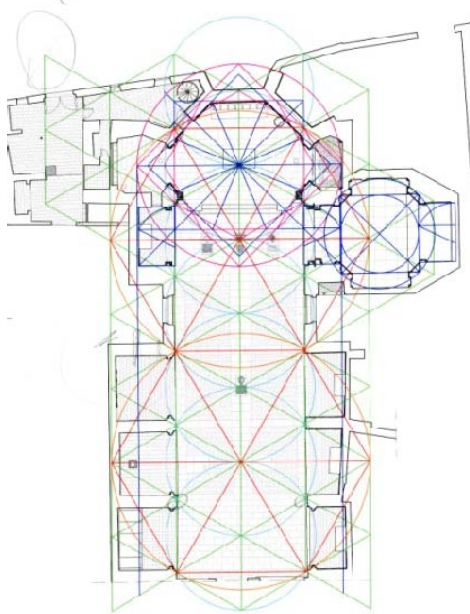
Por tanto, el valor se próxima a 23 cm. con una desviación de +/- 1%, que en la práctica se considera despreciable. Lo que nos conduce a pensar que el valor equivalente en el sistema métrico decimal del palmo empleado en la construcción del templo es o se aproxima a los 23 cm.

Se comenzaron a trazar circunferencias, diagonales, paralelas, perpendiculares, buscando una relación entre estas y puntos claves del templo. Presentamos una pequeña muestra de los dibujos de los tanteos. Estos nos llevaban a ir y a volver al templo en muchas ocasiones para comprobar los resultados y fijar criterios.

Por ello, se consideró necesario profundizar en el conocimiento de los instrumentos que iban a servir de medio de análisis para definir en las hipótesis del trazado.



Primeros tanteos sobre los planos elaborados



Digitalización de los primeros tanteos de las trazas y monteas

**8.- EL PLANTEAMIENTO TEÓRICO:
LOS INSTRUMENTOS PARA EL ANÁLISIS**

8.1.-Las fuentes y los métodos de estudio.

La Representación Gráfica facilita el medio de expresión a los artífices de la Arquitectura. Esta se encuentra íntimamente unida a la propia esencia del conocimiento, vertebrando el conjunto de actividades que se desarrollan a lo largo del proceso constructivo, ya sea en el momento de su génesis, o concepción, como a lo largo de la puesta en obra, e incluso, durante la vida de los edificios. Es junto con las Matemáticas, la Representación Gráfica, la que proporciona la estructura sintáctica y semántica que permite aprender, concebir y materializar la Arquitectura.

Las investigaciones realizadas en el ámbito de la Historia de la Ciencia en el CSIC, dirigidas por el profesor de la Universidad de Valencia, Ten Ros que junto con el profesor Salvador Peláez, sobre los sistemas metrológicos, han sido una de las primeras fuentes de conocimiento y estudio. Estas constituyen un cuerpo doctrinal en el que se sistematiza, se definen los conceptos y sus relaciones. Es por ello, que nos han servido de una gran ayuda para llevar a cabo este trabajo.

Los estudios realizados sobre la estandarización de las medidas para la industria de la construcción dirigidos por el profesor Neufert suponen una síntesis sugerente de los procesos seguidos, con una especial atención al origen antropométrico de los sistemas de medidas que perduran en la práctica actual de la Arquitectura.

Los trabajos sobre la coordinación modular en la Arquitectura clásica y medieval de origen romano llevados a cabo por el profesor Tine Kurent, han permitido profundizar en el conocimiento del empleo de los números y de la geometría en la composición de los edificios antiguos.

Las investigaciones realizadas por el profesor Soler Sanz sobre los trazados reguladores octogonales en la Arquitectura clásica nos han permitido, por su carácter eminentemente práctico, establecer las hipótesis de los trazados empleados en la construcción del templo y el conjunto de San Juan del Hospital de Valencia. Se trata de un estudio con un planteamiento didáctico, muy elaborado, basado en la experiencia de muchos años de estudio. El trabajo presenta una sistematización muy clara e invita a seguir por el mismo camino con nuevos análisis. El trabajo tiene en cuenta la doctrina de dos grandes maestros, Luís Moya y Rafael de la Hoz.

Asimismo, el planteamiento que presenta el profesor Bechmann¹⁴⁵ en sus comentarios técnicos al Cuaderno de Villard, servirá de hilo conductor para introducir el tema que a continuación se desarrolla.

Para intentar interpretar, comprender y describir los croquis teóricos de un constructor del siglo XIII, y resolver los enigmas que hoy nos plantea, es necesario por un lado tener una experiencia práctica en los talleres de construcción artesanal, tal y como existían hace varios decenios, y tal y como aún podemos a veces encontrarlos en algunas regiones de Francia, de Europa, de África del Norte. Pero, por otro lado, es preciso reconstruir las condiciones en las que se desenvolvía el constructor gótico, su marco de vida, sus dificultades, sus obstáculos, las tensiones a las que se enfrentaba y también las nuevas posibilidades que se presentaban en todos los estudios de concepción, de comunicación, de aprovisionamiento de las fábricas, de preparación del trabajo y por fin de puesta en marcha de la obra.

Hay que pasar revista a los conocimientos, a las capacidades, a las condiciones de trabajo de los hombres, a las nociones teóricas y prácticas de los creadores de la obra de los maestros y encargados del Taller y de los trabajadores, así como a los instrumentos y herramientas utilizadas, los documentos empleados, y los procesos de comunicación y de transmisión del proyecto desde su concepción hasta su conclusión.

En resumen, es necesario corresponder no solo al objetivo y proceso del pensamiento del autor (o más bien de los autores, ya que toda una serie de croquis técnicos han sido atribuidos a los sucesores de Villard), sino también, en cada caso, cuáles eran los problemas prácticos a los que se enfrentaba y cuáles los que intentaba resolver.

Con esta misma disposición e intención se ha realizado la aproximación a las fábricas de la iglesia y a los restos del conjunto hospitalario de San Juan como soporte del metalenguaje que es la arquitectura, expresión de contenidos y valores de los promotores y de sus autores materiales, los maestros de obras, y los talleres de cantería.

La representación de la arquitectura nos viene dada como una necesidad de los maestros y artífices¹⁴⁶ en el proceso constructivo. Medio que permite concretar las

¹⁴⁵ BECHMANN, R. *Los dibujos técnicos del Cuaderno de Villard de Honmecout*. Ed. Akal S.A. Madrid 2001. Pág. 45.

¹⁴⁶ Coordina GRACIANI, A., *La técnica de la construcción en la Antigüedad*. Capítulo I, RUIZ DE LA ROSA, J. A., *La representación gráfica de la arquitectura en la Antigüedad*. Ed. Universidad de Sevilla. Sevilla 1998, Pág. 5.

ideas, verificarlas y corregirlas antes de ponerlas en obra, de forma que sea posible determinar con toda precisión su diseño.

Estos medios sustituyen a la realidad de la obra evocándola, con esbozos, y con tanteos que provocan la génesis de su proceso creativo sirviendo para resolver, adelantándose, -como instancia previa¹⁴⁷-, a los problemas de la formalización, de la planificación del proceso de la puesta a disposición del conjunto de los elementos necesarios para su materialización arquitectónica.

8.2- La métrica y la geometría.

El profesor Ruiz de la Rosa¹⁴⁸ expone claramente la capacidad que la Ciencia de las Matemáticas y la Representación Gráfica han tenido, a lo largo de la historia, como instrumentos para el control de la forma. Esta relación, entre ciencia matemática y dibujo para la Arquitectura, constituye en cada época la parte esencial del diseño permitiendo el desarrollo y progreso de la Arquitectura., y así queda patente en los tratados que sobre esta han sido escritos a lo largo de la historia.

Ha sido, precisamente, a través del estudio de estos tratados escritos y del estudio directo de las fábricas de los edificios, - en las que se manifiesta el conjunto de conocimientos que emplearon los artífices-, que ha sido posible poner de relieve que la arquitectura es una ciencia aplicada fundada en la experiencia, “el ensayo y error”. A partir de esta experiencia se definen unas recetas basadas en relaciones de proporcionalidad.

Tanto los tratados de Matemáticas como las obras dedicadas a la práctica de los distintos oficios, y en especial la Arquitectura, han venido estructurándose en dos partes. La primera dedicada a la Aritmética; los números y sus relaciones; las medidas y sus unidades. Y, la segunda dedicada a la Geometría práctica; es decir a solucionar los casos propios del oficio al que se dedica el tratado en cuestión.

Estos conceptos eran obtenidos y desarrollados a partir de la observación de la naturaleza, del conocimiento directo y mediante la aplicación de un proceso de sistematización que se formalizaba en unas imágenes abstractas, cuya primera

¹⁴⁷ OTXOTORENA ELIZEGI, J. M., *Sobre Dibujo y Diseño*. T6 Ediciones. Pamplona 1996, Pág 47 y ss.

¹⁴⁸ Coordina GRACIANI, A., *La técnica de la construcción en la Antigüedad*. Capítulo I, RUIZ DE LA ROSA, J. A., *La representación gráfica de la arquitectura en la Antigüedad*. Ed. Universidad de Sevilla. Sevilla 1998, Pág. 6.

recopilación conocida, como Ciencia de las Matemáticas, fue realizada por Euclides en el siglo IV antes de Cristo.

Al futuro arquitecto se le enseñaba ciertos métodos de trazado geométrico, ciertas fórmulas basadas en relaciones de números y en la geometría. Trazar un ángulo recto correctamente sobre el suelo era básico para los problemas del albañil medieval, y con el uso de pocas leyes sabría trazarlo en aquella época, con el empleo y la ayuda de clavos, cuerdas y un triángulo cuyos lados medían 3, 4 y 5. El conocimiento de varios de estos problemas, a modo de recetas de geometría práctica, basadas en el conocimiento de unas series de números y de métodos de subdivisión, proporcionaba al arquitecto la esencia de su oficio.

Las investigaciones sobre la historia del proceso del control de la forma en la arquitectura realizadas por el profesor Ruiz de la Rosa, recopiladas en su libro titulado: “Traza y Simetría de la Arquitectura en la Antigüedad y Medioevo”, presenta una visión muy completa de los medios e instrumentos cognoscitivos empleados en cada una de las épocas para el desarrollo e implantación de la arquitectura. Este estudio servirá de guía para comprender su evolución. Se nos expone desde un punto de vista académico; define tres tradiciones: La tradición métrica, llamada también aritmética o numérica; la tradición de la práctica de los oficios o la geometría que culmina en la denominada “geometría fabrorum”; y la tercera tradición, la gráfica o historia de la representación Gráfica Arquitectónica. Las tres se encuentran interrelacionadas, retroalimentándose unas de otras.

Racionalizar el proceso del trabajo creador es una de las aspiraciones más antiguas y más duraderas entre las que preocupan a los pensadores de todos los tiempos.

Las manifestaciones de esta preocupación son muy variadas: ...esquemas egipcios de proporciones del cuerpo humano, medidas del Tabernáculo y del Templo en la Biblia, la filosofía de Platón, los sistemas griegos expuestos por Vitruvio para las proporciones en la arquitectura, la música y el cuerpo humano, teorías de Plotino y San Agustín, sistemas medievales como el de Villard d’Honnecourt...

...son muestras del interés y de la curiosidad que ha despertado siempre el fenómeno de la producción de objetos “inútiles” en su esencia, sólo aptos para suscitar sentimientos en el que los ve o los oye, y cuyos autores dedican conscientemente su vida a este trabajo.

La investigación del cómo y del por qué se realiza esta producción conduce a formular unas reglas generales que la expliquen, las cuales se convierten, sobre todo en los autores antiguos, en normas didácticas para los aprendices y en procedimientos de trabajo para los artistas ya formados.

Para los antiguos no había dudas, la seguridad está en la geometría y en la expresión numérica de ésta. En ella reside lo objetivo, lo verdaderamente independiente de la intimidad subjetiva y siempre insegura del artista, y también lo seguro frente a la variedad imprevisible de la naturaleza y de la vida. Las figuras regulares –círculo, cuadrado, pentágono- están en la base de los trazados reguladores que intentan racionalizar la creación artística.¹⁴⁹

Se puede afirmar en primer lugar, que *el análisis métrico*, se fundamenta en la ciencia de la Aritmética, que se caracteriza por estudiar el número como cantidad concreta, es decir como dimensión, que depende de la unidad de referencia, como patrón de medida y del sistema metrológico al que este pertenece.

La Aritmética se presenta como una realidad abstracta, fundada en las relaciones de los números entre sí, razones y proporciones, que se emplearon en la generación formal de los edificios, como referencias para establecer la composición que estructura un programa de necesidades cargado en muchas ocasiones de un gran valor simbólico.

A esta materia y conjunto de medios para el análisis de los edificios se la ha denominado “la métrica” o “la metrología” por los aspectos que desarrolla en especial referencia a la formación y evolución de los sistemas metrológicos y a su aplicación.

El diccionario de la Real Academia define la palabra *métrica* en relación a la composición literaria, escrita mediante la concatenación de versos: *Arte que trata de la medida o estructura de los versos, de sus clases y de las distintas combinaciones que con ellas pueden formarse*”. Esta definición, bien podemos adaptarla a la composición arquitectónica: *“Arte que trata de la medida o estructura de los elementos, de las partes, de las distintas combinaciones que con ellos se puede formar el diseño de una composición arquitectónica. Adjetivo relativo a la medida.* ¹⁵⁰

¹⁴⁹ MOYA BLANCO, L., *Arquitectura Cortes y otros escritos*. Ed. Servicio de publicaciones COAM. Madrid. 1993, Pág. 367.

¹⁵⁰ DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. Tomo II. Ed. Real Academia Madrid. 1992, Pág. 1367.

Y en segundo lugar se puede afirmar que, *el análisis geométrico* supone el fundamento de la ciencia básica en la que se estructura la Arquitectura. En muchas ocasiones, Geometría y Arquitectura, se han identificado a lo largo de la historia. Esta ciencia, parte de las Matemáticas, es la que permite al artífice dotar y disponer los elementos de forma arquitectónica, es decir, partiendo de un complejo organigrama funcional de necesidades espaciales, convertirlo en una realidad construida. Esta forma geométrica, referencia primera, puede ser una figura elemental, una trama modular o una combinación de figuras de fuerte simetría axial, la cual ha venido a llamarse *trazado modular*.

Estas dos materias de análisis o tradiciones instrumentales (aritmética y geométrica), que se desarrollan en íntima relación, se manifiestan a través de la Representación Gráfica como medio para el encuentro de ambas y de estas con la propia Arquitectura, vehículo para la comunicación entre los agentes del proceso, e instrumento para el control formal por excelencia.¹⁵¹

Por ello, dentro de la práctica de los artífices, se estudian como aspectos o facetas de una misma realidad, la Arquitectura, en el proceso de composición de sus trazas y en el proceso de su materialización, es decir, en la puesta en obra.

Son los instrumentos que en un primer momento sirvieron para formular y más tarde para estudiar, analizar e interpretar las hipótesis, que la pudieron originar.

Se estudiará en primer lugar los aspectos relacionados con *el análisis métrico*; el sistema antropométrico valenciano: sus antecedentes, unidades y relaciones, para el control dimensional. Y en segundo lugar *el análisis geométrico*; la geometría práctica y la geometría del octógono.

Este conjunto de investigaciones suministra la materia conceptual e instrumental para el desarrollo de este trabajo de investigación en la iglesia de San Juan del Hospital de Valencia.

¹⁵¹ RUIZ DE LA ROSA, J. A., *Traza y Simetría de la Arquitectura en la Antigüedad y Medievo*. Ed. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. 1987, Pág. 21.

9- EL ANÁLISIS MÉTRICO EN EL SISTEMA ANTROPOMÉTRICO VALENCIANO

9.1- Introducción.

La Aritmética, la Geometría y la Representación Gráfica facilitan la concreción de la forma mediante un proceso, a través del cual, se desarrolla la elección de un modelo formal prestigiado que posee una estructura con una ley interna propia. Esta será la que facilitará la organización y el diseño para la composición de las trazas como respuesta a las necesidades de un determinado programa edilicio.

Estos conocimientos y medios se adquirían y se transmitían a través de unos modos de hacer, desarrollados en los talleres de los oficios, de una generación a otra generación, de forma que permitía proyectar, emprender el desarrollo del proceso para llevar a término un edificio mediante la verificación y control de la forma a lo largo de toda su construcción.

Para iniciar y comprender mejor esta parte, se hace necesario recordar la definición de algunos conceptos que conforman el fundamento de la materia y la doctrina a partir de la cual se basará el estudio, -del mismo modo que realizan muchos tratados-, comenzando por los más generales y abstractos.

A partir de estas definiciones, se desarrolla el cuerpo teórico – instrumental para realizar el estudio que permitirá fijar las hipótesis para establecer el control métrico de la forma del templo de San Juan del Hospital de la ciudad de Valencia y su conjunto.

Matemáticas: La ciencia que estudia la cantidad en relación a ciertos fenómenos o conocimientos abstractos.

Aritmética: Es la parte de las matemáticas que estudia los números y las operaciones hechas con ellos.

Unidad: Es la cantidad que se toma por medida o término de comparación con los demás de su espacio.

Patrón: Modelo que sirve de muestra para sacar otra igual.

Número: Es la expresión de la cantidad computada con relación a una unidad.

Número entero: Es el número que cuenta exclusivamente de una o más unidades a diferencia de los quebrados y de los mixtos.

Número primo o primero: Aquel número que solo es exclusivamente divisible por sí mismo y por la unidad como el 5,..7,..11,..13,..17,...

Número quebrado: El que expresa una o varias partes alícuotas de la unidad.

Número irracional: Es aquel número sin comparación, o razón, con la unidad.

Cantidad inconmensurable: Es toda aquella que no puede expresarse exactamente por ningún número entero, ni fraccionario. Suele usarse como sinónimo de número irracional.

Un ejemplo de cantidad inconmensurable es el número π que se puede expresar por medio de un número quebrado, con cierta aproximación $22/7$.

Este, nos permite lograr una longitud de la circunferencia como expresión de un número entero siempre que el diámetro sea múltiplo de 7 como es el caso de la circunferencia primigenia de la cabecera de San Juan del Hospital de 49 palmos de diámetro 7×7 .

*Metrología: ...el estudio de aquellos patrones usados para la definición de las cualidades métricas, especialmente las longitudes.*¹⁵²

Los aspectos que concretamente interesan de la investigación metrológica histórica son el conocimiento y descripción de las unidades de medida, su entramado de subdivisiones y equivalencias, sin descuidar el papel jugado como sistema integrante de una realidad concreta que, -junto a la geometría-, permite definir la forma de un edificio.

Transcribiendo una cita que realiza el profesor Salvador Peláez del historiador M. Bloch, en la que pone de manifiesto la hondura de este tipo de investigaciones, *los estudios metrológicos ingratos solo superficialmente se transforman en manos del investigador inteligente, en herramientas de investigación capaces de revelar las grandes corrientes civilizadoras.*

Así, en su trabajo, Soler Sanz realiza un análisis comparativo entre los estudios presentados sobre el Panteón romano por los arquitectos renacentistas Serlio y Palladio, para tratar de averiguar qué patrones y unidades emplearon como referencia para medirlo y conocer y verificar su equivalencia con el sistema métrico decimal actual.

El diámetro del Panteón de Roma medido en metros es una cifra inexpresiva y no todos los autores coinciden ni en la cifra ni en la interpretación. Hay quien afirma que el diámetro equivale a 150 pies capitolinos de 29,57cm, o sea 44,35metros, pero otros tratados consideran una longitud menor. Nos quedaría la duda de si serán ciertos los 150 o la unidad de longitud considerada. (...)

¹⁵² JIMÉNEZ MARTÍN, A. Y PINTO PUERTO, F., *Levantamiento y análisis de edificios. Tradición y futuro*. Ed. Universidad de Sevilla. Sevilla, 2003, Pág. 136.

Tine Kurent fundamenta que los 43,50 metros de diámetro equivalen a 98 cúbitos romanos de 0,4439 metros (147 pies de 29,57), pues habitualmente los romanos tomaban diámetros múltiplos de 7. El hecho de considerar π igual 22/7 conduce a que la longitud de la circunferencia sea un número entero si el diámetro es múltiplo de 7, que aquí serían 308 cúbitos ó 462 pies.

Opinamos que Kurent se aproxima a la realidad, puesto que como veremos más adelante hay muchos esquemas que se apoyan en circunferencias donde los diámetros son múltiplos de 7.

(...) Serlio divide el palmo en 12 dígitos y estos en cuatro minutos. Palladio, como está establecido, divide el pie en 12 uncías o pulgadas, y éstas también en 4 minutos (el pie contiene 1 pulgadas o 16 dígitos), luego hay discrepancia en lo que sería un minuto.

Por todo ello, es conveniente al estudiar una obra arquitectónica conocer la unidad de longitud utilizada o el módulo, pues lo que expresado en metros puede parecer una longitud arbitraria, corresponde a un número de unidades clásicas locales. Téngase en cuenta que, en muchos casos, la unidad utilizada no es la autóctona sino la de procedencia de los constructores, e incluso en una misma construcción cambian de unidad.¹⁵³

En todos los autores antiguos se observa una intención de cuantificar los elementos que se han de manejar para la creación de una obra bella.

La belleza está precisamente en el mundo de la aritmética y de la geometría, según los pensadores de la larga serie que cuenta con nombres más conocidos como son los de Pitágoras, Plotino, y San Agustín; esta belleza es tanto más elevada cuanto más sencilla sean las relaciones matemáticas.¹⁵⁴

El arquitecto medieval determinaba todas las dimensiones de sus edificios por medios geométricos, en función de una unidad básica; en base a ella y por medio de figuras geométricas sencillas, obtenía las demás dimensiones.¹⁵⁵

¹⁵³ SOLER SANZ, F., *Trazados Reguladores Octogonales en la Arquitectura Clásica*. Ed. General de ediciones de Arquitectura. Valencia, 2008, Pág. 17.

¹⁵⁴ MOYA BLANCO, L., *Arquitectura Cortes y otros escritos*. Ed. Servicio de Publicaciones COAM. Madrid, 1993, Pág. 369.

¹⁵⁵ MERINO DE CÁCERES, J. *Planimetría y metrología en las catedrales Españolas*. Lección 2. *La memoria Histórica*, Capítulo I, *Metodología de la restauración y de la rehabilitación* Tomo II. Tratado de Rehabilitación. Editorial Munilla-Lería. Madrid, 1999, Pág. 53.

Si observamos a los Maestros medievales vemos que, junto con otros instrumentos de geometría, tienen una escuadra en la mano, una escuadra de ángulo recto exterior. La escuadra, pues, no sólo debe tener un valor geométrico (o proyectual como diríamos ahora) sino que ella misma debe poseer las medidas, debe estar hecha con términos de las Series TC (series de los números que comprenden las medidas empleadas en la construcción del edificio).¹⁵⁶

9.2- La antropometría.

9.2.1- Los patrones.

En las medidas de longitud ha sido históricamente constante el uso, como unidad, de hipotéticas correspondencias con partes del cuerpo humano o con determinadas actividades humanas. Así, de esta forma, fueron establecidas con valores no siempre coincidentes, *brazos, codos, pulgadas, pies, pasos...etc.* Con el tiempo fueron ganando abstracción *vara, legua, etc.* Pero nunca se desprendieron de sus orígenes antropométricos, hasta que llegó el momento crucial de la revolución francesa.

El dictum de Protágoras: “El hombre es la medida de todas las cosas”. Merecería,- con permiso de los dioses-, presidir la entrada de nuestras escuelas de Arquitectura.

En efecto, el cuerpo humano actúa como una estructura permanente de referencia, de canon tanto de la perfección espacial como de su belleza.

En él se encuentra el origen del relativismo subjetivo de la apreciación; supone un desafío y opción frontal propia del racionalismo platónico¹⁵⁷

¹⁵⁶ LLOVERAS I MONTSERRAT, K., *La Piedra de Mesura de Veruela*. Ed. Servicio de Cultura de la Diputación de Zaragoza. Zaragoza, 1990, Pág. 15.

¹⁵⁷ DE LA HOZ ARDERIUS, R., *Varia Espacial*. Discurso leído por el académico electo, el 20 de enero de 1991 en Madrid ante los miembros de la Academia de San Fernando.



La tabla de Pitágoras, LA ESCUELA DE ATENAS (Rafael)

El profesor Peláez propone acudir a las siguientes fuentes para el estudio de los sistemas metrológicos: *En primer lugar se estudian las obras 1) de Matemáticas que englobarían a las Aritméticas, las cuales, constituyen uno de los principales vehículos de difusión de las unidades metrológicas y de sus divisiones, así como una de las principales fuentes de la metrología histórica, y 2) a las Geometrías prácticas.*¹⁵⁸ En directa relación con las anteriores están las obras de Agrimensura, las obras dedicadas a la instrucción de oficios y, entre estas especialmente las obras dedicadas a la Arquitectura, en las que se definían la formación de las ordenanzas y control de fieles y almotacines¹⁵⁹ que constituyen una valiosa fuente de información para conocer el control municipal y nacional de pesos y medidas.

9.2.2- Los patrones antropométricos.

- 1- Las medidas empleados por el pueblo Hebreo.
- 2- El canon de Vitruvio.
- 3- El canon de San Agustín.
- 4- Los patrones empleados en la Edad Media.
- 5- Los sistemas métricos en los tratadistas; Durero, Diego de Sagredo, Simón García y Caramuel.

¹⁵⁸ SALVADOR PELÁEZ, F. *Los pesos y medidas en la monarquía hispánica de los siglos XVI y XVII. Fuentes Normas y usos metrológicos*. Tesis doctoral, Universidad de Valencia 1998, Pág. 106.

¹⁵⁹ DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. Tomo I, Real Academia de la Lengua. Ed. Espasa Calpe. Madrid 1992. *Almotacén; Persona que se encargaba oficialmente de contrastar los pesos y medida*, Pág. 111.

Las proporciones surgieron por la necesidad de comparar magnitudes con un patrón referencial. Para las culturas primitivas dichos patrones eran partes del cuerpo humano. La operación de medir tomó como patrones los tramos de los diversos miembros del cuerpo humano, relacionándolos entre sí por números sencillos; el codo, el pie, el palmo o el dedo.

Kostof, en el libro dedicado a la historia de la profesión del Arquitecto, recuerda determinados procedimientos del pasado que siguen presentándose en la actualidad:

La presencia de arquitectos está documentada ya en el tercer milenio anterior a Cristo. Los símbolos gráficos de las prácticas arquitectónicas hacen su aparición aún antes, como por ejemplo, el plano de un conjunto residencial en una pintura mural del séptimo milenio a.C. en Catal Höyük, en Asia Menor. (...)

(...) se puede suponer que los arquitectos se extendieron a partir del momento en que existió el deseo de un entorno artificial sofisticado, ya que los edificios de tamaño considerable o con un cierto grado de complejidad deben ser concebidos por alguien antes de poder empezar su construcción.

Esto es lo que son los arquitectos, personas que conciben edificios. Lo que hacen es diseñar, es decir, proporcionar imágenes concretas para que pueda erigirse una nueva estructura. La tarea primordial del arquitecto, entonces como ahora, es comunicar cómo debe ser y qué aspecto deben tener los edificios propuestos.

(...) Se interesa por los arquitectos, principalmente, como hacedores de este producto, solamente. La educación y formación del arquitecto en diferentes épocas y en diferentes ámbitos culturales, el proceso del ejercicio de la arquitectura, la estructura de la profesión y el nivel social del arquitecto, todos estos temas han tenido una importancia secundaria. Pero su importancia para la comprensión de los cánones de los monumentos antiguos, que son el instrumento y la carga de los historiadores de la de la Arquitectura, es inagotable.¹⁶⁰

... en el periodo Babilónico, se suponía que los reyes guardaban el secreto de las medidas, y ellos mismos establecían la dimensiones del templo e iniciaban la construcción.¹⁶¹

¹⁶⁰ KOSTOF, S. (coord.), *El arquitecto: Historia de una profesión*. Ed. Cátedra. Madrid 1984, Pág. 9.

¹⁶¹ Idem anterior, Pág. 14.

*Un puñado de dibujos arquitectónicos muestra el lenguaje gráfico del diseño egipcio. Las fuentes pictóricas, es decir, las representaciones de construcciones en murales y relieves, proporcionan más información. Los dibujos se hacían con plumas de caña en superficies como el papiro y el cuero. (...) Los instrumentos de dibujo eran la regla, la escuadra y el triángulo. Las reglas de madera, divididas en codos; el codo, medida principal de la arquitectura egipcia, estaba a su vez subdividida en 7 palmos (palmo menor o palma), y cada palmo en cuatro dedos. (...) El codo real representaba la longitud del antebrazo desde el codo hasta la punta del dedo corazón, y un codo más pequeño, usado en la dinastía XXVI, la longitud del antebrazo hasta la punta del pulgar. Los palmos provenían de la anchura de la mano, y los dedos, de la longitud del índice.*¹⁶²

Las medidas empleadas por el pueblo Hebreo¹⁶³.

Las primeras referencias a estos patrones se encuentran en la Biblia, en la descripción para la construcción del Arca de Noé. Del mismo modo, las primeras manifestaciones culturales del hombre se sitúan en las tierras de Mesopotamia, entre las orillas de los ríos Tigris y Éufrates.

El profesor Ruiz, en la página 38 de su libro, presenta un trabajo realizado por la Universidad de Pensylvania, referido a la Misión de Babilonia, que puede establecerse en torno al año 3.000 a.C., mediante los trabajos que condujeron a datar numerosas tablillas de contenido matemático procedentes de las excavaciones de Nippur, junto con documentos catastrales y planos de casas y fragmentos de ciudades. Y, en los que se concluye poniendo de manifiesto que: *De estos restos puede deducirse la existencia de cierto saber aritmético desde la época sumeria. (...) Se basaba en un sistema de numeración con notación parcialmente posicional. Junto a la base sesenta y sus potencias, –‘sar’ o sesenta al cuadrado y ‘gran sar’ o sesenta al cubo-, se empleaba el diez como base secundaria para los números del 1 al 59.*

Continúa más adelante diciendo. *El complemento operativo de una geometría y una aritmética elemental es sin duda un adecuado sistema de medidas. Y en efecto, tanto los sumeros-arcadios como los egipcios elaboraron sus grandes patrones metrológicos, de*

¹⁶² Ídem anterior, Pág. 16.

¹⁶³ Comentario Final. de LA SAGRADA BIBLIA. ANTIGUO TESTAMENTO. tomo III. Ed. EUNSA. Pamplona, 2000, Pág. 673 y ss.

El pueblo Hebreo, fue receptor de las grandes culturas antiguas, constituido por un reducido número de miembros, que a lo largo de la historia tuvieron que desplazarse de una región a otra, entablando relación con un gran parte de las civilizaciones del momento.

los que derivaron sus sistemas los hititas, los asirios, los fenicios y los hebreos, y posteriormente fueron transmitidos a las culturas mediterráneas.

Ruiz, caracteriza el sistema de medidas en Mesopotámia, de la siguiente manera: *Está comprobado que el conjunto de unidades de medida empleado por los sumerios formaba un sistema cerrado, (...) donde las medidas de longitud, capacidad y peso, se relacionaban entre sí de manera sencilla. (...)*

Las medidas de longitud... se basaban en el codo, que parece haber tenido dos valores distintos: el más antiguo denominado codo ordinario, y otro posterior o neobabilónico, usado a partir del 600 a C. No hay acuerdo sobre la longitud real, aunque la teoría de Thureau, que deduce su valor de las varas de medir encontradas, parece verosímil: en las estatuas de Gudea se representa una regla dividida en 16 dedos, que permitió establecer un valor de 495mm. para un codo de 30 dedos.

Por otra parte, si los ladrillos de la construcción mesopotámica adoptaban medidas estándar, la frecuencia con que aparece en sus fábricas la dimensión de 33cm. Hace pensar en un pie de esta magnitud. Y, siendo 1 pie = 2/3 de codo, se deduce de este razonamiento un codo de 49,5cm., que confirma la teoría de Thureau.¹⁶⁴

De entre los pueblos que habitaban estas tierras destacamos el que formó el patriarca Abrahán, originario de Ur de la región de Caldea, y que pasó a llamarse el Pueblo Hebreo.

Con el paso del tiempo, tras la venida de Jesús, se levantaron numerosas edificaciones conmemorativas de su paso por estas tierras y entre ellas tiene especial interés la iglesia del Santo Sepulcro que conmemora el lugar en el que fue enterrado, en donde resucitó y donde se apareció después de muerto. Este edificio se dibujaba, se medía y copiaba por todo el orbe conocido. Y como este muchos otros edificios de la ciudad Santa de Jerusalén.

Por ello tiene un especial interés conocer los antecedentes de los sistemas métricos que emplearon y las relaciones culturales y comerciales que establecieron y que propiciaron un enriquecimiento fruto del intercambio que mantuvieron.

¹⁶⁴ RUIZ DE LA ROSA, J. A., *Traza y Simetría de la Arquitectura; En la Antigüedad y en el Medioevo*. Ed. Universidad de Sevilla. Sevilla 1987, Pág. 48.

A partir de los escritos bíblicos se tiene constancia de la utilización de ciertas unidades de medida desde el siglo XVIII a C, cuando parece que tuvo lugar la llegada de Abrahán a Canaán de Galilea. Varios siglos más tarde, ante la llegada de tiempos de gran hambruna, se vieron obligados a emigrar a las tierras de la ribera del Nilo, durante un largo periodo de tiempo, donde mantuvieron contacto con la cultura egipcia. Hasta que Moisés, después de un largo peregrinar por el desierto, condujo de nuevo al pueblo hebreo a la tierra prometida en torno al siglo XIII a. C.

En tiempos del rey Nabucodonosor (siglo VI a C.) parte del Pueblo Hebreo fue deportado al destierro, a la ciudad de Babilonia, permaneciendo allí más de seiscientos años conviviendo con la cultura mesopotámica. Después de la deportación, en tiempos próximos a Jesús, establecieron relación comercial y cultural con los pueblos greco-romanos hasta caer bajo la dominación romana formando parte del imperio como provincia de este.

Se pasa a enumerar a continuación las citas más significativas sobre el empleo de patrones de origen antropométrico que aparecen en algunos de los libros de la Sagrada Escritura, tanto en el Antiguo, como en el Nuevo Testamento.

Los pasajes de la Biblia en los que se hace referencia a medidas antropométricas, que resaltan por su aplicación directa, son los siguientes: En el Libro del Génesis Dios ordena a Noé construir un Arca de grandes dimensiones.¹⁶⁵ Recogidas las características de la forma y dimensiones en el Libro del Génesis capítulo 6, versículos 13-20. En el Libro 1 de los Reyes, se describe meticulosamente la construcción del Templo por Salomón. Y, por último dos visiones, la del nuevo Templo y el altar, del profeta Ezequiel y la visión del nuevo mundo, la Jerusalén celestial, en el Libro del Apocalipsis de San Juan.

Dimensiones del Arca.

*Dijo Dios a Noé: He decidido poner fin a todo mortal, porque a causa de ellos la tierra se ha llenado de violencia: por eso voy a exterminarlos de la tierra: Hazte un arca de madera de ciprés; harás en el arca diversos compartimentos y los calafatearás con breá por dentro y por fuera. Así has de fabricarla; el arca tendrá trescientos codos de largo, cincuenta codos de ancho y treinta codos de alto. Abrirás un tragaluz de un codo del techo, colocarás la puerta del arca en un costado, harás tres pisos.*¹⁶⁶

¹⁶⁵ LA SAGRADA BIBLIA. ANTIGUO TESTAMENTO. Tomo I, *Pentateuco*. Traducción coordinada José María Casciaro Ed. EUNSA. Pamplona, 2004, Pág. 76.

¹⁶⁶ Ídem anterior, Pág. 76.

El comentarista de la Sagrada Biblia aclara con la siguiente nota en la cita a San Agustín diciendo que: *Al mandar Dios a Noé que construyera un arca para escapar en ella con los suyos de la devastación del diluvio, es, “sin duda –afirma san Agustín-, una figura de la Ciudad de Dios que peregrina en este mundo, es decir, de la Iglesia, que se salva por el leño en que pendió el mediador entre Dios y los hombres, el hombre Cristo Jesús. Las medidas de la longitud, altura y anchura son símbolo del cuerpo humano, en cuya realidad vino a los hombres (...) La puerta abierta en el costado del crucificado...” (La Ciudad de Dios 15,16).*



El arca de Noé (Pintura del estadounidense Edward Hicks)

Dimensiones del Templo de Salomón.

El Libro Primero de los Reyes 6,1-10 narra cómo la sabiduría de Salomón vuelve a ponerse en evidencia en el hecho de que su primera decisión fue la de construir el Templo buscando con eficacia lo necesario para su empresa y llevarla a cabo con generosidad. (Pág. 520) *La construcción del Templo por el rey Salomón es uno de los acontecimientos más relevantes en la historia de Israel; de ahí que se describa con tantos detalles. De esa descripción minuciosa se deduce que era un templo de planta rectangular de treinta y tres metros de largo, once de ancho y dieciséis de alto, y que delante había un atrio descubierto de la misma anchura y de cinco metros de largo.*¹⁶⁷

¹⁶⁷ LA SAGRADA BIBLIA. ANTIGUO TESTAMENTO. Tomo II, *Libros históricos*. Traducción coordinada José María Casciaro. Ed. EUNSA. Pamplona, 2004, Pág. 517.



Templo de Salomón

El año cuatrocientos ochenta de la subida de los israelitas del país de Egipto, el cuarto año del reinado de Salomón sobre Israel, en el mes de Ziv, es decir, el segundo mes, se comenzó a construir el templo del Señor. El Templo que el rey Salomón construyó al Señor tenía setenta codos de largo, veinte de ancho y treinta de alto. El vestíbulo delante del Santuario del Templo medía veinte codos conforme al ancho del Templo, y diez codos desde el frontal del Templo. Puso en el Templo ventanas con marcos y celosías. Edificó, adosada al mismo Templo, una galería que rodeaba los muros del templo, el Santuario y el Santo de los Santos; y construyó habitaciones laterales todo alrededor. A lo ancho, la galería de abajo tenía cinco codos; la del medio seis y la tercera siete, por que puso salientes por fuera alrededor del Templo para que las vigas no entrasen en los muros del Templo.

Interior del Templo. En la parte posterior del Templo se recubrió con veinte codos de madera de cedro, desde el suelo hasta lo alto de las paredes; y los destinó a camerín del Santo de los Santos. El Templo, es decir, el Santuario de delante tenía de medida cuarenta codos. El ancho en el interior tenía bajorrelieves de frutas y guirnaldas de flores. Era todo de cedro sin que se viese la piedra.

El Santo de los Santos era de veinte codos de largo, veinte de ancho y veinte de alto, y lo recubrió de oro puro. El altar, en cambio, lo hizo de cedro.

Dimensiones del Altar Nuevo.

En el Libro de Ezequiel. Capitulo, 43 versículos, 13-17, el profeta escribe desde el destierro o deportación en Babilonia en los capítulos 43 y siguientes la gloria de Dios en el Templo. Visión profética de un Templo ideal; El altar nuevo; En la distribución del

territorio de Israel; Otras distribuciones; El torrente del Templo; Las fronteras del nuevo Israel; Y la nueva Jerusalén. De entre estas cabe destacar la descripción que realiza del *Altar nuevo*.

Estas son las medidas del altar en codos. Un codo antiguo tiene un codo y un palmo (o palma; palmo menor de cuatro dedos).¹⁶⁸ El hueco del altar tenía un codo de alto y uno de ancho. Y el reborde que lo rodeaba era de un palmo. Ésta era la altura del altar; desde la base que está en el suelo hasta la planta inferior, dos codos de alto por uno de ancho; y desde la plataforma inferior hasta la superior cuatro codos de alto por uno de ancho. El hogar del altar tenía cuatro codos. Desde el hogar salían hacia arriba cuatro cuernos. El hogar de la plataforma superior tenía doce codos de largo por doce de ancho, era un cuadrado de lados iguales. La plataforma tenía catorce lados; el reborde que lo rodeaba era de medio codo, y el hueco de un codo todo alrededor. Sus escaleras estaban vueltas hacia oriente.¹⁶⁹

Descripción de la Jerusalén Celestial.

Y, en el Nuevo Testamento en el Libro del Apocalipsis de san Juan. Capitulo 21, el apóstol profetiza con la Institución de un mundo nuevo: La nueva creación, la Jerusalén mesiánica.¹⁷⁰

Vi un cielo nuevo y una tierra nueva, pues el primer cielo y la primera tierra desaparecieron, y el mar ya no existe. Vi también la ciudad santa la nueva Jerusalén (...) El que estaba sentado en el trono dijo: Mira, hago nuevas todas las cosas. Y, añadió: Escribe; Esta palabra son fidedignas y veraces. También te dijo: Ya está hecho. Yo soy el Alfa y la Omega, el principio y el fin...

El párrafo siguiente nos describe el trazado de la ciudad.

Ven, te mostraré a la novia, la esposa del Cordero. Me llevó en espíritu a un monte de gran altura y me mostró la ciudad santa, Jerusalén, que bajaba del cielo de parte de Dios, reflejando la gloria de Dios. Su luz era semejante a una piedra preciosísima, como la piedra de jaspé, transparente como el cristal. Tenía una muralla de gran altura con doce puertas, y sobre las puertas doce ángeles y unos nombres escritos que son los de las

¹⁶⁸ 1pie=12 pulgadas =16 dedos = 4 palmos menores (o palmas)

1 palmo (mayor) = 9 pulgadas = 12 dedos = 3 palmos menores (o palmas).

¹⁶⁹ LA SAGRADA BIBLIA. ANTIGUO TESTAMENTO. *Libros proféticos*. Tomo III. Traducción coordinada José María Casciaro. Ed. EUNSA. Pamplona, 2004, Pág. 746.

¹⁷⁰ NUEVO TESTAMENTO, *El Apocalipsis* Traducción de Antonio Fuertes. Ed. Rialp. Madrid, 1998, Pág. 733.

doce tribus de los hijos de Israel. Tres puertas al oriente, tres puertas al norte, tres puertas al sur y tres puertas al occidente. La muralla de la ciudad tenía doce pilares y en ellos los doce nombres de los doce apóstoles del Cordero.

El que hablaba conmigo tenía una caña de oro para medir la ciudad, sus puertas y su muralla. El trazado de la ciudad era cuadrado: su longitud era tanta como la anchura. Midió la ciudad con la caña y tenía doce mil estadios, su longitud, anchura y altura eran iguales. Midió también la muralla, tenía ciento cuarenta y cuatro codos, según la medida humana usada por el ángel.

Las piedras de su muralla eran de jaspe, y la ciudad era de oro puro parecido al cristal puro. Los pilares de la muralla de la ciudad estaban adornados con toda clase de piedras preciosas. El primer pilar era de jaspe, el segundo de zafiro, el tercero de calcedonia, el cuarto de esmeralda, el quinto de sardónica, el sexto de cornalina, el séptimo de crisolito, el octavo de berilo, el noveno de topacio, el décimo de crisoprasa, el decimoprimer de jacinto y el decimosegundo de amatista. Las doce puertas son doce perlas. Cada una de las puertas estaba hecha de una sola perla...¹⁷¹

A continuación se exponen las relaciones aproximadas entre los distintos patrones empleados por el Pueblo Hebreo y su equivalencia con el actual sistema métrico decimal. Teniendo en cuenta que las cifras que se dan son meramente orientativas, ya que en la antigüedad nunca hubo un sistema de exactitud equiparable al actual.

De longitud:

- *Codo.* Distancia desde la punta del codo hasta el extremo del dedo medio.
- *Palmo.* Distancia desde el extremo del dedo pulgar hasta el del dedo meñique de una mano extendida.
- *Palmo menor.* Ancho de la mano donde arrancan los dedos.
- *Dedo (Pulgada)* Ancho del dedo pulgar.
- *Caña.* 6 codos

¹⁷¹ Ídem anterior, Pág. 734.

Sistema de cálculo	1 caña = 6 codos etc.			
Caña	1			
Codo	6	1		
Palmo	12	2	1	
Palmo menor	36	6	3	1
Dedo	144	24	12	4

De distancia:

- *Milla*. Denominación romana 1.000 pasos dobles 8 estadios 1,5 Kilómetros
- *Estadio*. Denominación griega 185-200metros
- *Braza*. Longitud entre los extremos de los dos brazos extendidos (4 codos o 6 pies) equivalente 1/100 estadios 1,8 metros
- *Pie*. Denominación griega 1/600 estadios igual a 30,8centímetros

Asimismo, hay que reseñar por su importancia e influencia en la vida cotidiana del pueblo y en sus costumbres la configuración del “*Calendario Hebreo*” y *el calendario de las Fiestas*.¹⁷²

El mes hebreo era lunar, de 29 ó 30 días. El inicio del mes se fija con el comienzo de la fase que da paso a luna nueva. El año religioso constaba de 12 meses lunares y comprendía entre 353-355 días; para aproximarse al año solar, se añadía un segundo “mes de Adar” (siete veces en 19 años a intervalos regulares). En tiempos de Jesús también se utilizaban los nombres macedonios y romanos (de los que derivan los nombres actuales en castellano).

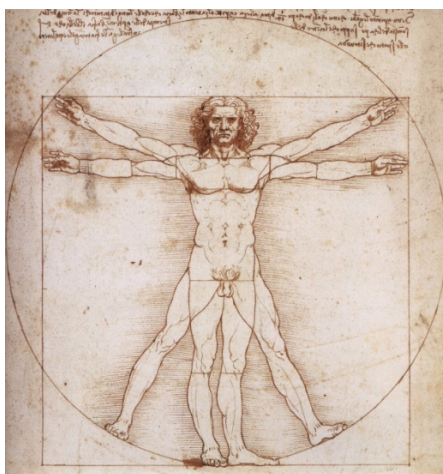
Como la luna empieza a ser visible por la tarde, el día hebreo se inicia con lo que para nosotros es la víspera y dura hasta la siguiente puesta de sol. El día, desde el amanecer hasta el ocaso, se dividía en 12 horas, y la noche, en tres viglias. Más tarde por influjo romano la noche se dividió en cuatro viglias de tres horas.

El canon de Vitruvio.

En su tratado sobre Arquitectura, expone el sistema de proporciones más completo y claro de los que nos han llegado de la Antigüedad y por ello se adjunta como base de este trabajo.

¹⁷² Ídem anterior, Pág. 674 y ss.

En el libro III de su obra, plantea el problema de las proporciones adecuadas al tema más noble de la Arquitectura: “Los templos de los dioses inmortales.” Lo resuelve proponiendo que estas proporciones sean las del cuerpo humano, que explica del siguiente modo en el Capítulo I del Libro III.



El hombre de Vitruvio

Compuso la naturaleza el cuerpo del hombre de suerte que su rostro, desde la barba hasta lo alto de la frente y raíz del pelo, es la décima parte de la altura. Otro tanto es la palma de la mano desde el nudo de la muñeca hasta el extremo del dedo largo. Toda la cabeza desde la barba hasta lo alto del vértice o coronilla es la octava parte del hombre. Lo mismo es por detrás, desde la nuca hasta lo alto. De lo alto del pecho hasta la raíz del pelo es la sexta parte: hasta la coronilla la cuarta. Desde lo baxo de la barba hasta lo inferior de la nariz es un tercio del rostro: toda la nariz hasta el entrecejo otro tercio; y otro desde allí hasta la raíz del pelo y fin de la frente. El pie es la sexta parte de la altura del cuerpo; el codo la cuarta; el pecho también la cuarta.

Asimismo el centro natural del cuerpo humano es el ombligo, pues tendido el hombre supinamente, y abiertos los brazos y piernas, si se pone un pie del compás en el ombligo, y se forma un círculo con el otro, tocará los extremos de los pies y manos. Lo mismo que en el círculo sucederá con un cuadrado; porque se mide desde las plantas a la coronilla, y se pasa la medida transversalmente, resultando un cuadrado perfecto.¹⁷³

Y, el profesor Moya nos matiza de la siguiente manera diciendo:

¹⁷³ VITRUVIO POLIÓN, M. *Los Diez Libros de Arquitectura*. Traducido por Agustín Blázquez. Ed. Iberia S.A. Barcelona, 1970, Pág. 67-69

El Canon de Policleto, tal como lo realizó en el Doríforo y como lo explicó Plinio el Viejo, es más complicado; además las medidas reales de dicha estatua no cumplen exactamente la condición pitagórica de relacionarse, entre ellas y con la estatura total, mediante razones de números bajos.

Vitruvio consigue estas relaciones sencillas de medidas, aunque para ello se separa de las dimensiones reales que se encuentran en la estatuaria antigua y en estudios modernos de anatomía. El sistema que expone, siguiendo una tradición helenística, es una aproximación a la realidad observable, convertida en un sencillo esquema geométrico fundado en relaciones sencillas entre números enteros bajos.

No interesa los datos que aportan los sentidos por su falta de exactitud, según lo dicho por Sócrates; el cual añade más que el mismo Felón: "El cuerpo estorba al alma para el conocimiento de la verdad." Siendo así, las proporciones se poseen en el intelecto antes y con más exactitud que las obtenidas mediante la observación; es lo contrario de la sentencia aristotélica: "Nada hay en el intelecto que no haya estado antes en los sentidos." (...) La longitud del pie, es preciso hacer notar que existe gran diferencia entre lo indicado en el texto de Vitruvio y la realidad medida en las estatuas antiguas y en la anatomía moderna¹⁷⁴.

En los Diez Libros de Arquitectura escritos por el arquitecto romano Vitruvio, aparecen estudios de las proporciones de los órdenes clásicos y analiza con detalle las principales medidas de la figura humana.

Vitruvio, el más antiguo interprete de la arquitectura romana, en su Tratado de Arquitectura, Libro III capítulo I expone: ... *si la Naturaleza ha formado el cuerpo humano de manera que sus miembros queden en su conjunto determinadas proporciones, parece que los antiguos con razón decidieran que al realizar ellos sus construcciones observarían una exacta proporcionalidad entre las medidas de cada una de sus partes y el conjunto de su forma exterior.*¹⁷⁵ Emplea partes y miembros para referirse al edificio en clara alusión a la concordancia o correspondencia de modo análogo con las partes y miembros del cuerpo humano. En los estudios sobre las proporciones de los órdenes clásicos se analizan las relaciones establecidas, con todo detalle, entre estas y las medidas establecidas en la figura humana.

¹⁷⁴ MOYA BLANCO, L. *Arquitectura Cortes y otros escritos*. Ed. Servicio de Publicaciones COAM. Madrid, 1993, Pág. 367

¹⁷⁵ VITRUVIO POLIÓN, M. *Los Diez Libros de Arquitectura*. Traducido por Agustín Blázquez. Ed. Iberia S.A. Barcelona, 1970, Pág. 68.

*Vitruvio en su papel de arquitecto, da normas, que en su sencillez ofrece mejores perspectivas para realizar un análisis: De origen griego debe ser la diferenciación entre resto y cabeza, como módulo de la altura del hombre ideal; Este puede ser inscrito en un círculo, cuyo centro es el ombligo; o bien en un cuadrado, cuyo centro cae sobre los genitales. En el cuadrado es donde puede comprobarse las proporciones de la norma vitrubiana; el rostro cabe diez veces en la altura total, el resto es igual que la mano.*¹⁷⁶

Ahondando en el fondo Vitruviano del Tratado, el profesor Chafión manifiesta: *...sin duda Vitruvio, en antropometría, ha adaptado una norma sintética no carente de ese elemento subjetivo que es inherente a toda interpretación; pero en esencia, su concepción de las medidas del hombre, es heredada de la Grecia Clásica. (...) Vitruvio conoce el tratado escrito por el escultor griego Policleto sobre las proporciones humanas, que no ha llegado hasta nosotros y, sólo lo conocemos a través de otros autores que lo mencionan. (...) Su obra escultórica, El Doríforo, en copia romana posterior al siglo V a C, ha sido considerada siempre como el modelo en que se aplicaron todas las normas descritas en el tratado por el mismo Policleto.(...) Vitruvio ha llegado a una exagerada simplificación, con normas sencillas y sin complicaciones...*¹⁷⁷

Y, en su estudio de la simetría: *No hay nada que el arquitecto deba cuidar más que las proporciones exactas de su edificio, tomando como punto de referencia cierta parte elegida como patrón. (Libro 1, capítulo 2, apartado 6 de los Diez libros sobre Arquitectura)*¹⁷⁸

El canon de San Agustín.

*Con más realismo San Agustín propone, en la "Carta Académicos", como primeras realidades aquellas relaciones matemáticas que son la verdad absoluta en cualquier lugar y tiempo; por tanto son para él, al modo platónico, preferibles a los datos de la observación, expuestos a errores y nunca constantes.*¹⁷⁹

¹⁷⁶ Tratado de SIMÓN GARCÍA XVII Arquitecto de Salamanca y RODRIGO GIL XVI arquitecto de Segovia, titulado: *Compendio de Arquitectura y simetría de los templos conforme a la medida del cuerpo humano con algunas demostraciones de geometría*. Año 1681. Ed. facsimil. Ed. C.O.A. Valladolid. Valladolid 1990, Pág. 22.

¹⁷⁷ Ídem anterior, Pág. 15.

¹⁷⁸ KOSTOF, S. (coord.), *El arquitecto: Historia de una profesión*. Ed. Cátedra. Madrid 1984, Pág. 74.

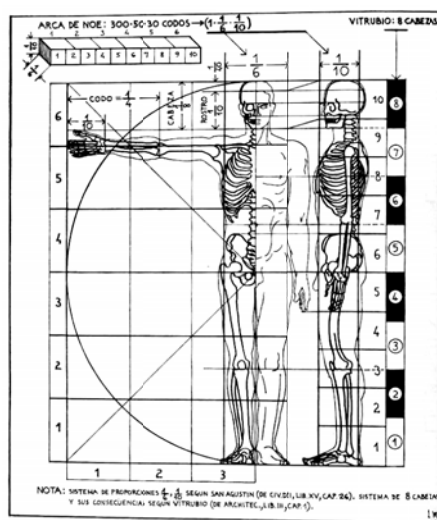
¹⁷⁹ Ídem anterior, Pág. 367 y ss.

El académico Luís Cervera Vera, afirma que en el libro “*La Ciudad de Dios*” (Libro XV, Capítulo 26) de San Agustín existe una importante referencia a las proporciones del cuerpo humano sin precedentes en los autores de la Antigüedad.

El punto de partida de San Agustín es el pasaje del Génesis, 6,15, donde trata de las medidas del Arca de Noé. Es de notar, que en este texto se indican las dimensiones del Arca escuetamente, sin ninguna explicación ni referencia al cuerpo humano ni a ningún objeto. San Agustín, encuentra que son dimensiones apropiadas a la proporción de un cuerpo humano; las aplica al cuerpo del “Hombre Cristo Jesús”, considerado como Arca de salvación, prefigurado en el Arca de Noé. La expresión de san Agustín es la siguiente:

Las medidas de longitud, altura y anchura son símbolo del cuerpo humano. En efecto, la longitud del cuerpo humano desde la coronilla a los pies es de seis veces tanto como la anchura que hay dos de un costado al otro, y diez veces tanto como la altura, que se mide en el costado desde la espalda al vientre. Así, si mides a un hombre tendido boca abajo o boca arriba, es seis veces más largo desde la cabeza a los pies que ancho derecha a izquierda o de izquierda a derecha, y diez veces más que alto desde el suelo.

*Por eso, el Arca se hizo de trescientos codos de largo, cincuenta de ancho y treinta de alto.*¹⁸⁰



MOYA BLANCO, L. *Arquitectura Cortes y otros escritos*

¹⁸⁰ SAN AGUSTIN DE HIPONA, *La Ciudad de Dios*. Edición preparada por Fr. José Morán, OSA. Biblioteca de Autores cristianos, Madrid, 1985, Pág. 5 y ss.

El profesor Moya ratifica lo anteriormente expuesto: *Por lo tanto, la longitud del Arca (300 codos) es igual a 6 veces su anchura (50 codos) y a 10 veces su altura 30 codos. Aplicadas estas proporciones al cuerpo humano, en la forma en que indica el texto anterior, se ve que no contradice a Vitruvio; por el contrario, completan su descripción y llenan algunas lagunas que se observan en ésta. Esto se hace patente en la figura adjunta, que reúne los sistemas de Vitruvio y san Agustín, o sea la división de la estatura de seis, ocho y diez partes; la primera y la última son de san Agustín y la intermedia de Vitruvio. Con estas divisiones, y sus consecuencias se consigue determinar un gran número de puntos importantes obtenidos de algunos buenos estudios anatómicos modernos como los que se encuentran citados en las obras de M. Ghyka; estos puntos pertenecen al esqueleto y al cuerpo completo.*¹⁸¹

Los patrones empleados en la Edad Media.

*(...)Pero a partir del siglo XIII la tendencia hacia la proporción clásica de ocho cabezas, se va generalizando lentamente, hasta imponerse en forma definitiva en el siglo XIV. La Edad Media, -con su herencia clásica y las aportaciones de Bizancio y del Islam-, establece sus propias interpretaciones metafísicas sobre la visión tradicional de la estructura del cuerpo humano como microcosmos, llegando a normas prácticas de aplicación en que describe la observación de la naturaleza para enriquecer el sentido simbólico.*¹⁸²

Una referencia de primer orden por la proximidad en el tiempo y la relación con el insigne personaje *Arnau de Vilanova*, tan vinculado a Valencia son los dos manuscritos de **Bertrand Boysset**, los tratados: *La siensa de destrax* y *La siensa d'atermenar*, escritos hacia de finales del siglo XIV, básicamente se refieren al arte de amojonamiento y la agrimensura, de gran valor por su carácter pragmático y directo.

El profesor, Carlos Esteve de la universidad de Granada, en su estudio sobre estos tratados, pone de manifiesto la influencia geométrica italiana y detalla la precisión del relato de los procedimientos y de las sugerentes imágenes que lo acompañan. *En ellas describe los trabajos de amojonamiento, y partición de terrenos junto con los instrumentos que utiliza como las destres o reglas de madera de diferentes medidas,*

¹⁸¹ MOYA BLANCO, L. *Arquitectura Cortes y otros escritos*. Ed. Servicio de Publicaciones COAM. Madrid, 1993, p. 370.

¹⁸² Tratado de SIMÓN GARCÍA XVII Arquitecto de Salamanca y RODRIGO GIL XVI arquitecto de Segovia, titulado: *Compendio de Architectura y simetría de los templos conforme a la medida del cuerpo humano con algunas demostraciones de geometría*. Año 1681. Ed. facsimil. Ed. C.O.A. Valladolid. Valladolid 1990, Pág. 20.

estacas, cuerdas, compás, escuadras de formas y medidas diferentes, así como un instrumento de forma circular,... lo acerca a la grama romana.¹⁸³



La representación del cadrim aparato que proviene de los cuatro vértices o puntas que vienen dispuestos ortogonalmente sobre un círculo, y que permite dirigir una visual.

Arturo Zaragoza¹⁸⁴ define estos manuscritos como: ... la aportación más importante en el campo de la agrimensura desde el mundo romano. Sus tratados constituyen a la vez un hito importantísimo en el desarrollo de la geometría práctica. También, nos pone de relieve la cercanía con la ciudad de Valencia diciendo que: *El propio Boysset afirma reiteradamente que el autor de la obra citada (que según él solo traduce) es Arnau de Vilanova, sabio de muy notable relación con Valencia, donde vivió él y sus hijos, y acaso nació.*



Arnau de Vilanova representado con la vara de 16 palmos en la Ciencia de medir y en la Ciencia de amojonar de Bertrand Boysset. Carpentras. Biblioteca Ingibertina. Ms. 327

¹⁸³ ESTEVE SECALL, Carlos Enrique. *La Representación Geométrica de la agrimensura en los tratados medievales: Los manuscritos de Bertrand Boysset*, <http://www.ingegraf.es/XVIII/PDF/Comunicación16963.pdf>.

¹⁸⁴ ZARAGOZÁ CATALÁN, A. JAIME I (1208-2008) ARQUITECTURA AÑO CERO, Ed. Fundación Jaume II El Just, Valencia 2008. Pág. 12

9.2.3- Los sistemas métricos propuestos en los Tratados.

Muchos de los tratados intentan establecer relaciones métricas del cuerpo humano, de alguna manera análoga a las medidas métricas usadas en las construcciones. Y, de la misma forma se dedican a sistematizar las proporciones entre las partes de los órdenes clásicos. Durero, en las descripciones de algunos edificios, además de especificar la escala del grabado en pies, palmos, etc., encontramos un segmento que indica la longitud real de la unidad empleada con subdivisiones. Se realiza un breve comentario a los que se puede considerar los más próximos.

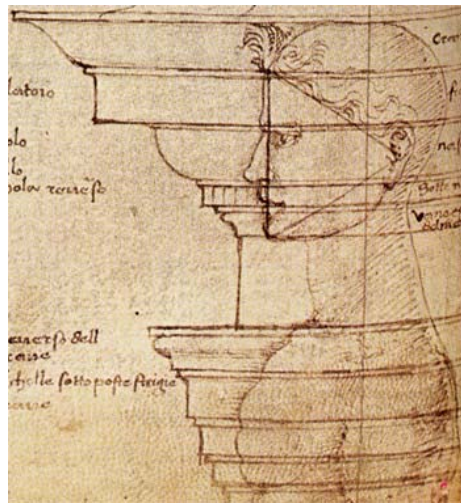
El primero de los estudios sobre Arquitectura, que se reseñan corresponde al tratado escrito por **Francesco di Giorgio**, titulado *Architettura Civile e Militare*, (1487-1491). En él se expone, entre otras cuestiones, la analogía entre las medidas del cuerpo humano y un alzado y una planta de arquitectura. Durante el Renacimiento la cultura humanística concibió al hombre como un microcosmos aplicable a la configuración de los templos.

Los arquitectos del Renacimiento creían que *el hombre es la medida de todas las cosas*. El hombre había sido creado a imagen de Dios las proporciones humanas son reflejo de la divinidad en el orden del Cosmos.

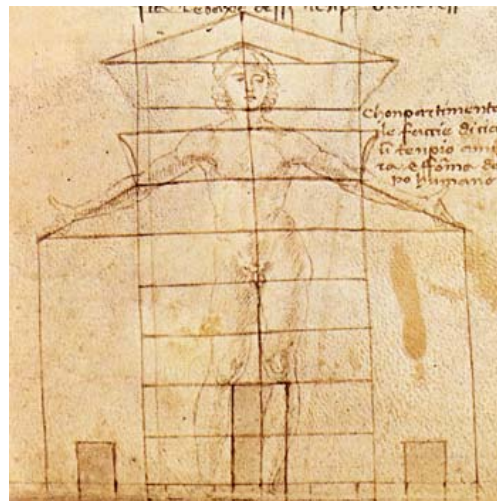
Francesco di Giorgio nos ilustra su concepto de proporción directamente de la vida.



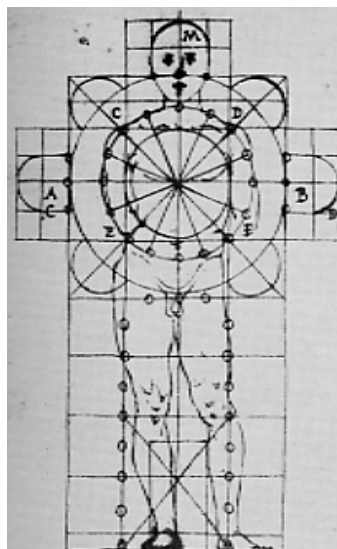
Planta de un templo del tratado de Arquitectura de Francesco di Giorgio Martini



Dibujo del Tratado de Arquitectura de Francesco di Giorgio Martini



Esquema de una alzado del Tratado de Arquitectura de Francesco di Giorgio Martini



Esquema de las trazas de un templo del Tratado de Arquitectura de Francesco di Giorgio Martini

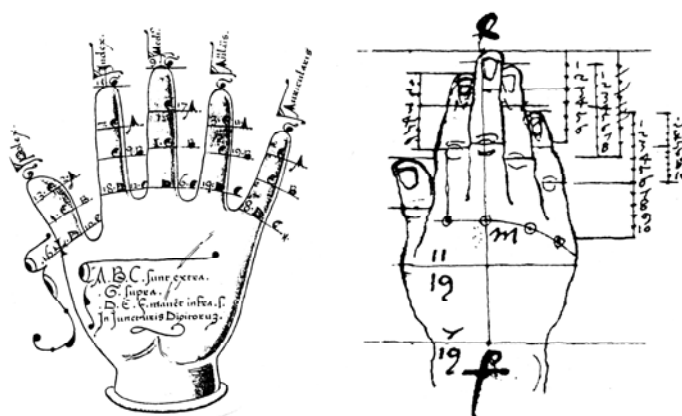
Francesco di Giorgio demuestra que la estructura de organización del conjunto de las partes entre si y estas con el conjunto, tanto en una iglesia de planta central como en una de planta longitudinal, se logra inscribiendo las medidas de la figura humana, que a su vez, desarrollan las figuras básicas de la geometría, el círculo y el cuadrado.

El hombre de Vitruvio se considera durante mucho tiempo el principio del orden y de la proporción. Orden determinado en la Italia del renacimiento considera el círculo imagen de la divina perfección y los cinco sólidos platónicos el fundamento del edificio del cosmos y la figura humana del microcosmo del universo, en las que se pueden circunscribir en toda su extensión, áreas con el círculo y el cuadrado.

Di Giorgio establece una comparación entre el cuerpo humano y un edificio. En la parte central, está la puerta como la boca en la cara, las ventanas son los ojos del edificio. Y, de la misma forma que se corresponden la proporción y orden de las partes del cuerpo deberán disponer las partes del edificio.

Alberto Durero, grabador y matemático, está convencido de que el nuevo arte debe estar basado en la ciencia, en particular en las matemáticas, como la más exacta, lógica y gráficamente constructiva de las ciencias. Leyó y estudió el libro de los Elementos de Euclides y el importante tratado de Vitruvio; se familiarizó con la obra de Alberti y Pacioli sobre las matemáticas y el arte, en particular sus trabajos sobre la proporción. El arte de su obra mostró la influencia de la teoría matemática de la proporción. También influyó en su dominio de la perspectiva sus estudios sobre la geometría.

La mayor parte de su esfuerzo lo empleó en su obra *Tratado sobre la proporción: Underweisung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheit* que podemos traducir por *Manual de medidas con regla y compás* publicado en la ciudad de Nuremberg en 1525.



Cómputo digital, siglo XV, ms. N. a. 1.1090, Biblioteca Nacional de Paris, Dibujo de Durero, preparatorio para los Cuatro libros sobre las proporciones humanas, 1528

En él, el autor realiza una aproximación científica a los problemas de la representación gráfica. Es el primer libro de matemáticas publicado en alemán. Las fuentes de la obra se pueden concretar en tres: las recetas prácticas de los artesanos, las matemáticas clásicas de obras impresas y manuscritas y los manuales de artistas italianos. Dio un método aproximado para cuadrar un círculo usando construcciones de regla y compás.

En su obra estableció las medidas del cuerpo humano distanciándose de Vitruvio y mostrando la enorme variedad que existe. Muestra y afronta el principal problema de la perspectiva y propicia la racionalidad de los espacios mediante la retícula y la puesta en perspectiva de la misma.

Fue un gran admirador de Leonardo da Vinci y como él, estaba especialmente interesado por las proporciones del cuerpo humano, del caballo y de la arquitectura.

*Única en su época, la teoría de Dürer sigue un sistema lógico, y, con las metamorfosis y los movimientos morfológicos de los cuales trata el cuarto libro de la doctrina de las proporciones, trasciende en gran medida las tesis hasta entonces conocidas.*¹⁸⁵

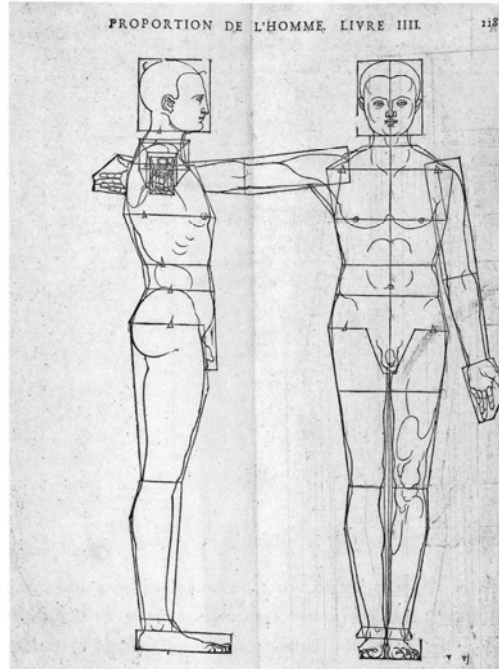
Quaroni con un afán de aprender, y a su vez, de transmitir lo aprendido nos comenta: ... *la observación repetida de la belleza del cuerpo humano (y del caballo, o de cualquier otra criatura natural) puede sensibilizar para captar la belleza y por tanto actuar indirectamente como educación a la arquitectura.*

De todos modos se dieron cuenta anticipadamente de la estructura formal del cuerpo humano y en consecuencia de la necesidad, para obtener una buena arquitectura, de alcanzar una equivalente estructura formal, es decir un conjunto de relaciones dimensionales estrechamente ligadas entre sí. De aquí las muchas y variadas tentativas para codificar una ley, una sola, capaz de garantizar la belleza del producto arquitectónico; la ley de las relaciones fundamentales entre las partes y su reducción a la unidad, es decir al módulo.

...Todas las civilizaciones antiguas intentaron proyectar sus construcciones sobre la base de una unidad de medida abstracta, el "módulo", al que se acomodan, por múltiplos y submúltiplos, las dimensiones del cuerpo y de cada una de las partes, aunque varía de

¹⁸⁵ UNGERS, O., *Presentación del Catálogo de la muestra Renascimento, Da Brunelleschi a Michelangelo*. Venecia, 1994, Pág. 1.

una cultura a otra el modelo con el que se encontró dicho módulo (que en latín significa “medida”, medida-base), al variar las medidas características de cada pueblo.¹⁸⁶



Refiriéndose a la obra de Durero el profesor Soler Sanz, en el estudio multidisciplinar que realiza junto con varios investigadores de la materia sobre los Tratados de la Arquitectura de los siglos XVI-XVII expone: *Ha sido muy divulgada y reproducida la obra de A. Durero. Los tratados de perspectiva y sus estudios sobre la proporción del cuerpo humano, son citados continuamente en los tratados actuales. Esta obra está dedicada esencialmente al análisis del cuerpo humano, ya sean hombres o mujeres pero destaca dentro de ella el procedimiento que utiliza para representar los cuerpos en cualquier posición.*¹⁸⁷

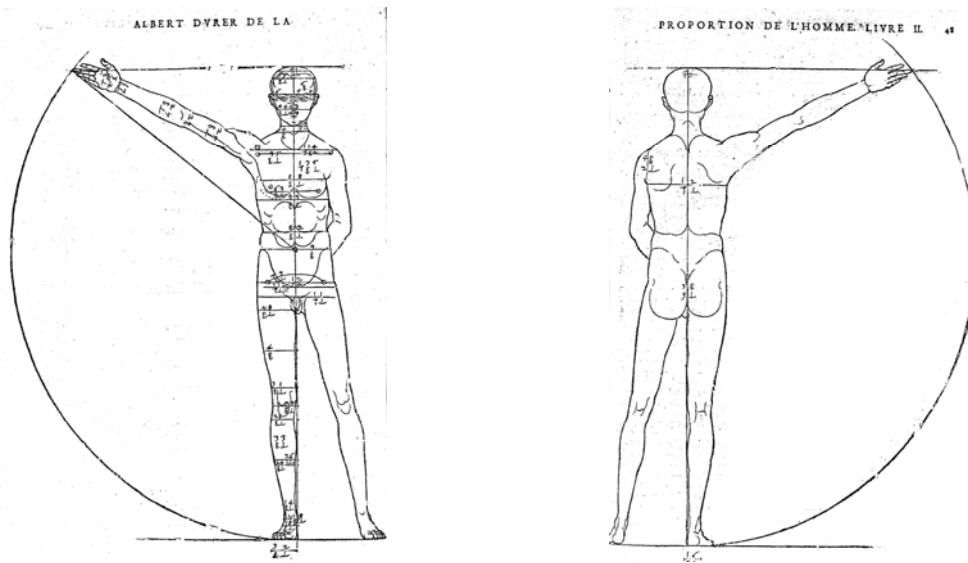
La investigadora Carmen Rodrigo Zarzosa comenta en el mismo estudio que: *En Les Quatre livres D'Albert Durer, Durero plantea su aportación a la teoría del arte, ...que se publicó después de su muerte 1528. Su preocupación, siguiendo a Vitruvio, Alberti y a otros tratadistas, fue establecer las proporciones de la figura humana, aunque no las resume en un canon, sino que nos muestra su diversidad. Para ello estudió más de doscientas o trescientas personas vivas, obteniendo varios tipos de figuras masculinas y femeninas.*

¹⁸⁶ QUARONI, L., *Proyectar un edificio. Ocho lecciones de Arquitectura*. Ed. Xarait. Madrid 1980, Pág. 134.

¹⁸⁷ SOLER SAN Z, F., *VVAA. Tratados de Arquitectura de los siglos XVI-XVII*. Ed. Generalitat Valenciana, Valencia 2001, Pág. 83.

A lo largo de su Tratado presenta figuras de frente, de espaldas, de perfil con el brazo dibujado a parte, siempre acotadas con las medidas.

(...) También utiliza transformaciones geométricas de la retícula de proporciones de la cabeza para conseguir escorzos. Otro de los logros de Durero consiste en inscribir la figura humana en cuerpos geométricos poliédricos, con el fin de escorzarlos con más facilidad.¹⁸⁸



También el cuerpo humano, que lógicamente fue considerado, especialmente en los periodos clásicos o clasicistas, como la creación más elevada (con evidente influencia bíblica), era estudiado en sus proporciones; Alberto Durero dibujó esta lámina para su “Della simetría del corpi humani”.

Durero, hombre pragmático, clasificó el bello alto y el bello bajo, el bello gordo y el bello delgado, y así sucesivamente, basándose en la proporción áurea.¹⁸⁹

Esta obra de Durero, por su meticulosidad y seriedad, supera los límites de un tratado y sienta las bases para la antropometría científica.¹⁹⁰

¹⁸⁸ RODRIGO ZARZOSA, C. VVAA. *Tratados de Arquitectura de los siglos XVI-XVII*. Ed. Generalitat Valenciana, Valencia 2001, Pág. 176.

¹⁸⁹ Ídem anterior, Pág. 144.

¹⁹⁰ Ídem anterior, Pág. 147.

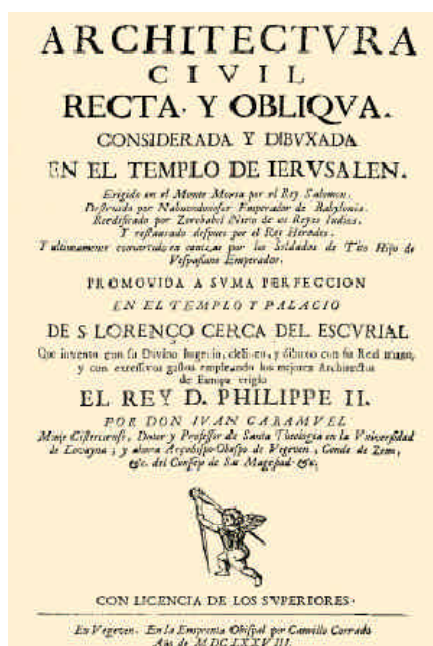
Diego de Sagredo y las medidas del sistema romano.

El primer libro de arquitectura publicado en España fue la obra de Diego de Sagredo (1526) *Medidas del Romano* editado en Toledo por Ramón Petros. Se trata de una obra de carácter didáctico, basada en los cánones arquitectónicos de Vitruvio.¹⁹¹ Es un tratado sobre proporciones y reglas arquitectónicas del arte romano, inspirado en las simetrías y proporciones del cuerpo humano, y en donde también se divulgan algunos principios de geometría.

Juan de Arfe escribe uno de los tratados de arte más importantes en la historiografía española. Se publica por primera vez en 1585, y tiene como título, *De varia commensuración para la esculptura y architectura*. El término conmensuración lo utiliza en el mismo sentido que tiene hoy: medición y comparación de una medida con otra.

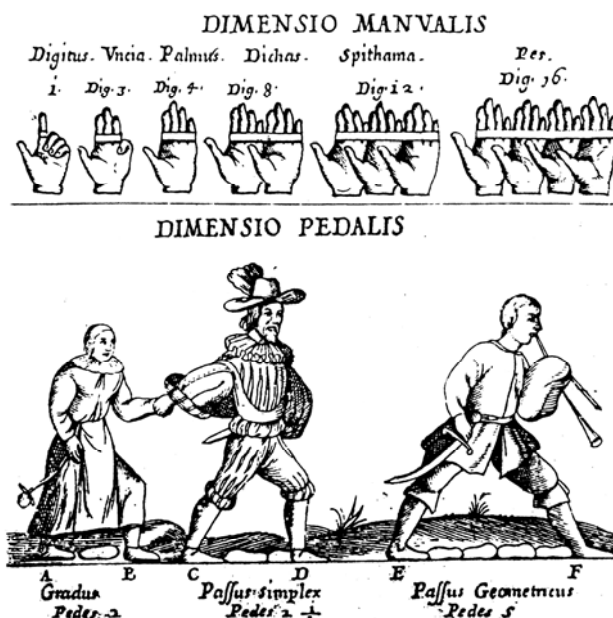
El tratado de Juan Caramuel de Lobkovitz (1606-1682) es fundamental comprender las artes desde el punto de vista histórico, con sus significados y el sentido adquirido en diferentes momentos; necesidad que es declarada por muchos autores.

Caramuel presenta un tratado con una visión universal, con dominio de casi todas las ciencias. Su concepción matemática del universo le facultó para resolver con regla y compás, los problemas que le plantea la Física, la Astronomía, la Arquitectura e incluso los juegos de azar.



¹⁹¹ DE SAGREDO, DIEGO, *Medidas del Romano*. Editado por Ramón Petros. Toledo, 1526.

Su obra, *Arquitectura Civil Recta y Oblicua, considerada y dibuxada en el Templo de Jerusalén.*, escrita tras cuarenta años de meditada elaboración, fue publicada en Vegeren en 1678.



El empleo del cuerpo humano para medir objetos y distancias. Caramuel de Lobocowich.
Medición con el cuerpo humano, *Arquitectura civil recta y oblicua*.

El tratado sobre *Arquitectura Astronómica o Celestial* presenta una profunda base matemática en su pensamiento, aplicada a la práctica arquitectónica y especialmente a la estereotomía, basada en los principios de la geometría proyectiva. Enmarca la presentación del Tratado mediante una aproximación a las teorías proyectadas sobre arquitectura astronómica: El hombre, desde el comienzo de los tiempos, ha dirigido su mirada a los cielos para tratar de desentrañar los misterios de los recorridos de los astros sobre la esfera celeste.¹⁹² Los astros, el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas fueron objeto de una observación y estudio. Sus movimientos aparentes en torno al planeta Tierra, los eclipses, los solsticios y los equinoccios se presentan con un profundo carácter místico y naturalista. Ya en tiempos remotos la cultura egipcia construyó magníficos observatorios astronómicos. A su vez, los caldeos, estudiaron el movimiento de los astros y la repetición de las estaciones, desde su Torre Dorada de Babilonia. Y, al otro lado del océano, las culturas precolombinas construyeron grandes edificaciones dedicadas a la observación y al reconocimiento de los astros. En el estudio de los astros,

¹⁹² ESTEVE SECALL, C., Artículo titulado. *Aproximación a las primeras teorías proyectuales sobre Arquitectura Astronómica. Comentario a la Tratado de Caramuel Arquitectura Civil Recta y Oblicua*, Universidad de Granada, España, Dpto. de Expresión Gráfica Arquitectónica Pág. 2.

se daba una especial importancia a la orientación de las edificaciones respecto a los cuatro puntos cardinales que ejercían unas determinadas influencias.

En el artículo VI del tratado VII comienza con una frase que no deja indiferente al lector: (...) *Espántese el lector a solo el titulo...Que tiene que ver el Cielo con la Tierra (...)* A continuación nos presenta la siguiente comparación: *...quanto dista el Cielo de la tierra, dista la Arquitectura (...)* Y, define la Arquitectura Astronómica como: *La Ciencia que ha de dirigir en esta obra al Maestro. Es una Ciencia a parte que se ocupa solamente en fabricar Palacios, en que se pueda observar las Estrellas.*

Bonet Correa comentando el tratado, expone que Caramuel: *Fundamenta sus principios arquitectónicos en una fuerte base científico-matemática, cuya aplicación haría alcanzar a la arquitectura una perfección hasta entonces apenas vislumbrada*¹⁹³

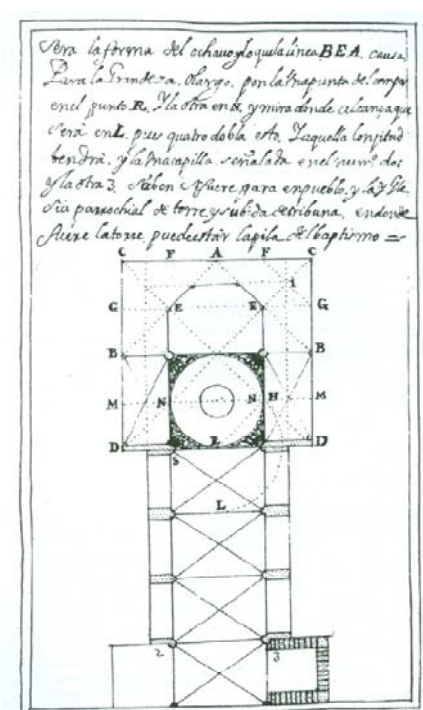
Simón García (XVII) y Rodrigo Gil (XVI). Otro de los tratados al que nos referiremos es el de los arquitectos castellanos Simón García (XVII) y Rodrigo Gil (XVI), titulado: *Compendio de Arquitectura y Simetría de los templos conforme a las medidas del cuerpo humano con algunas demostraciones de geometría. Año 1681.*¹⁹⁴

El profesor Chafión Olmos analiza el Tratado junto con otros especialistas a raíz de los estudios realizados con ocasión de una nueva publicación del Compendio en edición facsimil realizada en Valladolid en 1990 y en la que se plantea con gran claridad el origen y la evolución del concepto de la Antropometría: *Todo objeto visible tiene proporción, o un conjunto de medidas relacionadas entre sí. El concepto de proporción nace con la conciencia humana de la relación mutua entre las medidas de un objeto. Las medidas son una realidad objetiva, la proporción, en cambio, es un concepto subjetivo que resulta de la necesidad natural del hombre, de buscar equilibrio y armonía en el mundo sensible que le rodea.*¹⁹⁵

¹⁹³BONET CORREA, A., *Juan Caramuel de Lobkowitz, polígrafo paradigmático del Barroco. Arquitectura Civil recta y Oblicua.* Madrid, 198, Pág. 4.

¹⁹⁴ Tratado de SIMÓN GARCÍA XVII Arquitecto de Salamanca y RODRIGO GIL XVI arquitecto de Segovia, titulado: *Compendio de Arquitectura y simetría de los templos conforme a la medida del cuerpo humano con algunas demostraciones de geometría.* Año 1681. Ed. facsimil. Ed. C.O.A. Valladolid. Valladolid 1990.

¹⁹⁵ Ídem anterior, Pág. 19.



Compendio de Architectura y simetría de los templos conforme a la medida del cuerpo humano con algunas demostraciones de geometría

En otro apartado, de la mencionada obra, el profesor Antonio Bonet¹⁹⁶ expone: *...es ante todo un texto dedicado a las medidas y proporciones de la arquitectura (...) es obra que resume con una relativa claridad de conceptos una doble tradición de la arquitectura occidental, la clásica de las medidas antropométricas y la medieval de los trazados reguladores. (...) Y, prosigue exponiendo que: El estudio de las proporciones del cuerpo humano, no tiene como objeto el establecer la relación de medidas existentes en distintos individuos, sino que busca la definición de una norma que sintetice el equilibrio y armonía de sus partes. Auxiliado por esta norma, el hombre podría lograr equilibrio y armonía en los objetos que fabrica. (...) el tratado de Vitruvio, que en los inicios del periodo imperial romano describe los criterios vigentes en su tiempo, sobre la aplicación de la antropometría.*

Retomando el estudio del profesor Chafón: *No será posible establecer una división absoluta entre el estudio de la proporción antropométrica y el estudio de la proporción geométrica aplicadas a la arquitectura. La razón de esta relación entre ambos conceptos, es fácil de comprender, si se considera que para ser aplicable a un proyecto*

¹⁹⁶ Ídem anterior, Pág. 14.

*arquitectónico, cualquier norma tomada de las proporciones del cuerpo humano, debe optar de forma abstracta de una proporción geométrica.*¹⁹⁷

Siguiendo al profesor Ruiz de la Rosa con relación al planteamiento que realiza sobre el análisis métrico, en el que nos presenta como la primera de las tradiciones. Este se emplea como instrumento fundamental para definir las formas arquitectónicas a partir de un sistema de medidas, que en la época a que asistimos se ha reducido al esquema pie-pulgada. Aunque dificulta las investigaciones, -el uso en cada edificio de las unidades de medida-, no era mayor inconveniente para el constructor.

La forma se define fijando dimensiones en función de las unidades del sistema. Los miembros del cuerpo humano se definen como patrón de medida. Al contar, se realizan operaciones de abstracción de la realidad y del mismo modo la operación de contar nos conduce al sistema de numeración decimal.

*(...) el cuerpo humano, admirado en los mejores ejemplares del otro sexo y del propio, se presenta a la vista extrema como especularmente simétrico, y esta correspondencia biunívoca entre las dos partes se verifica respecto a un eje y a un plano verticales, razón por la cual se justifica la preferencia, común a todos los tiempos precedentes al nuestro, por las construcciones "simétricas", al menos cuando los motivos de la construcción eran de orden superior, no importa que fuera civil o religiosa la institución interesada.*¹⁹⁸

El profesor Neufert, nos presenta una visión sencilla y clara del origen antropométrico de los sistemas de medidas. (...) *las necesidades de espacio del hombre, que él, como patrón de medida de todas las cosas, reclaman de la construcción. (...) hubo también que estudiar las relaciones de medidas en sistemas preconizados en civilizaciones anteriores y que influyeron no poco en la armonía y regularidad de los edificios, con el fin de poner de manifiesto sus relaciones con los nuevos sistemas.*¹⁹⁹

Dentro de la variedad de medidas, todos los sistemas tienen unos criterios similares para relacionar unas unidades con otras. Partiendo del dedo o de la pulgada se obtienen todas las demás. Aunque el criterio pueda ser el mismo para generar unidades mayores, varía cuál de ellas se utiliza en cada región. Normalmente se utilizaba el pie, pero en otros sitios la unidad empleada habitualmente es el palmo, el codo, la braza, así como unidades mayores múltiplos de éstas. (...)

¹⁹⁷ Ídem anterior, Pág. 31.

¹⁹⁸ Ídem anterior. Cita a ZEVI, BRUNO. *El lenguaje de la arquitectura*. Turín 1973, Pág. 143.

¹⁹⁹ NEUFERT, E., *Industrialización de las Construcciones*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1965, Pág. 10.

*Teniendo en cuenta que cada unidad es múltiplo de otra menor, o bien suma de varias, todos múltiplos de otra, los materiales de construcción como ladrillos, tejas, losas se ajustaban a ellas. El módulo o la “normalización” era una forma de relacionar dimensiones lógica y sencilla.*²⁰⁰

Juan Bautista Corachan (1699) describe los sistemas de medida que se venían empleando.

Entre las obras de aritmética que describen los sistemas de medidas se encuentra la obra del matemático Juan Bautista Corachan de finales del siglo XVII (1699) que hace aportaciones importantes. Entre ellas la mención a la igualdad del pie romano con el pie geométrico y a su vez con el valenciano. Uno de los ejemplares de esta primera edición, se encuentra en la biblioteca del museo de la Ciudad de Valencia, formando parte de la colección de “Pesos y medidas” legado de la familia Gómez Trenor al ayuntamiento de Valencia. Se trata de una de las aritméticas del periodo que más importancia da a la información metrológica y que como ya advierte el título, *Aritmética demostrada teórico-práctica para lo matemático y mercantil. Explicarse las monedas, pesos y medidas hebreas, griegas y romanas, y de et tos Reynos de España*. Está dirigida fundamentalmente al mundo mercantil de la época. Expone y aporta las equivalencias precisas hablando de la igualdad entre el pie romano, el geométrico y a su vez con el valenciano. Teniendo en cuenta la dificultad y limitaciones para determinar las equivalencias el propio Corachan señala: *La correspondencia de pesos y medidas es dificultosa porque no tenemos copia de pesos y medidas juntas de otros reinos para conferirlos contada puntualidad como pide esta materia, y esa es la causa porque los autores no concurren sino que se copian unos a otros. Algunos pesos y medidas están aquí ya verificados con toda precisión que esto cabe. Otros solamente según los traen los autores.*²⁰¹

9.2.4- Los números, las sucesiones²⁰² y la estandarización en el control dimensional.

La civilización griega fue la primera en convertir la Matemática en una Ciencia y, en particular, estableció el concepto de proporción que permaneció vigente hasta la

²⁰⁰ SOLER SANZ, F., *Trazados Reguladores Octogonales en la Arquitectura Clásica*. Ed. General de Ediciones de la Arquitectura. Valencia, 2008, Pág. 65.

²⁰¹ CORACHAN, J. B. *Aritmética demostrada teórico-práctica para lo matemático y mercantil. Explicarse las monedas, pesos y medidas hebreas, griegas y romanas, y de et tos Reynos de España, contenidos entre sí*. Impresor Pablo Campige Barcelona 1735. Libro consultado en la biblioteca de la exposición permanente de Pesas y Medidas en el museo municipal de la Ciudad de Valencia, Pág. 20.

²⁰² Los matemáticos utilizan este término, “sucesiones” y, en el lenguaje coloquial se confunde y se suele emplear por el de “series”.

actualidad. Pitágoras creyó que el universo se regía por números y proporciones y relacionó estas ideas con la belleza y la armonía universal.

Las medidas y el número determinan la ordenación en las obras y en las maneras de realizarlas. Para la estructuración de un sistema de medidas es indispensable, por lo tanto, una consideración histórico – evolutiva del proceso. Por ello es necesario tener presente el origen de la estructuración numérica, examinando críticamente el pro y el contra de todas las opiniones, rutinas y prejuicios hasta poder alcanzar una plataforma sobre la que edificar la obra de la ordenación arquitectónica.

Ruiz de la Rosa diserta sobre las medidas y el número a lo largo de la historia en *Traza y Simetría de la Arquitectura; En la Antigüedad y el Medievo*. Pone de manifiesto que: *La teoría de los números de la proporción suele apoyarse en series de números. Estas pueden ser aritméticas o geométricas. Las aritméticas tienen la ventaja de que su actividad es la típica de las operaciones de la construcción. Mientras que las geométricas, basadas en la proporción, ofrecen la posibilidad de dar colecciones de medidas coordinadas para dimensionar las figuras rectangulares que predominan en los edificios.*²⁰³

El módulo es un valor absoluto, independiente de la medida concreta, que se toma como unidad para relacionar entre sí todos los elementos del diseño mediante razones numéricas sencillas. La unidad de medida es el módulo.

La importancia del uso de la modulación queda patente en la cantidad de estudios realizados referentes a este tema y su aplicación a la construcción actual. El profesor Aguirre de Yraola²⁰⁴ del Instituto Eduardo Torroja, realizó en el año 1969 un estudio preliminar para establecer un criterio de coordinación dimensional de las unidades de obra y elementos de construcción del que entresacamos los siguientes párrafos:

El presente documento tiene por objeto concretar y fijar algunas dimensiones y valores de los módulos con los cuales sea posible resolver los problemas que se plantean en las modernas técnicas constructivas, constituyendo en realidad un conjunto de esquemas y un modus operandi que puedan dar lugar, en el futuro y a medida en que se vaya desarrollando la industrialización en España, a una instauración sobre el tema. (...)

²⁰³ RUIZ DE LA ROSA, J.A., *Traza y Simetría de la Arquitectura; En la Antigüedad y en el Medievo*. Ed. Universidad de Sevilla. Sevilla 1987, Pág. 21.

²⁰⁴ AGUIRRE DE YRAOLA F. *Coordinación dimensional de unidades de obra y elementos de construcción*. Ed. Instituto Eduardo Torroja CSIC. Madrid, 1969, Pág. 5-11.

A este fin se han procurado seleccionar los principios y reglas más destacadas en las Normas y Directrices internacionales que tienden a unificar criterios y a facilitar la coordinación de los elementos constructivos.

En las directrices para la coordinación dimensional se definiría por módulo de base una longitud adoptada como unidad fundamental de medida para una coordinación modular (...)

Los módulos derivados se subdividen en multimódulos y submódulos, que se obtienen respectivamente, multiplicando o dividiendo el módulo básico por un número entero. (...)

Las dimensiones de coordinación de estos elementos deben elegirse entre un número limitado de dimensiones modulares. Como deben ser aditivas, la adición de dos de ellas deberá dar siempre una tercera dimensión perteneciente a la serie elegida, y para satisfacer estas condiciones será conveniente escoger, para las dimensiones de coordinación, múltiplos de un múltiplo del módulo básico, es decir, de un multimódulo.(...)

Desde el punto de vista de lograr una coordinación dimensional entre elementos constructivos, es de capital importancia llegar a un convenio internacional acerca de una serie de gamas de dimensiones normalizadas para toda clase de elementos. Las dimensiones de coordinación que presenta particular importancia son comunes a cierto número de elementos constructivos diferentes y cuya dimensión influye en los de los elementos, con los cuales se coordinan. (...)²⁰⁵

Y, prosigue afirmando que: la Dimensión de coordinación es dependiente para la unión de un elemento con otros. (...) La dimensión de coordinación puede definirse también como la medida que indica qué cantidad de espacio necesita cada elemento de la obra para su unión con otro.(...)

(...) cuando se trata de establecer la posición de la estructura portante respecto de la red modular se adopta el principio del la `wall center- line´. Esto supone que los muros portantes, columnas y vigas se coloquen generalmente con sus ejes de coincidencia con

²⁰⁵ Ídem anterior. Nota aclaratoria: Dimensión multimodular esa la longitud igual a un múltiplo entero de un multimódulo. Multimódulo es múltiplo entero sencillo del módulo base. Se aceptan perfectamente los factores 2, 3 y 6, Pág. 7.

*las rectas modulares, a excepción de los muros portantes exteriores, que se colocan normalmente con sus superficies interiores desplazadas de estas rectas según módulo.*²⁰⁶

Por lo tanto, una trama equivale esquemáticamente a las operaciones de una modulación. De esta forma, módulos y tramas constituyen sencillas medidas compositivas, útiles como instrumentos de control formal. Una forma definida en sus dimensiones por un sistema de medidas podría inscribirse idealmente en una retícula cúbica que tuviera por lado la unidad empleada. La trama modular es por sí una entidad geométrica que une las dos tradiciones (aritmética y geométrica).

El profesor alemán Ernest Neufert,²⁰⁷ presenta un análisis muy interesante sobre las propiedades de los sistemas de medidas de números reales, como principio para toda organización para el desarrollo del proceso constructivo.

Refiriéndose a los estudios de estandarización y normalización dice: *En la ordenación de dimensiones veo un excelente instrumento, el instrumento necesario, para que la construcción (...) se aproveche de las posibilidades técnicas y culturales (...) Esta ordenación de medidas, facilita la planificación y la simplificación. El arquitecto procurará lograr la sencillez del edificio.*

Todavía son muchos los que ven en las Normas una limitación que cohibe su labor artística, por no estar acostumbrados al manejo de esa nueva herramienta (tan antigua como el hombre). No han asimilado suficientemente el uso de la estandarización como estrategia de diseño.

*(...) la bondad de la norma y la ayuda (...) crea una corriente (...) una disposición de ánimo a favor del empleo de las normas que acaban por convertirse en "hábitos (...)"*²⁰⁸ Y, cuando estos hábitos son operativos y encaminados a lograr un buen fin, se convierten en virtudes, que todo buen profesional procura adquirir.

La escala duodecimal como característica del sistema de medidas empleado desde la antigüedad.

En el primitivo pueblo de los caldeos fijaron el ciclo anual del Sol en 360 días. De esto resultó la subdivisión del círculo en 360 partes. Por otra parte, el ciclo de la Luna tenía,

²⁰⁶ Ídem anterior, Pág. 24.

²⁰⁷ NEUFERT, E., *Industrialización de las Construcciones*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1965, Pág. 10.

²⁰⁸ Ídem anterior, Pág. 11.

según vieron, 29,53 días que redondearon esta cifra hasta 30 días = 1 mes, y, de esta manera, resultaba para cada año 12 meses.

Esta característica se fundamenta en la divisibilidad de los números. La notable preferencia que ha disfrutado el sistema duodecimal estriba, sobre todo, en la mejor divisibilidad del número 12.

En tanto que 10 sólo es divisible por 2 y 5, el 12 lo es por 2, por 3, por 4 y por 6. Más abundante es aún la divisibilidad de los números múltiplos de 12. Entre los números con gran cantidad de divisores encontramos casi siempre con seguridad el factor 12. Por ejemplo: 60, 120, 180, 240, 360, etc.

*(...) todos los sistemas de medidas concedían especial valor a una buena divisibilidad.*²⁰⁹ Se trata, de un sistema de numeración todavía en uso. Existen cantidades concebidas según un escalonamiento duodecimal, como por ejemplo:

- 1 docena (=12)
- 1 grueso (=una docena gruesa = $12^2 = 144$)

Lo mismo puede decirse respecto a las subdivisiones de las medidas de longitud:

1 percha (Alemania)	12 pies
1 pie	12 pulgadas
1 pulgada	12 líneas
1 línea	12 puntos



Distintas varas de medir

²⁰⁹ Ídem anterior, Pág. 18.

Se trata, pues, de un sistema, puramente duodecimal: $12, 12^2, 12^3, 12^4 \dots$

*Los sistemas analíticos basados en el uso de la vara de medir tienen la mayor utilidad práctica en arquitectura. También simplifican el estudio de las relaciones matemáticas que interesan al arquitecto reduciendo el problema de la proporción de dos o tres dimensiones a una sola dimensión.*²¹⁰

Otra característica encontrada es la formación de series por subdivisión en mitades sucesivas o series crecientes por duplicación.

*La subdivisión de pulgadas (...) sobre todo cuando se trata de las técnicas de construcción, rara vez se hace según las 12 líneas de la subdivisión oficial, sino que por lo regular se hace según fracciones resultado de la división sucesiva por 2.*²¹¹

La sucesión por mitades sucesivas es la forma más primitiva y más intuitiva de partición cuando se trata de dividir alguna cosa.

La misma importancia tiene el método de duplicación sucesiva, En tanto que la sucesión decreciente obtenida por partición en mitades sucesivas comienza de 1.000 para dar la valoración 500, 250, 125, $62 \frac{1}{2}$, $31 \frac{1}{4}$, la sucesión creciente por duplicación parte de 1 y proporciona los valores que siguen: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1.024....

Para la práctica constructiva se trata de normalizar y unificar series. Se toma el 32 como aproximación del $31 \frac{1}{4}$, (redondeando por debajo, es decir por el precedente) en el conjunto de números por duplicaciones sucesivas. Fue escogido como equivalente del valor exacto 3,125 sin perder de vista que es una aproximación al valor de $\pi = 3.14$, y al de $\sqrt{10} = 3.16$, valor intermedio redondeado a 3,15.

Y, de la misma manera, la estructura característica de los edificios está condicionada generalmente al empleo de numerosas piezas sueltas iguales que requieren un orden superior según sucesiones aditivas. Buscando esta correlación Neufert propone: (...) *la graduación aritmética de las medidas de las piezas constructivas debe anteponerse en la normalización de las construcciones al escalonamiento geométrico de determinados*

²¹⁰ RUIZ DE LA ROSA, J. A., *Traza y Simetría de la Arquitectura; En la Antigüedad y en el Medievo*. Ed. Universidad de Sevilla. Sevilla 1987, Pág. 204.

²¹¹ Ídem anterior, Pág. 24.

*elementos constructivos fijados estéticamente.*²¹² Aunque, como se expondrá más adelante, el escalonamiento geométrico determina la graduación aritmética.

Por otro lado, existen reminiscencias de las potencias de 5, que aparecen en el sistema romano de medidas, y que están escalonadas según corresponde a la sucesión decreciente por mitades.

1 paso romano = 5 pies romanos

125 pasos romanos (5^3) = 1 estadio romano = 625 (5^4) pies romanos

Los números fundamentales 25 o 125 y 625 son, por una parte, potencias de 5;

$$5^2 = 25; 5^3 = 125; 5^4 = 625$$

y por otra están relacionados con el sistema métrico decimal $1/4$ 100 ó $1/8$ 1000 respectivamente. 1, 2, 3 como unidad de cálculo para 80 y 100.

Los números 4 y 5 (y los respectivos 8 y 20) son, por tanto, los números primarios para la formación de los números fundamentales 25 y 125.

El número 2 por ser: $2^2 = 4$; $\frac{1}{2} \times 10 = 5$, y por ser, además, la base para la formación de la sucesión decreciente por mitades concatenadas se halla en íntima conexión con todo el sistema numérico fundamental.

El número entero 5 es además, el menor número primo de la ley de Fermat, según el cual un número primo de forma $4n+1$, que contiene dos cuadrados de números enteros y su cuadrado también, su cubo y su cuarta potencia contiene respectivamente dos sumas independientes de dos cuadrados de número entero cada una.

Así, por ejemplo:

$$1^2 + 2^2 = 5; 3^2 + 4^2 = 25; 2^2 + 11^2 = 5^2 + 10^2 = 5^3 = 125; 7^2 + 24^2 = 15^2 + 20^2 = 5^4 = 625 \text{ etc.}$$

La sucesión aritmética de razón 1,2 toma 12 ó 1,2 por ser más divisible como ya se vio y siguiendo el orden creciente se obtiene las sucesiones:

1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6	10,8
12,00	13,2	14,4	15,6	16,9	18,00	19,2	20,4	21,6
22,8	24,00	25,2	26,4	27,6	28,8			

²¹² NEUFERT, E., *Industrialización de las Construcciones*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1965, Pág. 22.

El conjunto de estos estudios nos sirven para poner de manifiesto las propiedades del sistema métrico valenciano instaurado por Jaime I recién conquistado el Reino de Valencia y que a continuación se expondrá junto con sus equivalencias.

9.3- El sistema métrico valenciano instaurado por Jaime I.

Surge de una peculiar estructura organizativa implantada por el monarca conquistador, Jaime I. Tiene una precisa importancia a la luz de su contexto social y económico en el que se constituye. Valencia es un nuevo reino reconquistado, que había sido ocupado por los musulmanes y en el que habían continuado viviendo un importante grupo de cristianos, mozárabes,²¹³ y judíos.

Siguiendo al profesor Antoni Furió:²¹⁴ (...) desde el principio Jaime I quiso dotar al nuevo Reino de Valencia de un sistema metrológico propio y único para todo el reino, basado en el modelo de la ciudad de Valencia. (...) impuesta por los mismos Furs: "sía per tot lo regne un mateix pes i una mesura.

Los Furs también establecían los nombres de los pesos y las medidas, las equivalencias entre ellos y en qué casos debían utilizarse unos u otros. Porque una de las características del sistema metrológico valenciano, y en general de todos los sistemas anteriores al decimal, era su falta de abstracción y, en consecuencia, de interrelación. No se extraía una cualidad común -longitud, por ejemplo- de cosas de naturaleza diversa, que se pudiese medir en abstracto con una misma medida, sino que se usaban medidas distintas para objetos diferentes.

Para medir la longitud se utilizaba la vara o la alna, que equivalía a cuatro palmos, y para medidas mayores, como las distancias tanto en tierra como por mar, se usaba la milla, que equivalía a mil pasos.

El Reino de Valencia se incorpora así a la Corona de Aragón manteniendo unas estructuras políticas y jurídicas distintas de Cataluña y Aragón, lo que contribuyó a que

²¹³DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. Vol. II Real Academia de la Lengua. Ed. Espasa Calpe. Madrid 1992. *Adj. Dicese del individuo de las minorías hispánicas que, consentido por el derecho islámico tributario, vivieron en la España musulmana hasta finales del siglo XI conservando su religión cristiana e incluso su organización eclesiástica y judicial*, Pág. 1410.

²¹⁴FURIÓ A., Enciclopedia Historia de Valencia. .Art. *Los Fundamentos Institucionales; La medida de las cosas*. Ed. Prensa Valenciana. Valencia, 1999, Pág. 87.

quedara dotado de un nuevo sistema metrológico muy detallado y consistente para la época. Este sistema se mantendría sin grandes cambios hasta la introducción del sistema métrico decimal en el siglo XIX, más allá de la abolición de los Furs.

El conjunto de investigaciones realizadas sobre el control métrico y formal en la arquitectura medieval es cada vez mayor y está calando en el entorno más próximo. A la luz de las investigaciones desarrolladas en el ámbito de la Historia de la Ciencia por el CSIC de la Universidad de Valencia dirigidas por el profesor Ten Ros, las aportaciones de López Piñero para el estudio de la ciencia española y el estudio realizado sobre pesos y medidas en la monarquía hispana por el profesor Salvador Peláez por citar sólo unos pocos, se está dando la importancia que merece a un tema que hasta hace pocos años había estado olvidado. En el nuevo Máster de Restauración se ha introducido por primera vez una asignatura en la que, junto con el levantamiento gráfico de los monumentos, se estudia el análisis metrológico de los mismos.²¹⁵

Para comprender mejor la importancia de estos análisis se considera necesario conocer su origen y su instauración como valor propio de una tradición patrimonial dentro de los distintos oficios que, como instrumento de control gráfico, empleaban en sus diseños previos a la elaboración de sus obras los artífices de los magníficos monumentos arquitectónicos que contemplamos en la actualidad.

Nos situamos en el siglo XIII, de enorme trascendencia en la configuración de los reinos de la península. Al mismo tiempo que tiene lugar en Castilla la reforma de Alfonso X, en Aragón la de Jaime I, a medida que se conquistan los territorios para la corona, se les dotará de una legislación metrológica propia.

Beuter en el capítulo 40 del libro segundo de su tratado escrito en 1604, señala el origen leridano de los sistemas metrológicos valencianos: *Fuera determinado en consejo antes que se prendiese Valencia que la ciudad que primera entraría por fuerza dentro Valencia, diese pobladores, peso y medida; pero como se tomara a partido, y no por fuerza, fue necesario discutir en el tiempo de la conquista, cuando se combatía la ciudad quien más pusiera en aprieto los Moros, y fue hallado que aquellos tres hombres que agujerearon el*

²¹⁵ LÓPEZ GONZÁLEZ, C. Y GARCÍA VALLDECABRES, J., *La instauración del sistema metrológico valenciano y Jaime I en la tradición medieval: Los sistemas de unidades, prácticas de control y usos*. Ponencia presentada X Congreso APEGA Libro de actas. Madrid, 2006, Pág. 257.

Y, Lección impartida en el curso del 1er máster de Restauración y Conservación del Patrimonio Arquitectónico Universidad Politécnica de Valencia, 2006/07

adarve cuando se hendió el muro con el trabuquete, fueron los que más apremiaron la ciudad, y aquellos eran de Lérida; por tanto se determinó que Lérida diese peso y medida

Una de las principales características del sistema metrológico valenciano instaurado por Jaime I la hallamos en la contemplación de pormenores no especificados por otros de la época como es el hecho de establecer la forma de medir los áridos: los patrones necesariamente han de quedar para su medición enrasados. También detalla la forma de medir longitudes: *Las alnas sean de cuatro palmos y todos los paños de lino y de lana, y cualesquiera otros paños, sean recibidos y sean dados con tal alna más dos dedos de la alna y que los cabos de la alna sean de hierro.*²¹⁶ Asimismo encontramos un capítulo dedicado a las faltas que pueden cometerse en el caso de no seguir estas normas: *“Del pan de menor peso y de las medidas más pequeñas de lo que deben ser.”*

De forma muy similar aparece también en el *“Aureum Opus”* en el Privilegio XXX fechado a 16 de Diciembre de 1249, que comienza de manera inequívoca y clara: *“Sepan todos que Nos, Jaime I, rey por la gracia de Dios de Aragón, Valencia....Como quiera que según las leyes dadas por Nos a la ciudad y reino de Valencia, deben existir uno e igual peso y medida en la Ciudad y en todas las villas, castillos y demás lugares del reino, determinamos y ordenamos Nos y nuestros para siempre.”* y continúa con la misma descripción de las unidades de peso y medida a emplear que las definidas en los *“Furs”*.

Otra de las características peculiares de la reforma metrológica introducida por Jaime I, la constituye la introducción de mecanismos de control metrológico con una reglamentación relativamente completa. Así, se destaca la institución del oficio de Mustaçaf de la ciudad de Valencia, funcionario municipal vinculado no solo a la supervisión de los pesos y medidas sino en general a la vida económica y artesana de la ciudad. Teixidor señala que fue Raymundo de Luch, natural de Zaragoza el primero en ocupar el cargo por expreso deseo del monarca, y como recompensa por los servicios prestados en la conquista de la ciudad. Al mismo tiempo se especifica la duración de un año de dicho cargo (Xativa 21 Mayo 1239).²¹⁷

Su sede era la llamada Llotgeta del Mustaçaf, que de 1372 a finales del siglo XVI estaba situada detrás de la Iglesia de Santa Catalina. En este lugar se custodiaban la vara de hierro y la barchilla de piedra originales de Jaime I. El símbolo del Mustaçaf era un bastón o caña de 6 palmos de largo, el llamado *“junc”* del Mustaçaf.

²¹⁶ *ELS FURS*. Libro IX Rub XXIII.

²¹⁷ TEIXEDOR. Vol. I. Valencia, 1895, Pág. 107.

La primera misión del Mustaçaf era recibir de su antecesor en el cargo los patrones de peso y medidas a utilizar para comprobarlos y afinarlos, siguiendo un procedimiento totalmente reglamentado.

Paralelamente a esta figura del Mustaçaf aparecen una serie de oficios relacionados con los pesos y medidas como los afiladores encargados de corregir los defectos de los instrumentos de medida o los llamados *canadors* cuya misión consistía en la medición de terrenos con la unidad denominada *cana*.

Vamos a centrarnos en las medidas de longitud que son las que nos van a interesar en los trabajos de restauración o intervención en el patrimonio arquitectónico. Estas medidas tienen por base la vara o alna valenciana dividida en tres pies o en cuatro palmos (mayores).

Existe una cuestión muy determinada que ha suscitado el interés y la disputa en los diferentes tratados de metrología. Se trata de la relación del pie valenciano con el toledano instaurado por Alfonso X y a su vez de ambos con el geométrico romano.

En efecto, se puede comprobar que la tradición metrológica tiende a identificar el pie de la vara valenciana con el pie romano antiguo. . Joseph Vicente del Olmo argumentaba en su tratado de 1681 pág. 92: *Y así bien podremos atribuir a nuestra vara la excelencia, que no tiene ninguna otra de las medidas del Orbe como se verifica y comprueba por la cuerda de medir los Campos, que nos dejó nuestro Conquistador Invicto: pues la ajustó a 45 varas valencianas que corresponden a 27 pasos geométricos; para que teniendo cabales las varas tuviera también justos los pasos. Y para conseguir lo uno y lo otro, es cierto que previno primero, que los cuatro palmos de la vara correspondiesen a tres pies geométricos, y que estos fuesen según la medida del Congio Romano, pues no se le ocultaría al Rey la noticia de la medida más célebre del Imperio Romano.*

Tosca²¹⁸ y Corachán²¹⁹ se expresan con la misma determinación, identificando la vara de medir valenciana con la romana por la igualdad entre el pie romano y pie valenciano. Son constantes, en los escritos especializados de esta época, las referencias a la idea de que los pesos y medidas poseían la coincidencia entre el pie valenciano y el romano.

²¹⁸ TOSCA, T. V., Tomo I. Valencia, 1707, Pág. 143.

²¹⁹ CORACHAN, J. B., *Aritmética demostrada teórico-práctica para lo matemático y mercantil. Explicarse las monedas, pesos, y medidas de los hebreos, griegos, y romanos, y de los Reinos de España, conferidas entre sí* (2ª imp., corr. aum). Impresor Pablo Compaing, Barcelona, 1735, Pág. 21 y 22.

PIE CASTELLANO. 923 $\frac{1}{2}$
PIE DE ARAGON. 852
PIE DE BARCELONA. 880
PIE DE LONDRES. 983
PIE DE ASTARDA. 918
PIE DE PRAGA. 1007
PIE NAPOLITANO. 1049
PIE DE VERONA. 1153
PIE ROMANO, Y VALENCIANO. 100
PIE DE VIENA DE AUSTRIA. 1038
PIE DE COLONIA Y BAVIRA. 978
PIE DE TURIN. 1044
PIE DE AMBERES. 941
PIE REAL DE PARIS. 1092
PIE DEL RHYN. 1015
PIE DE PORTUGAL. 852 $\frac{1}{2}$
PIE GRIEGO. 1041 $\frac{1}{2}$
PIE HEBREO. 1333 $\frac{1}{2}$

Tabla comparativa de diferentes medidas de longitud según García Caballero, J. En Breve cotejo y balance de las pesas y medidas de varias naciones. Madrid. Francisco del Hierro, 1731. En la línea nº 9 dice: "PIE ROMANO, Y VALENCIANO 100"

La voluntad del rey Jaime I de iniciar un nuevo periodo, también en la construcción, queda señalado por la decisión de unificar los pesos y las medidas en todo el reino, con una tendencia hacia el elemento romano. ... En cualquier caso la decisión era contar con unas nuevas reglas del juego universales en el peso y la medida.²²⁰

Uno de los aspectos de la metrología valenciana que ha sido menos estudiado, es el de la posible relación, influencia y aportaciones de la metrología árabe en las posteriores unidades de medida y capacidad utilizadas no solo en Valencia sino en toda la Corona de Aragón. Vallvé Bermejo, en su estudio sobre metrología hispano – árabe, nos presenta una correlación unidad por unidad con los diferentes reinos cristianos.

Nuestro objetivo en este apartado, es conocer la instauración y el estudio del sistema metrológico en el Reino de Valencia, entendido como el conjunto de unidades, subdivisiones, equivalencias, de las prácticas y los usos.

En la base de la propia medición se encuentran las subdivisiones y submúltiplos empleados, los cuales no hay que entenderlos como meras progresiones de números, sino como sistemas numéricos lógicos directamente relacionados con el propio proceso de medida y en nuestro caso concreto, la medida, dentro el propio proceso constructivo.

²²⁰ ZARAGOZÁ CATALÁN, A. JAIME I (1208-2008) ARQUITECTURA AÑO CERO, Ed. Fundación Jaume II El Just, Valencia 2008. Pág. 4

Para usos de los propios oficios o comerciales, como es el caso del arquitecto medieval, maestro mayor de obras o el maestro cantero, era lógica la subdivisión del patrón en 2, 3, ó 4 unidades por facilidad de cálculo que conllevaba en el sentido de lo sencillo que podía resultar realizar la subdivisiones con estos números.

Asimismo, a lo largo de la historia es constante la utilización del sistema en base duodecimal principalmente por el alto número de divisiones elementales 2, 3, 4, 6 que evita el uso de quebrados.

La metrología clásica, en especial la romana, tenía una escala duodecimal en cuyo origen estaba el uso del As entendido como unidad de un conjunto total susceptible de ser dividido en 12 unidades.

Estudios sobre los orígenes de los sistemas de numeración señala la posibilidad del origen antropométrico del sistema duodecimal. Basta apoyar el pulgar sucesivamente sobre cada una de las tres falanges (o articulaciones) de los cuatro dedos opuestos de la misma mano. Nociones metrológicas como dedo, palmo, pie o codo denotan la utilización desde los tiempos más remotos de la figura del cuerpo humano como fuente de la que proceden todas las medidas longitudinales básicas. Pensemos que en la actualidad solo pervive la base duodecimal en la forma de pedir huevos y determinados dulces.

En los sistemas metrológicos de las monarquías hispánicas se emplean principalmente las bases 12 y 16 originadas por las sucesivas subdivisiones en base a los números 2 y 3.

La entrada del Sistema Métrico Decimal, significa entre otras muchas cosas, la introducción de una nueva lógica aritmética que, dejando a un lado las ventajas que ofrece, presenta como uno de los mayores obstáculos el problema de la divisibilidad; 10 solo es divisible por 2 y 5 frente al mayor número de divisores de las bases utilizadas en los sistemas pre-métricos.

El momento decisivo es cuando se produce la transición de la medida concreta a la medida abstracta. Este paso decisivo obligaría a referir en general las medidas a unidades inferiores al alcance de todos como el grano de cebada o bien, a reflejar en algún tipo de soporte físico (mármol, metal, papel) la unidad que se quiere fijar y mantener su longitud.

Definiciones del codo como la longitud del antebrazo del hombre desde el codo hasta la punta de los dedos, del palmo, como la longitud desde la punta del dedo meñique hasta la punta del dedo pulgar cuando la mano se encuentra totalmente extendida, o del pie como los dos tercios de un codo, son algunas definiciones metrológicas directamente dependientes de las medidas del cuerpo humano.

En profunda relación con las medidas longitudinales antropométricas tenemos el problema de los múltiplos y submúltiplos, ya que todos ellos debían conformar un sistema estable con unas proporciones numéricas enteras y susceptibles de formar el mayor número posible de divisores.

Se configura un sistema en el que el grano de cebada, elegido por su mayor regularidad, se convertirá en la menor medida longitudinal, de forma que el dedo se definirá como longitud formada por cuatro granos de cebada puestos de lado de otros la parte más gruesa; a partir de aquí la escala continuará con el palmo menor o palma de cuatro dedos y el pie de 4 palmos menores o palmas. El sistema, en que se fundamenta la división de la vara es en 3 pies o 2 codos, y en el pie quedaría dividido en 4 palmos menores o palmas, 16 dedos o 12 pulgadas. Distinguiendo entre el llamado palmo mayor del menor, siendo el mayor de 12 dedos y el menor de 4 dedos.

Y, siguiendo el esquema básico del mundo romano, que se mantendrá prácticamente inalterable, se constata existencia de la siguiente cadena de equivalencias; 1 vara = 3pies, 1pie = 4palmos (menores), 1 palmo (menor) = 4 dedos, 1 dedo = 4 granos de cebada y en consecuencia 1 vara= 3pies = 12palmos (menores) = 48 dedos = 192 granos.

Las unidades fundamentales de referencia eran la vara y el pie, pero por debajo de ellas aparecen otras como el codo y el palmo que eran usadas habitualmente.

En Valencia predomina el uso del llamado “palmo” mayor de 12 dedos que conducirá a una vara o alna dividida en 4 “palmos”.

La vara o alna valenciana conservaba una aureola de prestigio tanto por su supuesta igualdad con la vara toledana como por su referencia al pie romano antiguo, que constituía el canon de guía universal, debido a la perfección que gozaban las unidades metrológicas romanas.

A continuación transcribimos una serie de citas con las equivalencias, justificaciones y comentarios sobre los sistemas de medidas que nos facilitará comprender mejor su práctica y sus evolución a lo largo de la historia.

La primera cita la extraemos del libro escrito por el matemático valenciano del siglo XVIII **Juan Bautista Corachan**. En su segunda parte encontramos unas correlaciones entre las medidas romanas y las de los diferentes reinos peninsulares:

Monedas, pesos, y medidas de los romanos antiguos.

*El pie tenía 4 palmos menores, ó 16 dedos, ó 12 pulgares. El pié Romano es el mismo que el Geométrico, y es igual al pié Valenciano, que es el tercio de la vara de Valencia, como lo prueba exactamente Joseph Vicente del Olmo, en fu Nueva Descripción del Orbe, pág. 92 del libro Monedas, pesos, y medidas de Valencia.*²²¹

- *La vara tiene 4 palmos, y también 3 pies.*
- *El palmo 4 cuartos.*
- *El cuarto 3 dedos.*
- *El codo es media vara.*
- *La braza real tiene 9 palmos; y fiendo quadrada tendrá 81 palmos.*
- *La cuerda para medir los campos tiene 20 brazas, ó 45 varas.*
- *La fanega de tierra tiene 200 brazas quadradas.*

*12 palmos, pies, ó varas de Valencia fon 13 de Castilla. Mas, 44 palmos de Valencia hacen 51 de Zaragoza, y 50 de Barcelona, y Mallorca según Puig; pero según Cortés, 100 palmos de Valencia fon 114 de Aragón. El pie de Valencia es igual al Geométrico, o romano antiguo.*²²²

La segunda corresponde a un Boletín cuyo autor es **Gabriel Ciscar**, Capitán de navío de la Real Armada, miembro de la Comisión de Pesos y Medidas del Instituto Nacional de Francia por parte de S.M.C.²²³ En el capítulo Primero dedicado al “Origen e imperfecciones de las medidas actuales” expone: *No se puede dar una idea exacta de una cantidad sino comparándolo con otra cantidad conocida, a que suele darse el nombre de unidad. Medir una extensión es hallar las unidades y partes de unidad de que se compone.*

²²¹ Ídem anterior, Pág. 21 y 22.

²²² Ídem anterior, Pág. 30.

²²³ CISCAR, G., *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales, fundados en la naturaleza*. 1800.

Los primeros términos de comparación naturales que se presentaron al hombre para las medidas lineales, tienen por fundamento el cuerpo. Este es el origen de las medidas conocidas con los nombres de dedo, pulgada, seme, palmo, pie, codo, paso, estado y braza. Desde luego se advierte que el dedo, el pie, el estado, naturales, solo pueden tener uso en las medidas muy groseras. Por esta razón se construyeron, desde tiempo antiguo, unos patrones de madera o metal, que se supusieron iguales a cierto número de dichas unidades naturales. Tal es nuestra vara o medida de tres pies, que en su origen sería una vara o palo delgado, de la extensión de tres pies materiales, al poco más o menos.²²⁴

De aquí resulta que los modelos de que se ha hecho uso el presente para las medidas ha sido arbitrarios, sin más fundamento que el capricho de los que las han establecido: y por esta razón no debe extrañarse la mucha variedad de varas de que se hace uso en España, Vara de Burgos, vara de Valencia, vara de Aragón, vara de Santiago, vara de una estatura prodigiosa.

Más adelante continúa exponiendo los vicios y defectos que las diferentes medidas peninsulares ofrecen: *Pero volviendo a los patrones o modelos primarios de las medidas más acreditadas en España, ¿qué cosa son más que unos monumentos de la barbarie e ignorancia del siglo en que fueron contruidos? La famosa vara de Burgos está torcida, y tan mal esquadrada por sus entremos, que entre las longitudes de una y otra cara, y la distancia entre dos piezas apoyadas contra sus extremidades, se encuentran diferencias de más de un cuarto de línea. El patrón original de Burgos difiere cerca de un décimo y medio de línea del que se conserva en el archivo de Toledo. Verdad es que estas diferencias pudieran despreciarse en las operaciones ordinarias del comercio.²²⁵*

Y el tercer y último libro, el de **Antonio Aravaca y Torrent** presenta un especial interés por la exhaustiva y completa relación de equivalencias que detalla.²²⁶ En la Advertencia del comienzo expone: *Real Sociedad de Valencia.- El Presidente de la Sección de ciencias*

²²⁴ Ídem anterior, Pág. 1.

²²⁵ Ídem anterior punto 5, Pág. 5.

²²⁶ ARAVACA Y TORRENT, A. *Balanza Métrica, ó sea Igualdad de las Pesas y Medidas legales de Castilla, las de las cuarenta y nueve provincias de España, sus posesiones de ultramar isla de Cuba, Puerto-Rico y Filipinas, y las de Francia, Inglaterra y Portugal; todas las del Sistema Métrico y viceversa así como las de una provincia o nación con las de otra (...)*. Impresor José Domenech, Valencia, 1867.

COMPREDE ADEMÁS; Una breve reseña histórica de las pesas, medidas y monedas; nociones de Aritmética decimal; varias pesas y medidas especiales, de los plateros, medicina, cúbicas, construcción de buques, maderas, aguas y otras; monedas efectivas en España, Francia, Inglaterra y Portugal, con sus valores respectivos en reales, y algunas de otras naciones; y finalmente, varias pesas, medidas y monedas usadas por los antiguos.

*exactas y naturales con fecha 31 del anterior, dice a esta Sociedad lo que copio: “Esta Sección ha examinado detenidamente la obra que con el título de Balanza métrica... a fin de informar sobre la conveniencia, utilidad é interés que pueda tener para el país en general y para determinadas personas, oficinas y corporaciones en particular... la Sección, opina: que la obra Balanza métrica, es un trabajo detenido, hecho a conciencia y muy completo en su clase; que revela la gran perseverancia y paciencia de su autor. Las tablas de reducciones que en gran número contiene, y que abrazan no solo las pesas y medidas de uso común, sino también algunas especiales usadas por ciertas corporaciones, están calculadas con sujeción a los tipos publicados por el Gobierno; esto unido a la claridad con que las presenta el autor, y a que trata con extensión cada provincia de España por separado,....”*²²⁷

Esta obra está dividida en tres partes y un apéndice: en la 1ª expone una reseña histórica; en la 2ª el autor da unas nociones de la aritmética decimal y explica con ejemplos prácticos el uso de la tablas; y en la 3ª abraza las tablas de reducción de las pesas y medidas comunes, al sistema métrico y viceversa, comprendiendo no solo el peso legal o castellano, sino también el de las 49 provincias de España tratadas por separado cada una en particular, basándose en la equivalencia tipo que publicó el Gobierno.

En la reseña histórica describe la representación gráfica de “la medida” que trasladamos aquí por su interés como nexo de unión con la arquitectura: *La medida suele representarse por una matrona modestamente vestida, en la mano derecha el pie romano, en la izquierda la escuadra y el compás, a sus pies el cuadrado geométrico, y al lado de su ropaje el nivel con palmo.*²²⁸

Se explica cómo en el siglo XIII D. Jaime el conquistador y D. Alfonso el Sabio, quisieron hacer cesar la gran confusión existente en la península ibérica en cuanto a las pesas y medidas se refiere tras la caída del imperio romano; en 1238 Valencia, y en 1261 Toledo, recibieron la vara de 3pies romanos, que debía ser común a los pueblos de los estados sujetos a dichos legisladores; solo Valencia la conserva aun pues Alfonso XI y Enrique II, sucesor de D. Alfonso, dieron la preferencia a la vara de Burgos y la hicieron adoptar, rigiendo desde entonces con el nombre de vara castellana.²²⁹

²²⁷ Ídem anterior, Pág. 4.

²²⁸ Ídem anterior, Pág. 5.

²²⁹ Ídem anterior, Pág. 6.

La opinión general de los autores, es que los romanos al introducir sus leyes en España, introdujeron también sus pesos y medidas; pero en el siglo V, cuando los bárbaros del Norte la invadieron y después los moros, el desorden fue general, y los tipos romanos fueron en muchos partes abandonados, siguiendo cada provincia y cada pueblo un sistema diferente, según los conquistadores que lo habían dominado. El pie romano, es el que aun después se cree permaneció adoptando como medida lineal. Antonio Lebrija, Sepúlveda, el matemático Esquivel, y otros sabios españoles, hicieron muchos trabajos para averiguar el verdadero largo del pie español, pero no pudieron lograrlo, por las grandes diferencias que encontraron en las diversas medidas de distintos pueblos.

En la segunda parte del libro el autor expone literalmente la ley de Pesos y Medidas establecida por Isabel II en 1852, la cual se anexa a esta comunicación, así como la Tabla de Equivalencias entre las medidas utilizadas en todo el territorio nacional con las nuevas medidas del sistema métrico decimal. Centrándonos en las medidas usadas en Valencia, transcribimos la correspondiente tabla:

Equivalencias de medidas lineales entre sí.

Subdivisiones:

La vara (a) tiene	3 pies ó 4 palmos
El pie	12 pulgadas ó 16 dedos
El palmo	9 pulgadas ó 12 dedos
La pulgada	16 líneas
El dedo	12 líneas

Equivalencia entre las medidas valencianas y las del sistema métrico decimal.

VALENCIANAS	DECIMALES
1 dedo hace	2 centímetros
2 dedos	4 centímetros
3 dedos	6 centímetros
4 dedos	7 centímetros
5 dedos	9 centímetros
6 dedos ó ½ palmo	11 centímetros
7 dedos	13 centímetros
8 dedos ó ½ pie	15 centímetros
9 dedos	17 centímetros
10 dedos	19 centímetros
11 dedos	21 centímetros

12 dedos ó 1 palmo	23 centímetros
13 dedos	24 centímetros
14 dedos	26 centímetros
15 dedos	28 centímetros
1 pulgada	2 centímetros
2 pulgadas	5 centímetros
3 pulgadas	7 centímetros
4 pulgadas	10 centímetros
5 pulgadas	13 centímetros
6 pulgadas	15 centímetros
7 pulgadas	18 centímetros
8 pulgadas	20 centímetros
9 pulgadas ó 1 palmo	23 centímetros
10 pulgadas	25 centímetros
11 pulgadas	28 centímetros
1 palmo	23 centímetros
2 palmos	45 centímetros
3 palmos	68 centímetros
1 pie	30 centímetros
2 pies	60 centímetros
1 vara	91 centímetros
2 varas	1 metro 81 centímetros
3 varas	2 metros 72 centímetros
4 varas	3 metros 62 centímetros
5 varas	4 metros 53 centímetros
6 varas	5 metros 44 centímetros
7 varas	6 metros 34 centímetros
10 varas	9 metros 06 centímetros

Tipos de Gobierno, sobre los que se han calculado estas tablas, son: que 1 vara valenciana equivale a 0 metros, 906 milímetros; y que 1 metro tiene 1 vara. 0 pies, 3 pulgadas, 11 líneas, 761 milésimas de líneas; ó bien, 1 vara, 0 palmos, 1 cuarta, 660 milésima de cuarta; mas debe advertirse, que en la Gaceta ya citada hay una equivocación, sea de imprenta o de cálculo, en líneas, pues dice 8 líneas, 821 milésimas

de línea, debiendo ser la 11 líneas, 761 milésimas de línea que nosotros expresamos, como podría comprobarlo el que guste.²³⁰

(...) En lo antiguo se usaba el alna, medida desde el codo a la mano; el pie, que tenía un palmo y un tercio; el codo, media vara, y el paso geométrico de 5 pies.²³¹

Ley de pesos y medidas vigentes en España.

Doña Isabel II, por la gracia de Dios y la Constitución de la monarquía española, Reina de las Españas, a todos los que la presente vinieren y atendieren, sabed: Que las Cortes han decretado y Nos sancionado lo siguiente:

Artículo 1º En todos los dominios españoles habrá un solo sistema de medidas y pesas.

Art. 2º La unidad fundamental de este sistema será igual en longitud a la diezmillonésima parte de arco del meridiano que va del polo Norte al Ecuador, y se llamará Metro.

Art. 3º El patrón de este metro, hecho de platino, que se guarda en el Conservatorio de Artes, y que fue calculado por Gabriel Ciscar, y construido y ajustado por el mismo y D. Agustín Pedrayes, se declara patrón proto-tipo y con arreglo a él se ajustarán todas las del reino.

El gobierno, sin embargo, se asegurará previa y nuevamente de la rigurosa exactitud del patrón proto-tipo, el cual se conservará depositado en el Archivo Nacional de Simancas.

Art. 4º Su longitud a la temperatura cero grados, es la legal y matemática del metro.

Art. 5º Esta se divide en 10decímetros, 100centímetros y 1000milímetros.

Art. 6º Las demás unidades de medidas y pesos se formarán del metro, según se ve en un cuadro.

Art. 7º El Gobierno procederá con toda diligencia a verificar la relación de las medidas y pesas actualmente usadas en los diversos puntos de la monarquía con las nuevas, y publicará las equivalentes de aquellas en valores de estas.

²³⁰ Ídem anterior, Pág. 368.

²³¹ Ídem anterior, Pág. 369.

Al efecto, recogerá noticias de todas las medidas y pesas provinciales y locales, con su reducción a los tipos legales o de Castilla, y para su comprobación reunirá en Madrid una colección de las mismas. La publicación de las equivalencias con el nuevo sistema métrico, tendrá lugar antes del 1º de Julio de 1851, y en Filipinas al fin del mismo año.

También deberá publicar una edición legal y exacta de la farmacopea española, en la que las dosis estén expresadas en valores de las nuevas unidades las mismas.

Art. 8º Todas las capitales de provincia y de partido, recibirán del Gobierno, antes del 1º de Enero de 1852, una colección completa de los diferentes marcos de las nuevas pesas y medidas. Las demás poblaciones la recibirán posteriormente y a la mayor brevedad posible.

Art.9º Queda autorizada la circulación y uso de patrones, que sean el doble, la mitad ó el cuarto de las unidades legales.

(...) Dado en San Ildefonso a 19 de Julio de 1849.- Está rubricado de la Real mano.- El Ministro de Comercio, Instrucción y Obras públicas.- Juan Bravo Murillo.²³²

Y más adelante, en la página 368 citado en una nota al padre Fr. Jerónimo de Villabertran, en su *Tratado de reducción reciproca de reales, etc.*, dice: *que la vara de medir valenciana es igual a la antigua romana, y el pie igual romano antiguo.*

Al final de las tablas con las equivalencias reducidas o redondeadas, en la página 369 como notas. Expone: *Los tipos del Gobierno, sobre los que se han calculado estas tablas son: que 1 vara valenciana equivale a 0 metros, 906 milímetros; y que 1 metro tiene 1 vara, 0 pies, 3 pulgadas, 11 líneas, 761 milésimas de línea; o bien, 1 vara, 0 palmos, 1 cuarta, 6660 milésimas de cuarta;*

Lo que equivale a 1 vara aproximadamente igual a 90,6 cm. 1 palmo a 22,65 cm. y 1 pie a 30,2 cm. Que en la ponencias que se dicta en la tabla para fijar la equivalencias se redondea por arriba con una diferencia del 1,5% variación admisible para las medidas de los edificios. Es decir, error o tolerancia aceptada en construcción de esa época.

M. Docci y D. Mestri, *Il rievamento delle correzione ottiche e delle proporzioni in architettura, in "Ricerche de storia dell'arte", nº 7, Roma 1986 páginas 36-47*, se refiere al palmo romano como de 0,2237 m. y como hemos comentado A. Aravaca y Torrent recuerda que el tipo sobre los que se establecen los valores de las tablas se parte de un palmo igual 0,2265 m. muy próximo al romano.

²³² Ídem anterior, Pág. 9.

Cuestión abierta y que en su momento se asignó redondeando al palmo valenciano el valor equivalente en el sistema métrico decimal de 23 cm.

La relación entre la métrica de origen árabe con la valenciana cristiana a partir de Jaime I.

La proliferación de codos y varas en los reinos hispánicos se debe a la confusión constante que de hecho existió entre el *dedo* y la *pulgada*, confusión que se acentúa en el mundo islámico, pues la lengua árabe no conoce en teoría el concepto de la pulgada como *uncia* romana y la identifica en la práctica con el *dedo*.

El profesor J.M. Merino de Cáceres, describe la metrología medieval como (...) *una amalgama de medidas de origen romano, visigodo y árabe, a las que se añadirían las usadas por los constructores románicos y góticos, y generalmente adaptadas a las necesidades y circunstancias del lugar.*

En el año 1567 y tras el fracaso de Ordenamiento de Montalvo, iniciado por los Reyes Católicos en 1484, Felipe II promulga el código conocido como “Nueva Recopilación de las Leyes de España”, es evidente que este intento de unificación métrica no produjo los resultados deseados, ya que, cuando en 1852 se dicta la Real Orden estableciendo el Sistema Métrico Decimal, en España se contabilizan hasta veinte sistemas de medida diferentes. Dentro de estos sistemas nos encontramos desde la vara de Teruel de 0’768 m hasta los 0’912 m de la vara de Alicante.²³³

Por eso no resulta extraño encontrar en las medidas lineales de la España musulmana y de los Reinos de Castilla, entre otros, codos de:

- 24dedos (0’418m), como *el codo geométrico*, común o antiguo que medía ½ vara castellana o un pie y medio y el *codo manual* práctico utilizado por Ibn Yubaryr.
- 33dedos (0’572m), el *codo real de Castilla* se impuso en España por una orden de Felipe II en 1590.
- 24pulgadas (0’557m), como el *codo mediano morisco*, o 32 dedos, equivale al citado codo de ribera y se identifica con el codo oficial de la España musulmana.

²³³MERINO DE CÁCERES, J. M., *Planimetría y metrología en las catedrales españolas*. Tratado de rehabilitación. Vol.2: Metodología de la restauración y de la rehabilitación. Ed. Munilla-Lería. Madrid, 1999, Pág. 6. (Ver art. Catedral de Segovia www.metalunivers.com)

- 32 dedos (0'557m), se identifica con el *codo rassasí de 32 dedos*, con el *codo de ribera castellano* y con el *codo mediano morisco*.
- 36dedos (0'6269) el mismo codo de 27pulgadas.
- 32pulgadas (0'74m), se identifica con el *codo mayor morisco*.
- 33pulgadas (0'7662m), Lo idéntico con la antigua vara de Toledo.
- 36pulgadas (0'835m), Es la *vara real de Castilla o vara de Burgos*.²³⁴

Se cree que la unidad metrológica que utilizaron los constructores fue el codo. De los codos anteriores dejamos el codo real de 57cm., ya que la diferencia con el rassasí es tan solo 1cm. Las medidas anteriores proporcionan las dimensiones siguientes: 42 (codo geométrico o común), 47 (codo negro o mamuní), 56(codo rassasí o mediano) y 74 (codo mayor morisco) cm. Como cada encofrado de muro tapial estaba formado por dos codos, según se desprende de la descripción del siglo XV de Ibn Jaldun, sus alturas totales serían las siguientes: 84, 94, 112 y 148cm.

Con respecto a estas medidas, hemos de decir, que en un principio, no existe una correspondencia entre, ellas y las que en la actualidad se obtienen en los castillos valencianos, aunque si aproximada, y aún más si consideramos la última (148cm) como un codo simple de 74cm. De esta forma conseguimos los siguientes resultados: 74, 84, 94 y 112 cm. Entre ellas hay, pues, una diferencia de unos 10cm., a excepción de la última.

Aunque admitamos en el primer caso –codo mayor morisco de 74cm- la medida de un codo simple y los siguientes multipliquemos por dos los codos originales, tampoco se obtiene una relación exacta entre las medidas empleadas por los musulmanes y los resultados practicados en los castillos valencianos. No obstante hay un hecho que llama la atención, todos estos datos si que agrupan, por exceso o por defecto, a los cuatro grupos de codos antes citados. *¿Por qué surgen estas diferencias de escasos centímetros?* Se cree que puede ser debido a factores distintos. Por una parte, y desde el punto de vista técnico, podría existir una pequeña diferencia entre la medida elegida para la altura del tapial y la que finalmente se obtenía. Pero también puede ser producto de la dificultad actual que presenta su medición y, en menor grado, por el deterioro del material por el paso del tiempo.

²³⁴ VALLVÉ BERMEJO, J. *Notas de metrología hispano-árabe. El codo en la España musulmana en Al-Andalus*. Art. Revista de las escuelas de estudio árabe de Madrid y Granada, Madrid-Granada. Fasc.2, vol.XLI, 1976 Pág. 339-354.

Hay que mencionar una afirmación, rechazada por unos autores pero apoyada por otros, que propone que; (...) *los tapiales más altos y que rebasan el metro se consideran cristianos.*

Se han encontrado *muros tapiales* en el conjunto hospitalario de san Juan en Valencia, en la casa del comendador, en los pies de la nave, en el muro medianero del patio sur y en la Torre de la encomienda sanjuanista en el municipio de Torrente. A partir de estas dimensiones nos hemos servido para su comparación y estudio.

Según López Elum,²³⁵ los cristianos tomaron como medida base para sus construcciones la dimensión del palmo ($\approx 0'23m.$) que es la cuarta parte de la vara (0'91m). Un tapial de cuatro palmos alcanza 91cm. y uno de cinco palmos alcanza 114cm. De ahí que tapiales superiores a un metro puedan ser cristianos pero también, en menor grado, islámicos. A grandes rasgos el autor deduce que aquellos cuyas dimensiones oscilan entre 80 y 94cm. serán musulmanes. Los superiores también pueden ser islámicos, y de hecho existen, pero es ahora cuando las reparaciones cristianas, o sus reconstrucciones, introdujeron encofrados entre 91 y 114cm.

9.4- La coordinación modular en el diseño arquitectónico a través de los trazados reguladores.

La síntesis de las dos tradiciones (aritmética y geométrica) se realiza en la coordinación modular y en los trazados reguladores, por ello estos dos aspectos los desarrollaremos con una especial atención.

La obra de Giacomo Barozzi de Vignola (1593) *Regla de los cinco ordenes de Architectura* afirma en su libro primero: (...) *se debe saber, que yo en el partir y medir los dichos ordenes, no he querido tomar cierta y determinada medida particular de alguna ciudad, como brazo, pie o palmo, sabiendo que las medidas son diversas como diversas las ciudades y las regiones.* Barozzi (1593) *Libro I folio 10* en otro punto de la obra opta por la medida relativa o *módulo* obtenida del grosor de las columnas en el arte dórico.

Ruiz de la Rosa, nos expone en sus estudios, como en la arquitectura que se desarrolla a partir de la construcción de los centros monásticos, se introduce el empleo de *grandes unidades o módulos* que imponen una disciplina racional, una coordinación de las dimensiones de los edificios.

²³⁵ LÓPEZ ELUM, P. *Los castillos valencianos en la Edad Media*. Vol. IIª Ed., Biblioteca valenciana. Valencia, 2002, Pág. 162-165.

*La arquitectura monacal, de gran influencia durante la época carolingia, conservó su impulso durante siglos. Reunió la tradición operativa de los gremios romanos con una dimensión culta derivada de los textos antiguos.*²³⁶

*Fueron los discípulos de San Benito los que, en efecto, (...) no solo conservaron o descubrieron los textos matemáticos de la antigüedad griega o Alejandría (...) así como el tratado de Vitruvio (...). Estos monjes-arquitectos, sus maestros-albañiles y sus compañeros talladores de piedra, reanudaron también la antigua tradición (...)*²³⁷

*Las investigaciones de Korsman y Durach en los años veinte descubrieron el uso por los cistercienses en sus proyectos de una "gran unidad" que, según los edificios, equivalía a cinco o siete pies, dependiendo luego su valor del pie empleado en cada lugar.*²³⁸

*Sencillo generador de formas es el diagón rectángulo raíz de dos. (...) el diseño estaba concebido sobre la base de una proporción aditiva y racional. La simple geometría aplicada de las plantas y alzados producía subdivisiones del módulo que eran medidas de criterio razonable (...)*²³⁹

Desde una dimensión más simbólica y con una interpretación estética y espiritual de la arquitectura medieval, Otto Von Simpon²⁴⁰ nos presenta y analiza los fundamentos compositivos de la arquitectura francesa del siglo XII.

La autoridad de San Agustín conformó la Edad Media. El fragmento del Libro de la Sabiduría de Salomón que dice: (...) has ordenado todas las cosas en medida, número y peso; y, la interpretación que diera san Agustín se convirtiera, como acertadamente se ha señalado, en la clave de la visión medieval del mundo.

San Agustín se sirve de la arquitectura, al igual que de la música, para demostrar que el número, como resulta evidente en las proporciones más sencillas que se basan en las razones "perfectas", es la fuente de toda perfección estética. Las construcciones

²³⁶ RUIZ DE LA ROSA, J. A., *Traza y Simetría de la Arquitectura; En la Antigüedad y en el Medievo*. Ed. Universidad de Sevilla. Sevilla 1987, Pág.234.

²³⁷ GHYKA, M. *El número de Oro*. Tomo II. Ed. Poseidón. Barcelona 1983. Pág. 51.

²³⁸ RUIZ DE LA ROSA, J. A., *Traza y Simetría de la Arquitectura; En la Antigüedad y en el Medievo*. Ed. Universidad de Sevilla. Sevilla 1987. Pág. 236.

²³⁹ KOSTOF, S. *El arquitecto, historia de una profesión*. Ed. Alianza. Madrid, 1984. Pág. 88.

²⁴⁰ VON SIMPON, OTTO, S. *La Catedral Gótica*. Ed. Alianza. Madrid, 1980. Pág.45.

*eclesiásticas del siglo XII se fueron apoyando de forma creciente en la estética agustiniana del número y la proporción.*²⁴¹

*Durante el segundo cuarto del siglo XII, los vigorosos movimientos intelectuales captaron en Francia la filosofía agustiniana de la belleza. El primero tenía su centro en el grupo de eminentes platónicos que se reunían en la escuela de la catedral de Chartres; el segundo, de carácter especulativo ascético, procedía de los grandes monasterios de Citeaux y Caraval y estaba personificado por san Bernardo. La civilización francesa del siglo XII puede descubrirse prácticamente como la síntesis de estas dos corrientes, las cuales se hallan relacionadas por la común herencia de san Agustín.... Su influencia fue tal que no podían por menos que afectar al arte de su tiempo. De hecho, el arte gótico no habría existido sin la cosmología platónica que se cultivó en Chartres y sin la espiritualidad de Caraval.*²⁴²

Estos movimientos espirituales y constructores a la vez influyeron decisivamente en la Orden Hospitalaria de san Juan de Jerusalén, Acre y Rodas. En la cruzada que se estaban llevando a cabo en España los monarcas en las acciones de reconquista. Los Castellanos, los Navarros y los Aragoneses se hicieron acompañar de las Ordenes militares y después para establecer la nueva civilización por y con especial atención a la Orden monástica del Cister.

La Orden del Cister estuvo muy vinculada a la Orden del Hospital, hasta el punto que los estatutos y normas de esta fueron dictados por san Bernardo guiado por los principios agustinianos. Esta influencia también llegó a su organización administrativa y edilicia, que se plasmará en los nuevos asentamientos en los territorios según eran conquistados. Como ejemplo tenemos el caso de la gran influencia que ejerce el monasterio Cisterciense de Poblet sobre el conjunto sanjuanista que se desarrolló en la ciudad de Valencia tras la reconquista.

En el monasterio francés de Chartres se cultivan las matemáticas, y en especial la geometría lo que llevó a unos nuevos modos concebir la construcción y consecuentemente sus manifestaciones estéticas.

²⁴¹ Ídem anterior. Pág.45-47.

²⁴² Ídem anterior. Pág.47.

*Los maestros de Chartres estaban, como los platónicos y pitagóricos de todos los tiempos, obsesionados con las matemáticas; consideraban a esta disciplina como el eslabón que enlaza a Dios con el mundo.*²⁴³

Las aspiraciones artísticas de san Bernardo suelen describirse como las de un puritano. Pero son en realidad, agustinianas.” (...) “La valoración de los gustos artísticos de san Bernardo se ha apoyado de modo demasiado exclusivo en las opiniones que él expresó en su obra escrita, especialmente en la Apología ad Guilleluum su ataque a la ostentación de la Orden de Cluny. En esta obra san Bernardo hace dos observaciones especialmente sobre el arte: condena como monstruosa la imaginería antropomórfica de los escultores románicos y solicita que se les destierre de los claustros; y arremete contra la inmensa altura, la desmesurada longitud y anchura innecesaria de la iglesias cluniacenses, considerándolas inadecuadas con el espíritu de humildad monástico.

La crítica cisterciense del arte y el arte cisterciense deben verse siempre a la luz del ascetismo de la Orden y de sus definiciones de la oración y de la contemplación.

*No cabe duda alguna de que el abad de Caraval participó activamente en la creación del modelo de arquitectura cisterciense, aunque no sabemos exactamente hasta donde llegaría su supervisión; tampoco cabe duda de que el estilo concreto que se desarrolló bajo su dirección es uno de los principales acontecimientos de la historia de la arquitectura medieval... Prácticamente todas y cada uno de los elementos de la primitiva iglesia cisterciense los hallamos en otros tipos de arquitectura religiosa. Es el espíritu del templo Bernardino lo que le asigna un lugar a parte.*²⁴⁴

Tine Kurent de la Universidad de Edgard Kardej de la antigua Yugoslavia, en un artículo publicado, titulado *La coordinación modular de las dimensiones arquitectónicas*²⁴⁵ por el boletín del Museo Nacional de Arqueología de Madrid nos expone con detalle en qué consiste este sistema de relaciones:

(...) es un método de componer dimensiones arquitectónicas con la ayuda de módulos. El módulo es el denominador común de los tamaños modulares. Cuantos mayores sean dichos tamaños, mayor será el módulo. Por ejemplo, el módulo para la planificación

²⁴³ Ídem anterior. Pág.48.

²⁴⁴ Ídem anterior. Pág.64-67.

²⁴⁵ KURENT, T., Universidad Edvard Kardelj. Yugoslavia.

La coordinación modular de las dimensiones arquitectónicas. Artículo publicado en el Boletín del Museo Arqueológico Nacional (Madrid) III. 1985. Pág. 69.

urbana es obviamente mayor que el que coordina los tamaños de un edificio o los de un elemento constructivo. Los componentes modulares, siempre y cuando se ensamblen adecuadamente, encajan con facilidad dentro de una composición. Todos los sistemas antropométricos históricos, con subdivisiones decimales, duodecimales, sexagesimales, fueron modulares. Las antiguas medidas, como el palmo, el pie, el codo, el paso, etc., fueron utilizadas como módulos. De ahí la arquitectura modular histórica.

La degradación o la pérdida de los sistemas métricos modulares tuvieron como resultado la alteración, o incluso una decadencia, de la composición arquitectónica. La gradual desaparición de las medidas estándares romanas y la aparición de abundantes sistemas locales destruyeron la fiabilidad de las medidas. La arquitectura todavía modular del Románico tuvo que dar paso al estilo geométrico Gótico.

Y, refiriéndose a la teoría de la arquitectura contemporánea comenta: *Con el renacimiento de la teoría modular en los Estados Unidos, de la mano de Fred Heath en 1925 y de A. F. Bemis en 1936, tuvo lugar la introducción del módulo de 4 pulgadas, antecedente del moderno básico de 10 cm de largo. Heath y Bemis fueron los primeros en entender que la coordinación modular de los tamaños era imprescindible para que fuera viable la industrialización de la construcción.*²⁴⁶

T. Kurent nos presenta una cuidadosa traducción del Tratado de Vitruvio que se refiere al significado y al sentido original de los textos. Se plantea y se pregunta por el significado que debieron dar, a las expresiones y las palabras del Tratado, los romanos de la época imperial. Por ello puede afirmar que: *La teoría modular más antigua en el mundo occidental fue formulada por Vitruvio en su libro III. 11. "Aedium compositio constat ex symmertria cuius raytionen diligentissime architecte tenere debent, Ea autem a proportione, quae graece analogía dicitur. Proportio est ratae partis membrorum totiusque commodulatio, ex que ratio efficitur symmetriarum 13. Namque non potest aedis ulla sine synmmetrua atque proportione ratinem habere compositionist, nisi ad hominis bene figurati membrorum bahuerit exactam rationem."*

En todas las traducciones modernas de este importante precepto vitruviano se mantiene la palabra *symmetria*, mientras que el singular genérico *ratae partis* pierde su característica de un grupo entero de *partes calculadas* (= módulos en plural), con lo que se oscurece el significado original.

²⁴⁶ Ídem anterior. Pág.69-70.

*La composición de los edificios depende de los tamaños modulares cuyas relaciones deben ser diligentemente observadas por los arquitectos. Deriva de la proporción, llamada analogía por los griegos. La proporción es el cálculo y la co-modulación de una unidad de tamaños para cada parte y para el total del edificio, de lo cual surge la relación de los tamaños modulares. Porque sin tamaños modulares ni proporción, no existe composición racional en ningún edificio.*²⁴⁷

Unas pocas ilustraciones de composiciones romanas, griegas, egipcias, mesopotámicas, chinas, japonesas, bizantinas, islámicas, románicas, medievales, etc. ilustrarán suficientemente la composición modular histórica.

Pero la coordinación modular, metrología y composición de proporciones, no son interesantes únicamente para la Historia del Arte y la Arqueología. Son asimismo esenciales para la Arquitectura actual. Así lo afirma el profesor Tine Kurent en el mencionado artículo. Nos presenta un análisis de gran interés sobre la estandarización de las medidas que se empleaban en el sistema romano.

*Una condición fundamental para la producción industrializada de edificios es la adopción de un sistema modular como la base para normalizar los elementos constructivos... La coordinación modular es la clave para industrializar la construcción. Es el método por el cual las dimensiones de las partes constructivas son coordinadas para asegurar la flexibilidad en el uso a la vez que la facilidad en la producción. Permite que un elemento dado sea colocado en diversas posiciones alternativas, bien en un mismo edificio o en varios, aunque dicho elemento sea fabricado en un solo tamaño. Esto redundará en beneficio de todos los que participan en esta industria; arquitecto, fabricante y constructor.*²⁴⁸

La secuencia de tamaños que formaban el sistema estandarizado romano de dimensiones arquitectónicas abarca unidades desde el *sicilicus* hasta el *decempeda*. La denominación según partes del cuerpo, tenía una función simplemente nemónica. Además, es más fácil recordar aquello que está colocado en un orden lógico. Una dimensión arquitectónica romana equivale a una serie completa de módulos, consistente en un múltiplo entero de una unidad de medida estándar. Las medidas

²⁴⁷ Ídem anterior. Pág.70.

Simetría significa –tamaños modulares-

Ratae parti commodulatio significa –la coordinación de módulos elegidos-

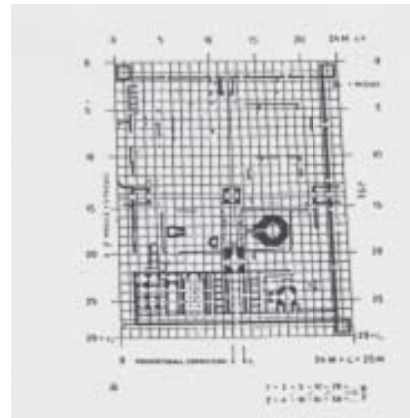
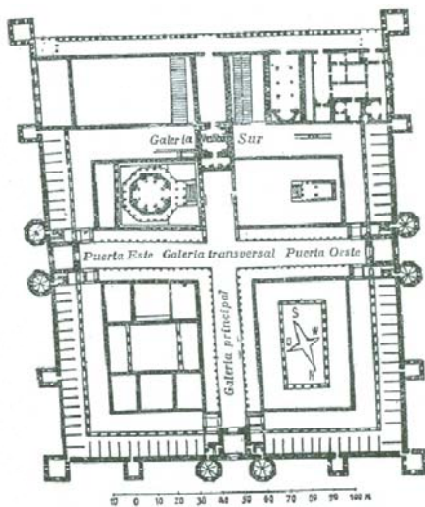
²⁴⁸ Ídem anterior. Pág.71.

Cada intercolumnio inter-axial en la columnata del peristilo del palacio de Diocleciano de Spalato, (Split, Eslovenia) tiene la anchura de 5 módulos. La apertura es de 12 módulos de altura. Los números 5 y 12 son términos de la sucesión de Pell: 0 1 2 5 12 29....

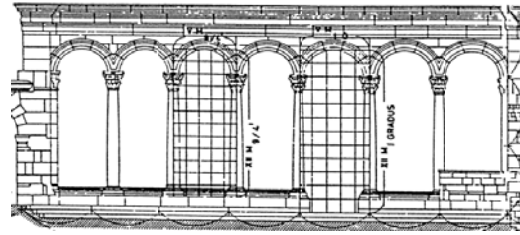
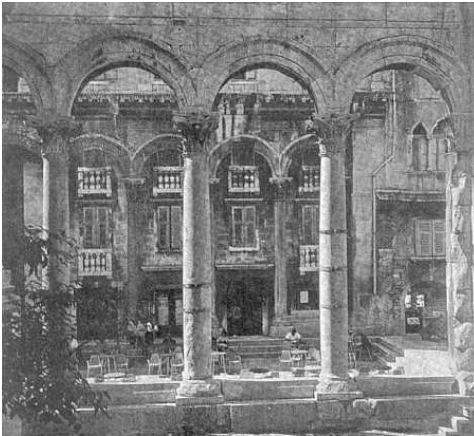
La longitud del módulo equivale a 9 *palmi* para los intercolumnios con pretil. Pero una de las aperturas carece de este pretil y de ahí que su altura sea mayor. Su módulo equivale a 10 *palmi* o 1 *gradus*. Para mantener la misma proporción (12:5) su anchura es proporcionalmente mayor.

La columnata misma tiene la longitud de 7 módulos de 5 *gradi* y la altura de tres módulos de igual medida.

La proporción 7:3 que se aproxima a θ viene de la sucesión: 1, 1, 3, 7, 17... definidos los términos por la expresión recurrente igual a $a_n = 2a_{n-1} + a_{n-2}$, siendo a_n el valor de los términos de la sucesión y n los términos de la sucesión creciente de los números enteros naturales positivos, siendo $a_1 = 1$ y $a_2 = 1$.



Planta del Palacio de Diocleciano en Spalato sobre cuadrícula en la que se indica las series de Pell



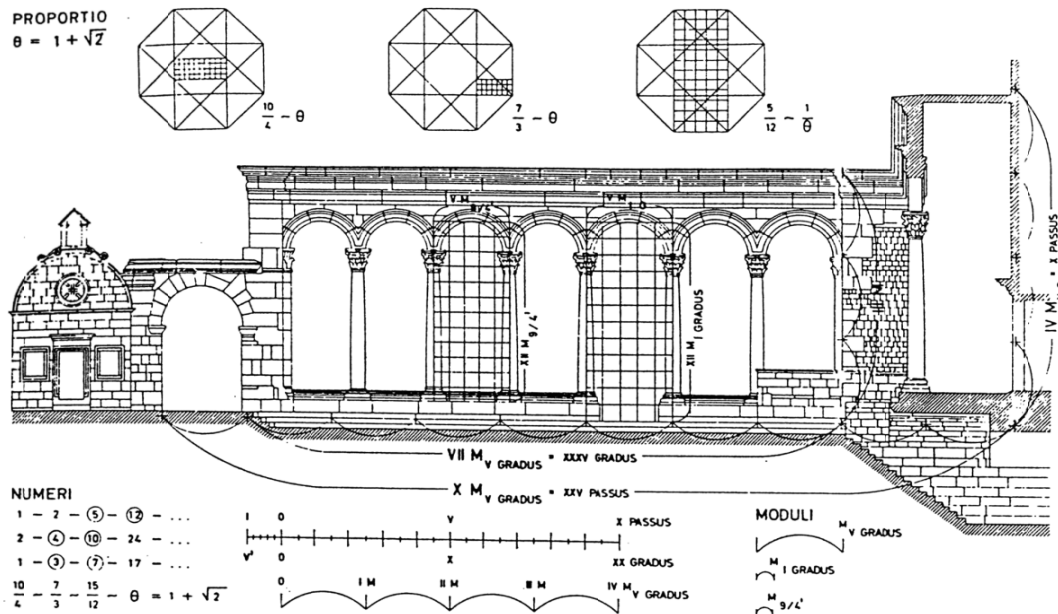
Detalle columnas del peristilo con superposición de una cuadrícula de razón 7/3 y 5/12 de relación entre intercolumnios, que son términos de la sucesión de Pell

El lado oriental del peristilo tiene una altura de 4 módulos de 5 *gradi* y una longitud de 10 módulos. La relación 10:4 o mejor aún 5:2, si el módulo equivale a 5 *passi*, se acerca a la proporción Θ procediendo de la sucesión mencionada: 0, 1, 2, 5, 12... que se define con la misma expresión recurrente $a_n = 2a_{n-1} + a_{n-2}$ siendo $a_1 = 0$ y $a_2 = 1$.

El valor del límite de la sucesión definida por los cocientes de la primera y la segunda sucesión tiende a $\sqrt{2}$. Nótese, 3/2, 7/5, 17/12,... Cuyo límite tiende de esta sucesión de cocientes tiende a $\sqrt{2}$.

Nótese que las proporciones modulares, consistentes en la relación de dos números, sólo se aproximan a las proporciones exactas, las cuales a su vez, suelen ser números irracionales.

La composición del peristilo de Diocleciano es un buen ejemplo con el que ilustrar la teoría modular vitruviana: las ratae partes, o módulos de este autor, tienen la longitud de 9 ó de 10 palmi; 1, 5 ó 10 gradi, ó 5 passi. Está realizada con symmetria, o tamaños modulares estándar, y con múltiplos modulares que han de ser calculados. Su commodulatio o cálculo de módulos “para cada parte y para el todo” se computa con la ayuda de la proportio, o clave de proporcionamiento, lo que aquí se llama relación-términos-de-una-serie-Pell. Evidentemente, la ratio symmetriarium juega un importante papel en la commodulatio.



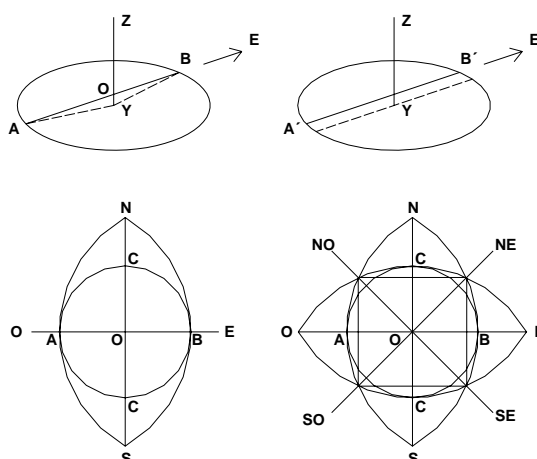
Las proporciones modulares de la Columnata del Peristilo del Palacio de Diocleciano en Spalato

El precepto vitruviano sobre la composición modular libro II,1, 1 empieza y acaba con la *symmetria*. Su carácter tautológico junto con el cambio de significado del vocablo *symmetria* hace que apenas sea comprensible. Afortunadamente, la puesta en práctica de su teoría, como el caso del peristilo del palacio de Diocleciano, nos ayuda a comprender la práctica de la composición modular en la arquitectura romana.²⁴⁹

Vitruvio dice que las ciudades romanas se trazaban alineándose con los ocho vientos o direcciones. El método que describe para determinarlas es similar a aquellos dados en los *Silpa-sâstras* de la India.²⁵⁰

²⁴⁹ Ídem anterior. Pág.74.

²⁵⁰ SNODGRASS, A. *Architectura, time and Eternity*, Arquitectura griega y romana. *El amusium romano* vol. I. cap. 2, Ed. Aditya. New Delhi, 1997, Pág. 128.



Proceso seguido para el trazado de los cuatro puntos cardinales y los cuatro puntos intermedios

En el centro del lugar de la ciudad se coloca un amusium de mármol, poniéndolo en el lugar exacto con la ayuda del nivel, o bien encontrando el punto exacto con la ayuda del nivel y la regla sin necesidad del amusium. En el centro de ese lugar se levanta un gnomon de bronce o un "productor de sombra". Sobre la quinta hora de la madrugada se marca con un punto el final de la sombra producida por el gnomon. Entonces, abriendo el compás desde el centro hasta este punto, se traza un círculo. Por la tarde se vuelve a observar la sombra del gnomon, y cuando el final de ésta vuelve a tocar la circunferencia del círculo, de manera que la sombra de por la tarde es igual de larga que la de la mañana, se marca ese punto.

Desde esos dos puntos se trazan con el compás arcos que se intersecten. Se dibuja una línea que pase por las intersecciones y el centro de forma que cruce la circunferencia, y así obtenemos los "cuartos" del Norte y del Sur. Después utilizando la decimosexta parte de la circunferencia como diámetro, se describe un círculo con el centro en la línea del sur, en el punto donde cruza la circunferencia, se marcan los puntos de la derecha y de la izquierda y se repite lo mismo en el lado Norte. De los cuatro puntos obtenidos se dibujan rectas que intersecten en el centro, de un lado de la circunferencia al otro. Así obtenemos una octava parte de la circunferencia orientada hacia el sur y otra octava parte hacia Septentrión. El resto de toda la circunferencia se deberá dividir en tres partes iguales por cada lado, obteniendo así una figura igualmente proporcionada entre los ocho vientos. Entonces se puede trazar la dirección de las calles y pasadizos según las líneas de división entre los cuartos de los dos vientos.²⁵¹

El *amusium* es una plancha octogonal emplazada en el centro de la ciudad, en la intersección del cardo y el decumanus. Existe todavía un *amusium* en el cruce de los ejes

²⁵¹ Ídem anterior. Pág. 130.

principales del palacio de Diocleciano en Spalato, y está marcado con las líneas que forman un octograma, la estrella regular de ocho puntas que deriva de un octógono.

El *amusium* indica las direcciones cardinales e intercardinales que emanan del gnomon central; es también un diagrama de proporciones utilizado en el plano y el alzado del palacio. El octograma genera una familia de proporciones relacionadas con $\sqrt{2}$; un número de octogramas inscritos o circunscritos da una sucesión de magnitudes aditivas que tienen la propiedad de que la razón entre pares de términos sucesivos tiende a $\theta = 1 + \sqrt{2}$.

Las proporciones generadas por $\sqrt{2}$ y el octógono también se utilizaron habitualmente en los mosaicos romanos. El mismo sistema de proporciones gobierna el trazado de las ciudades romanas y aparece en las proporciones del alzado de sus edificaciones.

El ritual de emplazar ciudades y edificios con el sistema de los gnómones y los *amusium* es de una simbología equivalente a la del trazado del *templum* celeste por el augur. El *templum* es primero una división cuatripartita del cielo por el cardo y el decumanus y después una división en dieciséis partes que delinea los dieciséis domicilios de las divinidades que regulan esas dieciséis direcciones.

De manera similar, el *amusium*, gobernando la orientación y proporciones de la ciudad y los edificios, es trazado según la referencia de la división en dieciséis partes de un círculo. El *amusium* es una proyección de un orden celeste en la tierra. El origen de los números de los términos de sucesiones aditivas 1, 2, 5, 12, 29...; 1, 3, 7, 17, 41...; 1, 4, 9, 22, 53... etc., las cuales son sucesiones $a_1, a_2, a_3 \dots$ en donde $a_3 = 2a_2 + a_1$; $a_4 = 2a_3 + a_2 \dots$ de la misma forma que la relación entre términos de la sucesión de Fibonacci (1, 2, 3, 5, 8, 13..., serie obtenida por la adición progresiva del último y el penúltimo términos de la sucesión).

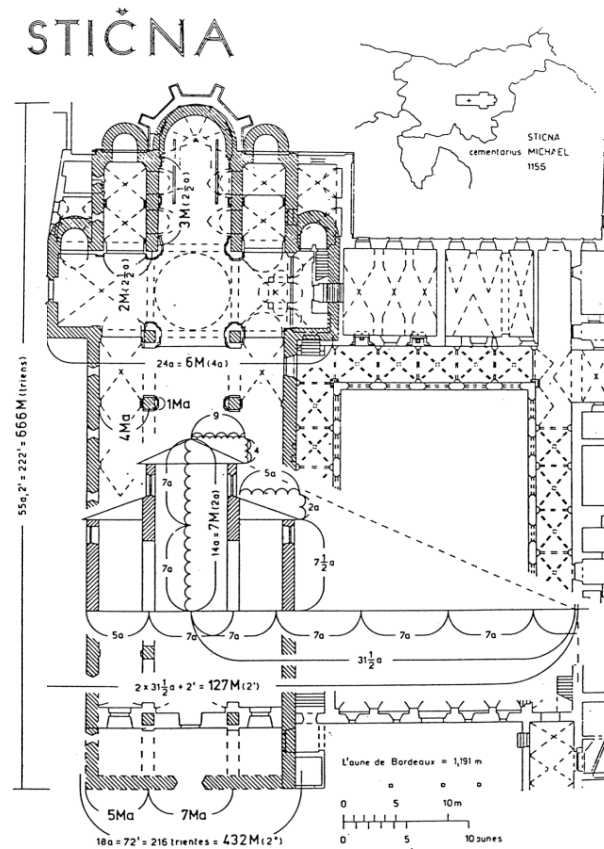
La diagonal de un cuadrado cuyo lado es 1 es $\sqrt{2}$ y las proporciones que emplean varias razones de $\sqrt{2}$ son una de las bases del sistema de proporciones utilizado en la Edad Media. Las "estrellas" geométricas, el pentagrama y el octograma, utilizados en el trazado de iglesias europeas y edificios islámicos, incorporan las razones de $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ y $\sqrt{5}$. El pentagrama incorpora el valor igual a $\frac{1 + \sqrt{5}}{2}$, y el octograma incorpora el valor igual a $1 + \sqrt{2}$.

T. Kurent encuentra en la serie de números de Pell usados como múltiplos modulares lo que da las dimensiones de los diámetros, circunferencias e intervalos en Stonehenge.

Vitruvio describe el asentamiento de una ciudad octogonal mediante el gnomon y el *amusium*, pero con una única excepción, Calvea Atrebatum, cuyas calles y barrios son conformes a las líneas de la subdivisión de un octógono, todas las ciudades romanas son cuadradas o rectangulares. Kurent sugiere que Vitruvio explicó el asentamiento de las ciudades en términos de “los ocho vientos” para ocultar el significado del *amusium* de los arquitectos.

Otro de los edificios que se presenta es la Basílica Románica de Sticna, una distancia de más de 10 siglos los separan. Sobre el que podemos encontrar gran número de coincidencias compositivas con respecto al Palacio de Diocleciano.

La basílica cisterciense de Stictina (Eslovenia) está compuesta en un ritmo de módulos basados en *l'aune de Bordeaux*. Esta unidad deriva del *ulna* romano, equivalente a 4 *pedes*.²⁵²



La Basílica Románica de Sticna

²⁵² Ídem anterior. Pág.90.

Y, a continuación nos referiremos a la coordinación dimensional resultado del desarrollo del empleo de los trazados reguladores como aplicación directa de un sistema modular que origina una sucesión de números, instrumentos del análisis geométrico. Su origen se encuentra, en el desdoblamiento creciente o decreciente, de una figura geométrica conocida. Se trata de un avance, en el análisis geométrico que trataremos a continuación.

El profesor Soler Sanz, nos presenta un cuidadoso estudio sobre las relaciones aritméticas que se derivan de las propiedades geométricas de los polígonos regulares de ocho lados, los octógonos. Son las leyes que organizan sus elementos primeros, los que definen las relaciones que a partir de estas se derivan.

Este trabajo de investigación ha sido recopilado en el libro cuyo título es *Trazados Reguladores Octogonales en la Arquitectura Clásica*. Este ha supuesto un planteamiento nuevo de gran rigor y calado doctrinal, por el modo y la profundidad de tratar la materia. No se trata de tanteos aproximados, sino de definir un camino mediante el trazado de figuras, que verifique el replanteo de la forma geométrica que conforma, que organiza el edificio que se está estudiando. Se trata de definir una hipótesis del replanteo que el maestro mayor de las obras pudo utilizar para diseñar y elevar el edificio. Una hipótesis que permite reconstruirlo con toda fidelidad.

El octógono es una figura con menor número de estudios, que otras como el triángulo, el pentágono e incluso el hexágono.

El profesor Soler Sanz, estudia la geometría del octógono regular, las propiedades de sus elementos primarios, las circunferencias inscritas y circunscritas, sus radios y sus diámetros, el lado del octógono interior y exterior, el lado del polígono estrellado, etc. Y, a partir de estas leyes, las propiedades que se derivan, las series numéricas que dan lugar a la coordinación dimensional, a extensión y desarrollo del trazado.

Nos permite releer la historia de las tradiciones del profesor Ruiz de la Rosa desde la lógica del replanteo de la composición que genera el desarrollo de todo el edificio.

Soler Sanz profundiza y es fiel a la doctrina de sus maestros, especialmente a Luís Moya, del que se refiere con admiración y aprecio. Las tres tradiciones se entienden con una visión mucho más integradora, en la misma tradición en la que se forma, la tradición del oficio de maestro mayor, en el oficio de Arquitecto. Sin olvidar los estudios y planteamientos académicos de las Ciencias eminentemente especulativas.

Muestra de este oficio de Arquitecto nos ha llegado a través del *Cuaderno de dibujos de Villard de Honnecourt* y los tratados que le siguieron en los que se incidía en los aspectos prácticos del oficio.

F. Soler, se plantea como objetivo de su estudio demostrar la capacidad que tiene de generar espacios el sistema modular derivado de las propiedades métricas del octógono regular.

El desarrollo del proyecto arquitectónico obliga a tener en cuenta los tamaños normalizados de los componentes, además de intentar la belleza final del conjunto. Los trazados gráficos aplicados desde la antigüedad tratan de conjugar ambas necesidades: sacar el mejor partido a los materiales y lograr un edificio armonioso.

Se han podido analizar infinidad de esquemas geométricos que justifican la composición de los edificios, bien en planta o en alzado. Cada autor matizaba variadas reglas usuales que se repetían no sólo en un mismo periodo o estilo, sino que esos trazados geométricos habían sido utilizados en edificios muy distantes en el tiempo y en su situación geográfica. Ello hace suponer que los constructores se apoyaban en ciertos modelos o prototipos que adaptaban a su problema espacial y funcional.

Los estudios de Ecochard,²⁵³ comparando edificios octogonales dentro de unas constantes, nos llevaron a seguir en esa línea. Se han sistematizado las propiedades y aplicaciones de otros modelos octogonales, e incluso se han buscado nuevos detalles en edificios ya descritos por Ecochard. No solo el contorno es octogonal, los muros, capillas, etc., están basados en la geometría del octógono. Por lo tanto, se supone que partían de un modelo que transformaban inscribiendo o circunscribiendo octógonos y otras figuras en una circunferencia predimensionada.

²⁵³ ÉCOCHARD, M., *Filiation de monuments Grecs, Byzantins et Islamiques una question de géométrie*. Direction Générale des relations culturelles, scientifiques et techniques. Ministère des Affaires étrangères. Librairie orientaliste paul Geuthner S.A. Paris, 1977.

*Para sistematizar el proceso se han puesto en evidencia ciertos coeficientes que justifican el trazado y permiten el cálculo numérico de todas sus partes. Así, la circunferencia de 15,74 metros para pequeñas iglesias equivale a $28.87 / \lambda^2$, siendo λ la relación del radio al lado del octógono regular inscrito. Se ha podido encontrar construcciones que parten de circunferencias aún menores y otras que no siendo octogonales también se apoyan en circunferencias derivadas de las de Ecochard.*²⁵⁴

Para aplicar las formas octogonales en la arquitectura conviene dominar el concepto de **módulo** que el diccionario de la lengua Española nos lo define: *Dimensión que convencionalmente se toma como unidad de medida y, más general todo lo que sirve de norma o regla. Pieza o conjunto de piezas que se repiten en una construcción de cualquier tipo para hacerla más fácil, regular y económica; Medida que se usa para las proporciones de los cuerpos arquitectónicos.*²⁵⁵

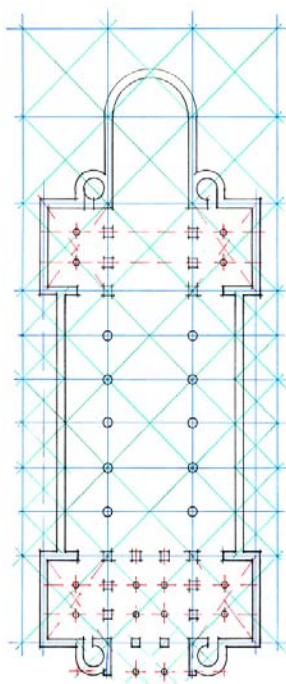
Otro estudio de gran interés, es el análisis de la planta de la capilla de St. Riquier (Centula, Francia) en la que se puede apreciar como la posición de muros y pilares se acopla a subdivisiones de un módulo mayor. Y, la evidencia de haber dividido, el módulo fundamental, en unidades, tercios, cuartos, etc. Incluso, en algunos casos, las caras del muro coinciden con las divisiones, mientras en otros es el eje del muro el que está sobre la línea.

*En general, la elección de módulo suele hacerse tomando una cantidad que admita varios divisores. Como hemos comentado, el 12 es uno de los números más utilizados, para la composición, así como en los sistemas de medida clásicos, aunque haya excepciones.*²⁵⁶

²⁵⁴ SOLER SANZ, F., *Trazados Reguladores Octogonales en la Arquitectura Clásica*. Ed. General de ediciones de Arquitectura. Valencia, 2008. Pág. 3.

²⁵⁵ DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. Real Academia de la Lengua. Ed. Espasa Calpe. Madrid, 1992. Pág. 1387.

²⁵⁶ SOLER SANZ, F., *Trazados Reguladores Octogonales en la Arquitectura Clásica*. Ed. General de Ediciones de la Arquitectura. Valencia, 2008. Pág. 22.



Planta de la capilla de St. Riquier (Centula, Francia). Dibujo realizado por Soler Sanz²⁵⁷

Según A. Badawy, el arquitecto empleaba simultáneamente un sistema modular y un sistema geométrico. El módulo procedería de una dimensión en el edificio en cuestión, por ejemplo, la nave interior de un templo, que podría ser de 10 codos. Los múltiplos y las fracciones de módulo determinarían, entonces, todas las demás dimensiones del edificio, así como la colocación de las columnas y pilares. Las dimensiones se calculaban también, a veces, con las llamadas series de Fibonacci, en las cuales todo número es la suma de los dos precedentes 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89. El sistema geométrico dependía de unas cuantas figuras simples, principalmente el cuadrado y una serie específica de triángulos, entre ellos el llamado triángulo sagrado o de Osiris, con los lados en la relación 3, 4, 5.²⁵⁸

Y, nos plantea como objetivo el estudio y el análisis de las propiedades métricas del octógono como trama generadora de espacios y como sistema modular. No le interesa la forma, sino como las leyes y propiedades internas de ese octógono, son capaces de definir la composición general del conjunto de un edificio, e incluso ser el origen de ciertos detalles.

²⁵⁷ Ídem anterior. Pág.23.

²⁵⁸ SOLER SANZ, F., *Trazados Reguladores Octogonales en la Arquitectura Clásica*. Ed. General de ediciones de Arquitectura. Valencia, 2008. Pág. 7.

Ecochard, en el estudio recopilado en el libro titulado *Filiation de monuments Grecs, Byzantins et Islamiques una question de géométrie*, plantea el análisis comparativo de un conjunto de edificios que, de forma análoga, se inscriben en una circunferencia de 53,74 metros de diámetro o la mitad de esta dimensión, 26,87 metros. Es una constante en todas ellas, así como tener el contorno octogonal, pero en las que también, se pueden encontrar otras relaciones. *Cuando el autor establece una norma de composición, es posible encontrar otras relaciones, consecuencia de aquélla, que posiblemente no tuvo en cuenta cuando proyectaba. Encontraremos planteamientos esencialmente formales o que responden a una idea preconcebida, pero también da la impresión, en algunos casos, que la geometría inicial acaba dominando el desarrollo posterior.*²⁵⁹

No debe confundirse el módulo con la unidad métrica. Evidentemente ha de apoyarse en una unidad, pero de ahí pueden obtenerse, mediante subdivisiones o mediante un trazado geométrico, otras unidades distintas de las *oficiales*.

El proyectista dispone de un conjunto de instrumentos o medios, los números, las proporciones y los módulos en cierto modo basados en la geometría, conjunto de entes de razón, que asimilados por la experiencia son conservados como tabla y resumen eficaz.

²⁵⁹ ÉCOCHARD, M., *Filiation de monuments Grecs, Byzantins et Islamiques una question de géométrie*. Direction Générale des relations culturelles, scientifiques et techniques. Ministère des Affaires étrangères. Librairie orientaliste paul Geuthner S.A. Paris, 1977, Pág. 12.

10- EL ANÁLISIS GEOMÉTRICO

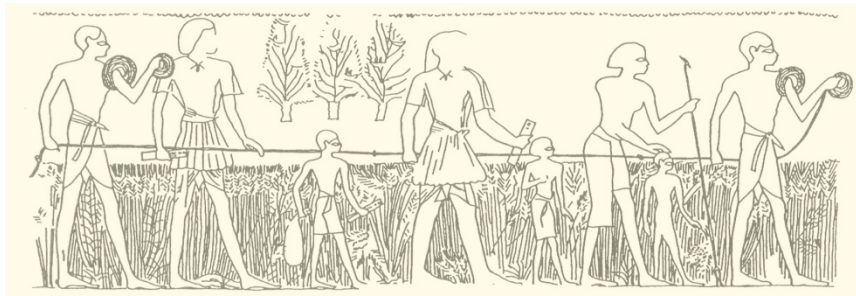
10.1-Introducción.

La Geometría es la rama de la ciencia de las Matemáticas que se ocupa del estudio del espacio. Etimológicamente significa medición de la tierra, porque en sus orígenes se reducía a un conjunto de reglas de agrimensura atribuidas a los babilonios y a los egipcios.

Estas reglas simples se generalizan a partir de las obtenidas por la experiencia y fueron dando paso a otras que se derivan de las primeras mediante un proceso de deducción lógica. El intento de deducir todas las proporciones de la geometría y de un conjunto de ellas, consideradas como obvias para su adaptación empírica al espacio del universo, tuvo su culminación en la obra de Euclides que es conocido como el primer modelo²⁶⁰, y durante muchos siglos el único de axiomatización en matemáticas.

Esta ciencia fue desarrollada como, fruto de las necesidades que tenía el hombre y, sigue teniendo la función, de medir las tierras de cultivos.

Los egipcios eran profundos conocedores de las reglas y modos de medir. Entre ellos, eran conocidos, *LOS HARPEDONAPTAS* cuyo significado es el de *extensores de hilos*. Median las tierras de cultivo con el fin de conocer el volumen de las cosechas y, determinar la parte que se debía entregar al Faraón.



El mismo nombre de la geometría (medición de la tierra) pone en evidencia sus orígenes prácticos en las culturas agrarias de la Antigüedad, sobre todo en la agrimensura. Egipto, los Harpedonaptas midiendo, imagen tomada de la pintura mural de una de las tumbas de Luxor, s. XIII a.C.

Euclides, el insigne matemático griego del siglo III a. C., definió una teoría sobre el espacio, proponiendo un modelo de razón, -modelo intelectual-, el cual, se ha

²⁶⁰ Se define como MODELO, -siguiendo el diccionario de la Real Academia de la lengua-, al esquema técnico generalmente matemático, de un sistema o de una realidad compleja, que se elabora para facilitar su comprensión y el estado de su comportamiento

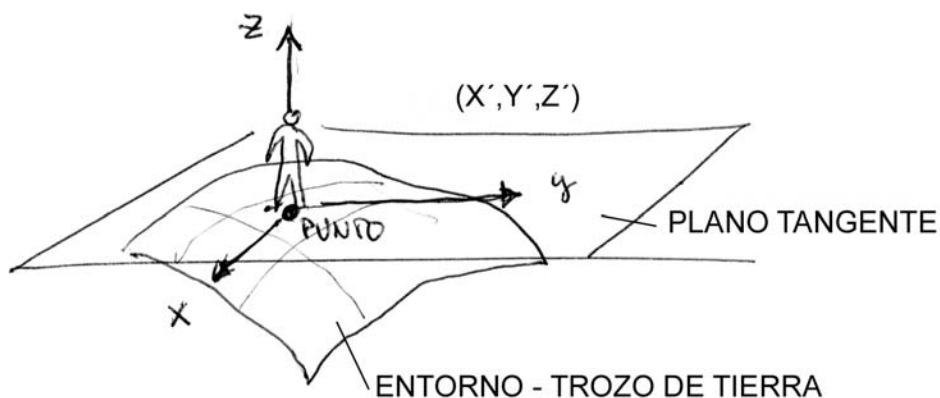
demostrado, que es el que mejor explica la extensión, la medida y el espacio. Asimismo permite y facilita, conocer con mayor profundidad las formas de los objetos.

Estableció el primer modelo de relaciones métricas y las que a partir de ellas se derivan. Definió el espacio estudiado por la geometría como el conjunto de puntos entre los que se ha definido una noción de proximidad.

Es una noción, una imagen abstracta, idealizada en sus entes (o partes), los puntos, las rectas, el plano, la línea, etc... Son abstracciones obtenidas a partir de la observación de los objetos. A esta concepción, se le llama *ESPACIO EUCLÍDEO*, espacio lineal, espacio afín...

El espacio real, se aproxima al espacio tridimensional, y al reconocerlo, le aplicamos las propiedades del espacio euclídeo, como hipótesis de partida. Es decir; las de ser un espacio lineal y no curvo, plano y no ovalado.

El espacio euclídeo es un modelo mental que aplica el supuesto simplificador de sustituir un trozo de la superficie alrededor de un punto, - lo que se llama un entorno-, por un trozo del plano tangente en dicho punto. Y en este se define un origen relativo de coordenadas y un triedro trirrectángulo. A este, origen, se referirán los puntos del espacio, definiendo la posición de los mismos mediante una tríada (x, y, z) .



Los profesores Lino Cabezas y Luís Ortega²⁶¹ precisan en su libro publicado en el año 2001 titulado: *Análisis Gráfico y Representación Geométrica*, las tres funciones que a lo largo de historia en la tradición de los oficios vinculados con la creación artística se le ha

²⁶¹ CABEZAS, L. Y ORTEGA L. F., *Análisis Gráfico y Representación*. Ed. Universitat de Barcelona. Barcelona. 2001, Pág. 14.

venido asignando y ha asumido en el conjunto de las actividades propias de los técnicos y de los artistas, la Geometría:

En primer lugar la definen como discurso intelectual y racional de la forma, es decir, *la Geometría como lenguaje*, como instrumento de la representación y definición de la estructura del pensamiento sobre esta forma. En segundo lugar presentan la función de *la Geometría como instrumento técnico* aplicable para solucionar los problemas prácticos que surgen en la ejecución de las obras particulares. La Geometría del hacer. La Geometría fabrorum, la Geometría aplicada por los oficios. Instrumento para el ordenamiento, para el diseño, la disposición y el acoplamiento de las distintas partes de una obra que permita lograr el equilibrio, la armonía y la estabilidad entre las mismas. Es decir, la Geometría para la Construcción. Y, en tercer lugar la función de la Geometría como disciplina capaz de suministrar un repertorio formal sugestivo de figuras geométricas de fuerte carga simbólica. *El conjunto de las formas prestigiadas – aceptadas por costumbre, convención y eficacia; portadoras de valores y significados – que se han dado en la tradición occidental, constituyen el mundo de las formas(...)*²⁶² que los artistas utilizaban para expresar su particular mundo espiritual.

Para comprender mejor la importancia de los acontecimientos acaecidos en las distintas épocas y su manifestación en el desarrollo de la evolución histórica de la Arquitectura, nos puede ayudar la afirmación que realiza el profesor Gentil Baldrich: *No podemos olvidar, (...) que a veces los cambios radicales de los códigos estéticos suelen llevar aparejados modificaciones de los sistemas utilizados para su comunicación.*²⁶³

*La Edad Media es la etapa de formación de la representación ortogonal de la Arquitectura, asociada a un código estilístico, el gótico, y a una organización social y profesional, la de los gremios. Esta es la etapa correspondiente a la constitución del prelenguaje gráfico, que cumple todos los requisitos propios. Tiene una fonética, la geometría, es comunicativo, y se trasmite por un cuerpo social, el gremio.*²⁶⁴

Comenzamos tratando las distintas funciones que asume la Geometría al servicio de la Arquitectura y de la construcción dentro de la tradición de los oficios, como marco previo

²⁶² MONTES SERRANO, C. *Representación y Análisis Formal*. Ed. Secretariado de Publicaciones Universidad de Valladolid. Valladolid, 1992, Pág. 156.

²⁶³ GENTIL BALDRICH, J. M. *Traza y Modelo en el Renacimiento*. Ed. Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción Sevilla .1998, Pág. 13.

²⁶⁴ GENTIL BALDRICH, J. M. Tesis doctoral. *Representación de la Arquitectura. Aproximación a su estructura y génesis como lenguaje*. Sevilla 1982. Cita Pág. 14 en el libro de RUIZ DE LA ROSA, J. A., *Traza y Simetría. En la Antigüedad y el Medievo*. Ed. Universidad de Sevilla. Servicio de publicaciones. Sevilla, 1987, Pág. 225

*para introducir las características de los trazados reguladores clásicos y sus aplicaciones en las propiedades métricas del polígono regular de ocho lados.*²⁶⁵

Las funciones de la Geometría que a continuación se desarrollan, se encuentran íntimamente relacionadas unas con las otras. Estas, como ente de razón, permiten abordar esta realidad que es la Geometría.

10.2- La Geometría como lenguaje.

La geometría es el instrumento de la representación. Primero concebimos la forma en nuestra inteligencia, en la mente, -con el significado de leer en el interior-, mediante el pensamiento y después la exteriorizamos a través de la representación.

*En realidad (...) son las dos una idea exterior producida por una idea interior que, con posterioridad, se convierte en una referencia ineludible para otra materialidad subsiguiente.*²⁶⁶

Y siempre ha sido así a lo largo de la Historia, tal como expone, el profesor Ruiz de la Rosa: *durante la Edad Media sin embargo si podemos advertir el comienzo de la articulación de un sistema propio de comunicación espacial, mediante una representación plana dibujada sobre pergaminos*²⁶⁷

Rafael de La-Hoz en su discurso leído el día de su ingreso en la Academia disertó en torno a la materia objeto del trabajo de los arquitectos, “el espacio” puesto al servicio de las actividades del hombre:

²⁶⁵ SOLER SANZ, F. *Trazados reguladores Octogonales en la Arquitectura Clásica*. Ed. General de ediciones de Arquitectura. Valencia. 2008, Pág. 69.

²⁶⁶ GENTIL BALDRICH, J. M. Y RABASA DIAZ, E., *Sobre la geometría Descriptiva y su difusión en España*. Estudio presentado como prologo a la edición facsímil del libro de Gaspar Monge sobre la Geometría Descriptiva. Ed. Colegio de Ingenieros de caminos, Canales y Puertos de España. Madrid, 1996, Pág. 18.

²⁶⁷ DE RUIZ DE LA ROSA, J. A., *Traza y Simetría. En la Antigüedad y el Medievo*. Ed. Universidad de Sevilla. Servicio de publicaciones. Sevilla, 1987, Pág. 14.

El arquitecto de La-Hoz, en el discurso titulado “Del Cero al absoluto” leído con motivo de su ingreso en el Colegio de doctores, se expresaba, refiriéndose a cómo el espacio era interpretado por la razón mediante el lenguaje de las ciencias matemáticas, en los siguientes términos:

*En una época de tinieblas para las ciencias, -las matemáticas del occidente cristiano se reducía a las oscuras y enjutos compendios de Boetius e Isidoro de Sevilla, el tesoro euclidiano sólo era conocido y estudiado en las escuelas de esa Atenas medieval que fue Córdoba. Fue Euclides de Alejandría quien siglos antes de Cristo, en su tratado, Los Elementos, piedra singular del edificio matemático, en el que se estableció por primera vez el principio de la media y extrema razón, luego conocido por la regla de oro, proporción áurea, llamada también sección armónica y divina proporción.*²⁶⁸

Los profesores Gentil y Rabasa²⁶⁹ presentan un interesante estudio sobre la geometría de Gaspar Monge y sus antecedentes. En él presentan la formación del lenguaje de la geometría, el camino seguido hasta llegar a la geometría descriptiva:²⁷⁰

La geometría descriptiva es un lenguaje racional, lógicamente estructurado, que unifica procedimientos gráficos particulares de los oficios o gremios constituido en lengua técnica universal que facilita la comunicación del proyectista y el ejecutor, como individuos distintos.

Monge menciona como objetivos la representación y la operación sobre lo representado (...) la disciplina destinada a encabezar el conjunto de las matemáticas aplicadas en las escuelas de ingeniería, (...) los orígenes deben ser buscados, no en la generalidad de los procedimientos de <<los artistas>>, como Monge escribe, sino como es lógico, en la tradición de las representaciones gráficas del pensamiento espacial que más necesita de los tratados que resuelven los complejos problemas del corte de piedras, lo que hoy conocemos como estereotomía (...)

²⁶⁸ Ídem anterior. *Del cero al absoluto*. Discurso leído el 27 de marzo 1996 con motivo de su ingreso en el real Colegio de doctores, Pág. 169.

²⁶⁹ GENTIL BALDRICH, J. M. Y RABASA DIAZ, E., *Sobre la geometría Descriptiva y su difusión en España*. Estudio presentado como prologo a la edición facsímil del libro de Gaspar Monge sobre la Geometría Descriptiva. Ed. Colegio de Ingenieros de caminos, Canales y Puertos de España. Madrid, 1996, Pág. 59-61.

²⁷⁰ Nota aclaratoria: Monge sistematizó por primera vez la representación ortogonal que se venía realizando de los cuerpos en el espacio en planta y alzado de manera coordinada desde tiempos más antiguos.

Los antecedentes de la geometría descriptiva los encontramos en el corte de piedras. Y, siguiendo a Gentil y Rabasa²⁷¹ nos lo resumen con las siguientes palabras que pertenecen al estudio al que he hecho referencia en los párrafos anteriores:

La larga tradición de la traza de cantería medieval es recogida, especialmente en España y Francia, por tratadistas del renacimiento, que se enfrentan a la tarea de adaptar los procedimientos a las formas del nuevo estilo; y sobre todo de publicarlos, tras el silencio medieval, sus conocimientos, ordenados y sistematizados tanto en colecciones de aparejos como de medios gráficos que deben servir para su comunicación. Los primeros tratados que dan conocimiento de la traza de cantería, impresos o manuscritos, aparecen en el siglo XVI, y aunque el primero impreso es el de Philibert Delorme, los compendios españoles que circulaban no tienen nada que envidiar a los del país vecino. Basta ver los dibujos del manuscrito de Alonso de Vandelvira o los de Ginés Martínez de Aranda o Alonso de la Guardia. Son ya operaciones sobre formas espaciales por medio de proyecciones ortogonales, una planta y los alzados, abatimientos, secciones o desarrollos necesarios, y a veces sólo una planta y un alzado. Como derivados de una cierta geometría constructiva o práctica, los métodos para la obtención de magnitudes y plantillas son con frecuencia aproximados, pero no son más rigurosos los de Delorme, a pesar de su frecuente invocación a Euclides.

Es interesante la inclusión de trazas de cantería en el libro de fray Lorenzo de San Nicolás. Pero en general durante el siglo XVII los españoles siguen haciendo copias de viejos manuscritos, mientras en Francia se publican varios esplendidos tratados. En 1707 Tomás Vicente Tosca incluye en su compendio matemático (...) un capítulo sobre cantería, (...) traducción del tratado del francés P. Millet de Chales (...) (Y, más adelante) hacia el final del siglo XVIII, (...) nos da como resultado (...) la sección dedicada a los cortes de cantería en el libro de don Benito Bails, que copia la estereotomía de Frezier (...)

(...) el final del siglo XVIII, en un manuscrito en el que efectivamente, se puede hablar de rechazo de la complejidad de la tradición estereotómica francesa –en un momento, además, de aspiración a las formas simples en la arquitectura-, los instrumentos gráficos que desarrolló la traza del corte de piedras dan lugar a la geometría descriptiva, y ésta mantendrá la enseñanza teórica de la cantería, más como ilustración de su eficiencia que como necesidad real (...) la estereotomía (...) era en aquel momento el brazo abstracto y

²⁷¹ Ídem anterior, Pág. 62.

geométrico del arte de la traza o la teoría que justificaba los procedimientos del corte de las piedras, es decir, una geometría descriptiva avant la lettre (antes de la letra).

10.3- La Geometría para la construcción.

La Geometría ha tenido desde sus orígenes históricos, una utilidad aplicada en múltiples actividades profesionales y entre ellas, se destaca su relación con la práctica de las artes aplicadas y las técnicas constructivas, es decir, la Geometría aplicada a los oficios; Instrumento para ordenar, para el diseño, para la disposición y el acoplamiento de las distintas parte.



Artífices aplicando los conocimientos geométricos en su oficio. De septem artibus liberalibus, manuscrito de la segunda mitad del siglo XV. Londres: British Museum.

Se distinguía en la Edad Media entre los conocimientos teóricos y su relación con los conocimientos prácticos. La geometría teórica era impartida en las escuelas de los monasterios y en las escuelas catedralicias. En estas, se trataban las cuatro materias, que se les llamaba, “el cuadrivium”, entre las que se encontraba la geometría teórica procedente de los antiguos pensadores grecorromanos. Por otro lado, existía la geometría práctica de los artífices que en algún momento se le pasó a denominar *geometría fabrorum* es decir, la geometría de los que hacedores, (de los que obran, los que trabajan) en contraposición con la geometría que en la tradición escolástica, forma parte de las cuatro materias de las artes intelectuales, junto con la aritmética, la astronomía y la música.

Además de compartir los mismos principios que la geometría teórica, la geometría práctica estaba avalada por los procedimientos empíricos de los oficios transmitidos por la tradición de los gremios de una generación a otra.²⁷²

Con un planeamiento directo, el profesor Rabasa Diaz ²⁷³ en su libro titulado: *Forma y Construcción en piedra*, plantea el modo del quehacer de los maestros canteros: (...) *el conocimiento real de los problemas planteados suele señalar la reflexión constructiva en buena medida como una circunstancia interna de la creación de la forma (...) lo constructivo se revela como el elemento generador de la arquitectura. La arquitectura, en esa medida, como discurso de la creación (...). El hábito de entender así las formas, conduce a un empeño por explicar también desde la práctica y el razonamiento específicamente arquitectónico lo que solemos denominar sus aspectos geométricos.* (...)

En lo que concierne a la geometría como disciplina científica en su relación con las actividades materialmente constructivas, cabe señalar que, en contra de lo que se puede pensar, es mayor la herencia que la geometría recibe de la arquitectura que la geometría aporta a la construcción arquitectónica, como ciencia auxiliar. En efecto, dos son los caminos complementarios, que ha sugerido, tradicionalmente el conocimiento de la geometría de las formas o el espacio sensible. El que corresponde a la especulación ideal más o menos científica, es uno. Y, otro, el que surge del trabajo sobre la materia, la geometría fabrorum, las formas necesarias en el hacer y la transformación.

(Así), se hace evidente cómo las formas de la arquitectura surgen del propio oficio y la intuición constructiva, de la sabia habilidad en el pensamiento del espacio sensible (...) en evolución particular de la geometría práctica necesaria a la traza de cantería y carpintería terminará, en su abstracción prospectiva por convertirse en la que se denomina geometría descriptiva.

²⁷² El profesor Ruiz de la Rosa en su libro *Traza y Simetría de la Arquitectura* dedica un extenso capítulo a tratar sobre la *geometría fabrorum*, nos presenta el marco para contextualizar su desarrollo: (...) *la actividad gremial, dispersa durante varios siglos de los que hay escasas referencias a ella, comienza a ser significativa, en los primeros años del siglo XIII, desde este momento es posible documentar su historia. La investigación de estos documentos ha aclarado diversos aspectos de su organización y actuación.*

²⁷³ RABASA DIAZ, ENRIQUE. *Forma y construcción en piedra. De la cantería Medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Ed. Akal. Tres Cantos. Madrid, 2000. Pág. 7.

Quaroni²⁷⁴ en su libro titulado, *Proyectar un edificio. Ocho lecciones de Arquitectura*, expone la necesidad de poseer de un instrumento gráfico de proyección, de la siguiente manera:

(...) que en su conjunto, podemos reconducir a la geometría y poseemos una geometría del “diseño arquitectónico”, en la que la palabra “diseño” reviste el doble significado de invención-proyección y de operación gráfica para la construcción –comunicación de la propia invención.

Desde este punto de vista, operaciones gráficas para la construcción-comunicación, el profesor Huerta Fernández²⁷⁵ describe cómo gracias a la geometría se logró la estabilidad estructural de una fábrica y concluye: *Carecemos del oficio y experiencia del antiguo constructor, que seleccionaba la piedra, dibujaba las plantillas para cortarla, trazaba la cimbra, dirigía el proceso de construcción y finalmente, supervisaba el descimbrado.*

Y, citando a Rodrigo Gil de Hontañón,-tratado de Arquitectura 1540-, comenta:

(...) después de describir la construcción de una bóveda gótica de crucería advierte que: (...) estas cosas, podrían ser difíciles de comprender faltando en quien las procura la experiencia, la práctica, la profesión de la cantería o el haberse hallado presente a algunos cierres de crucería, para hacerse capaz en el acierto de ella.

Una construcción segura es una construcción en equilibrio: La técnica moderna conduce a las mismas disposiciones geométricas que la tradicional (...) Tenemos mucho que aprender de los arquitectos e ingenieros de la antigüedad. (...) poseían los conocimientos esenciales, esos que proporciona la reflexión sobre la práctica. “Ars sine scientia nihil est” (...)

²⁷⁴ QUARONI L., *Proyectar un edificio*. Ocho lecciones de Arquitectura. Ed. Xarait. Madrid, 1980, Pág. 134.

²⁷⁵ HUERTA FERNÁNDEZ, S., Ponencia publicada en el libro de Actos II Congreso Internacional. “Antiguos espacios nuevos tiempos. Titulada: *El material pétreo y sus fábricas en el patrimonio*. Santiago de Compostela, 2004, Pág. 157. Nota: *el equilibrio se alcanza a través de la geometría y, de este modo es posible la construcción de edificios de fábrica seguros. Las antiguas reglas tradicionales para el proyecto de bóvedas y estribos de fábricas tienen un carácter geométrico, ya que establecen cientos de relaciones entre las dimensiones de los elementos estructurales. Regulan por ejemplo que el grosor de un estribo debe ser una cierta fracción entera de la luz de las bóvedas (...)*

El profesor Huerta nos llama la atención sobre cierta situación de la que muchas veces no somos conscientes²⁷⁶:

El elemento básico en la arquitectura de fábrica es el arco: es la forma “natural” de salvar una luz con un material que no resiste a tracción (...).

El arco siempre está empujando, el arco nunca duerme dice un antiguo proverbio árabe. La arquitectura de fábrica tiene, pues, dos problemas principales. Proyectar arcos que se mantengan en pie y estribos que resistan su empuje.

Como ya se ha comentado, las estructuras góticas son eficaces desde el punto de vista de la estabilidad. Así se puede explicar, cuando se muestra cómo en el arco apuntado y en la bóveda de crucería entran con facilidad los antifuniculares de las cargas, o con los arbotantes y botareles los conducen correctamente hasta el suelo. Pero, el gótico es también eficaz si lo consideramos desde el punto de vista menos abstracto y más ligado al trabajo manual que requiere, de la concepción de los despieces, la organización de la labra de la piedra, y la puesta en obra como podemos observar en las estructura definidas las fábricas de la iglesia de San Juan del Hospital de Valencia.

El profesor Ruiz de la Rosa enumera las funciones y comenta los aspectos formativos que se impartía en los gremios medievales: *Las funciones esenciales del gremio eran la defensa de los intereses corporativos, la ayuda mutua de sus miembros y la transmisión de los conocimientos del oficio (...) Esto, unido al hecho de que la enseñanza era fundamentalmente oral, dificultaba enormemente el estudio de los métodos de trabajo (...)*

La capacidad profesional dentro del gremio se instrumentalizaba sobre la base de la geometría fabrorum (...). Los diagramas geométricos relegaban a la metrología a papel secundario; el cantero no tenía necesidad de medir con reglas grandes graduadas en ninguna unidad concreta; partía de una construcción gráfica propuesta por el maestro y medía en ella directamente con el compás.²⁷⁷

Así se puede reconocer este planteamiento y modo de proceder cuando se visita las iglesias de fundación que se realizan en la ciudad de Valencia: En la catedral, en la iglesia de San Juan del Hospital, en la de Santa Catalina, en el Salvador, San Nicolás o en San Agustín, en las que nos encontramos una composición que se traza a partir de una figura

²⁷⁶ Ídem anterior, Pág. 161-162.

²⁷⁷ Ídem anterior, Pág. 265.

geométrica sencilla el doble cuadrado superpuesto girado 45º sobre sí mismo y un procedimiento de crecimiento basado en la seriación a partir de un módulo. Cabecera poligonal orientada, y nave trazada sobre un módulo repetido.

El rey Jaime I, hacia mediados del siglo XIII, tras la conquista inicia un programa edilicio basado en diagramas geométricos sencillos de gran eficacia constructiva que hoy en día, su imagen perdura en el paisaje de la ciudad.

Kostof, en el estudio, que realiza sobre la profesión de arquitecto, se refiere a la tarea que éste desempeña en el medievo y a los conocimientos que empleaba que bien se podrían resumir como punto de partida con el siguiente comentario: *Era conveniente, (se podría afirmar que necesario) (...) hilar el diseño del edificio a través de la disciplina inmutable de la geometría.*²⁷⁸

Refiriéndose a las fuentes donde estudiar los instrumentos que empleaba el arquitecto en la Edad Media, Kostof comenta: *Hay ciertos dibujos existentes de todo tipo, al menos en los últimos siglos, desde esquemas generales a gran escala hasta perfiles de molduras, en el cuaderno de un arquitecto en ejercicio, Villard de Honnecourt; textos que describen proyectos arquitectónicos o puntos de discusión estética y el simbolismo*²⁷⁹.

Se trata del quehacer manual de las formas geométricas con la ayuda de los instrumentos puestos a disposición del artífice de una arquitectura, reglas experimentadas en la tradición de los oficios que seguidas a la manera de la costumbre hecha norma, es decir según el procedimiento previsto, paso a paso, se garantizaba la eficacia y éxito en la elaboración de una construcción.

*El proceso de diseño se desarrollaba a partir de una proyección geométrica que comenzaba con figuras básicas, tales como triángulos equiláteros, círculos y cuadrados, terminando, a través de una serie de simples pasos geométricos en una complicada constelación de formas (...). En la arquitectura gótica las proporciones son abstractas: Los elementos individuales no tienen una serie de proporciones aceptables en sí mismos o en relación con las dimensiones globales del edificio, pero siguen un sistema de relaciones unitarias basadas en la consistencia de las formas geométricas.*²⁸⁰ Tal como dice Kostof.

²⁷⁸ KOSTOF, S., autor coord. *El arquitecto: Historia de una profesión*. Ed. Cátedra. Madrid, 1984, Pág. 8.

²⁷⁹.Ídem anterior, Pág. 88.

²⁸⁰.Ídem anterior, Pág. 89.

El investigador, Enrique Rabasa,²⁸¹ expone en su estudio que: *El acuerdo o relación entre forma y organización de los materiales pasa por la traza, en todos los sentidos de la vieja palabra, es decir, por el diseño o proyecto generador, para el control geométrico de los rasgos fundamentales, por el pensamiento gótico de las configuraciones concretas necesarias a la construcción. La traza es el instrumento del arte de la cantería, y su evolución, habla de la relación entre la forma o el espacio arquitectónico y su producción material, relación que finalmente hace evidente lo tectónico, o que parece ceder a un abandono a la lógica de la construcción que da lugar más o menos natural a un resultado; o por el contrario, no hace de ello un problema, (sino que) concilia los términos (...)*

Y, el profesor Ruiz de la Rosa, apoyándose en distintos documentos técnicos medievales, entre los que destaca el cuaderno de Villard, pone de relieve el valor que el constructor medieval concede a la geometría como fundamento científico de su arte: *Así, Villard de Honnecourt anota repetidas veces esta idea en su 'Cuaderno'. "en él podrás encontrar el arte de la geometría" (folio 1V) o "aquí comienza la importancia del trazado de la figura, así como de la geometría, que enseña a trabajar con soltura..."(folio 18V)*

*Otro documento en el que se apoya y cita por la gran importancia que adquiere al poner de manifiesto el valor de la geometría, son las Actas del año 1400 levantadas durante el proceso de construcción de la catedral de Milán, en las que se recogen la conocida frase del maestro Mignot, "ars sine scientia, nihiel est", pronunciada en una disputa con los maestros locales (...). Que podemos traducir: "arte, sin ciencia, no es nada" (...)*²⁸²

La importancia de la geometría en los procesos constructivos, no sólo está referida al diseño de los mismos sino a su influencia en la economía de tiempos y medios.

*Villard de Honnecourt, en el siglo XIII, hace referencia a las platillas, "moles", y recoge con admiración un juego completo de las usadas en la catedral de Reims (folio 32)*²⁸³

El hecho de que los dibujos de monte sean más frecuentes en el siglo XII y en el siglo XIII que en los siglos siguientes, junto a los testimonios documentales sobre el trazado de

²⁸¹ RABASA DIAZ, E., *Forma y Construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Ed. Akal, Tres Cantos (Madrid), 2000, Pág. 7.

²⁸² DE RUIZ DE LA ROSA, J. A., *Traza y Simetría. en la Antigüedad y el Medioevo*. Ed. Universidad de Sevilla. Servicio de publicaciones. Sevilla, 1987, Pág. 267-ss.

²⁸³ Ídem anterior, Pág. 293.

plantillas parece indicarnos que el uso de monteas en el control de la forma fue siendo paulatinamente sustituido por el sistema de plantillas de cantero (...).

En realidad, la plantilla es una montea móvil, que se puede aplicar directamente sobre la piedra a cortar, lo que supone una mejora extraordinaria frente al método de ir trasladando a los sillares las medidas tomadas a compás del dibujo grabado en un paramento.²⁸⁴

Matthäus Roriczer escribió en 1486 un tratado sobre pináculos titulado: “Búchlein von de Fialen gerech Highit”. En la introducción asegura que es la primera vez que se pone por escrito los métodos del cantero que, sobre el fundamento de la geometría, puede llegar a determinar con el compás las proporciones correctas de los distintos elementos de un edificio.²⁸⁵

Y, refiriéndose al manuscrito de Lorenz Lechler titulado: “Baumeister und Pireumunter”, “Constructor y Cantero”, escrito en el año 1516 para la instrucción de su hijo en el oficio, nos hace notar las siguiente afirmación de interés para la materia referida a los principios e instrucciones para la capacitación en la profesión: (...) el arte de obtener formas arquitectónicas a partir de las formas geométricas (...)

Cuando se refiere al replanteo de una iglesia lo hace en estos términos: (...) la unidad de medida es el grueso del muro del presbiterio no sólo en función de la luz a salvar, (a treinta pies de luz, un muro de tres pies), sino como lado del cuadrado mayor de la cuadratura de la que van a derivar todas las plantillas del edificio.

(...) divide el espesor del coro en tres partes, de estas tres, toma una y divide la misma parte en siete que es el mainel viejo correcto en todos los edificios. (Folio 44 y 44v Lechler, Lorenz citado por Ruiz).²⁸⁶

Ejemplo de geometría aplicada al proceso edificatorio.

²⁸⁴ Ídem anterior, Pág. 291.

²⁸⁵ Ídem anterior, Pág. 295.

²⁸⁶ Ídem anterior, Pág. 302.

10.4- La Geometría como disciplina capaz de suministrar un repertorio formal, dentro de la tradición del mundo de las formas.

El mundo de las formas arquitectónicas como principio formal²⁸⁷.

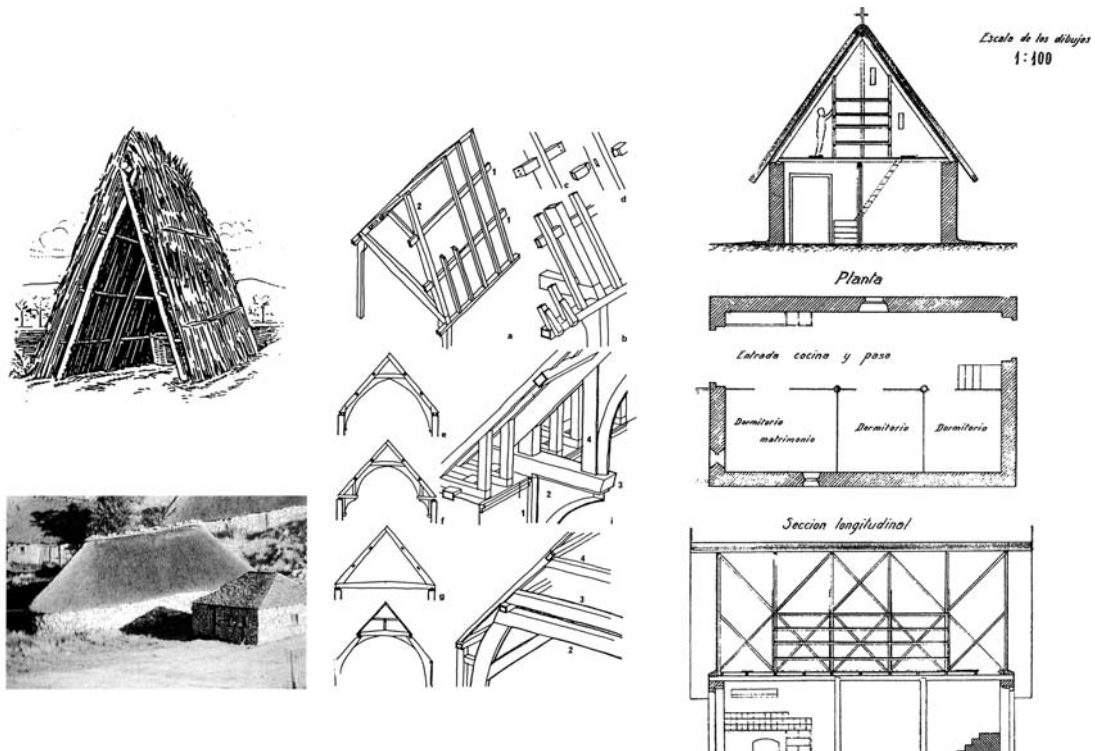
La forma, es un concepto aprendido y comunicable, a partir de la observación de la naturaleza y de los objetos realizados por el hombre. El conjunto de todas ellas, constituye el mundo de las formas. Y, a la parte de este, que estudiamos para aprender a construir edificios, lo llamaremos *el mundo de las formas arquitectónicas*.

Las formas, cuando son conocidas, aprehendidas, pasan a formar parte de nuestra memoria. Este archivo de imágenes permite reconocerlas en las nuevas percepciones, o imaginar y componer otras nuevas.

La forma que estamos estudiando es la que poseen los objetos arquitectónicos, resultado de unir y combinar dos acepciones, la forma como figura o aspecto del objeto, y por otra, la que atiende al proceso de diseño, de formación del que viene como resultado.

Los distintos elementos y partes de la forma arquitectónica, se explican en el marco de una tradición e historia, considerándola inmersa en el mundo figurativo específico de la arquitectura, de la construcción, como institución y profesión en el seno de la evolución de sus lenguajes, y de la *vida de las formas* en cuyo marco se perfila y recibe su sentido.

²⁸⁷ DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA define *PRINCIPIO* como. *El primer instante de ser de una cosa. Base origen. Norma o idea fundamental que rige el pensamiento o conducta.* Pág. 1667.



Triángulos, rectángulos. Prismas; conos cilindros. La imagen en perspectiva de una primitiva barraca, Cabaña en Cornella del Llobregat que aun, podemos encontrar en la huerta de la periferia de la ciudad de Valencia. Una barraca o palloza asturiana, dibujos en perspectiva de escuadrillas de madera de los cottages ingleses. Y, un dibujo documental del valenciano Vicente Gosálvez nos representa en sección, distintas vistas de la barraca tradicional. Tipo Passadis.

Definidas y estudiadas las hipótesis de partida; el modelo de espacio, -la geometría euclídea-, y el principio formal, - *el mundo de las formas arquitectónicas* - observamos que, estas se basan en la misma propiedad de los cuerpos, *la extensión*. Se define por el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua como; la capacidad para ocupar una parte del espacio. Medida del espacio ocupado por un cuerpo. Extensivo-comunicable.

Así, podemos decir que la forma de un objeto no se explica, si no es a partir de su propio camino genético. Conocer la geometría de la forma plana es el punto de partida para aprender la forma arquitectónica en el espacio.

El origen de las formas geométricas es estudiado por Hibbert (Madrid 1953) que estableció cinco grupos de axiomas: 1) de enlace, 2) de ordenación, 3) de congruencia, 4) de paralelismo y 5) de continuidad que son los puntos, las rectas y los planos, con una

relación entre ellos que es la relación de contenido de pertenencia. De estos grupos se deducen otros de conexión que los profesores Alfonso Jiménez Martín y Francisco Pinto Puerto²⁸⁸ desarrollan poniendo de manifiesto la capacidad para ser trasladados o convertirse en figuras geométricas sencillas por cada una de las propias relaciones enunciadas.

En el libro, del que son autores A. Jiménez y F. Pinto, recopilan una parte de la labor docente y de investigación realizada durante los distintos cursos de doctorado impartidos, junto a parte del estudio desarrollado a través del levantamiento gráfico aplicado al patrimonio arquitectónico, en el que éste, se presenta como el instrumento fundamental que permite establecer las relaciones entre el resto de la documentación elaborada en estudios previos, que facilita conocer un bien inmueble de interés histórico artístico.

En esta relación, se manifiesta como decisiva la aportación gráfica soporte del análisis de toda posterior actividad,- constituyendo el medio imprescindible para conocer la arquitectura-, cuyo producto final es el *Levantamiento*.

Los profesores de la escuela de Sevilla, Jiménez y Pinto, al recopilar y clasificar las palabras que describen relaciones espaciales, -como antes relacionábamos con los grupos de axiomas expuestos por Hilbert-, introducen el grupo siguiente: *Axialidad, centralidad, curvilinealidad, diagonalidad, equilibrio, frontalidad, módulo, polícentro, proporción simetría y triaxialidad*²⁸⁹.

Este grupo que presentan es el más numeroso, pues:

(...) en consonancia con su universalidad y riqueza como recurso arquitectónico, se refiere a dos clases de temas, pues unos términos toman como base figuras geométricas muy simples (líneas, rectas, curvas y puntos) y otras denotan nociones abstractas de orden referencial basadas en las figuras citadas (equilibrio, proporción y simetría); recurriendo a términos más precisos podemos afirmar (...) que este grupo pertenece completamente al dominio de la Geometría proyectiva y más concretamente al campo de la simetría (...).

(...) los estudios que se emprenden sobre medidas geométricas de arquitecturas antiguas deben tener muy claros sus límites y sus instrumentos, y estos límites son los de la

²⁸⁸ JIMÉNEZ MARTÍN, A. Y PINTO PUERTO, F., *Levantamiento y Análisis de edificios. Tradición y futuro*. Ed. Instituto de Ciencias de la construcción. Sevilla, 2003, Pág. 49.

²⁸⁹ Ídem anterior, Pág. 121.

percepción humana, los de la finalidad eminentemente constructiva y los de la congruencia de conocimientos.

En la ponencia presentada por De Carlo, en el Congreso Internacional de la UIA celebrado en Madrid en el año 1975 se expresa de la siguiente forma refiriéndose a la Geometría, y -que nos recuerda en parte a los postulados de Rafael De la Hoz-:

*La Geometría es pues el instrumento con el que delimitamos, cortamos, precisamos y formamos el espacio, que como hemos dicho es el material de base de la Arquitectura*²⁹⁰.

Ludovico Quaroni, profundiza a partir de las declaraciones de De Carlo:

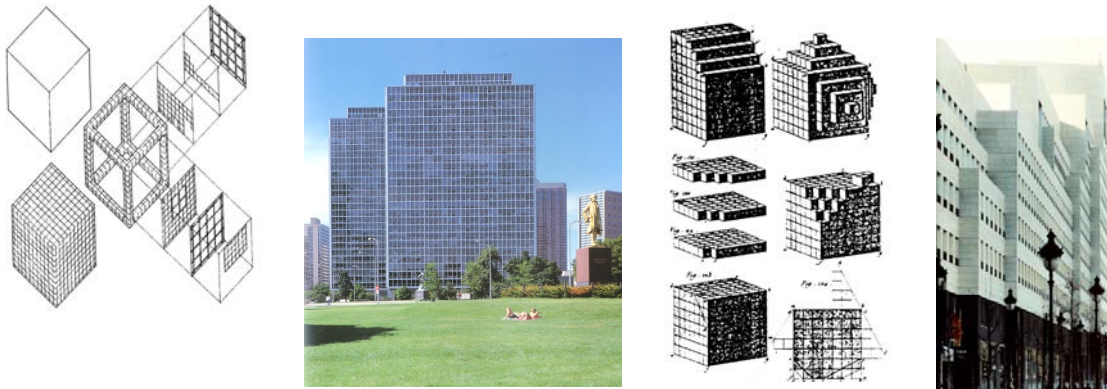
*La forma tridimensional de la arquitectura no es el exterior de un sólido, sino la envoltura cóncava y convexa de un espacio; y a su vez el espacio no es el vacío sino el lugar volumétrico en el que se desenvuelve toda una serie de actividades posibles y variadas. En consecuencia en el caso de la arquitectura, la “invención” se refiere a un “sistema espacial organizado” que experimentamos a través de su utilización y que percibimos a través de la forma (...). De esta manera proyectar significa construir un conjunto espacial; pero no un conjunto espacial cualquiera, porque para que el conjunto espacial sea Arquitectura debe responder, como ya hemos dicho, a las características de una “estructura”, no basta por tanto con que los varios espacios satisfagan cada una de las menudas exigencias funcionales sino que también debe establecer entre ellos un estrecho vínculo estructural, capaz además de expresar y comunicar al observador los valores “morales” de la institución para la que fueron o serían construidos*²⁹¹.

Se considera la posibilidad de reducir mediante el análisis infinitesimal, éste espacio, a cubos, como figura germinal, de cualquier objeto.

Autores, proponen esta metodología, de descomponer y reducir, todo hecho arquitectónico en pequeñas células constituidas por cubos, como el modo de interpretar el espacio, que contiene a los objetos arquitectónicos.

²⁹⁰ DE CARLO, GIANCARLO. Libro de Ponencias. *L'ideaplástica cone sfi de ella tecnología*; ponencia leída en el Congreso Internacional de Madrid de la UIA, 1975. cita realizada por QUARONI, L., *Proyectar un edificio. Ocho lecciones de Arquitectura*. Ed. Xarait. Madrid, 1980, Pág. 134.

²⁹¹ QUARONI, L., *Proyectar un edificio. Ocho lecciones de Arquitectura*. Ed. Xarait. Madrid, 1980, Pág. 137-138.



La imagen de la izquierda corresponde a un esquema compositivo para el museo de Bellas Artes de Gunma del arquitecto japonés Arata Isozaki. En el centro a los apartamentos de la Commonwealth en Chicago del arquitecto Mies Van der Rohe y la lámina de dibujos de cristales del tratado de cristalografía de Brochant. A la derecha el edificio para el centro comercial la L'illa en la Diagonal de Barcelona de los arquitectos Moneo y Solá Morales.

Cuando se representa la realidad, ya sea natural o fabricada, se tratará de buscar una figura lineal que reproduzca con aproximación suficiente el comportamiento de la figura que la contiene y se pretende estudiar. Aproximación lineal, sobre la tangente a una curva del contorno del objeto. Es coincidente con el procedimiento que se desarrolla cuando mediante la aplicación directa en el momento de rectificar una curva.

Montes Serrano al definir forma, en el marco previo de la reflexión se expresa de la siguiente manera:

Por último la forma debe entenderse como algo concreto, exacto, preciso, claro y riguroso, consecuencia de un proceso formante en el que el artífice ha impuesto un orden en la variedad informa –o en un conjunto de formas autónomas no relacionadas-, la ha determinado de un modo preciso que se entiende como el adecuado. Podemos, en consecuencia, hablar de adecuación formal, indicando que una configuración conserva las reglas, los requisitos o condiciones debidas, adecuadas, lo que cabe esperar según las normas establecidas- por costumbre, uso, eficacia o conveniencia- o según la tradición formal en la que se inscribe.²⁹²

Y, al precisar el concepto de forma arquitectónica lo realiza de manera directa, refiriéndose a la esencia de la cuestión:

²⁹² MONTES SERRANO, C., *Representación y Análisis Formal*. Ed. Secretariado de Publicaciones Universidad de Valladolid. Valladolid, 1992, Pág. 154.

*La forma arquitectónica es considerada y analizada según su manifestación, por su aspecto externo y perceptible; por su geometría y dimensiones; por las relaciones existentes entre sus elementos constituyentes.*²⁹³

Y, continua exponiendo el proceso de composición e interpretación de las formas arquitectónicas distinguiendo tres estadios; *el primero en cuanto configuración, como una relación unitaria de elementos sensibles, una estructura de elementos ordenados (...); el segundo atiende a la consideración geométrica de forma, como producto o consecuencia de una acción formativa de un artífice en la que incluye un cúmulo de relaciones e interrelaciones en función de una jerarquía de valores o de intenciones (...); Y, en tercer lugar, la adecuación formal, de la forma arquitectónica (...);*

*La forma no está del todo indeterminada, sino que se encuentra sometida a los requisitos y condicionantes de toda manifestación cultural y artística; por lo que tiene una historia, una tradición, unos cánones críticos y unos imperativos del gusto. De ahí que podamos afirmar que a lo largo de la historia se han producido distintas soluciones formales- de acuerdo con una serie de convencionalismos formales, tipos, o modelos prestigiados-. Soluciones formales que se engarzan en una serie de familias de formas, cuyo conjunto podemos denominar como las formas prestigiadas en arquitectura.*²⁹⁴

Más adelante se refiere, al maestro mayor de la obra o al propio promotor o al mecenas, como el agente del significado formal:

*El que mejor conoce el contexto formal y la familia de las formas de la tradición artística del momento es el artífice. Por tanto, nadie mejor que él para conseguir, mediante un hábil empleo de los elementos formales de un edificio, un cierto carácter expresivo.*²⁹⁵

El arquitecto Norberg-Schulz nos presenta la Arquitectura como la historia del significado de las formas en estos términos:

En arquitectura, forma espacial significa lugar, recorrido y área, o sea la estructura concreta del ambiente humano.

En consecuencia, la arquitectura no puede describirse sólo en términos de conceptos geométricos o semiológicos. La arquitectura debe entenderse en términos de formas significativas.

²⁹³ Ídem anterior, Pág. 155.

²⁹⁴ Ídem anterior, Pág. 155-56.

²⁹⁵ Ídem anterior, Pág. 275.

La historia de la arquitectura es la historia de las formas significativas.

Como tal, participa de la historia de las posibilidades existenciales.

*En la actualidad, el individuo siente la urgente necesidad de reconquistar la arquitectura como fenómeno concreto.*²⁹⁶

Esta distinción formal en tres funciones, -la Geometría como lenguaje, la Geometría del hacer (aplicada) y la Geometría como disciplina capaz de suministrar un repertorio formal sugestivo de figuras geométricas de fuerte carga simbólica-, que a lo largo de la historia en la tradición de los oficios vinculados con la creación artística se le ha venido asignando y ha asumido en el conjunto de las actividades propias de los técnicos y de los artistas.

Tres funciones esenciales, de la única realidad, -la Geometría-, que se ha diseccionado desde el punto de vista de la acomodación para la comprensión y estudio de su hermenéutica en el campo del arte de la Arquitectura.

Como se ha puesto de relieve cada una de estas funciones, no se dan aisladas, sino formando parte de la materia única capaz de ordenar el conocimiento de la Arquitectura. No existe la geometría como lenguaje, ni la geometría como diseño-constructivo, ni la geometría- formal. Sino una única ciencia, la Geometría, que es informada desde tres funciones o aspectos que constituyen su capacidad original, desde su génesis. Estas, la fundamentan, caracterizándola, como la ciencia instrumental, para el estudio, para el análisis, para la comprensión, para el diseño del espacio y para la construcción de la Arquitectura.

10.5- Los trazados geométricos.

Interesa conocer los instrumentos de la Geometría que los artífices utilizaron en la construcción de los edificios, de manera que se puedan estudiar, analizar y comprender las trazas de la iglesia de san Juan del Hospital, reconocer el sistema constructivo y las hipótesis del proceso del replanteo que pudiera haberse desarrollado en la generación de la planta. Junto con la ayuda de los avances de la Geometría y Aritmética.

²⁹⁶ NORBERG-SCHULZ, C., *Arquitectura occidental. La arquitectura como la historia del significado de la forma*. Barcelona, 1983, Pág. 7.

Definimos el concepto de medida es decir, el número de veces que una extensión contiene a la unidad de referencia.

En primer lugar se tratará de las propiedades de la circunferencia y en particular las derivadas del sector circular definido por el ángulo de $\pi / 4$, que define el polígono regular de ocho lados.

En la presentación del libro de Felipe Soler Sanz, titulado *Trazados reguladores octogonales en la Arquitectura clásica*, el profesor Gentil reflexiona *Sobre las proporciones y los trazados de la Arquitectura*, muestra, la necesidad que tienen los arquitectos de formular planteamientos sencillos, como punto de partida del proyecto arquitectónico, junto con un adecuado concepto métrico, sentido del equilibrio y de la medida, basado en el hecho de no haberse desprendido, la Arquitectura, de la necesidad de crear entes concretos.²⁹⁷

Existen dos conceptos que nos sirven de instancia previa para comprender el soporte geométrico que sirvió para concebir la génesis del método seguido en el proyecto de un edificio:

En la definición de la palabra *Trama*²⁹⁸, que presenta el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, en su cuarta acepción, que es la más adecuada a los planteamientos formulados sobre la cuestión del presente estudio: Del latín *Trama*. 4. disposición interna, *contextura, ligazón entre las partes* de un asunto u otra cosa.

Y, por otro lado, la definición del vocablo *Taxonomía*²⁹⁹. Del griego. *Orderis*, ley o norma. 1. ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación. 2. Por extensión clasificación.

10.6- Las proporciones.

Nos recuerda Gentil que: ... *la geometría griega era una ciencia carente de algebra para su aplicación, con una aritmética muy reducida que abarcaba, a los efectos prácticos, lo que podría resolverse con regla y el compás. Inicialmente las formas empleadas tuvieron que ser las más sencillas –el círculo, el cuadrado, el triángulo y el rectángulo- a los que*

²⁹⁷ GENTIL BALDRICH, J. M., *Sobre las proporciones y los trazados de la Arquitectura*. Prorogo al libro de SOLER SANZ, F., *Trazados reguladores Octogonales en la Arquitectura Clásica*. Ed. General de ediciones de Arquitectura. Valencia. 2008, Pág. 8

²⁹⁸ Tomo II. DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. Ed. R.A.E. Madrid 1992, Pág. 2007.

²⁹⁹ Tomo II. DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. Ed. R.A.E. Madrid 1992, Pág. 1949.

añadieron más adelante otros polígonos procedentes de la bisección del ángulo, es decir, hexágono u octógono con muy escasas variaciones³⁰⁰.

Tanto Tine Kurent como Ruiz de la Rosa ponen de relieve el original significado del concepto de *Simetría* de Vitruvio. Como la disposición de las partes entre sí y de estas con el todo de manera que se realice con *Conmesura* con igualdad de razones.

Esa misma sencillez, sucede con la aritmética que se emplea. En referencia a las consideraciones sobre las proporciones nos referiremos de nuevo a Vitruvio, a la luz de los comentarios que Simón García realiza en su tratado.

Como se mencionó en el capítulo anterior, el texto dedicado a las medidas y proporciones en la arquitectura de los templos que reúne con cierta claridad los conceptos de la doble tradición de la arquitectura occidental, -la clásica de las medidas antropomórficas y las medidas de los trazados geométricos-, es el tratado de Simón García titulado *Compendio de Arquitectura y Simetría de los Templos (1681-83)*. Los capítulos primero al sexto son atribuidos a Gil de Hontañón y el resto al propio Simón García. El profesor Chanfón Olmos³⁰¹ comenta este manuscrito refiriéndose a las formulaciones del capítulo XXXIII: (...) *trata de la proporción igual y desigual, un sistema completo de relaciones numéricas. Este sistema emanado de los principios pitagóricos y platónicos que relaciona la armonía musical con la armonía del universo, aparece ya en forma clara en el tratado de Vitruvio. La Edad Media mística, conservó las ideas de hombre -microcosmos y universo- macro cosmos, reconociendo a Dios como el gran Arquitecto de la Creación, al que representó con los atributos del constructor, la escuadra y el compás, que son los instrumentos de la geometría. El humanismo renacentista, adulator de lo antiguo, vuelve a tomar la línea vitruviana de las relaciones entre la armonía musical y la armonía cósmica, pero en una búsqueda de normas estables, abandona la idea de canon único antropométrico y desarrolla relaciones numéricas inspiradas en la armonía universal (...)*

De La-Hoz Arderius en su discurso de ingreso en la academia relata un ensayo realizado en 1876 por el psicólogo empírico Gustav-Theodor Fechner, profesor de antropología y perceptiva estética de la Universidad de Leipzig en referencia a la perfección estética

³⁰⁰ GENTIL BALDRICH, J. M., *Sobre las proporciones y los trazados de la Arquitectura*. Prorrogo al libro de SOLER SANZ, F., *Trazados reguladores Octogonales en la Arquitectura Clásica*. Ed. General de ediciones de Arquitectura. Valencia. 2008, Pág. 7.

³⁰¹ CHANFLÓN OLMOS C., *Las relaciones numéricas. Simón García*. Obra que fue citada en el apartado anterior 'Análisis Métrico' al tratar las medidas antropométricas, Pág. 34.

que: ... *antes de ideal divino es realidad antropológica... (y así,) demostrar la belleza y la universalidad de la sección armónica.*

Del mismo modo, que hiciera Naredi-Rainer,³⁰² unos cuantos años antes de La Hoz, dedica un amplio apartado a comentar este mismo estudio del profesor Fechner.

Fechner presentó a varias personas de un sofisticado círculo social, diez rectángulos de diferentes proporciones para que como en un nuevo juicio de París, escogiesen el más bello.

Como era de esperar, una gran mayoría se pronunció por la divina proporción. Animado por esta experiencia propusimos utilizarla como test de percepción estética en las pruebas de aptitud para becas de estudios de Arquitectura.

Y, se encontró que la mayoría se habían decantado por otro bastante menos esbelto que aquel con la relación: Lado Mayor dividido por Lado Menor igual a 1,3.

Continuó con el estudio sobre el gusto de los pintores.

Con teutónica determinación se midió todos los cuadros de las pinacotecas (...) (de las principales ciudades europeas). La proporción media de los marcos resultó ser precisamente la terca 1,30 – bien lejos de la divina 1,62 que confiaba encontrar- .

Este comentario que recuerda los estudios realizados por el profesor Lloveras i Montserrat, sobre percepción, levantamiento y trazado.³⁰³

De La-Hoz concluye en relación a este estudio que: (...) *según la teoría, el hombre ideal daviniano debería ser de proporción divina, el hombre de carne y hueso es según sus*

³⁰² NAREDI-RAINER, P., *Architektur und Harmonie*. Ed. DuMont, Dokumente, 1982, Pág. 191-ss.

Nota: Mientras la proporción divina es la que se encuentra entre el diámetro y el lado del decágono regular $(1 + \sqrt{5}) \frac{1}{2} = 1.6138$

la misma relación referida al octógono resulta:

$$\frac{1}{\sqrt{2}-\sqrt{2}} = \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{2}}} = 1.306562965; \sqrt{\frac{\theta}{\sqrt{2}}} = 1.306562965 = \frac{R}{L_8}$$

numero racional prácticamente igual al determinado empíricamente para la proporción humana.

*propias características físicas reales y precisamente en ellas donde instintivamente ha educado su apreciación estética, conformando así su sensibilidad espacial.*³⁰⁴

Llegado a este punto el académico, de La-Hoz, dice: (...) sospecho que fue ampliamente confirmada gracias a las estadísticas antropométricas. Se procedió después a rastrear con dicha nueva armonía en una amplia muestra representativa de construcciones correspondientes a milenios de distintas culturas, religiones y estilos. Con impresionante precisión en pirámides, iglesias, mezquitas, sinagogas o palacios cobraron lógica compositiva ordenaciones aparentemente anárquicas: en todas apareció una oculta e invisible trama reguladora trazada según la nueva razón 1,30 que daba orden coherencia y disciplina al todo.

(...)

Sin embargo con las meticulosas mediciones de Borchard y Cole, así como con la metrología métrica original contenida en el papiro Rhind del Museo Británico, se concluye que las pirámides de Gizeh obedecen de manera directa e inequívoca, a la proporción 1,30. Javier Orendain en su libro titulado "Ruinas de Utopía" -1989- nos descubre una sorprendente resonancia más allá de la mar oceana.

*Harleston dedicó su vida a medir Teotihuacán, la ciudad ritual más grande de Mesoamérica. Resulta curioso constatar la presencia de la pirámide de la Lura del ángulo del talud de 53 grados de la llamada proporción cordobesa -1,30*³⁰⁵

En el artículo dedicado a *la proporción cordobesa* del propio Rafael de La-Hoz, publicado en la revista Cointra Press en el año 1976 analiza las proporciones de la mezquita y de distintas edificaciones, iglesias y palacios de la ciudad de Córdoba; en él constata la existencia de la mencionada proporción fundamento para la composición de los edificios analizados y que a continuación destacamos el siguiente razonamiento:

³⁰⁴ LLOVERAS I MONTSERRAT, K., *La Piedra de Mesura de Veruela*. Ed. Servicio de Cultura de la Diputación de Zaragoza. Zaragoza, 1990. Nota: El profesor Lloverás presenta un estudio sobre la percepción y los procedimientos empleados para el trazado y levantamientos que se emplearon en el medio para proporcional y construir los templos en los que comenta el proceso y los medios de la capacitación de la percepción.

³⁰⁵ La proporción cordobesa, el profesor Soler Sanz la denomina, en sus estudio, con la letra griega:

$$\lambda = \frac{\cos 22.5^\circ}{\cos 45^\circ} = 1.30656296$$

La arquitectura de una región posee características distintas propias acuñadas por el impacto de un clima, las limitaciones de sus materiales locales, los imperativos de su suelo y el temple de sus hombres.

Dentro de las invariantes a las que suele someterse nuestra arquitectura se encuentra la composición simétrica, reflejo de la misma ley biológica o del hecho de que la simetría es simpática porque, como es sabido, ahorra la mitad de la fatiga del pensamiento.

Pero entre todas las constantes posee especial importancia el sistema normal de proporción utilizado como base de la composición plástica.

El estudio que presentamos se refiere a la investigación para determinar el canon de proporción en la arquitectura cordobesa.

(...)

Aceptada como premisa indiscutida la universalidad de la proporción áurea, se trataba de comprobar su existencia en la arquitectura de una ciudad resultante de diversas culturas.

Se planteó lógicamente preguntarse el por qué de las preferencias del cordobés por proporción tan notoriamente distinta a la que la teoría universalmente aceptada señalaba como ideal.

(...)

Refiriéndonos, en concreto, a la cultura romana, a ejemplares existentes en nuestro museo arqueológico local y a parejas hombre-mujer, encontramos que los cordobeses romanos autores de los relieves, esculturas o mosaicos han gustado proporcionar sus figuras humanas según la constante proporción 1,3.

(...)

Nos encontramos ante una nueva invariante en la arquitectura cordobesa: la proporción 1,3.

Faltaba precisar dicho número y establecer el orden geométrico donde tenía su origen.

Reordenando que la proporción áurea es la relación existente entre el radio y lado del decágono, que la cuadrada, ya citada, es la misma relación referida al hexágono, y que la raíz de dos, empleada también en arquitectura, es la resultante del cuadrado, se

concluye que la serie de polígonos regulares de 10, 6 y 4 lados, origen de las proporciones conocidas, quedaría completa con la inclusión del de 8 lados.

La razón entre el lado y el radio del octógono, resultó ser:

$$\frac{R}{L} = \frac{1}{\sqrt{(2 - \sqrt{2})}} = 1.306562964 \dots \approx 1.30$$

Número irracional prácticamente igual al determinado empíricamente.

El profesor Soler Sanz los designa, con las letras del alfabeto griego, landa (λ), por primera vez, a la proporción cordobesa en recuerdo del Rafael de La Hoz y con la letra Zeta (θ) al número de plata, como lo nombran otros estudiosos e investigadores de la materia.³⁰⁶

De esta manera la proporción nacida de la realidad étnica cordobesa quedó reconfortantemente instalada en la mística de los números: concretamente en el 8, y para ser más exactos en la matriz del octógono regular.

El octógono es una forma constructiva frecuente por su fácil trazado geométrico y porque es una aproximación suficiente al círculo, pero sin curvas de difícil realización.

El octógono nace casi espontáneamente en construcción (...)

El octógono es base compositiva de los mejores mosaicos romanos.

Son frecuentes los cimborios octogonales, como el del crucero de la catedral, los de la capilla de Santa Teresa (de la ciudad de Córdoba).

(...) base de artesonados como los de Nuestra Señora de Guadalupe en Baeza

Pero entre todas las causas que inducen al empleo del rectángulo o proporción cordobesa la más evidente, por extraño que parezca, es de origen climático.

(...) ciudad de lluvias torrenciales (...)

La pendiente que llegan a alcanzar los tejados cordobeses es impresionante: 37º

³⁰⁶ REYES IGLESIAS, M^a. E., BLANCO MARÍN, M^a. F. ambas de la Universidad de Valladolid y SAMUEL ALBIS, V. de la Universidad Nacional de Colombia.

Esta inclinación del tejado coincide prácticamente con la de la diagonal de un rectángulo cordobés de lado mayor horizontal -37º 26'-por lo que la proporción entre su altura y base es la cordobesa.

Introducida la proporción cordobesa, por imperativo del clima, su metástasis al resto de las fachadas es inevitable, quedando toda la composición disciplinada dentro de una malla de dichos rectángulos.

(...)

Permítame mostrarles finalmente la comprobación de que así sucede realmente.

Para dicha verificación se ha tomado un grupo representativo de edificios correspondientes a un milenio de distintas culturas, épocas y estilos, todos ellos de autor anónimo.

El método utilizado se basa en el hecho de que todos los rectángulos semejantes tienen las diagonales paralelas.

Este crecimiento sigue unos canales regidos por una malla latente de rectángulos cordobeses, que se encierra a su vez en un gran rectángulo de dicha proporción.³⁰⁷

La teoría de la Proporción³⁰⁸ forma hoy un cuerpo doctrinal importante, de carácter interdisciplinar, con gran relevancia en los estudios de Arte y Arquitectura, siendo uno de los elementos clave para conseguir la armonía entre las partes y el todo de una obra artística o arquitectónica.

La proporción se define como la igualdad de dos cocientes:

$$a/b = c/d ; a, b, c, d \in \mathbb{R} ; b, d \neq 0$$

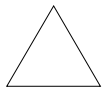

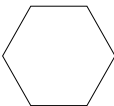
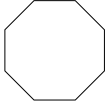
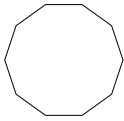
La proporción se llama racional, conmensurable o estática si a/b es un número racional positivo. Y, se denomina irracional, inconmensurable o dinámica a la proporción de valor irracional positivo.

³⁰⁷ DE LA-HOZ ARDERIUS, R., *La proporción Cordobesa*, artículo publicado en la revista Cointra Press, cuarto trimestre. Alcalá de Henares (Madrid), 1976, Pág. 15-20.

³⁰⁸ REYES IGLESIAS, M^a E., Artículo; *Arte y Naturaleza en clave Geométrica*. Universidad de Valladolid, 2007, Pág. 13-28

Proporciones Notables.

Estáticas	Dinámicas
Cuadrada $a/b = 1$	Raíz de dos $a/b = \sqrt{2}$
Dupla $a/b = 2$	Raíz de tres $a/b = \sqrt{3}$
Sequitercia $a/b = 4/3$	Plata $a/b = 1 + \sqrt{2} = \theta$
Sequialterna $a/b = 3/2$	Áurea $\frac{a}{b} = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = \phi$
Pentatercia $a/b = 5/2$	Cordobesa $\frac{a}{b} = \frac{1}{\sqrt{2}-\sqrt{2}} = \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{2}}} = \lambda$
....	...

	$\frac{1}{2 \cos 30^\circ} = 0,5773 = \frac{1}{\sqrt{3}}$
	$\frac{1}{2 \sin 45^\circ} = 0,7071 = \frac{1}{\sqrt{2}}$
	$\frac{1}{2 \sin 30^\circ} = 1 = 1$
	$\frac{1}{2 \sin 22,5^\circ} = 1,3065 = \lambda$
	$\frac{1}{2 \sin 18^\circ} = 1,618 = \phi$

Relación entre el radio de la circunferencia circunscrita de valor igual a 1 y el Lado del polígono inscrito; $\frac{R}{L} = \frac{1}{L}$

La ecuación $X^2 - ax - 1 = 0, a \in N$; puede ser considerada como la expresión característica de la ecuación general de las diferencias de los términos de una familia de sucesiones:

$$G(n + 2) - aG(n + 1) - G(n) = 0; n \in N;$$

Cuando $a=1$, la ecuación resultante es $x^2 - x - 1 = 0$, cuya solución positiva es $x = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = \varphi$, ó número de oro. La conocida y tantas veces mencionada sucesión de Fibonacci, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55,..... es tal que sus cocientes, $\frac{2}{1}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{8}{5}, \frac{13}{8}, \dots$ tiende al límite φ .

Si $a=2$, la ecuación se convierte en $X^2 - 2x - 1 = 0, a \in N$; siendo la solución positiva igual a, $x = 1 + \sqrt{2} = \theta$, al que por analogía también se le llama número de plata, ya que sus propiedades son similares a las de φ .

Las sucesiones de la forma 1, 2, 5, 12, 29,..... y 1, 3, 7, 17, 41,..... se les ha venido denominando sucesiones de Pell que están ligadas a θ , de forma igual a la sucesión de Fibonacci con φ .

Las sucesiones anteriores forman parte de la familia de las Sucesiones Secundarias de Fibonacci generalizadas, que son de la forma: $a, b, pb + qa, p(pb + qa) + qb \dots$, o bien; $G(n + 2) = pG(n + 1) + qG(n); G(0) = a, G(1) = b$;

Para estas sucesiones se verifica que: $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{G(n+2)}{G(n+1)} = \frac{p + \sqrt{p^2 + 4q}}{2}$;

Los números metálicos³⁰⁹ son límites de estas Sucesiones Generalizadas de Fibonacci y, a partir de ellos, se generan sucesiones con el doble carácter aditivo y multiplicativo, lo que resulta muy útil para el proyecto arquitectónico y el replanteo de las obras a la hora de generar medidas proporcionadas según determinados cánones.

En la siguiente tabla se resumen algunas características de los números de oro y plata relacionados con proporciones en el plano.

³⁰⁹ Denominados por Spinadell

Sucesión de Fibonacci	Sucesiones de Pell ³¹⁰
$a_{n+1} = a_n + a_{n-1}$	$a_{n+1} = 2 a_n + a_{n-1}$ $a_n^2 = a_{n-1} \times a_{n+1} + (-1)^{n-1}$
Con, $a_0 = a_1 = 1$	Con, $a_0 = a_1 = 1$
1,1,2,3,5,8,13,21,34,55,89....	1, 1, 3, 7, 17, 41, 99, 239... 1, 2, 5, 12, 29, 70....
$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n} = \phi$	$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n} = \theta$
ϕ es el nº de oro 1,618...	θ es el nº de plata 2,4142...
Raíz real positiva de $x^2 - x - 1 = 0$	Raíz real positiva de $x^2 - 2x - 1 = 0$

10.7- La proporción en un segmento y en las construcciones geométricas sencillas generadas a partir de una figura simple.

El estudio realizado por la profesora Blanco Martín pone de manifiesto que para realizar las construcciones geométricas a partir del cuadrado³¹¹ se utilizan procedimientos iterativos que permiten elaborar una sucesión rítmica de figuras semejantes, susceptibles de utilizarse en la generación de formas para el proceso del diseño.

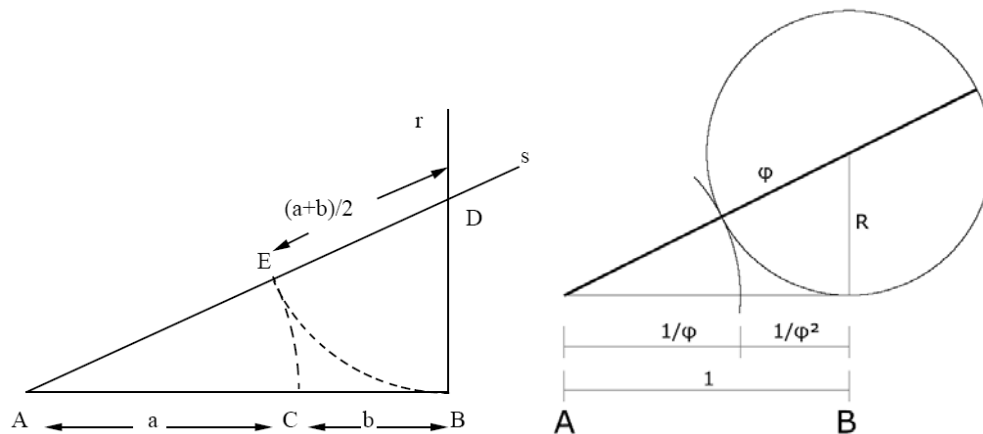
Partimos del cuadrado como figura geométrica básica para el Diseño. Este polígono regular de cuatro lados, fue considerado por los antiguos geómetras como símbolo del mundo comprensible, en contraposición al círculo como símbolo del mundo desconocido e incomprensible. Una figura intermedia entre ambas es el octógono, representado en las cúpulas de los templos, como enlace entre el hombre y la divinidad. El cuadrado juega un papel fundamental a lo largo de todas las épocas, no sólo por sí mismo y sus propiedades, sino como generador de rectángulos y parte de composiciones geométricas de gran valor estético. El rectángulo diagonal es utilizado por Vitrubio y Palladio.

³¹⁰ La expresión segunda fue matizada por sugerencia de José Luis Morera, catedrático de Matemáticas Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia, después de la revisión de los contenidos.

³¹¹ BLANCO MARTÍN, M^a F., Art. *Arte y Matemáticas*. Universidad de Valladolid, 2007, Pág. 137-156.

Vitruvio, establece (...) *A partir de la anchura del atrio se construye un cuadrado, se dibuja la diagonal de este cuadrado y se toma como longitud del atrio la longitud de esta diagonal (...).*³¹²

Palladio, arquitecto del siglo XVI, escribe en *Los cuatro libros de Arquitectura. Los tipos de habitaciones más hermosas y proporcionadas, y que mejor salen, son de siete tipos; se harán, pues: redondas (raramente) o cuadradas; o bien, su longitud será la línea diagonal del cuadrado de la anchura, o de un cuadrado y un tercio, o de un cuadrado y un medio, o de un cuadrado y dos tercios, o de dos cuadrado.*³¹³



Desde el punto de vista geométrico, el elemento más sencillo al que se puede aplicar el concepto de proporción, es un segmento, dividiéndolo en dos partes. Entre las proporciones dinámicas aplicadas sobre él, consideramos la que resulta cuando se efectúa la división del mismo en extrema y media razón que da lugar a la proporción áurea. Dado un segmento AB y un punto interior C que lo divide en dos partes AC y CB, con $AC > CB$, denotando por a y b con $a > b$, las medidas de AC y CB respectivamente, se plantea la proporción de tal forma que la relación entre la parte mayor a y la parte menor b sea igual a la relación entre la totalidad a + b y la parte mayor, a, es decir $a / b = (a + b) / a$; Operando y denotando por $x = a / b$, se obtiene la ecuación $x^2 - x - 1 = 0$, cuya solución positiva es el número de oro $\phi = (1 + \sqrt{5}) / 2$.

Razones o cuestiones como, la sección áurea, divina proporción, sucesión de Fibonacci, y figuras como los pentágonos o decágonos regulares están íntimamente ligados a ϕ .

³¹² VITRUVIO POLIÓN, M. *Los Diez Libros de Arquitectura*. Traducido por Agustín Blázquez. Ed. Iberia S.A. Barcelona, 1970, Pág. 69.

³¹³ PALLADIO, A., *Los cuatro libros de Arquitectura*. Ed. Akal. Madrid, 1988.

Rectángulo: Áureo.

La denominación a este número por ϕ es en honor a Fidias (Pheideas), escultor griego, uno de los decoradores del Partenón, quien utilizó esta proporción en sus obras. Y, en el que se inspira años después, Vitruvio para definir el canon de proporciones antropomórficas.

La figura geométrica susceptible de hallar su proporción es el rectángulo, definiendo su proporción como el cociente entre las longitudes mayor y menor de sus lados. Si denotamos por R al rectángulo de lados a y b, su proporción P(R) es:

$$P(R) = \max(a, b) / \min(a, b)$$

Definimos la proporción en un rectángulo R, como la tangente del ángulo α , ángulo mayor o igual que $\pi/4$, que forma una de sus diagonales con uno de sus lados, o bien como el cociente entre la longitud del lado mayor y el lado menor. Como consecuencia inmediata de la anterior definición se deduce que al comparar rectángulos, en los que sus diagonales sean paralelas o perpendiculares tienen la misma proporción, y que la proporción en un rectángulo es un número mayor o igual a uno.

El arquitecto franco-suizo Le Corbusier (1887-1965), firme convencido de que la proporción áurea dominaba el cuerpo humano y la Naturaleza concibió gran parte de su obra según esta proporción ϕ . Reguló un sistema de medidas conocido como *Modulor*³¹⁴, basado en los rectángulos notables duplo y áureo, y en unas divisiones proporcionales de sus lados que darían lugar a las famosas series Roja y Azul, ambas sucesiones de Fibonacci.

Rectángulo: Raíz de dos.

Un rectángulo de uso común con esta proporción es el formato DIN A4 o cualquier otro rectángulo de la serie DIN. Es el único rectángulo con la propiedad de que al dividir su lado mayor en dos partes iguales se obtienen dos rectángulos de la misma proporción. Esta observación es la que sugirió al Dr. Porstaman la normalización de los formatos DIN.

³¹⁴ LE CORBUSIER, *El Modulor I y II*. Ed. Poseidón. Barcelona 1980.

Dado un cuadrado, que anotamos por ABCD, y tomando como unidad de medida la longitud de su lado, su diagonal AC mide $\sqrt{2}$.

Con centro en un vértice, por ejemplo A, del cuadrado y radio la diagonal AC, se traza un arco de circunferencia hasta cortar a la prolongación del lado AB, en el punto E. Por E se traza la perpendicular a AE hasta la intersección con la prolongación del lado CD. El rectángulo AEFD tiene proporción $\sqrt{2}$, sus lados miden 1 y $\sqrt{2}$.

Las propiedades que definen las características de este rectángulo, son:

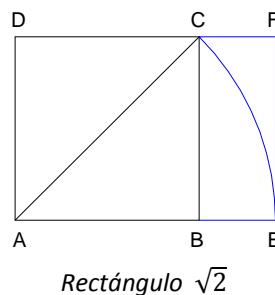
- Si dividimos por la mitad el lado mayor, obtenemos dos rectángulos iguales, de lados $\sqrt{2} / 2$ y 1, cuya proporción es la misma que la del rectángulo inicial. Este proceso de dividir un rectángulo diagonal por la mitad del lado mayor puede iterarse indefinidamente, obteniéndose una sucesión decreciente de rectángulos semejantes con proporción $\sqrt{2}$ (en la figura siguiente puede verse hasta la sexta división).
- Si duplicamos el lado menor de un rectángulo diagonal, el nuevo rectángulo de lados $\sqrt{2}$ y 2 tiene la misma proporción que el rectángulo inicial. La iteración de este proceso nos proporciona una sucesión creciente de rectángulos semejantes, con proporción $\sqrt{2}$ (en la fig. 2, leída desde el rectángulo LN PQ hacia fuera, aparecen seis iteraciones).

Podemos resumir estas propiedades en la forma siguiente:

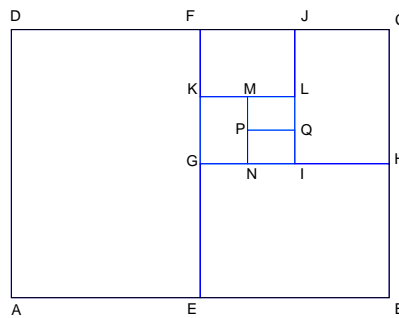
Si a un rectángulo diagonal le aplicamos el algoritmo iterativo:

-D1: dividir el lado mayor por la mitad; o bien el algoritmo "inverso"

-D2: duplicar el lado menor, se obtiene como resultado una sucesión infinita decreciente o creciente respectivamente de rectángulos semejantes, es decir diagonales.



Esta propiedad, autogenerativa de rectángulos diagonales a partir de uno dado, se encuentra en la base de los formatos normalizados DIN, rectángulos de proporción $\sqrt{2}$. Así el DIN A0, es un rectángulo diagonal de área 1m^2 , obteniéndose los siguientes formatos DIN A1, DIN A2, etc., aplicando sucesivamente el algoritmo D1 al rectángulo DIN A0.



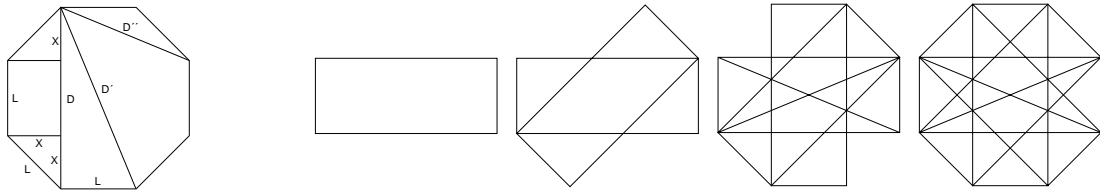
Sucesión de rectángulos diagonales hasta la sexta división.

Si duplicamos el lado menor de un rectángulo diagonal, el nuevo rectángulo de lados $\sqrt{2}$ y 2, tiene la misma proporción que el rectángulo inicial. La iteración de este proceso nos proporciona una sucesión creciente de rectángulos semejantes, con proporción $\sqrt{2}$. En la figura anterior, leída desde el rectángulo LNPQ hacia fuera, aparecen seis iteraciones. Rectángulo, que ha sido utilizado con frecuencia en la arquitectura a través de la historia.

Rectángulo: Plata.

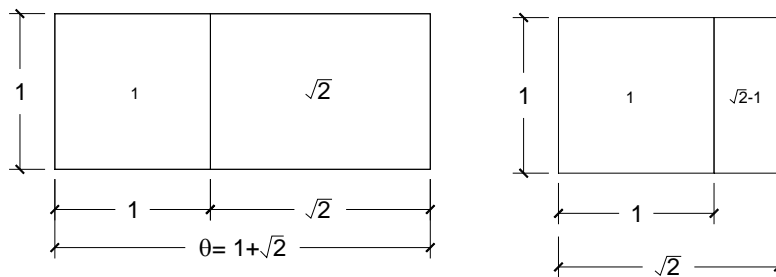
Un rectángulo de plata, o rectángulo Θ , es aquel cuya proporción es el número de plata $\Theta = 1 + \sqrt{2}$. Está relacionado con el octógono regular; en efecto, puede formarse un rectángulo de plata con el lado del octógono y una de sus diagonales (la perpendicular al lado de apoyo del octógono)³¹⁵, como puede apreciarse en la primera figura de la derecha. Y, además puede generarse un octógono regular con la rotación de 45° de un rectángulo de plata en torno a su centro, como se aprecia en la secuencia del desarrollo del octógono a lo largo de las figuras de la derecha. Cuatro rectángulos de plata dispuestos como se muestra en la última figura. Y que originan, el octógono, la estrella y el octagrama o polígono estrellado.

³¹⁵ REYES E., *Proportions and detesections in polygons*. The International Society for the Interdisciplinary Study of Egmenhy 2002, Pág 357-363.



El rectángulo de plata y su relación con el octógono

Este rectángulo está formado por la yuxtaposición de un cuadrado y el rectángulo dinámico en proporción raíz de dos. Y puesto que éste último, admite la descomposición de la figura, el rectángulo de plata admite una nueva descomposición en dos cuadrados y un rectángulo de plata.

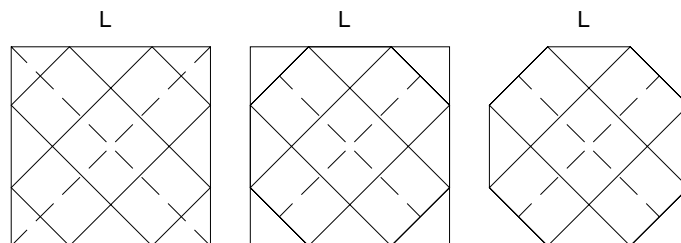


Algunas propiedades geométricas del número de plata

Una forma fácil de obtener un rectángulo de plata es extrayendo de un formato DIN, el cuadrado construido sobre su lado menor, puesto que el formato DIN es un rectángulo en proporción $\sqrt{2}$, la tira resultante de la extracción del cuadrado tiene proporción:

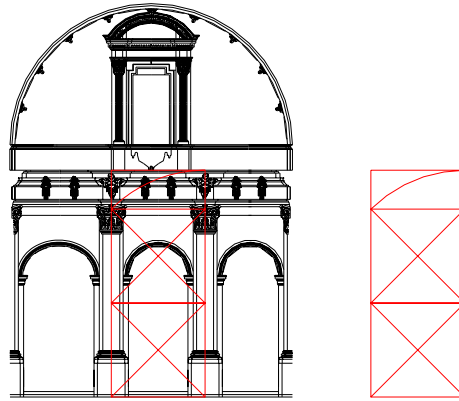
$$\frac{1}{\sqrt{2} - 1} = \sqrt{2} + 1 = \theta$$

Además se puede generar el octógono regular partir de esta tira y del cuadrado como se muestra en la figura siguiente: Construcción de un octógono a partir de un formato DIN.



Construcción de un octógono a partir de un formato DIN

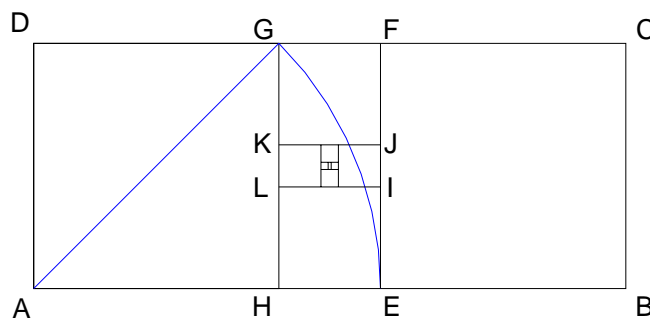
Una manera de extender el rectángulo de proporción $\sqrt{2}$, por ejemplo para dar esbeltez a una fachada, es añadir a dicho rectángulo un cuadrado, obteniéndose otro rectángulo de proporción $\Theta = 1 + \sqrt{2}$, llamado rectángulo de plata.



En la figura se observa el rectángulo de plata inscrito en el frontal barroco de la iglesia de San Juan del Hospital (época barroca siglo XVII)

Estas propiedades algebraicas admiten la siguiente interpretación geométrica³¹⁶.

Si a un rectángulo de plata de lados 1 y Θ , le sumamos por el lado mayor dos cuadrados de lado Θ , obtenemos un nuevo rectángulo de plata, sus lados miden Θ y $2\Theta+1=\Theta^2$. Este proceso puede proseguirse indefinidamente, obteniendo una sucesión creciente de rectángulos de plata, cuyos lados son dos términos consecutivos de la sucesión de razón Θ (ver figura siguiente, léida desde el rectángulo YUVX hacia fuera).



Descomposición de un rectángulo de plata.

De forma análoga, si a un rectángulo de plata de lados 1 y Θ , le restamos dos cuadrados, obtenemos otro rectángulo de plata de lados 1 y $\Theta - 2 = \Theta^{-1}$. Este proceso puede seguirse indefinidamente, obteniendo una sucesión decreciente de rectángulos de plata.

³¹⁶ ALSINA, C. Y TRILLAS, E., *Lecciones de Álgebra y Geometría*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1984.

Relación entre los rectángulos diagonales ($\sqrt{2}$) y de plata ($1 + \sqrt{2}$).

Las expresiones del número de plata y de su inverso en términos de $\sqrt{2}$, nos permiten establecer relaciones compositivas entre rectángulos diagonales y rectángulos de plata, obteniendo unos a partir de los otros, operando a través de cuadrados.

Como se vio, el rectángulo de plata se obtiene añadiendo un cuadrado al rectángulo diagonal. Si a este rectángulo de lados 1 y Θ le añadimos un cuadrado por el lado mayor, obtenemos un rectángulo (diagonal), de lados Θ y $1 + \Theta$, de proporción:

$$\frac{(1+\Theta)}{\Theta} = 1 + \Theta^{-1} = \sqrt{2}; \quad \frac{\Theta}{\sqrt{2}} = \lambda^2$$

Este proceso infinito y creciente podemos enunciarlo como sigue:

a) Si utilizamos como semilla un rectángulo diagonal y le aplicamos el proceso iterativo de añadirle un cuadrado, obtenemos en los pasos impares un rectángulo de plata y en los pasos pares un rectángulo diagonal semejante a la semilla.

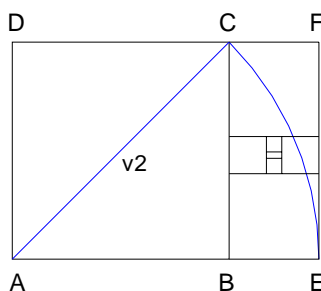
La *dualidad* que existe entre los rectángulos diagonales y de plata, nos permite enunciar el proceso "*dual*":

b) Si utilizamos como semilla un rectángulo de plata y le aplicamos el mismo proceso iterativo de añadirle un cuadrado, obtenemos en los pasos impares un rectángulo diagonal y en los pasos pares un rectángulo de plata semejante a la semilla.

De forma análoga podemos obtener familias decrecientes de rectángulos de plata y diagonales:

Si a un rectángulo diagonal, le restamos un cuadrado, obtenemos un rectángulo de plata y si a un rectángulo de plata, le restamos un cuadrado, obtenemos un rectángulo diagonal. Dicho de otra forma, si utilizamos como semilla un rectángulo $\sqrt{2}$, en el proceso iterativo de restar un cuadrado, en los pasos impares obtenemos un rectángulo de plata y en los pasos pares un rectángulo $\sqrt{2}$.

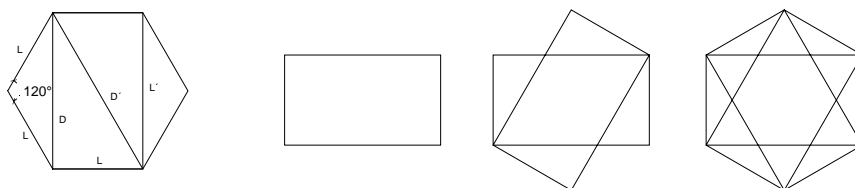
c) Si utilizamos como semilla un rectángulo de plata respecto a la diagonal del cuadrado, en el proceso iterativo de restar un cuadrado, en los pasos impares obtenemos un rectángulo diagonal y en los pasos pares un rectángulo de plata.



Relación entre los rectángulos diagonales y de plata

Rectángulos notables: Raíz de tres.

Este rectángulo forma parte del hexágono regular, siendo sus lados una de las diagonales del hexágono y el lado del mismo como se puede observar en la figura de la izquierda.



Rectángulo $\sqrt{3}$ y su relación con el hexágono

Con este rectángulo puede generarse por rotación el hexágono regular y su estrella). El rectángulo $\sqrt{3}$ enmarca una de las figuras más importantes de la Geometría Sagrada conocida como “vesica piscis”. En el proceso de geometrización característico del gótico, jugó un papel fundamental la traducción de los Elementos de Euclides (siglo IV-III a. de C.). En la proposición primera del libro I, aparece la construcción de un triángulo equilátero a partir de un segmento dado. De aquí se obtiene la “vesica piscis” (vejiga de pez) llamada también mandorla. Dicha figura es utilizada en los periodos románico y gótico para pintar o esculpir un Pantocrátor, a Cristo Majestad, Juez y en muchas otras ocasiones la imagen de la Virgen, sobre ella.

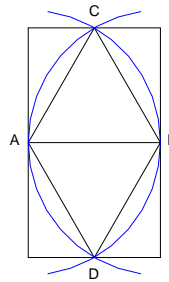
Podemos definir la vesica piscis como la figura plana comprendida entre dos arcos de circunferencia con centros en los puntos A y B de un segmento dado AB, y radio la longitud del mismo.³¹⁷ Suponiendo que la longitud del segmento AB es 1, la altura del

³¹⁷FERNÁNDEZ BENITO, I. Y REYES IGLESIAS, M^a E., *Geometría con el hexágono y el octógono*. Ed Proyecto Sur de Ediciones. Armilla (Granada), 2003, Pág. 26.

triángulo equilátero ABC mide $\sqrt{3} / 2$ y por tanto la proporción del rectángulo circunscrito a la vesica es $\sqrt{3}$. En el periodo gótico, los arcos ojivales equiláteros están formados por los arcos de media vesica piscis. También se utilizó el rectángulo $\sqrt{3}$ para proporcionar las plantas de las catedrales góticas.

En un estudio de Armando González Rodríguez en su libro sobre la filosofía de Spengler³¹⁸, resalta en un capítulo dedicado a los números la conocida afirmación, *Los templos dóricos y las Catedrales góticas son matemática petrificada*, y que resume, la importancia de las Matemáticas en la Arquitectura de este periodo.

En a figura siguiente, podemos observar un esquema geométrico de una vesica piscis enmarcada en un rectángulo $\sqrt{3}$.³¹⁹



Torres Balbás, la llama *la almendra mística*

Proporción poligonal.

Al rectángulo le siguen en complejidad el resto de polígonos y su teoría de la proporción poligonal global.

El módulo de un rectángulo es la razón entre las longitudes de sus lados; es común, por tanto, a todos los semejantes. Gnomon es la figura que yuxtapuesta a otra dada nos da una figura semejante a ésta, figura interior. El rectángulo recíproco de uno dado es su semejante, que tiene por lado mayor el menor de aquél, de modo que yuxtapuesto a su gnomon da el rectángulo inicial. Las diagonales correspondientes de un rectángulo y su recíproco son perpendiculares. Y, la reiteración del proceso define el concepto de

³¹⁸ RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, A. Filosofía y política de Spengler. Capítulo 1: el sentido de los números. Ed. Andrés Bello. Santiago de Chile, 1960. Pág. 18

⁶³ ALSINA, C. Y TRILLAS, E. *Lecciones de Álgebra y Geometría*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1984.

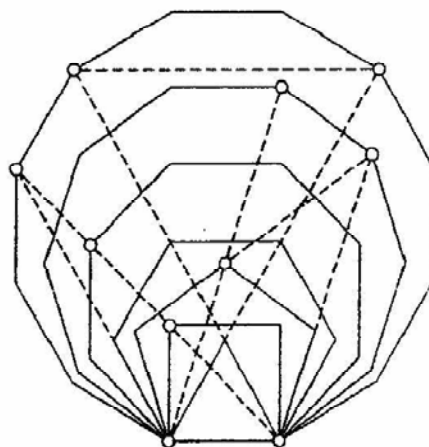
crecimiento gnómico y, asociado a éste, el de la espiral logarítmica, cuyo polo es el punto de incidencia de las dos antedichas diagonales.

El polígono regular es aquel que cumple la doble condición de igualdad entre sus lados y sus ángulos.

La construcción de polígonos regulares es equivalente a la cuestión de dividir la circunferencia en un número entero de partes iguales,-ejercicio que sólo en casos particulares se puede resolver gráficamente-, al unir dos divisiones consecutivas obtenemos un polígono regular inscrito a la circunferencia, se dice que de ésta que es circunscrita al polígono. El centro de la circunferencia circunscrita es el centro del polígono, punto en el que se cortan todas las bisectrices y todas la mediatrices y, por tanto centro también de una circunferencia tangente a los lados, circunferencia inscrita, cuyo radio es apotema del polígono.

La división de la circunferencia en partes iguales se puede resolver gráficamente en casos determinados, enunciados por Gauss. Así, sabemos que, con los instrumentos euclidianos, es posible dividir la circunferencia en 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18... partes iguales, esto es dibujar los respectivos polígonos regulares: triángulo, cuadrado, pentágono, hexágono, octógono, decágono, dodecágono, pentadecágono, hexadecágono... En cualquier caso, es siempre posible la división por mediatrices a partir de un polígono dado.

Por otro lado, es interesante observar las relaciones existentes entre polígonos regulares de igual lados, como se puede ver en la figura siguiente.

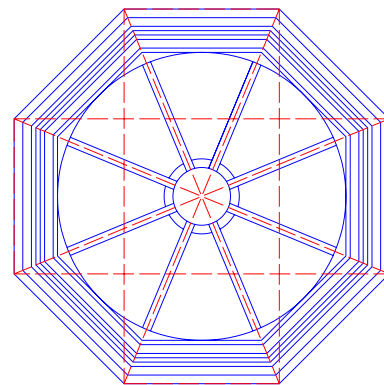


*Polígonos regulares construidos sobre el mismo lado y sus relaciones*³²⁰

³²⁰ NEUFERT, E., *Industrialización de las Construcciones*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1965. Pág. 48.

No obstante, a pesar de la definición dada, en polígonos regulares se suelen hallar las proporciones entre sus elementos notables: razones entre diagonales y lados, radio de la circunferencia circunscrita y lado, apotema y lado, etc, obteniéndose valores de proporción característicos de cada polígono, así el número de oro caracteriza al pentágono, el raíz de tres al hexágono, el de plata al octógono, etc.

En las siguientes ilustraciones se muestra un ejemplo de sucesión de octógonos estrellados cuyos lados verifican:



Octógono cabecera antiguo hospital de Valencia

El cúpula del antiguo hospital de Valencia, es un ejemplo en el que se combina un octógono, su estrella y diversas formas geométricas que conforman el espacio.

10.8- La geometría de la circunferencia.

La figura geométrica definida por la circunferencia posee unas propiedades a partir de las cuales se derivan las de los polígonos regulares. Por ello, brevemente nos referimos las que mejor nos pueden ayudar a comprender las cuestiones que venimos tratando.



Arquímedes
(287-212 a.C.)

La Medida del Círculo.

Arquímedes³²¹ (287-212 antes de Cristo) realizó importantes trabajos sobre matemáticas, queremos destacar los realizados sobre las áreas y sólidos circunscritos por curvas y superficies. De entre estos, tiene especial interés la versión sobre la *Medida del círculo conocida*, y que contiene tres proposiciones.

La primera proposición es sin duda la de mayor interés para nuestro estudio. En esta, afirma que el área de un círculo es igual al área del triángulo rectángulo definido por los catetos, el primero corresponde al radio de la circunferencia, y el segundo cateto a la longitud de la circunferencia. Iguala el área encerrada por una curva (el círculo), con el área englobada por líneas rectas (los catetos de un triángulo rectángulo). Hoy en día, expresamos el área de un círculo como πr^2 , mientras la relación de Arquímedes, utilizando la notación moderna, se expresaría como $\frac{1}{2} (2\pi r) r$.

Para demostrar teoremas sobre el área o el volumen de una figura limitada por curvas o superficies, Arquímedes empleaba el llamado 'método indirecto de prueba, que evita el empleo de límites. El lema enuncia que dadas dos diferentes líneas, superficies o sólidos, el mayor excede al menor por una cantidad tal que, añadida así misma, puede exceder una magnitud asignada del tipo de la magnitud comparada con la otra.

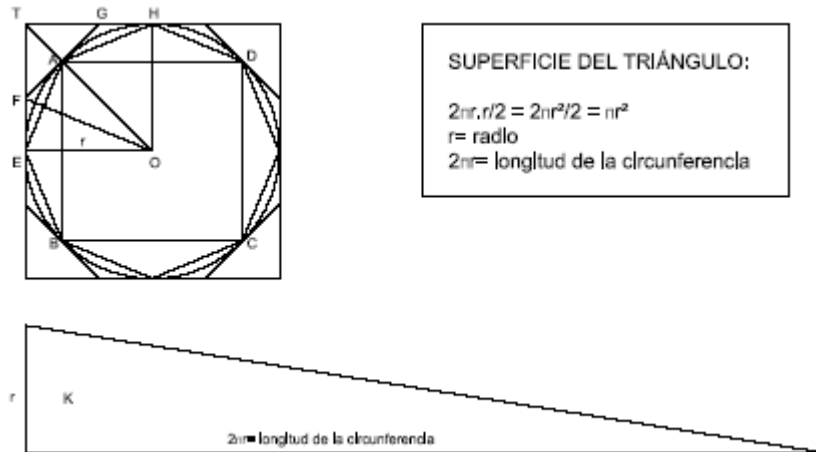
Arquímedes empieza su demostración recordando *que si el área del círculo cuya circunferencia contiene los vértices del cuadrado ABCD no es igual al triángulo rectángulo K, entonces debe ser mayor o menor que K. La primera parte de la demostración supone que el área del círculo es mayor que el área del triángulo rectángulo K. Inicia su prueba inscribiendo el cuadrado ABCD dentro del círculo. Continúa seccionando los arcos AB, BC, CD y DA, y superponiendo estas mitades una y otra vez en más mitades hasta que los lados del polígono inscrito cuyos vértices son los puntos de la infinita bisección están tan cerca del círculo que el área comprendida entre éste y el polígono inscrito es menor que la supuesta diferencia entre las áreas del círculo y del triángulo K. De este modo, razona, el área del polígono inscrito debe ser mayor que el área de K.*³²²

³²¹ Recopilación de descubrimientos. Antología de textos Matemáticos de todos los tiempos.

ARQUÍMEDES. *Sobre la esfera y el círculo y la Medida del círculo*. Ed. Gues Madrid, 2005 y Ed. Citra. Barcelona, 2006, Pág. 79.

³²² Ídem anterior. Pág. 79. Traducción castellana y actualizaciones realizadas por Paloma Ortiz. Volumen I, Pág. 107-234,

En la segunda proposición compara el área de un círculo con el cuadrado dado por el diámetro, que depende de la tercera proposición la cual afirma, que la razón entre la longitud de la circunferencia del círculo y la longitud de su diámetro es menor que $3+1/7$, pero mayor que $3+10/71$ una acotación válida de π .



Las figuras básicas de la geometría de la circunferencia.

Los trabajos de los canteros de la época medieval sólo se comprenden a base de las aplicaciones de la geometría del círculo³²³ como escala de dimensiones.

La geometría de la circunferencia es la base de las medidas en la Edad Media, -figura clave-, de la que derivan todas ellas, incluso el conjunto de sus detalles.

En los tratados de cantería, encontramos dibujos, que explican la procedencia de cada trazado a partir de una figura clave de la que se parte todo el dibujo de una obra. Además, esas figuras sirven de escala para el paso de las medidas del dibujo a las reales. (Como ocurre con el pantógrafo).

El diccionario de la Real Academia de la Lengua la definición de pantógrafo cómo: el “instrumento que sirve para copiar, ampliar o reducir un plano o dibujo. Consiste en un paralelogramo articulado, con dos de sus lados adyacentes prolongados: uno de estos se fija por un solo punto en la mesa, en el otro se coloca un estilo con el cual se siguen las

³²³ Distintos autores denominan sin precisión indistintamente círculo y circunferencia.(círculo es la superficie comprendida por la línea curva cerrada denominada circunferencia).

líneas del dibujo, y un lápiz sujeto a un tercer lado traza la copia, ampliación o reducción que se desea. Aplíquese más comúnmente a este último objeto.”³²⁴

Las formas góticas resultan inconcebibles sin esas ordenaciones geométricas que resultan inmediatamente al considerar los perfiles góticos tanto en sección como alzado.

El mismo calado y tracerías de los ventanales indica de manera especial y convincente que su variedad no se halla desligada de reglas, sino que está sometida a las mismas normas geométricas que la estructura del conjunto y, en general, del plan de toda la obra.

Las principales figuras regulares de la geometría del círculo al que se recurrirá para dar las proporciones y para servir de escala de medidas, así como resolver figuras –clave especiales son:

1) El cuadrado con sus triángulos, 2) El pentágono con un triángulo y 3) El hexágono con sus triángulos.

El heptágono fue empleado en la tabla de multiplicar, pero no como número base correcta de cantería.

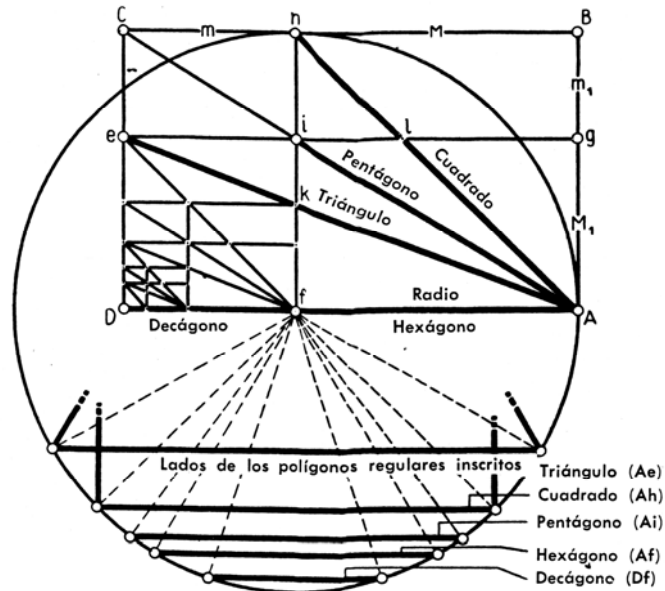
Mediante la rotación de las tres figuras básicas o fundamentales a 45º, 90º a 180º, etc., se obtienen, como es conocido, los demás polígonos regulares con iguales propiedades que la figura base, aumentadas en sus formas correspondiente.

1. Del cuadrado se obtiene el octógono, el polígono de 16 lados, el de 32, el de 64, etc.
2. Del pentágono, el decágono, el polígono de 20 lados, el de 40, el de 80, etc.
3. Del hexágono, el dodecágono, el polígono de 24 lados, el de 48, etc.

Todos esos polígonos regulares tienen un aspecto común y es su inmediata relación con la división de sus partes (la proporción). En un mismo rectángulo dividido proporcionalmente construido sobre la línea de base de un determinado diámetro de la circunferencia, de las diversas longitudes de lados y diagonales se obtienen los lados de los polígonos inscritos.

³²⁴ DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. Tomo II. Ed. Real Academia Madrid. 1992, Pág, 1519.

La relación más natural con la división proporcional es la que guarda el pentágono y el decágono, cuyos lados son respectivamente la diagonal del rectángulo contenido sobre el radio y su fracción mayor armónica, el pentágono, y la fracción menor armónica del radio, el del decágono.



Generación de las proporciones de los polígonos a partir del rectángulo de lados que guardan la relación áurea, la división proporcional como origen de los polígonos regulares.³²⁵

En ambos actúa como fundamental el número 5, base de la división proporcional.

El cuadrado más antiguo que a través de los agrimensores romanos ha llegado hasta nosotros señala el número 5 como centro de las medidas aritméticas.

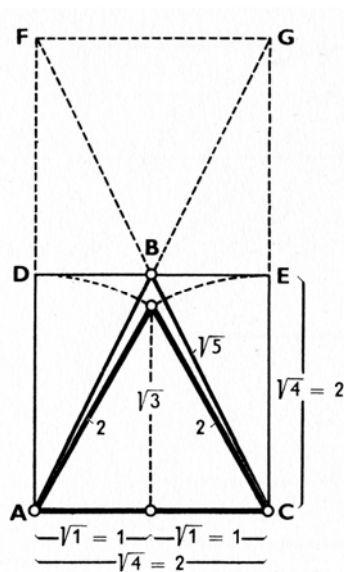
El hexágono es el polígono que se puede descomponer en triángulos equiláteros cuyo semilado guarda con la altura la relación $1/\sqrt{3}$ o bien el lado entero es a la altura como $2/\sqrt{3}$. El 3 predomina aquí sobre todo. Sus relaciones con el 4 y el 5, números generadores del cuadrado y del pentágono y de todos los polígonos que con ellos se forman.

³²⁵ NEUFERT, E., *Industrialización de las Construcciones*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1965. Pág. 49.

10.9- Los triángulos: El triángulo equilátero, el triángulo isósceles y el caso particular del triángulo de $\frac{\pi}{4}$.

El triángulo equilátero.

El acoplamiento directo con el 5 se hace mediante el rectángulo que tiene como base la semilongitud del lado del triángulo equilátero y la longitud total de dicho lado como altura, la diagonal de ese rectángulo es $\sqrt{5}$.



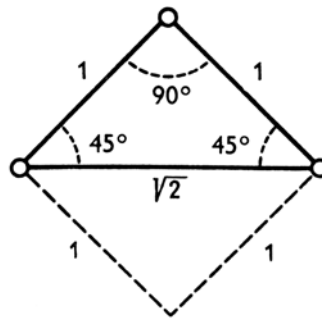
Relaciones entre el triángulo isósceles inscrito en el cuadrado, el triángulo equilátero y el doble cuadrado³²⁶

El triángulo isósceles.

A continuación estudiamos el triángulo isósceles inscrito en el cuadrado siendo el lado del cuadrado como la base y la altura del triángulo. Prolongando los lados iguales de este triángulo ABC en una longitud igual a ellos se encuentran los vértices de un doble cuadrado FGCA, sobre cuya diagonal puede decirse lo mismo que para la hipotenusa del triángulo.

³²⁶ NEUFERT, E., *Industrialización de las Construcciones*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1965. Pág. 50.

Triángulo isósceles rectángulo.



Triángulo isósceles rectángulo, figura de proporciones de las construcciones cristianas primitivas y románicas³²⁷

Si se va reiterando esta operación alternativamente a uno y otro se forma una sucesión geométrica de razón $1/\sqrt{2}$ correspondiente a la conocida progresión decreciente de los lados de los cuadrados en el octógono, que es mucho más intuitiva que el escalonamiento en el triángulo $\pi/4$, por que se obtiene con una simple rotación del cuadrado fundamental.

Estas proporciones fueron muy apreciadas en la construcción medieval por constituir la esencia de las combinaciones de formas en los dibujos básicos de las plantas.

Lo cual se puede ver claramente en los dibujos de la época del libro sobre agujas y remates de Matthäus Roriczer (Lit. 36).

El triángulo isósceles rectángulo corresponde a la mitad del cuadrado tiene las mismas proporciones que éste. Los catetos, que forman con la hipotenusa ángulos de 45° , los más usados en nuestros tableros de dibujo, están con ella en la relación $1/\sqrt{2}$.

Y, el lado del cuadrado es la diagonal del siguiente.

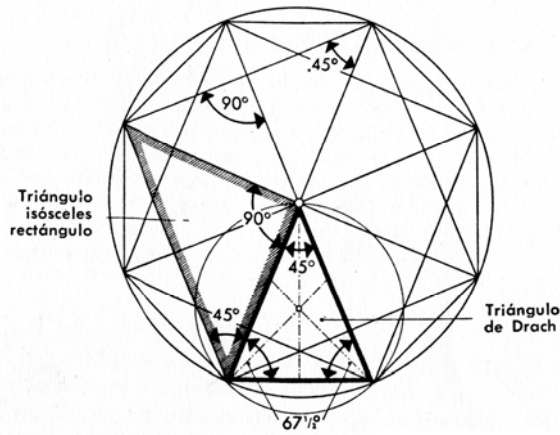
El caso particular del triángulo de $\pi/4$.

(Coincide con el valor $\lambda=1.3065$ denominada, proporción cordobesa).

Este triángulo de $\pi/4$ va a desempeñar un papel muy importante en el estudio y el cálculo de las proporciones en las construcciones antiguas y medievales, el triángulo isósceles cuyos lados iguales forman en el vértice un ángulo de 45° . Este triángulo

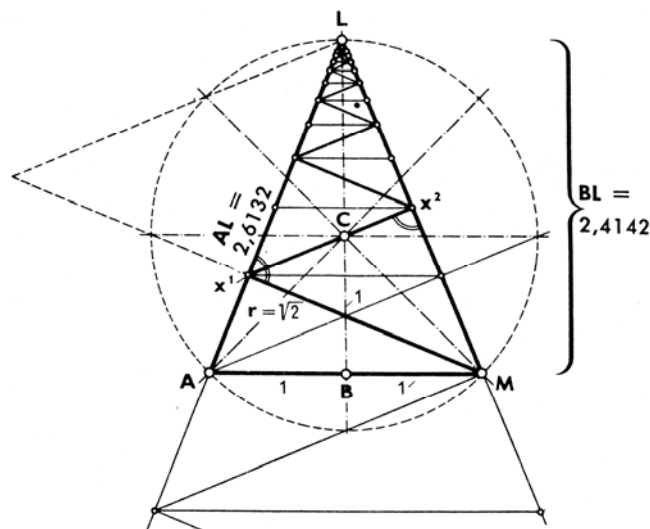
³²⁷ NEUFERT, E., *Industrialización de las Construcciones*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1965. Pág. 51.

correspondiente a el segmento circular del octógono con $45^0 = 360^0 / 8$ y autores lo denominan triángulo $\pi/4$.



Triángulo de Drach³²⁸

Triángulo de Drach y su relación con los polígonos inscritos en la circunferencia de radio unidad.



Escalonamiento geométrico de triángulos de Drach³²⁹

Si le asignamos como dato de partida al segmento AB el valor de la unidad, el triángulo anterior nos quedaría representado con las siguientes relaciones gráficas.

$r = \sqrt{2}$, utilizando los valores anteriores para la proporción, se tiene la altura;

³²⁸ NEUFERT, E., *Industrialización de las Construcciones*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1965. Pág. 50.

³²⁹ NEUFERT, E., *Industrialización de las Construcciones*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1965. Pág. 51.

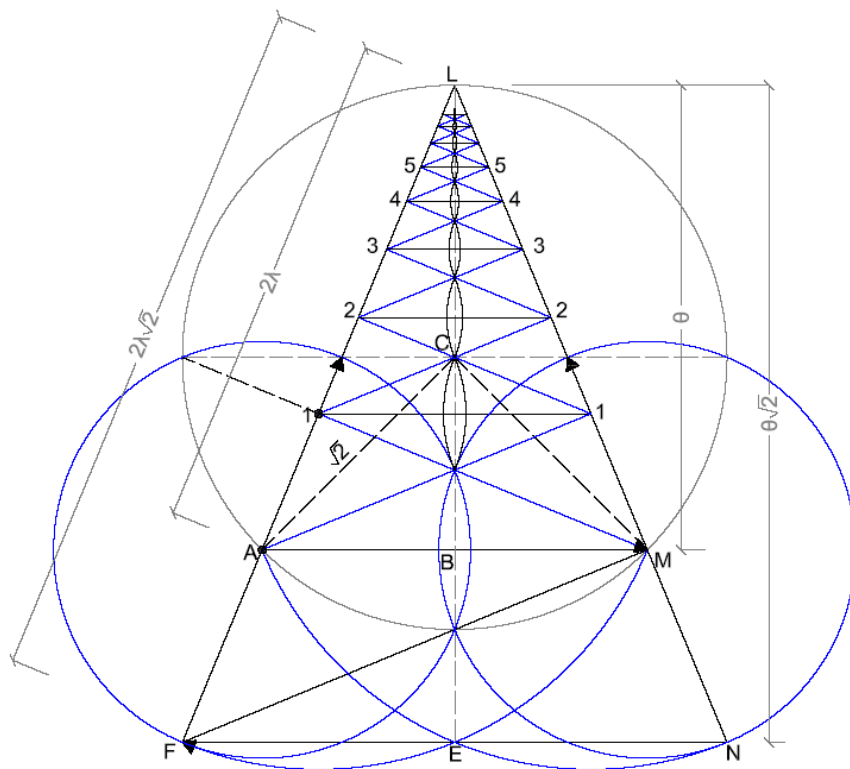
$BL = \frac{1}{\text{tg}22,5^\circ} = 2,4142 = \theta$, y los lados iguales del triángulo isósceles:

$AL = \frac{1}{\text{sen}22,5^\circ} = 2,613 = 2\lambda$, y $AL = \frac{BL}{\text{cos}22,5^\circ} = 2,613 \dots = 2\lambda$,

$$AL = AB2\lambda, \quad BL = AL\text{cos}22,5^\circ$$

El profesor Soler Sanz denomina, en recuerdo del arquitecto de La Hoz, a la proporción cordobesa 1,3065 con la letra griega landa λ (landa).

Si, desde uno de los vértices en la base de este triángulo $\pi/4$ trazamos una perpendicular al lado opuesto formaremos un triángulo rectángulo isósceles con el lado del triángulo isósceles primitivo como hipotenusa en el que se verifica $1/\sqrt{2}$ entre catetos y esta última.

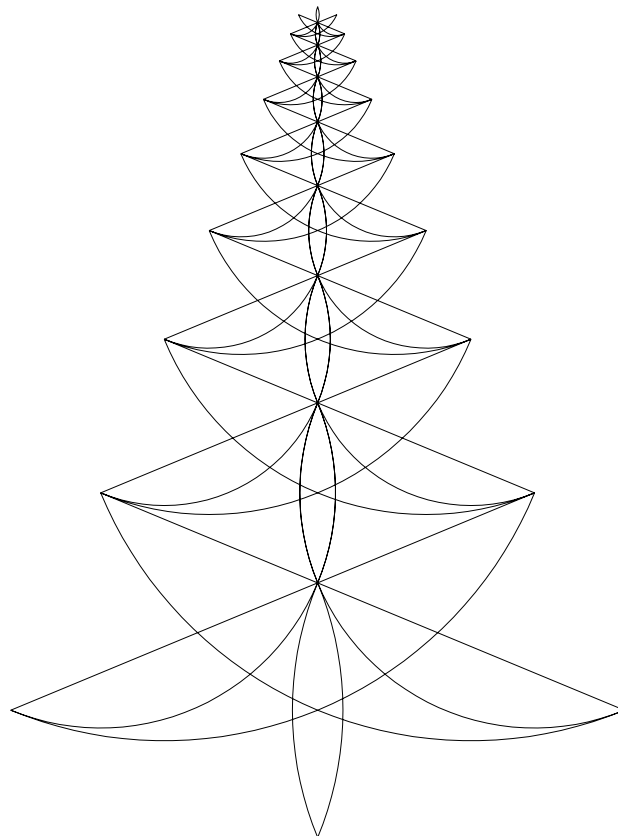


En los lados, la base, la altura y las diagonales de los trapezios ortogonales a los lados del triángulo se establecen una sucesión de segmentos cuyos valores están relacionados con los siguientes invariantes propios de la geometría del octógono regular: La sucesión de las dimensiones de segmentos de las bases está en relación con $\sqrt{2} = \frac{1}{\text{cos}45^\circ}$; la de las alturas con $\frac{1}{\text{tg}22,5^\circ} = \theta$; los lados con $\frac{1}{\text{se}22,5^\circ} = 2\lambda$; y , las diagonales ortogonales a los lados y bases $\frac{\lambda}{\sqrt{2}} = \text{cos}22,5^\circ$. Y, todas entre sí $\sqrt{2}$.

Con centro en los extremos superiores de los segmentos que forman las diagonales y radio la distancia del cada uno de los segmentos se procede a trazar arcos y repitiendo la operación de manera simétrica respecto al eje BL se obtienen figuras de gran interés compositivo con leyes de crecimiento o decrecimiento de sucesión de los valores numéricos de los radios $\sqrt{2}$.

Y, de manera alternativa, trazamos arcos con centro en la intersección de las diagonales de los trapecios que se han formado. Estos coinciden con puntos del eje de simetría del conjunto de la figura que recuerda la forma de un abeto. La longitud del radio disminuye a medida que también lo hace la longitud de la distancia entre los puntos obtenidos por la intersección de las diagonales.

Se trata de una figura que sugiere formas para la composición arquitectónica, tanto para el diseño de las plantas como las imágenes de los alzados o secciones.



10.10- La geometría del octógono: Las propiedades.

Se trata de exponer desde el punto de vista del análisis los instrumentos de los que dispone la Geometría del plano, para proceder a la realización del replanteo de los edificios, basados en la geometría del octógono regular. Redescubrir la geometría que se define a partir del polígono regular de ocho lados y que tantas veces pasa inadvertido, hasta llegar a las materias con fundamento.

La geometría tiene una naturaleza visual, y manipuladora que permite usar la intención y la imaginación al mismo tiempo que desarrolla nuestra capacidad para medir, calcular, experimentar, crear, comprobar y demostrar.

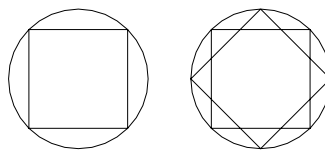
Antiguamente este polígono (el octógono) era llamado octágono, siguiendo la norma de denominación de los otros polígonos.

La presencia del octógono en el Arte y en la Arquitectura es muy abundante en todas las épocas, en especial en los estilos islámicos y mudéjares. Recordemos por ejemplo los trazados en planta, cúpulas, mausoleos, torres, fontanas, etc.

En el arte propio de las culturas cristiana y bizantina, también existen cúpulas y plantas de iglesias y catedrales con forma octogonal.

El octógono es una forma geométrica frecuentemente utilizada en la construcción arquitectónica como paso intermedio entre la forma cuadrado a la circular.³³⁰

Si sobre los cuatro lados del cuadrado inscrito se forman triángulos, se obtiene el octógono regular.



Sucesiones de cuadrados $1/\sqrt{2}$.

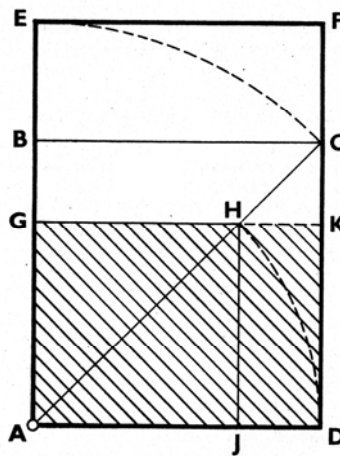
El rectángulo formado con el lado del cuadrado y su diagonal cuya relación de longitud es:

³³⁰ FERNÁNDEZ BENITO, I. Y REYES IGLESIAS, M^a E., *Geometría con el hexágono y el octógono*. Ed. Proyecto Sur de Ediciones. Armilla (Granada), 2003, Pág. 15.

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{1.4142} = 0,7071$$

Muy empleado por los maestros de obra de la antigüedad.

Si con la diagonal AC de un cuadrado ABCD y un lado del mismo cuadrado se forma un rectángulo AEFD, el primitivo lado del cuadrado AD de dicho rectángulo es igual a la diagonal de un cuadrado menor AGHJ. El lado AG de este último equivale a la mitad de la diagonal del cuadrado mayor o sea el lado mayor AE del rectángulo. El lado AG del cuadrado menor divide, por la mitad el rectángulo mayor y es, a su vez, el lado menor de un rectángulo AGKD = ½ AEFD con iguales propiedades que éste.

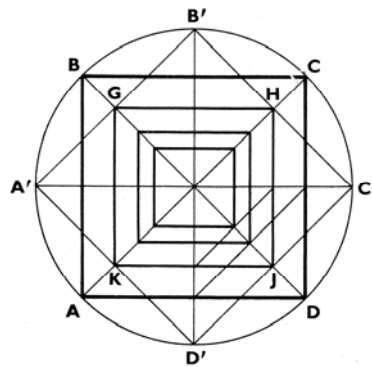


³³¹Sucesión de los formatos DIN a base de la relación: $1:\sqrt{2}$

Volviendo a situar el cuadrado grande ABCD en la circunferencia del octógono circunscrito, los lados del segundo cuadrado A'B'C'D' igual al anterior, cortan a las diagonales del primero en los vértices de un cuadrado menor, el KGHJ, cuya diagonal KH es igual en longitud a los lados AB y A'B', por lo que los lados de los cuadrados sucesivos se hallan en la relación $1/\sqrt{2}$.

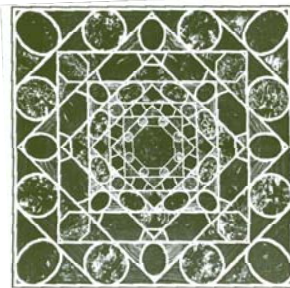
El octógono forma, por tanto, sucesiones de cuadrados cuyos lados guardan la relación $1/\sqrt{2}$, y en consecuencia, sus lados, sus áreas, guardan las siguientes relaciones; 1:1/2; 1:4; 1:8; etc.... es decir, una sucesión decreciente por mitades sucesivas.

³³¹ NEUFERT, E., *Industrialización de las Construcciones*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1965. Pág. 52.

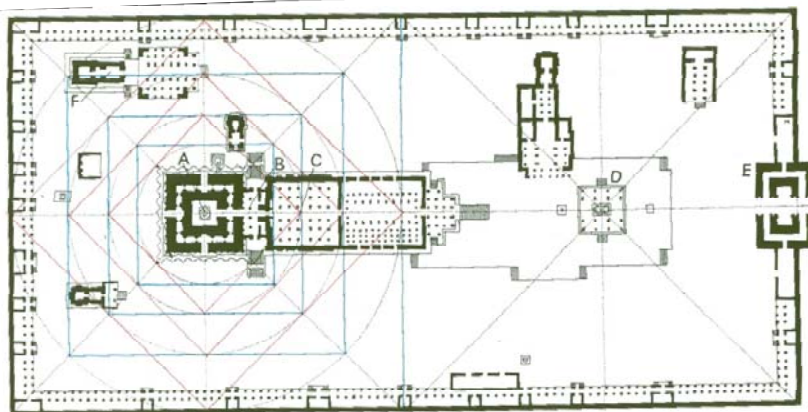


³³²Sucesiones de cuadrados formados con el octógono según la sucesión de lados en la relación $1:\sqrt{2}$

A continuación se muestran dos ejemplos en los que se ha empleado el trazado definido por la sucesión decrecientes de cuadrados inscritos entre si cada 45° . El primero corresponde a mobiliario de una mansión noble formada por piezas de de piedras incrustadas. El según se emplea para la ordenación y disposición de los distintos edificios del recinto del un gran templo en la India.



Mesa de piedras duras incrustadas (Museo de los Argenti, Florencia)

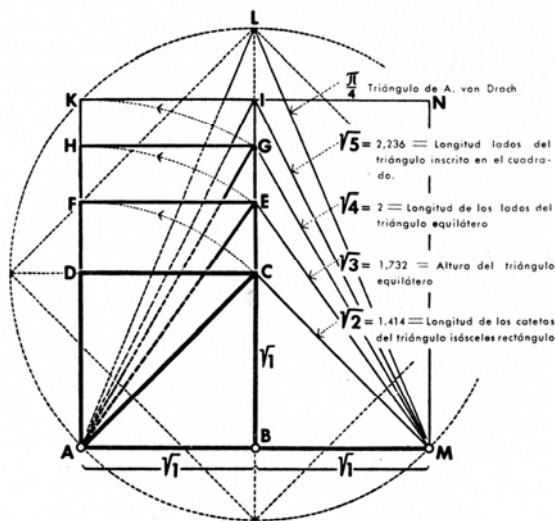


Templo de Brihadeshwara (Tanjore, La India)

³³² NEUFERT, E., *Industrialización de las Construcciones*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1965. Pág. 52.

Conjunto de sucesiones de cuadrados formados con el octógono según la sucesión de lados en la relación $1/\sqrt{2}$. Las relaciones mutuas entre triángulos descritos resultan fáciles de reconstruir cuando éstos se van desarrollando en cadena a partir del cuadrado. En un cuadrado de esta clase ABCD cuyo lado tiene una longitud = 1, la longitud de la diagonal AC = $\sqrt{2}$.

En el rectángulo ABEF construido con la longitud igual a la unidad 1 como base y $\sqrt{2}$ como altura, en correspondencia con las proporciones de los rectángulos descritos, la longitud de la diagonal AE = $\sqrt{3}$ = altura del triángulo equilátero cuyo lado tiene una longitud = 2.



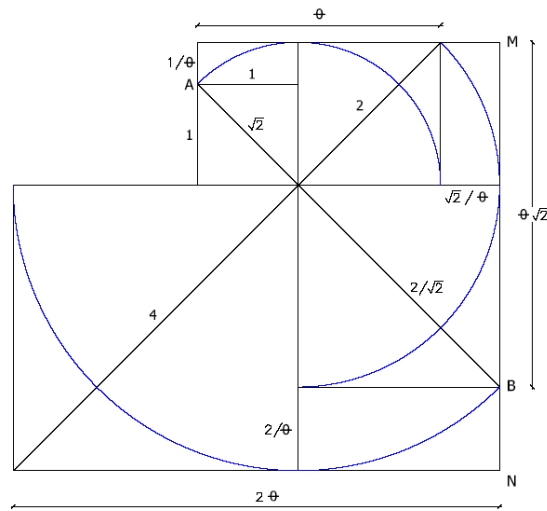
Triángulos fundamentales y proporciones de rectángulos a partir de la diagonal del cuadrado³³³

En un rectángulo que tiene la unidad 1 como base y $\sqrt{3}$ como altura, la longitud de la diagonal AG = $\sqrt{4} = 2$ = longitud de los lados del triángulo equilátero AMG.

En un rectángulo ABIK de base la unidad 1 y altura $\sqrt{4} = 2$, es decir, con las proporciones del doble del cuadrado la longitud de los lados iguales del triángulo isósceles AMI inscrito en el cuadrado AMNK, que corresponde a las proporciones del triángulo de la sección áurea. Y, ya fuera de la cadena con el triángulo AML, que es el que posee un ángulo $\pi/4$ de A.

A continuación se expresa en forma de espiral la sucesión de cuadrados anteriores. Cuadrados inscritos y circunscritos girados 45° , relacionados los lados y las diagonales entre sí por $\sqrt{2}$.

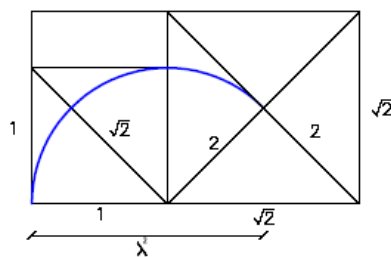
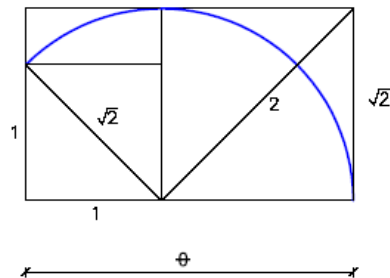
³³³ Ídem anterior, Pág. 52.



Desarrollo de la espiral de crecimiento a partir de cuadrado de lado la unidad

Se presentan dos sencillas construcciones auxiliares, variantes de las expuestas al estudiar las relaciones entre los rectángulos diagonales $\sqrt{2}$ y los rectángulos de plata o $1 + \sqrt{2} = \theta$, correspondiente al primer paso de la espiral.

Estas figuras relacionan el cuadrado de lado la unidad con una sucesión de dimensiones que resultan de las intrínsecas a la geometría del cuadrado que se han venido aplicando en la composición de edificios.

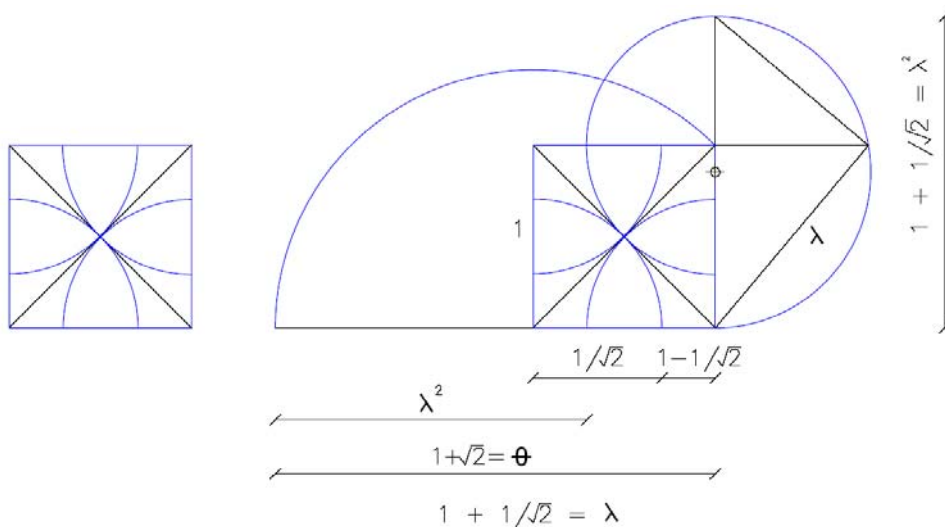


$$\theta / \sqrt{2} = \lambda$$

Aplicación ley del cuadrado

Siguiendo el proceso de desarrollo de estas propiedades se obtiene construcciones que se derivan del doble cuadrado girado 45° como el propuesto por Serlio en su tratado para la construcción de los octógonos regulares. A partir de un cuadrado, se trazan arcos con centro los vértices y radio igual a la semidiagonal.

El lateral derecho $\lambda^2 = 1 + 1 / \sqrt{2}$



Relación del cuadro para la construcción del octógono

$$\frac{1}{\sqrt{2}} : \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 1 + \sqrt{2} = \theta;$$

Partiendo del polígono regular de cuatro lados, en el que uno de los lados coincide con el del octógono en dimensión y posición, con el diámetro de la circunferencia inscrita se deducen los rectángulos que nos relaciona el lado unidad del octógono, y el conjunto de elementos que definen el octógono.

Podemos resumir en el siguiente cuadro:

Valores invariantes derivados o establecidos a partir de las relaciones entre los elementos que componen la geometría del polígono regular de ocho lados			
$\frac{R}{L} = \lambda = 1.3065 \dots = \frac{1}{2\text{sen}22.5^\circ} = \frac{1}{2\text{cos}67.5^\circ}$			
$\frac{1}{\lambda} = 0.7654$	$\frac{2}{\lambda} = 1.5306$	$\lambda^2 = 1.7071$	
$\frac{2}{\lambda^2} = \frac{1}{\text{cos}^2 22,5^\circ} = \frac{2\sqrt{2}}{\theta} = 1.1715$			
$\lambda^3 = 2.2301$	$\text{cos}67.5^\circ = 0.3826$	$\text{sen}67.5^\circ = 0.9238$	$\text{sen}22,5^\circ = 0.3826$
$\frac{1}{\text{cos}22.5^\circ} = 1.082$	$\frac{1}{\text{sen}22.5^\circ} = 2,6131 = 2\lambda$	$\sqrt{2} = 1.4142$	
$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.7071$	$1 + \sqrt{2} = 2.4142 = \theta$	$\sqrt{\frac{\theta}{\sqrt{2}}} = 1.3065 = \lambda$	
$\frac{\lambda}{\sqrt{2}} = \text{cos}22.5^\circ = 0.9238$		$\lambda\sqrt{2} = 2\text{cos}22.5^\circ = 1.847$	
$\text{cos}^2 22,5^\circ = 0.8535$		$\text{sen}^2 22,5^\circ = 0.1464$	
Otras relaciones del octógono en función del diámetro			
$L_{8\text{ins}} = \frac{D}{2\lambda}$	$L_{8\text{cir}} = \frac{D}{\theta}$	$\text{cos}22.5^\circ = \frac{L_e}{D}$	$\text{cos}45^\circ = \frac{L_4}{D}$
$\frac{D}{\sqrt{2}} = D \text{cos}45^\circ$		$\lambda = \frac{R}{L_{8\text{ins}}} L_4$	

10.10.1- El octograma instrumento de control.

El conjunto de conceptos y procedimientos desarrollados constituyen el medio instrumental que nos permitirá conocer e interpretar la Arquitectura concebida en la primera mitad del siglo XIII de la iglesia de San Juan del Hospital de Valencia en el marco de las tres tradiciones definidas y estudiadas por el profesor Ruiz de la Rosa; La Aritmética, también llamada tradición numérica o métrica; La Geometría que nos suministra las relaciones de proporcionalidad definidas a través de los trazados reguladores y la tradición de la Representación Gráfica Arquitectónica.

Las tres constituyen la estructura de razón, capaz de suministrar las herramientas necesarias para el lenguaje de los artífices de la Arquitectura a lo largo de todo el proceso. Son los medios que nos permiten lograr el Control Métrico de la Forma Arquitectónica, desde su génesis, la concepción, la comunicación en cada una de las fases, el aprovisionamiento de las fábricas, la programación del trabajo y la puesta en marcha de la obra, comenzado por el replanteo... hasta su conclusión.

Los instrumentos matemáticos estudiados nos aproximan con su capacidad de razonamiento lógico a plantear una visión lo más completa posible de la estructura de organización del edificio fundada en la precisión y en la precisión formal y dimensional de las fábricas. El marco lo constituyen:

- A) El sistema antropométrico instaurado por Jaime I, tras la conquista de la ciudad de Valencia.
- B) La definición del modelo formal prestigiado basado en la geometría de los polígonos regulares y en concreto el polígono de ocho lados generados por ocho triángulos isósceles con el ángulo central de $\pi/4$.

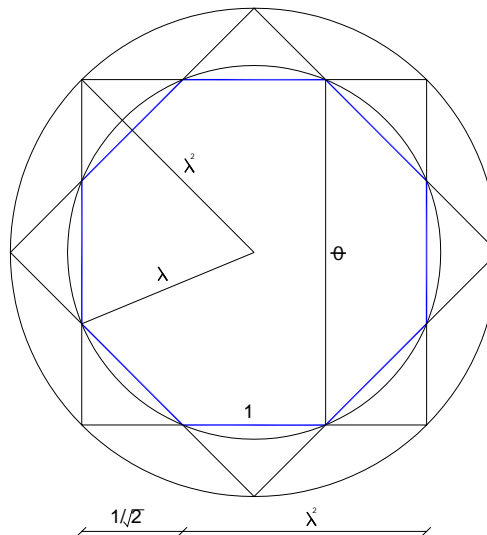
A partir de este polígono se establecen una serie de relaciones inherentes o nucleares de la propia forma regular. El polígono puede crecer aumentando las dimensiones de los lados que lo conforman o puede decrecer disminuyendo estas dimensiones. Y, de esta manera se generan unas sucesiones de números que se corresponde con las dimensiones de los lados o determinadas segmentos intrínsecos al polígono. Y, que nos define el soporte de la ley de desarrollo dimensional y formal del conjunto arquitectónico que nos ocupa.

Se trata de establecer los mimbres de nos definen la estructura para el estudio analítico, basado en los números y en la geometría. Y, así, poder descomponer e interpretar,

mediante un proceso racional, guía y modelo de referencia que nos disipe las dudas y nos establezca un camino objetivo, independiente y seguro para determinar con éxito las leyes de las trazas que rigen en la composición del conjunto edilicio sanjuanista.

Este conjunto de invariantes será nuestro octograma algebraico, como el que debieron emplear en la generación de la composición formal del trazado de la iglesia, e igual al que emplearon muchos arquitectos en la antigüedad greco-romana.

De la misma forma que se han definido las propiedades en general podemos definir las asignando el valor de la unidad al lado del octógono inscrito $L_8 = 1$ para obtener el conjunto de relaciones de una manera más sencilla y con una aplicación más directa sobre el trazado de la iglesia.



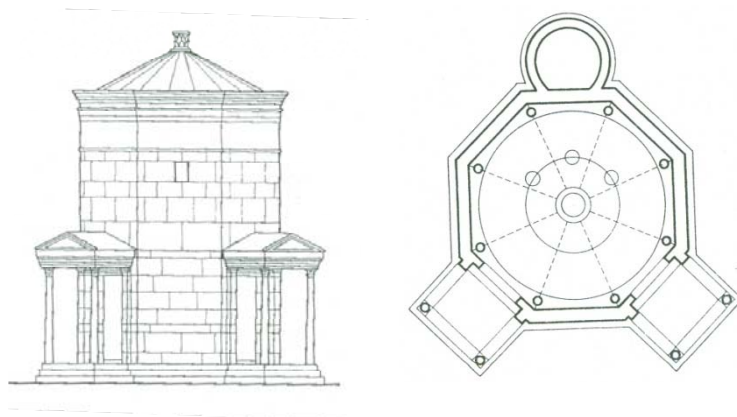
$\phi = 1 + \sqrt{2}$	Lado cuadrado
$\lambda^2 = 1 + 1/\sqrt{2}$	Radio c. exterior
$2\lambda^2 = \phi\sqrt{2}$	Diametro c. exterior
ϕ	Lado octógono estrellado cuando lado octógono normal es 1
$\lambda = \text{Radio} / \text{Lado}$	Radio = λ

$2\lambda^2$, es la diagonal de los cuadrados que coincide con el diámetro de la circunferencia circunscrita al polígono estrellado formado por los cuadrados. El Octograma relacional en el que se define como modulo unidad el lado del octógono menor inscrito.

10.10.2- El trazado de alineaciones según los ocho vientos.

Vitruvio³³⁴ en el tratado *De Architectura*, al referirse a la alineación de las ciudades romanas destaca que estaban trazadas siguiendo los ocho *vientos* o direcciones. Establecidas se podía trazar la dirección de las calles y pasadizos según las líneas de visión entre los cuatro vientos.

El *amusium*³³⁵ indica las direcciones cardinales e intercardinales; es también el diagrama de proporciones utilizado en el plano y alzado del palacio de Diocleciano en Spiro actual Croacia.



Fotografía, planta y alzado de la Torre de los Vientos³³⁶

El pequeño edificio de planta octogonal llamado *torre de los Vientos*³³⁷, en Atenas, obra de Andrónico de Cirros en el siglo I a.C, debía de sostener una clepsidra (reloj de agua) o un gnomon (reloj solar). Dichos relojes servían para indicar la dirección del viento. Los

³³⁴ VITRUVIO POLONION, M. *Los diez libros de Arquitectura*. Traducido por Agustín Blázquez. Ed Ibérica S.A. Barcelona, 1970. Pág 12.

Cita en su tratado citado, la torre de los cuatro vientos de Atenas en la que se esculpieron ocho imágenes de ocho vientos situados en la dirección del movimiento de los mismos. Dicha torre es octogonal en mármol blanco situada al norte de la Acrópolis y construida por Antonio de Cyrihus en el siglo I a C. sirvió también como cuadrante solar y reloj hidráulico. Ocho genios, emblemas de los vientos aparecen esculpidos en bajo relieve.

³³⁵ SNODGRASS, A. *El amusium romano. Architecture, temps and eternity*; vol1, cap 21. Ed Satapitaka Series. New Delhi, 1988. Pág. 356

³³⁶ Planta y alzado que figura en el *Tratado práctico de arquitectura de los cinco órdenes*, según Vignola, Palladio, Scamozzi, de Coll y J. March.

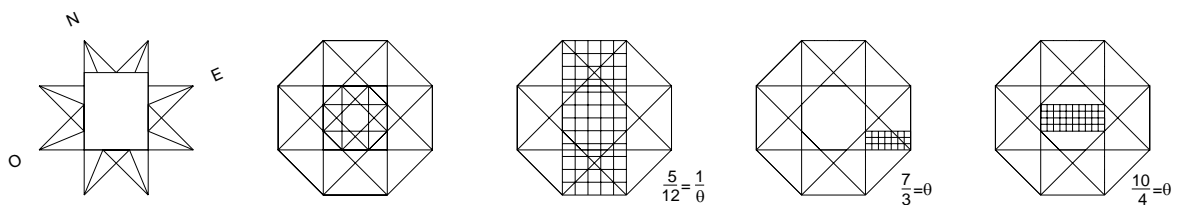
³³⁷ NAVARRO ESTEVE, P. *Trabajo de Levantamiento por fotogrametría terrestre de la Torre de los Vientos*. Proyecto Final de Carrera realizado por Tatiana Senent Le Hur. Levantamiento presentado al Concurso Internacional organizado por el Comité Internacional de Fotogrametría Arquitectónica. CIPA celebrado en Berlín 2001.

lados del octógono de la torre corresponderían a cada punto de la rosa de los vientos. En lo alto del reloj, un pequeño Tritón, hoy desaparecido, servía de veleta.

Estaba en el centro de una plaza mercado, porque otra construcción parecida se ve en una pintura de Pompeya en medio de una plaza porticada, que debe de representar un mercado de carne. Los pórticos o edificios que rodeaban dicha torre han desaparecido ya.

El gracioso edículo lleva este nombre por los ocho relieves, con figuras que representan cada uno de los vientos, que forman una especie de friso en la parte superior. Relacionar día y noche con los puntos cardinales con los cuatro elementos, o líneas imaginarias en el cielo con seres mitológicos son operaciones que encierran un valor significativo; pero hacer que tales conexiones rijan el proyecto de una construcción y su decoración implica ya un conocimiento particular del tema y una fe especial en dicho orden. Y si encontramos coincidencias en culturas distanciadas geográfica y temporalmente es aún más sospechoso el conocimiento de tales patrones reguladores.

El profesor de la Universidad de Sydney, Adrian Snodgrass, relata el trazado de la orientación de la ciudad en su estudio sobre el amusium romano como ya se ha expuesto en el capítulo anterior: *El ritual de emplazar ciudades y edificios con el sistema de los gnomón y los amusium es de una simbología equivalente a la del trazado del templum celeste por el augur (o profeta). El templum es primero una división cuatripartita del cielo por el cardo y el decamanus y después una división en dieciséis partes que delinea los dieciséis domicilios de las divinidades que regulan esas dieciséis direcciones. De manera similar, el amusium, gobernando la orientación y proporciones de la ciudad y los edificios, es trazado según la referencia de la división en dieciséis partes de un círculo. El amusium es una proyección de un orden celeste en la tierra. La orientación y proporciones de la arquitectura romana reflejan una estructura celeste.*³³⁸



Las proporciones generadas por el octógono y el octograma

³³⁸ SNODGRASS, A. *El amusium romano. Architecture, temps and eternity*; vol1, cap 21. Ed Satapitaka Series. New Delhi, 1988. Pág. 357.

En el centro de la cabecera del templo de San Juan del Hospital de Valencia, se ha situado el octograma conocido como, *el amusium*, para poder establecer relaciones y analizar el trazado que define métrica y geoméricamente el desarrollo de la composición arquitectónica.

Se ha estudiado las hipótesis de las trazas y su valor métrico, las relaciones entre las dimensiones que determinan los distintos elementos constructivos que definen las fábricas de la iglesia.

Se ha considerado dos modos de expresar las relaciones derivadas del octógono regular: uno geométrico y otro alfa-numérico, como entes de razón que facilitan el análisis y la comprensión de las dimensiones que originaron la configuración y desarrollo, es decir, el replanteo de la nave y de la cabecera con la finalidad de verificar qué dimensiones y que relaciones de la composición derivan de las leyes del octograma.

Estos dos modos definen los invariantes métricos de las leyes del trazado regulador derivado de la geometría del octógono regular, las razones de proporcionalidad entre las partes.

3ª PARTE
EL ESTUDIO APLICADO Y CONCLUSIONES

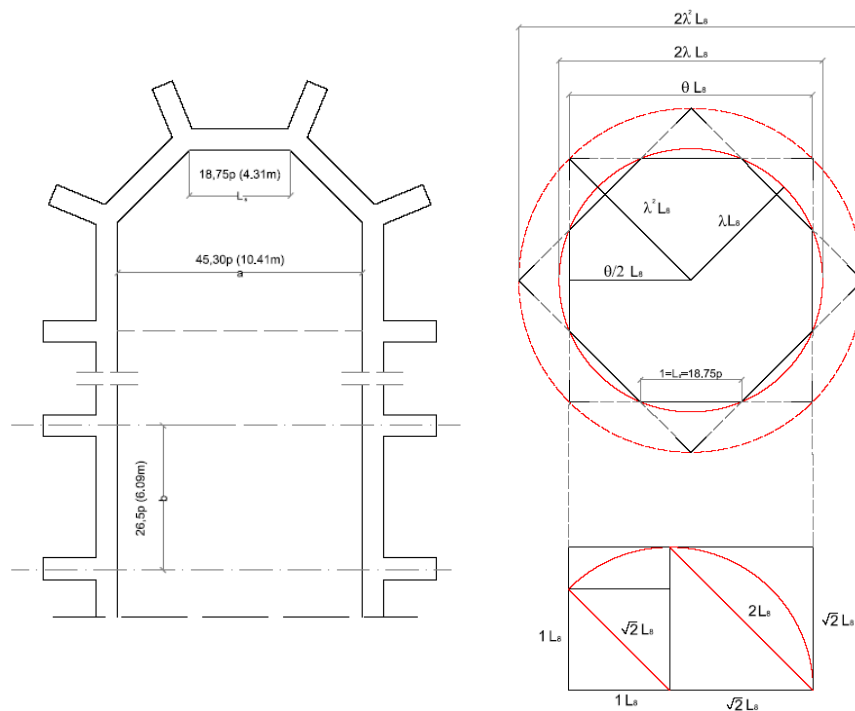
11- EL ESTUDIO APLICADO DE LOS TRAZADOS REGULADORES

11.1- Desarrollo del trazado a partir de los datos iniciales y de la geometría del octógono.

Tras el estudio geométrico de la cabecera de la iglesia se ha podido constatar que la figura que define el ábside tiene forma octogonal, siendo el ancho de la nave igual a la distancia entre las caras paralelas del octógono, tanto en el interior como en el exterior de la nave.

Al reconocer la planta se han obtenido los siguientes datos de partida que nos han de servir para iniciar el estudio: la medida del ancho interior de la nave o vano a cubrir es de 10.41 metros, o 45.30 palmos; a este valor se le denomina con la letra "a". En segundo lugar, la separación entre los arcos fajones es de 6.09 metros y equivale a 26.5 palmos; a esta medida la denominamos con la letra "b". Por último se mide el valor de la longitud del lado interior del octógono, dicho valor es de 4.31 metros que equivale a 18.75 palmos; a este valor lo denominaremos L_8 .

De esta forma se dispone en el centro de la cabecera el octógono, pudiéndose determinar si las relaciones entre los datos de partida obtenidos en la figura de la cabecera y la nave, responden a las leyes derivadas del octógono regular u octógono para L_8 igual a 1.



Datos de partida y la aplicación de las propiedades del octógono

Los datos se indican en palmos y en metros, pero a partir de este momento dado que se va a proceder a estudiar el trazado teórico de la iglesia se van a expresar todos los valores en palmos, ya que en este sistema los valores aparecen en su mayoría como números enteros, dando así sentido al desarrollo. En este sistema de medidas valencianas, las expresiones de los distintos elementos, adquieren sentido, facilitando la relación entre las distintas partes y elementos.

El rectángulo limitado por los arcos fajones y el ancho de la nave se puede descomponer, como se ha grafiado, en dos cuadrados ligados en función de $\sqrt{2}$ y un rectángulo residual ligado en función de Θ .

Así, podemos sustituir los valores teóricos propuestos para el ancho de la nave por el dato obtenido de la medición inicial y despejando la igualdad $\Theta L_8 = 45,3p$; $L_8 = \frac{45,3}{\Theta} = 18,75p$, se comprueba que los valores L_8 y “a”, o sea, $18,75p$ y $45,3p$ se encuentran relacionados por Θ .

Sustituyendo los valores relacionales de las construcciones auxiliares por la distancia obtenida de la medición entre los arcos fajones $26,5p$ y despejando de la igualdad se logra $L_8\sqrt{2} = 26,5p$, $L_8 = \frac{26,5}{1,4142\dots} = 18,75p$ el valor que coincide con el lado del octógono.

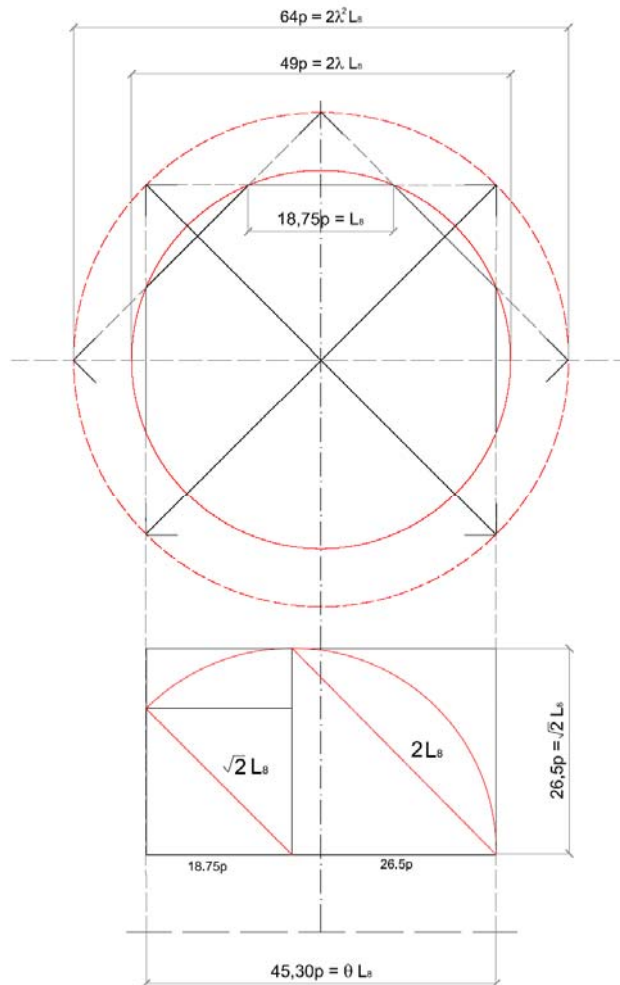
Esto nos lleva a aplicar el conjunto de relaciones conocidas del octograma a los datos de partida y obtener el resto de dimensiones.

Sustituyendo el lado del octógono igual a $18,75p$ en los valores relacionales obtenemos las dimensiones de los diámetros de las circunferencias que conforman el trazado de la iglesia $2\lambda^2 18,75 = 64p$; $2\lambda 18,75 = 49p$.

En la primera se circunscriben los dos cuadrados girados que definen el octógono, y en la segunda circunferencia lo circunscribe. Por otra parte puede comprobarse que $\frac{64}{45,3} = \sqrt{2}$ y $\frac{49}{45,3} = \frac{1}{\cos 22,5^\circ}$

Por tanto, quedaría confirmado que los valores iniciales se encuentran relacionados por la geometría del octógono regular.

Sustituyendo en el octograma los valores obtenidos:



Como se puede comprobar, el valor que corresponde a $26,5p$ es decir $L_8\sqrt{2}$, coincide con el radio de la circunferencia cuyo diámetro es $2L_8\sqrt{2}$, es decir $53p$, que delimita el ancho exterior de la nave.

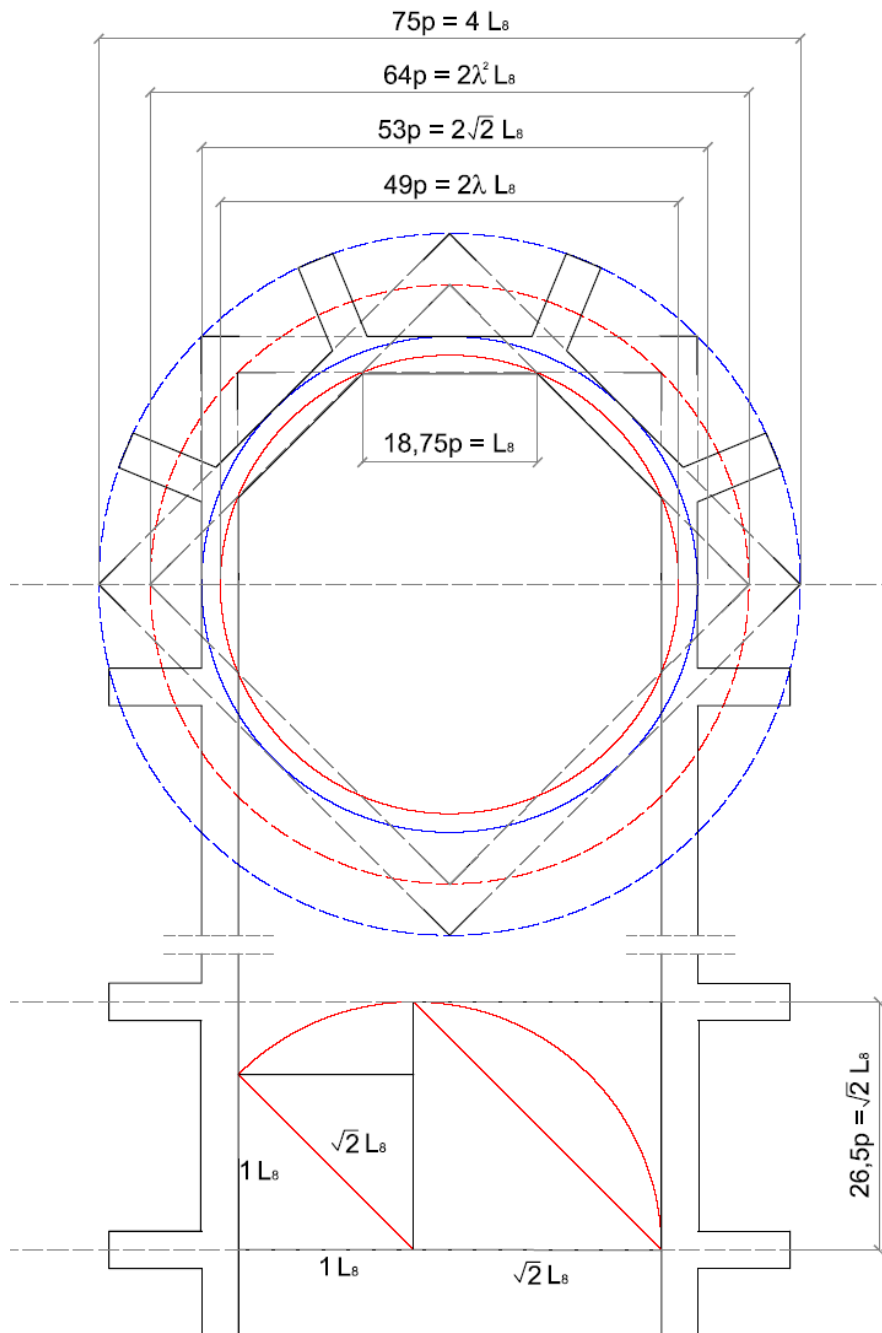
Al relacionar estas dos circunferencias, la menor o interior posee un diámetro de $49p$ y la de $53p$ se comprueba que $\frac{49}{53} = \cos 22,5^\circ = \frac{\lambda}{\sqrt{2}}$.

Es decir: la circunferencia de $49p$ queda inscrita en el octógono, que a su vez está inscrito en la circunferencia de diámetro igual a $53p$.

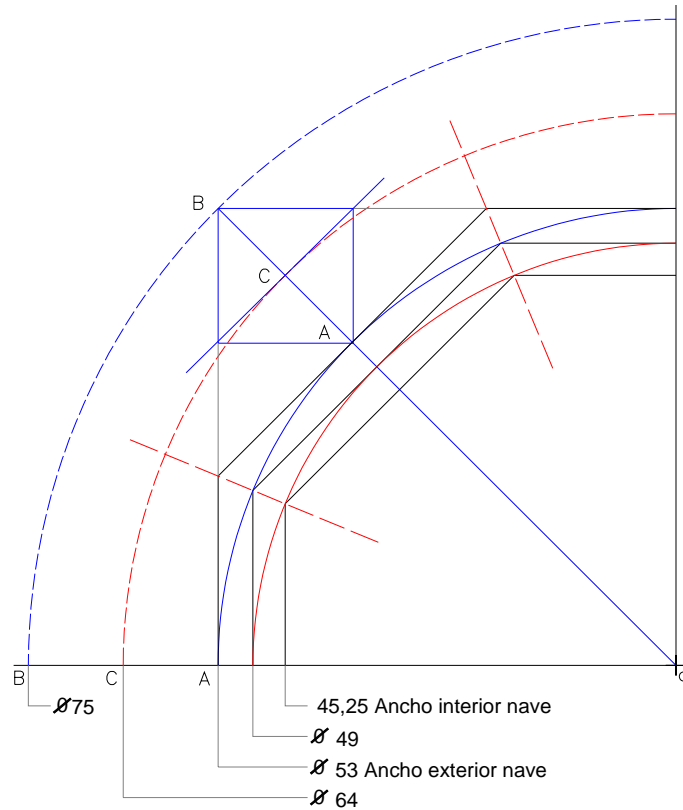
Y, a su vez se podría expresar diciendo: Se puede situar un octógono inscrito en la circunferencia de $53p$, que a su vez es circunscrito a la de $49p$.

A la circunferencia de diámetro $53p$ se le circunscribe un octógono regular cuyos lados responden a dos cuadrados girados 45° entre sí, que coinciden con los lados del

perímetro exterior del ábside, si un octógono como se ha dicho puede generarse mediante dos cuadrados inscritos en una circunferencia, este octógono que limita el exterior del ábside puede inscribirse en otra de $53\sqrt{2} = 75p$, que precisamente marca la longitud de los contrafuertes. De ello se deduce que el espesor del muro es de $\frac{53-45,30}{2} = 3.85p$.



Entre las circunferencias citadas anteriormente se puede establecer las siguientes relaciones gráficas y/o geométricas que determinan el origen del trazado de la iglesia.



$$\overline{OB} = \overline{OA} \cdot \sqrt{2} \quad \cos 45 = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

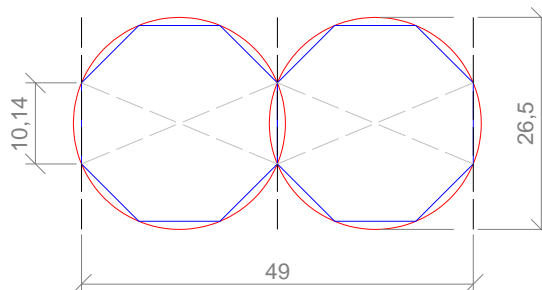
$$\overline{AB} = \overline{OA} (\sqrt{2} - 1)$$

$$\overline{AC} = \overline{OA} \frac{\sqrt{2} - 1}{2}$$

$$\overline{OC} = \overline{OA} \frac{\phi}{2}$$

Relación entre las circunferencias 49-64 y 53-75

$$\frac{26.5}{2\lambda} = 10.14p$$



Lado del octógono circunscrito a la circunferencia de 49p

Relación entre las circunferencia de 26.5 y 49p

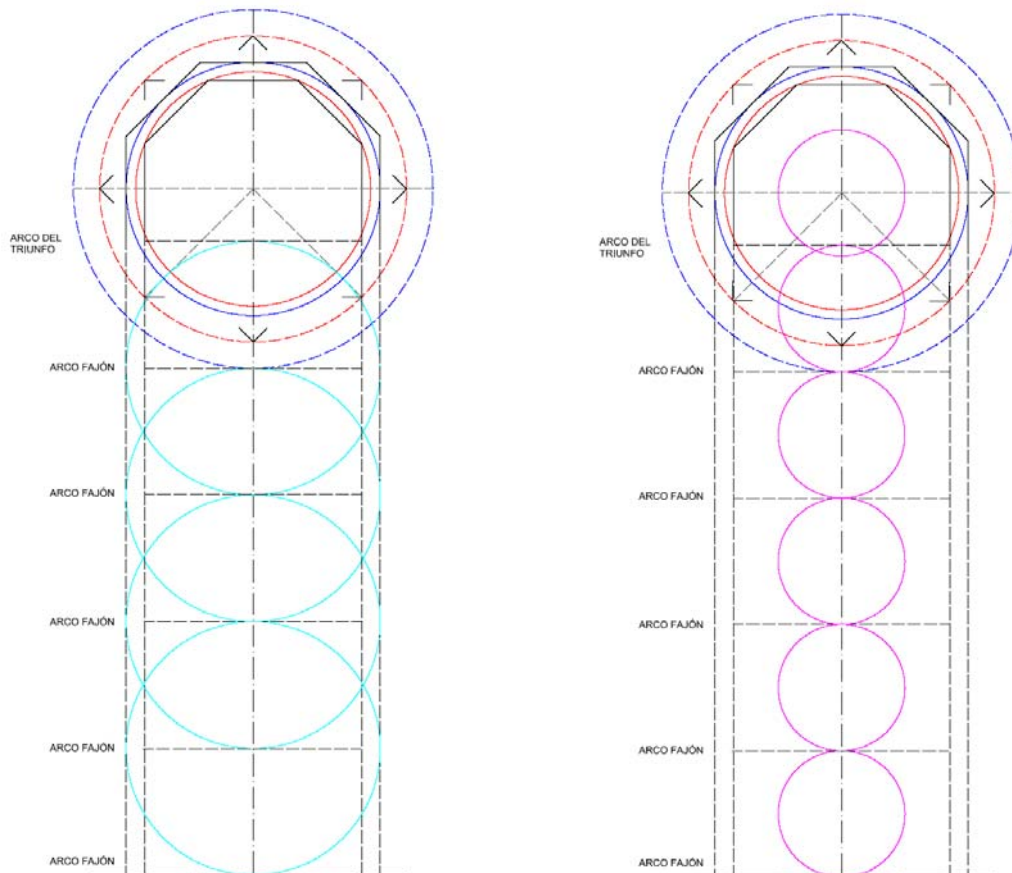
Con este gráfico quedan definidas las dimensiones relativas entre las distintas partes de la iglesia, quedando por concretar cómo se enlaza el ábside con la nave y cómo es definido el límite por el arco principal y el inicio de la nave mediante la secuencia de arcos fajones. La distancia entre los arcos fajones también puede obtenerse a partir de la longitud de 49p, puesto que $\frac{49}{2\cos 22,5^\circ} = 26,5$ y, siendo $\cos 22,5^\circ = \frac{\lambda}{\sqrt{2}}$ también, puede expresarse $26,5 = \frac{49}{2} \times \frac{\sqrt{2}}{\lambda} = \frac{49}{\lambda\sqrt{2}}$.

Palmas (p)	Metros (m)	Denominación	Comentario
18.75	4.31	L ₈	Lado del octógono interior.
20.28	4.66	D ₅	Lado del octógono circunscrito a la circunferencia de 49p de diámetro.
26.50	6.09	b	El diámetro mitad de la circunferencia igual a 53p, distancia entre arcos fajones.
28.71	6.60	D ₄	Diámetro de la circunferencia que circunscribe al cuadrado que coincide con el lado del octógono inscrito en la circunferencia de diámetro 53p y que define la posición interior de los muros de la capilla de Santa Bárbara.
37,5p	8.63	d	Distancia entre el centro del ábside el primer arco fajón que expresado en unidades relacionales es igual a 2; es decir 2x18,75=37,5p
45.30	10.42	a	Ancho interior de la nave.
49	11.27	D ₀	El diámetro de la circunferencia que circunscribe al octógono interior.
53	12.19	D ₂	Ancho exterior de la nave.
64	14.72	D ₃	Diámetro de la circunferencia que circunscribe los cuadrados girados 45° que definen el interior de la nave.
75	17.25	D ₁	Diámetro de la circunferencia que define la longitud de los contrafuertes y el ancho exterior de las capillas laterales del lado de la epístola.
90,5	20.82	D ₆	Diámetro de la circunferencia que define el contorno exterior de la capilla laterales del Evangelio (lado norte) igual $\sqrt{2}$ 64p.

La ley de crecimiento.

Al situar las circunferencias sobre la planta a escala se observa que la circunferencia de 75p de diámetro es tangente al primer arco fajón, por lo tanto las circunferencias de 53p de diámetro que abarca dos capillas se inician precisamente en ese punto. Este dato es fundamental para establecer un nexo entre el ábside y el resto de la iglesia. Si comparamos la posición de la circunferencia de diámetro 53p con centro en O y en P se observa que son ortogonales ya que $OT=OP=26.5p$ y $26.5\sqrt{2} = 37.47 \approx \frac{75}{2}$ ya que estamos operando con 75 cuando la realidad numérica es de 75.95 donde se puede apreciar en la figura de la página siguiente.

Al situar en el eje frente a cada capilla y en el centro O del ábside circunferencias de 26.5p de diámetro, como es lógico en la nave son tangentes entre sí, pero la de centro O y la contigua se cortan entre sí. A primera vista puede parecer una anomalía, pero como vamos a comprobar es un eslabón más de la cadena de relaciones entre las partes del conjunto las figuras.



Leyes de crecimiento (Figura a y b)

Por la relación ya mencionada entre la circunferencia de 49 y 53p de diámetro, un octógono inscrito en la segunda será circunscrito a la primera, el lado del octógono MN es tangente en I a la interior. Las paralelas por I a OM y ON determinan el triángulo isósceles del lado menor igual a 10.14p o dicho de otra forma, las dos circunferencias tienen en común un lado del octógono inscrito en ellas (figura c).

Las tangentes a las circunferencias de 26.5p normales al eje determinan la posición de los arcos fajones. Igualmente en el arco principal esa tangente marcaría el eje del muro de la capilla, no del principio del arco.

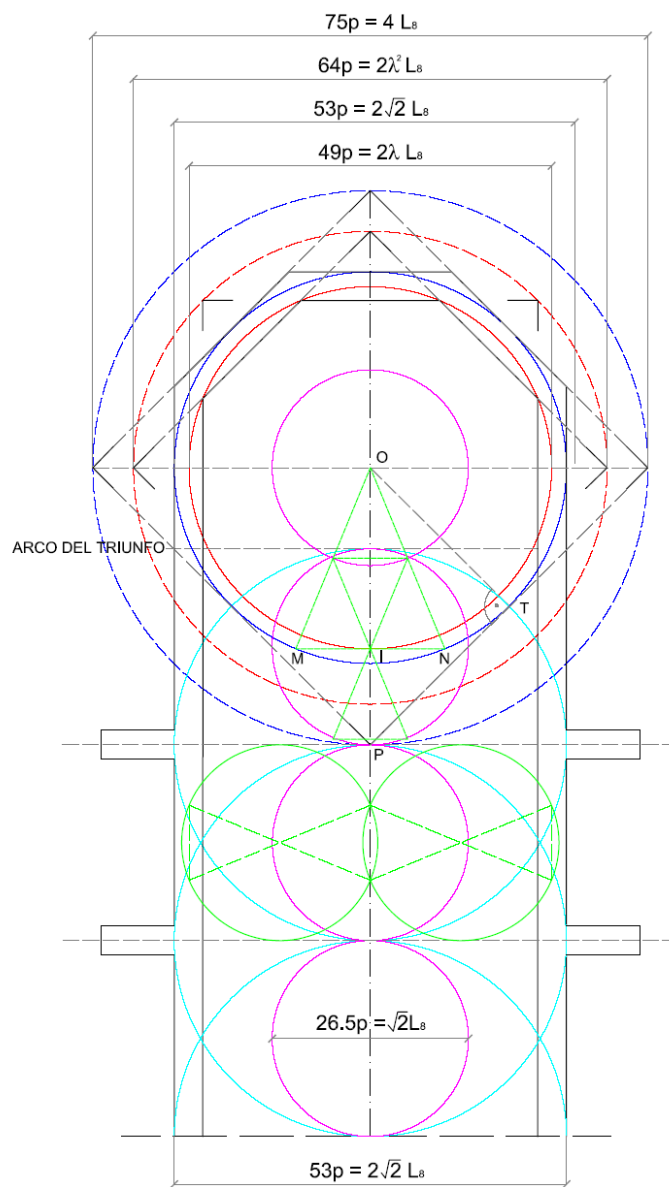
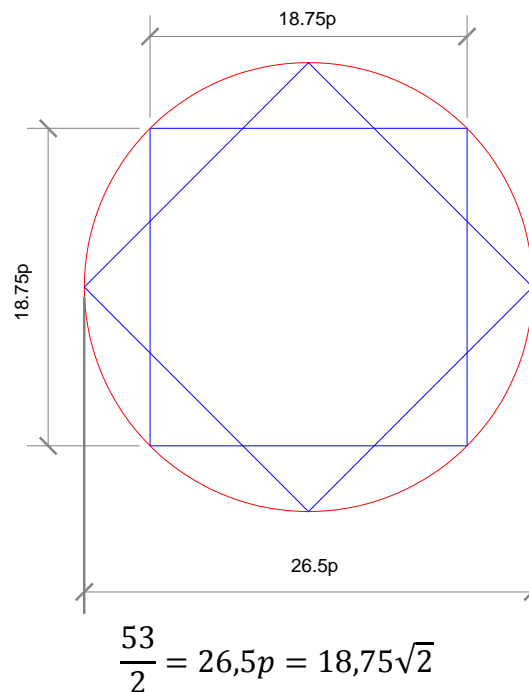


Figura C

El punto de comienzo del primer tramo de crecimiento de la nave se define por los puntos de corte de dos circunferencias del mismo diámetro igual a $26,5p$ una trazada en el punto medio del lado del octógono anterior y la otra desde el centro del ábside. Resumiendo, las tangentes normales al eje, de la circunferencia de centro I con diámetro $26,5p$ definen la posición del arco principal y del primer arco fajón, determinado claramente la ley de crecimiento de la nave.

A la circunferencia de diámetro $26,5p$ con centro en el ábside, se le puede inscribir dos cuadrados girados 45° entre sí, cuyo lado coincide con el lado interior del octógono $L_8 = 18,75p$; es decir que la diagonal del cuadrado es igual a $26,5p$.



La ley de crecimiento se puede definir tras analizar las relaciones entre el lado del octógono del ábside, con el ancho de la nave y la distancia entre los arcos fajones, como la sucesión de circunferencias tangentes de diámetro igual a $26,5p$ dispuestos sobre el eje de desarrollo longitudinal de la nave. También podemos definirla por la concatenación de circunferencias de diámetro igual a $53p$ (el doble de $26,5p$) sobre el eje longitudinal de la nave.

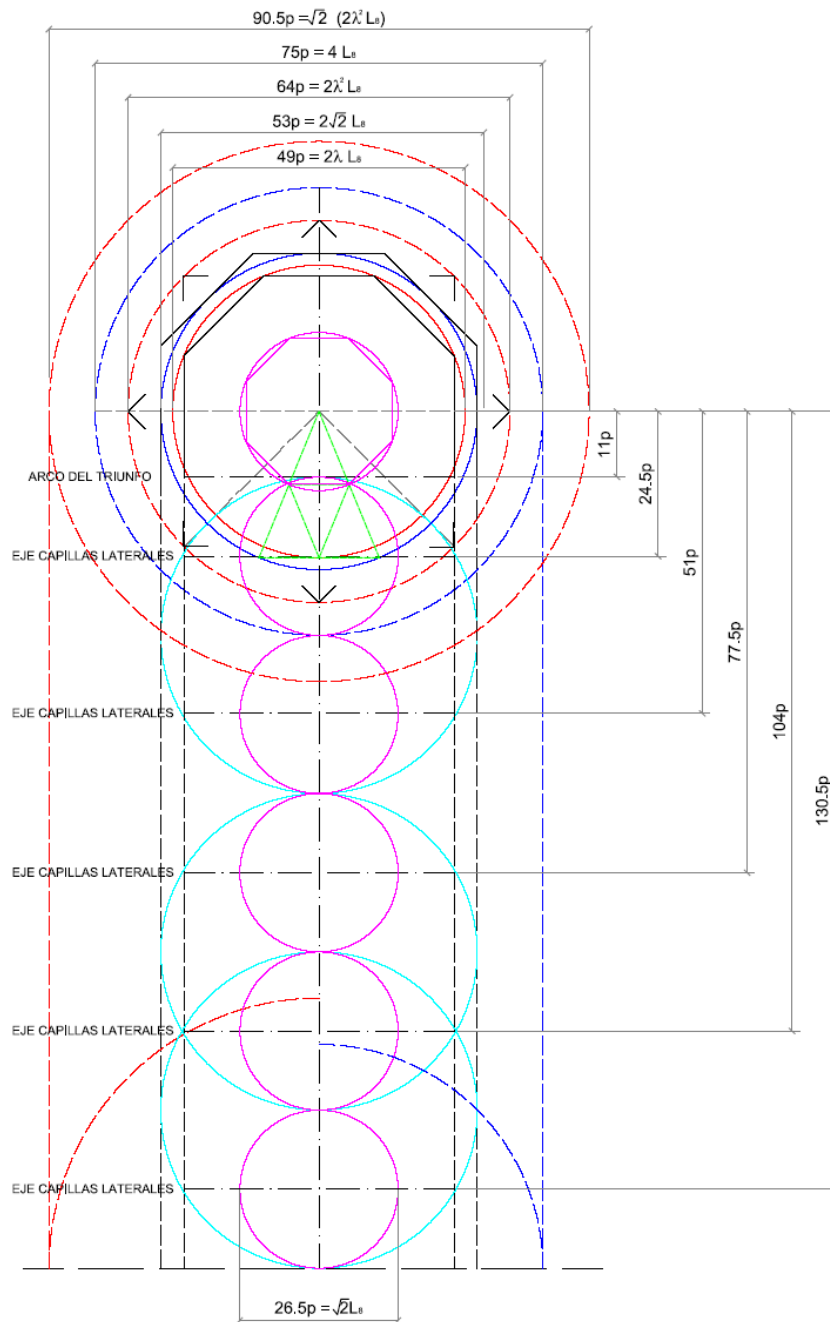
A esta primera secuencia de crecimiento o tramo de nave, le denominaremos transepto, al que se abren dos capillas laterales, una al norte y otra al sur. El centro de este tramo coincide, como se ha comentado, con el centro del lado del octógono circunscrito a la

circunferencia de 49p que a su vez define la posición del eje de las dos capillas, perpendicular al de la nave.

Una vez definida la posición del eje del primer tramo, situado a 24,5p del centro del ábside de este se suceden el resto sumando 26,5p, es decir:

La distancia desde el centro del ábside al eje de cada tramo es la siguiente:

1 ^{er} tramo	24,5p	eje del tramo coincide con el de las capillas del transepto
2 ^o tramo	51,0p	eje del tramo coincide con el de las puertas de acceso
3 ^{er} tramo	77,5p	eje del tramo coincide con el eje de las 1 ^{as} capillas laterales
4 ^o tramo	104,0p	eje del tramo coincide con el eje de las 2 ^{as} capillas laterales
5 ^o tramo	130,5p	eje del tramo coincide con el eje de las 3 ^{as} capillas laterales

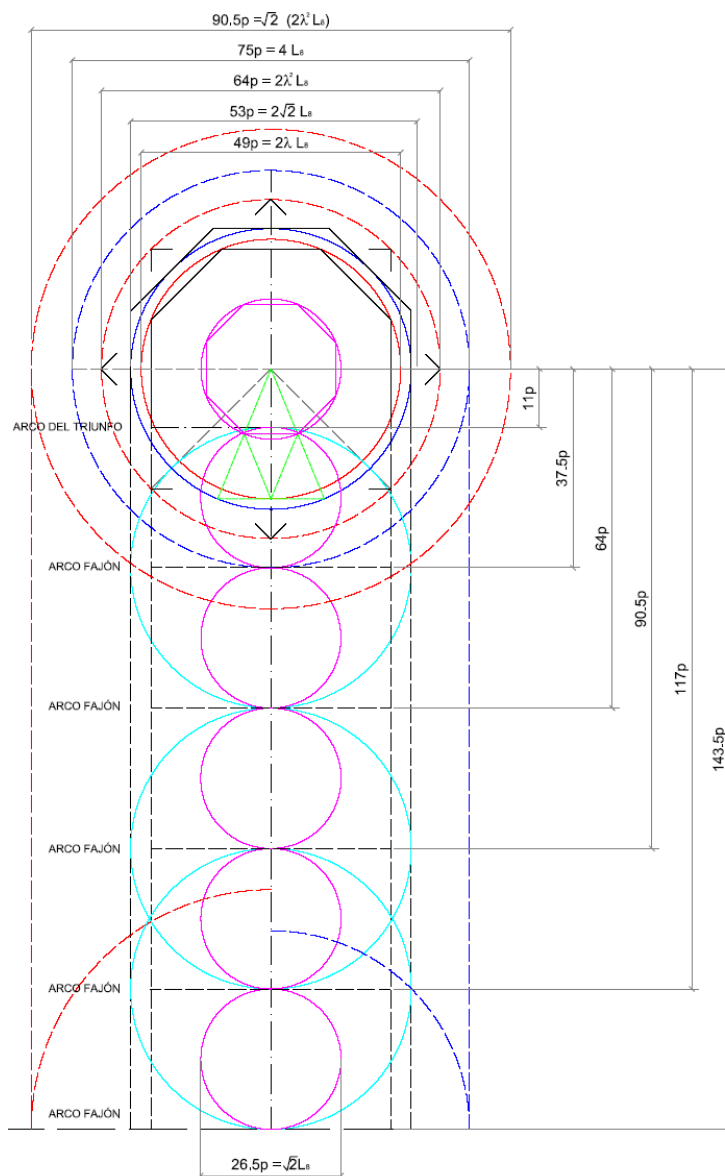


Esquema de las trazas de la iglesia, con los ejes de las capillas acotados

Del mismo modo coincide la posición del primer arco fajón a $37,5p$ del centro del ábside y la posición del eje del arco principal $37,7-26,5 = 11,2 \approx 11p$ y la distancia que se corresponde con el comienzo de la nave es de $12,25p$ de lo que se obtiene la dimensión del espesor que ocupa el arco principal que es de $2,5p$ medidos en el arranque de la basa de las pilastra sobre las que se apoya.

La distancia desde el centro del ábside a la posición del eje de cada arco corresponde:

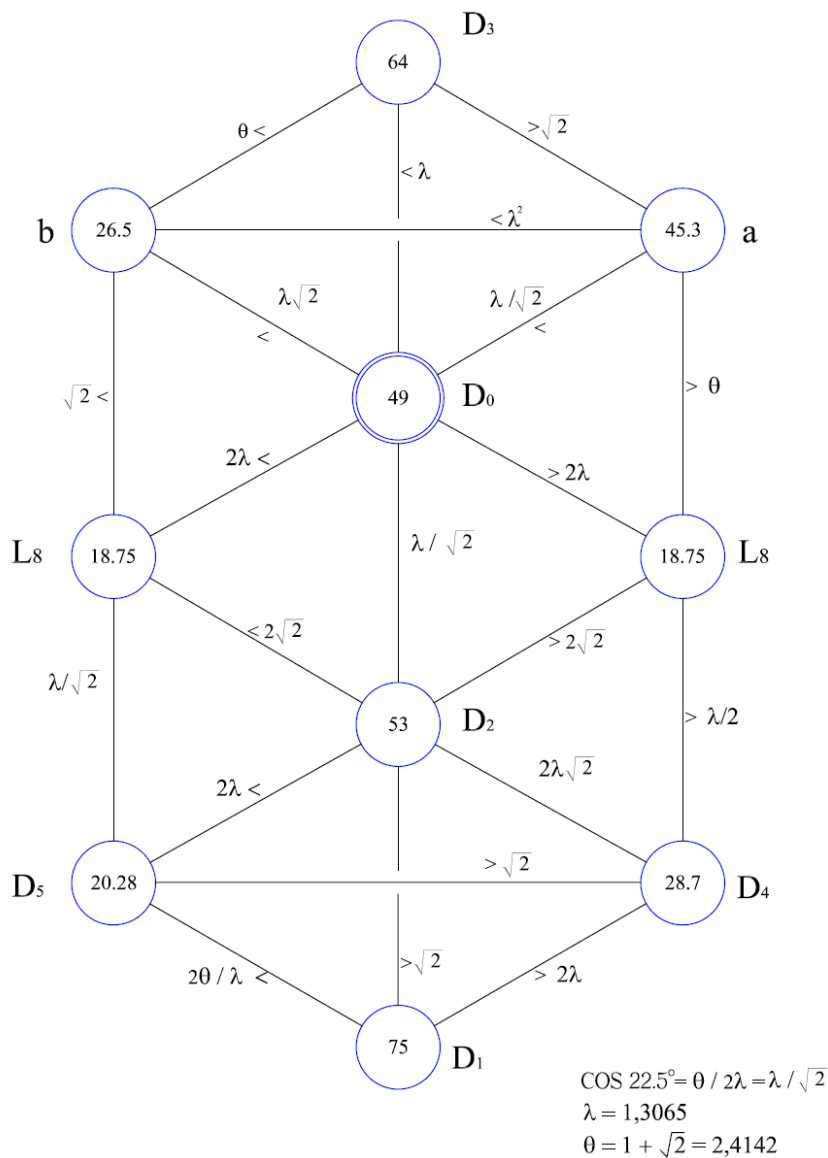
El arco principal	11p
El 1 ^{er} arco fajón	37,5p
El 2 ^o arco fajón	64p
El 3 ^{er} arco fajón	90,5p
El 4 ^o arco fajón	117p
El 5 ^o arco fajón	143,5p



Se ha comprobado que tanto las dimensiones grandes como las pequeñas que se acoplan con la realidad material de la iglesia, no son arbitrarias. Se ha llegado al mismo resultado aplicando dos procedimientos distintos. Así, se puede afirmar, que siempre que se sigue un criterio o norma geométrica, aparecen otras muchas consecuencias derivadas de ésta.

Como se ha verificado a lo largo del procedimiento con la existencia de dimensiones de elementos definidas por números enteros en palmos, se presupone que los maestros constructores considerasen, a la hora de establecer el inicio del trazado de una construcción, la primera dimensión a partir de un determinado valor entero en palmos. Este primer valor del que derivan los demás debió ser igual a 49p, que definiría el diámetro de la circunferencia primera del trazado, a partir de la cual se genera el resto de los valores.

A continuación se presenta un esquema resumen de las relaciones que existen entre la circunferencia de diámetro 49p y todos los elementos que forman el trazado regulador.



Los valores situados en el interior de círculos, corresponden a diámetros o líneas reguladoras del trazado, y las anotaciones situadas sobre las líneas que unen los círculos, corresponden a las relaciones derivadas de la ley escogida como trazado regulador.

El espesor de los muros se define por la diferencia entre las magnitudes de los radios de las circunferencias inscritas y circunscritas al polígono regular de ocho lados de la cara interior y exterior de perímetro de la cabecera. Expresado en la unidad relacional del octograma de análisis $1/2\theta = 0.2071$. Este valor multiplicado por la unidad definida en palmos (18,75), da como resultado $18.75 \times 0.2071 = 3.8831 \approx 4$ palmos.

También se puede alcanzar el mismo resultado por la resta de los radios de las dos circunferencias:

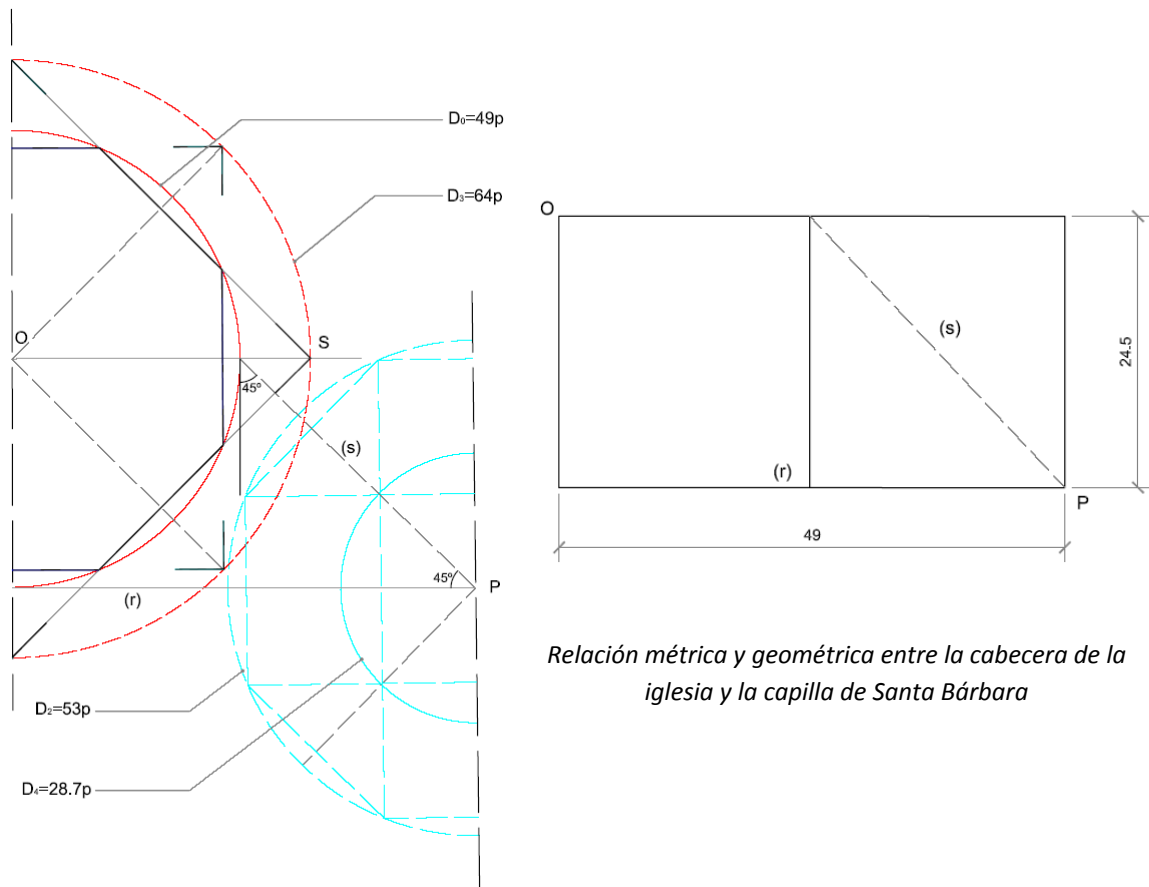
$$\frac{53}{2} - \frac{45.3}{2} = 25.6 - 22.65 = 3.85 \approx 4p$$

Quedaría por determinar la distancia al exterior del muro de las capillas:

- a) Las capillas situadas en el lado sur, tanto la del ábside como las de la nave, y la del transepto del lado norte poseen una menor distancia al exterior desde el eje de la nave que se corresponde en todas ellas con la mitad de la dimensión del diámetro de la circunferencia de 75p, es decir 37,5p. El espesor de los muros de estas capillas presenta variación según los casos y época en la que se realizó.
- b) Las capillas del lado norte, tanto la del ábside como las de la nave, poseen una distancia a la cara exterior desde el eje de la nave que se corresponde con la mitad de la dimensión del diámetro de la circunferencia de 90,6p, es decir $45,25p \cong 45,30p$

Relación entre la cabecera de la iglesia y la capilla de Santa Bárbara.

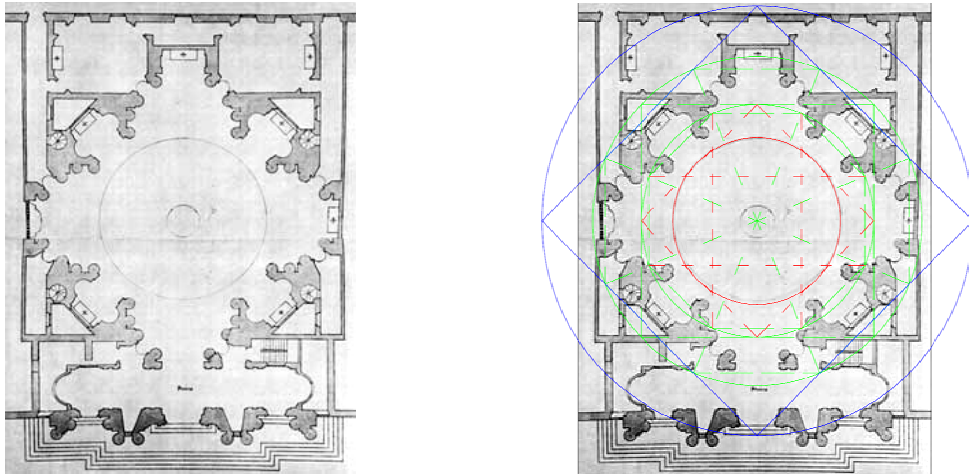
El centro de la nueva capilla de santa Bárbara se localiza en el punto de intersección de dos rectas: la primera (r) es la recta tangente a la circunferencia de 49p de diámetro en el punto de encuentro con el eje central de la nave y la segunda (s) recta que parte del encuentro de la misma circunferencia con el eje perpendicular al de nave con una pendiente de 45º de ambos ejes hasta que se corte en el punto (P). Sobre este punto (P) se traza una circunferencia de diámetro igual a 53p, a partir de la cual, se desarrollará la composición de toda la planta de la capilla.



Relación métrica y geométrica entre la cabecera de la iglesia y la capilla de Santa Bárbara

11.2- Las hipótesis de trazado de la planta de la capilla de Santa Bárbara.

El trazado regulador comprendido en el núcleo central del ábside de la iglesia, además de relacionar las partes y elementos de la cabecera, de la nave de la iglesia y de las capillas laterales, es también el que establece el criterio que regula las trazas y las proporciones de la capilla dedicada a Santa Bárbara. Esta fue diseñada por Juan Bautista Pérez Castiel, en el segundo tercio del siglo XVII. En riguroso y sobrio estilo clásico siguiendo los cánones del trazado y la ornamentación barroca valenciana de clara influencia italiana y de acuerdo a las normas de la liturgia de la contra-reforma tridentina. Nos recuerda a iglesias romanas de planta central como es el caso de Sant`Agnese de gran similitud de trazado.



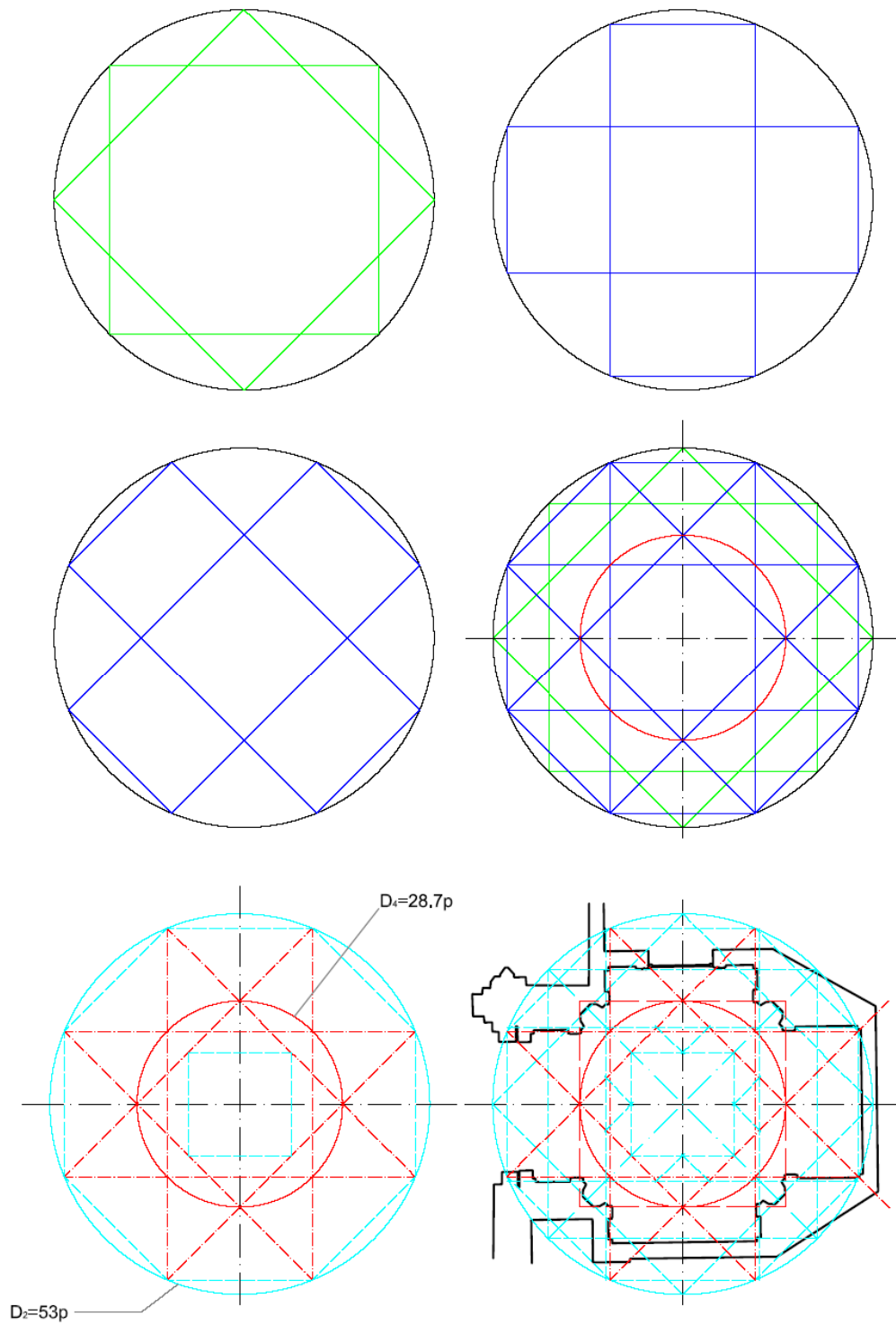
Planta y trazado de la iglesia de Sant'Agnese in Agone en Roma

Se parte de una circunferencia de 53 palmos de diámetro en la que se inscribe un octógono regular y dos cuadrados girados 45° entre sí. La construcción del círculo rojo permite obtener la posición de los paramentos que se retranquean respecto a las líneas rojas. Este retranque resulta de aproximadamente 0.6 palmos.

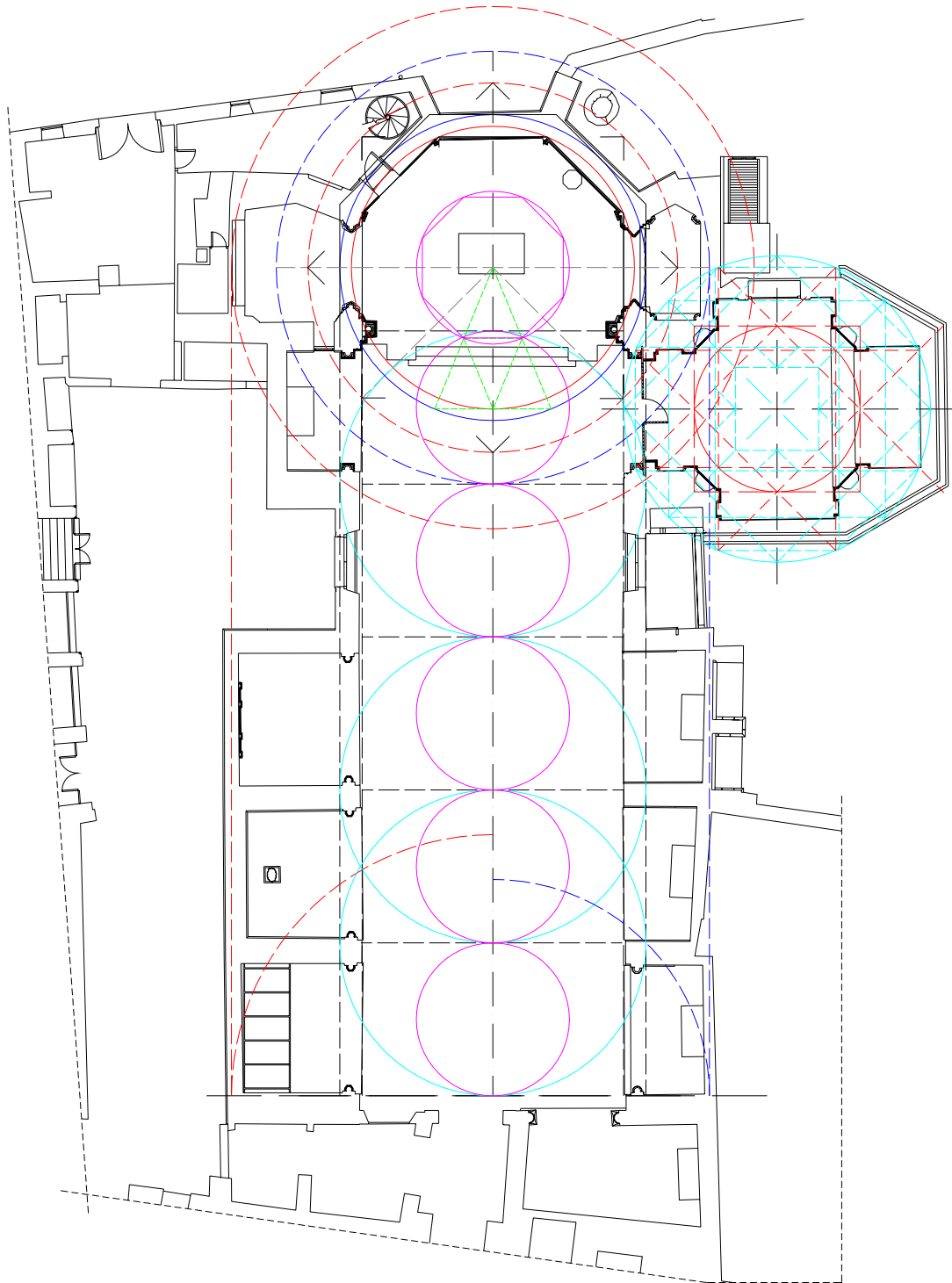
1. En primer lugar se parte de la circunferencia de diámetro derivado del primer octograma con valor igual a $2\sqrt{2}$ que equivale a 53p, circunferencia que circunscribe al octógono exterior del ábside de la cabecera que delimita el muro de la nave. El eje del transepto, se constituye en el eje de simetría y centro de la capilla. Los lados del octógono inscrito a la circunferencia de diámetro igual a $2\sqrt{2}$ (53p) y a partir de la cual se deducen, obteniéndose los siguientes valores.
 $L_8 = \frac{D}{2\lambda} = \frac{53}{2.613} = 20.28$; Expresado en unidades valencianas a partir del modulo unidad de 18.75p.

2. La circunferencia que inscribe al cuadrado de lado igual al lado (20.3p) del octógono inscrito en la circunferencia de valor igual $2\sqrt{2}$ (53p). Su diámetro es igual a;

$D = \frac{2\cos 22.5^\circ}{\lambda^2} \times \sqrt{2}$ y como $\cos 22.5^\circ = \frac{\lambda}{\sqrt{2}}$; sustituyendo en la expresión anterior obtenemos: $D = \frac{2\cos 22.5^\circ}{\lambda^2} \times \sqrt{2} = \frac{2\lambda}{\lambda^2\sqrt{2}} \times \sqrt{2} = \frac{2}{\lambda}$; La expresión del diámetro de la circunferencia referido al octograma que expresado en unidades valencianas y en el sistema métrico decimal equivale a; $D_4 = \frac{2}{\lambda} \times 18.75 = 28.70p$ y que equivale a, $D_4 = 28.70 \times 0.23 \approx 6.60$ metros.



Trazado regulador de la capilla de Santa Bárbara

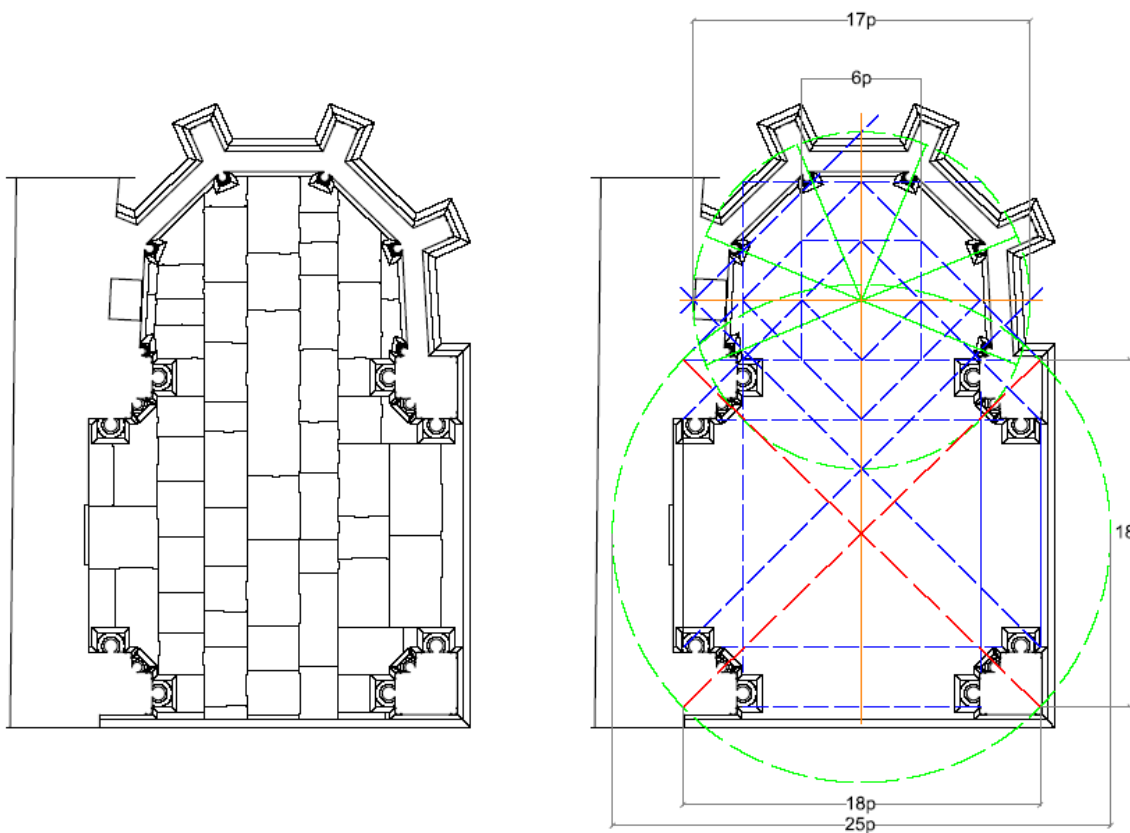


Trazado regulador de la iglesia de San Juan del hospital

11.3- La capilla funeraria.

Para el desarrollo del trazado se parte de una circunferencia de 25p de diámetro que circunscribe el cuadrado de lado 18p que define el crucero de la capilla. El ábside octogonal se traza a partir de una circunferencia de 17p de diámetro. El lado exterior de dicho octógono es de 6p de longitud.

Los lados que unen el octógono del ábside con el crucero se abren ligeramente desplazándose en su encuentro para permitir disponer de espacio para dos columnillas semicirculares adosadas sobre las que se apoyan los nervios de la bóveda gallonada del ábside.



Trazado teórico de la capilla funeraria

11.4- Las trazas que definen las elevaciones.

11.4.1- El sistema estructural de cubrición: Los arcos.

El sistema constructivo con el que se cubre la nave de la iglesia está integrado por una estructura sencilla y coherente: Bóveda de cañón apuntada con arcos diafragmáticos. La forma de estos se define en el proceso del replanteo para cerrar el espacio diseñado, mediante la geometría.

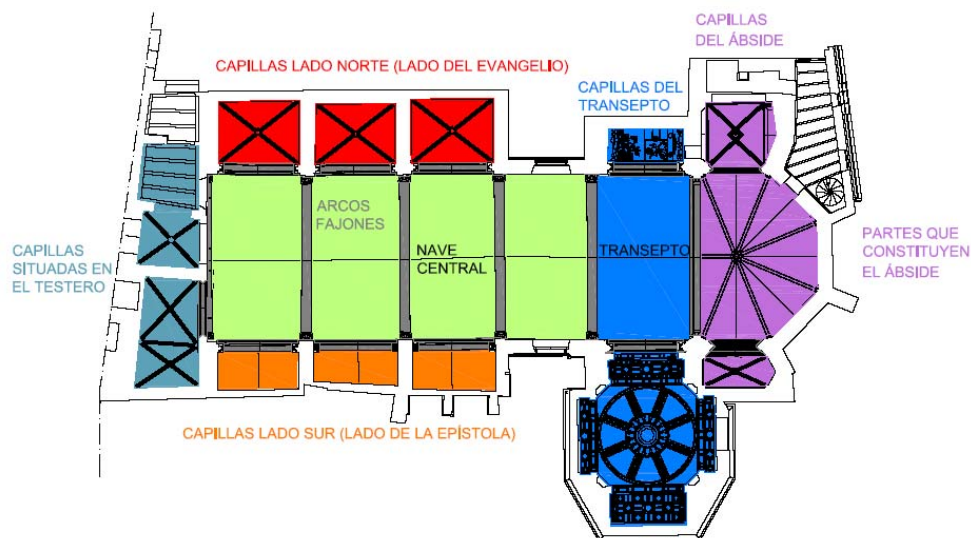
Son numerosos los estudios en los que se ha tratado sobre la forma y la construcción de los arcos. Especial mención, cuando se ha referido a las iglesias fundadas tras la reconquista en los reinos de Aragón, Mallorca y Valencia. Entre estos destaca por su importancia los realizados por el arquitecto Arturo Zaragozá Catalá³³⁸ sobre la arquitectura de arcos diafragmáticos y los estudios del profesor Carrasco sobre los arcos de iglesias góticas en el reino de Mallorca³³⁹. También se han considerado los manuales sobre la traza y cantería que recopilan la tradición del arte de la labra desde su formación y esplendor, como son los trabajos sobre estereotomía realizados por el profesor Rabasa Diaz³⁴⁰, titulado *Forma y construcción en piedra*, y el realizado por Palacios³⁴¹ sobre *la traza y corte de cantería en el renacimiento español*, en el que se recopila la tradición medieval de este oficio. Y, el estudio que Ruiz de la Rosa presenta en el último capítulo, *Mundo medieval: El Gótico* de su libro *Traza y Simetría* de la Arquitectura en el que comenta los dibujos del Cuaderno de Villard sobre el trazado de las plantillas de las dovelas y las monteas de los arcos.

³³⁸ZARAGOZÁ CATALÁ, A. Arquitectura gótica valenciana. Siglos XIII-XV. Ed. Generalitat Valenciana. Valencia 2004

³³⁹CARRASCO HORTAL, J. Formas de los arcos en las iglesias del Reino de Mallorca. Libro de actas. Seminari sobre l'estudi i la restauración estructural de las catedrales góticas de la corona Catalano-aragonesa. Universidad de Gerona. Gerona, 2004. Pág. 81-83.

³⁴⁰RABASA DIAZ, E. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Ed. Akal, Madrid 2000.

³⁴¹PALACIOS GONZALO, José Carlos. *Traza y cortes de cantería en el Renacimiento español*. Ministerio de Cultura, Madrid, 1990.



Antecedentes al trazado de los arcos.

Se necesitaba de un sistema fácil de comprender, comunicar y ejecutar, reconocible con un solo nombre y que se pudiese llevar a término en la obra con las mismas variables.

Se trataba de formas simples, de relaciones de números enteros identificables mediante la unidad local, el compás, el nivel o la escuadra y que definiese el modelo a materializar con la mayor precisión posible.

El caso extremo de esta voluntad de sencillez y eficacia es el mostrado por Villard de Honnecourt en uno de sus dibujos, en el que presenta un modelo “mediante tres movimientos de compás con la misma abertura”³⁴² de cómo cerrar distintas luces, y que coincide con el aplicado en el trazado de la bóveda de la nave de la iglesia.

Según Beachmann, Villard establece la proporción de un arco mediante un sistema autónomo, desligado de voluntades de proporción más generales, ajustadas a las dimensiones de la obra.

Los profesores Escrig Pallarés y Pérez Valcárcel,³⁴³ de la Universidad de Sevilla, presentan en su libro titulado *La modernidad del gótico, seis puntos de vista sobre la*

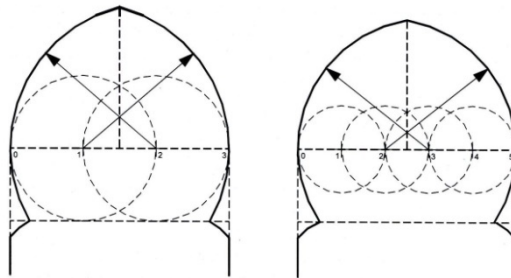
³⁴² VILLARD DE HONNECOURT, Cuaderno, manuscrito 1225-35 (edición facsímil) Ed. Akal, Madrid, 1991.

³⁴³ ESCRIG PALLARÉS y PEREZ VALCÁRCEL de la Universidad de Sevilla, nos presentan en su libro titulado *La modernidad del gótico, seis puntos de vista sobre la arquitectura medieval*. Pág. 138-145.

arquitectura medieval, un interesante estudio del comportamiento estructural de los elementos que definen el sistema constructivo empleado en el gótico: El arco apuntado, las bóvedas, los contrafuertes...

Al tratar sobre los aspectos generales de la construcción medieval para referirse al origen y a la aparición en Europa del arco ojival se remiten entre otros, como antecedentes al arco de herradura, muy utilizado en la arquitectura islámica. Este tipo de arco se compone de dos partes divididas por la luz máxima. Los arcos que cubren esta luz se presenta con dos tipos:

- a) La construida a partir de dos arcos de centro de tercio punto.
- b) La construida a partir de dos arcos de centro de cuarto punto. Y la parte inferior con arcos inversos.



Trazado de los arcos del claustro de la iglesia de San Juan del Duero en Soria



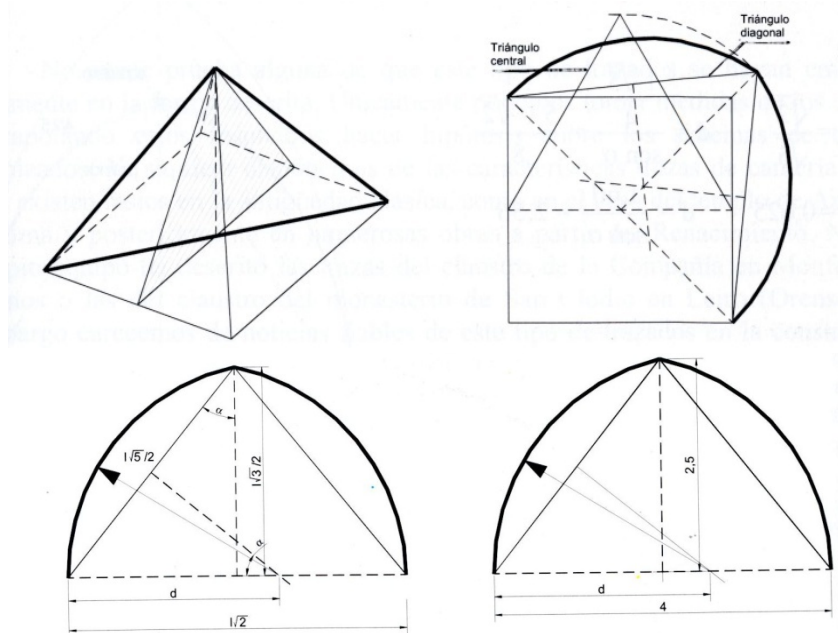
Claustro de la iglesia de San Juan del Duero en Soria

De esta forma se pone de relieve como el arco ojival está formado por dos arcos circulares que se cortan en la clave.

Para su clasificación se define un parámetro llamado el peralte, como la razón entre la altura del arco y la mitad de la luz del mismo.

Así el arco de medio punto posee el peralte igual a la unidad y cuanto mayor es el ángulo el arco se presenta más apuntado.

Viollet le Duc³⁴⁴ describe los arcos ojivales como los más usados a lo largo de la tradición constructiva en la historia de la arquitectura. El primero, el triángulo equilátero que genera un arco ojival que se le designa con el mismo nombre y que cumple con la condición de elemental y simple. El segundo, el triángulo de la sección diagonal de una pirámide de base cuadrada cuya sección es un triángulo equilátero y el tercero, el triángulo de base igual a cuatro unidades y la altura igual a dos y medio.



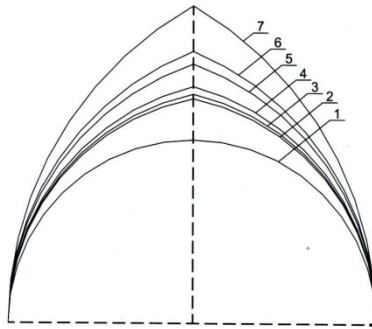
En el período de transición entre el románico al gótico se emplean arcos ojivales de poco peralte que se aproximan a los triángulos que propone Viollet para el primero y el segundo. Y el tercer triángulo se corresponde con las proporciones de la pirámide de Keops.

En la construcción de arcos mediante triángulos, se trazan las mediatrices de los lados y la intersección de estas con la línea de la imposta de la luz y que nos permita obtener los centros deseados.

El procedimiento que se empleaba en el período de transición entre el románico y el gótico, se dividía la luz a cubrir en un número de partes iguales y tomando como centro dos de ellos situados simétricamente, se trazaban dos arcos que se cortan en la punta o clave y que arrancan perpendicularmente con respecto a la línea de la imposta de la luz a cubrir.

³⁴⁴ VIOLLET LE DUC, E. *La construcción medieval*. Editado por Instituto Juan de Herrera. Madrid 1998

Cuando el arco se divide en tres partes se le denomina de tercio punto. Si se divide en cuatro es de cuarto punto. Para clasificarlos se acude al concepto de peralte o/y triángulo de referencia:

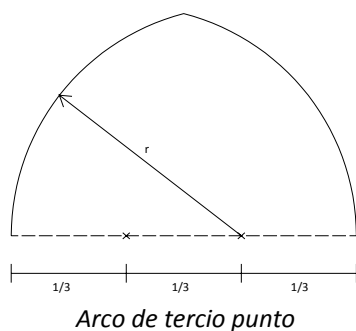


Arco	Tipo	Peralte
1	Medio punto	1.00
2	Diag. Pirámide	1.22
3	Proporción 4/2.5	1.25
4	Tercio punto	1.29
5	Cuarto punto	1.41
6	Quinto punto	1.48
7	Equilátero	1.73

Como se puede apreciar los arcos de medio punto, quinto punto y equilátero son de trazado equivalente y de una diferencia clara. Por el contrario son más difíciles de distinguir, el tercio, la diagonal de la pirámide y el de proporción 4/2.5; que posee de peralte 1,22; 1,25 y 1,29.

A continuación se estudia los casos del arco de Tercio punto; y el arco de Cuarto punto; Sus aplicaciones se corresponden con la cubrición de la nave en el caso del arco de Tercio punto y en la apertura de los arcos de los frentes de las capillas laterales se desarrolla en el caso del arco de Cuarto punto.

El arco de tercio punto; cuando dividida su luz en tres partes, los centros se encuentran en los extremos del tercio central. Se define como aquel caracterizado por un triángulo de referencia 2 a 1 que por lo tanto, nos define un arco cuya base está dividida mediante dos puntos en tres partes iguales. El arco toma el valor de las partes y los centros se sitúan en el segundo punto a partir de cada extremo.



El arco de cuarto punto; Cuando dividimos la luz en cuatro partes, los centros se encuentran en los extremos de los dos cuartos interiores. Se define como aquel caracterizado por el triángulo de referencia 3 a 1 que por lo tanto define un arco cuya base está dividida mediante tres puntos en cuatro partes iguales. El radio toma el valor de 3 y los centros se sitúan en el tercer punto a partir del extremo.³⁴⁵

Beachmann nos recuerda: *...que los diferentes arcos apuntados casi confundidos en la traza..., tiene un perfil cercano al de la cadena, curva generada por una cadena o cuerda flexible, homogénea y constante, que se deja caer entre los dos extremos.*³⁴⁶

Reconoce como modelo ideal, la curva catenaria o antifunicular, para el comportamiento del arco sometido a un estado de cargas a compresión. Y, lo compara con cuatro situaciones distintas del mismo que le lleva a establecer la siguiente conclusión: *...la curva adaptada es pues cercana a aquella que permite la máxima economía de material cuando la bóveda no soporta otras estructuras...*³⁴⁷

Los estudios sobre la mecánica de los arcos nos demuestran que el trazado medieval basado en la geometría busca instintivamente el antifunicular de las cargas a soportar³⁴⁸.

Cuando se compararon los arcos con una misma luz y con distinto trazado (radio y centro) con respecto a una supuesta catenaria, resulta que uno de los valores más cercanos corresponde con los arcos de trazado de tercio punto y de cuarto punto, como son los casos que nos encontramos en la iglesia de San Juan del Hospital de Valencia.

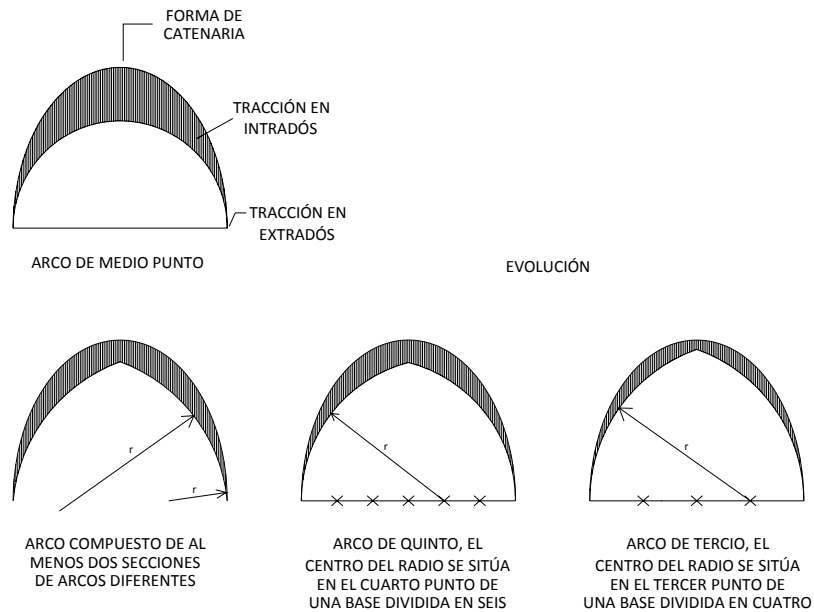
³⁴⁵ Nota; autores llama arco de tercio al de cuatro punto y arco quinto al de tercio punto. Se opta por la nomenclatura usado por facilitar la comparación con la división de la luz.

³⁴⁶ BEACHMANN, Roland, Villard de Honnecourt, Paris, Picard, 1989. Pág. 192.

³⁴⁷ Ídem anterior. Pág. 194

³⁴⁸ HEYMAN, J. Historia y resistencia de las estructuras de fábrica. Ed. Instituto Juan de Herrera. Madrid, 1995.

Estos arcos, se establecen como modelos y umbral del comportamiento óptimo. Los que definen los tramos de crecimiento de la iglesia se encuentran realizados con mayor precisión; el arco principal o de triunfo, el arco fajón entre el primer tramo y el segundo de crecimiento, que corresponde con las puertas de acceso lateral a la nave iglesia. El resto de tramos, responde al mismo trazado, presentando importantes deformaciones y desviaciones con respecto a los parámetros geométricos que definen el teórico.



Según Beachmann³⁴⁹, la geometría o proporción de un arco apuntado se concreta mediante un triángulo formado por el radio, la altura del arco o flecha y la distancia entre el centro del arco al eje de simetría de la luz o espacio a cubrir. Esta luz del vano, condiciona dos de estos valores (el radio del arco y la distancia hasta el eje de la luz a cubrir) y, que los maestros empleaban. La tercera variable (la altura o flecha del arco) establece una relación irracional con los otros dos con la excepción del triángulo egipcio.

El triángulo de referencia, es semejante al triángulo principal del arco, según el arco tercio, enunciado por Villard. La altura se fija habitualmente, a partir del valor cierto del radio y de una posición del centro conocida. De esta forma, se obtiene un catálogo de arcos apuntados de fácil nomenclatura y reconocimiento a partir del triángulo de referencia, proporcional al anterior y situado en la clave.

³⁴⁹ BEACHMANN, Roland, Villard de Honnecourt, Paris, Picard, 1989. Pág. 209.



Los valores de la hipotenusa y del lado menor del triángulo de referencia son conocidos, por ello, es posible usar escuadras de madera con sistemas de desplazamiento para fijar el lado del triángulo de valor irracional.

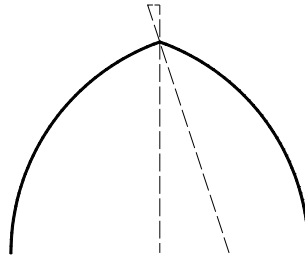
El profesor Ruiz³⁵⁰, refiriéndose al estudio realizado por Bounner y Cox comenta la relación de la espiral que aparece en los dibujos de Villard con el despiece de un arco apuntado: *para trazar la clave sería necesario dibujar el arco a tamaño natural, y extraer de esta montea el ángulo que forman las caras de apoyo de la clave con las dovelas inmediatas. Para evitar este dibujo se emplearían las espirales: en realidad, está formada por arcos de círculos cuyos centros son alternativamente dos puntos, a y b. (fol 55c.)*

Villard dibuja la estructura del triángulo en la clave del arco, pues reconoce que a partir de los datos de esta clave (la junta vertical entre los arcos y una junta entre dovelas) y con la ayuda del otro extremo (el plano de arranque en el inicio del arco), es posible restituir la posición del centro de medio arco y por simetría, se recupera la totalidad del mismo.

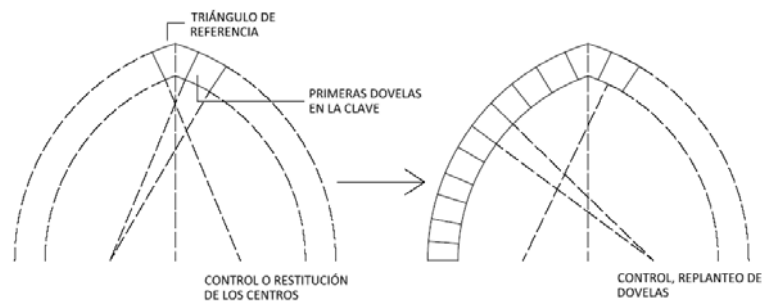
La clave es en muchas ocasiones la primera piedra colocada. Un peso ayuda a estabilizar la cimbra y con la misma se puede disponer del triángulo de referencia. Sobre ella, mediante un dibujo o una escuadra, se logra controlar el trazado de las juntas y la disposición del resto de las dovelas.

³⁵⁰ RUIZ DE LA ROSA, J. A., *Traza y Simetría de la Arquitectura; En la Antigüedad y en el Medievo*. Ed. Universidad de Sevilla. Sevilla 1987. Pág. 326

Triángulo de referencia



La primera de las dovelas es la clave.



Control de la restitución de los centros y control del replanteo de las dovelas

11.4.2- El triángulo equilátero en el estudio de las elevaciones del templo.

La dimensión de 5 palmos que equivale a 1,15 metros se emplea de modo habitual como unidad de cantería o de obra. Esta dimensión la encontramos en la distancia de separación de la altura de las agujas para soportar las plataformas de elevación y apoyo de los operarios, es la distancia entre el plano de arranque de los arcos fajones, es decir la cara superior de las ménsulas de apoyo, y la hendidura o roza horizontal corrida a lo largo de la secuencia en los distintos tramos de la nave. El doble de esta distancia de 10 palmos se corresponde con el ancho de los antiguos callejones que delimitaban el recinto por el lado sur y este.

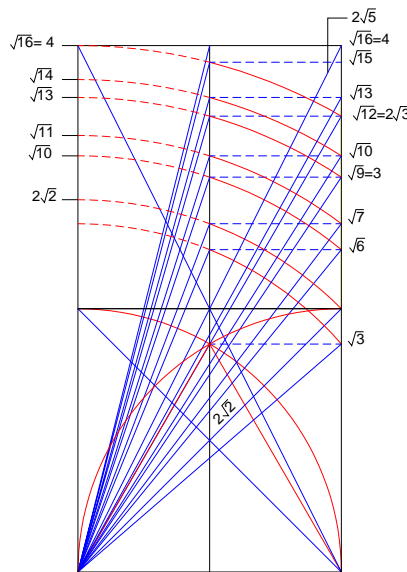


También la encontramos como divisor de la luz de la bóveda de la nave, 45 palmos divididos entre 9 veces obtenemos 9 partes de 5 palmos cada una. La unidad equivale a una vara más un palmo.

La razón geométrica aplicada en el desarrollo de la secuencia de crecimiento de los rectángulos dinámicos a partir del cuadrado, el valor $\sqrt{5}$, corresponde a la diagonal del rectángulo cuya base es la unidad y la altura el doble de la unidad.

A continuación se recuerda esta figura de referencia proporcional para establecer los parámetros geométricos de los arcos la bóveda y de las capillas laterales.

Trazamos un cuadrado de lado igual al doble de la unidad. A su vez, al cuadrado lo dividimos en cuatro cuadrados mediante el trazado de rectas coincidentes con los ejes de simetría de cada uno de los lados. Tomamos como referencia el cuadrado de la izquierda, lado la unidad sobre el que trazamos la diagonal, que corresponde con la hipotenusa del triángulo rectángulo de valor $\sqrt{2}$ y así, sucesivamente.



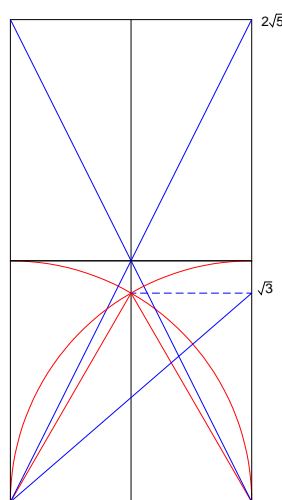
Triángulo equilátero original lado 2, base 2, altura $\sqrt{3}$

Si partimos del lado del triángulo o la diagonal del cuadrado se logra construir otro rectángulo de base la unidad y altura $\sqrt{2}$, que se la denomina proporción diagonal. Si, a su vez, se procede a trazar la diagonal del rectángulo se obtiene el valor igual a $\sqrt{3}$, si abatimos sobre el lado la diagonal, el rectángulo formado tendrá de base la unidad, altura $\sqrt{3}$ y la diagonal del nuevo rectángulo será $\sqrt{4} = 2$. Si la abatimos obtenemos un rectángulo de base uno y altura igual a 2.

Para definir el trazado de los arcos se comienza fijando alguno de los parámetros que definen su geometría, la luz (dimensión a cubrir), el valor del radio, y una posición de los centros para el trazado de los arcos, por último y como consecuencia de las anteriores la posición vendrá dada la altura. Para la cubrición de la nave de la iglesia, se debió seguir este mismo proceso de decisiones. El ancho de la nave o luz a cubrir era de 45p medido en el tramo del transepto. Esta dimensión se mantiene con ligeras variaciones hasta 45,30p en el tramo final, se estableció el arco eligiendo la longitud del radio de la curva de la bóveda en 30p y la posición de los centros a 30p de los extremos de la luz, el arranque del intradós del arco.

En esta división actúa como valor fundamental el número 5, base proporcional y el número 3 es la base del triángulo equilátero. El 4 y el 5 constituyen los números germinales del cuadrado y del pentágono. El acoplamiento directo entre ellos se hace mediante el rectángulo que tiene de semilongitud del lado del triángulo equilátero y la longitud total de dicho lado como altura. La diagonal de este rectángulo es $\sqrt{5}$. De esta forma obtenemos el triángulo isósceles inscrito en el cuadrado. El lado del cuadrado se toma como base y como altura $\sqrt{5}$. Si prolongamos los lados de este triángulo, se encuentran al prologar, los lados del cuadrado, en los vértices de un doble cuadrado. Como el lado menor del doble cuadrado se halla la relación; $1/\sqrt{5}$, con la semidiagonal (longitud de los lados iguales del triángulo isósceles), en la que se encuentra la siguiente relación;

$$\frac{1}{\frac{\sqrt{5}}{2}} = \frac{1}{\frac{2.236}{2}} = \frac{1}{1.118}$$

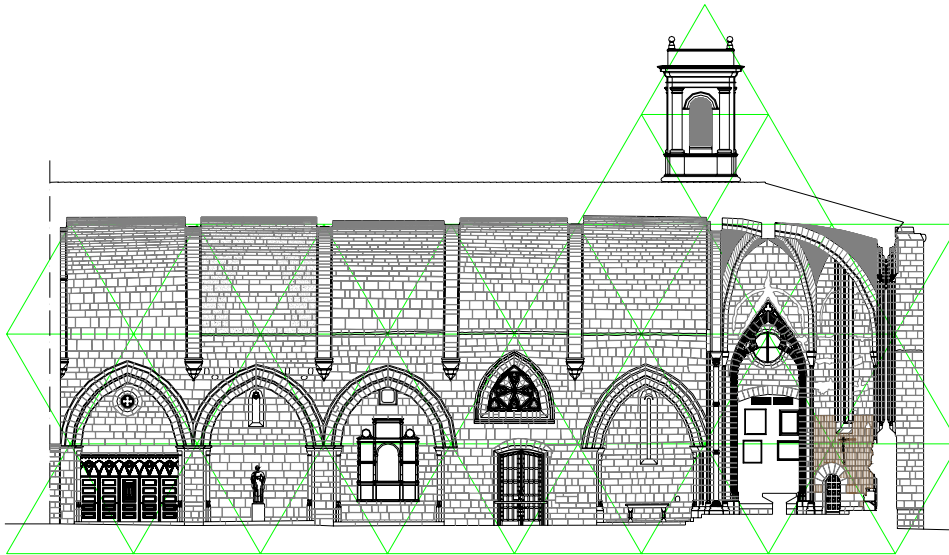


Triángulo isósceles inscrito en el cuadrado inferior de lado 2, base 2, altura $\sqrt{5}$

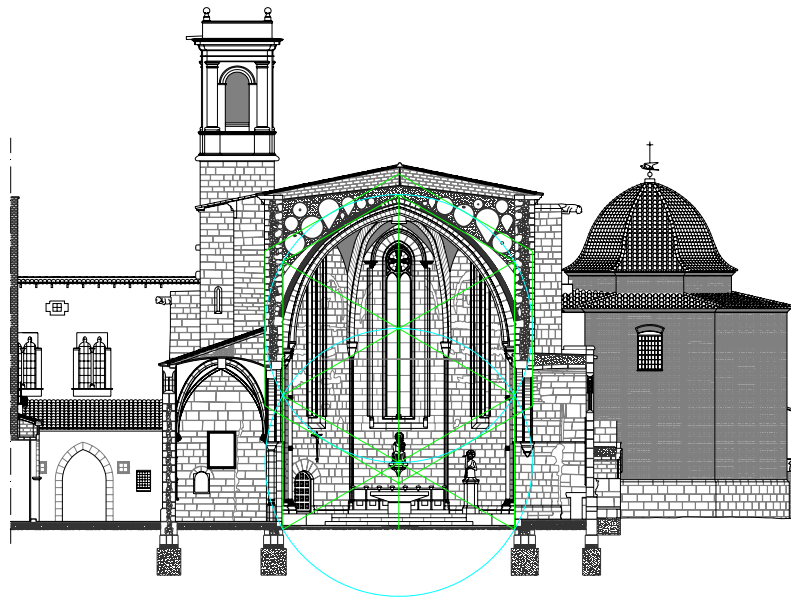
Al comparar la figura con el rectángulo cuyos lados guardan relación con el número φ . Se aprecia la analogía que existe entre ambas figuras, y las relaciones entre las entidades.

La figura germinal de esta sucesión de rectángulos y triángulos se corresponde con el triángulo equilátero, por lo que se considera de interés estudiar algunas de las propiedades aritméticas que se derivan de su geometría.

Sobre el plano de sección longitudinal y transversal de la nave se inserta una trama de triángulos equiláteros, de lado igual a la secuencia de crecimiento $26,5p$, como tanteo previo al estudio. En esta superposición se puede apreciar la existencia de esta relación entre las distintas partes de la composición de la nave, tanto en su trazado en las imágenes de las secciones longitudinal y transversal.



Trazas longitudinales de la iglesia de San Juan del Hospital



Trazas transversales de la iglesia de San Juan del Hospital

Se observa que en tres de los tramos de la bóveda, el trazado de la curva que define la directriz, no arranca sobre la cota superior de la ménsula, sino a 5p (1,15m) de esta. Coincide esta cota de arranque con la hendidura horizontal que recorre los tres primeros tramos de la nave de la iglesia. El encuentro entre la tangente sobre la directriz del arco y la vertical del muro se produce formando ángulo agudo y no recto como corresponde a lo establecido por las buenas prácticas del arte del corte de piedra en el trazado y la construcción de un arco.

Interesa reseñar, que el ancho de la nave en los dos primeros tramos se reduce con respecto a la distancia entre la cara interior de las fábricas opuestas que define el polígono regular de ocho lados en el ábside de la cabecera. De una distancia de 10,45m, que equivale a $45 + \frac{1}{3}$; o 45,30p de distancia entre lados interiores en el ábside, se reduce en su paso en el encuentro con la pilastra que delimita el ábside y el transepto a 10,35m y que equivalen a 45p exactos, diferencia de 0,10m en total, 0,05m en cada uno de los muros que delimitan la nave.

Las dimensiones de la luz, entre los muros que define la distancia a cubrir, parece que se adapta a las necesidades compositivas y constructivas a la vez, en aras de concordar estas necesidades.

La diferencia de dimensión se corresponde con una diferencia de espesor del muro entre el ábside y la nave que aumenta de 3,80p, en el primero hasta los 4p de espesor

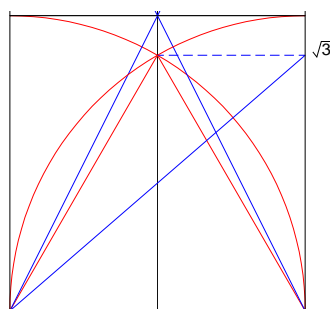
en la nave. La desviación del ancho de la nave con respecto al ancho del ábside es de 0,95% que no llega a suponer ni tan siquiera un 1% del ancho de la nave.

Para estudiar los parámetros que establecen la geometría de los arcos emplearemos como instrumento de referencia la proporción equilátera, que es la relación entre la base y la altura de un triángulo de lados iguales y que es la misma entre el lado de un hexágono y su apotema.

Si a la altura o apotema se le asigna el valor de la unidad, el radio o lado resulta igual a $\frac{2}{\sqrt{3}}$, número inconmensurable de valor igual a 1,1547005..., que para el análisis arquitectónico se puede considerar con una aproximación decimal 1,1 o centesimal 1,15. Y, que también se aproxima, para un triángulo equilátero de 20 de base o lado y una altura 18, a la proporción definida por la razón igual a $20/18 \approx 1.15$.

El triángulo equilátero estructura en el espacio tres de los cinco poliedros regulares: el tetraedro, el octaedro y el icosaedro.

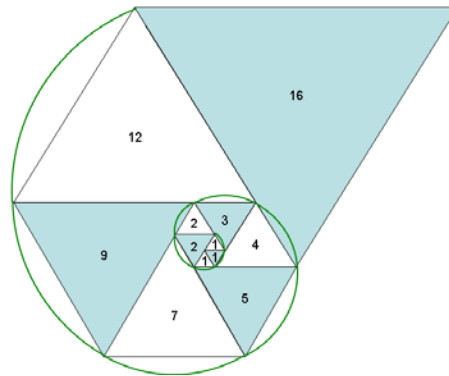
Para determinar los parámetros que definen la geometría de los arcos que cubren la luz de la nave, se definirá la figura del triángulo equilátero de lado igual a 15 palmos o su equivalente en metros 10,35 metros. A partir de esta distancia se determina el triángulo de referencia en 2 unidades, es decir 30 palmos. El valor de la luz como se vio es de 45 palmos, número divisible por 3, 5 y 9 valores de números todos ellos que los podemos encontrar en las relaciones que se establecen para definir las trazas de los arcos y que pertenecen a los primeros términos de la sucesión de Padovan.



Triángulo equilátero de base 2, altura $\sqrt{3}$ y su relación con el cuadrado de lado 2

A continuación se estudia la figura clave, definida por la sucesión de diámetros que se establecen a partir del triángulo equilátero de lado la unidad y que definieron los distintos triángulos de referencia, todos ellos relacionados entre sí, de forma directa a partir de los valores $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ y $\sqrt{5}$ según corresponda.

Si partimos de un triángulo equilátero, de lado la unidad, se nos genera al doblarlo o repetirlo de manera recurrente, una sucesión creciente cuyos valores numéricos que se obtienen de las dimensiones de los lados de los nuevos triángulos responden con los términos de la sucesión de Padovan.



El arquitecto holandés, monje benedictino Von Hans van de Laan³⁵¹ elaboró un estudio sobre las proporciones de las iglesias románicas y encontró que muchas de estas proporciones se corresponden con los términos de la mencionada sucesión, 1,1,1,2,2,3,4,5,7,9,...Esta empieza por tres unos y cada termino es igual a la suma de los dos términos correspondientes al antepenúltimo y su anterior.

Se puede definir la razón áurea, de forma matemática, como el resultado de dividir un segmento cualquiera en dos partes, de modo que la razón entre la totalidad y la parte mayor sea igual a la razón de esta con la menor. Considerando a y b las dos partes del segmento:

$$\phi = \frac{a + b}{a} = \frac{a}{b} = 1.618 \dots$$

Gráficamente se obtienen al dividir en media y extrema razón la longitud del segmento total AB.

Esto llevó a van de Laan a plantearse la existencia de otros números que cumplieran las mismas propiedades. Surgieron así los números mórficos es decir un número real $p > 1$ es llamado número mórfico siempre que exista números naturales k y s que cumplan $p + 1 = p^k$; $p - 1 = p^s$; si $k=2$ y $s=1$, se corresponde con número áureo y si $k=3$ y $s=4$ de acuerdo con Padovan corresponde al número de plástico.

³⁵¹ ALSINA, C. El número de oro es plano. Artículo de la revista Suma nº 54 febrero 2007. Pág. 75-78. www.suma.es Revista sobre la enseñanza de las matemáticas. Número de plástico $p = 1,3471\dots$

El número de plástico es la solución real a la ecuación $x^3 = x + 1$; cuyo valor real es:

$$\sqrt[3]{\frac{1}{2} + \frac{1}{6}\sqrt{\frac{23}{3}}} + \sqrt[3]{\frac{1}{2} - \frac{1}{6}\sqrt{\frac{23}{3}}}$$

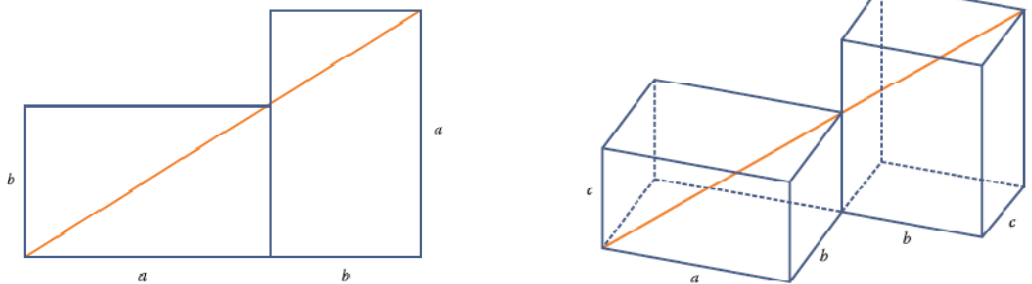
que aproximadamente es $\Psi=1.34719572$ Similar a la sucesión de Fibonacci es la sucesión de Padovan: 1,1,1,2,2,3,4,5,7,9,12,16,21,28,37,49,65,86,114,151....., cada termino se genera a partir de los términos precedentes.

$P_{(n+1)} = P_{(n-1)} + P_{(n-2)}$; para $P_{(0)} = P_{(1)} = P_{(2)} = 1$; la sucesión obtenida como cociente de los términos de la sucesión de Padovan $\frac{P_{(n+1)}}{P_{(n)}}$; es

$\frac{1}{1}, \frac{1}{1}, \frac{2}{1}, \frac{2}{2}, \frac{3}{2}, \frac{4}{3}, \frac{5}{4}, \frac{7}{5}, \frac{9}{7}, \frac{12}{9}, \frac{16}{12}, \frac{21}{16}, \frac{28}{21}, \frac{37}{28}, \frac{49}{37}, \frac{65}{49}$; Van de Laan observó que tiende, en su límite, al número 1,3471.... Al que denominó "de plástico".³⁵²

El número de plástico posee la capacidad de relacionar entre sí tres magnitudes del espacio. A los números con esta capacidad se les denomina *números mórficos* que serían las escalas geométricas ideales para definir el concepto del espacio de los objetos.³⁵³

Alsina³⁵⁴ comenta: El número plástico, por verificar $p^3 = p + 1$ representa en muchas situaciones del espacio de dimensión 3 lo que el número de oro representa en el plano de dimensión 2. Observe la figura adjunta donde la caja de aristas $c < b < a$ se ha repetido dos veces en la forma indicada.



³⁵² Ídem anterior Pág. 75-78.

³⁵³ DOS SANTOS, José Manuel. *A medida da Arte*. Artículo de la revista Educación y matemáticas, nº 92 Oporto 2007.

³⁵⁴ ALSINA, C. *El número de oro es plano*. Artículo de la revista Suma nº 54 febrero 2007. Pág. 75-78. www.suma.es Revista sobre la enseñanza de las matemáticas. Número de plástico $p = 1,3471....$

La propiedad de los rectángulos caracteriza en el plano tiene su correspondencia en la tercera dimensión. En el espacio si la diagonal principal de la caja horizontal se prolonga y se impone que pase por el vértice superior correspondiente de la caja vertical entonces resulta que esto es posible sólo si $b=P \times c$,
 $a =P \times 2 \times c$, con c arbitrario y P el número plástico.

La profesora Campos Araujo dice que ³⁵⁵ Von Hans van der Laan en 1977 publicó, el estudio titulado "El espacio arquitectónico", en el que buscaba la creación de un sistema general de normas y tamaños, basándose en las culturas antiguas, tratando de redescubrir los fundamentos primigenios, volver a los orígenes para renovar la arquitectura.

Estos fundamentos primigenios de la arquitectura se fundamentan, principalmente, en la dependencia de la medida del hombre, tal y como afirma en su obra; "El número de plástico": "El arquitecto, nadie lo negará, un hombre continuamente ocupado de medidas y números".

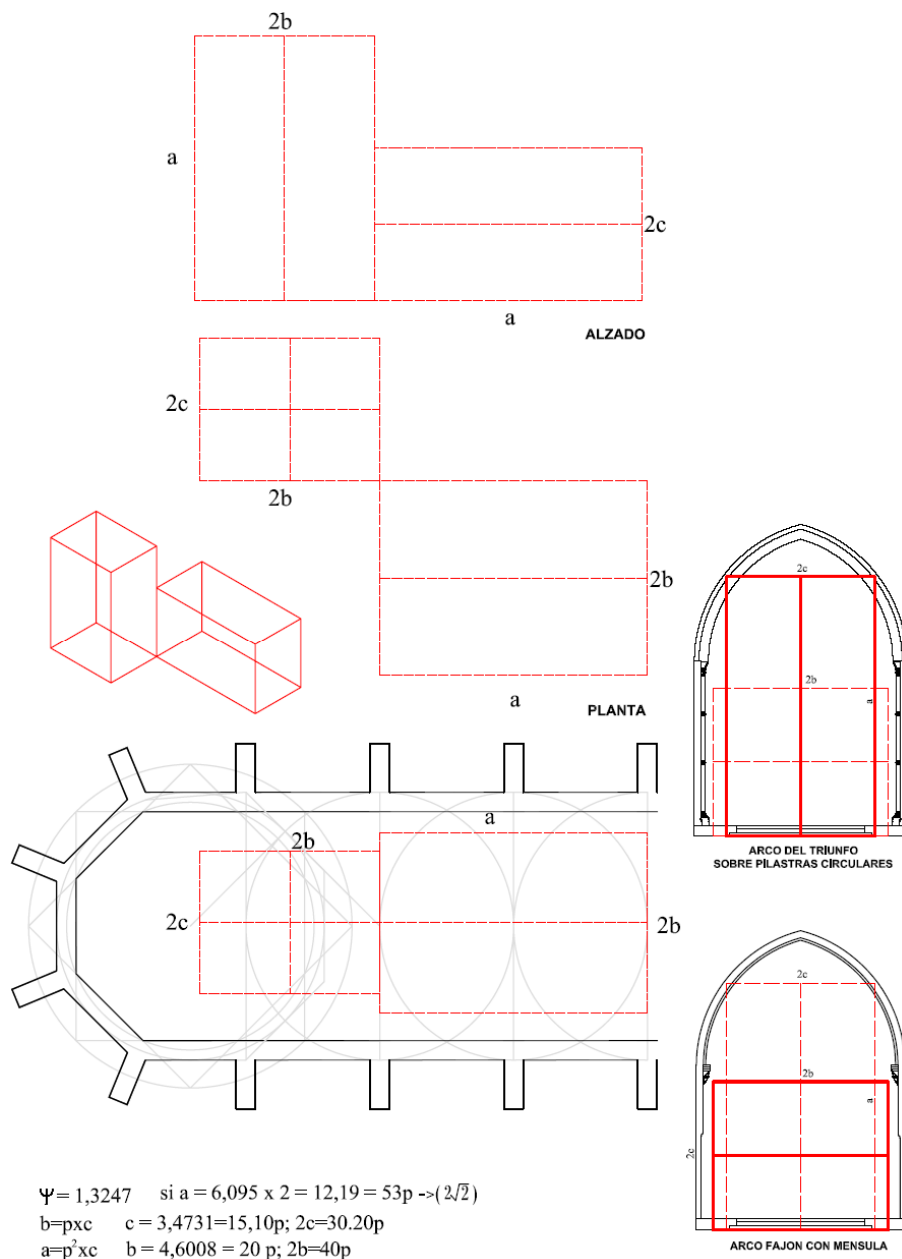
La primera medida vendría impuesta por la mente, por la idea que cada uno tenía acerca de lo que desearía hacer después. Concede al número el principio generador de todo y considera igual que San Agustín a la arquitectura como "una ciencia que se basa en razones geométricas". En la Edad Media se extiende la visión de la arquitectura como una "geometría aplicada" y reflexionando sobre él, se podría resolver de forma correcta el problema de la forma en la arquitectura contemporánea.

Se considera necesario el modo que permita construir su orden artificial lógico que sea semejante al natural, compatible con él, más aún, que lo refiera y complete.

Aplicando las condiciones que posee el número de plástico, como número mórfo a la iglesia de San Juan, en la que se emplean cuatro prismas de suma $a \times 2b \times 2c$, se fija como dimensión primera la "a" el doble de la secuencia de crecimiento, es decir, 53p. Y, de esta manera se obtienen las otras dos, quedando de la siguiente manera las dimensiones del prisma:

$$a=53p; b=20p \text{ y } c=15,10p$$

³⁵⁵CAMPOS ARAUJO, A. La obra de Van der Laan y el número de plástico. Artículo, II Congreso Internacional de Matemáticas en la Ingeniería y la Arquitectura, Madrid 2008.



Aplicaciones de las condiciones del nº plástico en la sección trasversal de la nave y planta de la iglesia

11.4.3- Los parámetros geométricos de la bóveda de la nave, del arco principal y de los arcos fajones.

Para el estudio de los trazados se emplea el levantamiento gráfico realizado ex profeso. Se contemplan como referencia las partes del templo en donde se observa un menor número de alteraciones, donde se aprecia un mayor rigor geométrico en la obra realizada en su conjunto y en cada una de sus partes. Esta zona se corresponde con la

cabecera, el transepto y el segundo tramo de crecimiento de la nave que coincide con las puertas laterales de acceso a la iglesia. Es decir, lo que debió ser la primitiva iglesia, antes de su ampliación.

El arranque del trazado de los arcos fajones, que define la geometría la bóveda, se localiza en plano correspondiente con la cara superior de las ménsulas sobre las que se apoyan. A partir de esta cota los sillares del muro se comportan como jarjamentos, formando la curva del arco disponiendo los sillares en voladizo unos sobre otros y labrando la cara del intradós siguiendo la directriz curva del arco, hasta el comienzo de las dovelas propiamente.

En los distintos tramos de la nave, las ménsulas sobre las que se apoyan los arcos, presentan ligeras variaciones de cota respecto a la horizontal una con respecto a otras. De la misma forma, la flecha, definida por la altura en la que se sitúa la clave con respecto a la cota del arranque del arco, se mantiene en cada uno de los tramos y, varía cuando se cambia de tramo en el paso del arco fajón que delimita un tramo del siguiente.

11.4.4- Encuentro entre la bóveda y los arcos fajones.

En la medición realizada se verifica la altura de las distintas claves de los arcos fajones, desde el suelo de la nave hasta la cara inferior del vértice de la bóveda en el encuentro de los arcos, tal como se aprecia en la sección longitudinal de la nave, en la que se define la posición de estas. La altura varía ligeramente una respecto a otra, con la excepción del tramo de la bóveda situada entre los arcos 2 y 3 que la diferencia es de 0,06metros.

La superficie del suelo de la nave se encuentra definida por un plano inclinado con respecto a la horizontal en sentido descendente en dirección al este, hacia la cabecera. La nave presenta una cota de diferencia entre los dos puntos más alejados entre sí de 0,21metros desde el acceso a la nave hasta el primer peldaño del pódium elevado en el que se encuentra el ábside de la cabecera.

Las alturas en las que se sitúan las distintas ménsulas sobre las que descansan los arcos fajones, presentan entre sí unas ligeras variaciones; la más alta se encuentra a 0,10metros con respecto a la menor y se corresponde con el arco fajón número dos. Trazando una horizontal desde la cara superior de la primera ménsula, situada del suelo

de la nave a una altura de 7,95 metros o 34,56p obtenemos las siguientes lecturas a lo largo de los tramos entre arco y arco fajón:

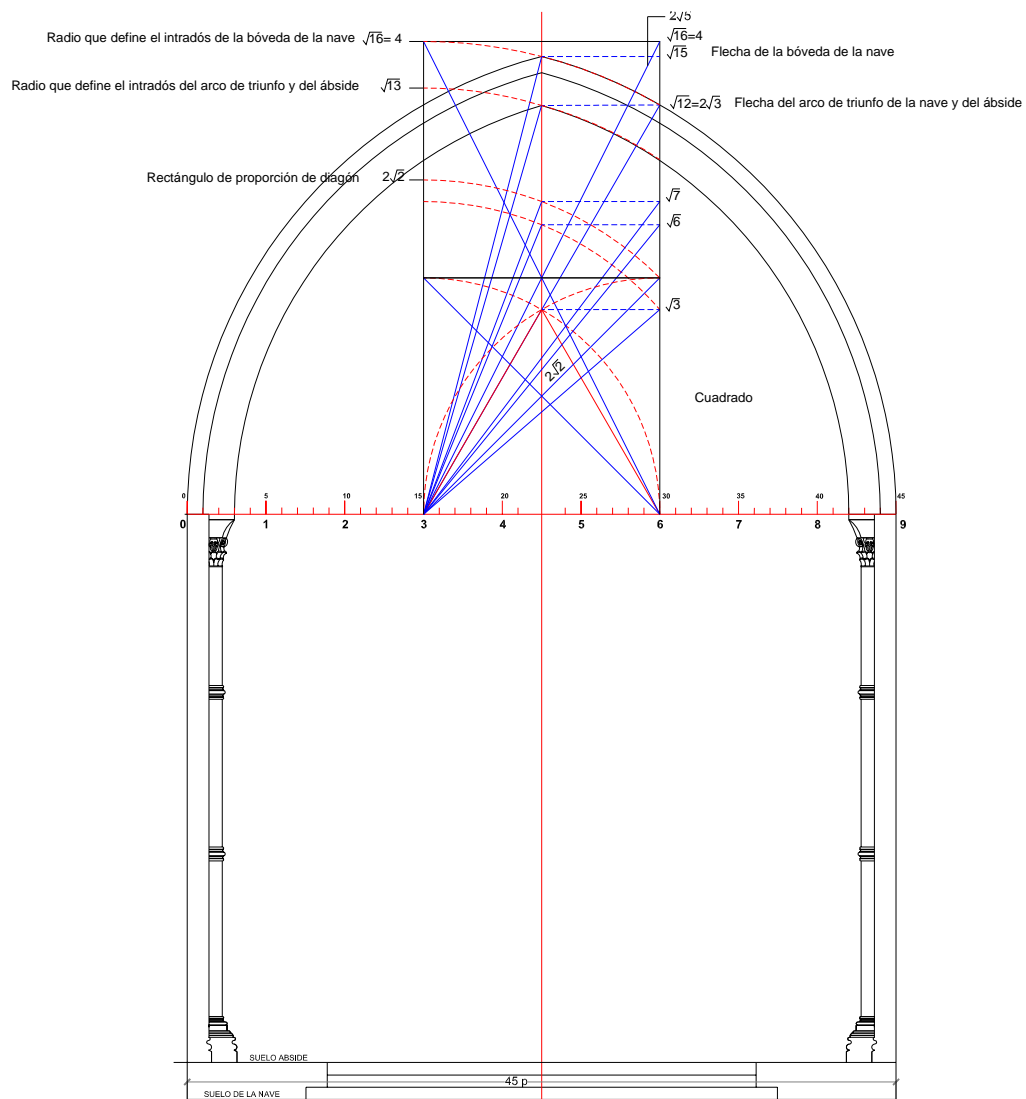
Arco de triunfo	altura de la clave (o flecha)	6,58m -----28,61p
1^{er} arco fajón	cara este (o flecha)	6,58m-----28,61p
	cara oeste	6,50m-----28,26p
2^o arco fajón	cara este (ménsula a +10cm)	6,58m-----28,61p
	cara oeste	6,34m-----27,57p
3^{er} arco fajón	cara oeste	6,40m-----27,83p
	cara este	6,59m-----28,65p
4^o arco fajón	cara oeste	6,50m-----28,26p
	cara este (ménsula a - 5cm)	6,55m-----28,48p
5^o arco fajón	testero final (ménsula a - 5cm)	6,55m-----28,48p

Arco principal o de triunfo.

Se describe métrica y geoméricamente el trazado de la bóveda de la nave en su encuentro con el arco de triunfo en el lado del transepto:

La sección transversal de la nave servirá de base para el estudio. La forma se define por dos figuras: Un rectángulo en la parte inferior y un arco apuntado en la superior.

El cuerpo superior está formado por los arcos de circunferencia con centros situados a dos unidades del arranque sobre la recta horizontal que define la luz. De esta forma trazamos el triángulo de referencia, situando un rectángulo formado por un doble cuadrado de lado la unidad (equivalente a 15 palmos) y haciendo coincidir el punto medio del lado de la base con el punto medio de la luz, 7,5 palmos a cada lado del eje de simetría del rectángulo en vertical. Se traza la diagonal del rectángulo obteniendo el valor de $2\sqrt{5} \times 7.5$ que define el radio del arco de la circunferencia cuya traza coincide con el intradós de la bóveda igual a $\sqrt{16} \times 7.5$ palmos y la flecha es igual a $\sqrt{15} \times 7.5$ palmos. Si prologamos el arco de la circunferencia hasta que corte con el lado del rectángulo, la distancia desde el punto de la intersección hasta el lado inferior nos define la flecha del arco de triunfo y al trazar una horizontal hasta el eje de simetría del rectángulo se constituye el triángulo de referencia de este arco en su intradós con el radio igual a $\sqrt{13} \times 7.5$.



Aplicando sobre la montea del arco principal la figura, del doble cuadrado, se localizan los triángulos de referencia. De esta forma, se pueden definir la dimensión de las partes, en las que se divide la luz del arco principal, trazadas con el compás. Estas equivalen a la mitad de la mitad, unidad es igual a $\frac{45}{3} = 15p$ la mitad será 7,5p. Y, dibujando los triángulos de referencia, que equivalen a los distintos radios, en palmos obtenemos la dibujada superior.



Arco del triunfo

A partir del triángulo equilátero de lado igual a $15p$ se construye mediante el trazado de diagonales una sucesión de triángulos en la que inscribiremos los rectángulos con la base coincidente y la altura la perpendicular al extremo de la base hasta alcanzar el triángulo cuyo lado mayor es igual a $\sqrt{16} = 4$; es decir, el doble de la base. Este valor coincide, con el múltiplo del módulo, $7,5p$, con el radio del arco del intradós que define la bóveda de la nave $30p$. Y, si multiplicamos por $7,5$ la hipotenusa cuyo valor es de $\sqrt{13}$ obtenemos $7,5 \times \sqrt{13} = 27p$ el radio que define la traza del intradós del arco de triunfo. Y, si multiplicamos por $\sqrt{14}$ el módulo de referencia $7,5p$ obtenemos el radio del intradós del arco fajón $28,06 \approx 28p$.

La parte inferior está definida por el contorno de la geometría de un rectángulo limitado por la cara interior de los muros de la nave, el suelo de esta y la recta horizontal que une los puntos extremos de la cara superior de los capiteles troncocónicos sobre los que arranca el arco de triunfo.

Los lados horizontales miden $45p$ y, los verticales $35p$. De esta forma la razón entre las dos distancias se define por el cociente de $45/35$ que equivale a $9/7$.

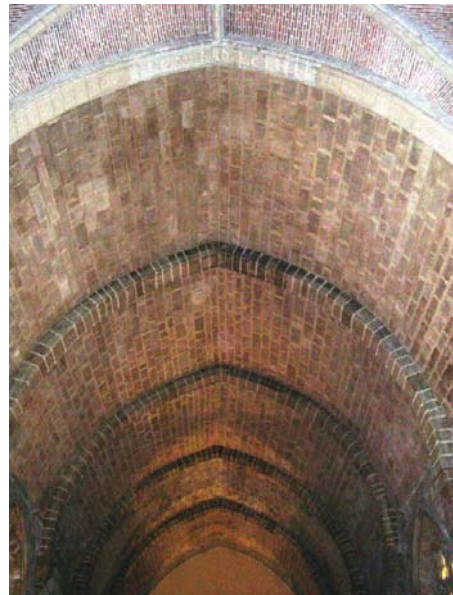
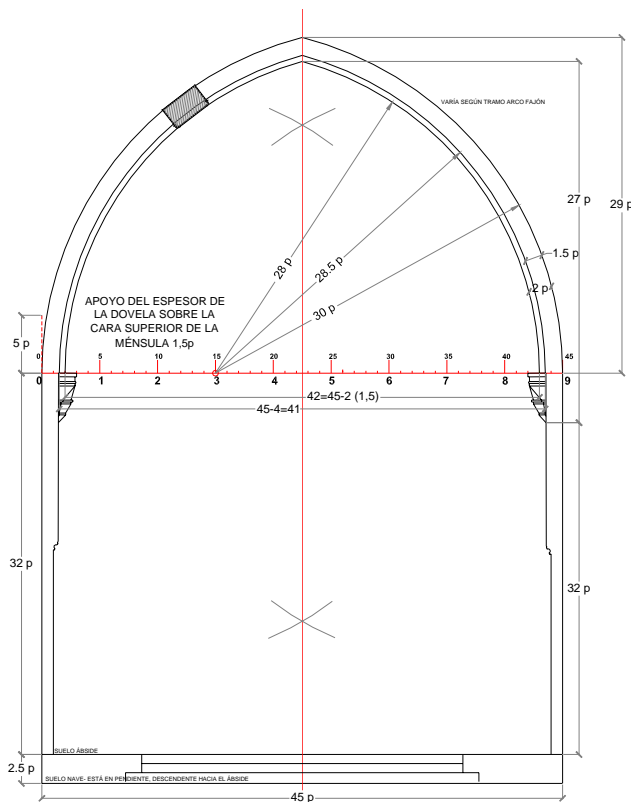
Y, la otra forma geométrica es el arco apuntado definido por el contorno interior de la bóveda en su encuentro con las dovelas del arco de triunfo. La flecha de este arco es de $29p$ definida por la distancia del segmento recto que une los extremos de las caras de los dos capiteles califales en su encuentro con el muro de la nave.

tres cilindros de mármol rosa Valencia delimitados en cada tramo, el comienzo y el final por una moldura a modo de collarín.

Las medidas que definen la altura de la columna adosada son las siguientes:

La altura de la basa de 3p; El fuste se divide en tres tramos, los dos primeros miden 9,75p y el tercer tramo es de 7,5p. El remate formado por el doble capitel de 3p. El diámetro del fuste es igual a 1,10p que equivale a medio codo mozárabe de 0,49m.

Los arcos fajones siguen el mismo trazado que el arco principal con una ligera variación en el espesor de las dovelas



Arcos fajones de la nave central

11.4.5- Las partes que constituyen el ábside.

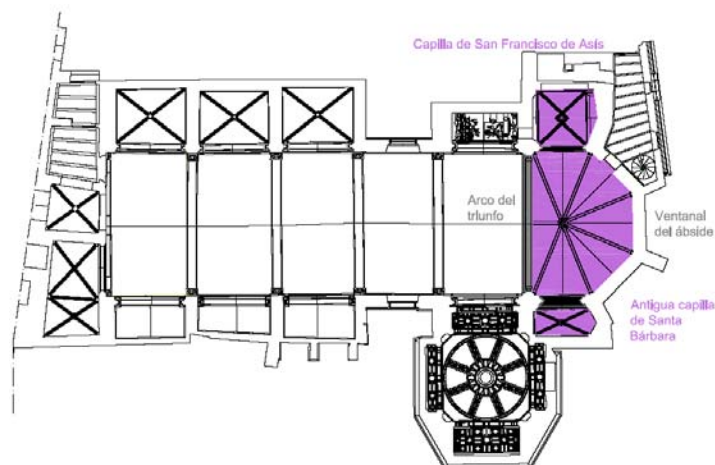
Como se ha comentado la distancia entre los lados opuestos del polígono de ocho lados que define la cara interior de los muros del ábside mide 45,30p y la distancia de la cara exterior que define el polígono del ábside 53p. El espesor del muro sin biseles (los biseles se encuentran a una altura de dos palmos) es de 4p y con biseles de 4,75p respectivamente.

Las diagonales entre las caras opuestas del ábside miden 49p de luz. Luz que se cierra mediante un arco de medio punto de radio igual a 24,5p.



Bóveda del ábside

El diámetro de las columnillas que encontramos situadas en los vértices interiores de la intersección de las dos caras del prisma del ábside mide 0,75p. La altura total incluida la basa y el capitel troncocónico 33,50p. La altura de la basa es de 2,70p y el ancho del fuste 1,75p. La altura del capitel 3p y el ancho 1,5p.



La capilla de San Francisco de Asís.

La luz libre de paso entre las pilastras sobre las que se apoya el arco mide 13p. Y, la dimensión en planta de la capilla es de 18,5p y la profundidad de 18p. La planta es casi cuadrada en la que se reconoce el desplazamiento que modifica el cuadrado del que se parte, en 0,25p a cada lado para resolver la cubrición de la capilla mediante una bóveda de crucería sin clave polar.

El arco de acceso.

El arco de acceso desde el ábside está constituido por un arco apuntado en el que se describe una tracería lobular en su interior coronada en su parte superior con una flor de lis en el vértice. El arco se inserta en un rectángulo de 44p por 16p que se subdivide en dos; la parte inferior que corresponde a las pilastras que reducen ligeramente el moldurado se le circunscribe un rectángulo de 28p de altura y $15+1/2p$ ancho exterior y en el paso libre es de $12+1/2p$.

La pilastra lateral está definida por tres finas columnas que arrancan de basas apoyadas sobre un zócalo recto inferior que recorre el ábside y terminan en tres pequeños capiteles. La pilastra tiene una altura de total incluido el zócalo de $15+1/2p$ el fuste de la columna 9p y el espesor total de las tres columnillas de 1,35p es decir 0,45p por columnilla. El fuste de esta es de 22,5p. La altura de las basas de 2p.

La relación entre la altura total el ancho es de $44/16 = 22/8 = 11/4 = 2.75$; la altura total sin incluir el zócalo de 42p y la relación con el ancho total obtenemos $42/16 = 21/8 = 2.625$.

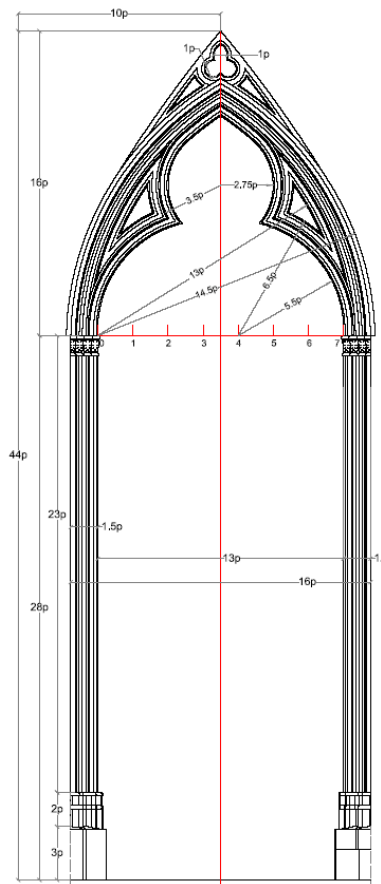
En el caso del rectángulo inferior la altura es de 28p y el ancho 15,5p que aproximamos a 16p se establece la relación $28/16 = 14/8 = 7/4 = 1.75$; Si no se contempla el zócalo la relación que se estable entre alto y ancho es de $26/16 = 13/8$; El polígono superior es un cuadrado de 16 x 16p en el que se puede inscribir un triángulo isósceles de las siguientes dimensiones:

$$C_1 = 16, C_2 = 8; \sqrt{16^2 + 8^2} = \sqrt{320} = 17.88p$$

El trazado de los arcos extremos tiene su centro en los vértices inferiores del rectángulo y el radio es igual a 16p. A este arco se le puede inscribir un triángulo isósceles de lado igual a: $C_2 = 8, H = 16, C_1 = \sqrt{16^2 - 8^2} = 13.85p$

En el interior y tangente a este triángulo se encuentra la traza del arco lobulado-flameado formado por una circunferencia de 5,5p con centro en el eje a 11,5 sobre la base del triángulo y otros dos arcos superiores con centro a la misma altura situados en los extremos del diámetro a ambos lados a 5,5p y tangentes al anterior se cortan en el vértice formando la llama o flameado. En la parte inferior de este lóbulo se forma dos arcos abiertos en la tangente con el lóbulo superior situados los centros sobre la horizontal a 28,5p y a una distancia del extremo igual al radio de 5p.

El rectángulo de la planta de la capilla de acceso previo a la cámara oculta está definida por las siguientes dimensiones 17,30p de profundidad y 15p de anchura.



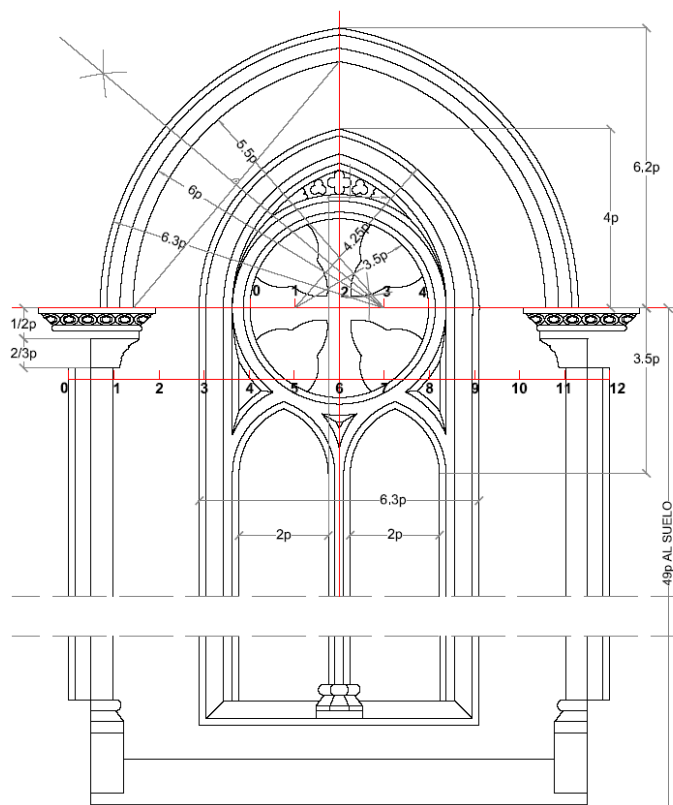
Arco frontal de la capilla de San Francisco de Asís

El espacio de esta capilla está constituido por la prolongación de dos contrafuertes, el orientado al norte perpendicular al sentido de crecimiento de la nave y el primero que corresponde al giro situado en la intersección de las dos primeras caras del polígono de $\pi/4$. La forma se aproxima a un cuadrado con las inclinaciones del lado este. Las diagonales parten el espacio a 45° y los nervios que constituyen la bóveda de crucería,

se desplazaron $0,25p$ a cada lado, para evitar que los nervios se cruzasen en el centro y formar así, una trenza cuadrada sin clave polar. Los arcos formeros se definen por la altura del lado más corto, el centro los centros se encuentran en la intersección de la diagonal. La solución constructiva de los nervios es un anillo constituyendo una bóveda de crucería genuina.

El ventanal del centro del ábside.

Este ventanal se encuentra situado en el lado central que cierra el prisma octogonal del ábside de la cabecera prolongación del eje de la nave, la base se encuentra a $16p$ del suelo del mismo, posee una altura de $39,5p$ y un ancho de $12p$, la dimensión de los dos vanos traslucidos cerrados por alabastro son de $2p$, los paños laterales ciegos miden $2p$. Las columnillas laterales poseen un diámetro de $0,5p$ y una altura de basa es de $2p$. La columna central del parte luz también posee $0,5p$ de diámetro y la altura de la basa es igual a $0,5p$.



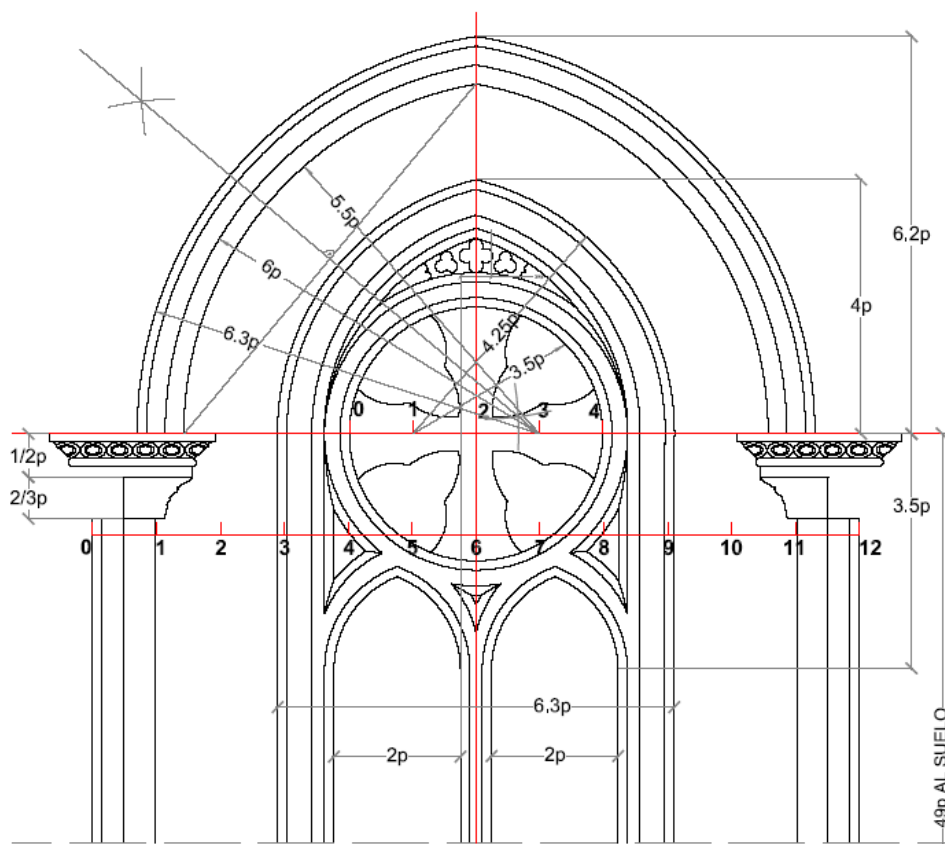
Ventana central de ábside



El rosetón central posee un diámetro de $0,92m$ es decir $4p$ y el centro se encuentra a una distancia de la cara inferior de $32,6p$.

La altura del centro del rosetón respecto el suelo del ábside es de 11,27m que equivale a 49p y, que coincide con la longitud del diámetro de la circunferencia primera a partir de la cual se desarrolla el trazado de la planta.

El espesor del muro sobre el que se encuentra el ventanal es de 4p. El ventanal se desarrolla en bajo relieve sobre el muro de fábrica, delimitado por un rectángulo con las siguientes dimensiones; 12p de ancho total del vano y una altura del primer cuerpo hasta el arranque del arco de 32,5 que aproximamos a 32p; La razón entra ambas es $32/12 = 16/6 = 8/3 = 2.6$. Sobre el que se levanta un arco apuntado de luz igual a 2,47m que equivale a 10,75p y de radio igual a 6,50p una relación de $10.75/6.5 = 1.6$. El hueco del ventanal se encuentra compuesto por un rectángulo esbelto de altura, 30,80p y de ancho 6,35p. Estableciéndose una relación de $30.80/6.30 = 4.8$ y un arco apuntado de luz de 6,5p y radio 4p. Y una relación de $6.5/4 = 1,6$. La dimensión del diámetro del rosetón define el ancho del ventanal y que a su vez se encuentra enmarcado por un rectángulo de 30p de altura y 4p de ancho. El arco superior cierra la luz con un arco de radio también de 4p.



Detalle del ventanal central del ábside

El diámetro del rosetón se divide en 4 partes y se toman 3 para situar el centro de los arcos apuntados de cuarto punto que cierran el ventanal. La altura del friso superior al capitel coincide con la altura del centro del rosetón de 49p desde el suelo del ábside.

La antigua capilla de santa Bárbara.

El arco de acceso posee una luz igual a 11p. Las dimensiones de la capilla sin considerar las pilastras laterales del arco de acceso son de 9p por 18p de de ancho relación de 1/2.

El arco de acceso está formado por dos cuerpos el inferior se inscribe en un rectángulo que partiendo desde el suelo hasta la cara superior del capitel de 28p y de 15p de ancho. Si de la altura se descuenta el zócalo perimetral de 2,30p, la altura será de 37p, y la razón entre ambas dimensiones de $37/15 = 2.466 \approx 2.4142$. El segundo cuerpo está formado por el arco apuntado, cuyo centro se sitúa a 2p de la parte superior del primer cuerpo, superponiendo un rectángulo de 11p de ancho por 2p de altura. El centro se encuentra en los extremos de este segundo rectángulo.

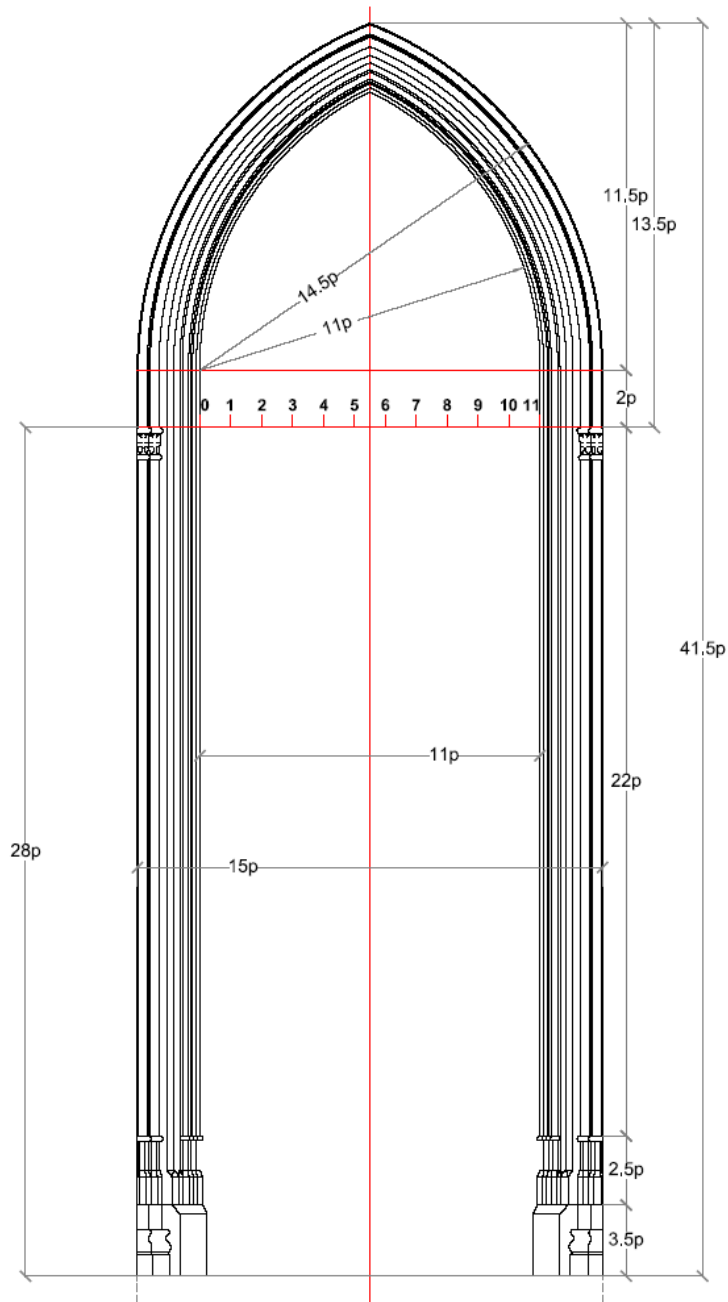
En el que podemos inscribir un triángulo isósceles de las siguientes dimensiones:

El triángulo menor

Base 11p; Altura 9,2p;

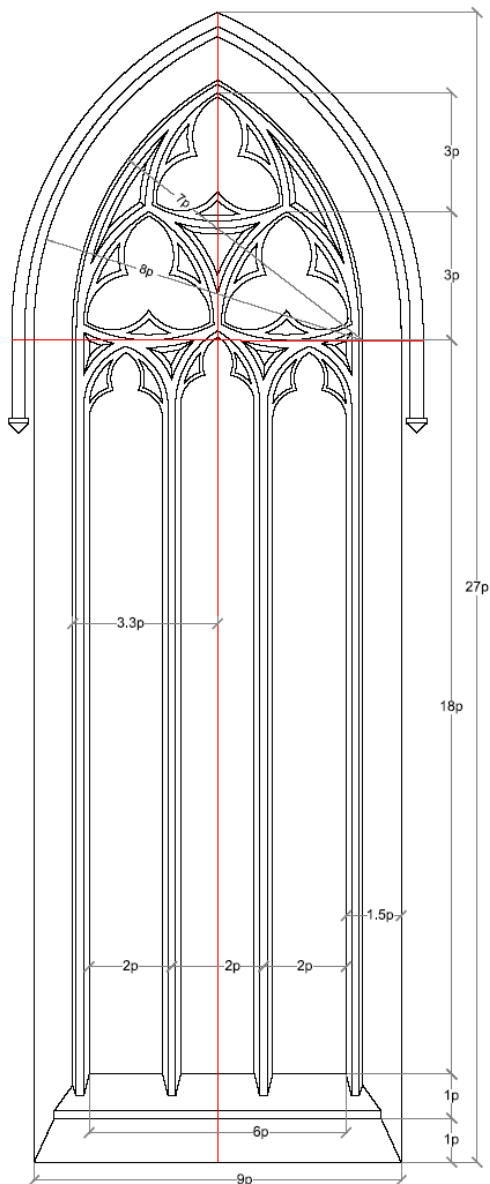
El triángulo mayor

Base 15p; Altura 13,8p; Lado 15,7p;



Arco de acceso de la antigua capilla de Santa Bárbara

Esta capilla posee un ventanal tripartito con tracería gótica similar a los ventanales del cimborrio de la catedral de Valencia.



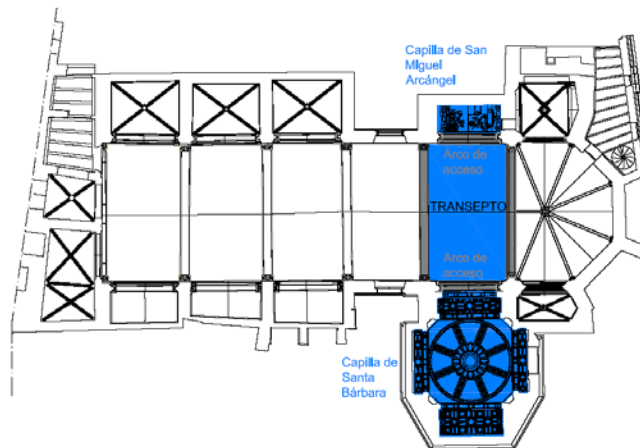
Ventana sur de la antigua capilla de Santa Bárbara

Este se puede dividir en dos cuerpos; el inferior inscrito en un rectángulo de 8p de base por 18p de altura. $18/8 = 9/4 = 2.25$; el cuerpo superior corresponde a un arco apuntado de luz 8p y altura 8,5p en el exterior y en el interior de 7p por 6p de altura.

El arco apuntado posee una base o luz de 7p y un radio de 7p y con los centros situados en los extremos de la base o luz. El arco exterior posee una luz de 9p y el radio de 8p cuyo centro el mismo que el anterior arco.

La ventana es tripartita, cada parte mide 2p con un ancho total de 6p y una altura de 18p. La parte superior se compone por tres triángulos equiláteros curvilíneos iguales donde se inscribe la figura de un trébol de tres hojas.

11.4.6- Frente de los arcos de las capillas del transepto.



La capilla de San Miguel Arcángel.

La capilla presenta un arco apuntado que arranca de pilastras cilíndricas. Este frente, recayente sobre la nave, se puede descomponer en dos cuerpos el inferior correspondiente a las pilastras hasta la imposta de donde comienza el arco que constituye el segundo cuerpo.

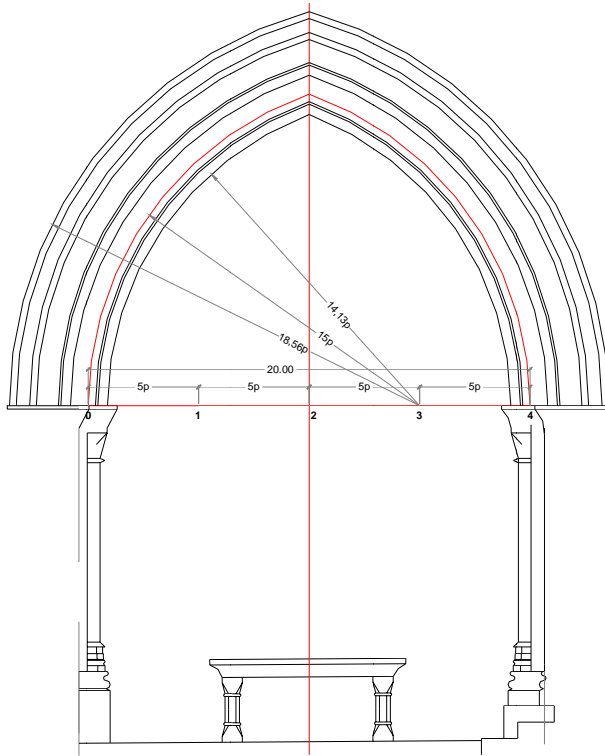
Este cuerpo se inscribe en un rectángulo de 16p de altura por 20p de ancho con la siguiente relación; $20/16 = 5/4 = 1.25$. El cuerpo superior está compuesto por un arco apuntado moldurado de doble dovela. La primera corresponde a la interior y posee una altura de 2p y la segunda con imposta de 3p. La luz del arco es de 18p y el centro se encuentra a 2,99metros que equivale a 13p y la flecha es de 12,5p. Estableciéndose una relación de $18/13 \approx 4/3$.

A los arcos siguientes les corresponde las dimensiones de 22p de luz para el arco formado por el radio con centro en la misma luz de 15p y 28p de luz para el arco formado por un radio de 18p en el mismo centro y con una flecha 17,2p.

El interior de la capilla está compuesto por un rectángulo en planta de 20p ancho interior por 10p, desde la pilastra hasta el fondo, es decir una relación de $20/10 = 2/1$.

La profundidad de la capilla desde la nave incluyendo la pilastra es de 12,5p. Las columnas adosadas poseen un diámetro de 1p y se levantan sobre una base de 2p de altura y zócalo de 3p. El capitel posee una altura de 1,40p y la imposta de 1p. La altura del fuste es de 8p.

El interior está compuesto por dos cuerpos: El primero es un prisma rectangular de 20p de ancho por 10p de profundidad por 26p de altura. Con una relación en la planta de $26/20 = 13/10$. El otro cuerpo está compuesto por una bóveda de cañón apuntada de base igual a 20p y los arcos poseen un radio de 15p con el centro situado a 15p de los extremos de la luz con una relación de peralte de $4/3$.



Arco frontal transepto de la capilla de San Miguel Arcángel

La capilla de la Adoración de los Magos.

De esta capilla, actualmente desaparecida, solo se conserva el arco frontal de acceso, pues fue desmontada para levantar la actual capilla dedicada a Santa Bárbara de estilo barroco y ejecutada en el siglo XVII. Se trata de un frente igual al de la capilla de San

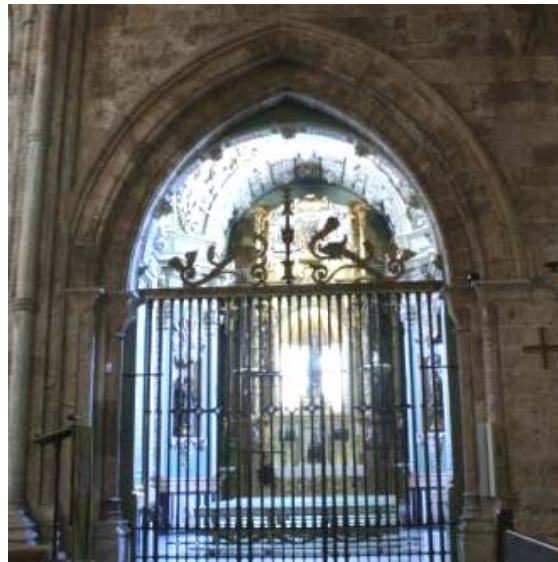
Miguel. Entre ambas capillas delimitan el tramo de transepto o primer tramo de crecimiento de la nave.

La capilla barroca de Santa Bárbara.

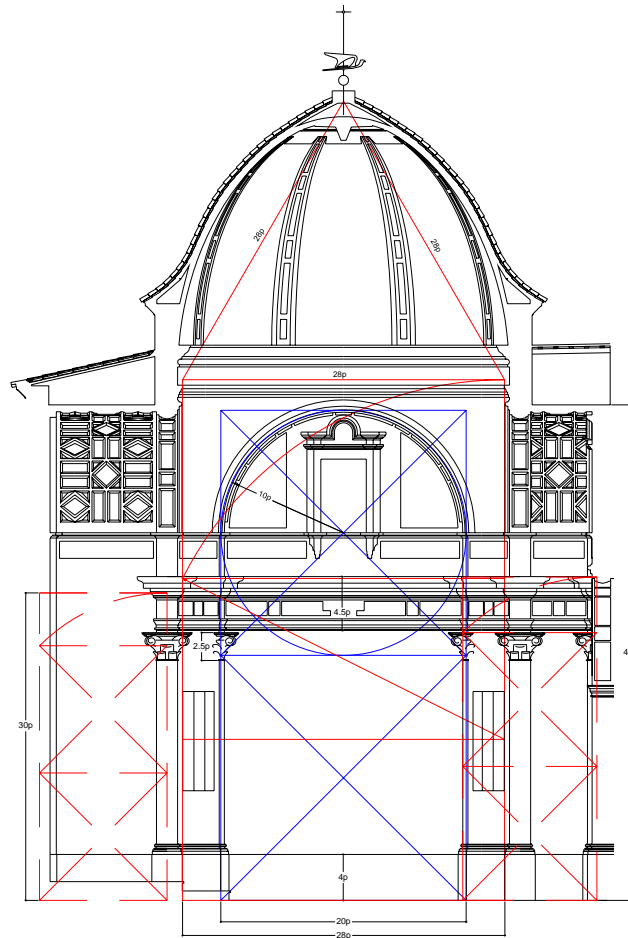
Se trata de una capilla cuyas proporciones en planta se correlacionan directamente con las elevaciones, presentado una composición clásica de gran sencillez.

En la sección longitudinal aparece en el cuerpo central un primer rectángulo de proporción 1 de base por 2 de altura en el que se puede circunscribir los espacios que conforman los brazos de la cruz definidos en la planta. Este espacio central es definido por un prisma de planta cuadrada, lado igual a 2, y altura $4\sqrt{3}$, sobre el que se levanta la cúpula en la que se inscribe un triángulo equilátero.

Los prismas adosados que definen los brazos se inscriben en el prisma de planta 1 / 2 (ancho / largo) y altura igual a $1 + \sqrt{2} = \theta$. La cúpula se levanta sobre un tambor de reducida altura. La directriz del arco que define el desarrollo de la cúpula es apuntada y el centro se encuentra situado en la cara inferior del tambor.



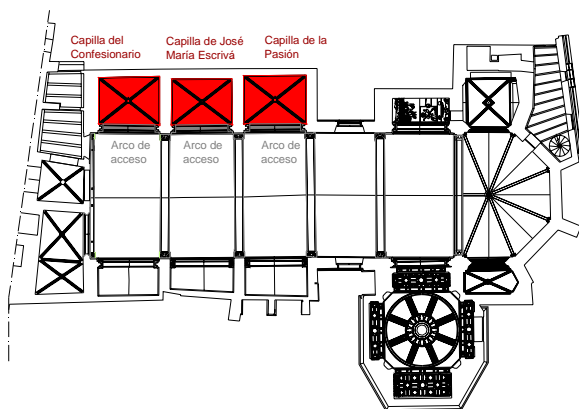
Arco de acceso a la capilla de Santa Bárbara



Sección vertical

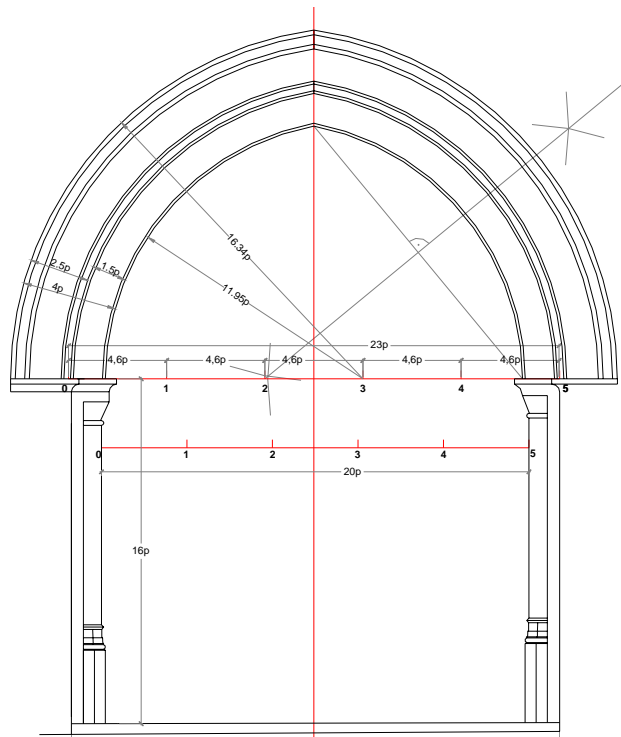
Como se aprecia en el cuerpo central, dibujado en color rojo, se halla un rectángulo cuyos lados se encuentran en relacionados en función de φ , lado menor 28 y $45,3 \frac{45,3}{28} = 1,618$.

11.4.7- El frente de los arcos de las capillas del lado norte de la nave (lado del Evangelio).



Capillas del lado norte (lado del Evangelio)

Capilla de la Pasión (1ª capilla del lado del Evangelio).



*Arco de acceso a las capillas del lado norte (lado del Evangelio)
y de la capilla del Calvario (lado de la Epístola junto al testero)*

La planta es rectangular de 22,5p de ancho por 18p de profundidad pilastra recta de 2palmos de anchura sobre la que se apoya una columna de 1p de diámetro.

El arco recayente a la nave presenta doble dovela como la capilla de San Miguel. El cuerpo inferior se inscribe en un rectángulo de 15,5p de altura por 20p de ancho, que responde a la luz del primer arco. El cuerpo superior está compuesto por dos arcos: el primero con una luz de 20p y radio de 12p con centro situado a 6 partes de la luz. Al dividir 10 partes de 2p cada una resulta un peralte de $10/6 = 5/3 = 1.6$. El siguiente arco posee una luz de 24p y radio de 14p con la misma posición del centro.

La distancia entre los ejes de los contrafuertes que delimitan la capilla es de 26,50p y el espesor de los mismos es de 4 p.



Arco de acceso a la capilla de la Pasión

Capilla de San Josemaría Escrivá de Balaguer (2ª capilla del lado del Evangelio).

Esta capilla es una copia de la anterior, en la que varía ligeramente la dimensión del fondo en planta compuesto por un rectángulo de 22p de ancho y 17p de profundidad obteniendo una relación de $22/17 = 1.3$.

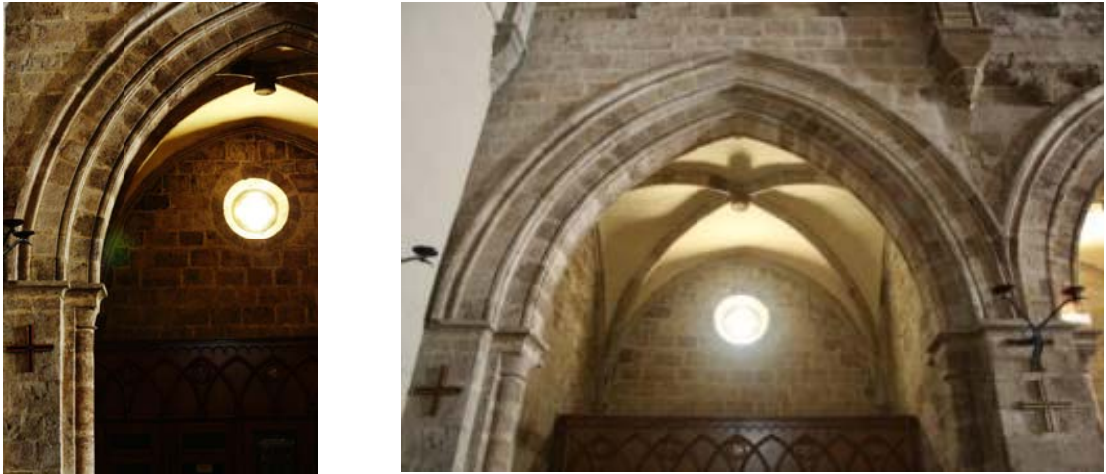
La ventana interior de la capilla situada sobre el eje en el muro posee una altura de 8p y una anchura de 3p. Este es el único detalle de composición que varía de una capilla a otra.



Arco de acceso a la capilla de San Josemaría Escrivá de Balaguer

Capilla del confesionario (3ª capilla del lado del Evangelio).

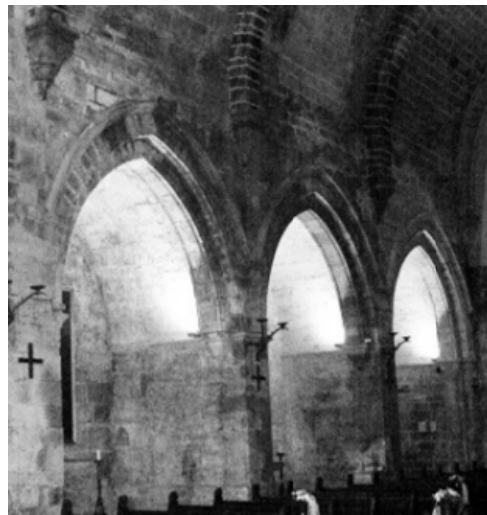
La planta es idéntica a la anterior y el frente de la nave se encuentra ligeramente deformado con respecto a su trazado salvo ligeros ajustes se corresponde con el definido para la primera capilla.



Arco de acceso a la capilla del confesionario

11.4.8- El frente de los arcos de las capillas del lado sur de la nave (lado de la Epístola).

Se trata de tres capillas que presentan el frente interior a la nave definido por arcos apuntados. En la primera y en segunda, los arcos arrancan sobre ménsulas apoyadas en las caras laterales de los contrafuertes y la tercera arranca sobre capitel y pilastra adosada del mismo modo que los frentes de las capillas del lado norte. Las tres capillas se cubren con bóveda de cañón apuntada.



Capillas del lado sur (lado de la Epístola)

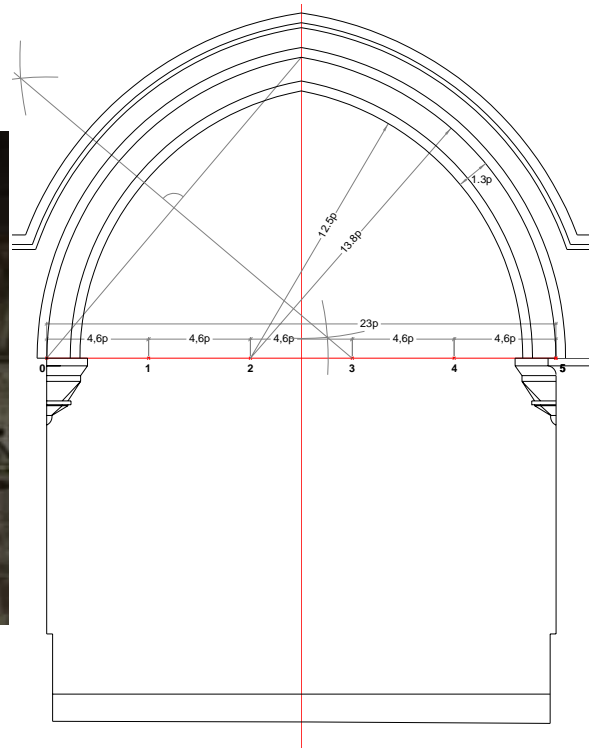
Capilla del Cristo de la agonía (1ª capilla de la Epístola).

Esta capilla es de planta rectangular de 10,50p de profundidad por 22,25p de anchura con una relación de $22.25/10.50 \approx 22/10 = 11/5 = 2.2$. Y, respecto a las dimensiones exteriores se corresponden con 11p de profundidad y 26,5p entre eje de contrafuertes $26,5/11=2,41 \cong 1 + \sqrt{2}$

La luz interior del primer arco es de 20p y el radio 12p lo que da una relación $20/12 = 10/6 = 5/3$. La bóveda interior de la capilla posee una luz de 22,25 y un radio de 14p con el centro situado a 3 partes de los extremos de la luz.



Arco de acceso a la capilla del Cristo de la Agonía



Arco frontal de la capilla del Cristo de la agonía y de la capilla de San Pedro

Capilla de San Pedro (2ª capilla del lado de la Epístola).

Es igual a la anterior con frente a la nave con arco de doble dovela con una anchura total de 3,5p suma de las alturas de las dos dovelas 2p para la interior y 1,5p para la exterior.

El cuerpo inferior es un rectángulo de 23,25p de ancho y 15,20p de altura con una relación teórica igual a la anterior de $23/15 = 1.53$.

El segundo cuerpo se corresponde con el arco apuntado de luz igual a 20p y un arco apuntado de radio igual a 12p. Responde al mismo trazado que el anterior arco.

La bóveda es de cañón apuntado sobre una planta trapezoidal de dimensiones teóricas iguales que la anterior capilla, las desviaciones responden a preexistencias constructivas y no compositivas.

Capilla del calvario (3ª capilla del lado de la Epístola).

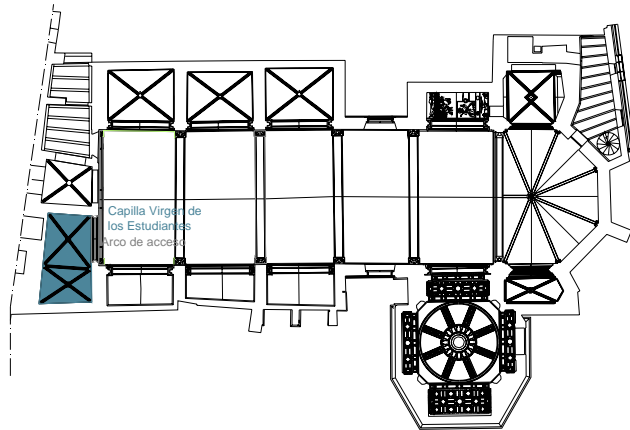
El primer cuerpo del frente a la nave se inscribe en un rectángulo de 22,80≈15p de anchura y 15,00p de altura; $23/15 \approx 1.533$. La ménsula tiene una altura de 3p. El segundo cuerpo es un arco con doble dovela de 3,4 de espesor total. Se apoya sobre una luz de 20p de longitud y el radio que define el arco es de 12,00p, el centro se encuentra situado a 6 partes de las 10 del total de la luz respecto a los extremos. La flecha es de 12,20p. El radio mayor es de 15,40p y la luz de 26,80p de lo que se obtiene una relación de $10/6 = 5/3$.

La planta es de forma rectangular, la longitud igual a 22,8p aproximadamente 23p y la profundidad de 14,30 aproximadamente 14p. El arco que traza la bóveda posee una luz de 23p y un radio de 14p y el centro está situado en la sexta parte de 10 en la que se divide la luz que es de 23p. De ello se obtiene un radio de 13,8 aproximadamente 14p de valor del radio situado a una distancia igual a $6/10 = 3/5$ del extremo de la luz.



Arco de acceso a la capilla del calvario

11.4.9- El frente del arco de la capilla de la Virgen de los Estudiantes.



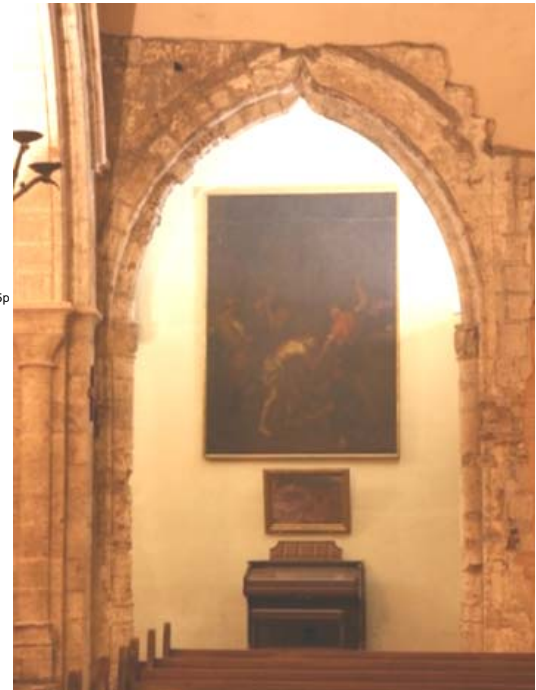
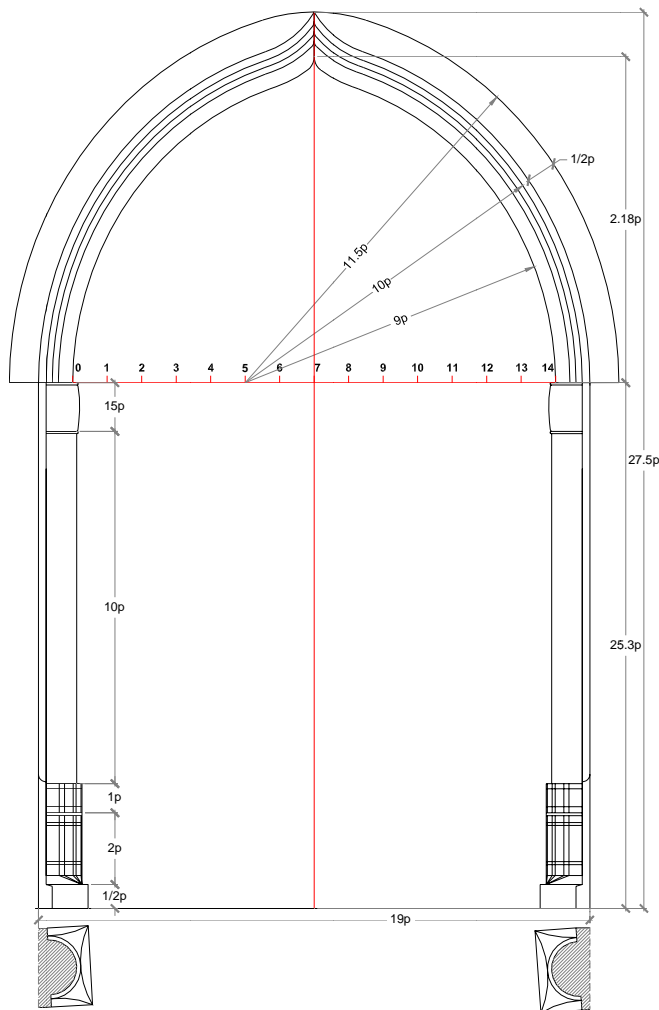
Capilla de la Virgen de los Estudiantes

La capilla del testero está dedicada a la Virgen de los estudiantes y fue sufragada por la familia Mascarell. Presenta una planta rectangular, dividida en dos cubiertas con bóveda de crucería con nervatura formada por arcos de medio punto de piedra apoyado sobre ménsulas empotradas y arcos apuntados los formeros y perpiaños.

Se trata de arco apuntado ligeramente flamígero en la clave. La composición del arco se aproxima al de tercio punto. La distancia de la luz es de 14p y el radio del arco del exterior es de 12p con el centro situado a 9p de los extremos de la luz.

La pilastra semicircular sobre la que arranca el arco presenta un fuste de 10p de longitud y 1,5p de diámetro.

El capitel posee una altura de 1,5p y la basa 3p de altura. El zócalo presenta una altura de 0,5 por una base de 2p.

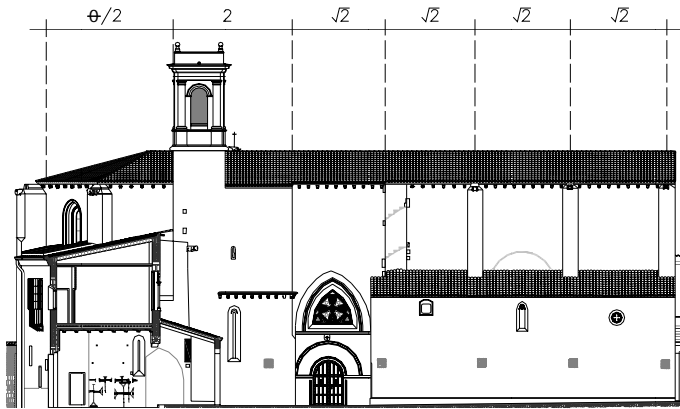


Arco de acceso a la capilla de la Virgen de los estudiantes

11.4.10- Los alzados norte y sur de la iglesia.

Las dos fachadas presentan la misma composición respondiendo a las trazas de la planta. Se manifiesta los contrafuertes de apoyo de los arcos fajones dibujando 5 rectángulos seguidos de 26,5p de ancho por 64p de altura dispuestos uno al lado de otro.

En la fachada norte la altura de la línea de canchillos se corresponde con la longitud del frente 7,20p por 5,10p con una relación de $\sqrt{2}$ es decir un rectángulo diagonal.



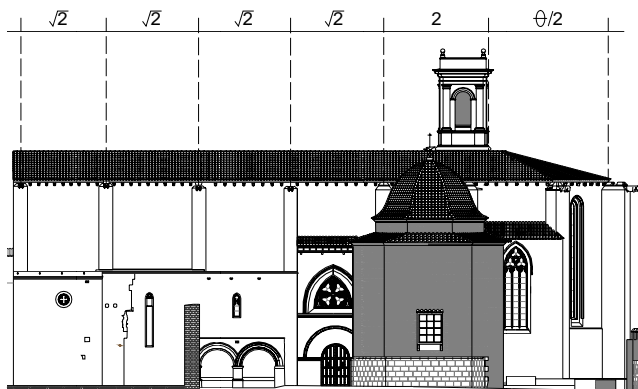
Alzado norte



Fotografía patio norte

El frente de la fachada compuesta por el cierre de las capillas y la nave delimitada por los contrafuertes en donde encontramos tres cuadrado de $\sqrt{2} \times \sqrt{2}$ entre los contrafuertes.

Teniendo en cuenta que el suelo de los patios se ha ido elevando a lo largo de los siglos, por lo que se puede considerar que el suelo de los accesos de la iglesia estuviera a 46cm es decir 2p con respecto al actual según se ha verificado en las mediciones realizadas durante las campañas arqueológicas.



Alzado sur

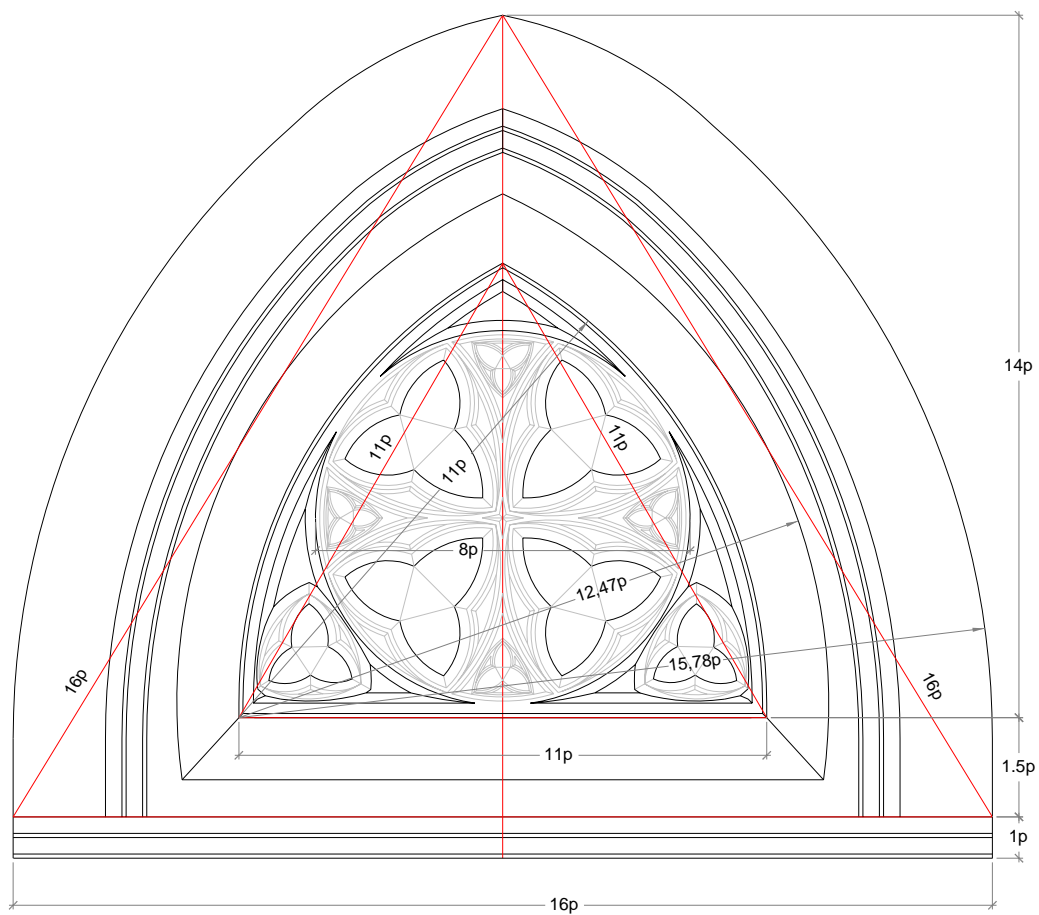


Fotografía del exterior del patio sur vista de la iglesia al fondo

Detalle del rosetón sobre la portada del acceso norte.

El arco exterior del rosetón situado sobre el acceso norte a la nave es un arco equilátero de base y radio igual a 16p, como se verifica al inscribir un triángulo equilátero de lado igual a 16p. El arco interior, también equilátero de lado igual a 11. En este se encuentra

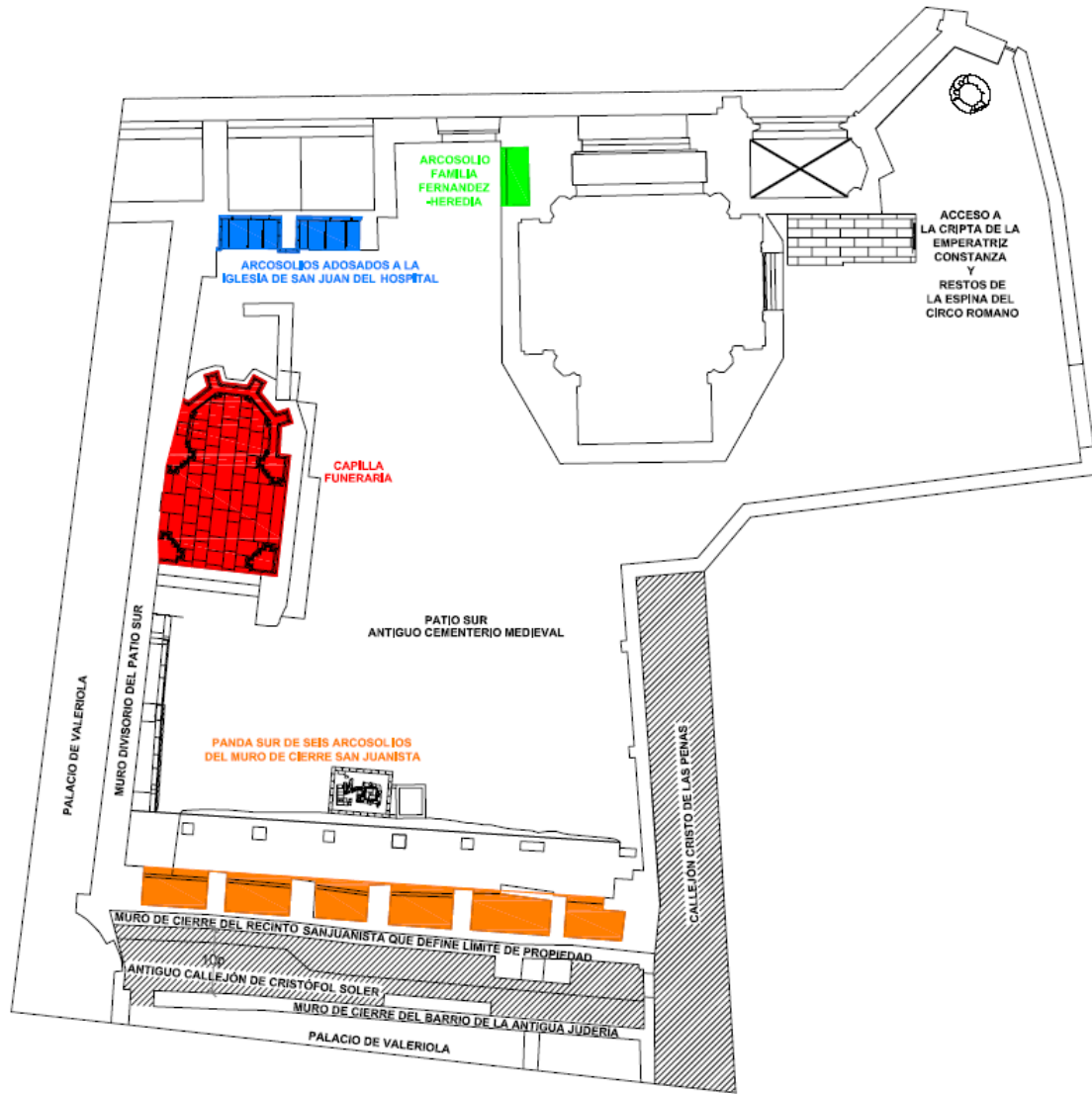
inscrito el rosetón propiamente de 8p de diámetro y sobre el que se traza la cruz de cuatro puntas emblema de la Orden, mediante una composición de arcos equiláteros formando cuatro dibujos con tres hojas cada una.



Trazado del rosetón situado sobre la portada del alzado norte

11.4.11- Los frentes de los arcos de las estructuras funerarias del patio sur:

Antiguo cementerio medieval-siglos XIII y XIV.



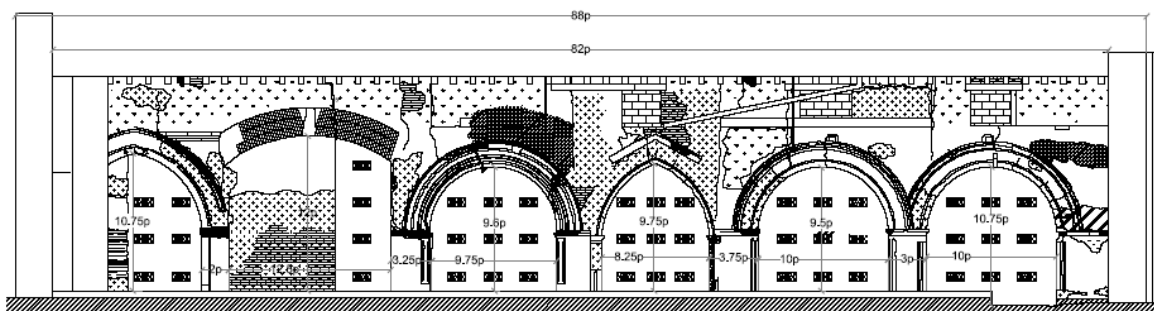
Patio sur

11.4.11.1- El frente de la panda sur de los arcosolios adosados al muro del recinto.

La panda de arcosolios se encuentra en la parte sur del cementerio adosada al muro de cierre que define el límite de la propiedad de San Juan que discurre paralelo al antiguo callejón de Critófol Soler. Esta panda de arcosolios tiene una longitud de 82p entre los muros que delimitan el patio sur, colindante por su parte oeste con el palacio de Valeriola y con el callejón del Cristo de las penas por el lado este.

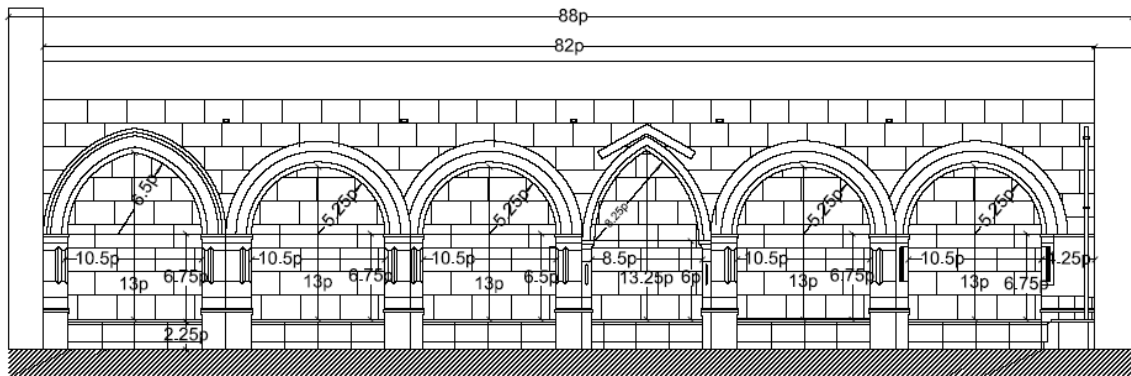


Esta panda de seis arcosolios está formada por tres arcos de medio punto, dos arcos apuntados y un arco rebajado. Los arcos de medio punto son de aproximadamente 10p de luz y 10p de altura, los dos arcos apuntados son de distinto tamaño: uno de luz 8.25p y 9.75p de altura y el otro de altura 10.75p se encuentra parcialmente embebido en el muro de dirección norte-sur que delimita el linde este del patio sur. Los machones o pilastras entre arcos tienen aproximadamente 3 palmos.



Panda sur de seis arcosolios del muro de cierre de San Juan (Estado actual)

En la actualidad existe un proyecto ya aprobado para la restauración de esta panda de arcosolios, el estado previsto de la propuesta es el que se muestra a continuación.



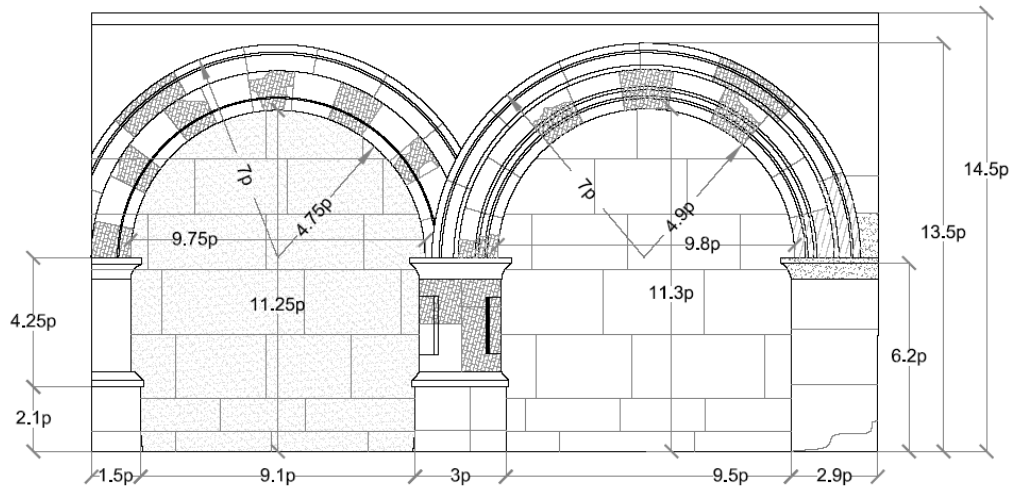
Panda sur de seis arcosolios del muro de cierre de San Juan (Propuesta de restauración)

11.4.11.2 -El frente de dos arcosolios adosados a la iglesia.

La panda de arcosolios adosada a la iglesia de San Juan del Hospital en su fachada sur está formada por dos arcos de medio punto de 9.8 y 9.75p de luz con una altura de 11.3p; los machones son de 3p de anchura por 6.2p de altura, los arcos cuentan con una altura total de 13.5p.

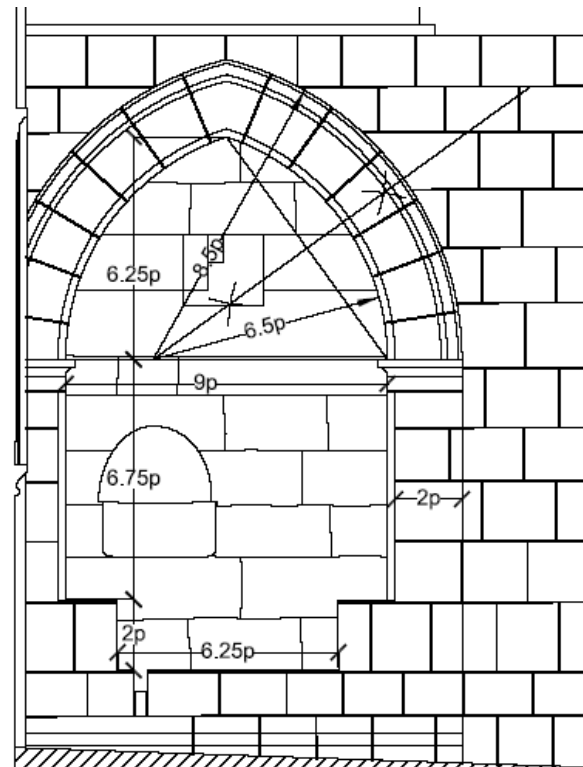


Arcosolios adosados a la iglesia



11.4.11.3- El frente del arcosolio de la familia del gran maestre Fernández Heredia.

El arcosolio de la familia Fernández-Heredia es un arco apuntado de 9p de luz y 6.75p de altura sobre unos machones de 2p de ancho. Este arco se encuentra adosado a la cara oeste del exterior de la capilla de Santa Bárbara.

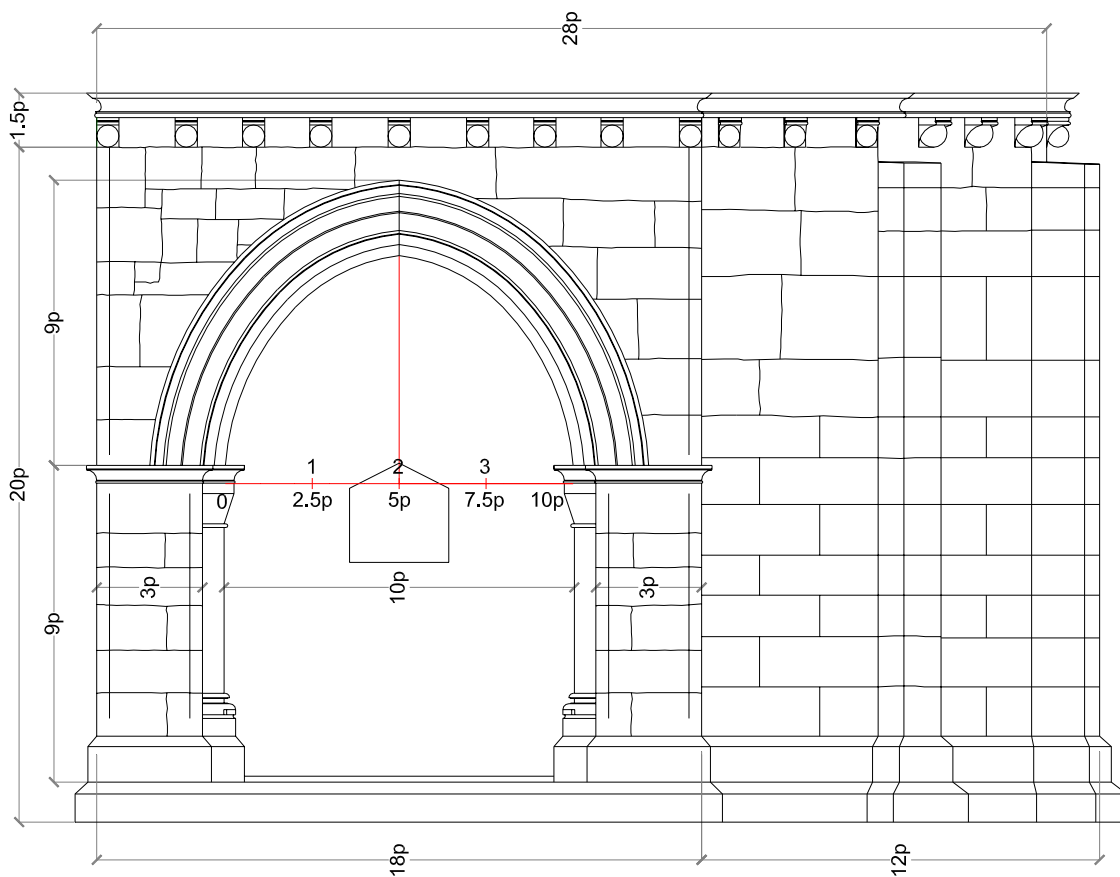


Arcosolio de la familia Fernández-Heredia)

11.4.11.4- El frente de los arcos de la capilla funeraria.

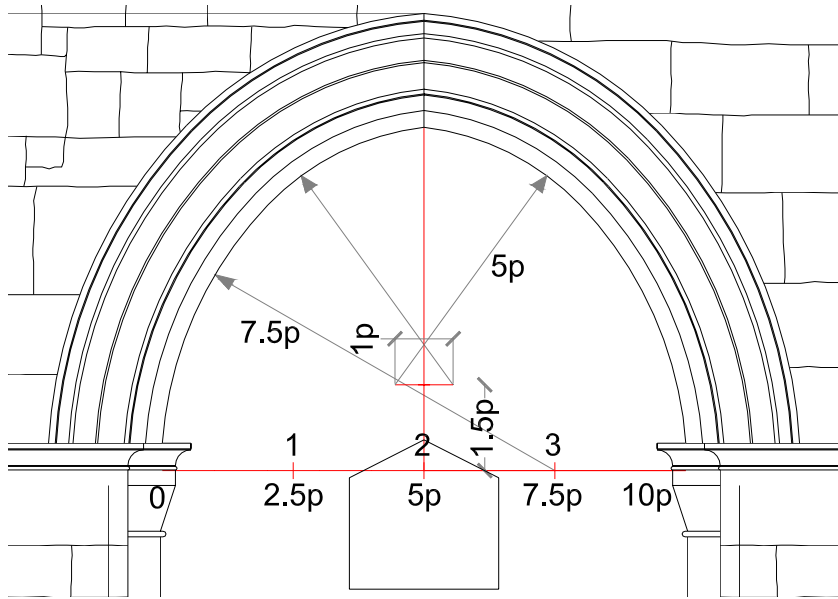
Se trata de una capilla orientada norte-sur que en la actualidad se encuentra adosada sobre un muro divisorio del antiguo cementerio situado al oeste.

Está formada por un crucero de proporciones próximas al hexaedro de 18p de lado, rematado por un frente de canchillos coronados perimetralmente por una cornisa moldurada. La cabecera o ábside es de planta octogonal de la misma altura que el crucero.

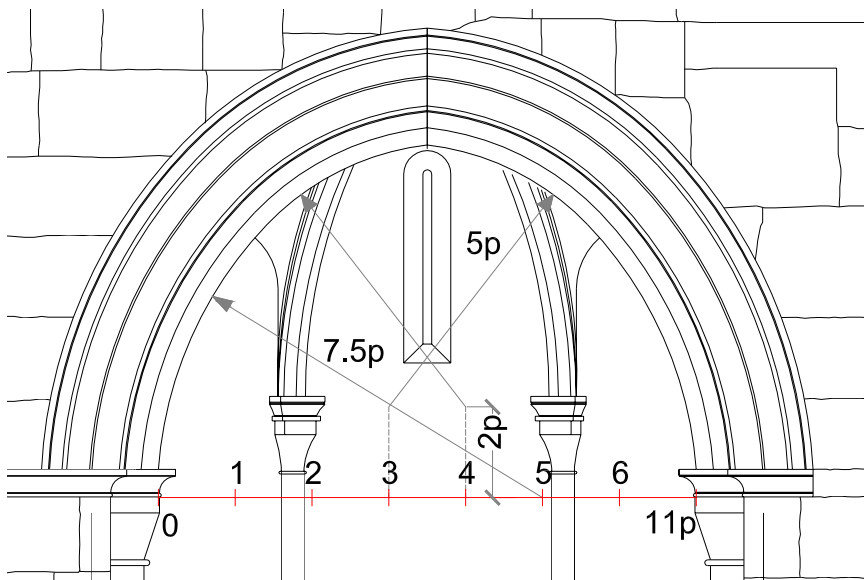


Vista este de la capilla funeraria

Los arcos que definen los frentes del crucero poseen un trazado singular. El arco del crucero que se encuentra en el alzado este presenta una luz de 11p y el que se encuentra situado al sur de 10p.



Arco frente oeste



Arco frente sur

12- CONCLUSIONES

12.1- Exposición de las conclusiones.

Preliminar.

Desde tiempos remotos se ha creído en la existencia de una proporción privilegiada, es decir, una sucesión numérica que consiguiera la armonía y la concordia entre las partes y el conjunto, que estaría presente en la construcción bien hecha.

Con este mismo sentir se continuó en la Edad Media, en el Renacimiento, con los matices e inquietudes propias de cada época, se continuó buscando en el valor del número, en la geometría y en las proporciones antropométricas el valor intrínseco de la belleza aplicada a la arquitectura.

En sintonía con estas creencias, Van De Laan,³⁵⁶ a mediados del segundo tercio del siglo pasado, logró demostrar la existencia de un número que genera propiedades matemáticas de las que se deriva la creación de un sistema general de normas y tamaños, basándose en las culturas antiguas. Se proponía redescubrir los fundamentos, volver a los orígenes para reconocer la arquitectura.³⁵⁷ Así trató de descubrir el modo que permitiera construir un orden artificial lógico que sea semejante al natural, compatible con él, que lo refiera y lo complete.

En primer lugar.

Se ha comprobado que se trata de una construcción racional y eficiente con un sistema de elementos estructurados, en el que el edificio, dibujado y replanteado de acuerdo a la metrología original, se ha revelado con unos valores exactos y racionales, cargados de lógica geométrica desde el primer momento. Se ha podido verificar que la unidad empleada como patrón de medida, para la concepción y construcción del edificio fue el palmo valenciano de 23 cm.

A la vista de los resultados, se puede plantear como necesario para redactar un Estudio Previo sobre un bien edilicio declarado de interés histórico-artístico conocer el análisis del sistema de medidas empleado en su construcción, el trazado de su planta, el de las montañas y plantillas, de tal manera que se garantice la conformidad de las actuaciones de conservación y recuperación.

³⁵⁶ FERLENGA, A Y VERDE, P. Le opere, gli scritti de Dom VAN DE LAAN, HANS El espacio arquitectónico. Ed. Electa. Milano, 2001.

³⁵⁷ VAN DE LAAN, H. Line Ander the of its mesasure. Ed. Naos libros. Madrid 2004.

En segundo lugar.

Se ha podido establecer las hipótesis de los trazados teóricos desarrollados en el diseño de la composición de la iglesia. La geometría de la planta, trazada con regla y compás, tiene su origen en la composición del ábside, según las propiedades derivadas del polígono regular de ocho lados.

Se ha podido comprobar también cómo se sirvió el maestro de obras, para lograr el control métrico de un esquema previo, el octograma romano, para el desarrollo de la iglesia. Que teniendo en cuenta, las vicisitudes sufridas en vida del edificio, se pueden considerar como mínimas las desviaciones encontradas en la obra ejecutada con respecto al trazado teórico.

Así mismo, el trazado regulador de las elevaciones o montees de los distintos elementos de las estructuras que cubren la nave y los que dan acceso a las capillas del templo se corresponden con las proporciones dinámicas derivadas a partir del rectángulo de base 1 y altura $\sqrt{3}$.

Se entiende la geometría como *la máquina productora de la forma, la geometría fabrorum* a través de la cual se define el organismo arquitectónico, se funde en un mismo momento el proceso de diseño, la composición, la forma y la función estructural, como resultado de un proceso de transformación y recepción del contenido inherente a la geometría.

La geometría define matemáticamente la metamorfosis del proceso del quehacer arquitectónico de la forma del templo de San Juan del Hospital de Valencia.

Y así, se ha podido comprobar, que a lo largo de las distintas etapas de la evolución constructiva del templo, tanto en los sucesivos tramos en los que fue creciendo la nave, como en las distintas fases en el que se han ido ampliando las capillas laterales, se ha conservado el trazado regulador original del ábside. Los maestros que intervinieron en las distintas épocas, mantuvieron el trazado regulador y lo aplicaron adaptándolo según las necesidades del momento. Es en la planta de la nueva capilla de Santa Bárbara, proyectada por el arquitecto Pérez Castiel, en donde es más patente. Castiel, debió comenzar dibujando, midiendo y analizando el ábside de de la iglesia hasta conocer su trazado y después, partiendo de determinadas circunferencias y polígonos auxiliares emplearlo en la composición de la nueva capilla.

Por otro lado, se ha logrado verificar que los trazados más empleados para cerrar espacios o abrir los frentes de paso a las capillas ha sido el arco de punto tercio para el principal, los fajones y la bóveda; el de cuarto y quinto punto para los frentes de las capillas laterales de la nave; y, el arco equilátero para los frentes de las capillas del ábside, los ventanales y los rosetones situados sobre las puertas. Así, se ha podido

demostrar, que ha sido la geometría del triángulo equilátero la que ha gobernado el trazado de las montañas.

Y por último, se ha confirmado que la composición de la imagen de los alzados, norte y sur, manifiesta la geometría de la planta.

En tercer y último lugar.

Se ha podido verificar, que el trazado de la iglesia de San Juan responde al regulado por la geometría del Octograma y como a continuación se expondrá, establece un modelo de iglesia basado en este trazado, ábside poligonal, una sola nave con capillas laterales.

Reconocidas las iglesias que se mantienen en pie en el centro histórico de la ciudad, se han seleccionado seis por su mayor afinidad con la iglesia de San Juan del Hospital, por la proximidad de la fecha de construcción y por su estado de conservación (de manera que se pudiera reconocer la forma de la cabecera y la secuencia de crecimiento de la nave en la documentación gráfica consultada) para ser comparadas geométricamente con la iglesia de San Juan.

Se ha considerado por claridad, no incorporar al estudio las iglesias que presentaban diferencias notables derivadas de las actuaciones posteriores a su fundación, como sucede en la de San Esteban Mártir en el que el ábside es semicircular y no se posee documentación de la forma primitiva; Tampoco se incorpora las que su planta no respondía a la de una nave rectangular, como es el caso de San Martín, que presenta una planta trapezoidal. Y las iglesias en las que el inicio la construcción se realizó después de los primeros años de la toma de la ciudad, iniciado el XIV, como fue el caso de la iglesia de la Santísima Cruz.

Tampoco se incluye, la iglesia de Santa Catalina, pues posee tres naves y girola, y no responder al modelo que sea planteado.

En la ciudad de Valencia y coincidiendo con el mismo momento del comienzo de la construcción de la iglesia de San Juan, encontramos un edificio, modelo paradigmático, en el que se aplica el trazado regulador octogonal: La iglesia catedral. Esta, se levanta sobre los restos de la mezquita mayor de la ciudad. El ábside principal del altar mayor, el cimborrio del crucero, la torre de campanario y la bóveda de la capilla del Santo Cáliz se definen a partir de la geometría del octógono regular y, nos recuerda a muchas iglesias y catedrales construidas en la misma época; como la catedral de Tarazona, la catedral vieja de Lérida, la catedral de Teruel, la catedral de Huesca, la iglesia de Utebo, etc....

La metropolitana de Valencia responde a un programa que excede el planteamiento del estudio y no se incluye entre las iglesias que se analizan.

Los templos elegidos para el estudio son las siguientes:

La iglesia del Salvador, la de San Nicolás y San Pedro mártir de Verona, la de los Santos Juanes del Mercado, la iglesia San Juan del Cruz, la iglesia del monasterio de la Santísima Trinidad y la iglesia del antiguo convento de San Agustín.

A partir de estas premisas se ha realizado un estudio previo sobre esquema del trazado en el que se ha podido comprobar que se aplicó el *Octograma* como modelo para su desarrollo.

El modelo de trazado desarrollado en la Iglesia de San Juan aplicado a otras iglesias del centro histórico.

A continuación se presenta las iglesias seleccionas para su estudio:



El Lugar en el que se indica la iglesia de San Juan se realiza en color azul y el de las otras iglesias en color rojo. Se han grafiado los límites de los recintos amurallados de la época romana, el recinto árabe, el barrio de la judería y el recinto cristiano posterior y más amplio.

Los documentos gráficos que han servido como base para el estudio de los trazados han sido obtenidos en la Dirección General de Patrimonio Arquitectónico de la Generalitat Valenciana y que se relacionan a continuación:

- El levantamiento de la iglesia de San Agustín de Valencia del análisis inicial realizado por el arquitecto José Manuel Dapena Alonso en Octubre de 1987

-El levantamiento de la iglesia de San Agustín de Valencia del informe inicial realizado por los arquitectos José Monfort Lleonart y Eugenio Abdilla Muera en abril de 1999.

-El levantamiento de la iglesia de San Nicolás y San Pedro del Estudio Previo realizado por el arquitecto Carlos Campos González en noviembre de 1996.

- El levantamiento de la iglesia del Real monasterio de la Trinidad en Valencia del Proyecto de restauración de las cubiertas, reposición de pavimentos y limpiezas de muros y bóvedas, realizado por el arquitecto José Luis Leno en diciembre de 1981.

- Los levantamientos de las iglesias de San Juan de la Cruz³⁵⁸, de los Santos Juanes y la del Salvador, han sido consultados en los archivos de la Dirección General de Patrimonio Arquitectónico, según versión de los arquitectos Soler Verdú, Estelles Ceba y Gómis Igual.

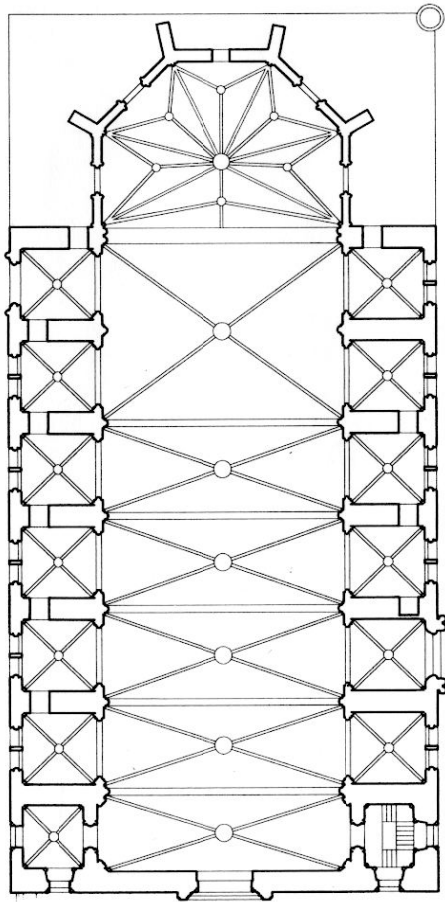
Todos estos planos de levantamiento se realizaron para la redacción de proyectos de intervención parciales o estudios previos sin la finalidad de realizar un estudio métrico y se ha trabajado con copias y fotocopias.

Se comprobó “in situ” el valor de determinadas magnitudes, no obstante los documentos base, pueden poseer ciertas diferencias con la realidad. Por ello, queda abierta la posibilidad de precisar los trazados planteados con nuevos levantamientos más precisos realizados *ex profeso*.

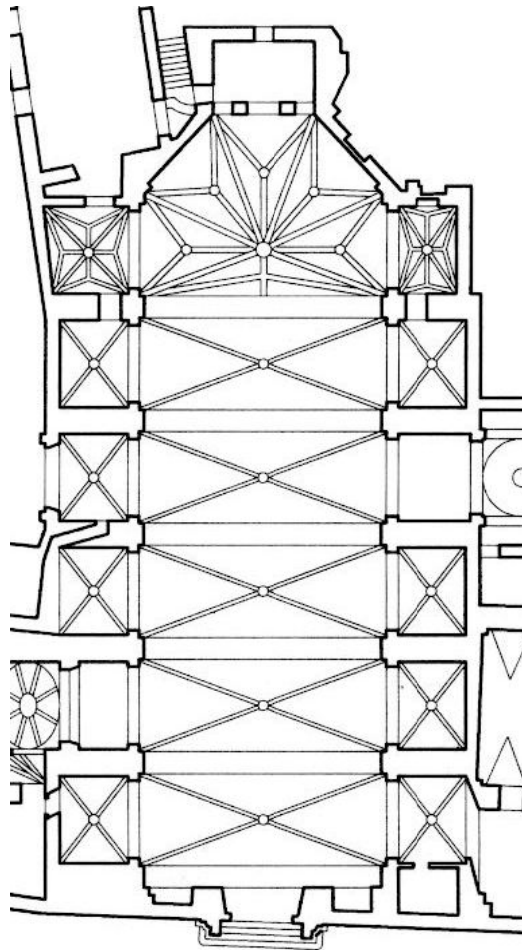
La iglesia de San Agustín es la única con las fábricas originales vistas. Las otras iglesias analizadas se encuentran recubiertas sus fábricas por actuaciones realizadas en estilo barroco, lo que imposibilita fijar magnitudes de las fábricas primitivas.

³⁵⁸ Estudios recientes conforman su origen gótico y que fue construida en los primeros años tras la conquista sobre una antigua mezquita (de los que solo quedan vestigio la torre) fue totalmente reformada en el siglo XVII en estilo barroco. Aún así, se ha considerado por su sencillez y claridad incluirla en el estudio.

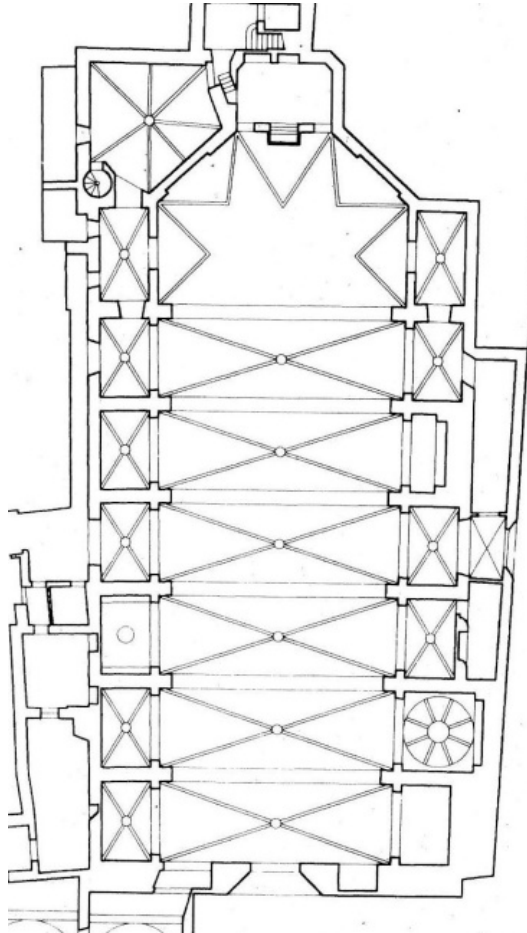
San Agustín



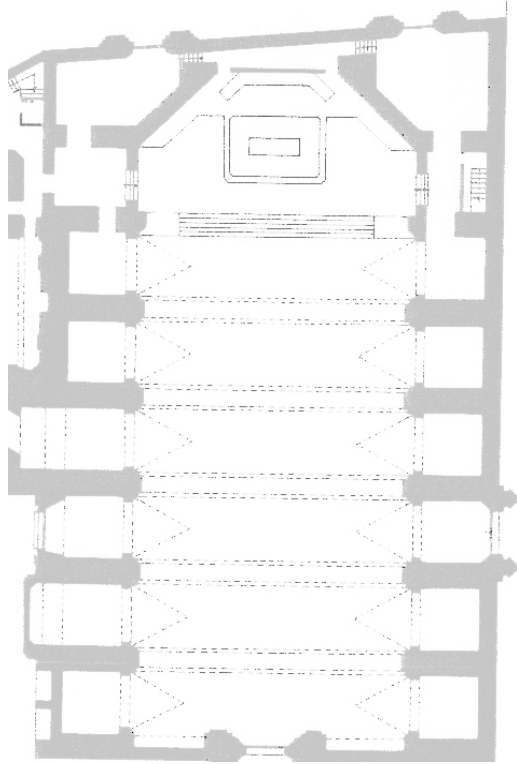
San Nicolás de Bari



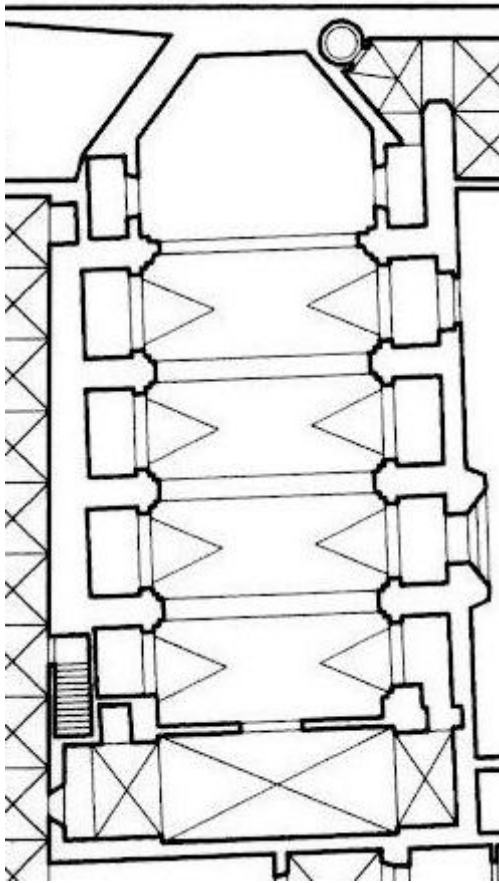
San Juan de la Cruz



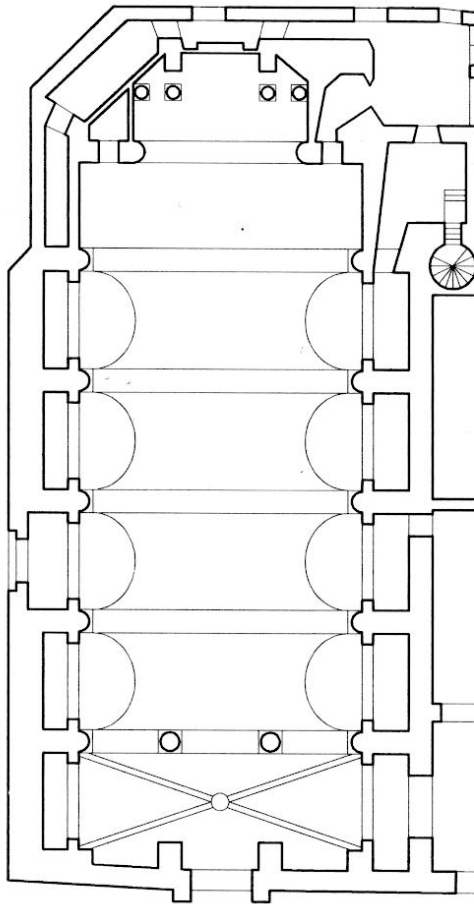
Santos Juanes



Iglesia del monasterio de la Santísima Trinidad



Iglesia del Salvador



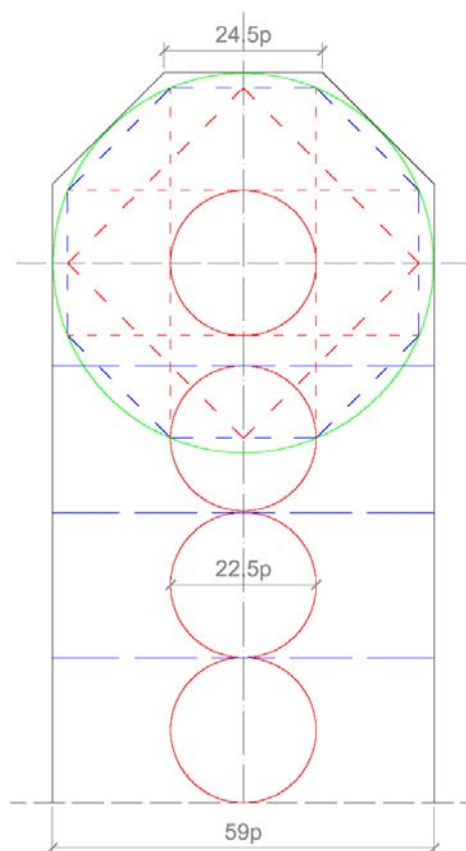
A continuación se detalla las hipótesis de los esquemas del trazado:

Todas responden a un diseño basado en la geometría del octógono y todas cuentan con una ley de la secuencia de crecimiento próxima en su dimensión.

La iglesia de **San Agustín** pertenecía al antiguo convento de Agustinos fundado hacia 1272. La iglesia cuenta con una sola nave con siete tramos de crecimiento más la cabecera, cubierta por una bóveda nervada entre arcos apuntados apeados en ménsulas.

La nave de la iglesia tiene 59p de ancho interior (a) entre muros, cuenta con cabecera de forma octogonal. La ley de crecimiento b, definida por una circunferencia de diámetro 22.5p que se halla por la expresión $b = \frac{a}{2\lambda} = \frac{59}{2 \times 1.3065} = 22.5p$. La dimensión del lado del octógono interior (L_8) es de 24.5p y viene definido por la expresión $L_8 = \frac{a}{\theta} = \frac{59}{2.4142} \approx 24.5p$. El espacio entre contrafuertes es 22.5p, determinado por el diámetro de la circunferencia que genera la ley de crecimiento (b).

El centro de la circunferencia que define el inicio de la ley de crecimiento de la nave se encuentra situado en el punto del eje longitudinal de la iglesia coincidente con el vértice inferior de un cuadrado inscrito en el octógono interior.

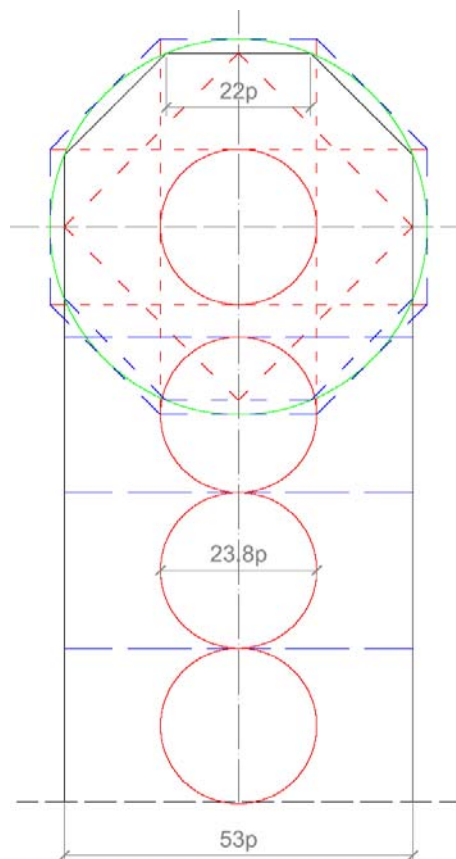


Hipótesis de trazado de la Iglesia convento de San Agustín

La iglesia de **San Juan de la Cruz** establecida en el siglo XIII sobre una antigua mezquita, es una iglesia de nave única con cabecera poligonal y cinco capillas situadas entre los contrafuertes. La nave está cubierta con bóveda de crucería y el ábside con bóveda estrellada. La iglesia cuenta con un total de cinco tramos de crecimiento más la cabecera. Reconstruida completamente en el siglo XVI.

La nave de la iglesia de $53p$ de ancho interior (a) entre muros, cuenta con cabecera de forma octogonal, la ley de crecimiento b (23.8) se define por la expresión $b = \frac{a}{\lambda^3} = \frac{53}{1.3065^3} = 23.8p$, parámetro que a su vez define el espacio entre contrafuertes. La dimensión del lado del octógono interior (L_8) es de $22p$ y viene definido por la expresión $L_8 = \frac{a}{\theta} = \frac{53}{2.4142} \approx 22p$.

El centro de la circunferencia que define el inicio de la ley de crecimiento de la nave se encuentra situado el punto del eje longitudinal de la iglesia coincidente con el vértice inferior del cuadrado girado 45° e inscrito en el octógono que establece el ancho interior (a).



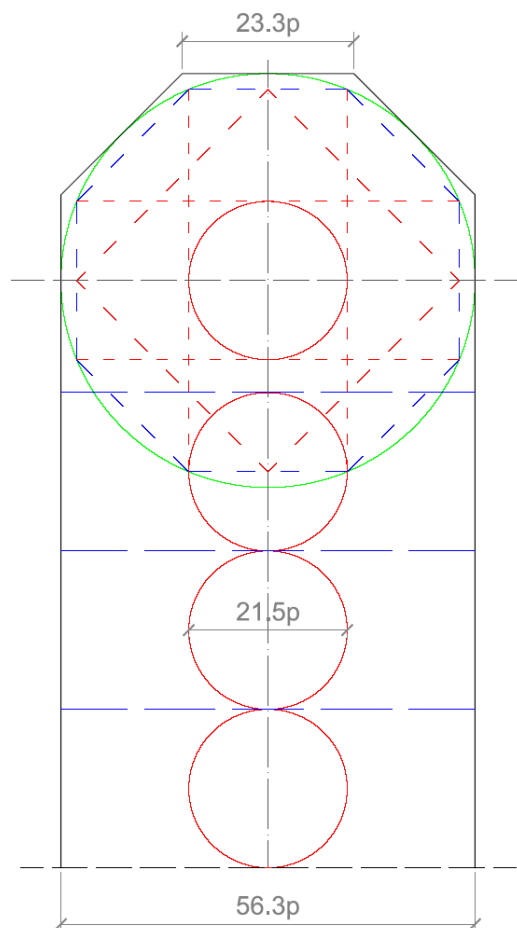
Hipótesis de trazado de la Iglesia de San Juan de la Cruz

La iglesia de **San Nicolás y San Pedro mártir de Verona** se erigió en 1245. La nave está cubierta con bóveda de nervadura gótica. La iglesia cuenta con un total de seis tramos de crecimiento más la cabecera. Se remodeló completamente en el siglo XV-XVI.

La nave tiene un ancho interior (a) entre muros de 56.3p, con el ábside octogonal, la ley de crecimiento b (21.5p) se define por la expresión $b = \frac{a}{2\lambda} = \frac{56.3}{2 \times 1.3065} = 21.5p$, parámetro que a su vez define el espacio entre contrafuertes.

El lado del octógono interior (L_8) de 23.3p está definido por la expresión $L_8 = \frac{a}{\theta} = \frac{56.3}{2.4142} = 23.3p$.

Al igual que en la iglesia de San Agustín el centro de la circunferencia que define el inicio de la ley de crecimiento de la nave se encuentra situado en el punto del eje longitudinal de la iglesia coincidente con el vértice inferior del cuadrado inscrito en el octógono interior y girado 45°.

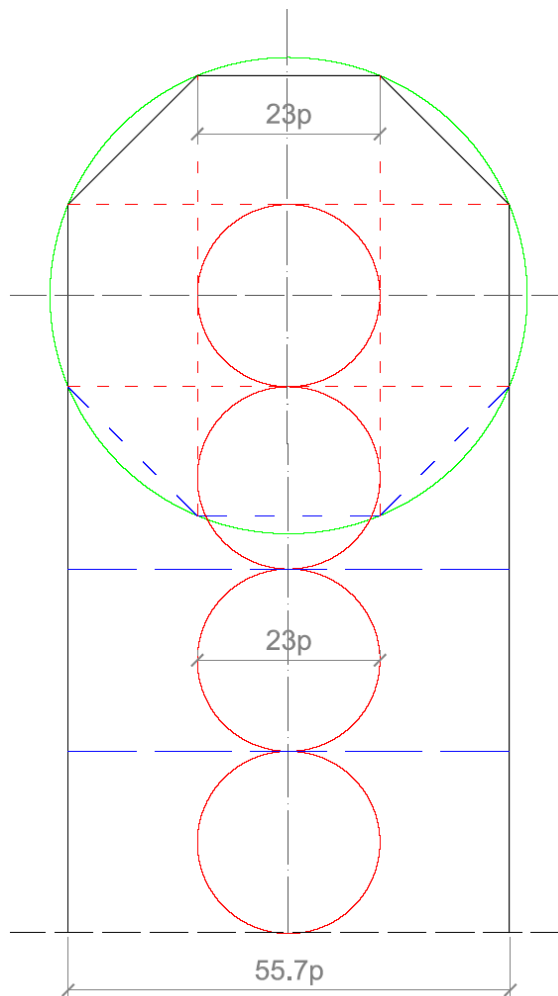


Hipótesis de trazado de la Iglesia de San Nicolás y San Pedro

La iglesia **del Salvador**, de finales del siglo XIII o principios del XIV, cuenta con una sola nave con cinco tramos de crecimiento más la cabecera.

La nave de la iglesia tiene 55.7p de ancho interior (a) entre muros, cuenta con cabecera de forma octogonal. La dimensión del lado del octógono interior (L_8) es de 23p y coincide con el valor de la ley de crecimiento b (23p) relacionada con el ancho interior a por la expresión $b = \frac{a}{\theta} = \frac{55.7}{2.4142} = 23p$.

La ley de crecimiento viene definida por la concatenación de circunferencias tangentes de diámetro b, a lo largo del eje longitudinal de la nave. Dicho valor de 23p es coincidente con el valor L_8 del octógono interior.

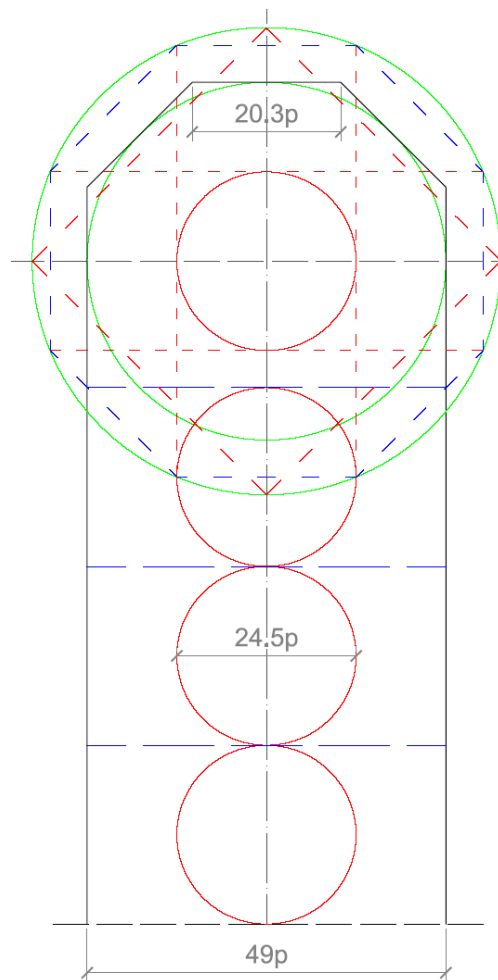


Hipótesis de trazado de la Iglesia del Salvador

La iglesia del monasterio de **La Santísima Trinidad** establecida en 1256 está cubierta con bóveda de cañón y arcos fajones sobre pilastras, remodelado en el siglo XV, por Sor Isabel de Villena abadesa, y entre el 1695-1700 se cubrió toda su superficie con ornamentación barroca.

La nave tiene un ancho interior (a) entre muros de 49p, con el ábside octogonal. La ley de crecimiento b (24.5p) se define por la expresión $b = \frac{a}{2} = \frac{49}{2} = 24.5p$ parámetro que a su vez define el espacio entre contrafuertes. El lado interior del octógono (L_8) es de 20.3p

El centro de la circunferencia que define el inicio de la ley de crecimiento de la nave se encuentra situado en el punto del eje longitudinal de la iglesia coincidente con el vértice inferior del cuadrado girado 45° e inscrito en una circunferencia de 64p de diámetro.

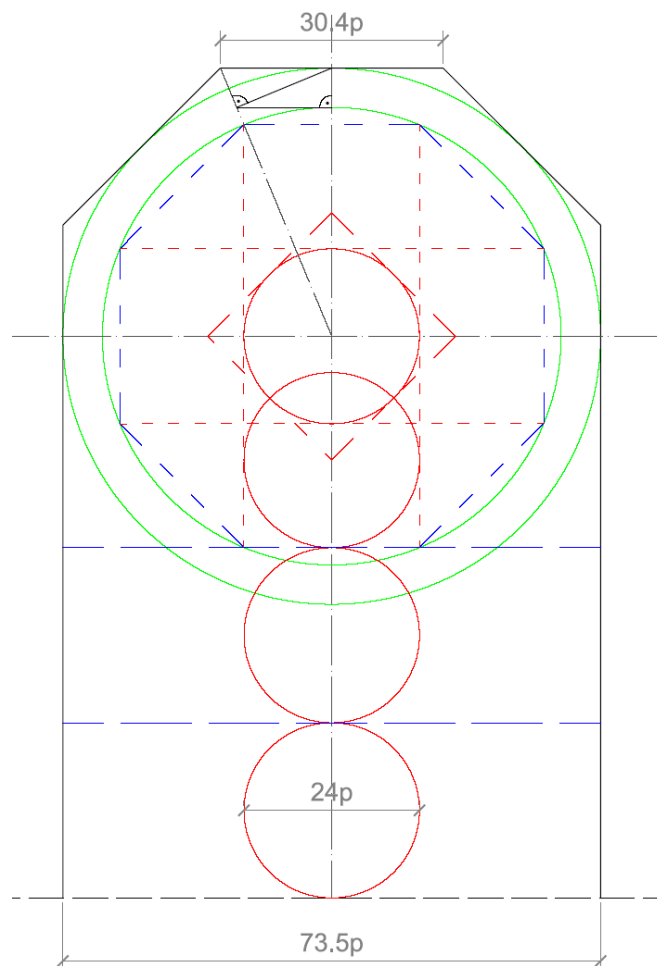


Hipótesis de trazado de la Iglesia de la Santísima Trinidad

La iglesia **de Los Santos Juanes** construida en el siglo XIII sobre una antigua mezquita, cuenta con una sola nave con seis tramos de crecimiento más la cabecera, cubierta por una bóveda de crucería. Fue reedificada en dos ocasiones por causa de los incendios sufridos en el siglo XIV y en el siglo XVI.

La nave de la iglesia tiene 73.5p de ancho interior (a) entre muros. Cuenta con cabecera de forma octogonal. La ley de crecimiento b (24p) se define por la expresión $b = \frac{a\lambda}{4} = \frac{73.5 \times 1.3065}{4} = 24p$. La dimensión del lado del octógono interior (L_8) es de 30.4p que viene definido por la expresión $L_8 = \frac{a}{\theta} = \frac{73.5}{2.4142} = 30.4p$

El centro de la circunferencia que define el inicio de la ley de crecimiento de la nave se encuentra situado en el punto del eje longitudinal de la iglesia coincidente con el vértice inferior de un cuadrado circunscrito a una circunferencia de diámetro 24p (b) situada en el centro del ábside.

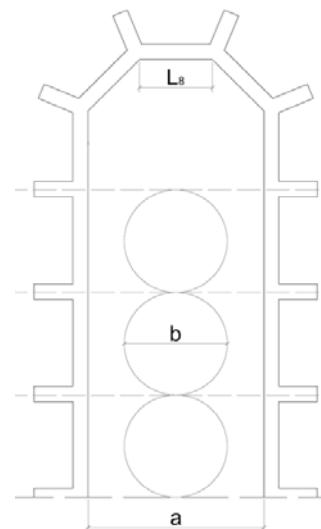


Hipótesis de trazado de la Iglesia de los Santos Juanes

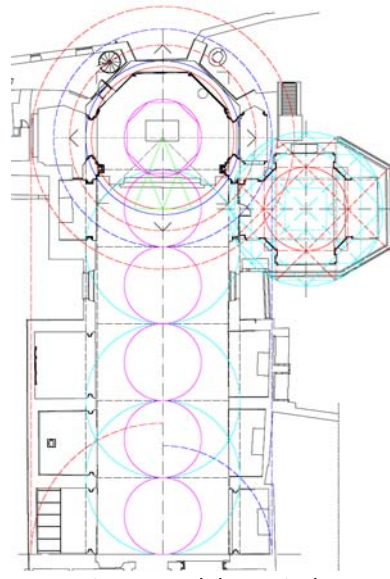
Cuadro comparativo de las iglesias de fundación de Valencia.

	a	L_g	b	Distancia de la ley de crecimiento respecto al ancho interior	Nº de tramos de la ley de crecimiento
San Juan del Hospital	45.3p 10.4m	18.75p 4.3m	26.5p 6.1m	$b = \frac{a}{\lambda^2}$	5+1
San Agustín	59p 13.6m	24.5p 5.6m	22.5p 5.2m	$b = \frac{a}{2\lambda}$	7+1
San Juan de la Cruz	53p 12.2m	22p 5.1m	23.8p 5.1m	$b = \frac{a}{\lambda^3}$	5+1
San Nicolás y San Pedro	56.3p 13m	23.3p 5.4m	21.5p 4.9m	$b = \frac{a}{2\lambda}$	6+1
Del Salvador	55.7p 12.8m	23p 5.3m	23p 5.3m	$b = \frac{a}{\theta}$	5+1
Santísima Trinidad	49p 10.4m	20.3p 4.7m	24.5p 5.6m	$b = \frac{a}{2}$	5+1
Santos Juanes	73.5p 17m	30.4p 7m	24p 5.5m	$b = \frac{a\lambda}{4}$	6+1

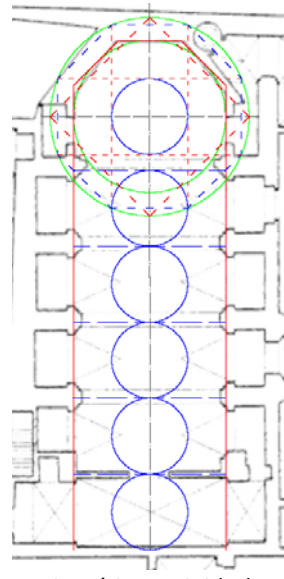
a: ancho interior de la nave
 L_g: Lado del octógono interior
 b: Diámetro de la circunferencia de la ley de crecimiento
 Nº tramos de la ley de crecimiento (tramos + cabecera)



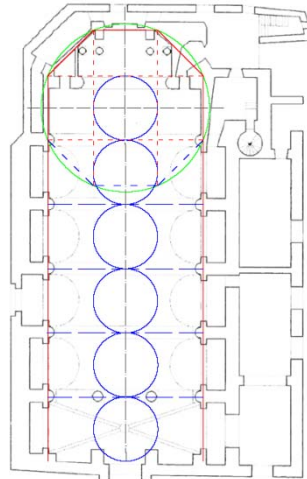
En el cuadro se presenta el resumen de los datos de partida de las iglesias de fundación elegidas en el recinto histórico de Valencia. Como se puede observar, todas ellas guardan similitud respecto al tamaño, forma y proporción con San Juan del hospital.



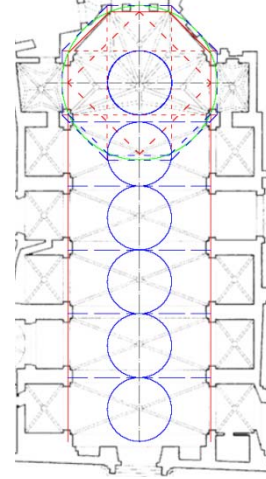
San Juan del Hospital



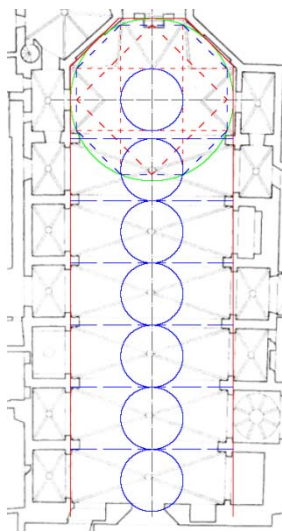
Santísima Trinidad



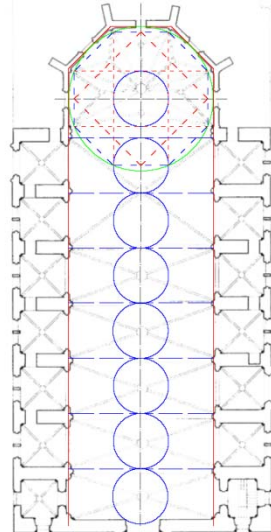
Del Salvador



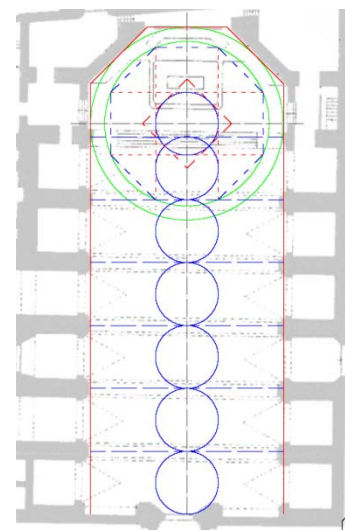
San Juan de la Cruz



San Nicolás



San Agustín



Santos Juanes

La relación entre los trazados geométricos de todas estas iglesias, que se diseñaron partiendo de unos modelos, con sus adaptaciones, permite afirmar que existían unos métodos de trabajos generalizados.

El estudio podría ampliarse a otros templos, de otros lugares y épocas concretas para comprobar que modelos se tomaban y cómo los adaptaban a las necesidades del programa, a las limitaciones del terreno que disponían y a los sistemas y de las técnicas constructivas que conocían.

Un análisis similar al utilizado para describir estas iglesias valencianas se menciona en el tratado de Simón García, al que aludimos en capítulos anteriores en la página 243. Este hecho manifiesta que la esencia de la trayectoria en los estudios y la tradición constructiva no se desvía, sino más bien converge en la misma dirección.

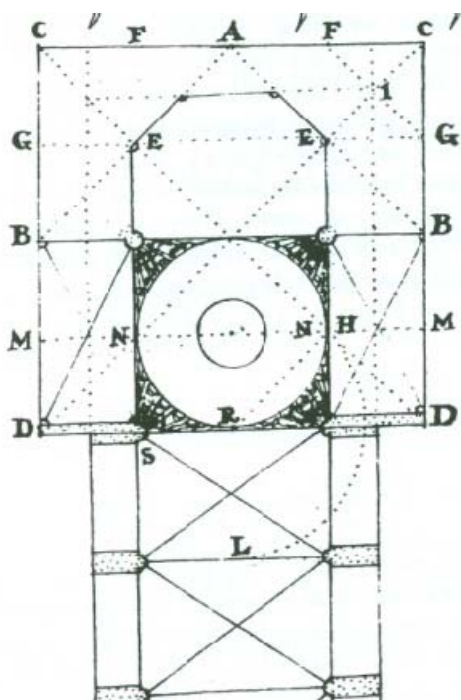
La composición del esquema propuesto por Simón para el trazado de una iglesia parte de los mismos polígonos reguladores que en las valencianas, más aún, lo aplica de una forma más directa.

La cabecera de la iglesia que propone Simón García es octogonal, y directamente de ese octógono puede hallarse el módulo de crecimiento:

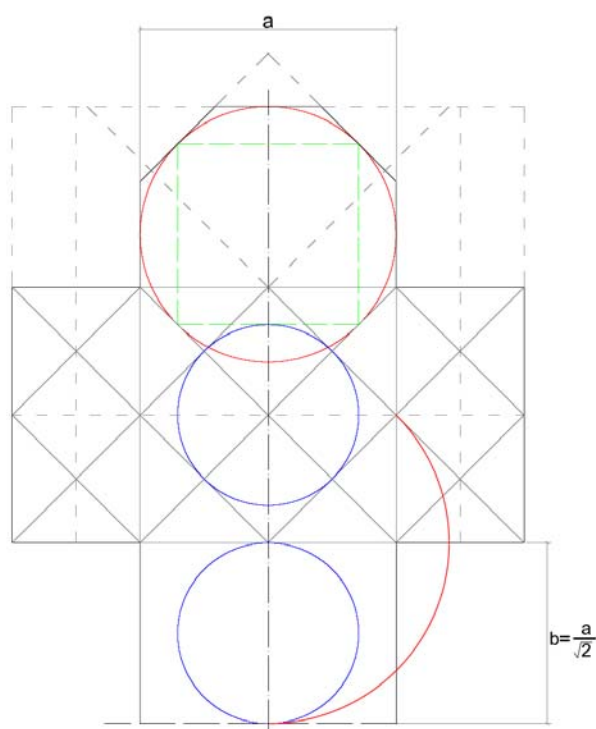
El lado del cuadro inscrito en la circunferencia de diámetro igual al ancho de la nave $L_4 = \frac{a}{\sqrt{2}}$ define la secuencia de crecimiento o módulo. Por otra parte se aprecia en la figura, una trama de cuadrados según la diagonal, análoga a la expuesta en la capilla de St. Riquier en capítulo 9 para subdividir el módulo.

La circunferencia inscrita en esa trama de cuadrados tiene por diámetro $\frac{a}{\sqrt{2}}$ siendo "a" el ancho de la nave.

Este valor tal y como es designado para $b = \frac{a}{\sqrt{2}}$ constituye el sello que distingue los trazados de Simón García. Se dibuja un arco de circunferencia cuyo centro se encuentra situado en el eje (R) y el arranque en el eje transversal (N). El radio de este arco define el módulo de crecimiento relacionado directamente con la cabecera.



Esquema en planta de iglesia de Simón García recogido en el Tratado: *Compendio de Arquitectura y simetría de los templos*.



Elaboración del trazado según Simón García

12.2- Síntesis final.

Se ha verificado que el modelo de trazado empleado como principio generador de la composición del templo se corresponde con la geometría del octógono, junto con el sistema de proporciones asociado al número de plata $\theta = 1 + \sqrt{2} = 2.4142 \dots$ de influencia mudéjar, y que se repetiría en un gran número de iglesias.

Los proyectistas, eligieron este trazado regulador y lo aplicaron según las necesidades del programa y los condicionantes del lugar. Optando, entre las distintas alternativas que la geometría del octógono presenta, por la más conveniente en cada caso como recurso del diseño.

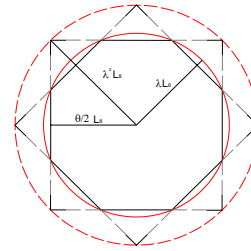
Este modelo de trazado es uno de los recuerdos de la presencia que el arte mudéjar nos ha llegado hasta nuestros días en la arquitectura del siglo XIII desarrollada en el antiguo reino de Valencia.



Techumbre de la Iglesia de La Sangre de Liria (Valencia)



Yesería de una casa islámica en Onda (Castellón)



Las relaciones del octograma

12.3- Líneas de investigación abiertas

De casi todos los temas tratados y no desarrollados se han iniciado o esbozado el estudio. Se hace necesario acotar y centrar la atención para profundizar y concluir la presente memoria.

De entre estos, se consideran que poseen un mayor interés para seguir investigando los siguientes:

- Ahondar y progresar en el estudio de la que fue la iglesia barroca realizada sobre las fábricas góticas: El revestimiento interior de la nave y la capilla de Santa Bárbara proyectada por el arquitecto Juan Pérez Castiel.
- Estudiar, previa la realización de un trabajo de levantamiento específico, los trazados reguladores de cada una de las iglesias de fundación construidas tras la conquista.
- Estudiar otros monumentos próximos en el tiempo y en el espacio que pertenecieron a la Orden de San Juan en los antiguos reinos de Valencia, Aragón y Cataluña, como son el castillo de Cullera, los restos de la encomienda de Torrent o la iglesia fortaleza de Castellfabir.
- Y, se ha iniciado el estudio de los trazados de las iglesias de la época moderna construidas entre los siglos XV y XVI, algunas de ellas cubiertas inicialmente con escuadrías, pares y tableros de madera y posteriormente ser abovedadas. Se trata de indagar a que patrón o patrones responden.

Terminada en Valencia, junto al lugar en el que se encuentran los restos de la antigua puerta de la Xerea, a veinte de abril del dos mil diez.

13- FUENTES

13.1- BIBLIOGRÁFICAS

Consultada en torno a la materia de estudio.

- ACETO, F., ANDALORO, M., Y OTROS. *Talleres de Arquitectura en la Edad Media*. Editorial Java Book Spa, 1995.
- AGUIRRE DE YRAOLA F. *Coordinación dimensional de unidades de obra y elementos de construcción*. Ed. Instituto Eduardo Torroja CSIC. Madrid, 1969.
- AGUSTIN DE HIPONA. *La Ciudad de Dios*. Edición preparada por Fr. José Morán, OSA. Biblioteca de Autores cristianos, Madrid, 1985.
- AIGNER, M. Y ZIEGLER, G. *El libro de las demostraciones*. Nivola libros y ediciones, 2005.
- ALONSO GARCÍA A. *San Carlino, la máquina geométrica de Borromini*. Secretariado de publicaciones e intercambio editorial Universidad de Valladolid, 2003.
- ALSINA CATALÁ, C., JACAS MORAL, J. Y SANTOS TOMÁS BELENGUER, M. *Geometría a l'Arquitectura*. Ediciones UPC, 2007.
- ALSINA, A., FELIU, G. Y MARQUET, L. *Pesos, mides i mesures dels paisos Catalans*. Editorial Curial, 1990.
- ALVIM, S. *Arquitectura Religiosa Colonial no Rio de Janeiro*. Editora UFRJ 1999.
- ARAVACA Y TORRENT, A., *Balanza Métrica, ó sea igualdad de las pesas y medidas legales de Castilla, las de las cuarenta y nueve provincias de España, sus posesiones de ultramar isla de Cuba, Puerto-Rico y Filipinas, y las de Francia, Inglaterra y Portugal; todas las del Sistema Métrico y viceversa así como las de una provincia o nación con las de otra (...)*. Impresor José Domenech, Valencia, 1867.
- BARTHELET, P. *San Bernardo*. Ediciones palabra, 1998.
- BECHMANN, R. *Los dibujos técnicos del Cuaderno de Villard de Honnecourt*. Cuaderno. Akal, Madrid 1991.
- BENITO GOERLICH, D. *Catalogo de monumentos de la Comunidad Valenciana*. Tomo II. Valencia 2000.
- BÉRCHEZ, J. *Arquitectura Renacentista Valenciana (1500-1570)*. Bancaixa, 1994.

- BONET DONATO, M. *La orden del hospital en la corona de Aragón*. Consejo superior de Investigaciones Científicas, 1994.
- BORRÁS VESES, E., MORENO GÓMEZ, P., NOMDEDEU MORENO, X. *Ritmos matemáticos e imágenes*. Nivola libros y ediciones, 2002.
- BRAVO NAVARRO, M. *Iglesia de San Juan del Hospital*. Ed. Comisión Histórico artística de la Iglesia de San Juan del Hospital. Valencia 2000.
- BROOKE, C., ZARNECKI, G. Y HARVEY, J. *La baja Edad Media, el florecimiento de la Europa Medieval*. Editorial Labor S.A. 1968.
- BUCHER, F. *Medieval Architectural Design Methods, 800-1560*. Gesta, 1972.
- CABEZAS, L. *Ichnographia, la fundación de la arquitectura*. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica, nº 2, Valladolid, 1994.
- CAÑAGUERAL, A. Y PUIGDEVALL, F. *Rutas por la España de los Templarios*. Editorial el País Aguilar, Santillana Ediciones, 2005.
- CAPITEL, A. *Metamorfosis de monumentos y teorías de la restauración*. Alianza editorial 1999.
- CASTRO VILLALVA, A. *Historia de la Construcción Arquitectónica*. Edicions U.P.C. Barcelona, 1995.
- CASTRO VILLALVA, A. *Historia de la Construcción Medieval. Aportaciones*. Edicions U.P.C. Barcelona, 1996.
- CENTRO DE LOS OFICIOS DE LEÓN. *Cantería, técnicas de labra y estereotomía de la piedra*.
- CHOISY, A. *Historia de la arquitectura*. Ed. Lumen. Buenos Aires, 1970.
- CISCAR, G. Capitán de navío de la Real Armada, miembro de la comisión de pesos y medidas del instituto nacional de Francia por parte de S.M.C., Boletín. *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales, fundados en la naturaleza*. Escrito en el año 1800.
- CORACHAN, J. B. *Aritmética demostrada teórico-práctica para lo matemático y mercantil. Explicarse las monedas, pesos, y medidas de los hebreos, griegos, y*

romanos, y de estos Reynos de España, conferidas entre sí, (2^a imp., corr. Y aum.), Barcelona, impresor Pablo Camping, 1735.

- DALMASES, N. Y JOSÉ PITARCH, A. *História de l'art catalá, l'època del cister s. XIII.* Edicions 62.
- DE LA IGLESIA SANTAMARÍA, M. *El orden continuado, las transformaciones arquitectónicas de la basílica de Santa María la Mayor en Roma.* Secretariado de publicaciones e intercambio editorial de la Universidad de Valladolid, 2001.
- DE LA HOZ ARDERIUS, R. *Varia Espacial.* Discurso leído por el académico electo, el 20 de enero de 1991 en Madrid ante los miembros de la Academia de san Fernando.
- DE SAGREDO, D. *Medidas del Romano.* Editado por Ramón Petros. Toledo, 1526.
- ÉCOCHARD, M. *Filiation de monuments Grecs, Byzantins et Islamiques una question de géométrie.* Direction Générale des relations culturelles, scientifiques et techniques. Ministère des Affaires étrangères. Librairie orientaliste paul Geuthner S.A. Paris, 1977.
- FALOMIR, M. *Arte en Valencia 1472-1522.* Consell Valencia de Cultura, Valencia 1996, transcripción de "Manual de Consells".
- FEIERABEND. *Románico.* Feierabend Verlag OHG, 2003.
- FERNÁNDEZ I. Y REYES M^a. E. *Geometría con el hexágono y el octógono.* Proyecto Sur de Ediciones, S.L. Armilla (Granada) 2003.
- FERNÁNDEZ SALAS, J. *Geometría y función estructural en cantería. La cantería y la estereotomía de la piedra en el aprendizaje del arte de construir y otras consideraciones.* Actas del primer congreso nacional de Historia de la Construcción (Madrid 19-21 sep. 1996) ed. Instituto Juan de Herrera, Madrid, 1996.
- FUGUET I SANS, J. *Templers i hospitalers.* Ed. R. Dalmau 1984.
- FUGUET SANS, J. Y PLAZA AEQUÉ, C. *El cister, el patrimoni del monestirs catalas a la corona d'Aragó.* Colección Nissaga, 1998.
- FURIÓ A. *Enciclopedia Historia de Valencia. Art. Los Fundamentos Institucionales; La medida de las cosas.* Ed. Prensa Valenciana. Valencia, 1999.

- GARCIA CODOÑER, A. *Patrimonio Arquitectónico: Estudios Previos*. Ed. UPV. Valencia, 2002.
- GARCÍA EDÓ, V. *Llibre dels privilegis*. Vicent García Editores, Valencia, 1988.
- GARCÍA MARSILLÁ, J. V. *Pere Balaguer y la iglesia de Sant Joan de l'Hospital de Valencia*. Universitat de Valencia. Valencia, 1999.
- GARCIA-GUTIERREZ MOSTEIRO, J. *Elementos de Dibujo para geometría descriptiva. I – Trazados fundamentales*. Cuadernos del instituto Juan de Herrera. Madrid, 2001.
- GARCIA-OLIVER, F. *El Císter, ideals i realitat d'un orde monàstic*. Universitat de Valencia, 2001.
- GARCÍA SANZ, JOAQUÍN-LUIS, *Proceso Creativo de la Arquitectura. Algunos Conceptos Básicos*. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia 1978.
- GARCÍA SANZ, JOAQUÍN-LUIS, *Las Aberturas Murales en el Lenguaje de la Arquitectura*. Ed. JGS, Valencia 1979.
- GARCÍA SANZ, JOAQUÍN-LUIS, *Alternativas Arquitectónicas en Valencia.TRES PROYECTOS FIN DE CARRERAS: Alberola, Amérigo y Llobera*. Ed. JGS, Valencia 1979.
- GARCÍA SANZ, JOAQUÍN-LUIS, *Memoria docente de la Cátedra de Proyectos II*. Ed. ETSAV, Valencia 1977.
- GARCÍA SANZ, JOAQUÍN-LUIS, *La Arquitectura en la Universidad Politécnica*. Artículo nº 166 revista Temas de Arquitectura y Urbanismo. 1973.
- GHYKA, M. C. *Estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes*. Ed. Poseidón. Barcelona, 1983.
- GHYKA, M. C., *El número de Oro*. Tomo II. Ed. Poseidon. Barcelona, 1983.
- GHYKA, M.C., *Filosofía y mística del número*. Editorial Apóstrofe, 1998.
- GIEDION, S. *El presente eterno: los comienzos de la arquitectura*. Alianza Editorial, 1981.
- GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, A. *Filosofía y política de Spengler*. Editorial Andrés Bello, 1960.

- JARDIN, P. et GUYARD, P. *Les chevaliers de Malte*. Ed Perrin, 2003.
- JERONI TARACONA, P. *Institucions dels furs i privilegis del Regne de Valencia*. 1976.
- JIMÉNEZ MARTÍN, A. Y PINTO PUERTO, F. *Levantamiento y análisis de edificios. Tradición y futuro*. Ed. Universidad de Sevilla. Sevilla, 2003.
- KIMPEL, D. *La actividad constructiva en la Edad Media: Estructura y evolución*. Talleres de Arquitectura en la Edad Media, Moleiro editor, Barcelona 1995.
- KOCHAV, S. *Israel, El esplendor de tierra santa*. Ed. Folio, Barcelona, 1995.
- KOSTOF, S. *El arquitecto, historia de una profesión*. Ed. Alianza. Madrid, 1984.
- KURENT, T. *La coordinación modular de las dimensiones arquitectónicas*. Boletín del Museo Arqueológico Nacional (Madrid), III. 1985. Universidad Edvard Kardelj. Yugoslavia.
- LAMPEREZ, V. *Historia de la arquitectura Cristiana Española*. Espasa Calpe S.A., 1930.
- LEISTIKOW, D. *Edificios hospitalarios en Europa durante diez siglos: historia de la arquitectura hospitalaria*. Publicación Ingelheim am Rhein: Boehringer Sohn, 1967.
- LIVIO, M. *La proporción áurea, la historia de phi, el número más sorprendente del mundo*. Ediciones Ariel, 2002.
- LLORCA, F. *San Juan del Hospital de Valencia: una fundación del Siglo XIII*. Publicación. Valencia: librerías París-Valencia, 1995.
- LLOVERAS I MONTSERRAT, K. *La Piedra de Mesura de Veruela*. Ed. Servicio de Cultura de la Diputación de Zaragoza. Zaragoza, 1990.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C. y GARCÍA VALLDECABRES, J. *La instauración del sistema metrológico valenciano y Jaime I en la tradición medieval: Los sistemas de unidades, prácticas de control y usos*. Ponencia presentada X Congreso APEGA Libro de actas. Madrid, 2006.

- LÓPEZ GONZÁLEZ, C., GARCÍA VALLDECABRES, J. Y RODRIGO MOLINA, A. *El cementerio medieval de San Juan del Hospital de Valencia*. Ed. GVCA. Valencia 2003.
- MAESTRE LÓPEZ-SALAZAR, R. e IRLES MÁS, F. *Levantamiento de planos de fachadas a partir de una fotografía. Perspectivas*. Publicaciones de la Universidad de Alicante. Alicante, 2000.
- MAGRO MORO, J. V., MARIN SANCHEZ, R. *La construcción en la baja edad media*. S.P.U.P.V. Valencia, 1999.
- MARÍAS, F. *Trazas, trazas, trazas: tipos y funciones del dibujo arquitectónico, Juan de Herrera y su influencia (Actas del Simposio)* Universidad de Cantabria. Fundación Obra Pía Juan de Herrera, Santander 1993.
- MARTÍNEZ BUENAGA, I. *La arquitectura Cisterciense en Aragón*. Excma. Diputación de Zaragoza, 1998.
- MARTINEZ MONEDERO, M. *Las restauraciones arquitectónicas de Luis Menéndez-Pidal*. Ed. Secretariado de Publicaciones e Intercambio de la Universidad de Valladolid. Valladolid, 2008
- MERINO DE CÁCERES, J. *Planimetría y metrología en las catedrales españolas*. Tratado de Rehabilitación. Volumen 2: Metodología de la Restauración y de la Rehabilitación. Ed. Munilla-Lería. Madrid, 1999.
- MICHELL, G. *La arquitectura del mundo islámico*. Alianza Forma, Madrid, 1985.
- MONJO CARRIÓ, J., D.C.T.A, y U.P.M. *Tratado de rehabilitación*. Tomo II. Metodología de la restauración y de la rehabilitación. Munilla-Leria. Madrid 1999.
- MOYA BLANCO, L. *Arquitectura Cortes y otros escritos*. Ed. Servicio de Publicaciones COAM. Madrid, 1993.
- MUGURUZA CAÑAS, C. Y SANTOS PRECIADO, J. M. *El modelo territorial urbano español*. Historia y morfología urbana de las ciudades españolas. Addenda. UNED. Madrid 1989.
- NAREDI-RAINER, P. *Architektur und Harmonie*. Ed. DuMont, Dokumente, 1982.
- NAVARRO FAJARDO, J.C. *Bóvedas valencianas de crucería de los siglos XIV al XVI. Traza y monte*. Universidad de Valencia. Valencia, 2005.

- NAVARRO FAJARDO, J.C. *Las trazas de la catedral de Valencia. Hipótesis sobre su ichnographia*. Revista *Expresión Gráfica Arquitectónica* nº 8 EGA, Valencia, 2003.
- NAVARRO FAJARDO, J.C. *Bóvedas valencianas de crucería de los siglos XIV al XVI. Traza y monteá*". Tesis doctoral. Valencia, 2004.
- NEUFERT, E. *Industrialización de las Construcciones*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1965.
- OLOMBIER, P. *Le Cantiers de Catedrales*, París. Editions A.& J. Pcard, 1973.
- OSCOLLÁ SANZ, V. *La Valencia musulmana*. Ed. Carena. Valencia, 2003.
- PERNOUD, R. *Los hombres de las cruzadas*. Editorial Swan 1987.
- RABASA DÍAZ, E. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XX*. Akal, Madrid, 2000.
- RABASA DÍAZ, E. *Técnicas góticas y renacentistas en el trazado y talla de las bóvedas de crucería españolas del siglo XVI*. Actas del primer Congreso nacional de historia de la construcción (Madrid 19-21 sep. 1996) ed. Instituto Juan de Herrera, Madrid, 1996.
- RAMOS DE CASTRO, G. *El arte románico en la provincia de Zamora*. Diputación de Zamora. Editado en Valladolid, 1977.
- RECHT, R. *Le Dessin d'architecture*. Ed. Adam Biro, París, 1995.
- ROCA TRAVER, F. *Tierra y propiedad en la Valencia Medieval*. Delegación de cultura, Ajuntament de Valencia, 2006.
- ROMERO REDONDO, A. *Monasterio Cisterciense de Santa María de Huerta*. Monasterio Cisterciense de Santa María de Huerta.
- RUBIO SAMPER, J. *La figura del arquitecto en el periodo gótico. Relaciones entre España y el resto de Europa*. Boletín de Museo e Instituto Camón Aznar, XXII, 1985.
- RUIZ DE LA ROSA, J.A. *Traza y Simetría de la Arquitectura en la Antigüedad y el Medioevo*. Universidad de Sevilla, Sevilla, 1987.

- SALVADOR PELÁEZ, F. *Los pesos y medidas en la monarquía hispánica de los siglos XVI y XVII. Fuentes. Normas y usos metrológicos*. Tesis Doctoral. Valencia 1998.
- SALVATORI, M. *Osservazioni di metrología antica ed altomedioevale dei coevi paramenti murari*. Estrato da Opus, Quaderno di Storia Dell'Arquitettura e retauro, nº3-1993.
- SÁNCHEZ, M. *La posición económica del maestro de obras valenciano en el panorama constructivo (1350-1480)*. Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción (Madrid, 19-21 sep. 1996) Ed. Instituto Juan de Herrera. Madrid, 1996.
- SANCHEZ, M. *Maestros de obras en la Valencia Gótica: personajes polifacéticos*. Saitabi, 48, Facultat de Geografía e Historia, Valencia, 1998.
- SANCHIS SIVERA, J. *Arquitectos y escultores de la Catedral de Valencia*. Archivos de Arte Valenciano, XIII, 1933.
- SANCHIS SIVERA, J. *Maestros de obras y lapicidas valencianos en la edad media*. Archivo de Arte Valenciano, XI, 1925.
- SCHOLFIELD, P.H. *Teoría de la proporción en la arquitectura*. Ed. Labor. Barcelona, 1971.
- SIMON GARCÍA XVII Arquitecto de Salamanca y RODRIGO GIL XVI arquitecto de Segovia, Tratado titulado: *Compendio de Architectura y simetría de los templos conforme a la medida del cuerpo humano con algunas demostraciones de geometría*. Año 1681. Ed. facsímil. Ed. C.O.A. Valladolid. Valladolid, 1990.
- SOLER SANZ, F. *Trazados Reguladores Octogonales en la Arquitectura Clásica*. Ed. General de ediciones de Arquitectura. Valencia, 2008.
- STREET, G. *La Arquitectura Gótica en España*. Editorial Sarturnino Calleja.
- TEIXIDOR, J. *Antigüedades de Valencia. vol III*. Valencia, 1895.
- TORRES BALBÁS, L. *Función de nervios y ojivas en la bóvedas góticas, Investigación y progreso*, Año XVI, Madrid, 1945.
- VALLDECABRES GOMEZ, R. *Estructura geométrica de las superficies arquitectónicas*. Ed. UPV. Valencia, 1988.

- VARIOS AUTORES. *Catálogo monumental de la ciudad de Valencia*. Caja de ahorros de Valencia, 1983.
- VARIOS AUTORES. *Disegnare idee immagini*. Rivista semestrale del Dipartimento di Rappresentazione e Rilievo, 1991.
- VARIOS AUTORES. *La Iglesia de la Santísima Cruz de Valencia*. Editorial de la UPV, Valencia 2003.
- VARIOS AUTORES. *Representaciones Jesuíticas en Valencia: Patrimonio Arquitectónico y Bienes Culturales*, Ed. Forum UNESCO. U.P.V. Vic. Cultura y Cia de Jesús, Valencia 2003.
- VEGAS LÓPEZ-MANZANARES, F. *Cascos históricos vacíos y periferización, un despilfarro territorial en el crecimiento de las ciudades españolas*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Burgos. Burgos, 1998.
- VERTOT, A. *Histoire des chevaliers hospitaliers de St-Jean*. Bibliothèque de la jeunesse chrétienne. Ad. Mame & Cie Imprimeurs-Libraires, Tours 1847.
- VILA RODRIGUEZ, R. *Sobre un sistema geométrico de composición en l'arquitectura románica catalana*. E.T.S. Arquitectura. U.P.C. Barcelona 1987.
- VIOLLET-LE-DUC, E. *La construcción medieval*. Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, CEDEX. Madrid, 1996.
- VITRUVIO POLIÓ, M. *Los Diez Libros de Arquitectura*. Traducido por Agustín Blázquez. Ed. Iberia S.A. Barcelona, 1970.
- VON SIMSON, O., *La catedral gótica*. Alianza editorial. Madrid 1980.
- ZARAGOZA CATALAN, A. *Arquitectura gótica valenciana. Siglos XIII-XV en Monumentos de la Comunidad Valenciana (Catálogo de Monumentos y conjuntos declarados e incoados, Tomo I)* Generalitat Valenciana, Valencia, 2000.
- ZARAGOZA CATALAN, A. *El arte del corte de piedras en la arquitectura valenciana del cuatrocientos. Pere Compte y su círculo*. Actas del XI Congreso del CEHA, Generalitat Valenciana y Ministerio de Educación y Cultura, Valencia, 1996.

13.2- Publicaciones, artículos de revista, libros y ponencias. Realizadas en torno a la materia de estudio.

- LÓPEZ GONZÁLEZ C. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. Artículo libro de actas. *Dimensiones y diseño en la Edad Media; la arquitectura en el nuevo reino cristiano de Valencia*. Congreso Internacional Sobre Patrimonio Forum UNESCO. Buenos Aires Argentina: La Gestión del Patrimonio, Centro y Periferia. Ed. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo Buenos Aires, 2004.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. Artículo libro de actas. *La iglesia del Antiguo Convento del Carmen: su estado de conservación y sus patologías*. Congreso Internacional Sobre Patrimonio Forum UNESCO. The Shared Ethical Responsibilities of Universities, Amman, Jordania. Amman Jordania, 2000.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. *La Geometría en el proceso de restauración: Anastilosis de arcosolios en el cementerio medieval de San Juan del Hospital de Valencia*. EGA Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica, Valencia 2005.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. Artículo. *El conjunto medieval de San Juan del Hospital de Valencia: Un ejemplo pedagógico*. Libro de actas Ponencia VI Seminario Internacional Forum UNESCO Universidad y Patrimonio. Ed. Forum UNESCO Univ. Politécnica de Valencia CD-ROM, Valencia 2002.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. Artículo. *La Iglesia de la Santa Cruz de Valencia: Un monumento para su intervención*. Libro de actas 2004, Congreso: AR&PA 2002. Ed. Diputación de Valladolid, Valladolid 2003.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. Artículo: *De Vignola a la arquitectura Jesuítica. Un discurso gráfico*. Libro de Actas del X Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica. Ed. Universidad de Granada, Granada, 2004.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. Artículo. *Un vestigio de Jerusalén en la ciudad de Valencia. El cementerio medieval de San Juan del Hospital*. Libro de Actas del X Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica. Ed. Universidad de Granada, Granada, 2004.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. Artículo. *La instauración del Sistema Metrológico valenciano y Jaime I en la tradición medieval*. Libro de Actas del VIII Congreso APEGA, Madrid, 2006.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. Artículo. *Análisis historiográfico de la iglesia de San Juan del Hospital: El cuaderno de fábricas; La métrica, las trazas, las monteas y las plantillas*. Libro de Actas del XI Congreso Internacional de EGA, Sevilla, 2006.

- LÓPEZ GONZÁLEZ, C. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. *La Iglesia del antiguo convento del Carmen*. Ponencia, Fifth International Seminar- 2000 The Shared Ethical Responsibilities of Universities. Ed. Lebanese American University. Byblos & Beirut, 2000.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C., RODRIGO MOLINA, A., GARCÍA VALLDECABRES, J. y LILLO GINER. *20 Años de Expresión Gráfica en los estudios de arquitectura técnica*, Ed. GVCA. Valencia 2008.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C., NAVARRO GARCÍA, M. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. Artículo. *La recuperación de los antiguos oficios en las obras de restauración*. Libro de Actas IV Congreso Internacional "Restaurar la memoria" Junta de Castilla y León. Valladolid, 2006.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C., NAVARRO GARCÍA, M. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. Artículo *Dimensiones y diseño en la Edad Media*. Libro de Actas IV Congreso Internacional "Restaurar la memoria" Junta de Castilla y León. Valladolid, 2006.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C., NAVARRO GARCÍA, M. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. Artículo. *La investigación en el ámbito de la expresión gráfica arquitectónica*. Libro de Actas del I Jornada Nacional de Investigación en Edificación, Ed. UPM. Madrid, 2007.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C., NAVARRO GARCÍA, M. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. Artículo. *Análisis constructivo a través de la metrología y la geometría de la iglesia de San Miguel de Foces, Ibiaca (Huesca)*. Libro de Actas del I Jornada Nacional de Investigación en Edificación, ED. UPM. Madrid, 2007.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C., NAVARRO GARCÍA, M. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. Artículo. *Análisis de los elementos constructivos empleados en la arquitectura religiosa de reconquista empleados por las órdenes militares*. Libro de Actas del I Jornada Nacional de Investigación en Edificación, ED. UPM. Madrid, 2007.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C., GARCÍA VALLDECABRES, J. Y RODRIGO MOLINA, A. *El cementerio medieval de San Juan del Hospital de Valencia*, Ed. GVCA. Valencia 2003.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C., GARCÍA VALLDECABRES, J. Y TEBAR LÓPEZ. Artículo: *La interpretación gráfica de la obra arquitectónica*. Libro de Actas V Congreso de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación Ed. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos, 1999.

- LÓPEZ GONZÁLEZ, C., GARCÍA VALLDECABRES, J., LÓPEZ MARAÑÓN, M. Y RODRIGO MOLINA, A. Artículo: *El Control Métrico de la Forma*. Libro de Actas del VII Congreso de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación. Ed. APEGA, Guadalajara, 2003.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C., GARCÍA VALLDECABRES, J., LÓPEZ MARAÑÓN, M. Y RODRIGO MOLINA, A. Artículo: *Los medios informáticos como soporte de trabajo en la intervención del patrimonio. El caso concreto de la iglesia de San Juan del Hospital*. Libro de Actas del VII Congreso de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación. Ed. APEGA, Guadalajara, 2003.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, C., NAVARRO GARCÍA, M. Y GARCÍA VALLDECABRES, J. *La iglesia de San Miguel de Foces*. Historia y Arquitectura. Ed. Forum UNESCO. U.P.V. Vic. Cultura. Valencia, 2007.
- VARIOS AUTORES. *La Iglesia de la Santísima Cruz de Valencia*. Editorial de la UPV, Valencia 2003.
- VARIOS AUTORES. *Representaciones Jesuíticas en Valencia: Patrimonio Arquitectónico y Bienes Culturales*. Ed. Forum UNESCO. U.P.V. Vic. Cultura y Cia de Jesús, Valencia 2003.

13.3- Participación en proyectos de Investigación y trabajos realizados en torno a la materia de estudio

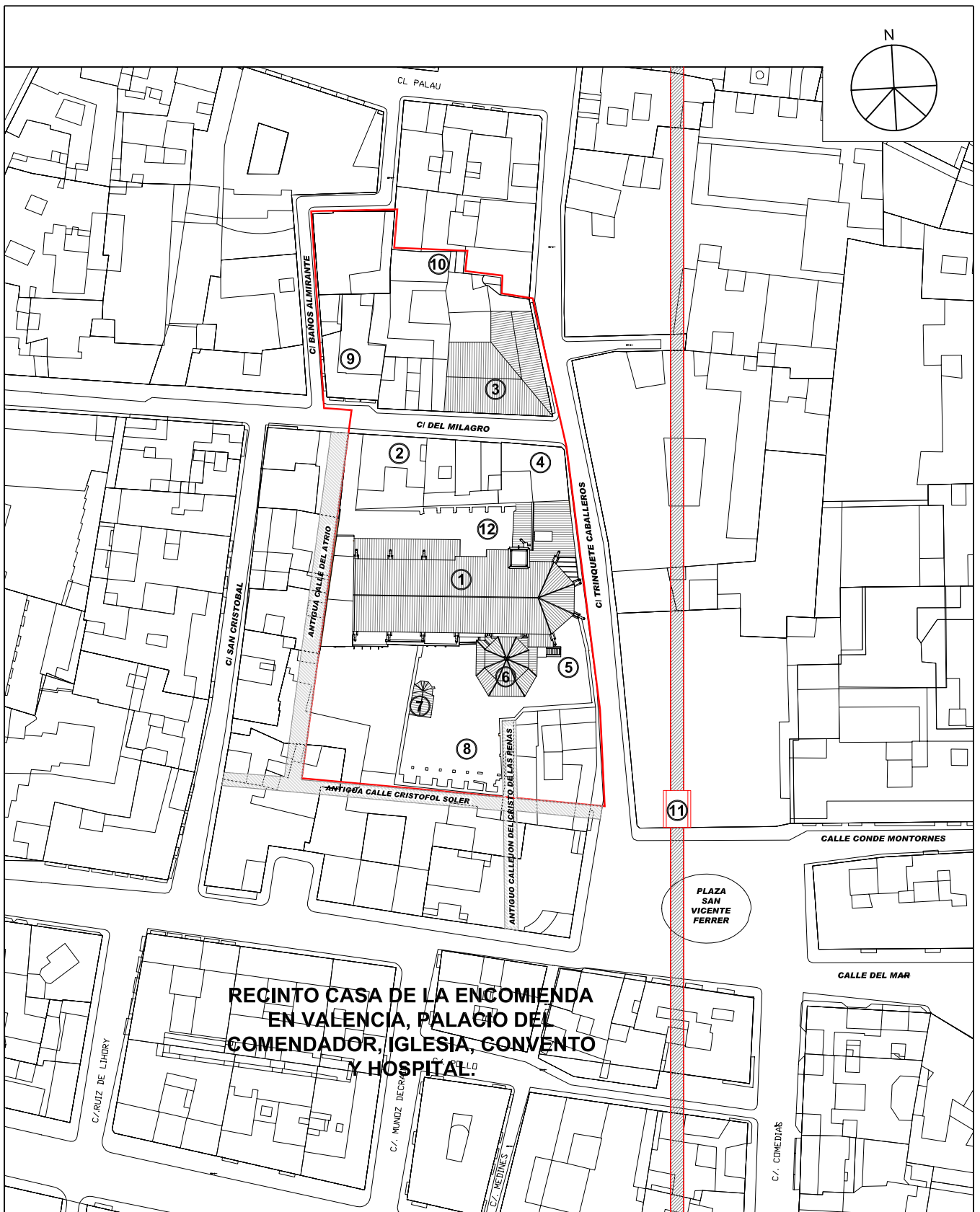
- Levantamiento de la iglesia de San Martín de Valencia, trabajo académico realizado durante el curso 1998-1999.
- Estudio y diagnosis de manifestaciones patológicas de la piedra de la iglesia de la Compañía de Jesús. Entidad financiadora: Fórum UNESCO Asociación Universidad Y Patrimonio y la Compañía de Jesús. Valencia, 2002.
- Levantamiento taquimétrico de la parroquia de la Santísima Cruz (Iglesia del antiguo convento del Carmen en Valencia). Trabajo académico realizado durante el curso 2000-2001, Universidad Politécnica de Valencia.
- Desarrollo y recuperación del Patio Sur de la Iglesia de San Juan del Hospital. Entidad financiadora: La Iglesia San Juan del Hospital y la Generalitat Valencia. Valencia, 2004.
- Definición del Espacio museístico ubicado en el antiguo cementerio medieval de la Iglesia de San Juan del Hospital de Valencia a partir de los restos hallados de los Siglos XIII y XIV. Entidad financiadora: Construcciones y Promociones Erdi S.L. Valencia, 2007.

- Investigación de la Geometría, Trazas y Criterios de Diseño del Campanario de Alcala de Xivert a través del correspondiente levantamiento de planos y mapeo de caracterización de los materiales. Entidad financiadora: Enrique Ignacio Artola, S.L. y la Generalitat Valenciana, 2008.

4ª PARTE
ANEXOS

14- PLANOS Y PERSPECTIVAS

Situación y Emplazamiento



**RECINTO CASA DE LA ENCOMIENDA
EN VALENCIA, PALACIO DEL
COMENDADOR, IGLESIA, CONVENTO
Y HOSPITAL.**

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. IGLESIA Y ANTIGUO HOSPITAL | 7. CAPILLA FUNERARIA. |
| 2. ANTIGUOS HUERTOS | 8. PATIO SUR ANTIGUO CEMENTERIO MEDIEVAL |
| 3. CASA DEL COMENDADOR | 9. ANTIGUOS BAÑOS ARABES |
| 4. ESPACIO PARA RESIDENCIA DEL CLERO | 10. ANTIGUO TORREON |
| 5. CRIPTA | 11. ANTIGUA PUERTA Y MURALLA DE LA XEREA |
| 6. CAPILLA BARROCA DE SANTA BARBARA | 12. PATIO NORTE |

Nº PLANO:

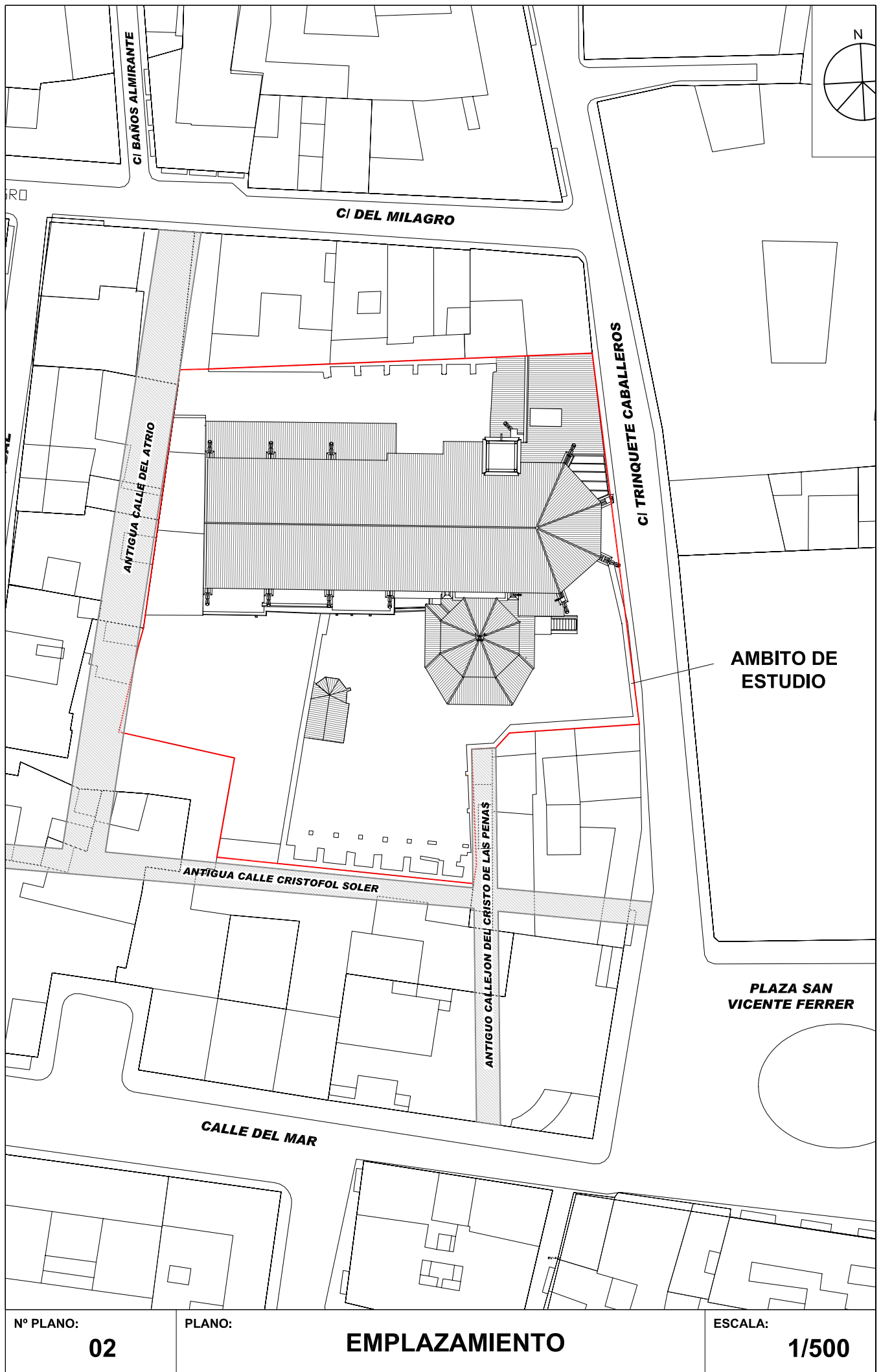
01

PLANO:

SITUACION

ESCALA:

1/1000



Nº PLANO:

02

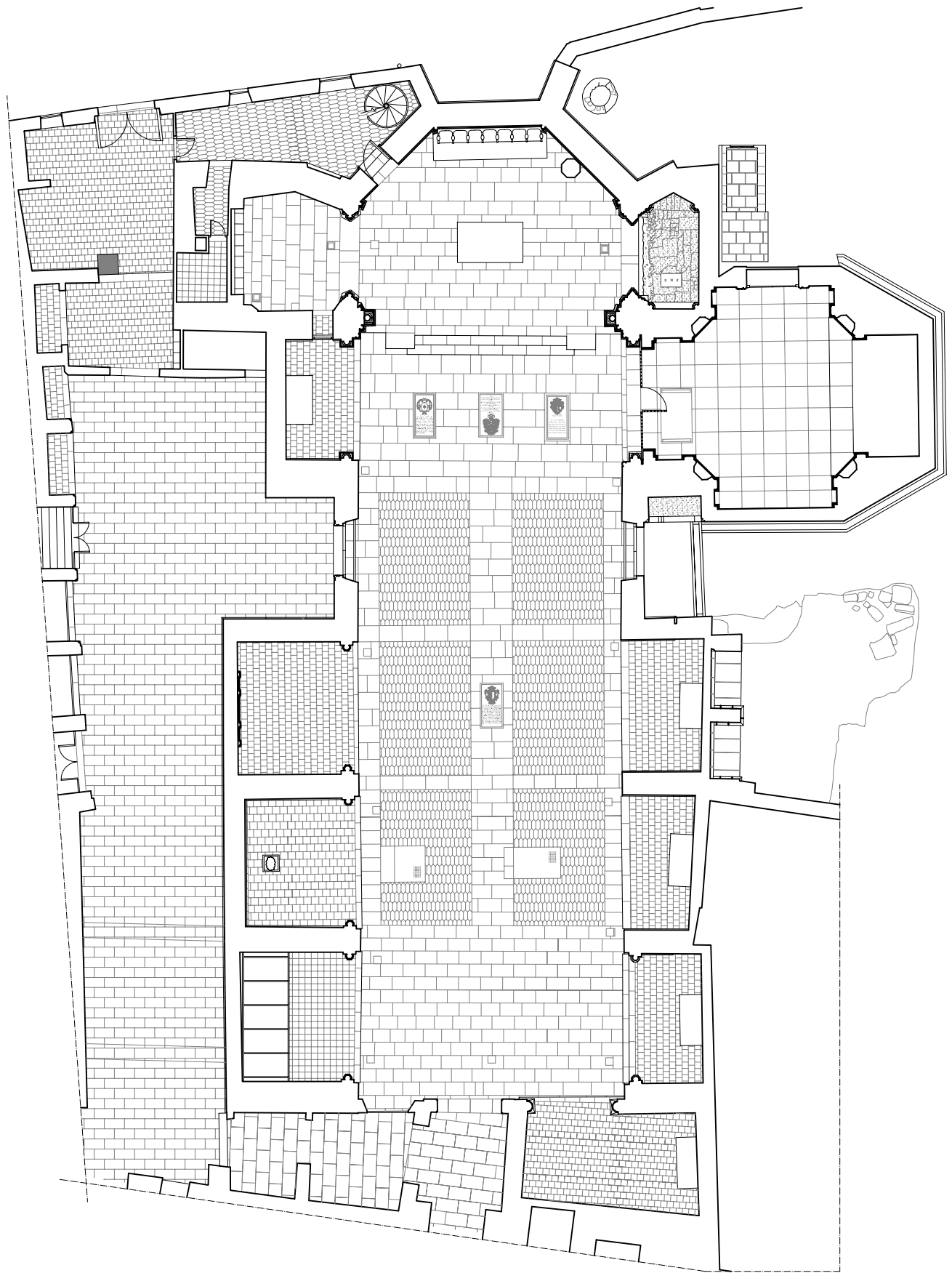
PLANO:

EMPLAZAMIENTO

ESCALA:

1/500

**Planos levantamiento estado actual
e iglesia barroca**



Nº PLANO:

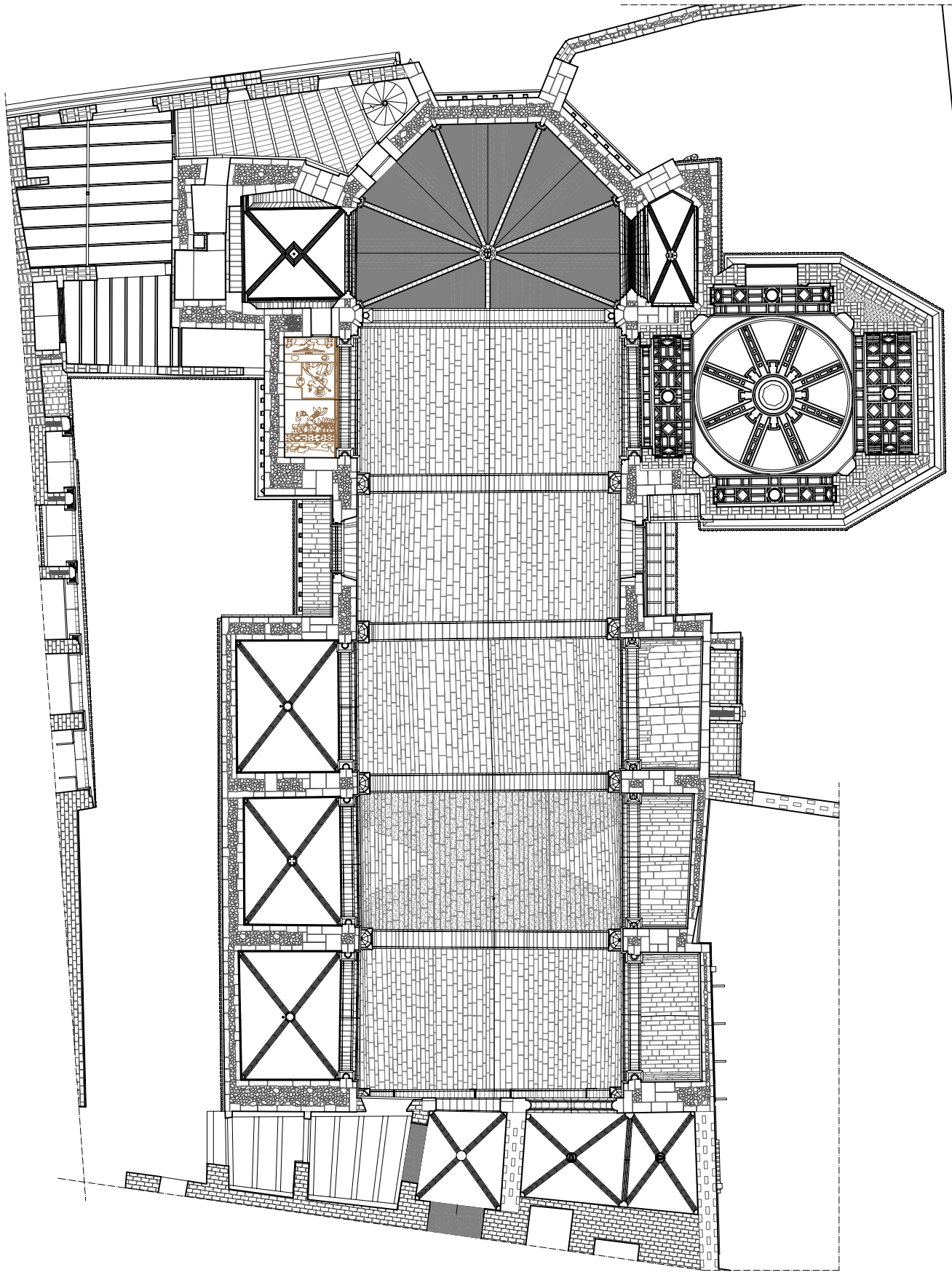
03

PLANO:

PLANTA

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

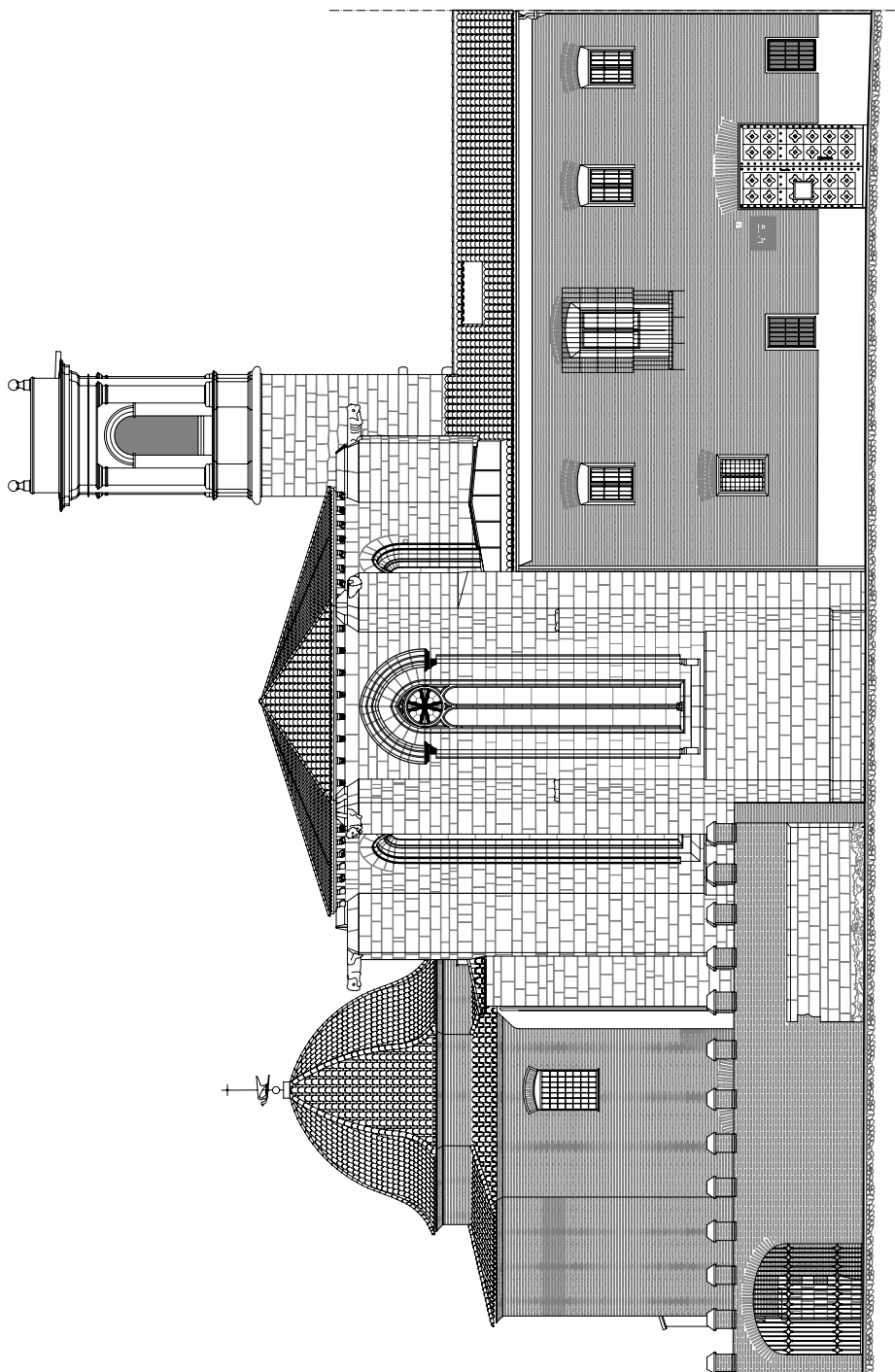
04

PLANO:

PLANTA CENTAL EN ESPEJO

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

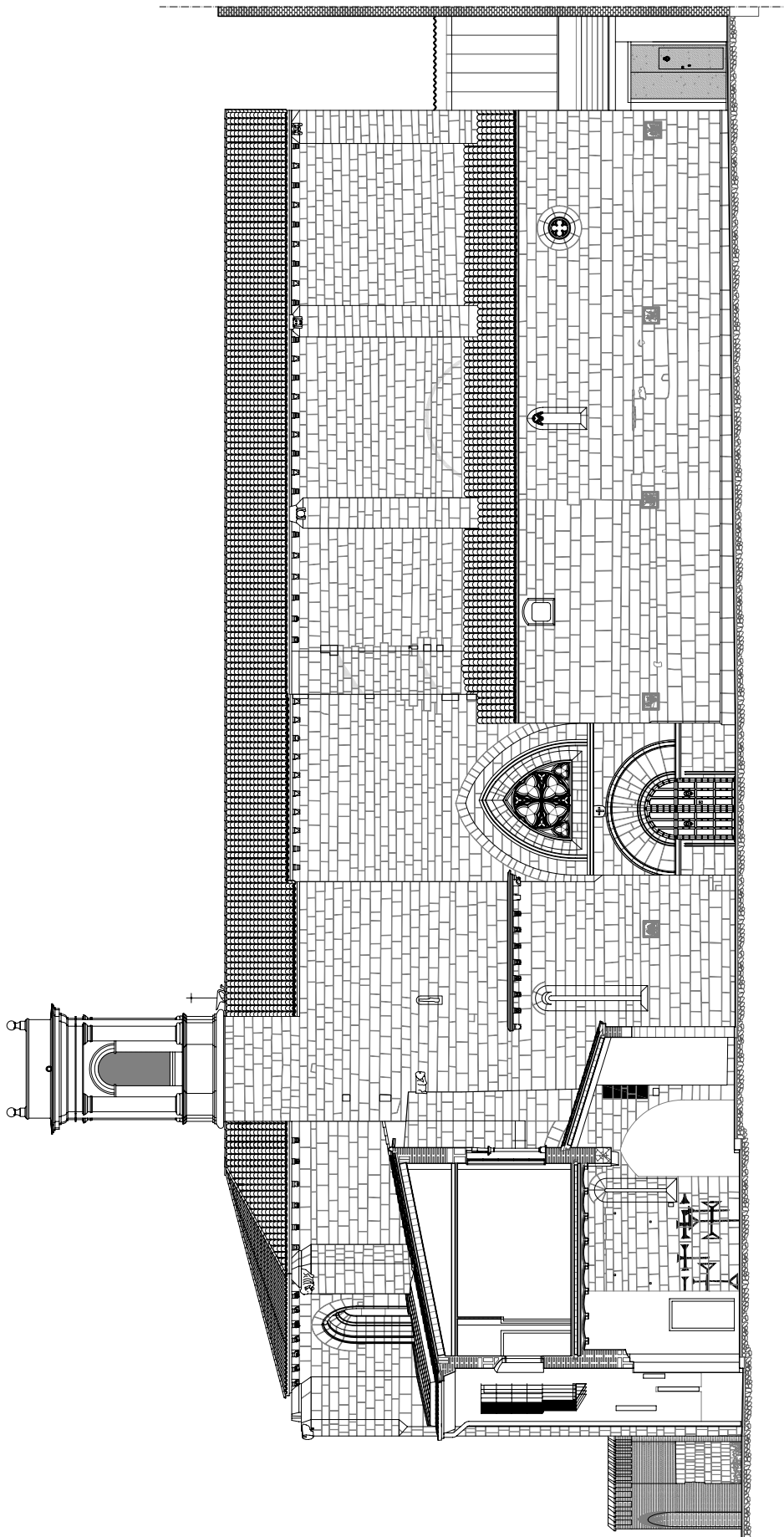
05

PLANO:

ALZADO ESTE

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

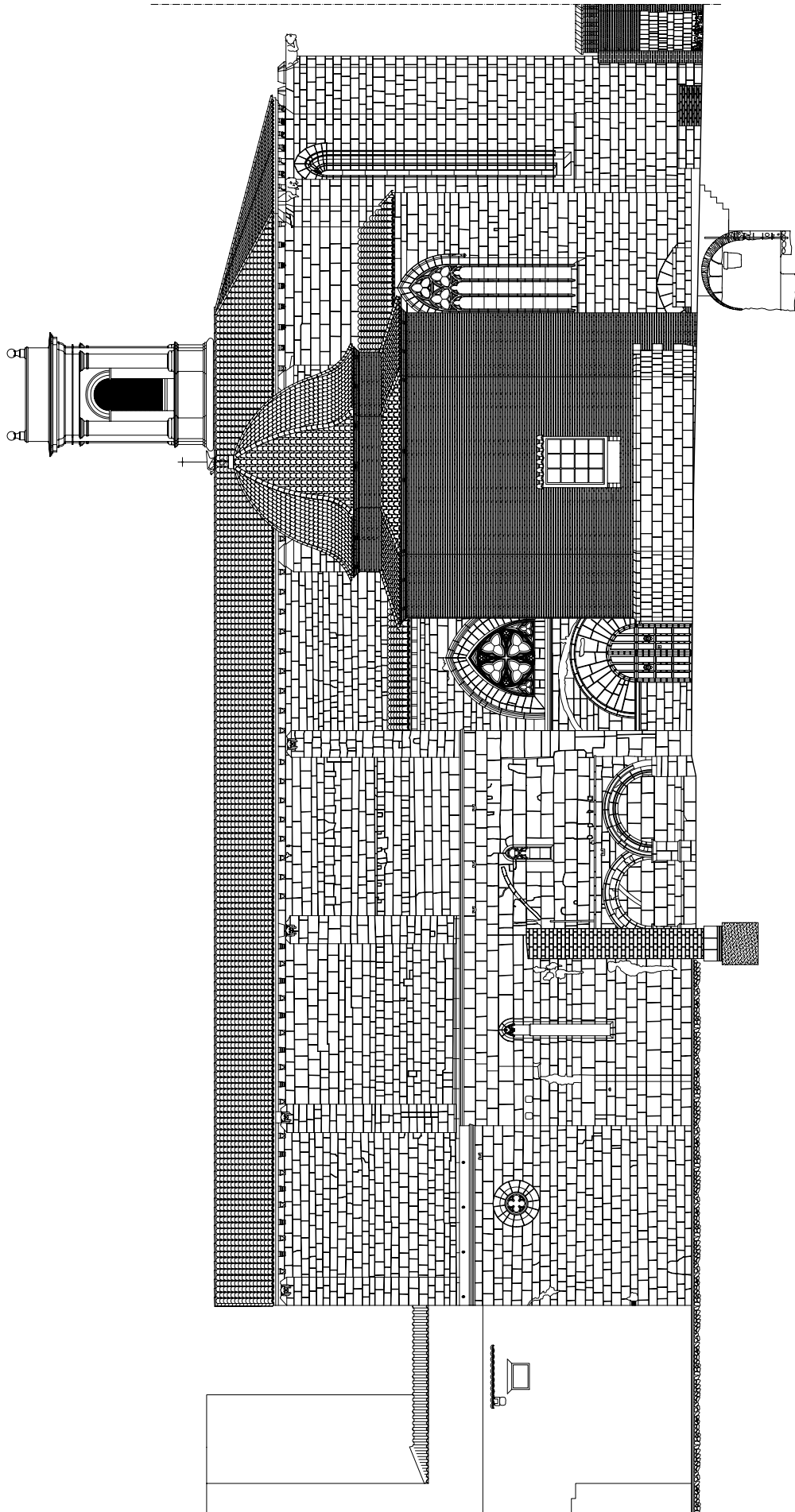
06

PLANO:

ALZADO NORTE

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

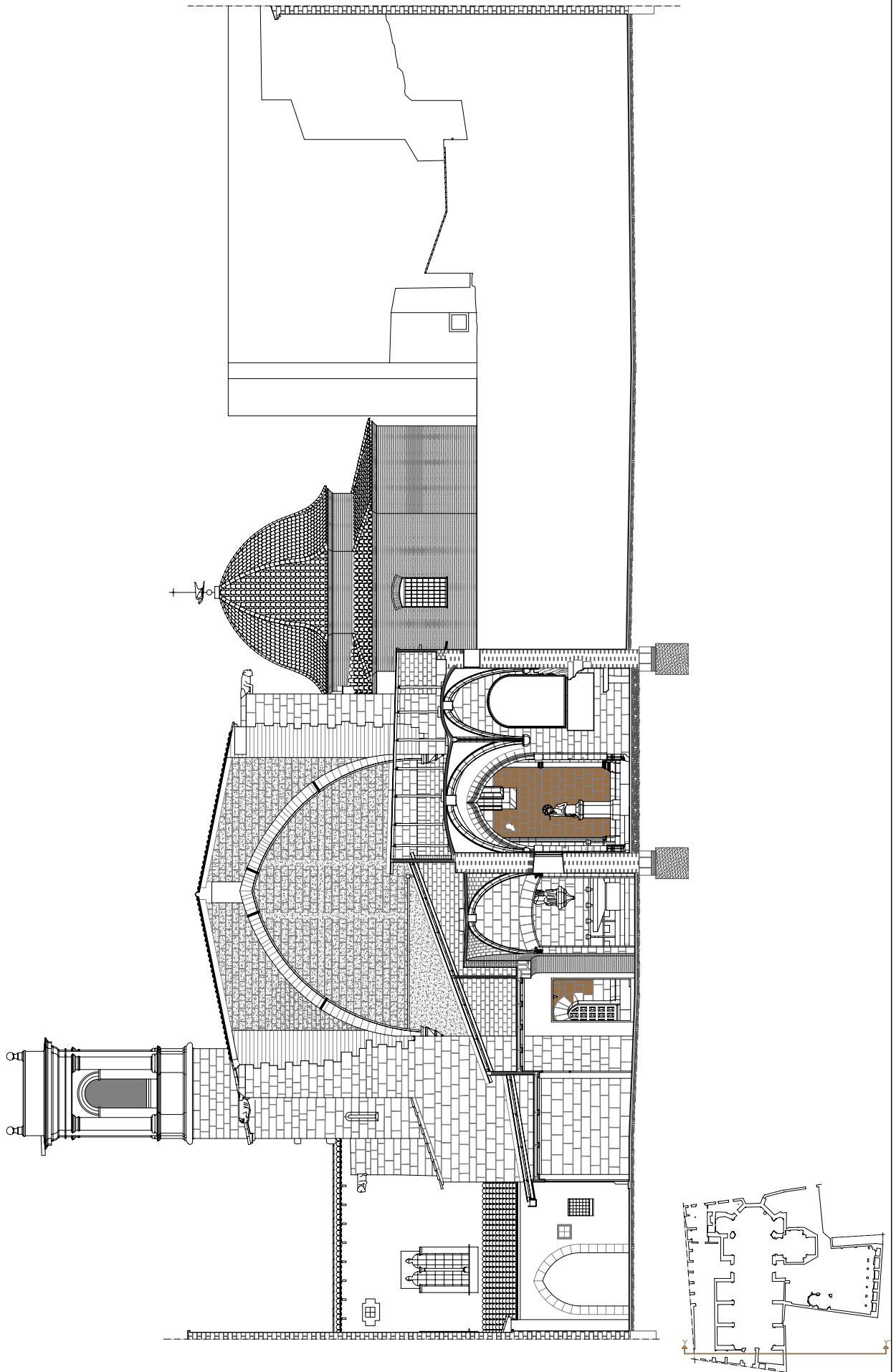
07

PLANO:

ALZADO SUR

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

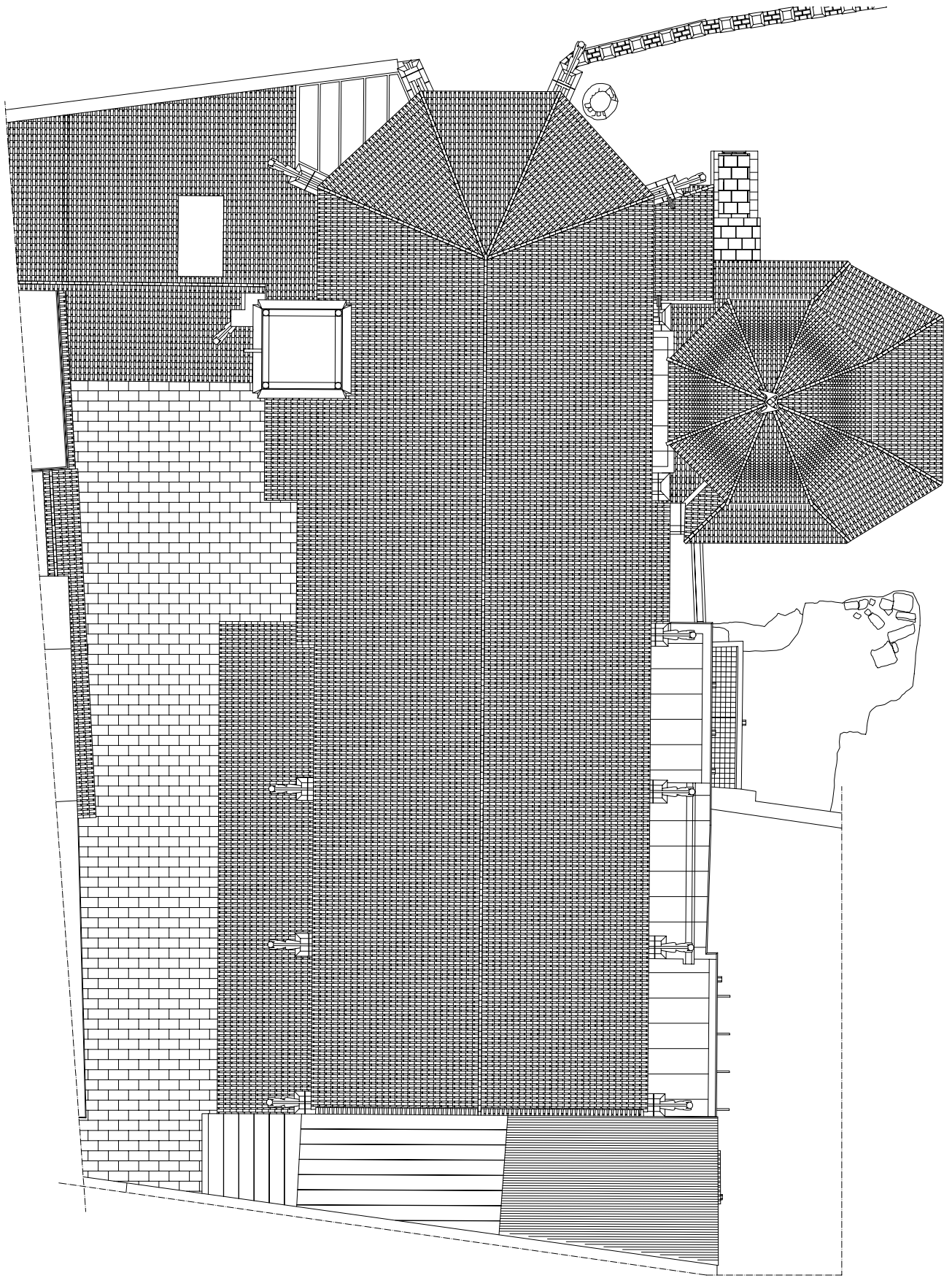
08

PLANO:

SECCION TRANSVERSAL Y-Y'

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

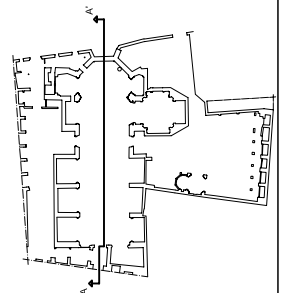
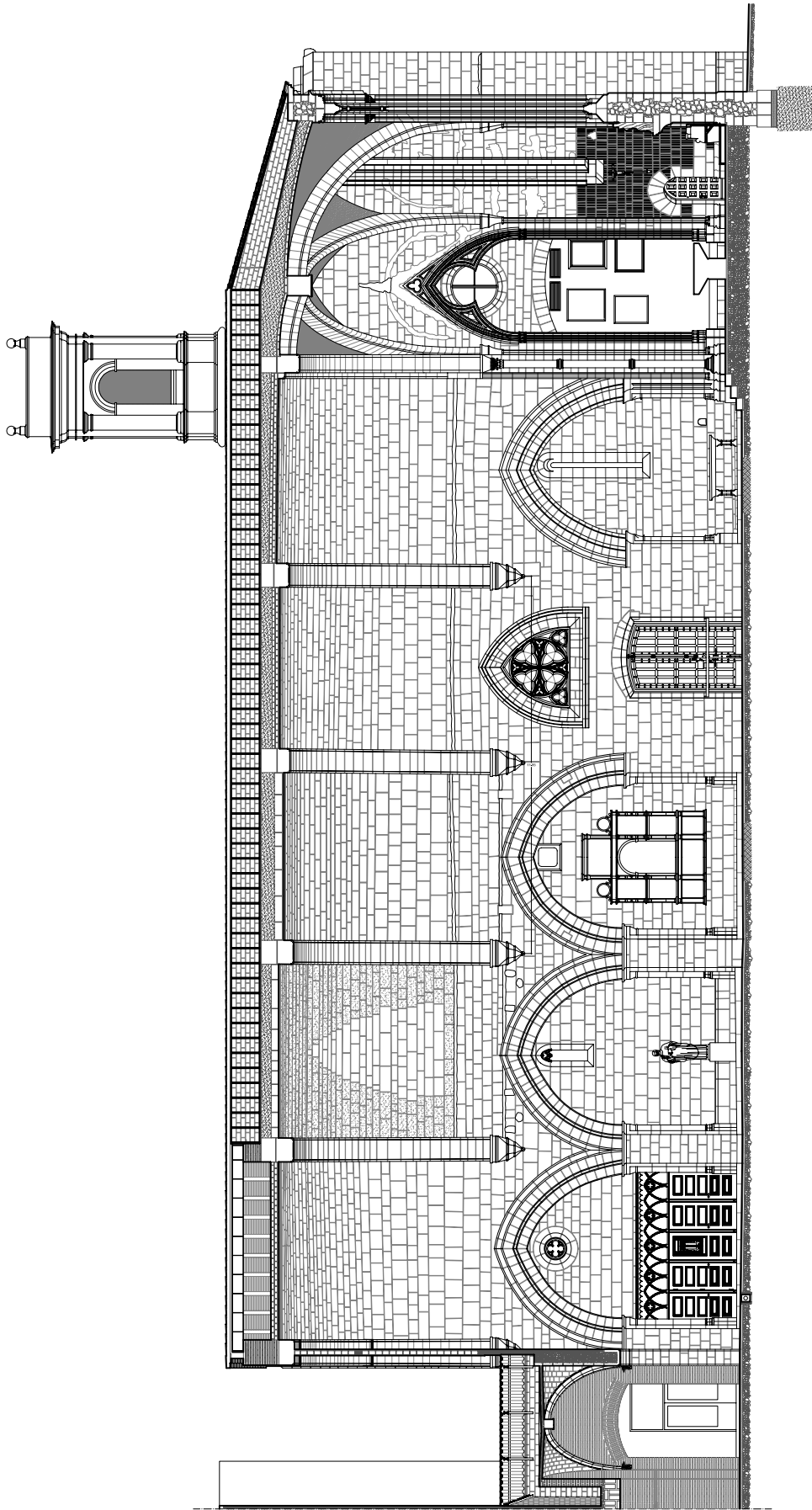
09

PLANO:

VISTA AEREA

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

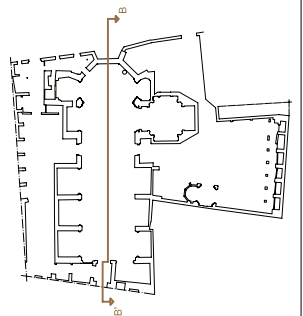
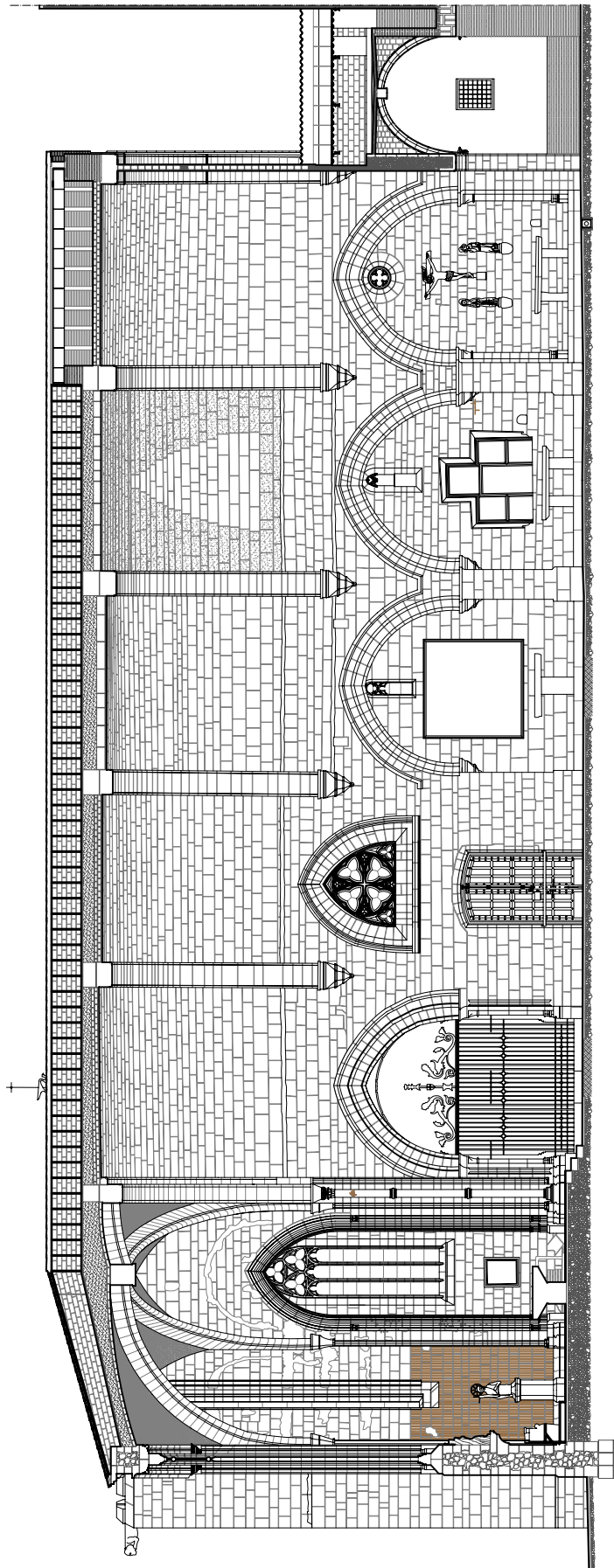
10

PLANO:

SECCION LONGITUDINAL A-Á

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

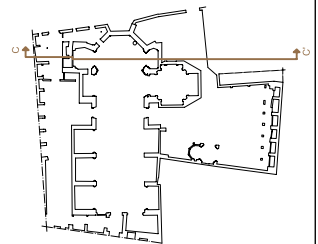
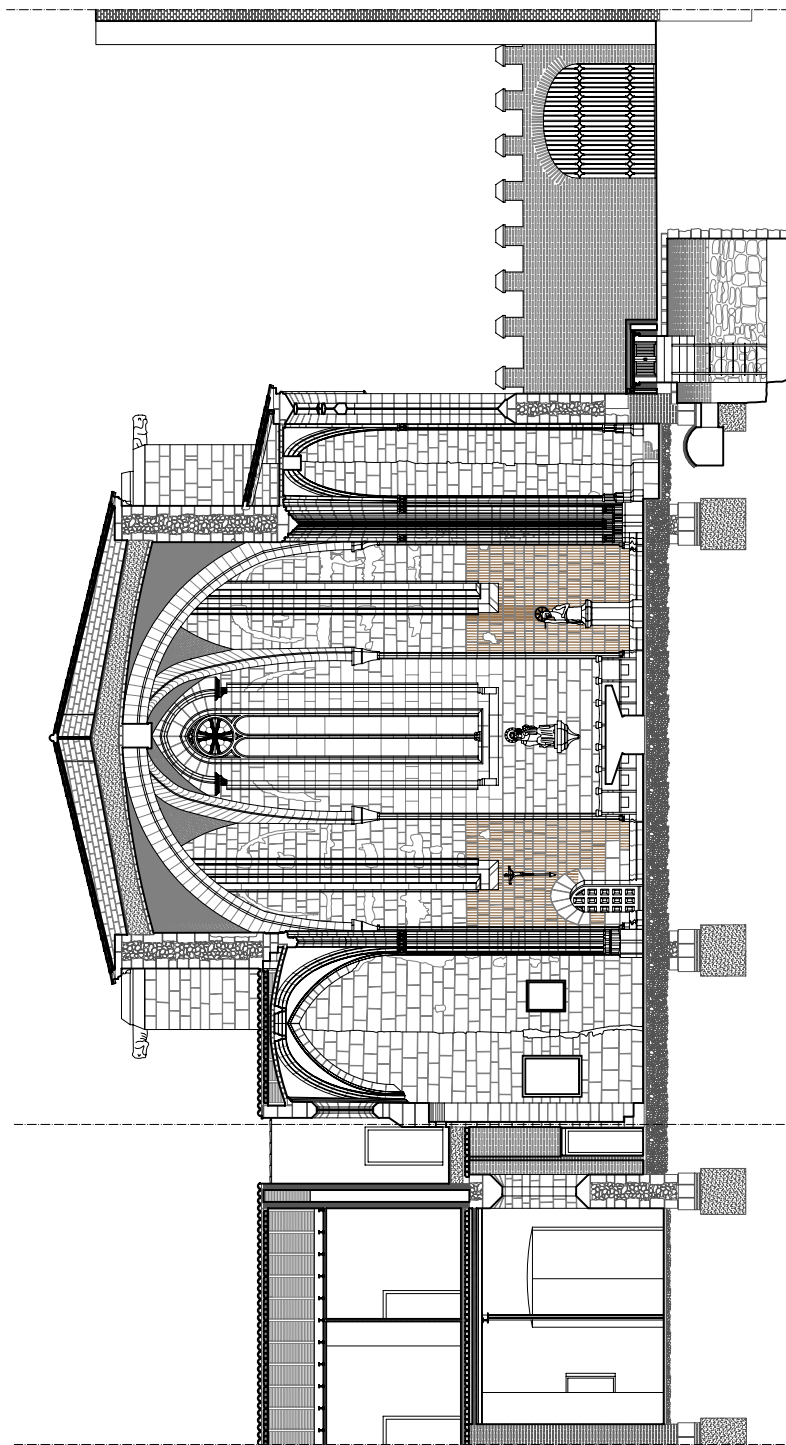
11

PLANO:

SECCION LONGITUDINAL B-B'

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

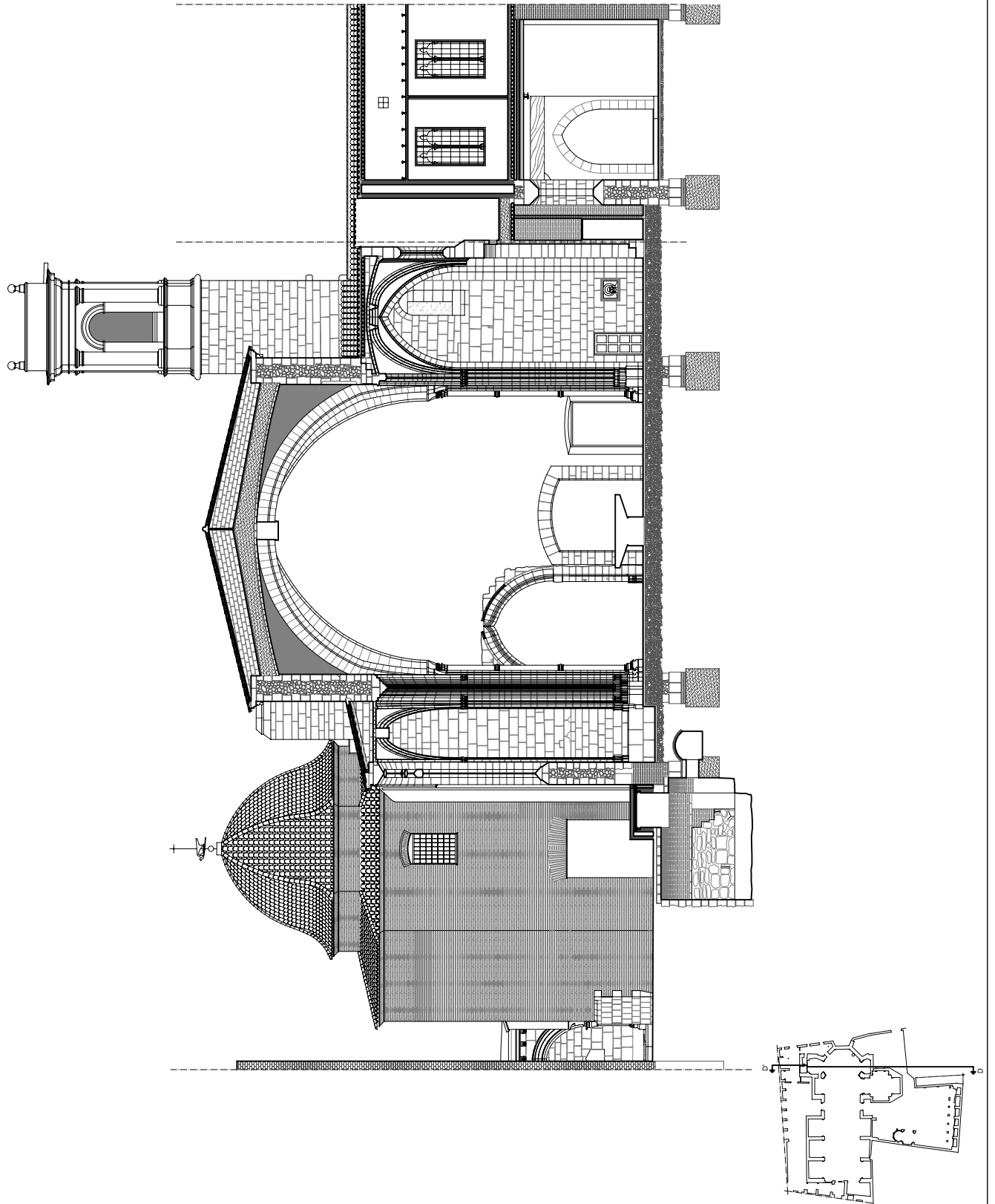
12

PLANO:

SECCION TRANSVERSAL C-C'

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

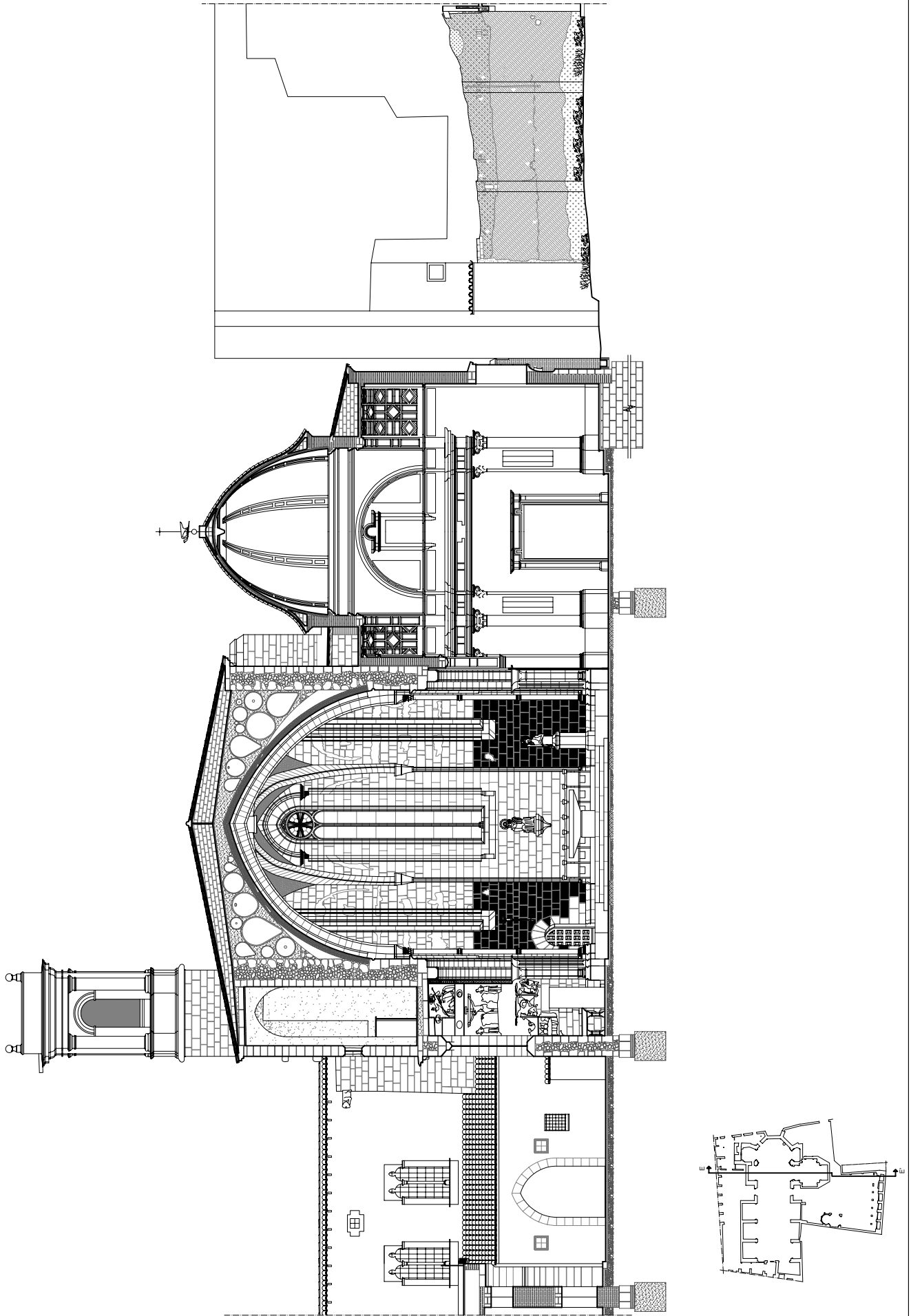
13

PLANO:

SECCION TRANSVERSAL D-D'

ESCALA:

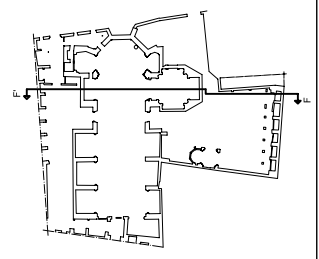
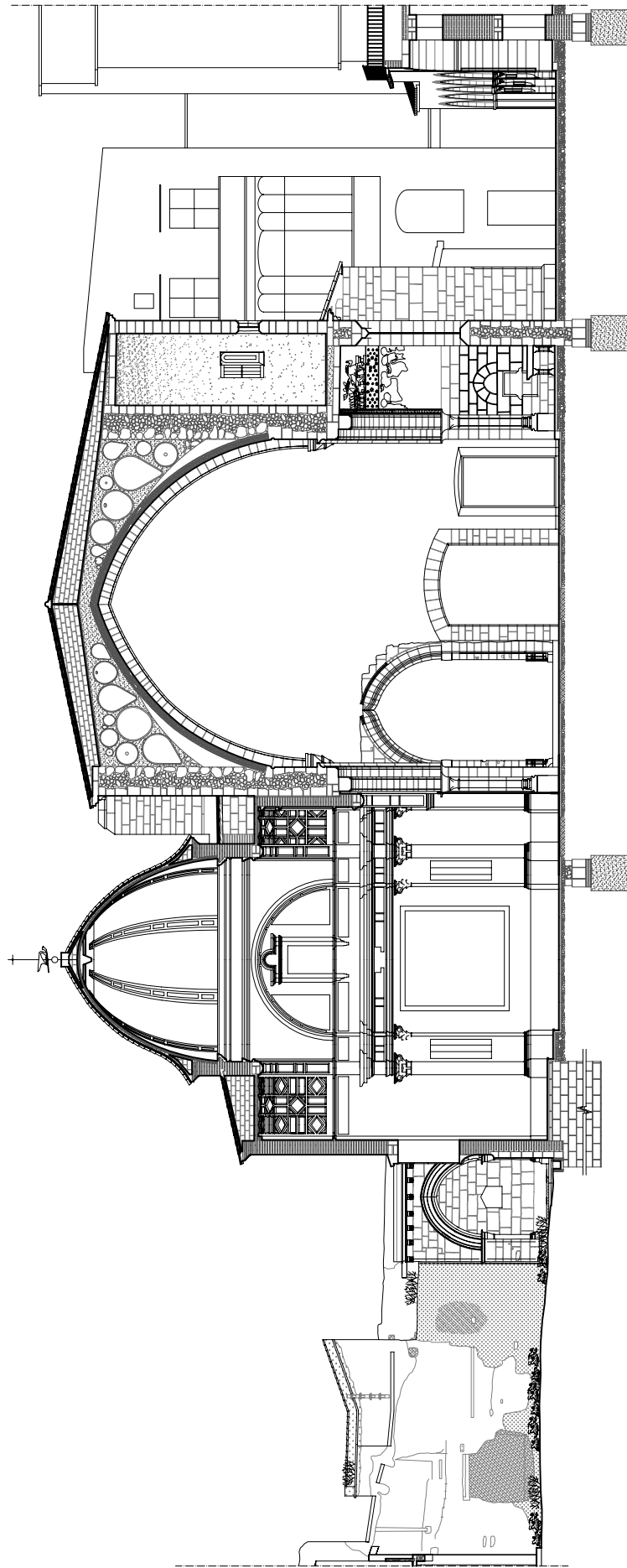
1 / 200



Nº PLANO:
14

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL E-E'

ESCALA:
1 / 200



Nº PLANO:

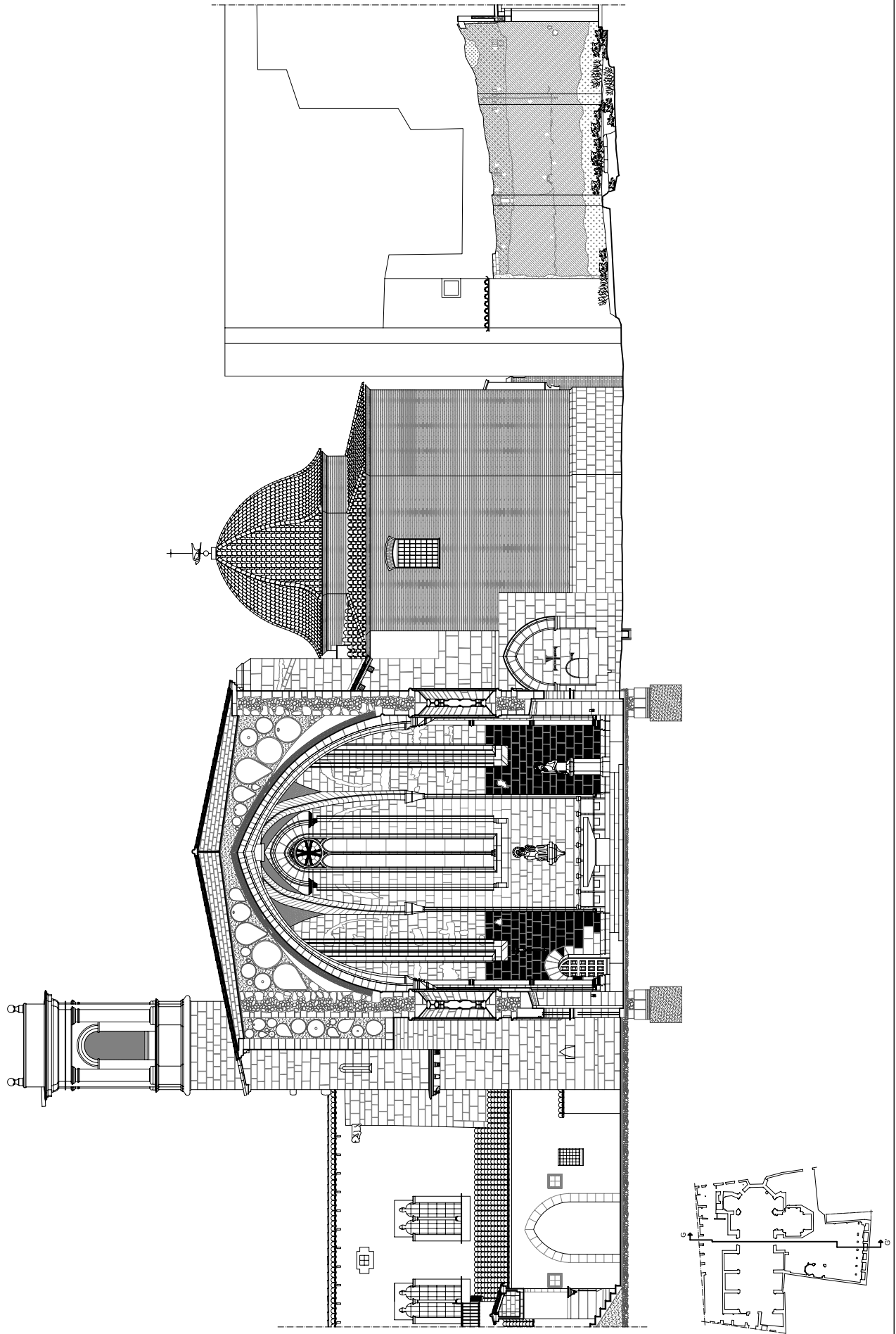
15

PLANO:

SECCION TRANSVERSAL F-F'

ESCALA:

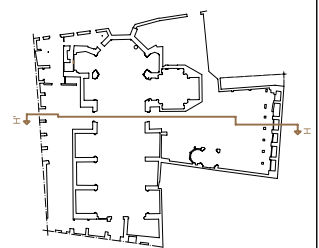
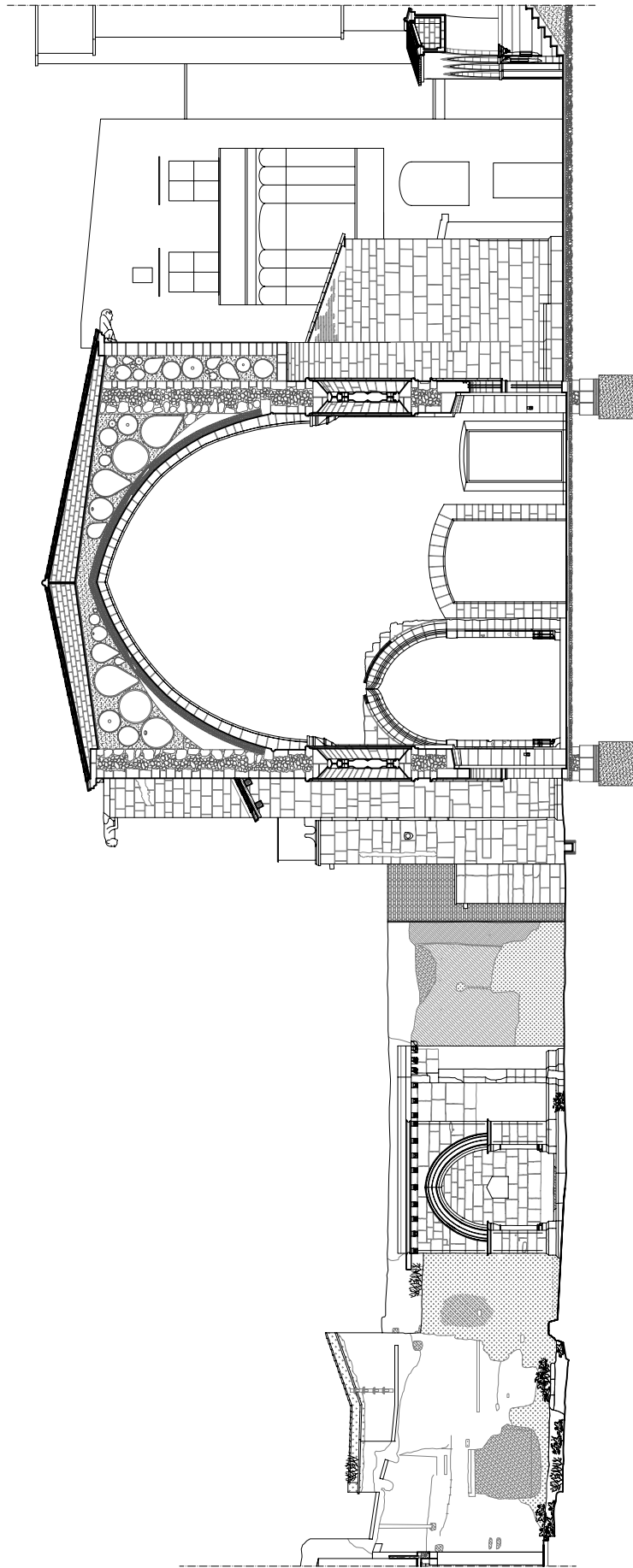
1 / 200



Nº PLANO:
16

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL G-G'

ESCALA:
1 / 200



Nº PLANO:

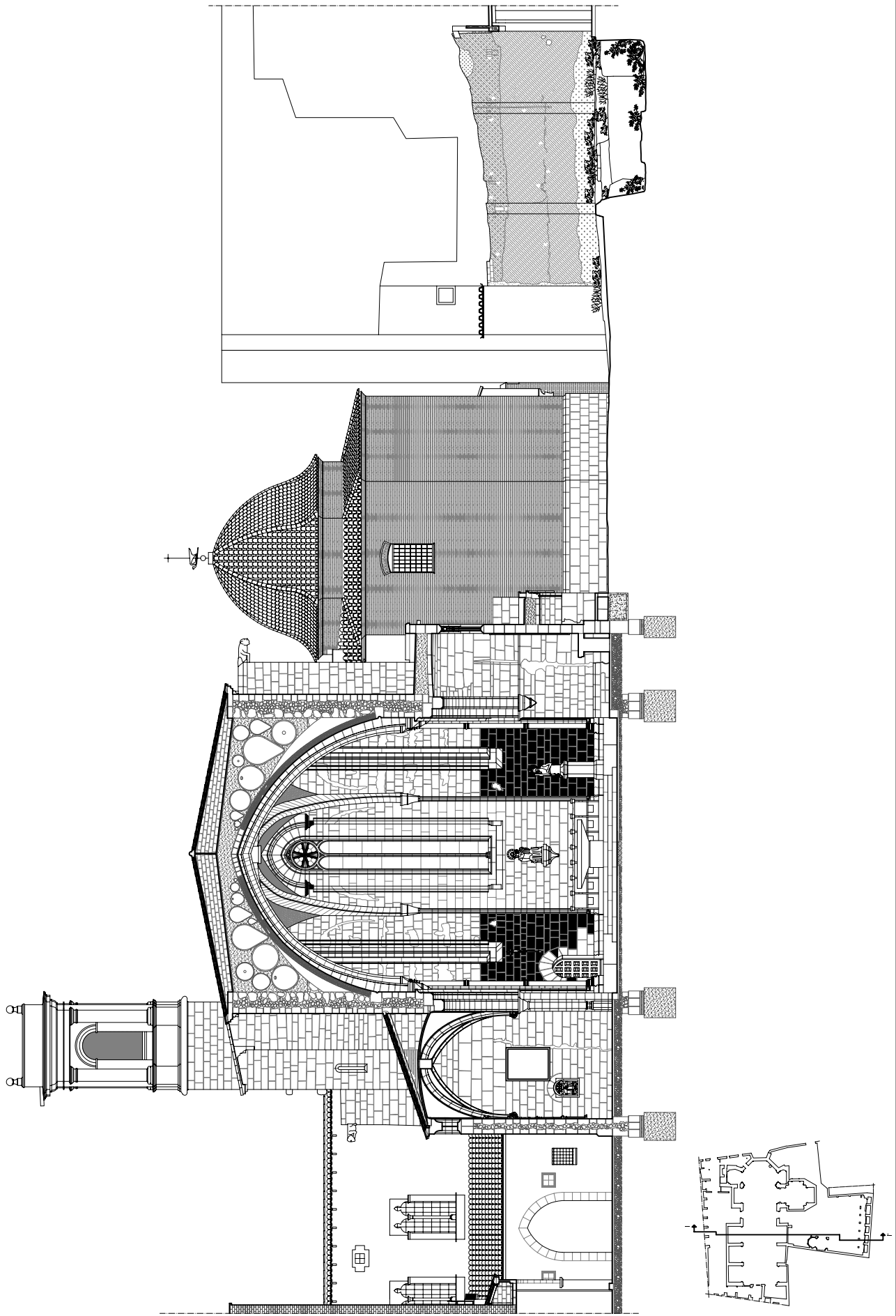
17

PLANO:

SECCION TRANSVERSAL H-H'

ESCALA:

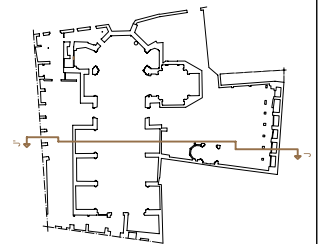
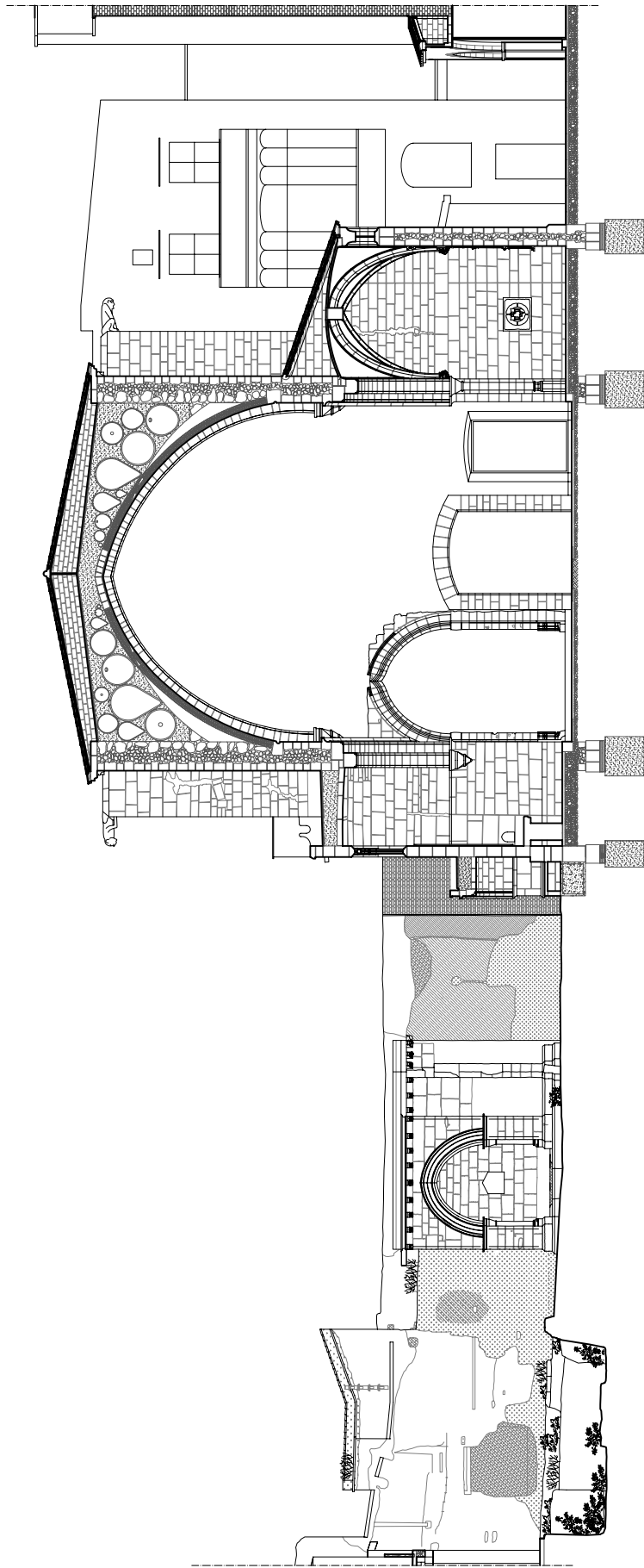
1 / 200



Nº PLANO:
18

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL I-I'

ESCALA:
1 / 200



Nº PLANO:

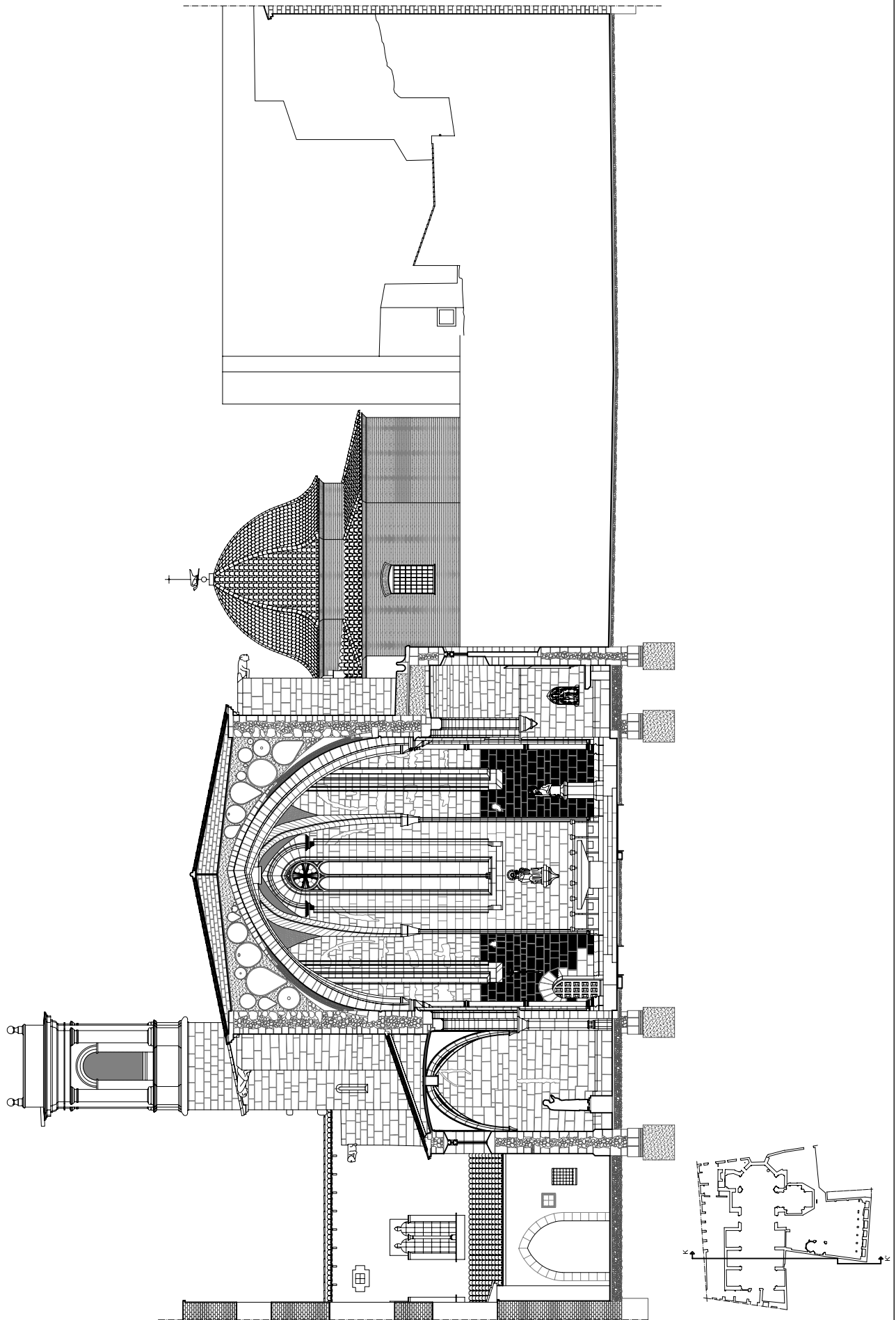
19

PLANO:

SECCION TRANSVERSAL J-J'

ESCALA:

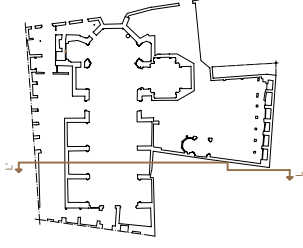
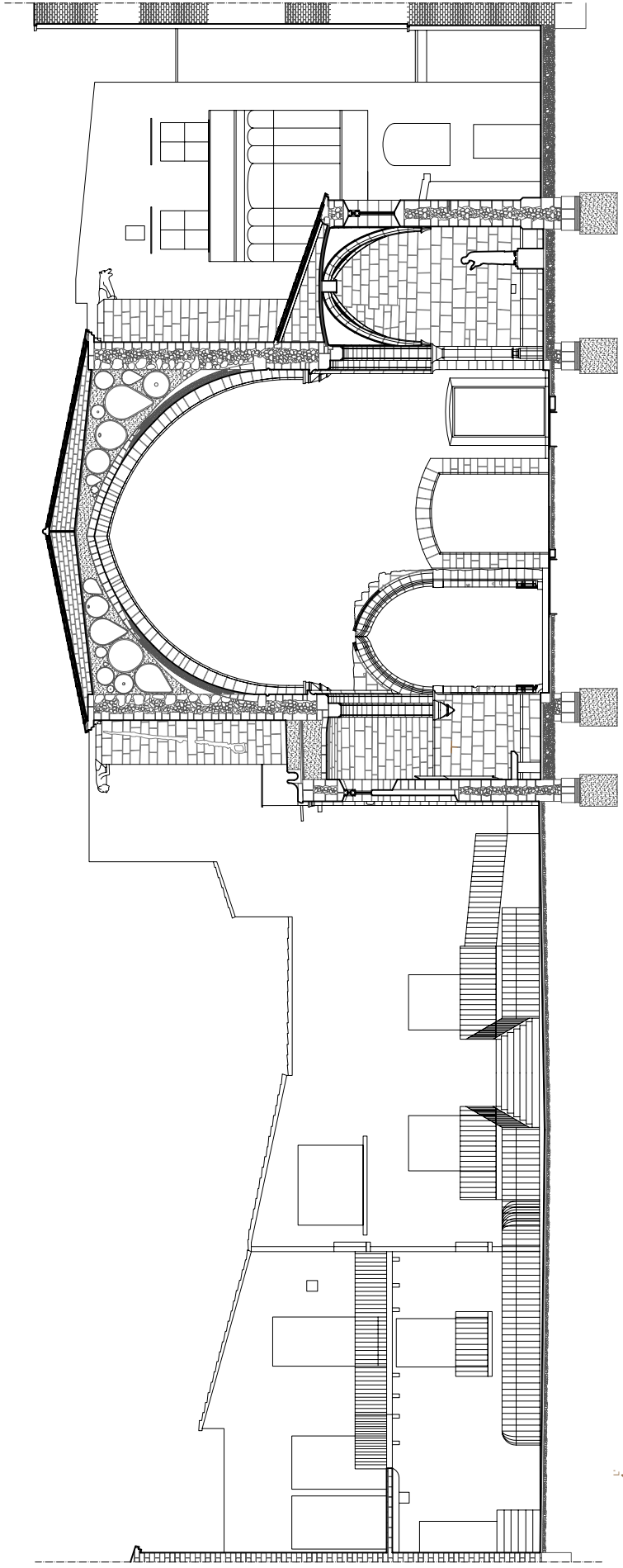
1 / 200



Nº PLANO:
20

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL K-K'

ESCALA:
1 / 200



Nº PLANO:

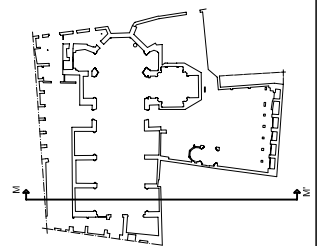
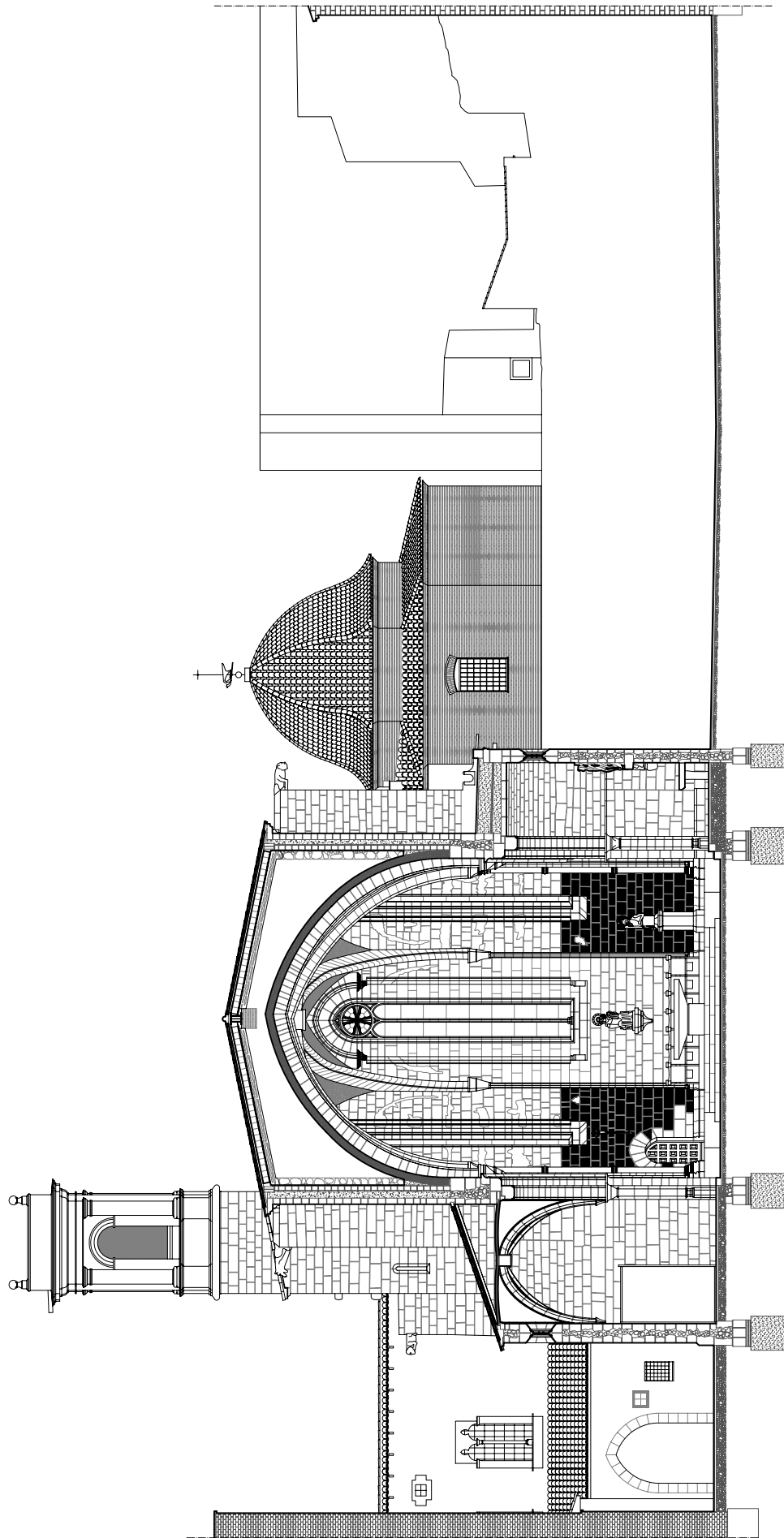
21

PLANO:

SECCION TRANSVERSAL L-L'

ESCALA:

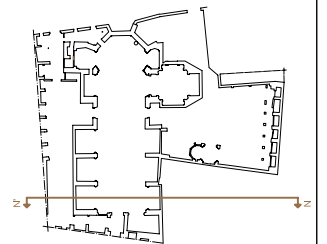
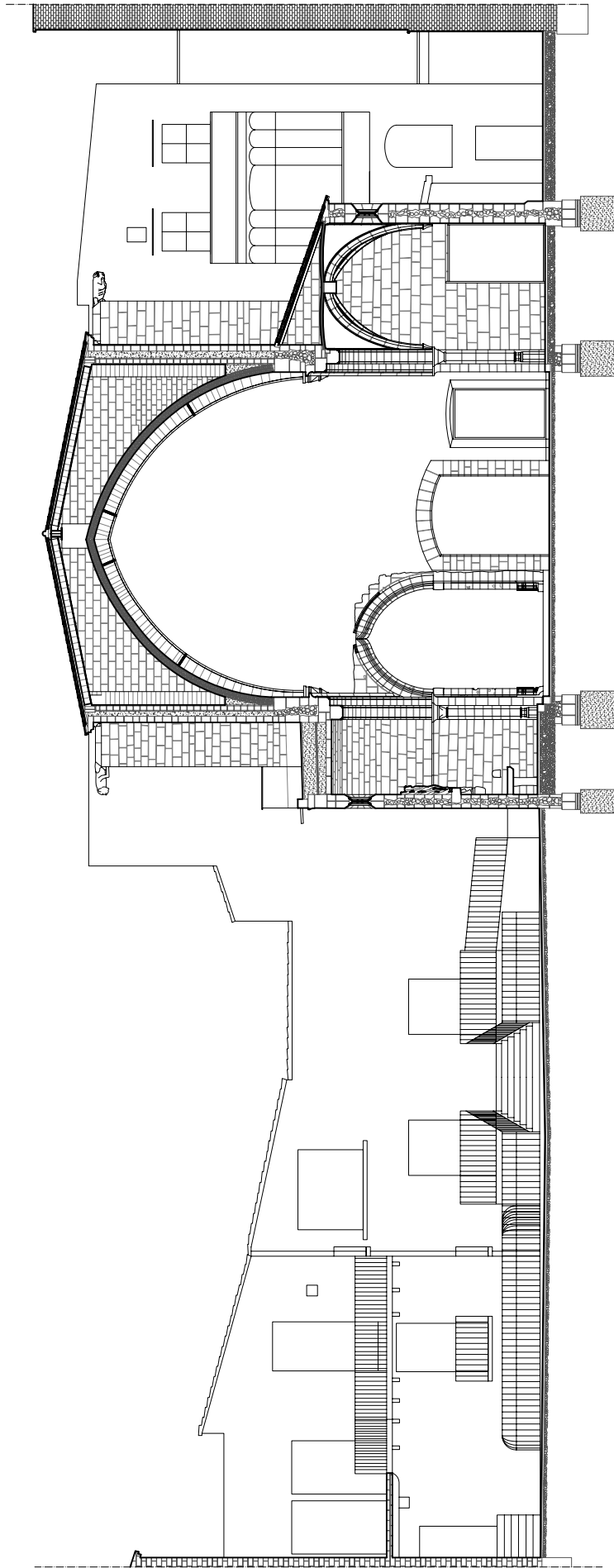
1 / 200



Nº PLANO:
22

PLANO:
SECCION TRANSVERSAL M-M'

ESCALA:
1 / 200



Nº PLANO:

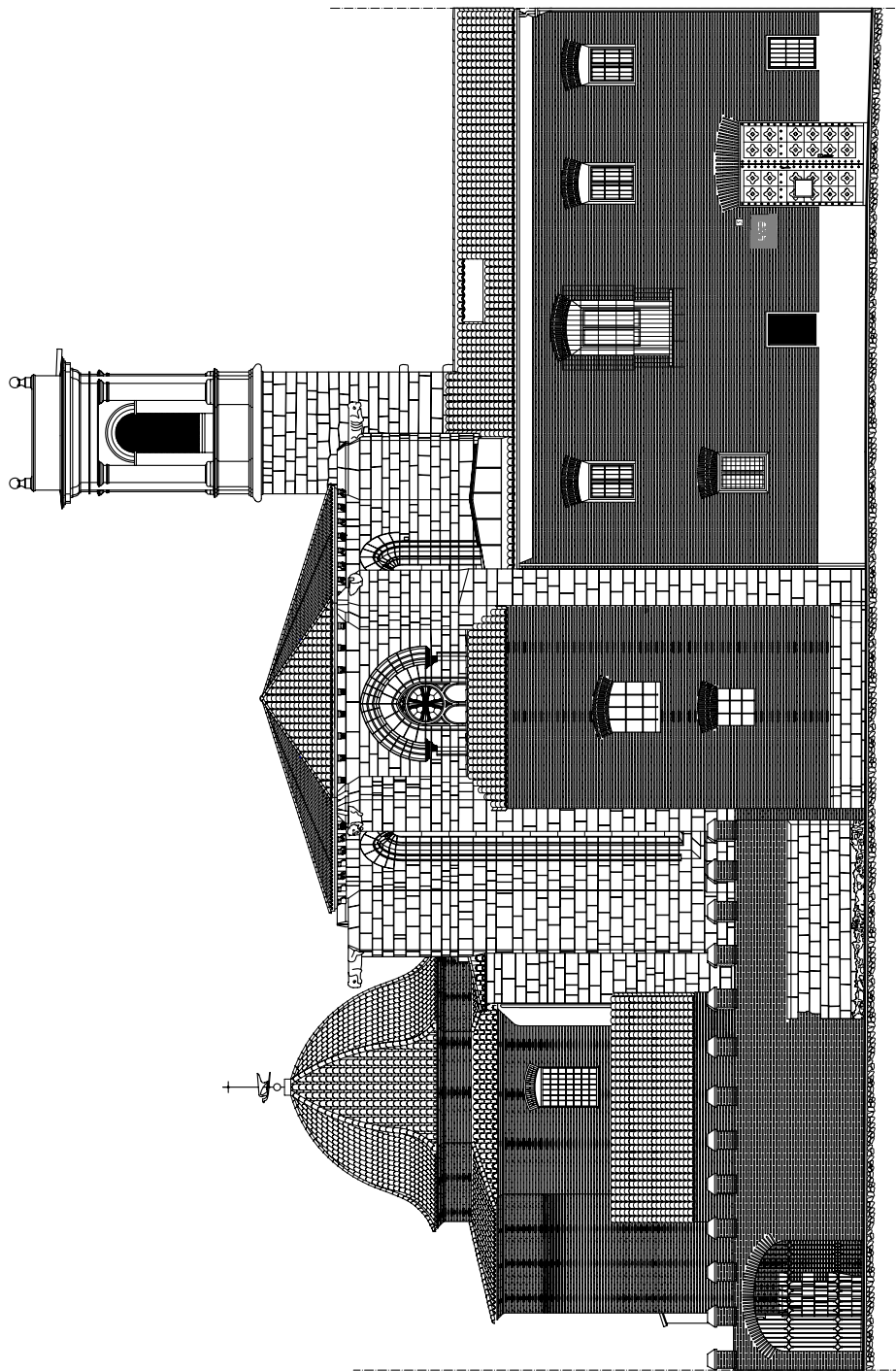
23

PLANO:

SECCION TRANSVERSAL N-N'

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

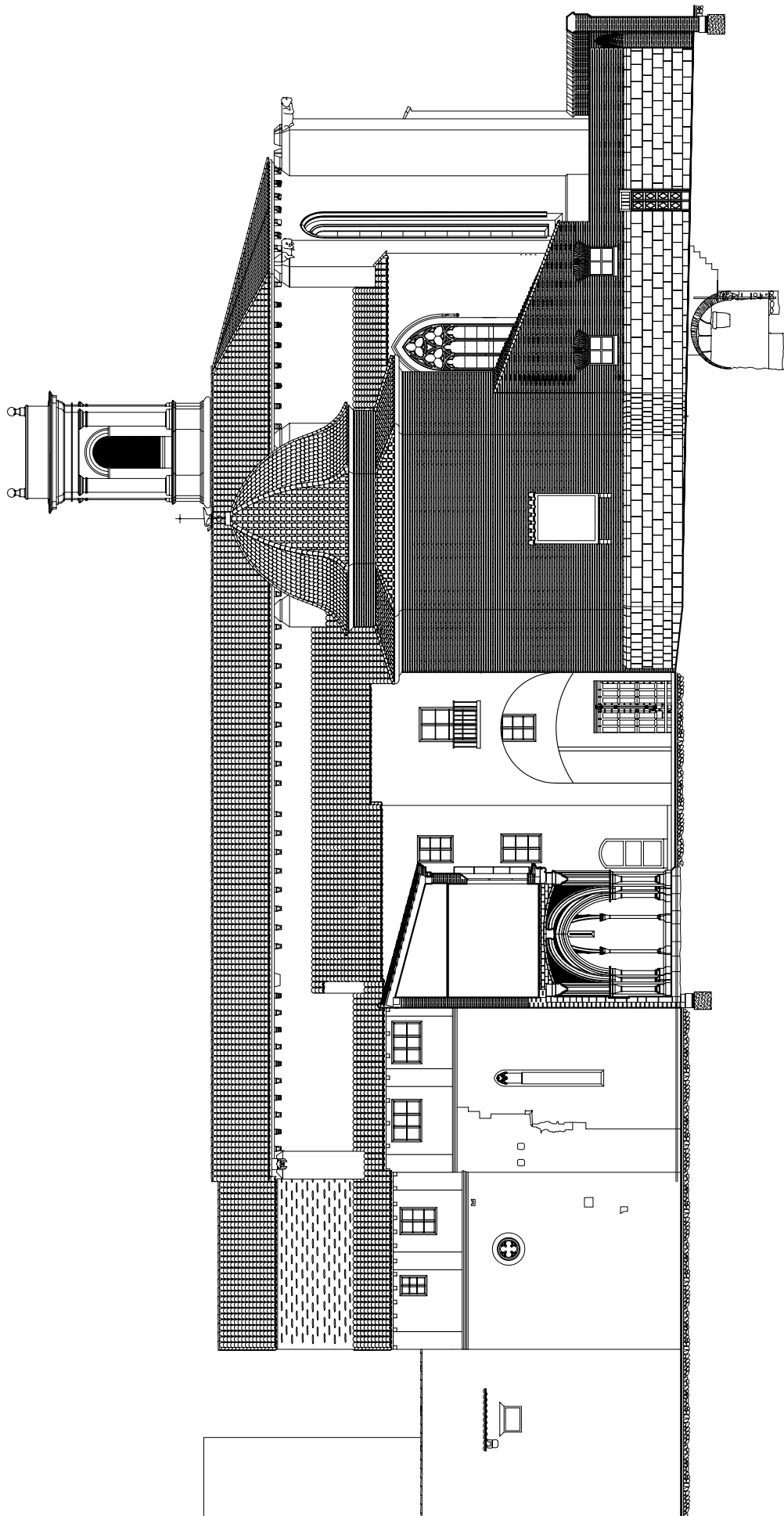
24

PLANO:

ALZADO ESTE (BARROCO SIGLO XVII)

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

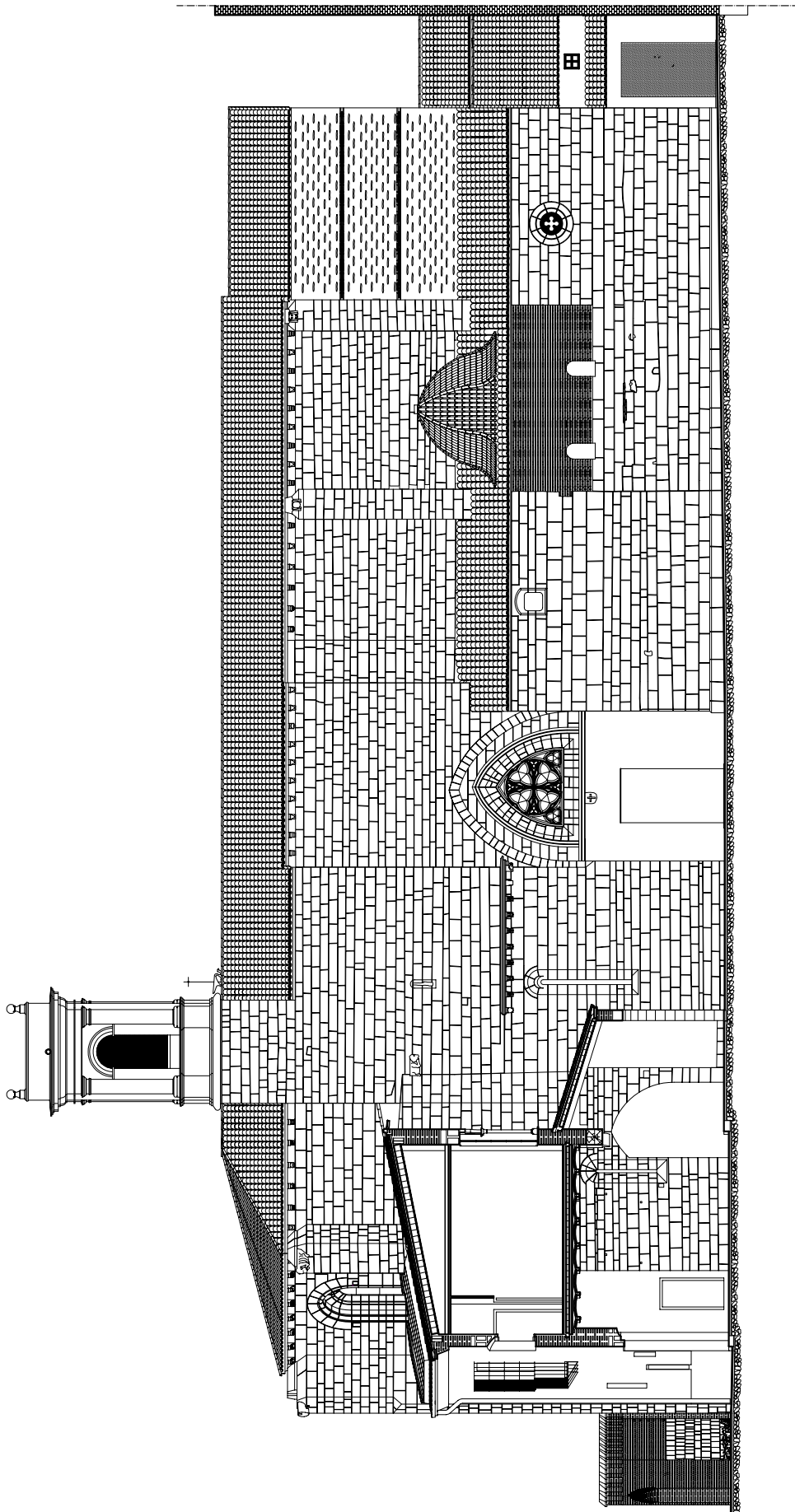
25

PLANO:

ALZADO SUR (BARROCO SIGLO XVII)

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

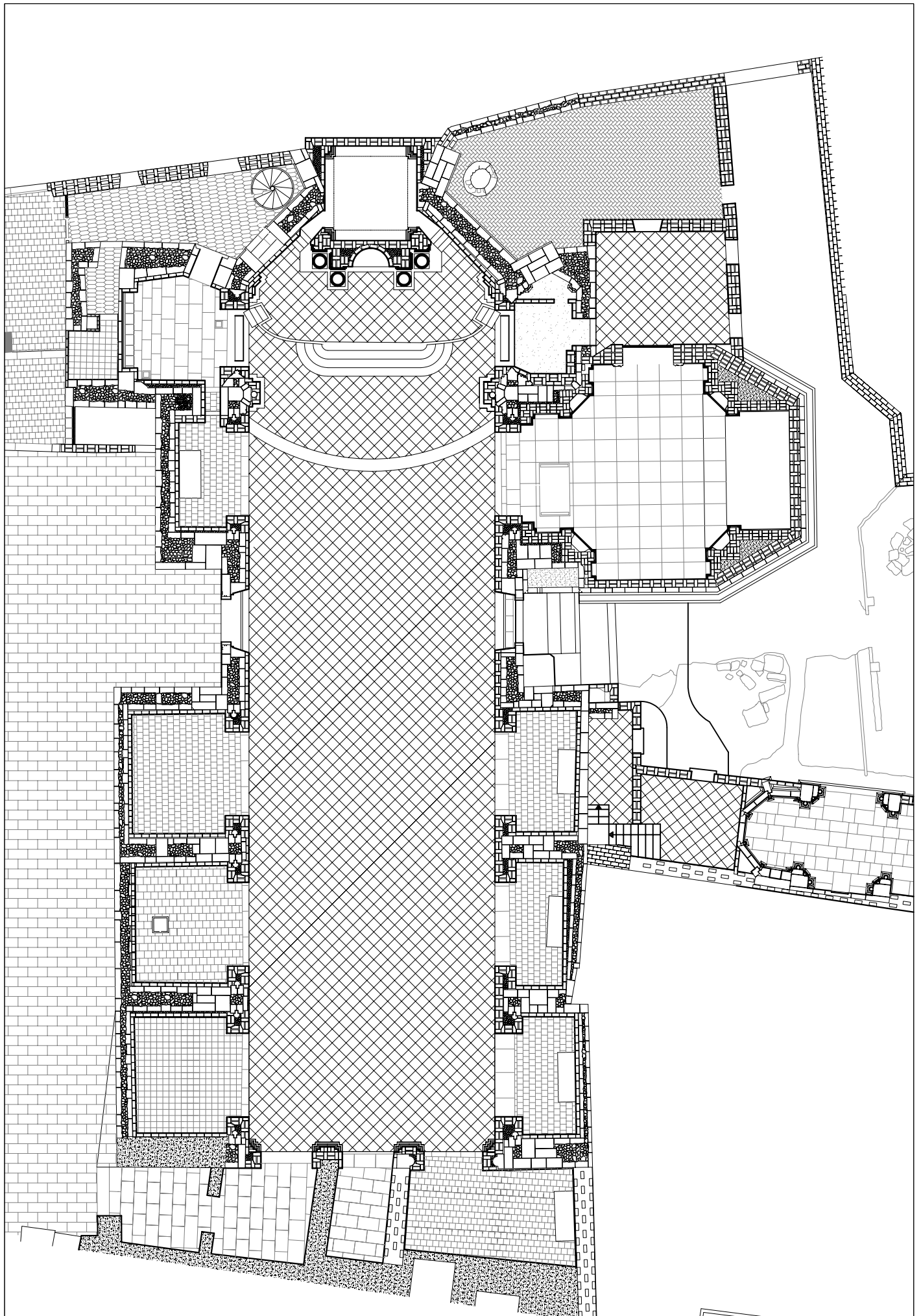
26

PLANO:

ALZADO NORTE (BARROCO SIGLO XVII)

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

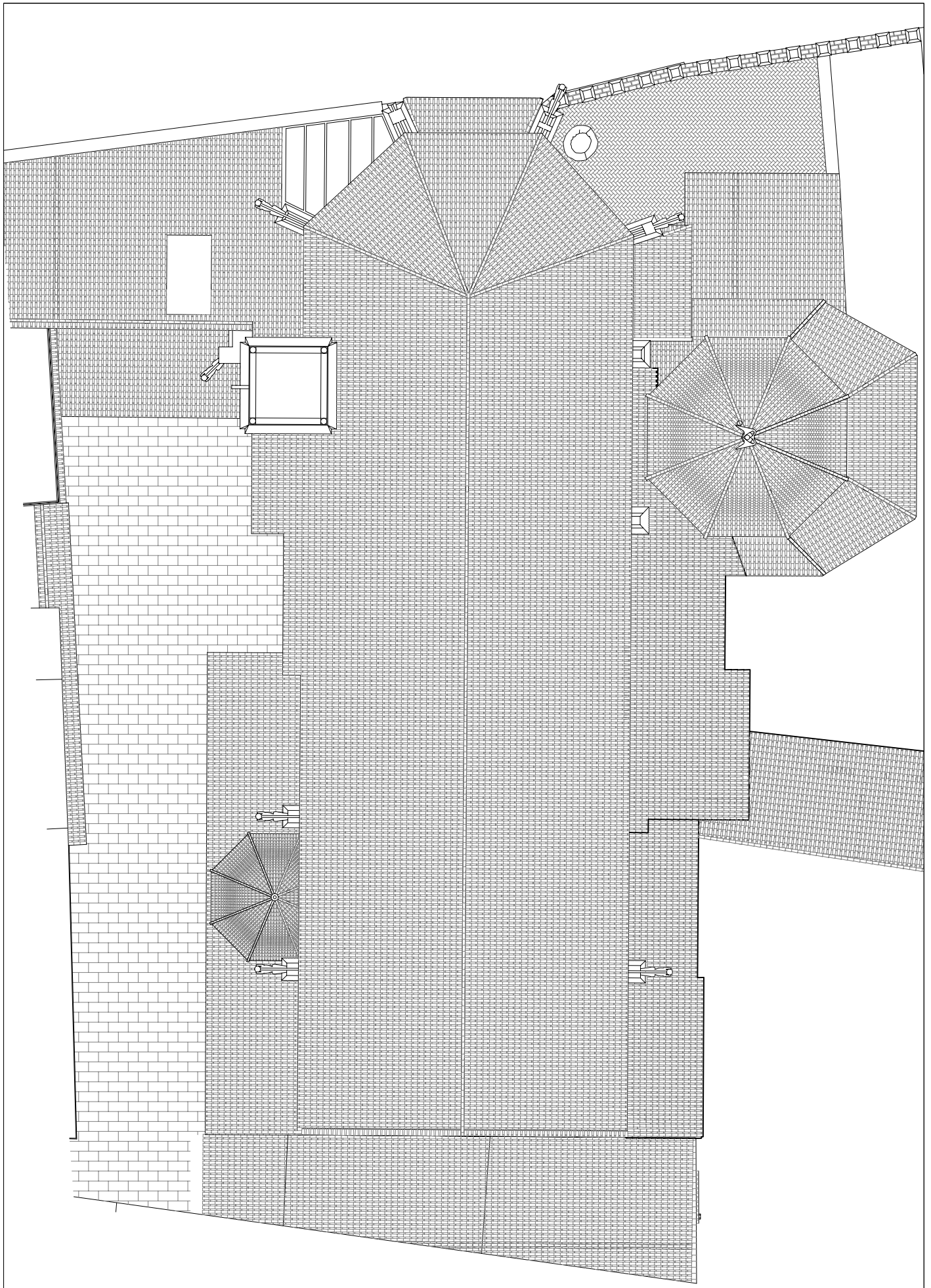
27

PLANO:

PLANTA (BARROCO SIGLO XVII)

ESCALA:

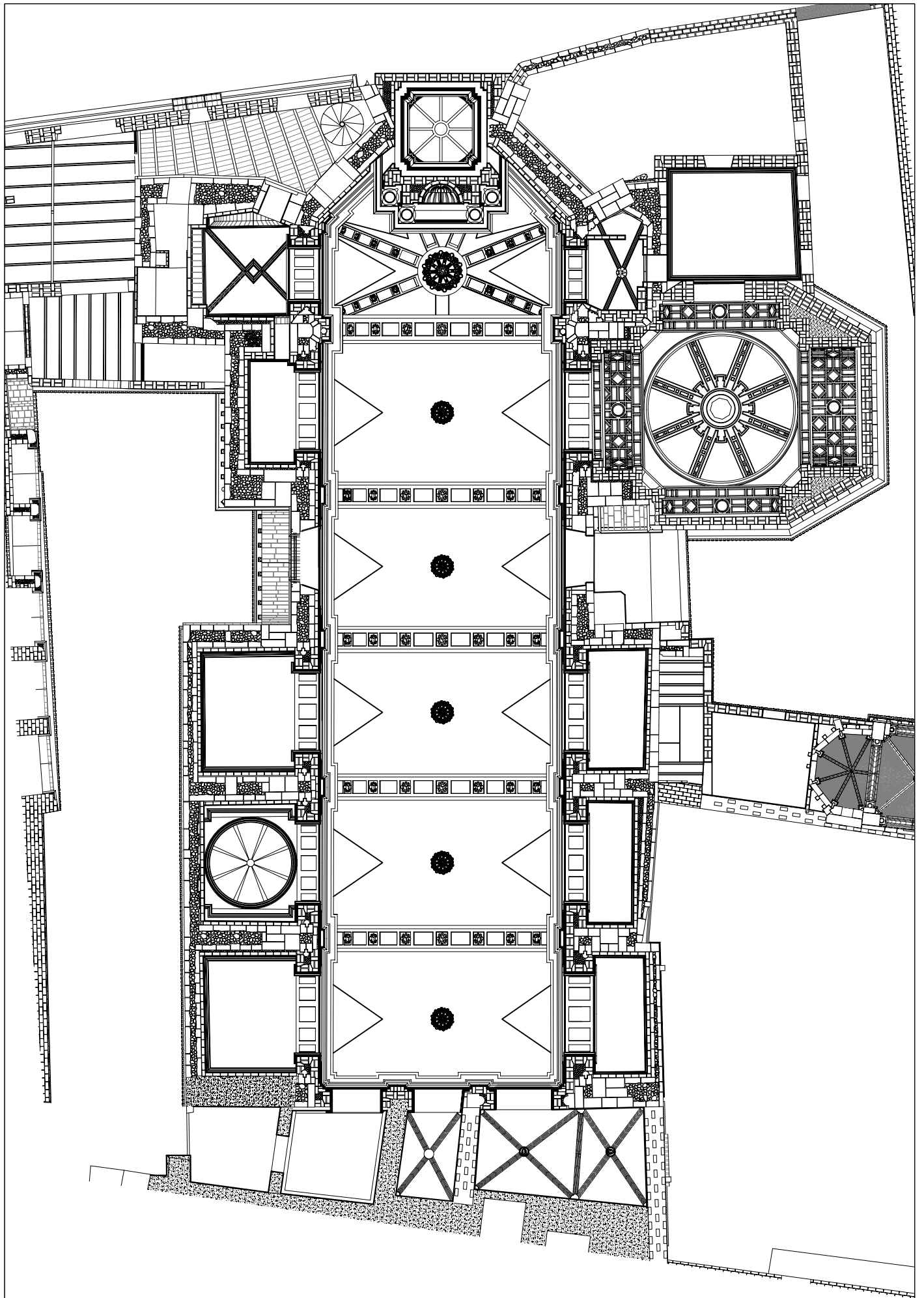
1 / 200



Nº PLANO:
28

PLANO:
PLANTA AEREA (BARROCO SIGLO XVII)

ESCALA:
1 / 200



Nº PLANO:

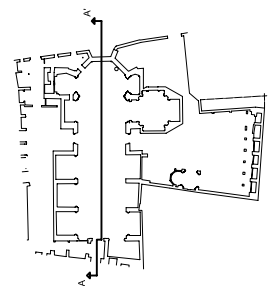
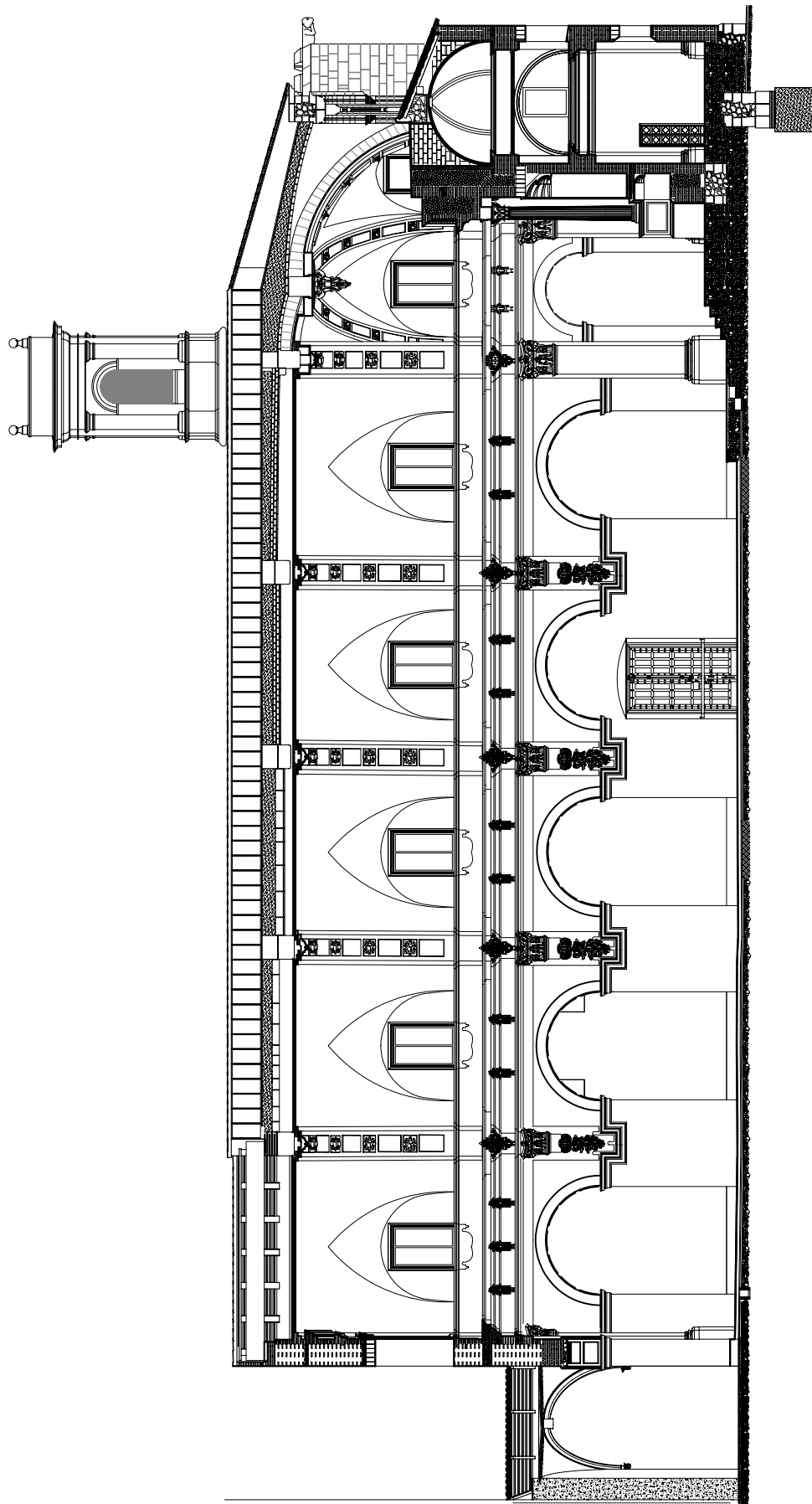
29

PLANO:

PLANTA CENTRAL EN
ESPEJO (BARROCO SIGLO XVII)

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

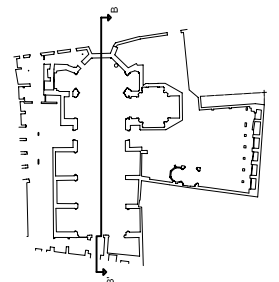
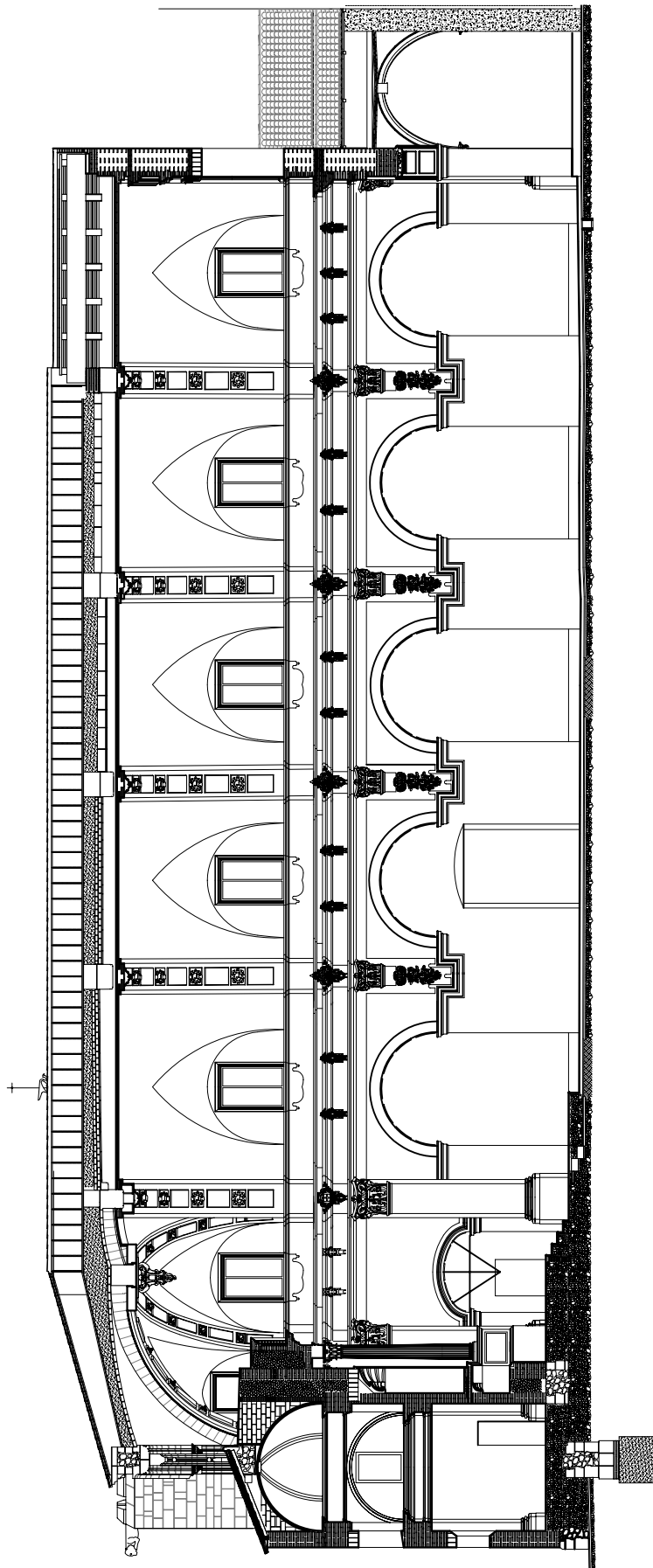
30

PLANO:

SECCION LONGITUDINAL
A-Á (BARROCO SIGLO XVII)

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

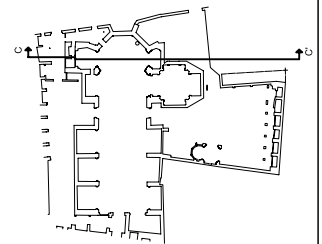
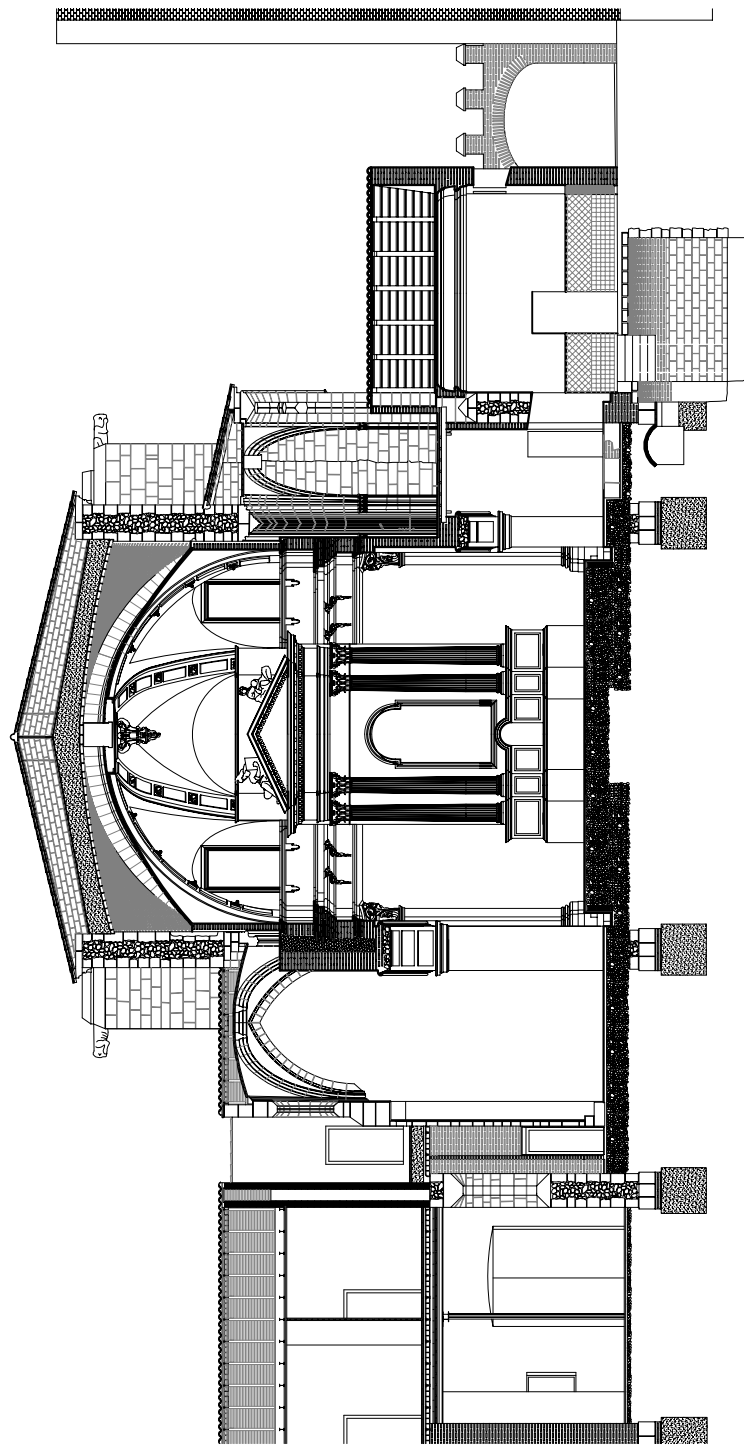
31

PLANO:

**SECCION LONGITUDINAL
B-B' (BARROCO SIGLO XVII)**

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

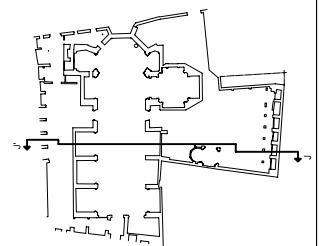
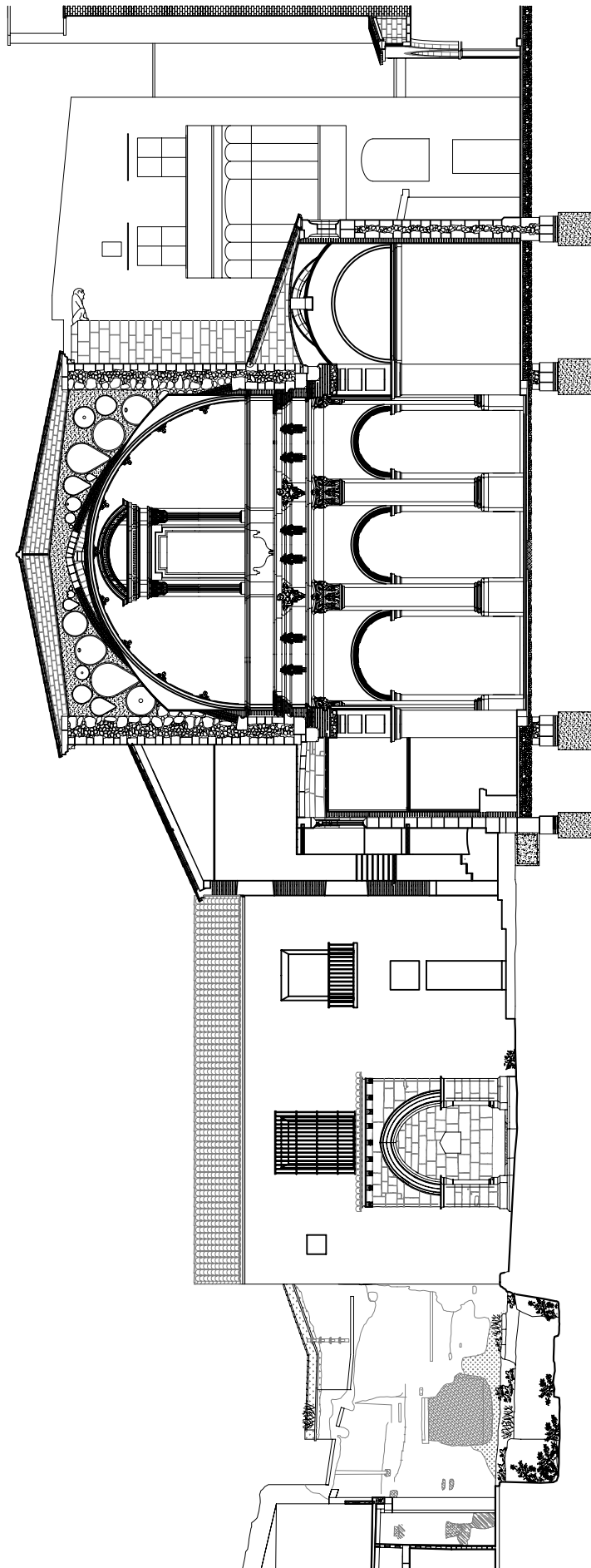
32

PLANO:

**SECCION TRANSVERSAL
C-C' (BARROCO SIGLO XVII)**

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

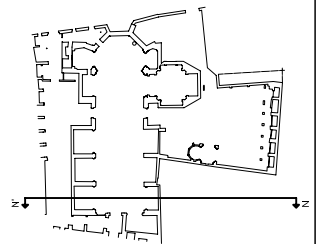
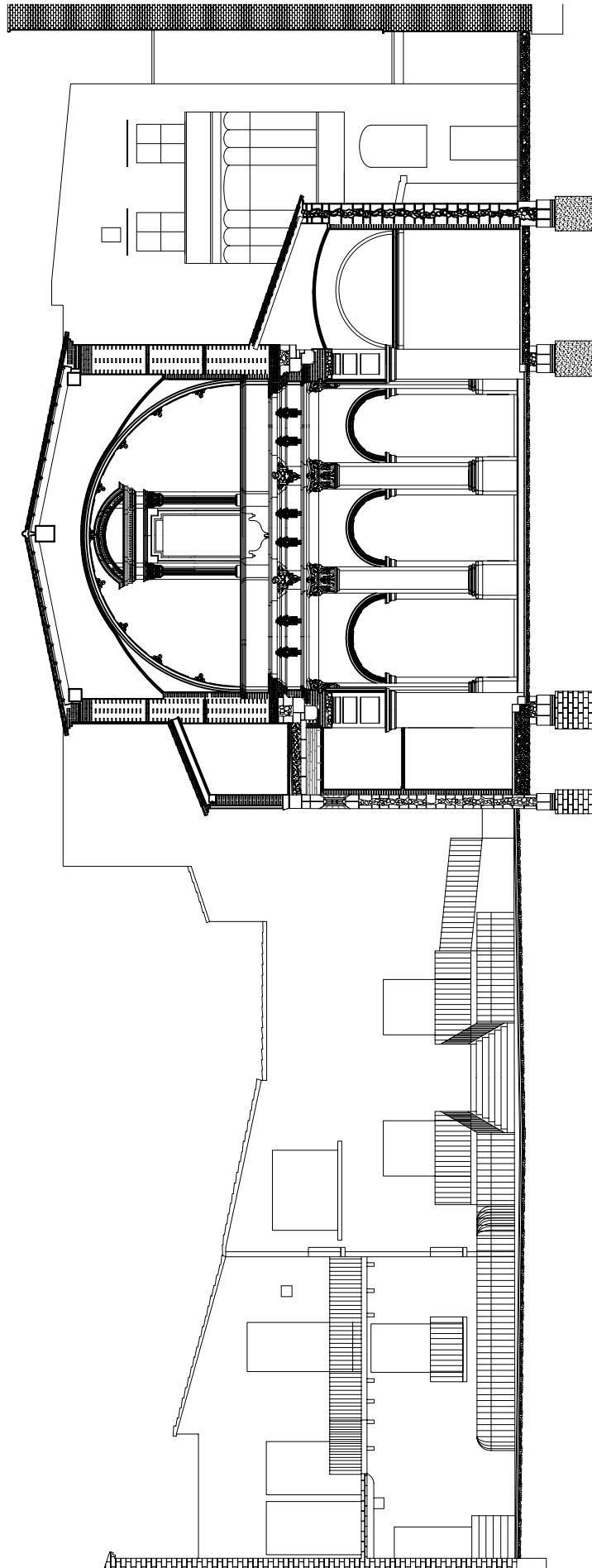
33

PLANO:

**SECCION TRANSVERSAL
J-J' (BARROCO SIGLO XVII)**

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

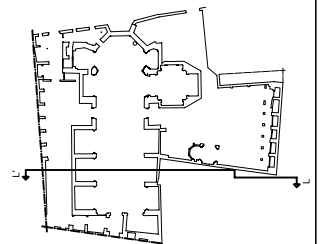
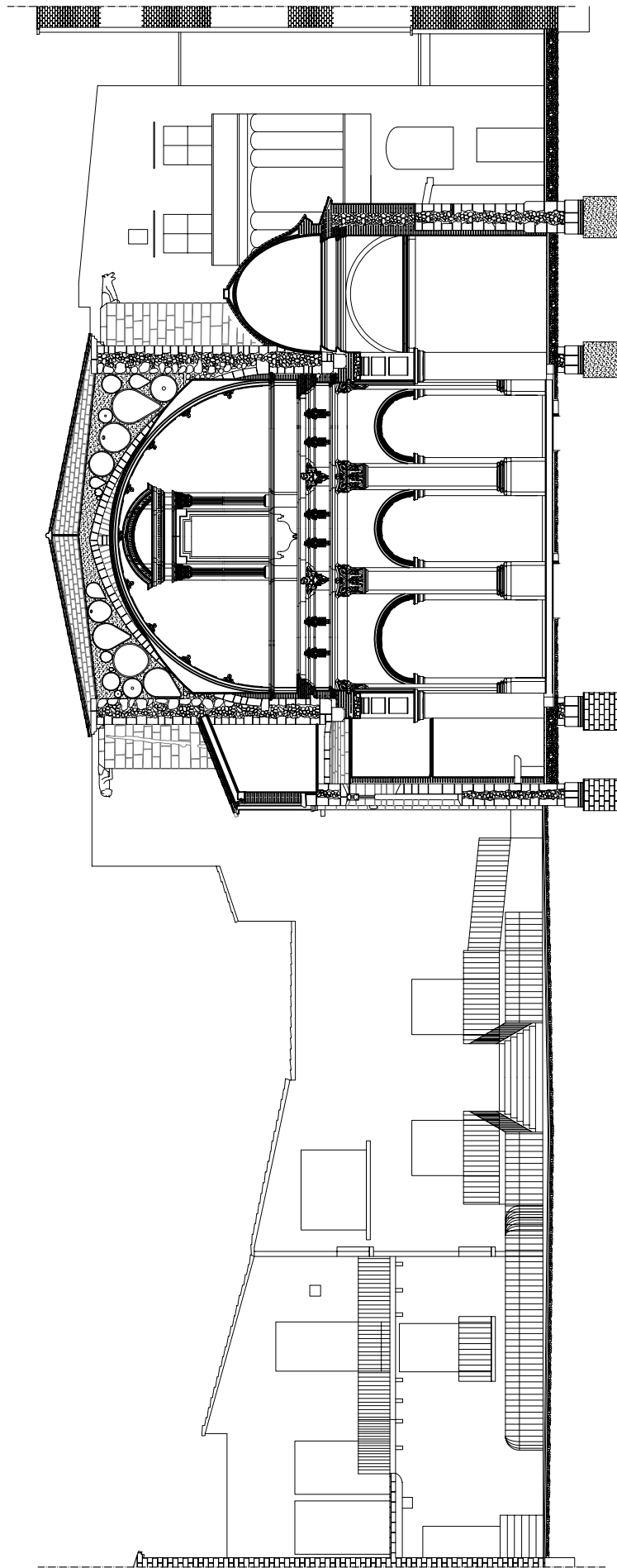
34

PLANO:

**SECCION TRANSVERSAL
N-N' (BARROCO SIGLO XVII)**

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

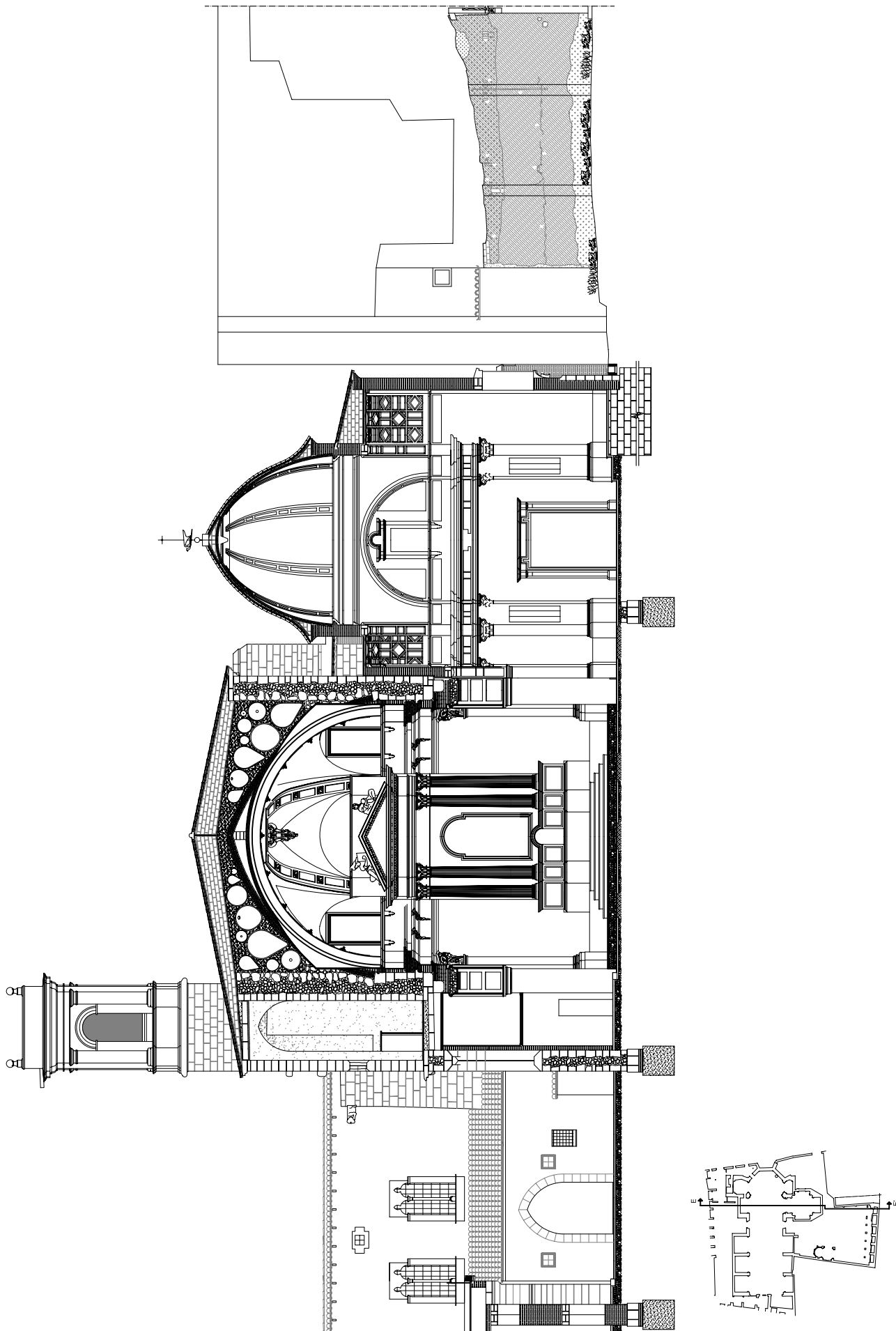
35

PLANO:

**SECCION TRANSVERSAL
L-L' (BARROCO SIGLO XVII)**

ESCALA:

1 / 200

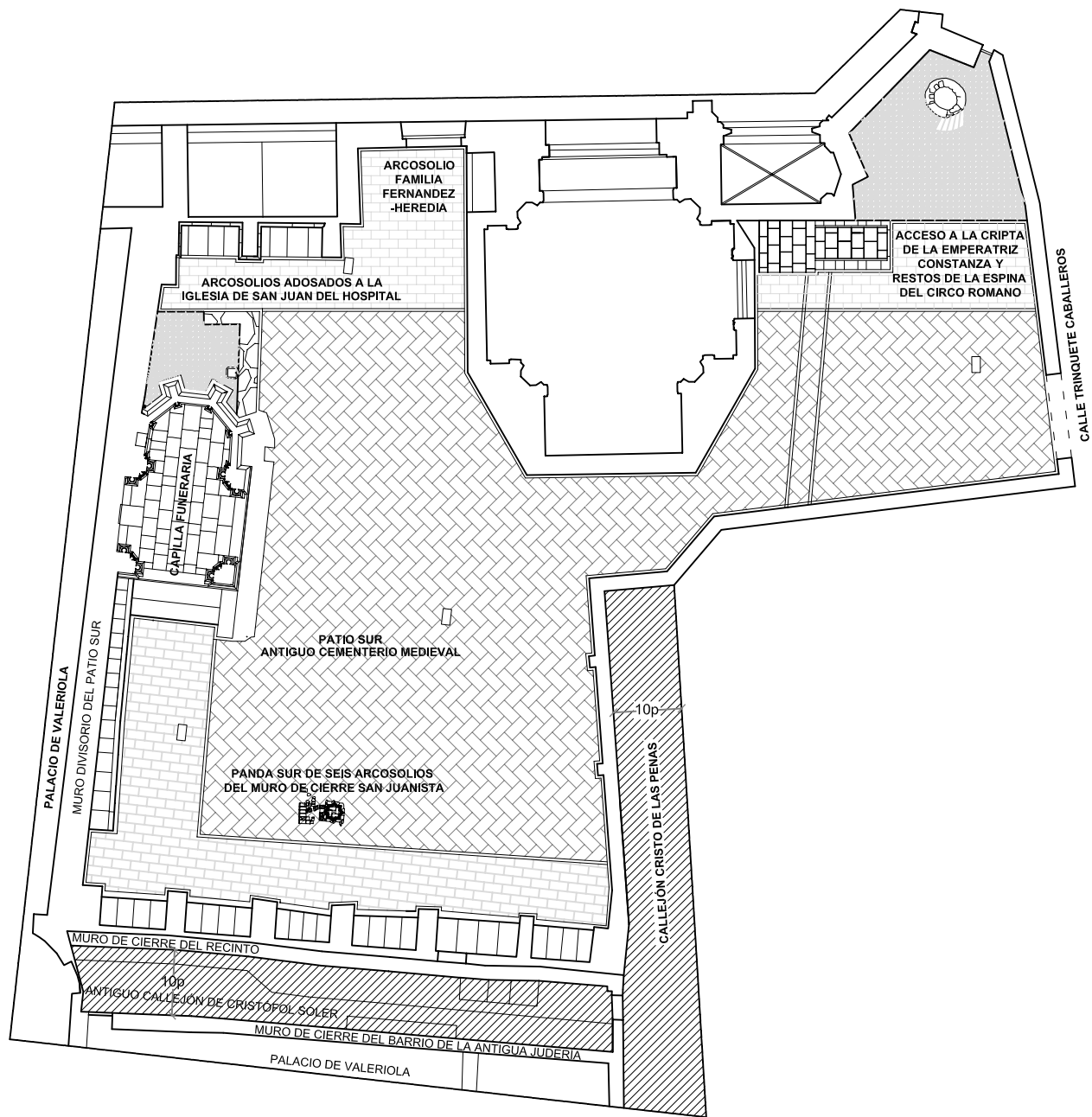


Nº PLANO:
36

PLANO: **SECCION TRANSVERSAL E-E'**
CAPILLA SANTA BARBARA (BARROCO S. XVII)

ESCALA:
1 / 200

Planos patio Sur



Nº PLANO:

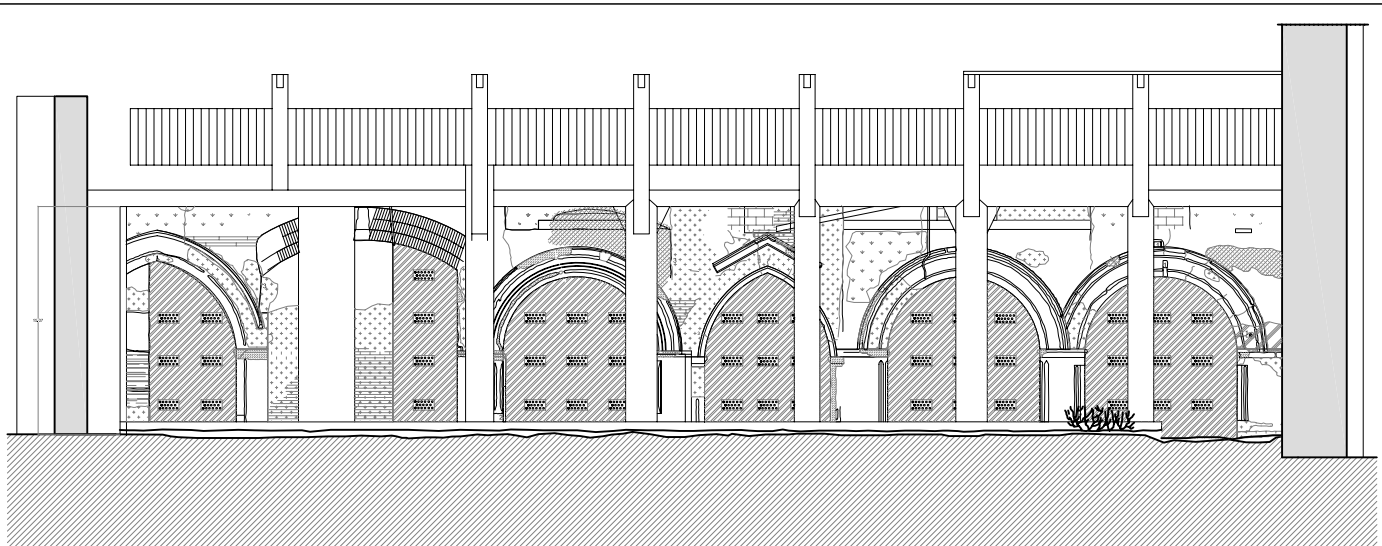
37

PLANO:

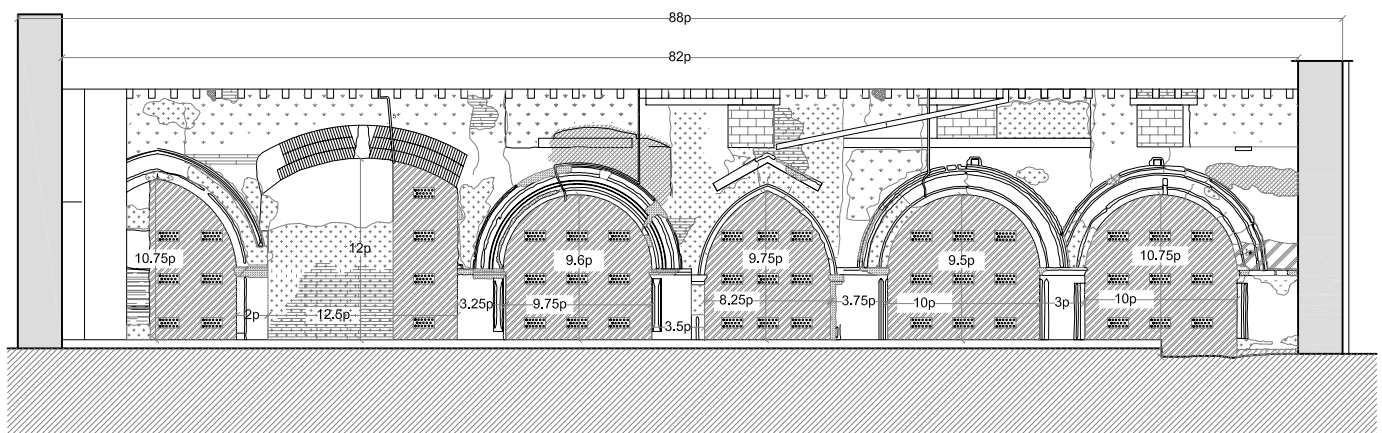
ESTADO ACTUAL PATIO SUR

ESCALA:

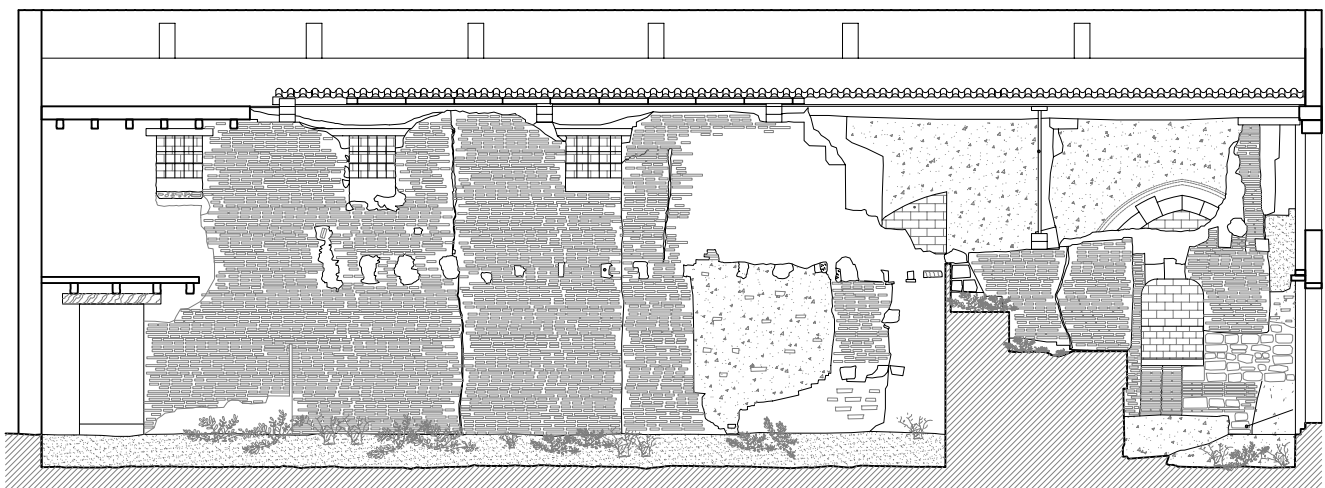
1 / 1000



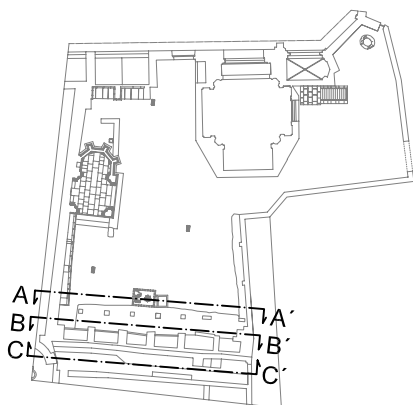
SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'



SECCIÓN C-C'



Nº PLANO:

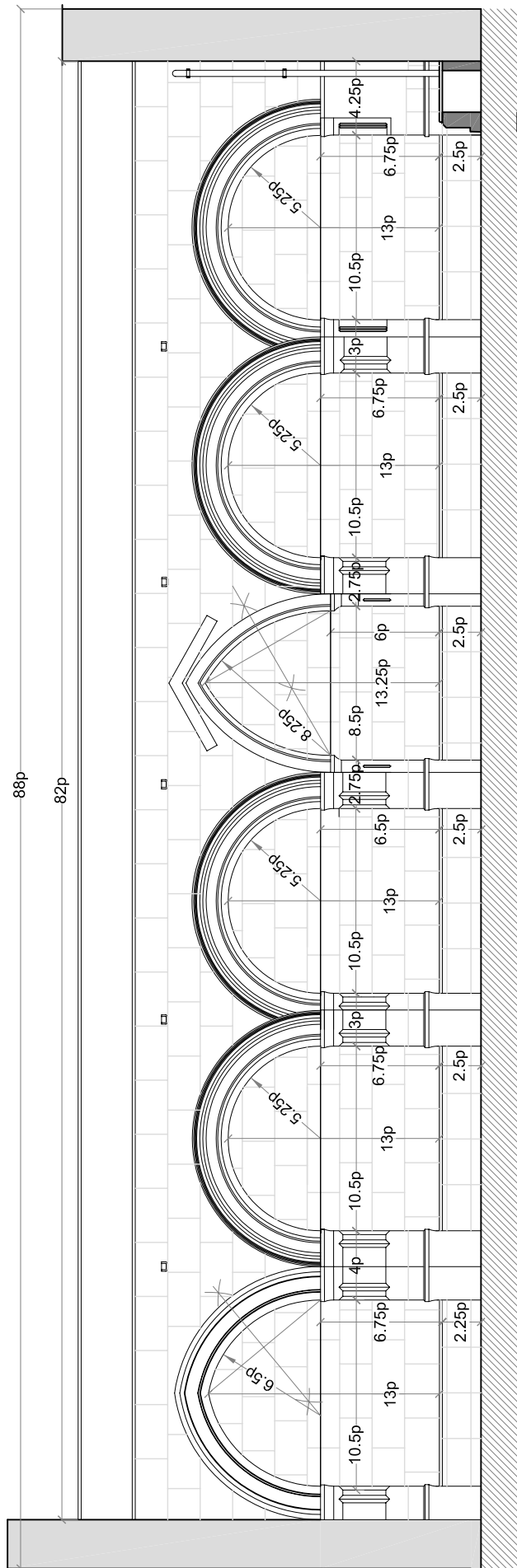
38

PLANO:

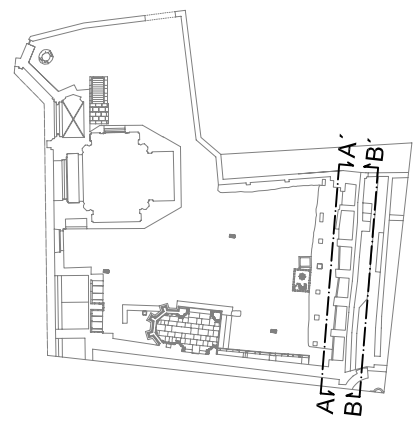
**ESTADO ACTUAL
ARCOSOLIOS PANDA SUR**

ESCALA:

1 / 500



SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'

Nº PLANO:

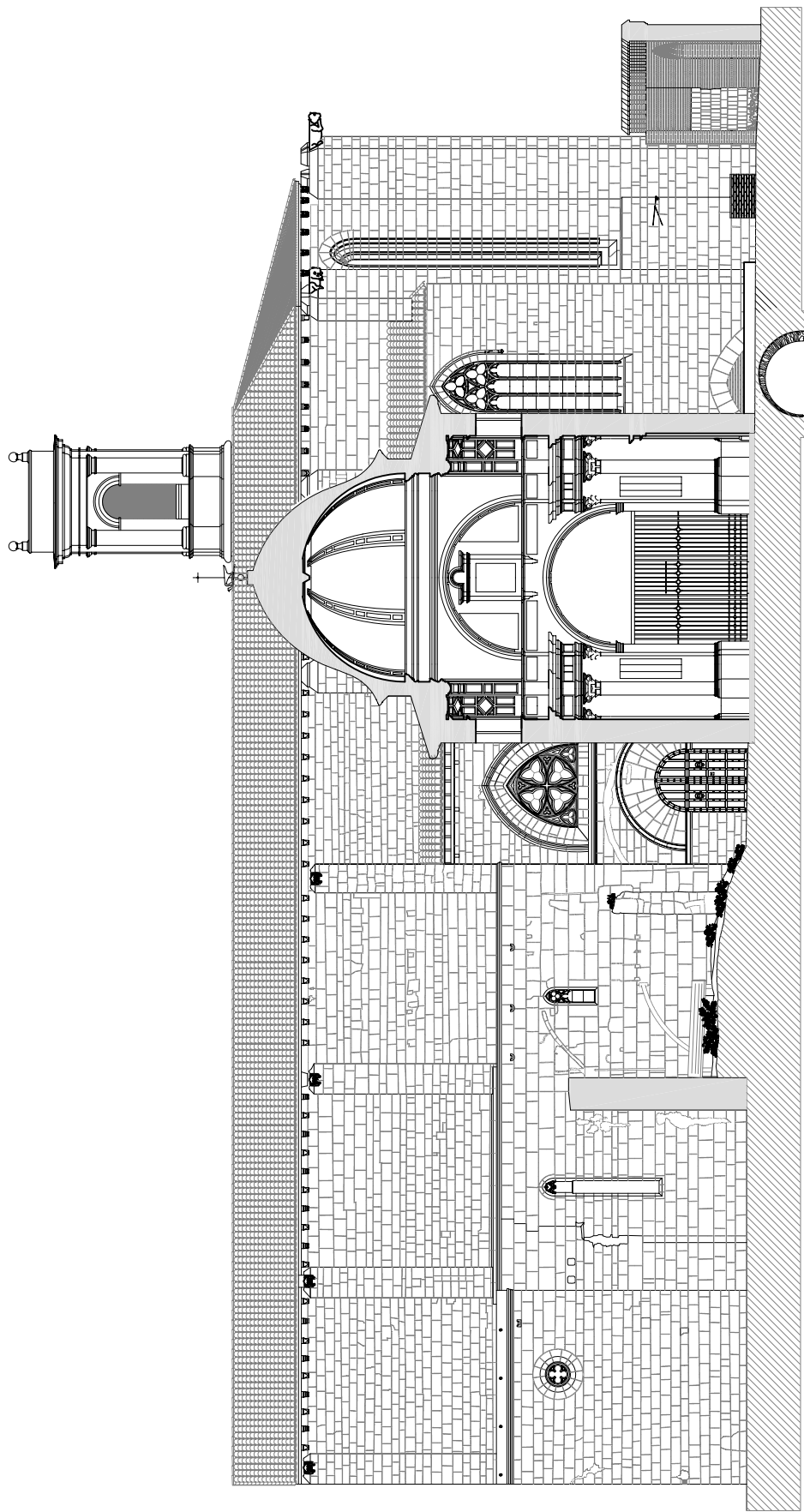
39

PLANO:

**PROPUESTA APROBADA DE
RESTAURACION ARCOSOLIOS PANDA SUR**

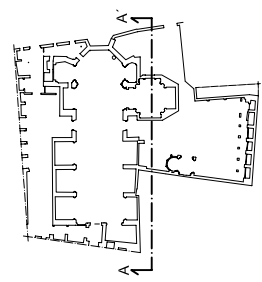
ESCALA:

1 / 75



SECCIÓN A-A'

CRIPTA DE LA
EMPERATRIZ CONSTANZA
Y
RESTOS DE LA ESPINA DEL
CIRCO ROMANO



Nº PLANO:

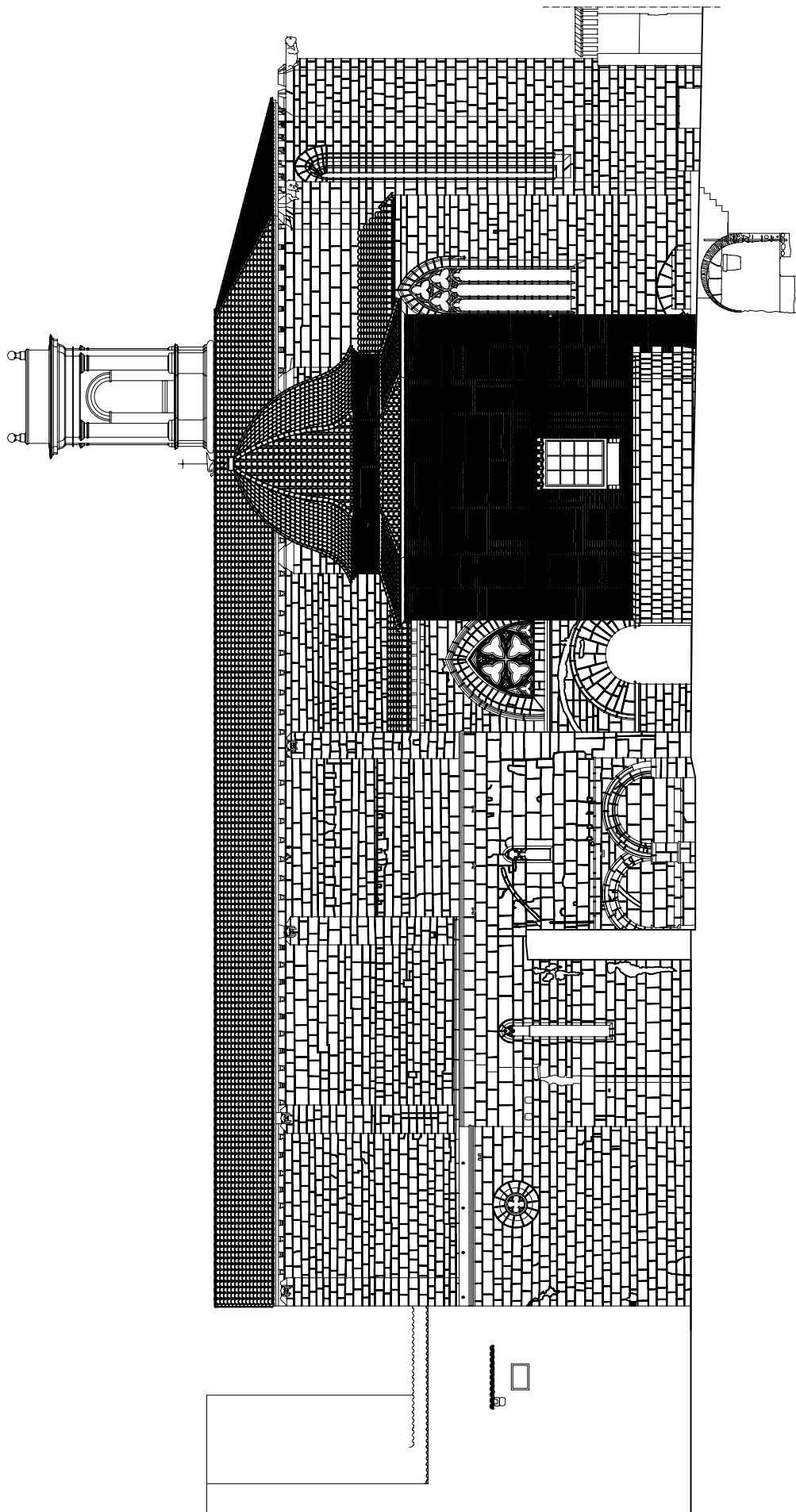
40

PLANO:

ALZADO SUR PREVIO A LA ANASTILOSIS

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

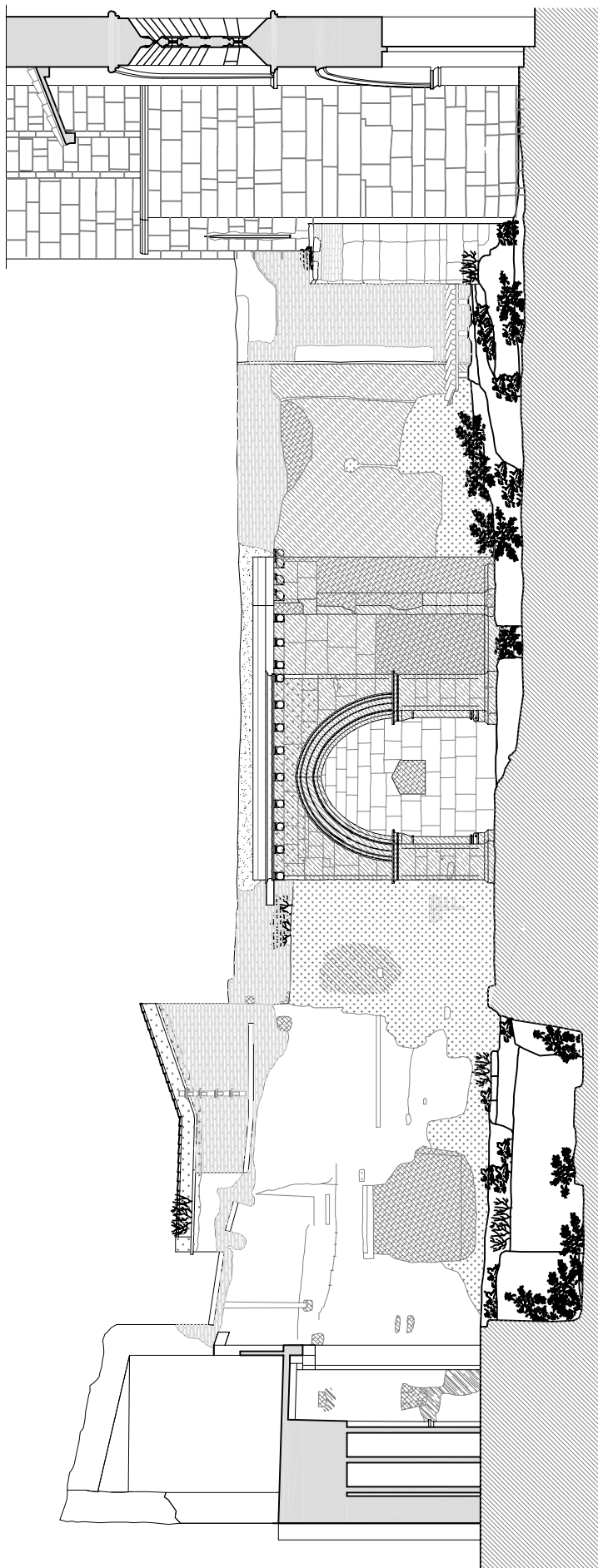
41

PLANO:

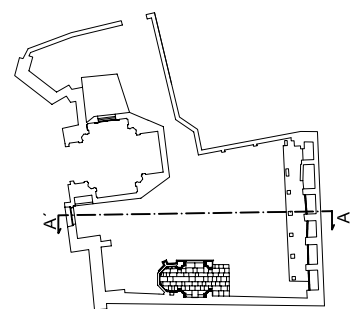
ESTADO ACTUAL ALZADO SUR

ESCALA:

1 / 200



SECCIÓN A-A'



Nº PLANO:

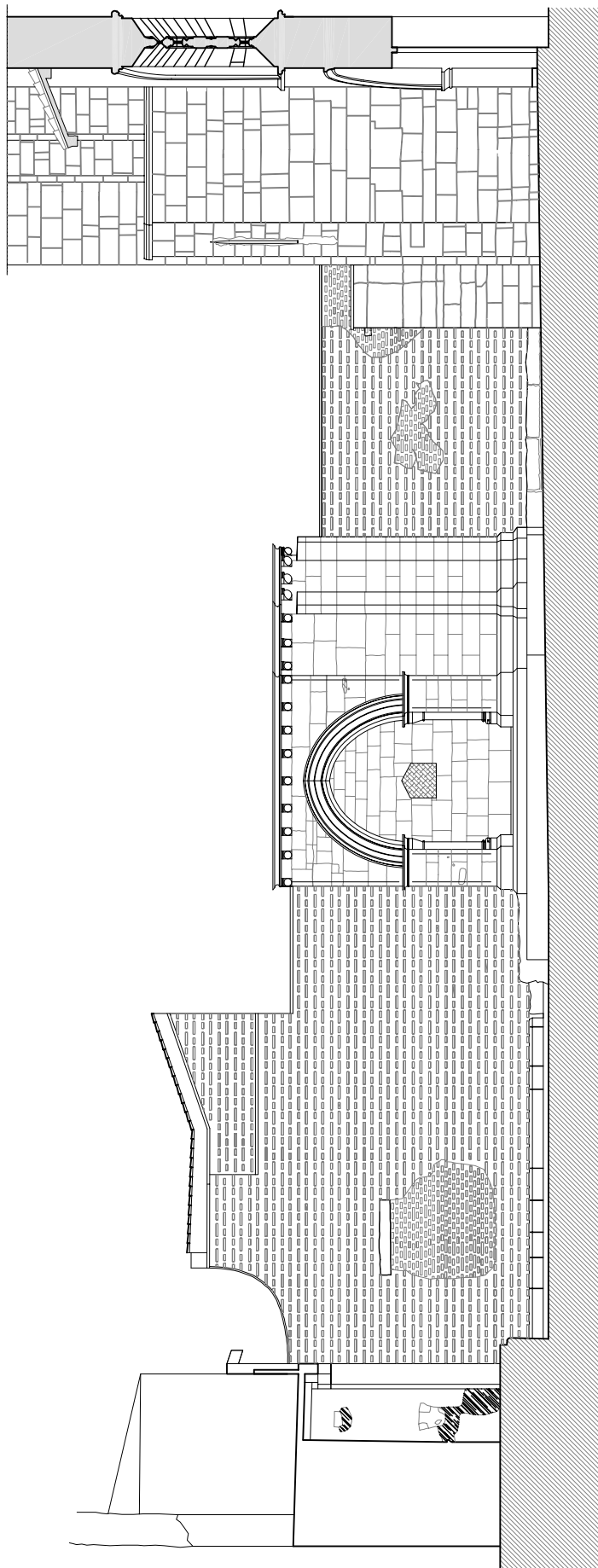
43

PLANO:

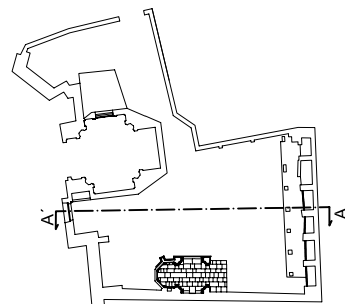
**ALZADO OESTE PATIO SUR
ESTADO ANTERIOR A LA RECUPERACION**

ESCALA:

1 / 125



SECCIÓN A-A'



Nº PLANO:

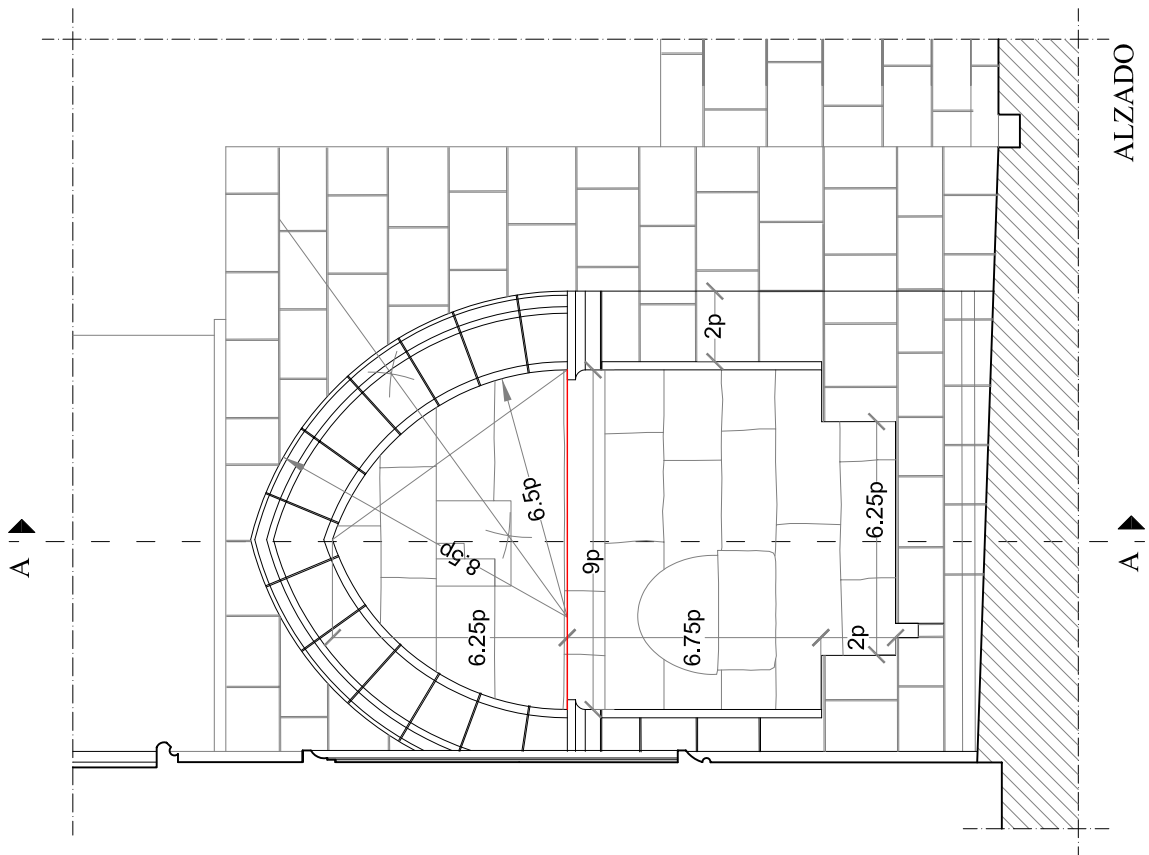
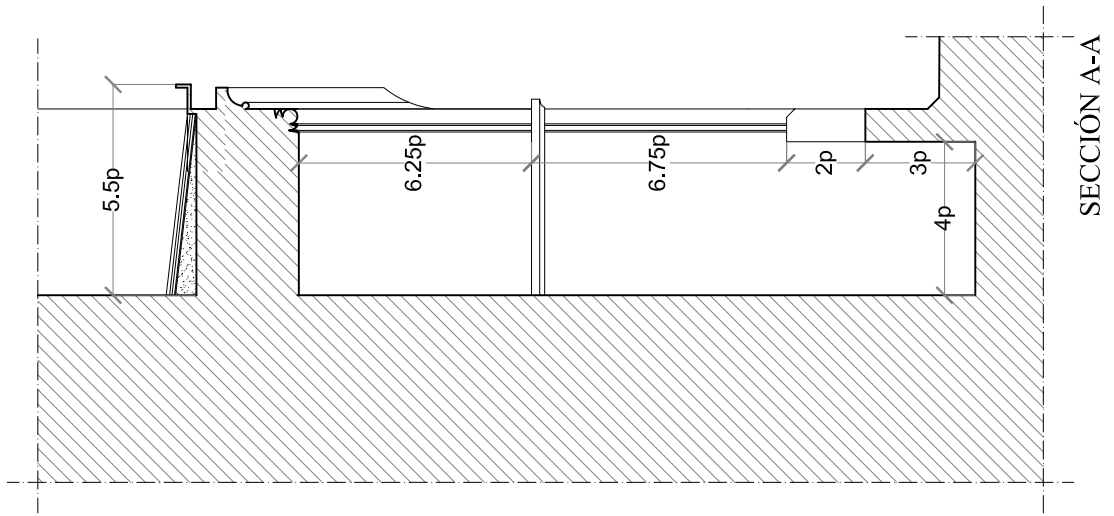
44

PLANO:

**ESTADO ACTUAL
ALZADO OESTE PATIO SUR**

ESCALA:

1 / 125



Nº PLANO:

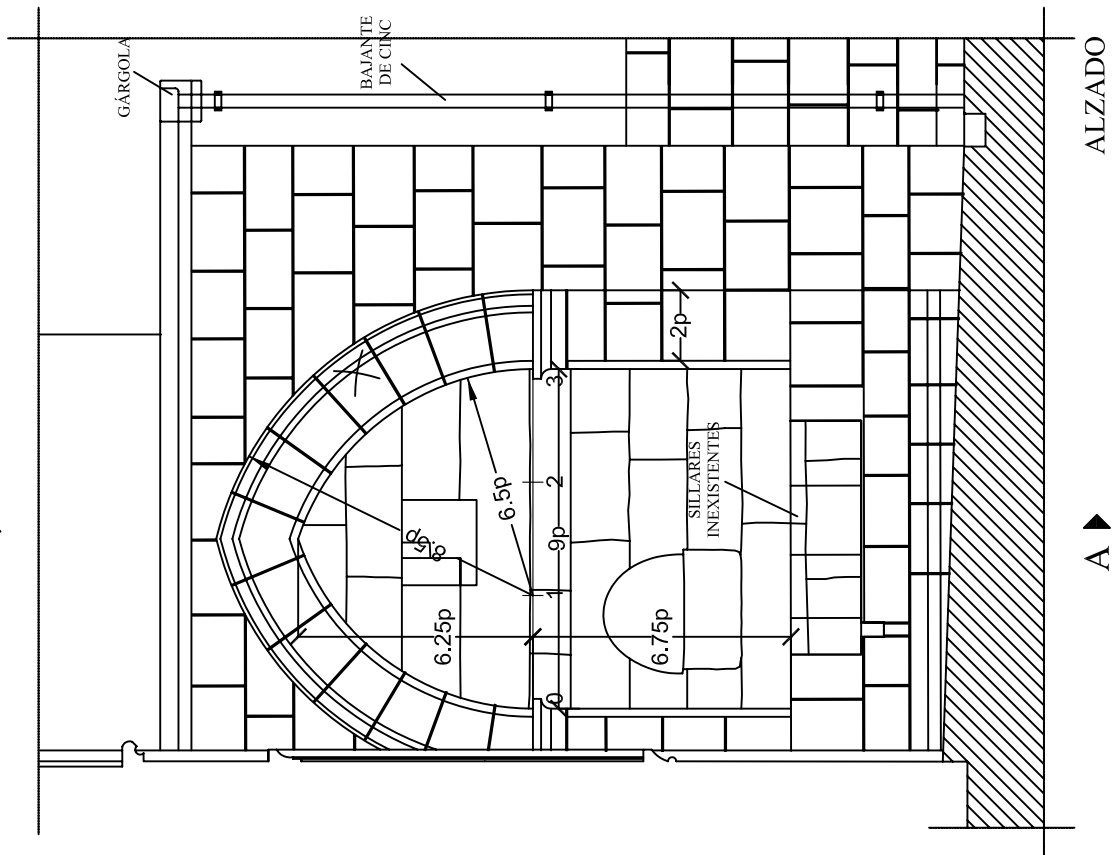
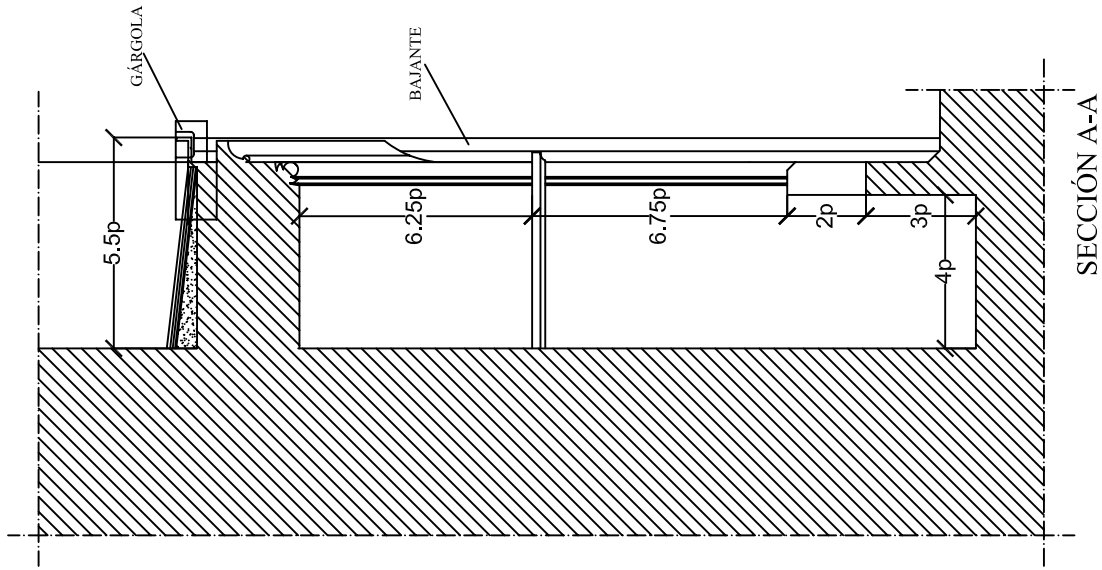
45

PLANO:

**DETALLE ESTADO ACTUAL
ARCOSOLIO FAMILIA FERNADEZ-HEREDIA**

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

46

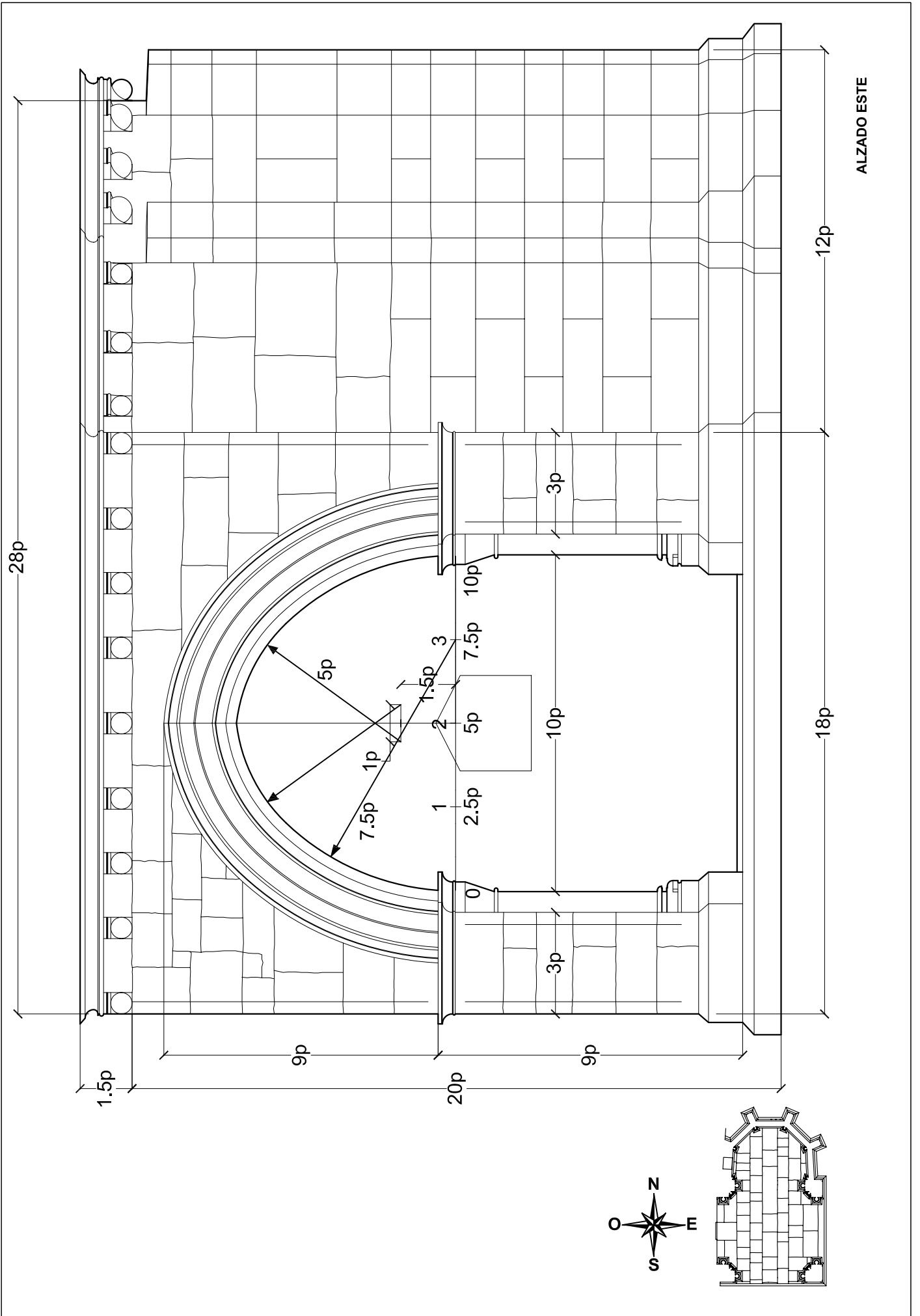
PLANO:

**PROPUESTA DE ACTUACION
ARCOSOLIO FAMILIA FERNANDEZ-HEREDIA**

ESCALA:

1 / 200

Capilla funeraria, levantamiento y trazas

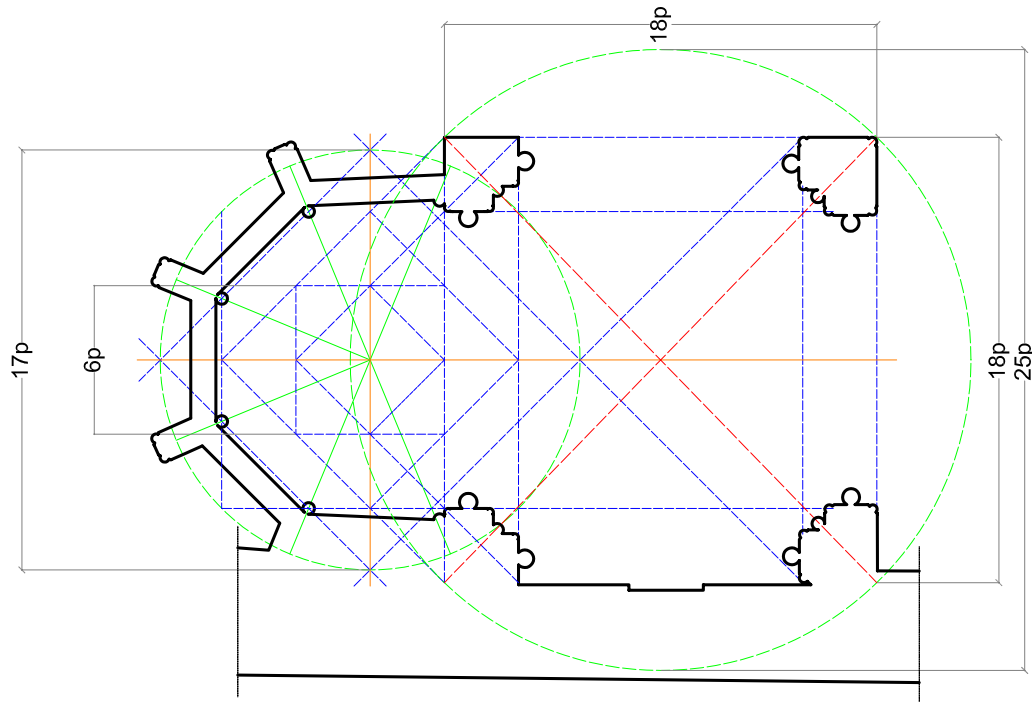


ALZADO ESTE

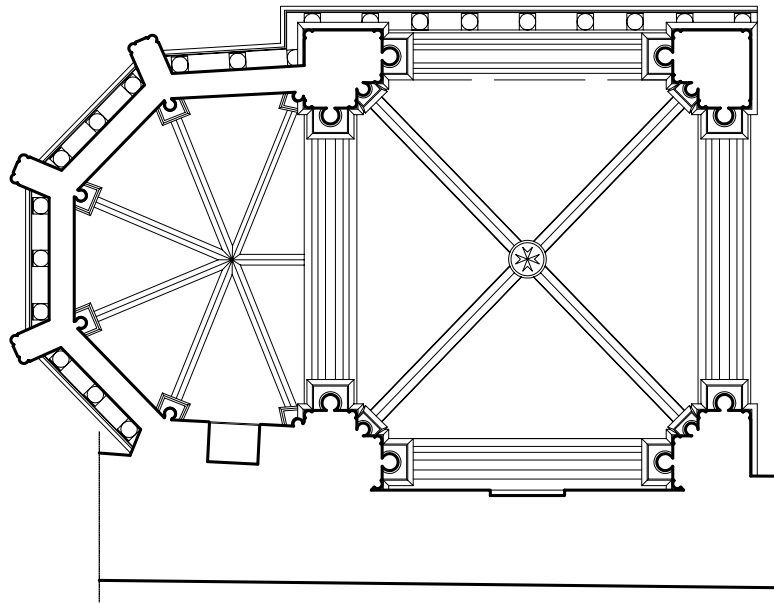
Nº PLANO:
47

PLANO:
CAPILLA FUNERARIA: ALZADOS I

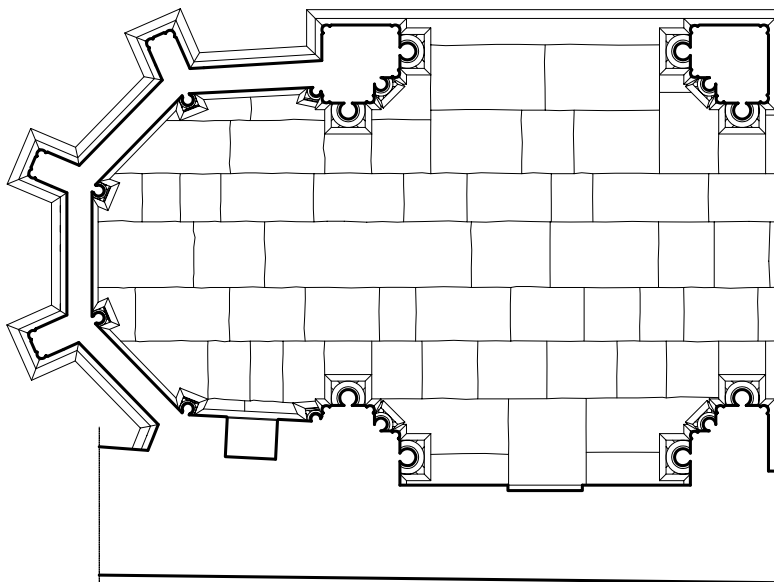
ESCALA:
1 / 150



TRAZADO TEORICO



PLANTA CENTRAL



PLANTA

Nº PLANO:

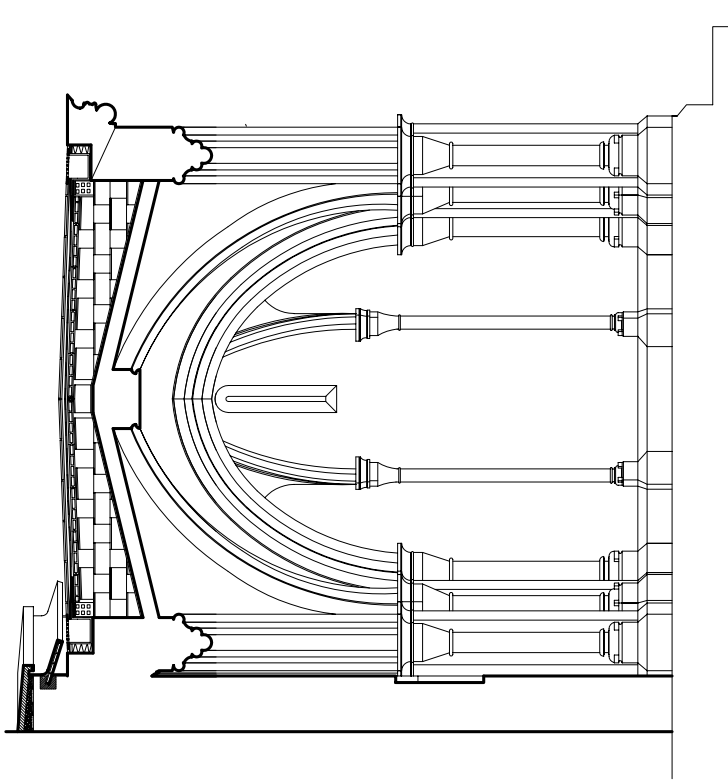
49

PLANO:

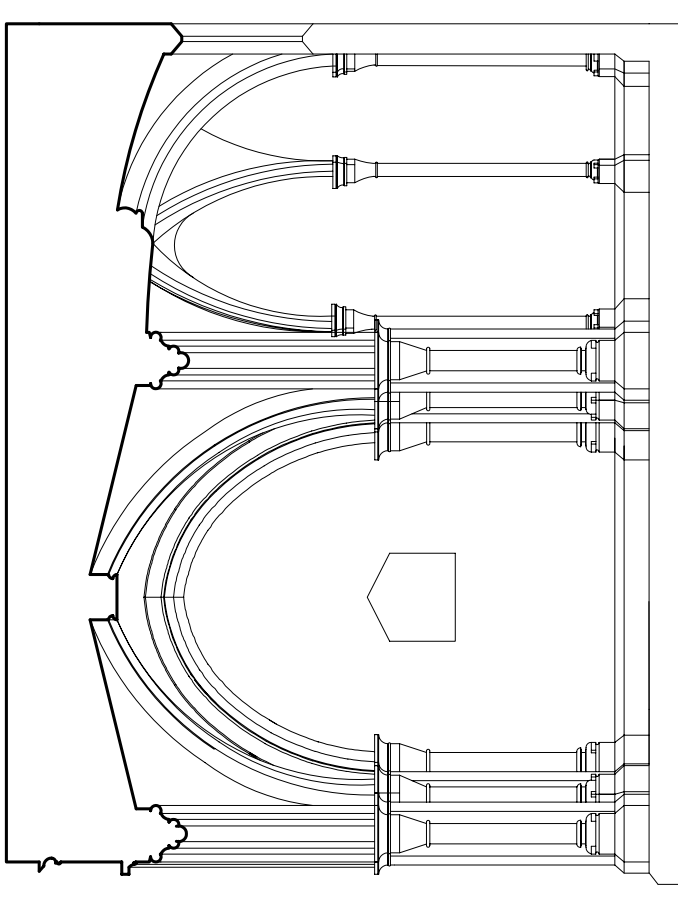
CAPILLA FUNERARIA: PLANTAS

ESCALA:

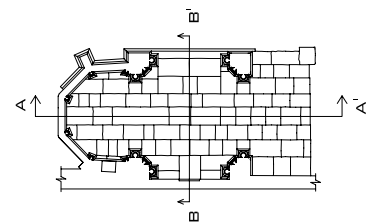
1 / 300



SECCIÓN TRANSVERSAL B-B'



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A'



Nº PLANO:
50

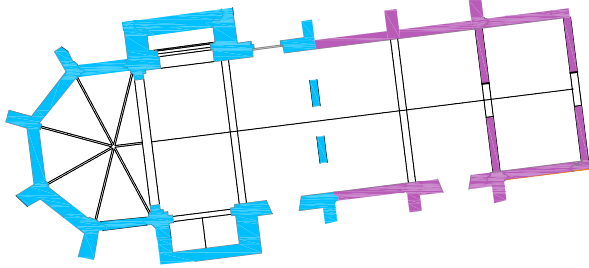
PLANO:
CAPILLA FUNERARIA: SECCIONES

ESCALA:
1 / 250

Evolución constructiva y trazados

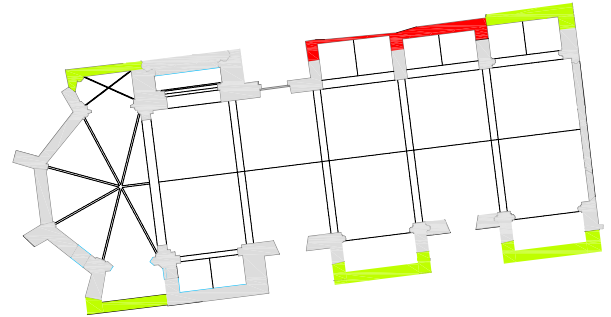
SIGLO XIII

PRIMITIVA IGLESIA
ANTIGUO HOSPITAL

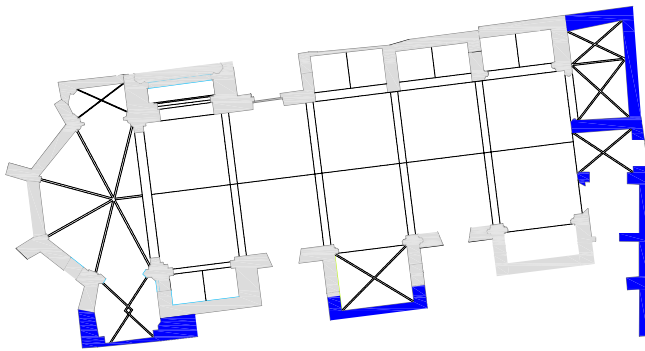


SIGLO XIV

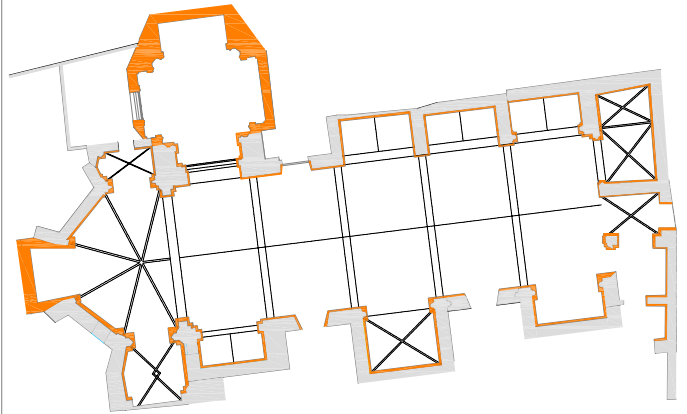
CAPILLAS ENTRE CONTRAFUERTES.
MAESTRO CISTERCIENSE.
CAPILLAS ENTRE CONTRAFUERTES. OTRO MAESTRO NO
CISTERCIENSE. DISTINTA CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA.



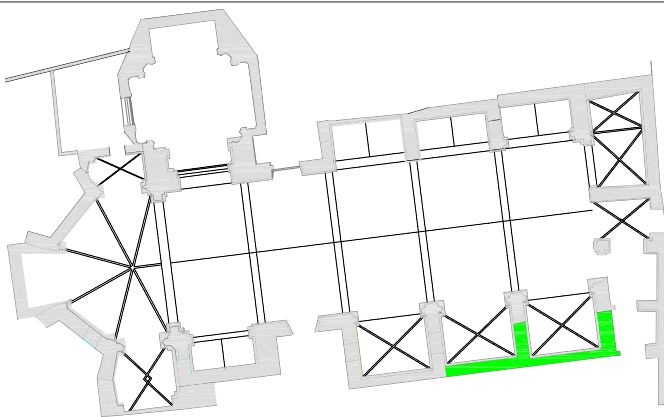
SIGLOS XV-XVI



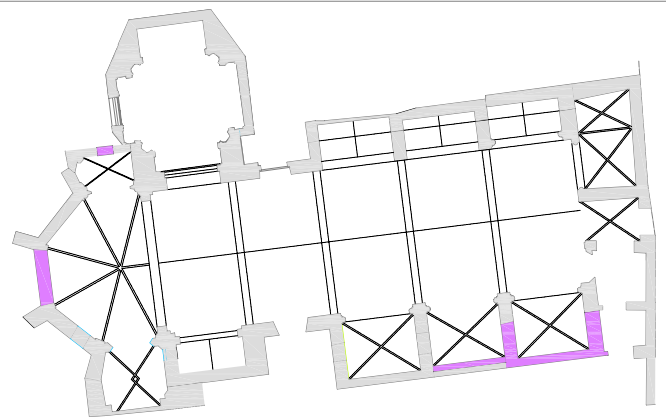
SIGLOS XVII-XVIII



SIGLO XIX



SIGLO XX



Nº PLANO:

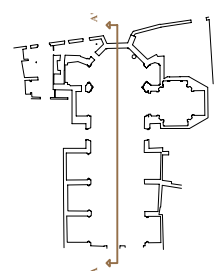
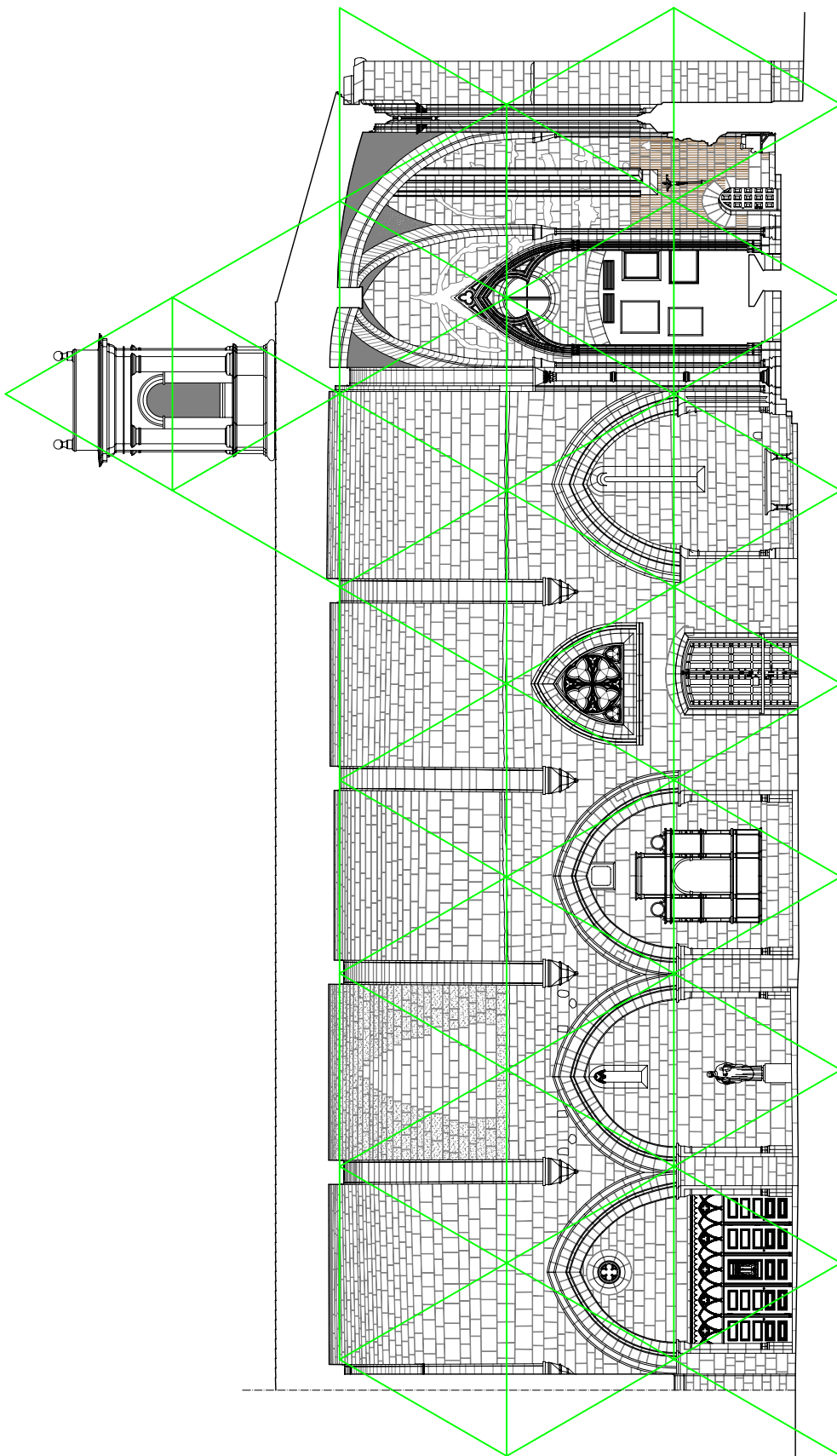
51

PLANO:

EVOLUCION CONSTRUCTIVA EN PLANTA

ESCALA:

SE



Nº PLANO:

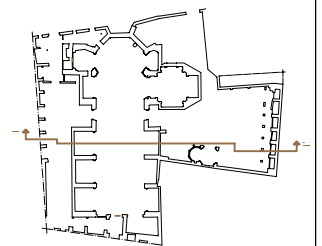
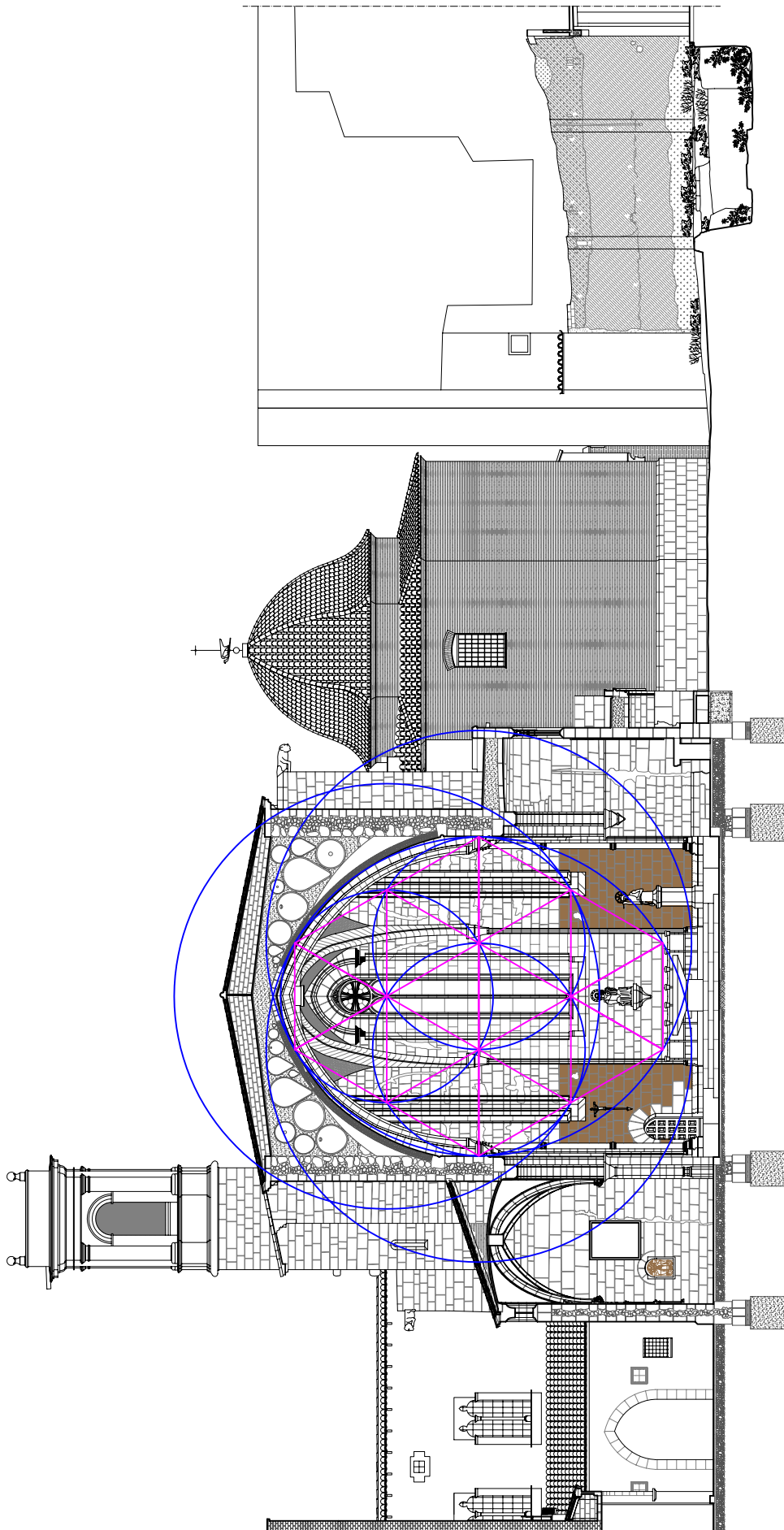
52

PLANO:

**TRAZAS LONGITUDINALES
DE LA SECCION A-Á**

ESCALA:

1 / 200



Nº PLANO:

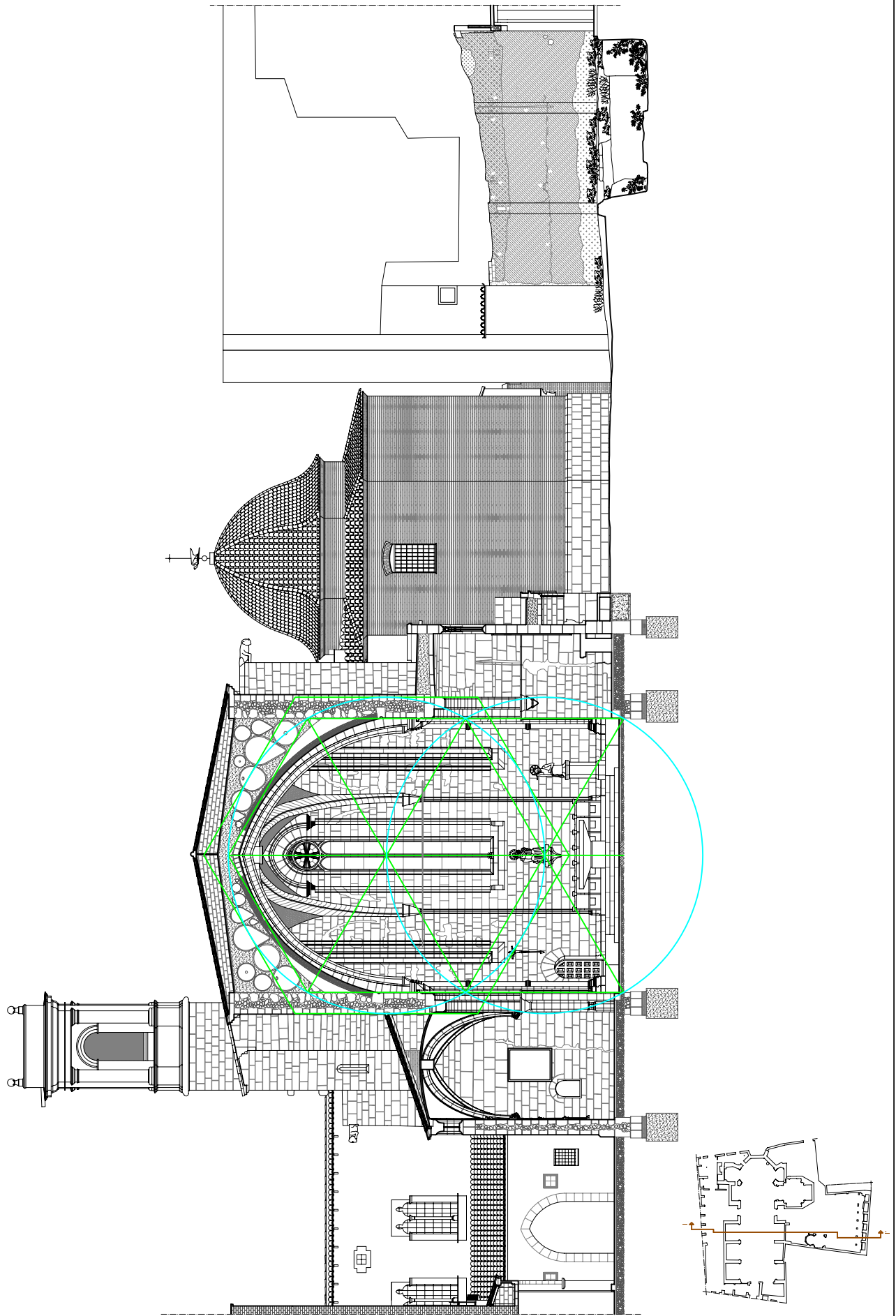
53

PLANO:

**TRAZAS TRANSVERSALES
PARTIENDO DE LA BOVEDA SECCION I-I'**

ESCALA:

1 / 200



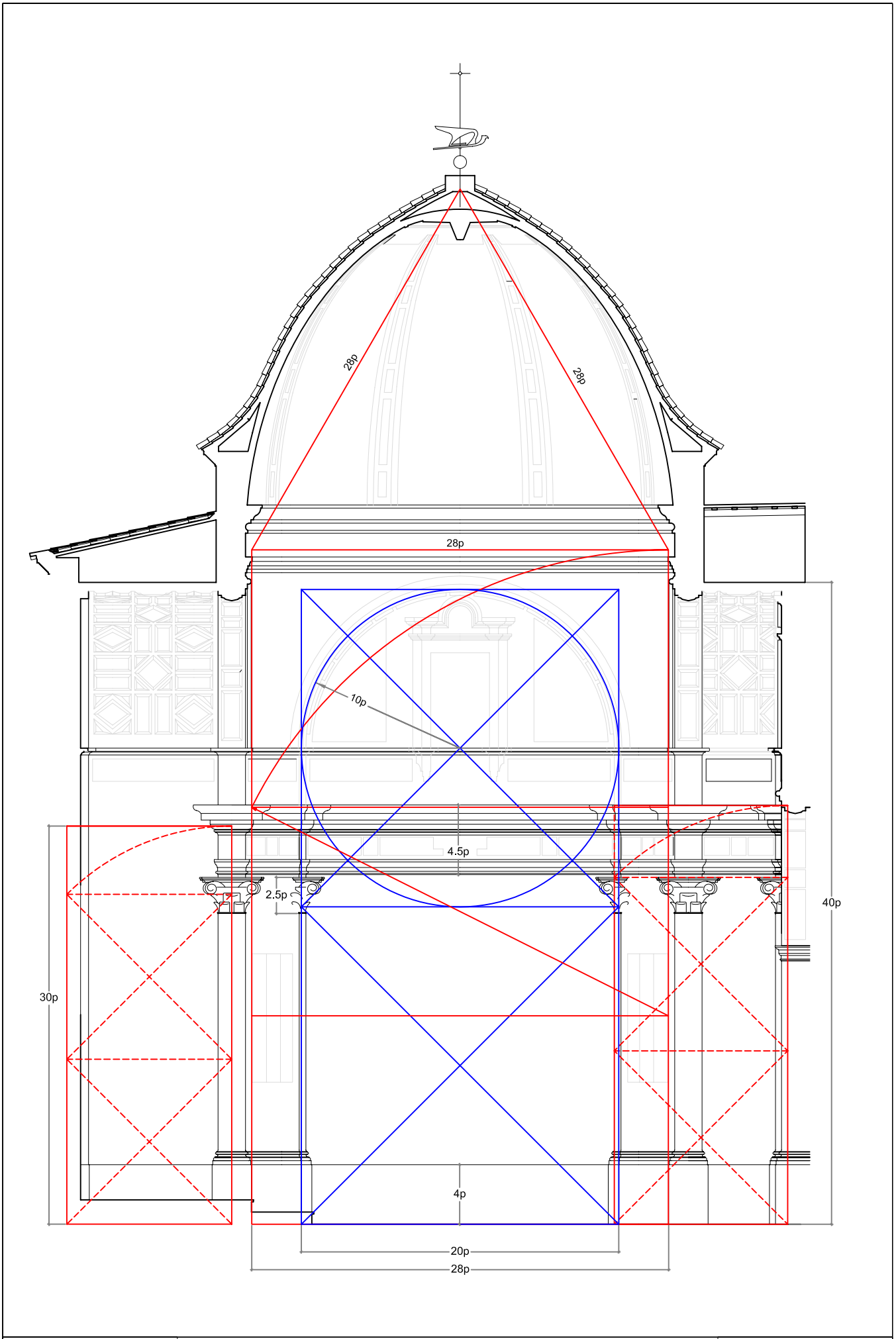
Nº PLANO:

54

PLANO: **TRAZAS TRANSVERSALES SEGUN SENTIDO TRANSV. DE PLANTA SECCION I-I'**

ESCALA:

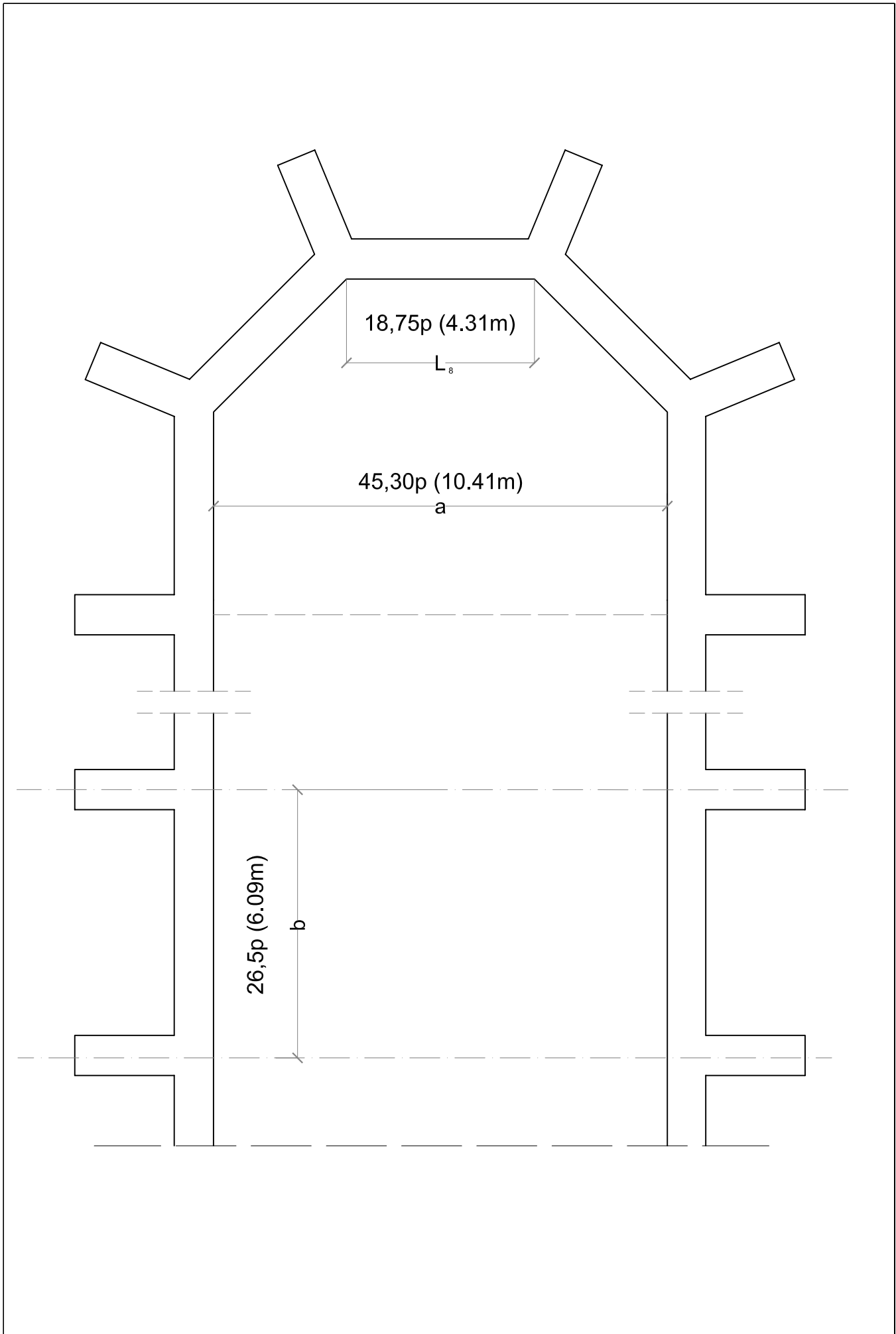
1 / 200



Nº PLANO:
55

PLANO: **SECCION LONGITUDINAL (N-S)
DE LA CAPILLA DE SANTA BARBARA**

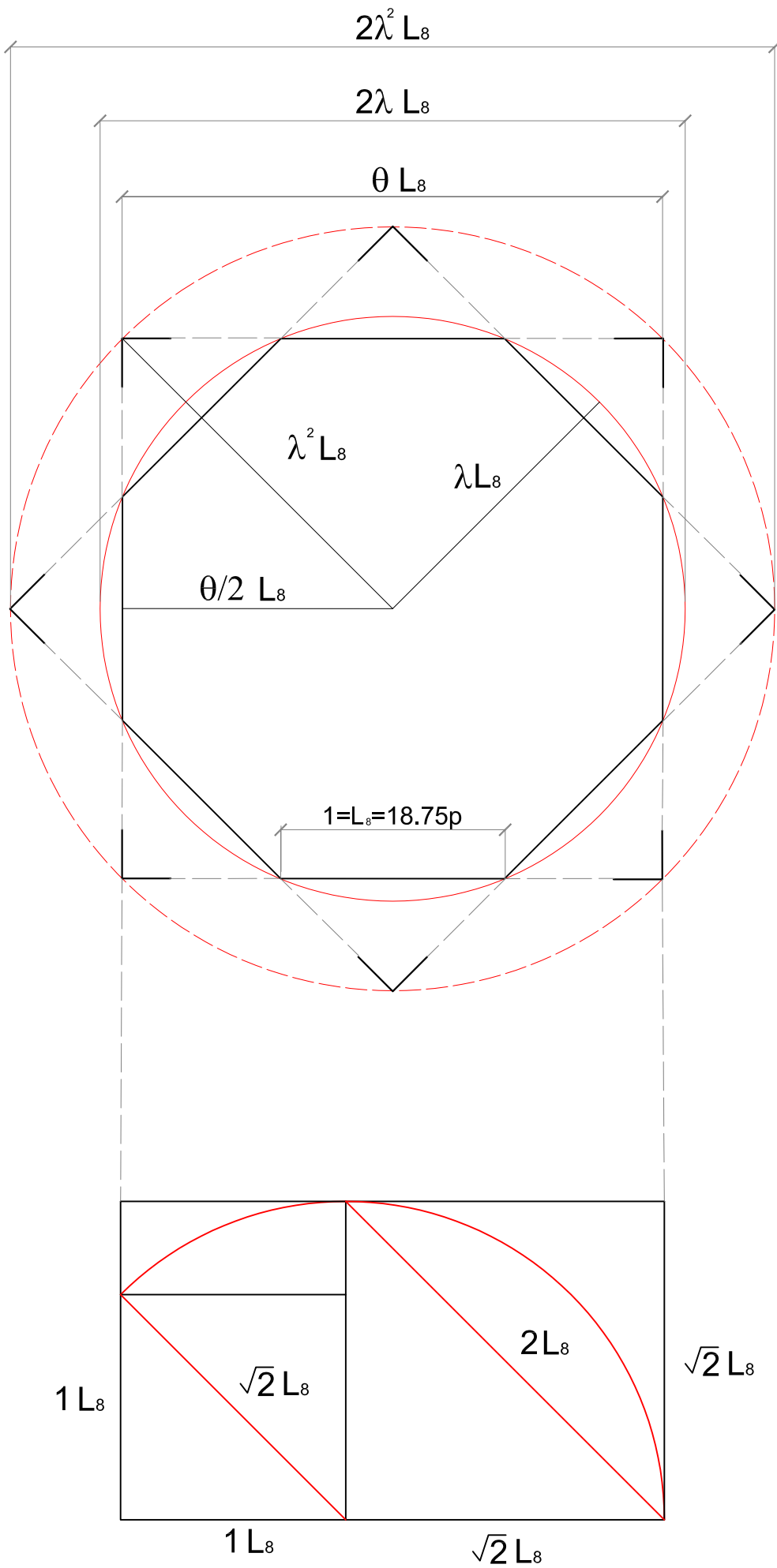
ESCALA:
1/75

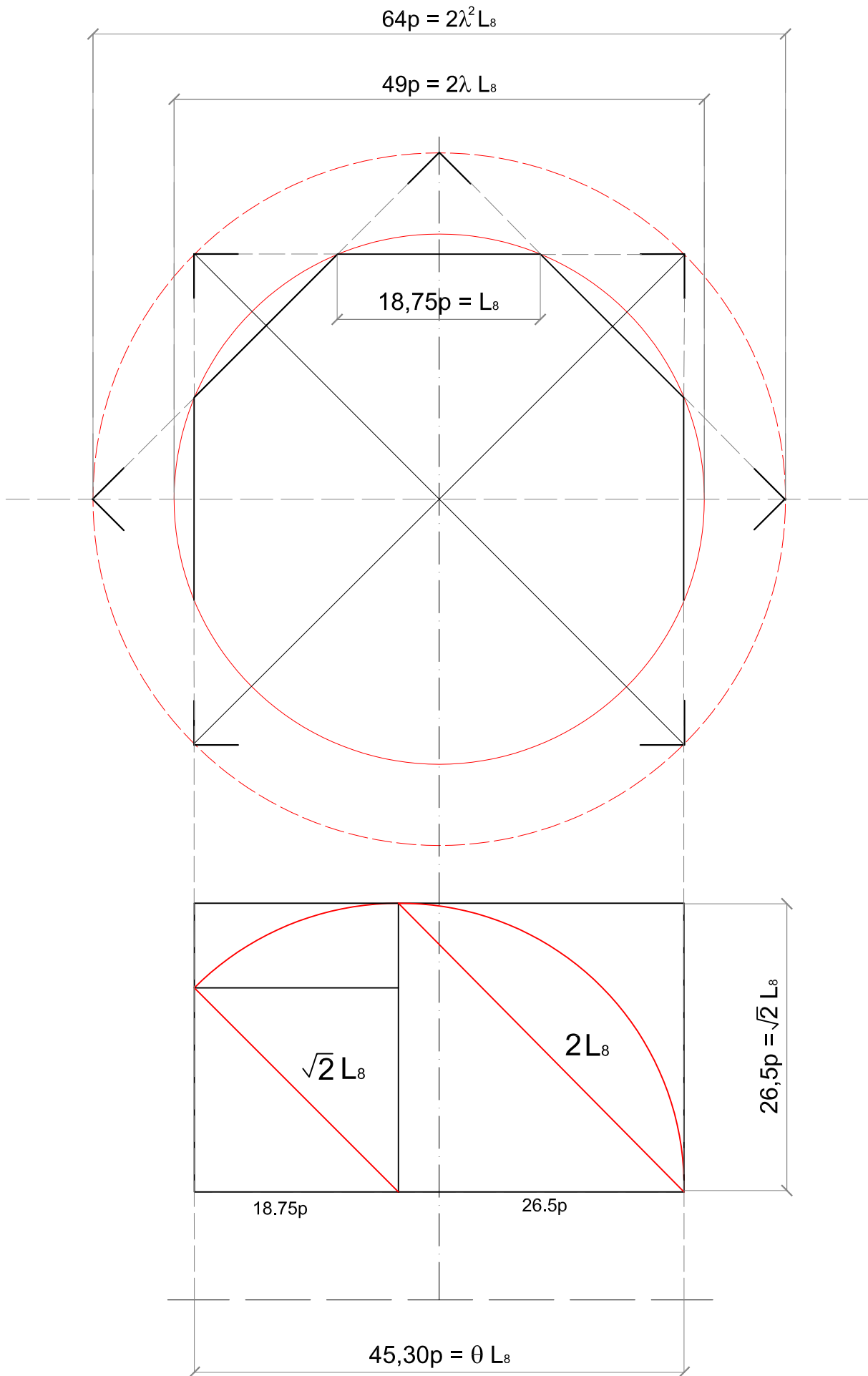


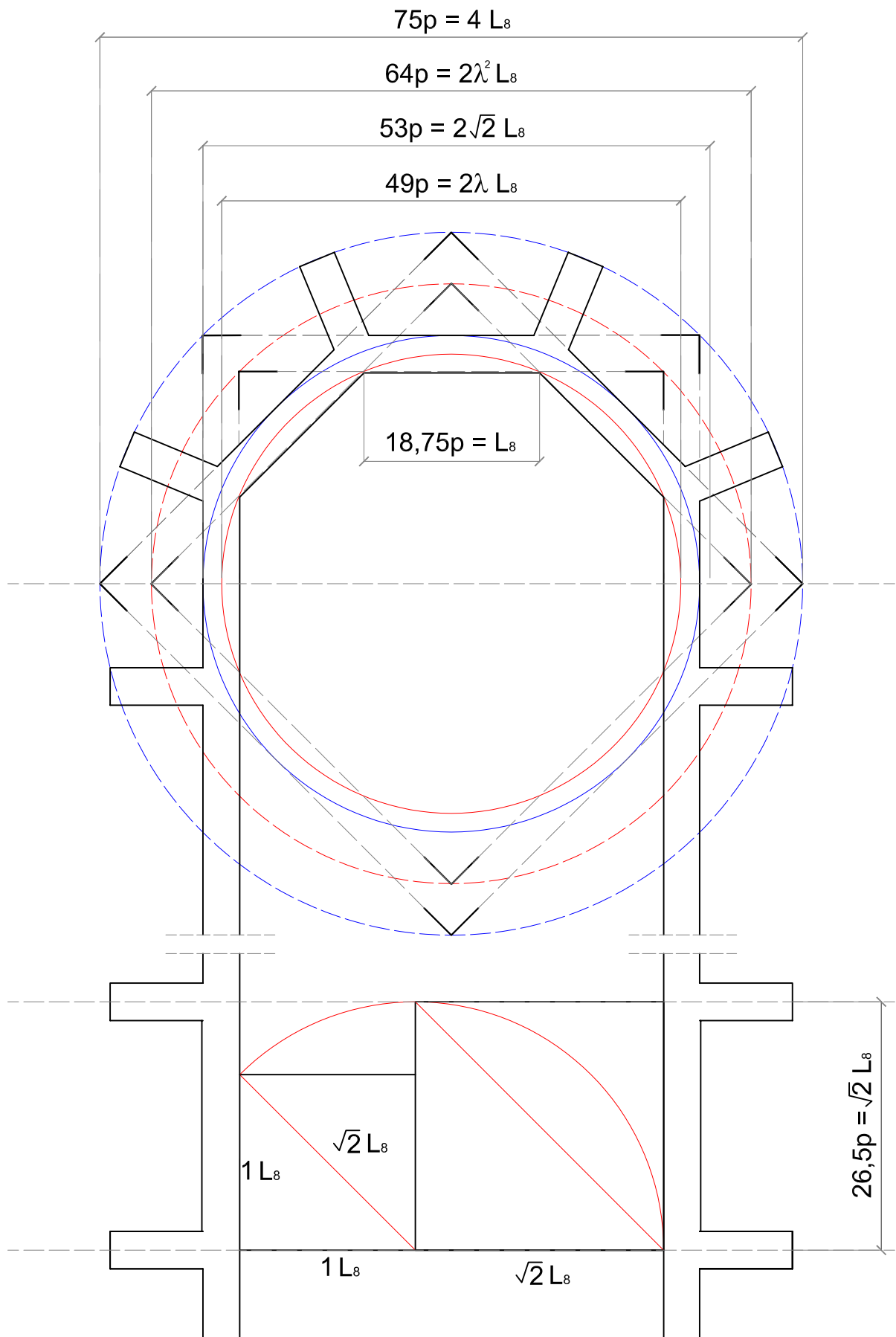
Nº PLANO:
56

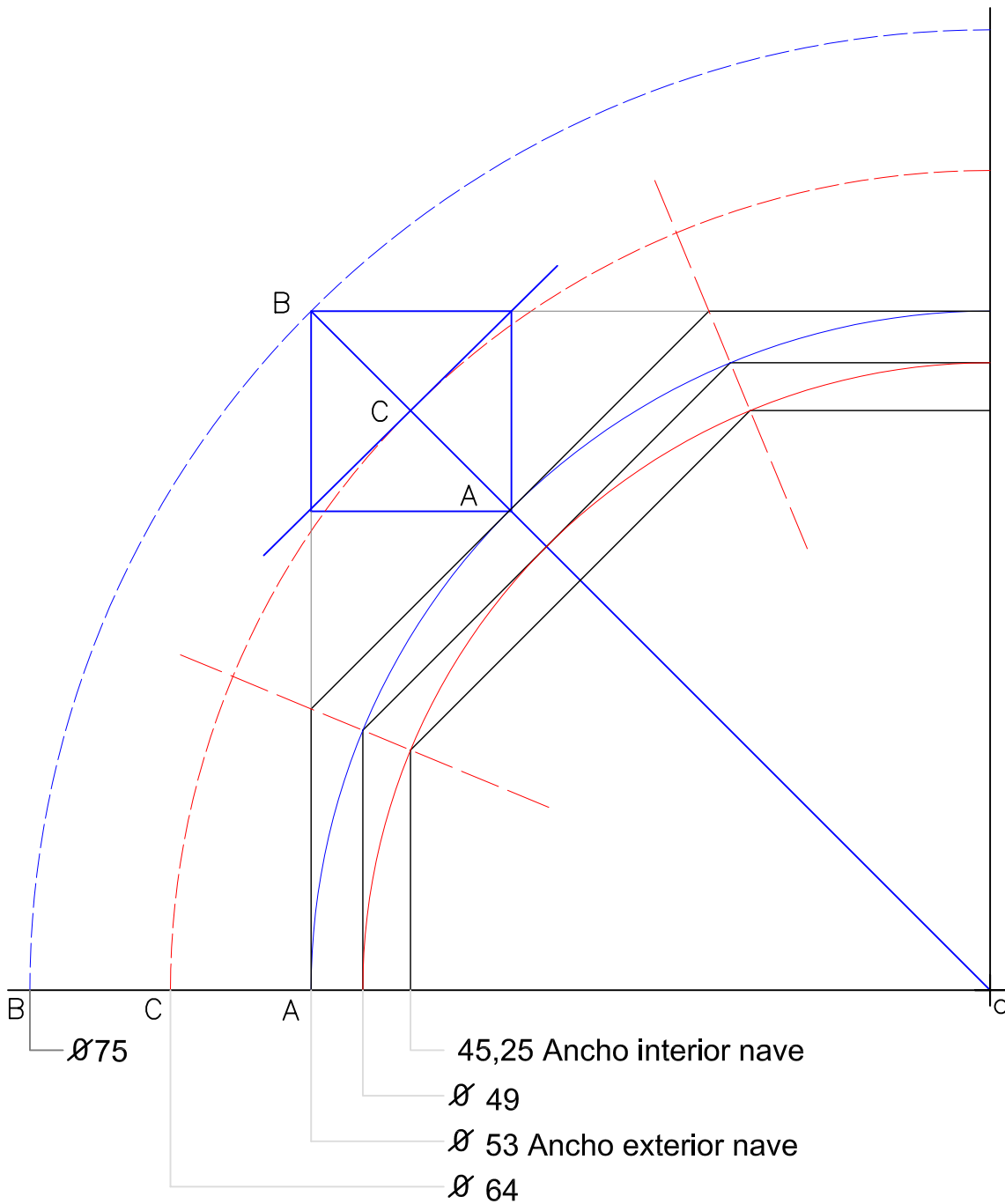
PLANO:
DATOS DE PARTIDA

ESCALA:
1/50







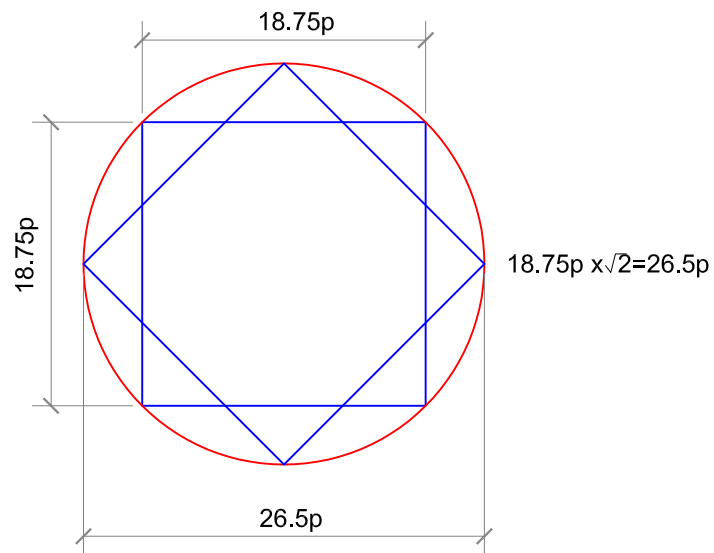
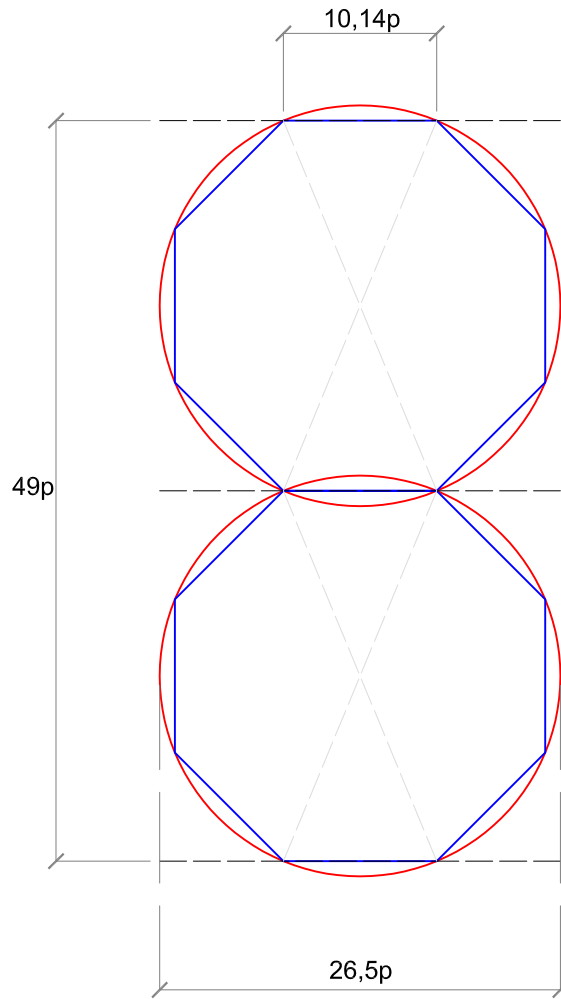


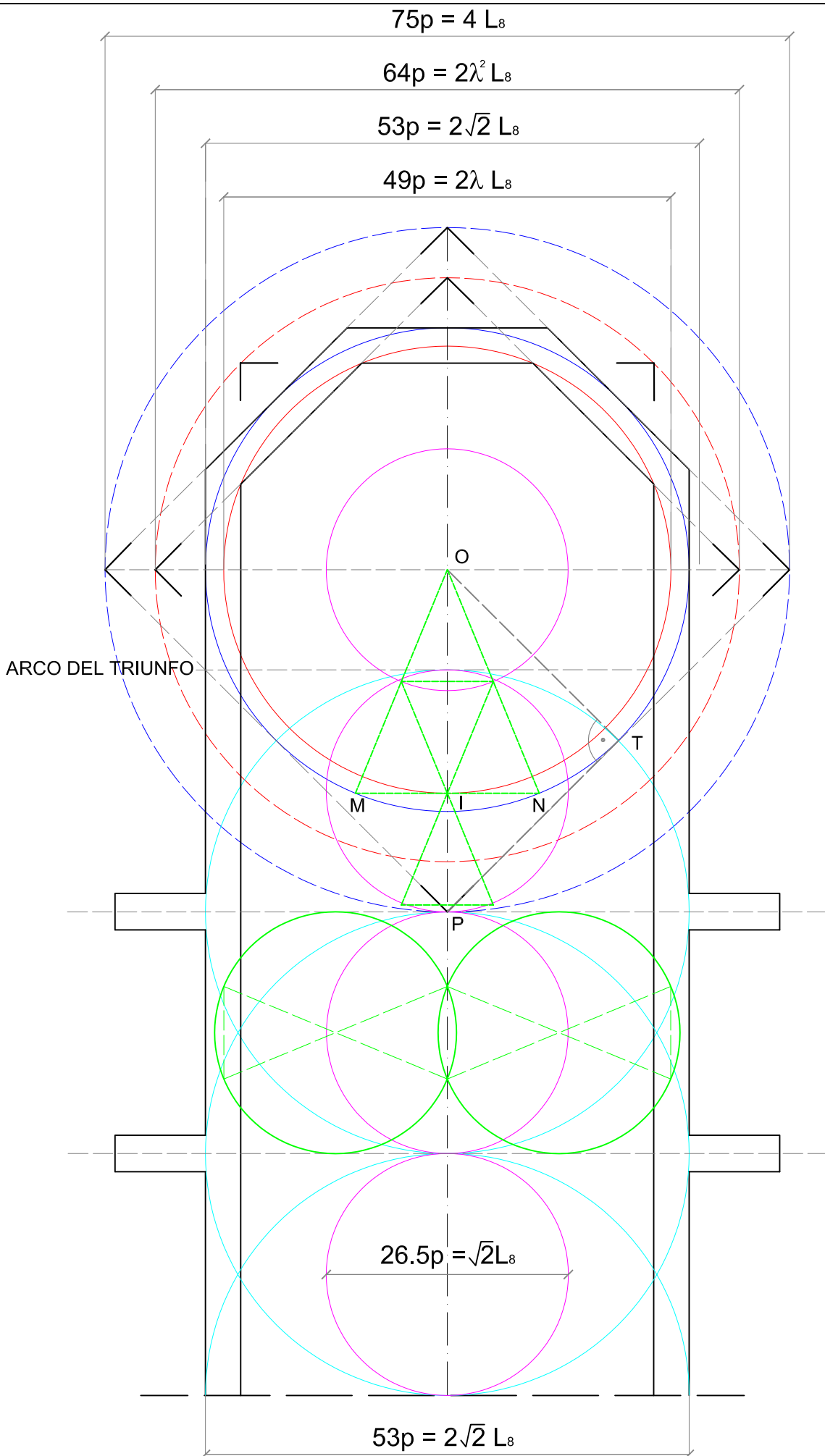
$$\overline{OB} = \overline{OA}\sqrt{2} \quad \cos 45 = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

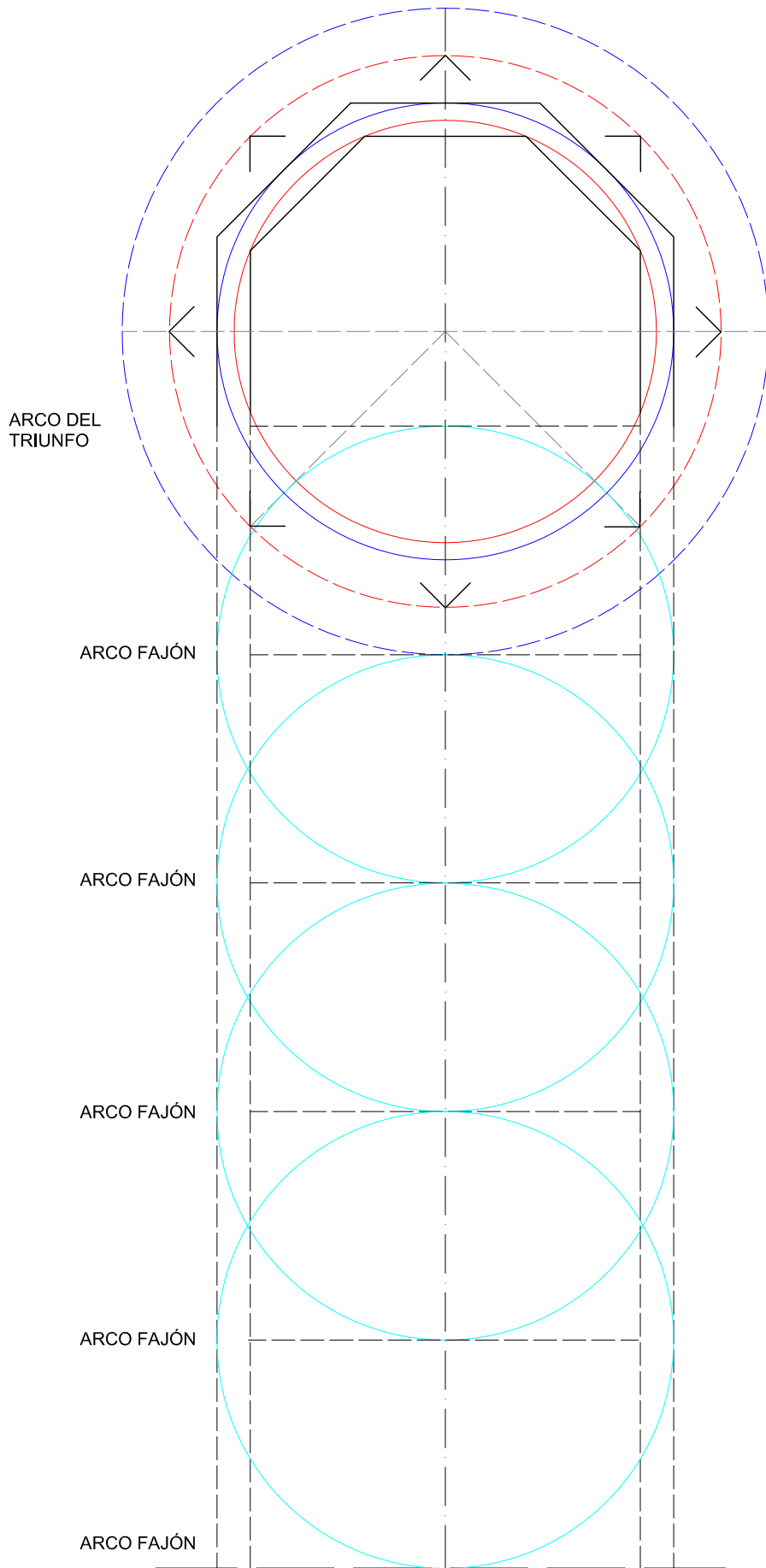
$$\overline{AB} = \overline{OA}(\sqrt{2}-1)$$

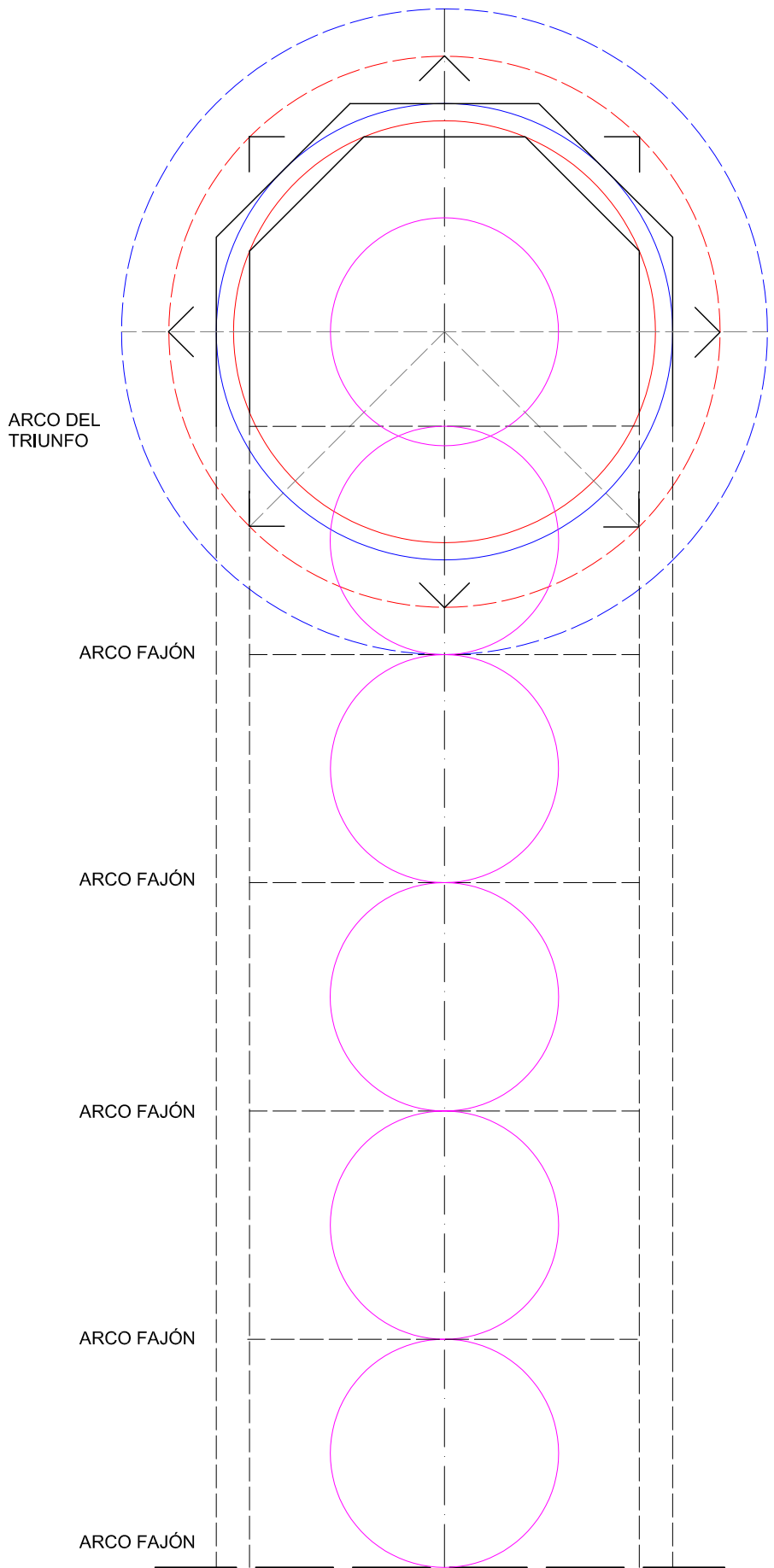
$$\overline{AC} = \overline{OA} \frac{\sqrt{2}-1}{2}$$

$$\overline{OC} = \overline{OA} \frac{\theta}{2}$$









ARCO DEL TRIUNFO

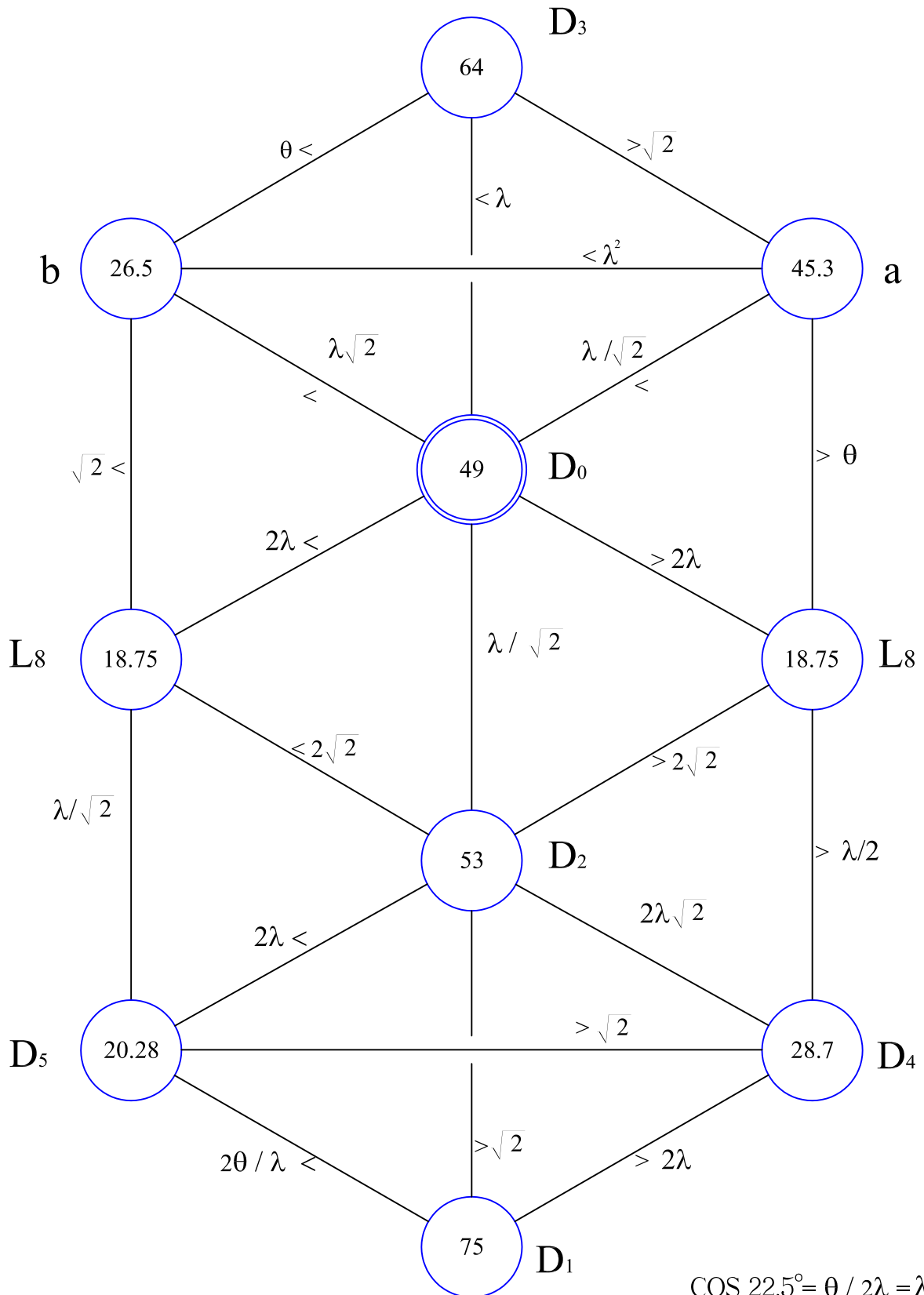
ARCO FAJÓN

ARCO FAJÓN

ARCO FAJÓN

ARCO FAJÓN

ARCO FAJÓN



$$\begin{aligned} \cos 22.5^\circ &= \theta / 2\lambda = \lambda / \sqrt{2} \\ \lambda &= 1,3065 \\ \theta &= 1 + \sqrt{2} = 2,4142 \end{aligned}$$

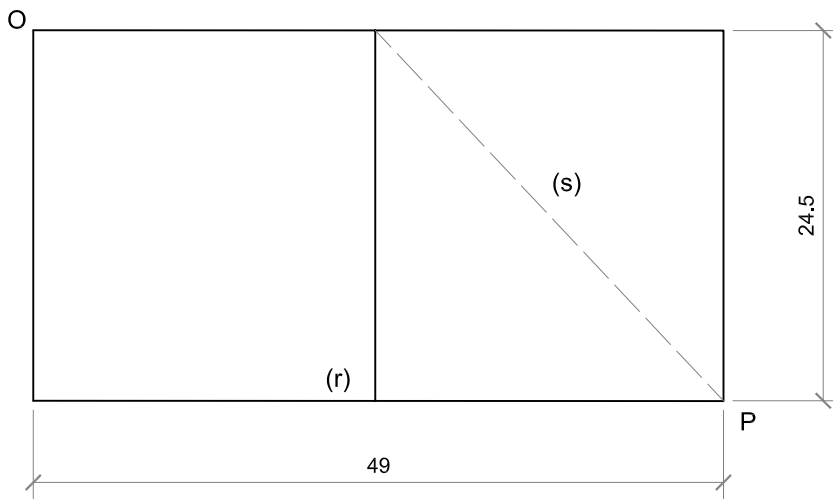
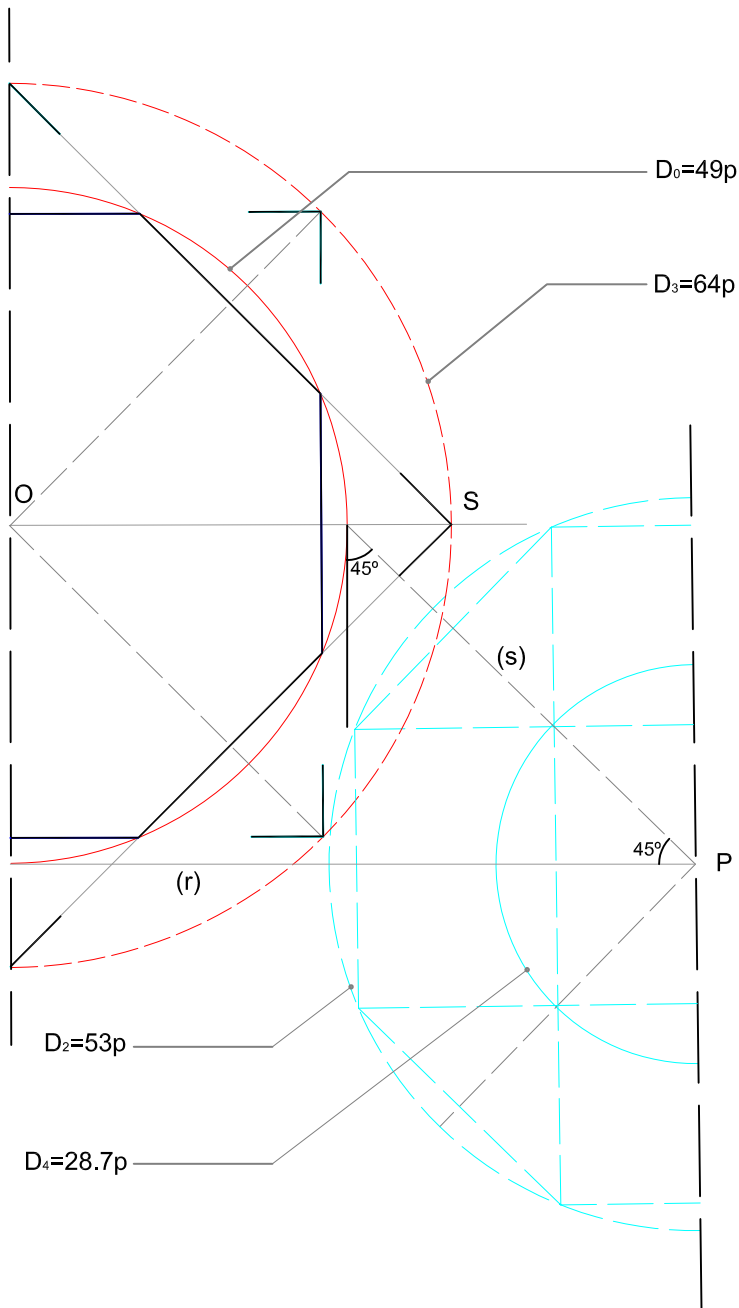
Nº PLANO:

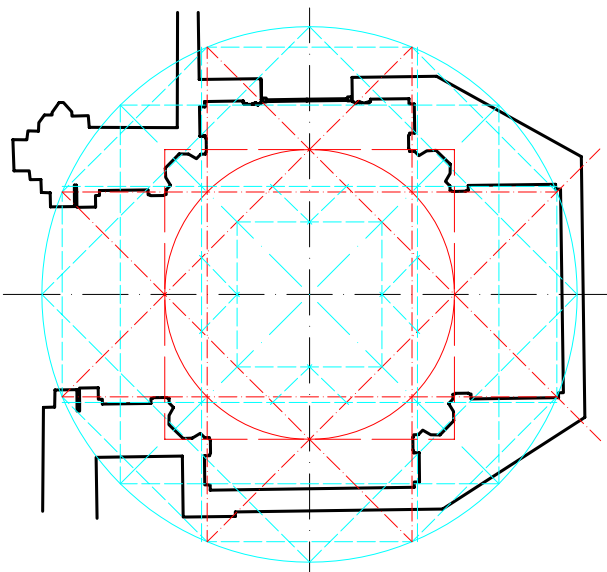
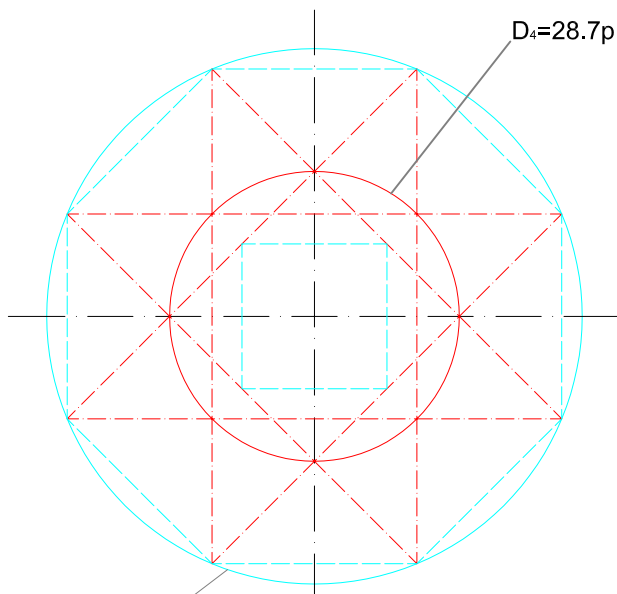
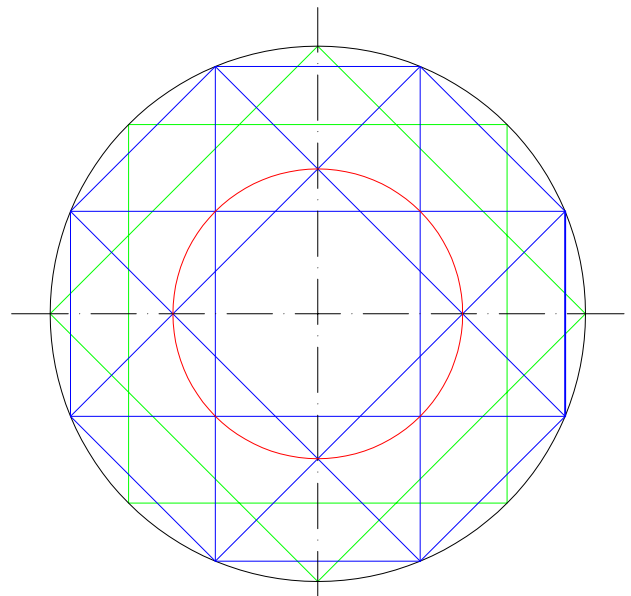
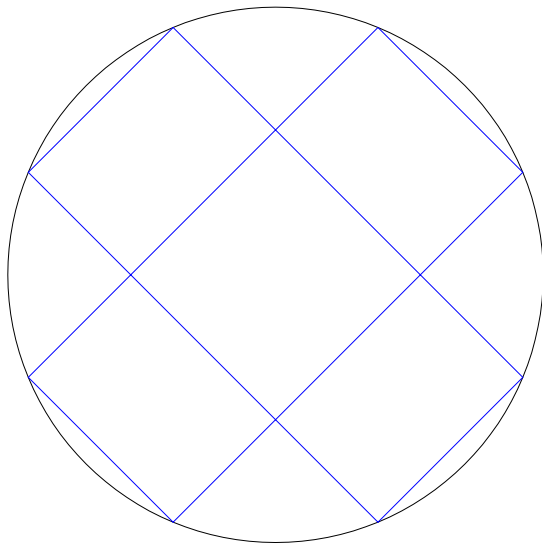
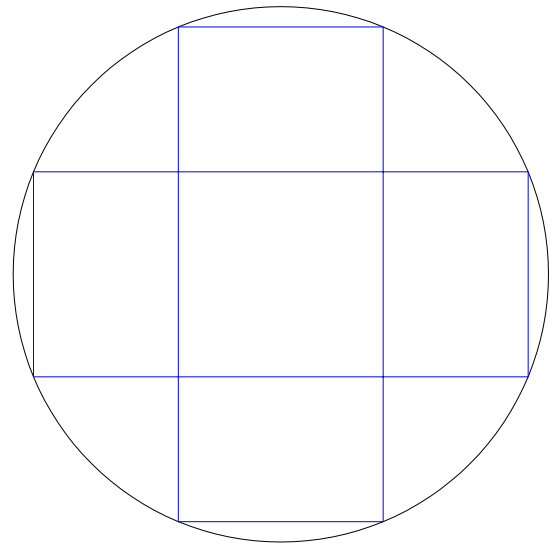
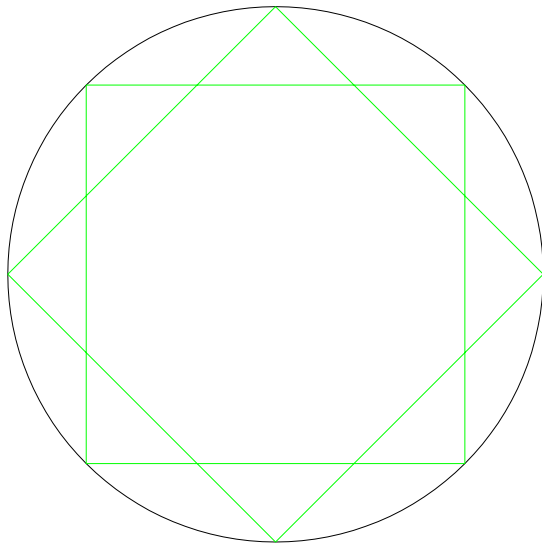
65

PLANO: **SECUENCIA DE RELACIONES A PARTIR DE LA CIRCUNFERENCIA DE 49p DE Ø**

ESCALA:

SE

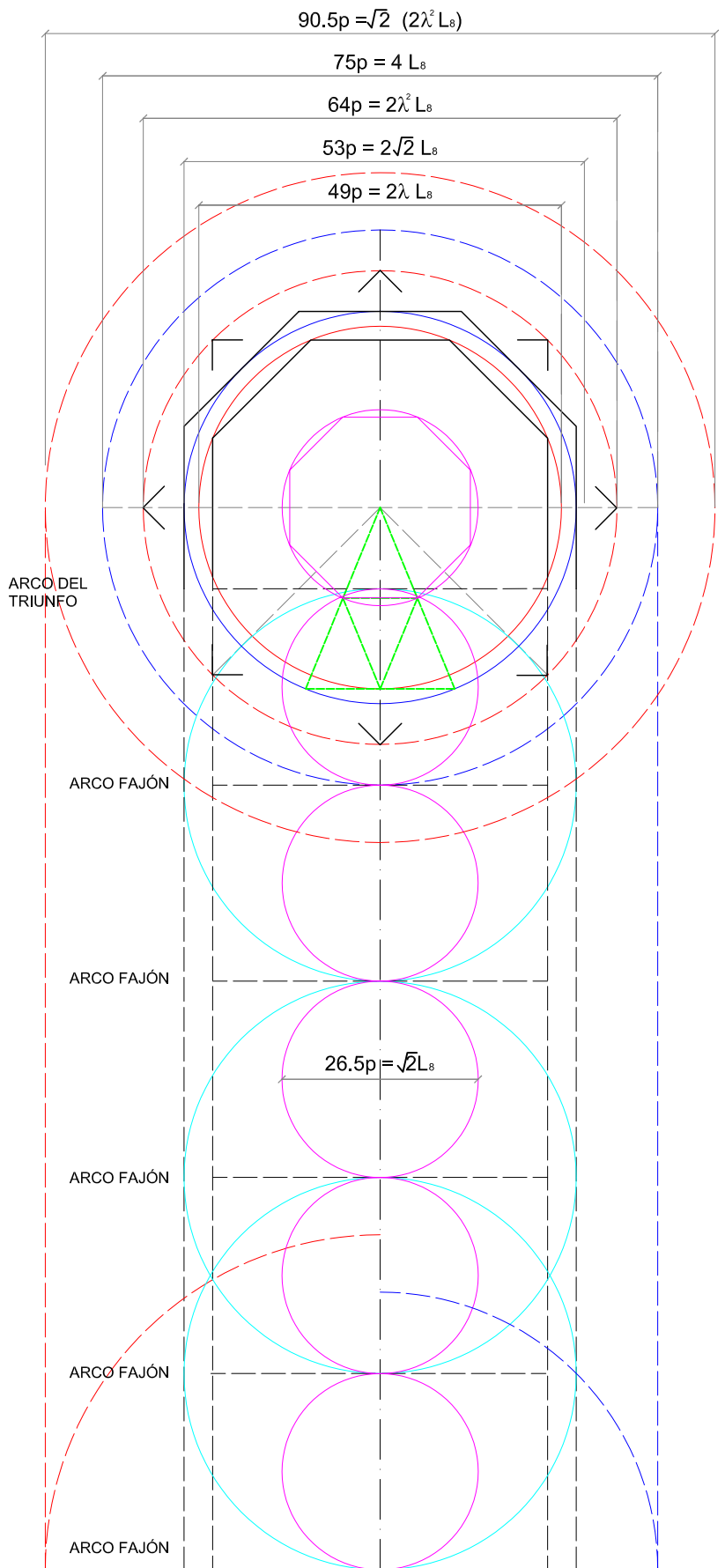


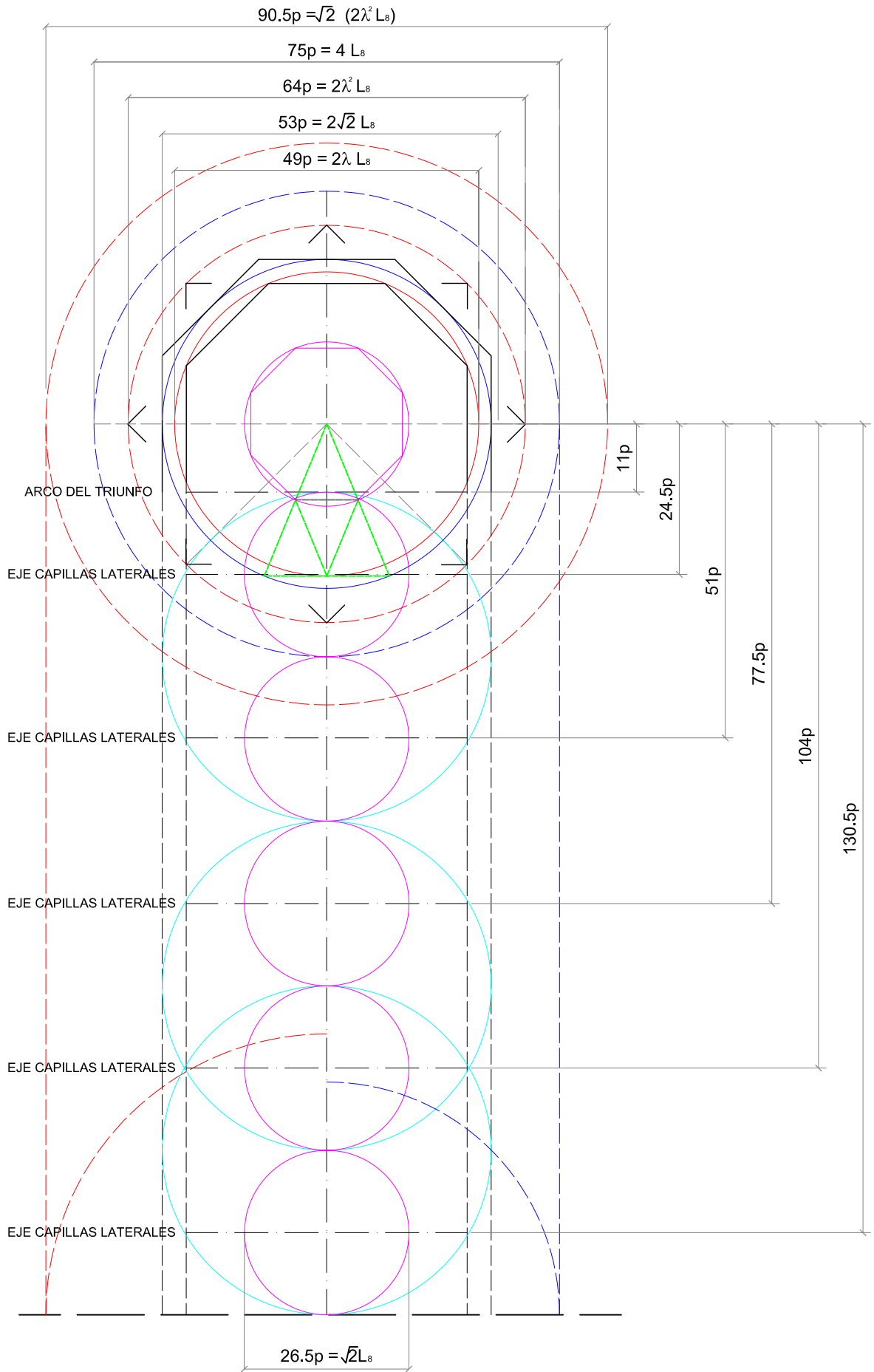


Nº PLANO:
67

PLANO: **TRAZADO REGULADOR DE
LA CAPILLA DE SANTA BÁRBARA**

ESCALA:
1/75





Nº PLANO:

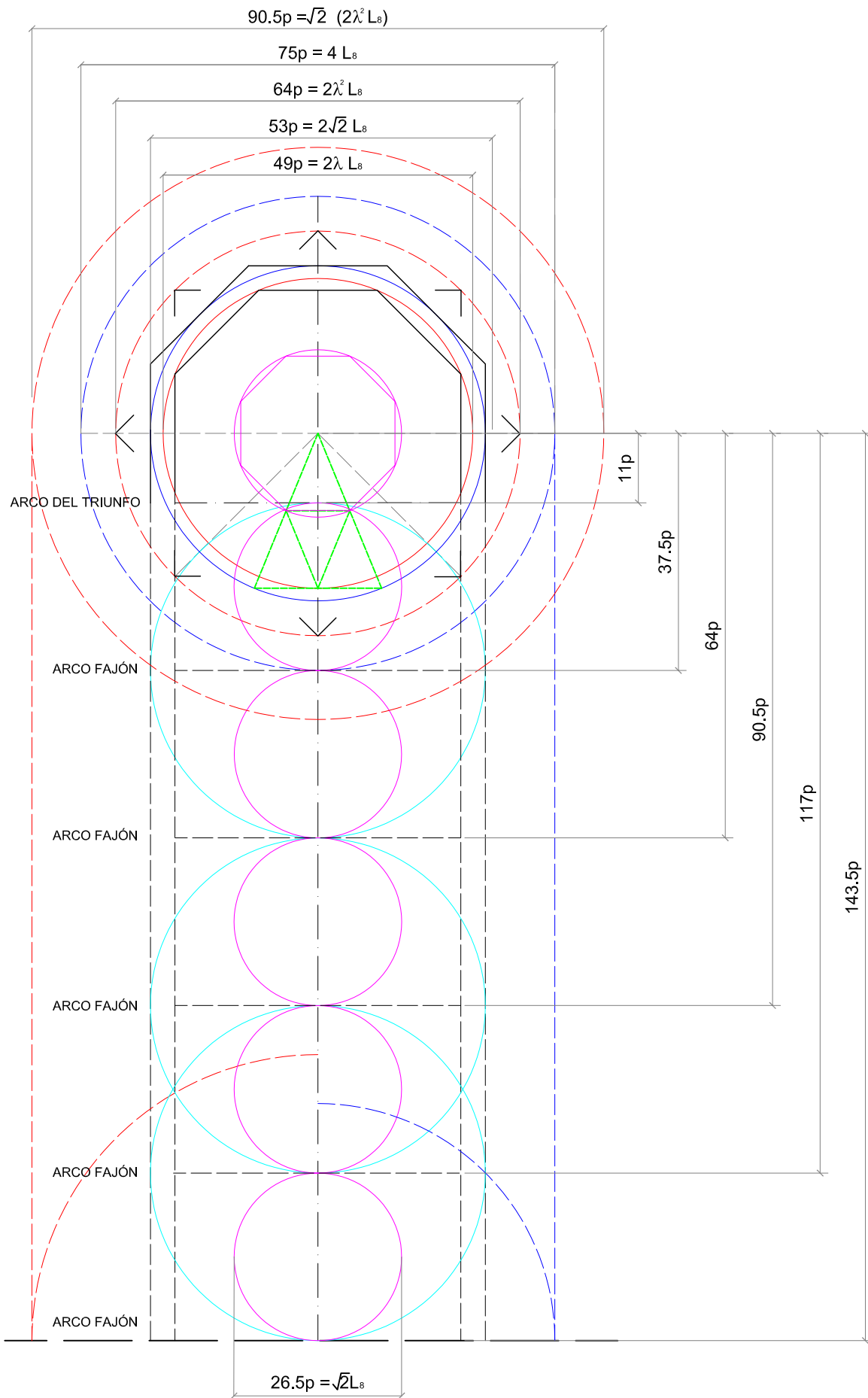
69

PLANO:

ESQUEMA DE LAS TRAZAS DE LA IGLESIA. EJES CAPILLAS LATERALES CON COTAS

ESCALA:

1/90



Nº PLANO:

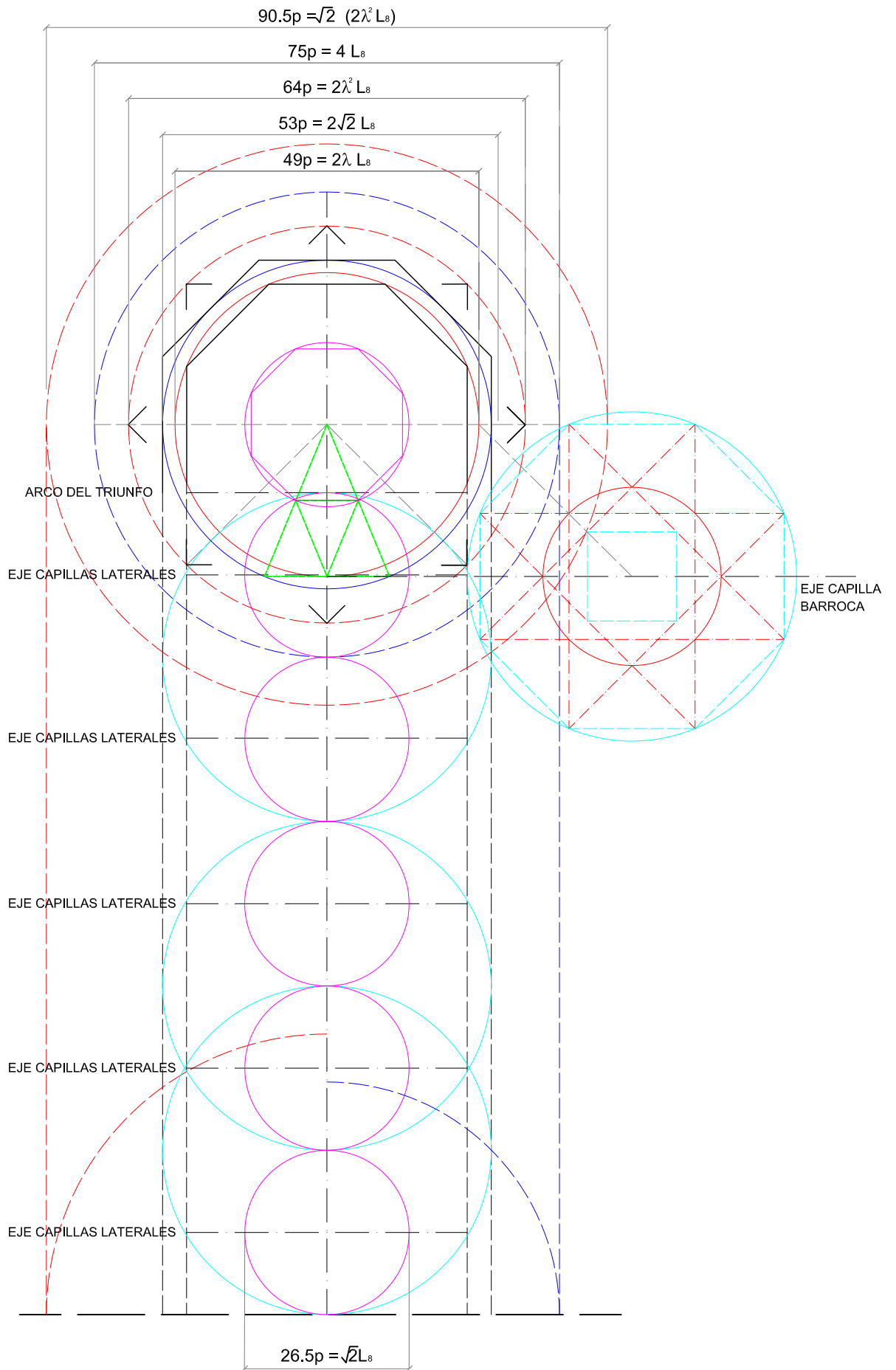
70

PLANO:

ESQUEMA DE LAS TRAZAS DE LA
IGLESIA. EJES ARCOS FAJONES CON COTAS

ESCALA:

1/90



Nº PLANO:

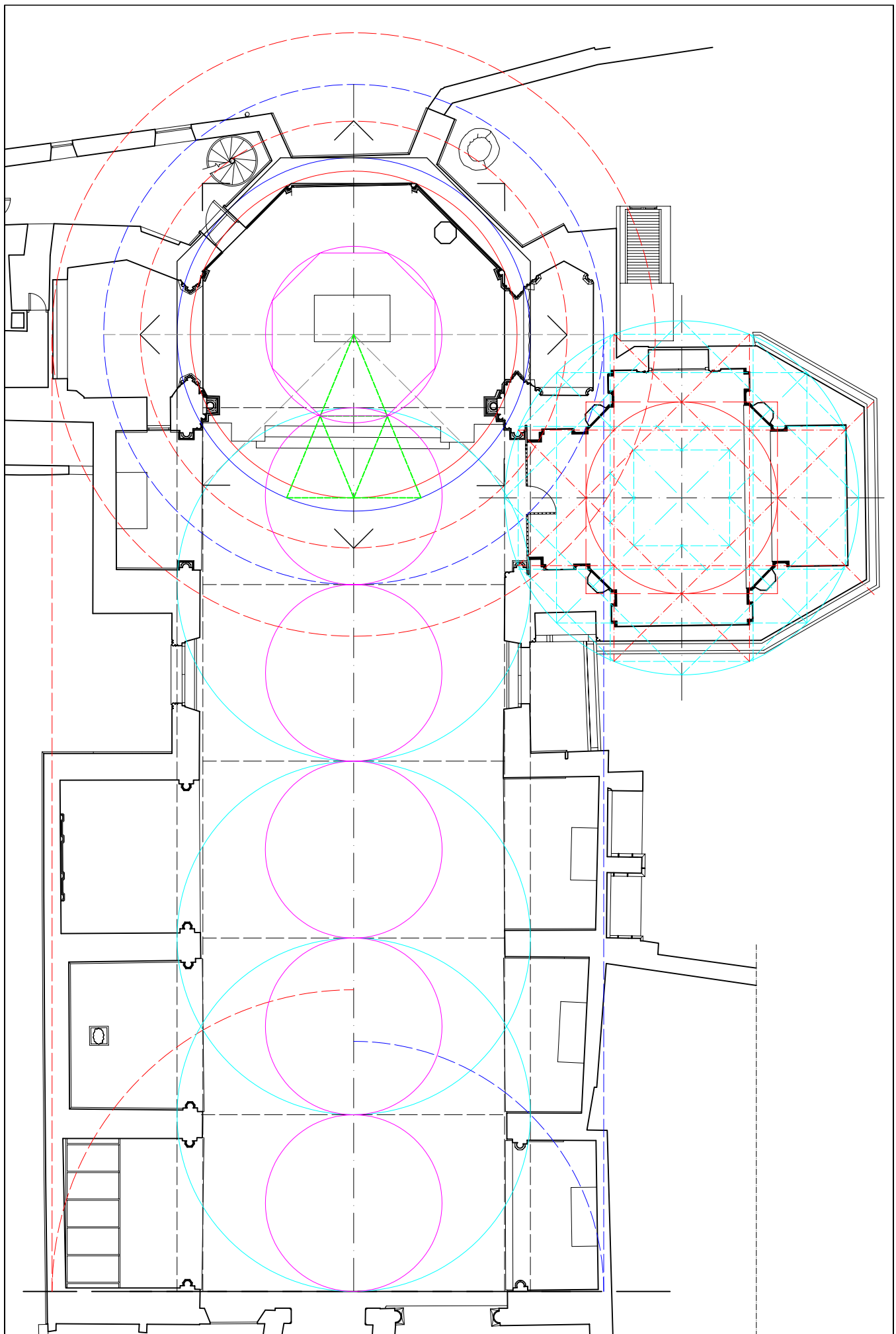
71

PLANO:

**ESQUEMA DE LAS TRAZAS DE LA
IGLESIA Y LA CAPILLA DE SANTA BARBARA**

ESCALA:

1/90



Nº PLANO:

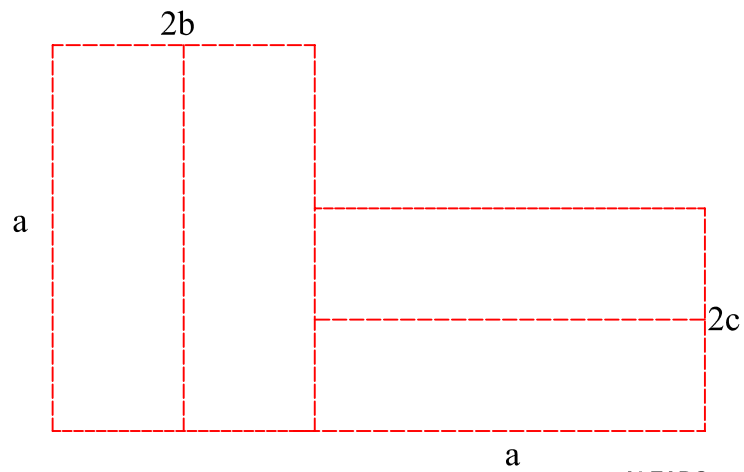
72

PLANO:

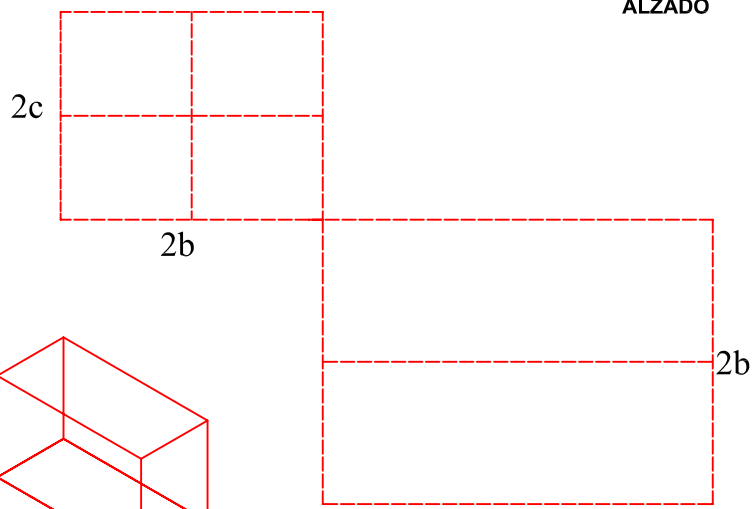
**HIPÓTESIS DE DESARROLLO
COMPLETO DE LAS TRAZAS DE LA IGLESIA**

ESCALA:

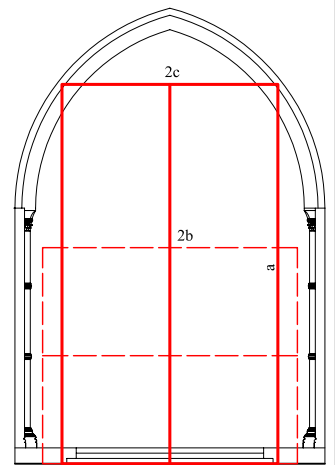
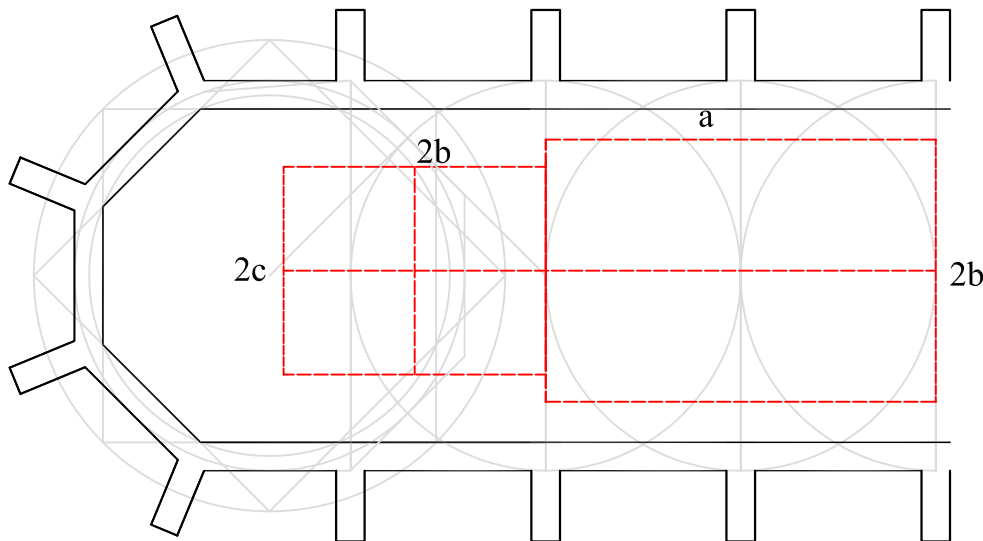
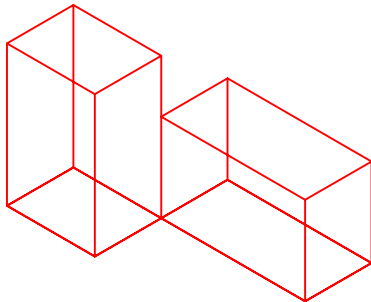
1/75



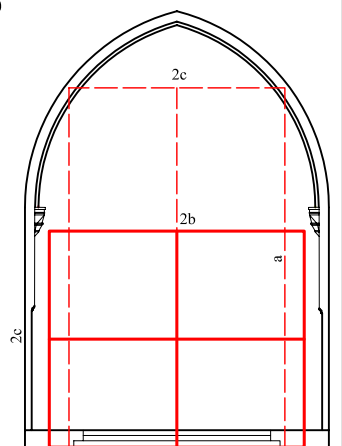
ALZADO



PLANTA



ARCO DEL TRIUNFO
SOBRE PILASTRAS CIRCULARES



ARCO FAJON CON MENSULA

$\Psi = 1,3247$ si $a = 6,095 \times 2 = 12,19 = 53p \rightarrow (2\sqrt{2})$

$b = p \times c$ $c = 3,4731 = 15,10p$; $2c = 30.20p$

$a = p^2 \times c$ $b = 4,6008 = 20 p$; $2b = 40p$

Nº PLANO:

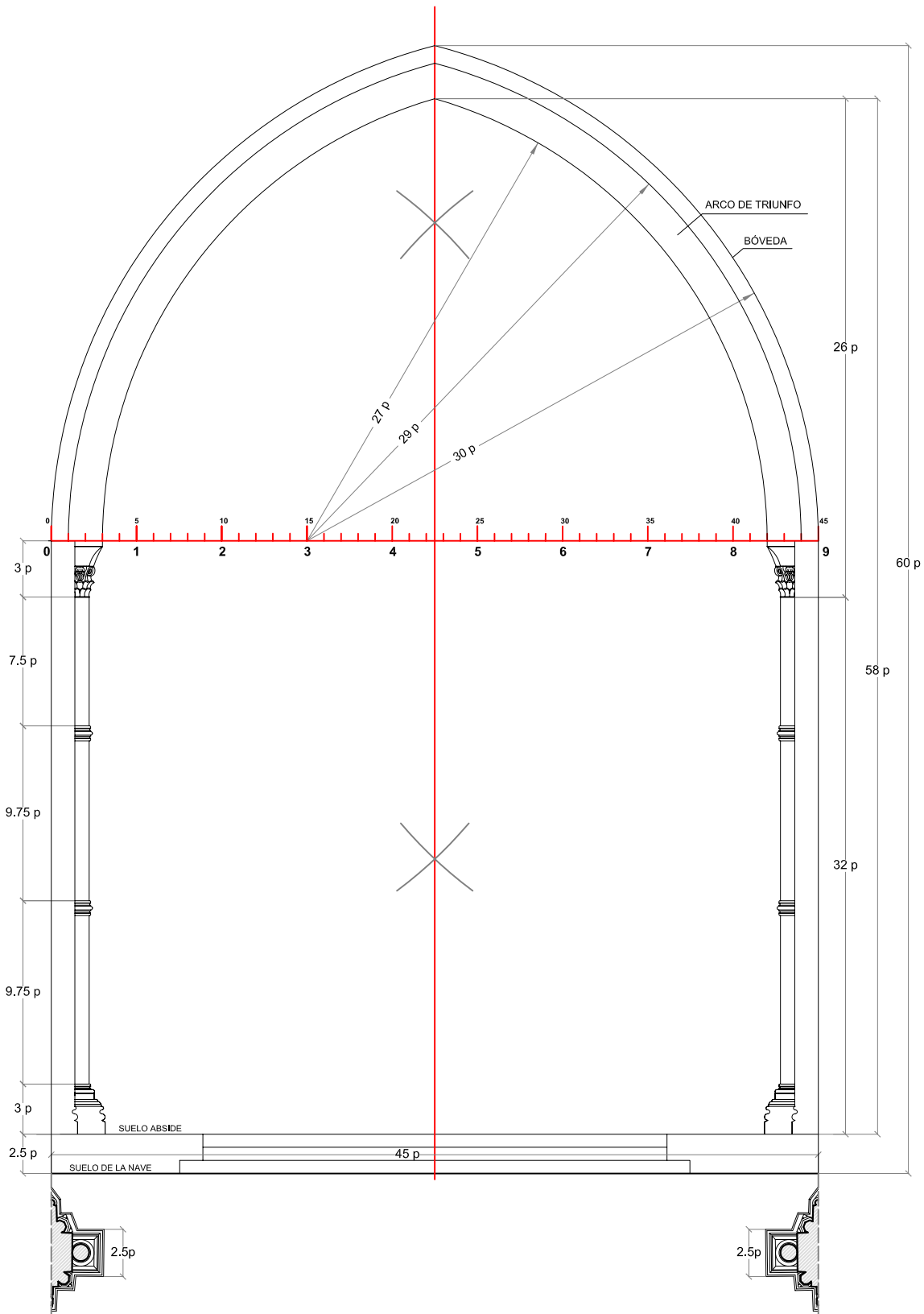
73

PLANO:

APLICACIONES DE LAS
CONDICIONES DEL NÚMERO PLÁSTICO

ESCALA:

SE



MODELO DE TRAZADO DE LA MONTEA DEL ENCUENTRO DE LA BÓVEDA DEL ARCO DE TRIUNFO

BÓVEDA

$$\frac{\text{LUZ}}{\text{RADIO}} = \frac{45}{30} = \frac{9}{6} = \frac{3}{2}$$

ARCO TRIUNFO

$$\frac{\text{LUZ}}{\text{RADIO}} = \frac{45}{27} = \frac{5}{3} = 1,66$$

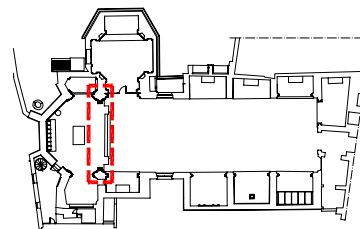
RECTÁNGULO INFERIOR NAVE

$$\frac{\text{ANCHO}}{\text{ALTO}} = \frac{45}{34,5} = 1,304$$

RECTÁNGULO TOTAL

$$\frac{\text{ALTO}}{\text{BASE}} = \frac{60}{45} = 1,333$$

$$\frac{45}{35} = \frac{9}{7} = 1,285$$



Nº PLANO:

74

PLANO:

**ARCO DEL TRIUNFO
SOBRE PILASTRAS CIRCULARES**

ESCALA:

1/350

RECTÁNGULO CIRCUNSCRITO

$$\frac{\text{ALTO}}{\text{ANCHO}} = \frac{63,5}{45} \sim \frac{63}{45} = \frac{21}{15} = \frac{7}{5} = 1,4$$

RECTÁNGULO INFERIOR

$$\frac{\text{ALTURA}}{\text{BASE}} = \frac{34,5}{45} \sim \frac{35}{45} = \frac{7}{9}$$

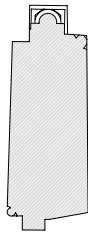
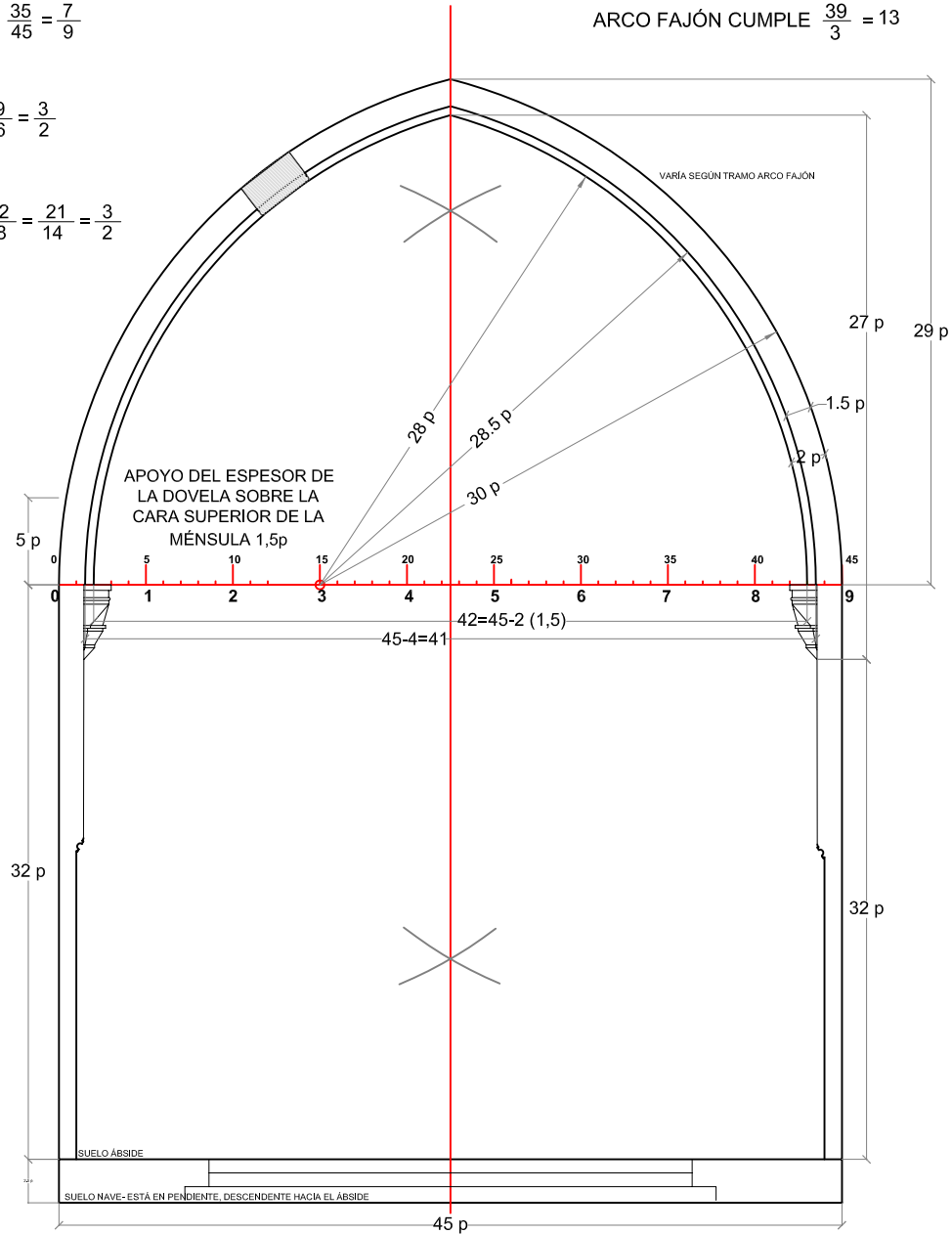
ARCO BÓVEDA

$$\frac{\text{LUZ}}{\text{RADIO}} = \frac{45}{30} = \frac{9}{6} = \frac{3}{2}$$

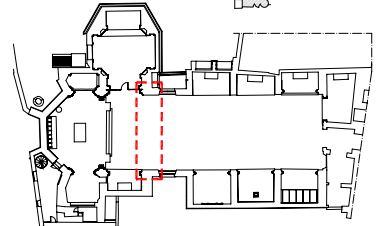
ARCO FAJÓN

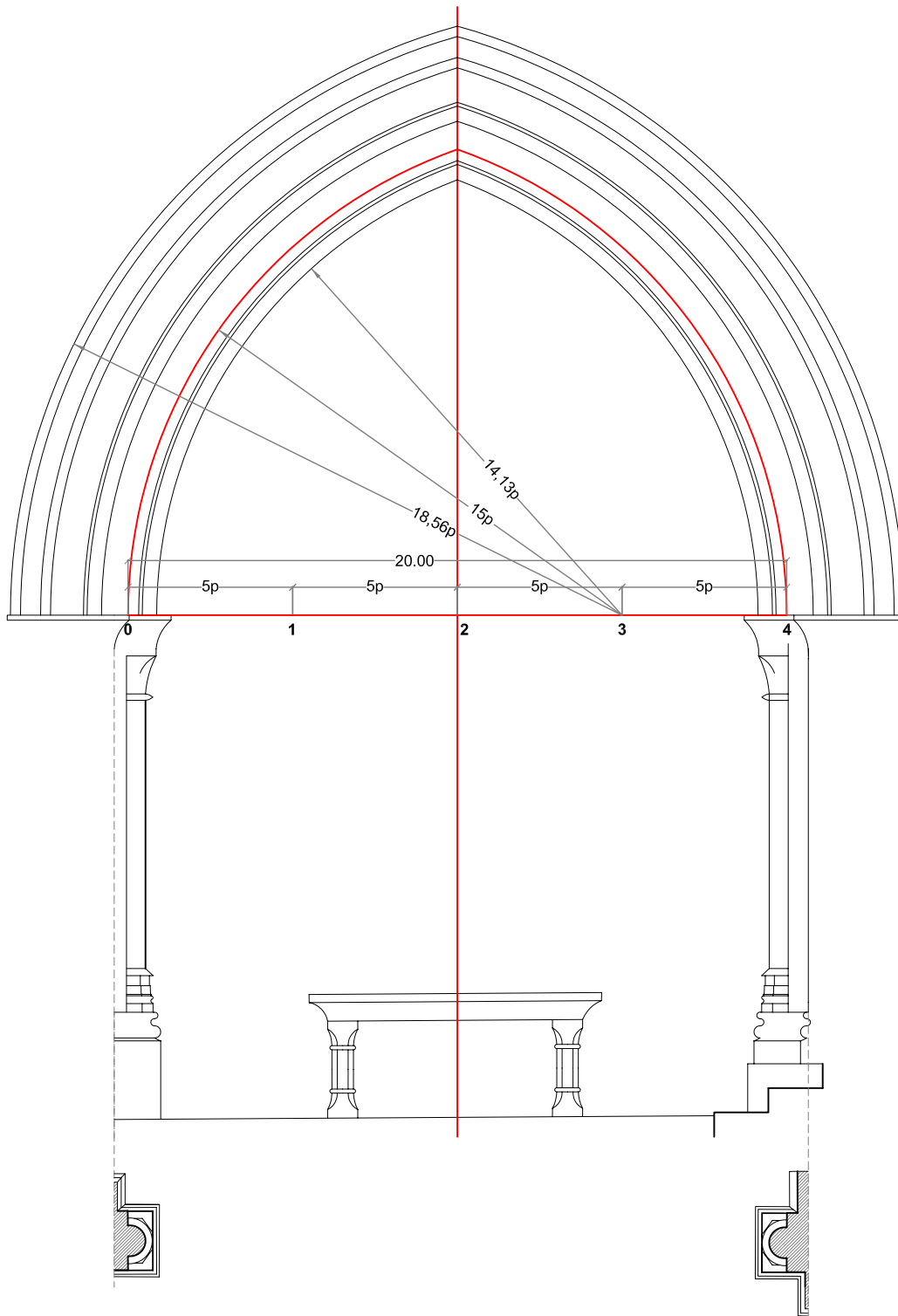
$$\frac{\text{LUZ}}{\text{RADIO}} = \frac{41}{28} \sim \frac{42}{28} = \frac{21}{14} = \frac{3}{2}$$

- 45 BÓVEDA — CENTRO 15 — RADIO 30
- 42 ARCO FAJÓN — CENTRO 14 — RADIO 28,5
- 30 ARCO DE TRIUNFO — CENTRO 13 — RADIO 27
- LUZ BÓVEDA 45 — RADIO 30
- LUZ ARCO FAJÓN 42 — RADIO 28,5
- ARCO FAJÓN CUMPLE $\frac{39}{3} = 13$



EL MURO CONTINUA RECTO 5P, EL TRAZADO TEÓRICO DEL ARCO SIGUE CURVOSECCIÓN TEÓRICA POR EL TRAMO DE LA NAVE COINCIDENTE CON LAS PUERTAS LATERALES DE ACCESO TRAMO CON MAYOR PRECISIÓN DE TRAZADO ANCHO DE LA DOVELA 1,5P

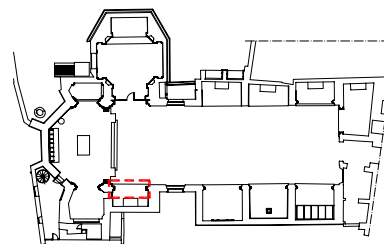




* $\sqrt{8}$ RADIO DEL ARCO INTRADOS DEL
FRENTE DE LA CAPILLA $\sqrt{7}$ FLECHA.

* $\sqrt{9}=3$ RADIO DEL ARCO INTRADOS DE
LA BEVEDA DE LA CAPILLA $\sqrt{8}$ FLECHA.

* $\sqrt{14}$ RADIO DEL ARCO EXTRADOS DEL
FRENTE DE LA CAPILLA $\sqrt{13}$ FLECHA.



Nº PLANO:

76

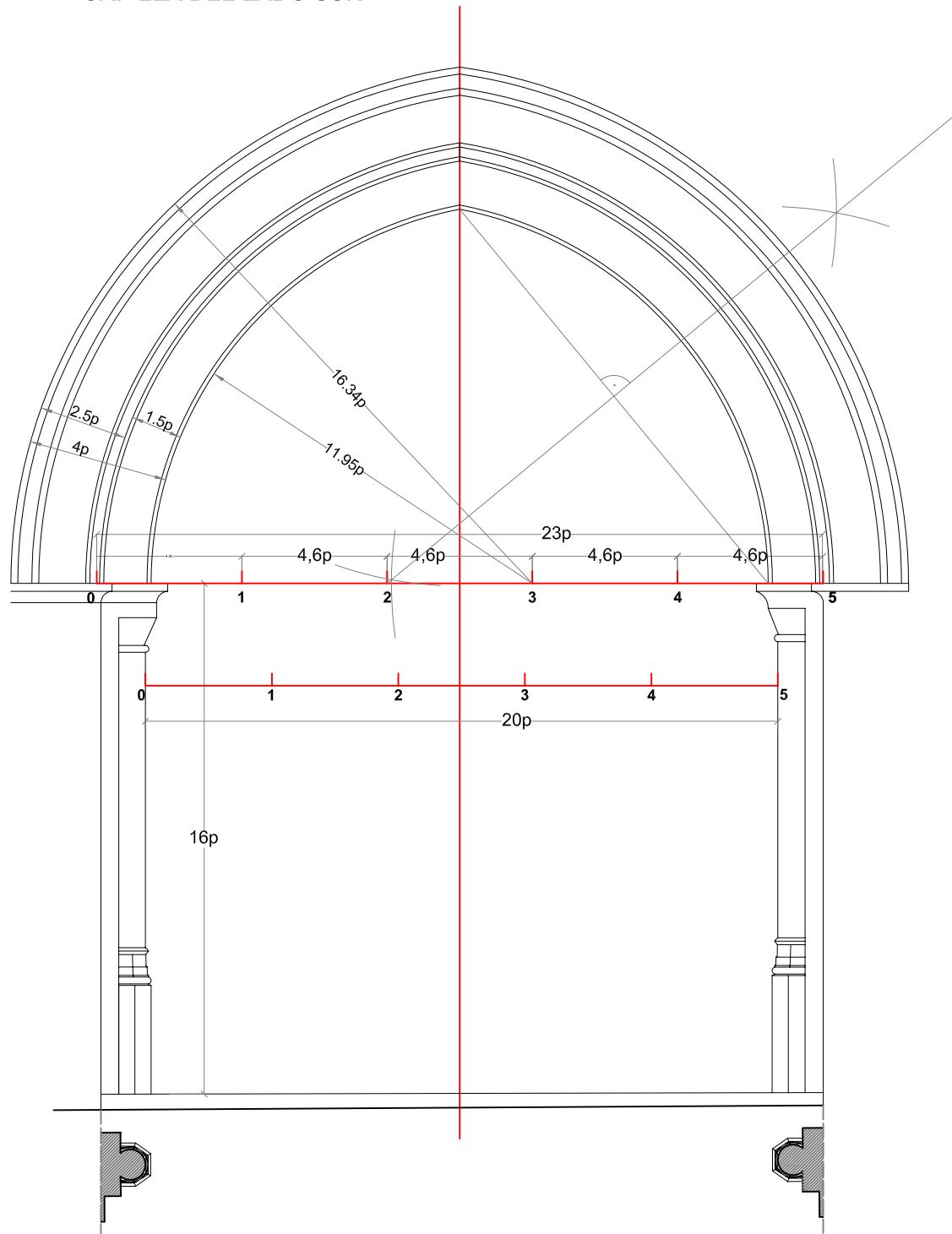
PLANO:

**ARCO FRONTAL TRANSEPTO
CAPILLA DE SAN MIGUEL**

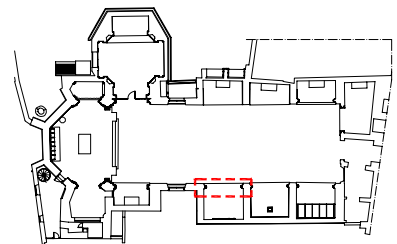
ESCALA:

1/200

LOS ARCOS SE DEFINEN A PARTIR DEL FORMERO DE LA BOVEDA DE CRUCERIA DE LA CAPILLA INTERIOR = LA BOVEDA DE CAÑON DE LA CAPILLA DEL LADO SUR



EL ARCO RESPONDE AL SEGUNDO DE LOS TRIANGULOS DEFINIDOS POR VIOLLET LE DUC; A PARTIR DE LA SECCION DIAGONAL DE LA PIRAMIDE DE BASE CUADRADA CUYA SECCION ES UN TRIANGULO EQUILATERO Y QUE SE APROXIMA AL TERCER TRIANGULO DE BASE IGUAL A 4p Y ALTURA IGUAL A DOS VECES Y MEDIA. PERALTE IGUAL 1,25 p



Nº PLANO:

77

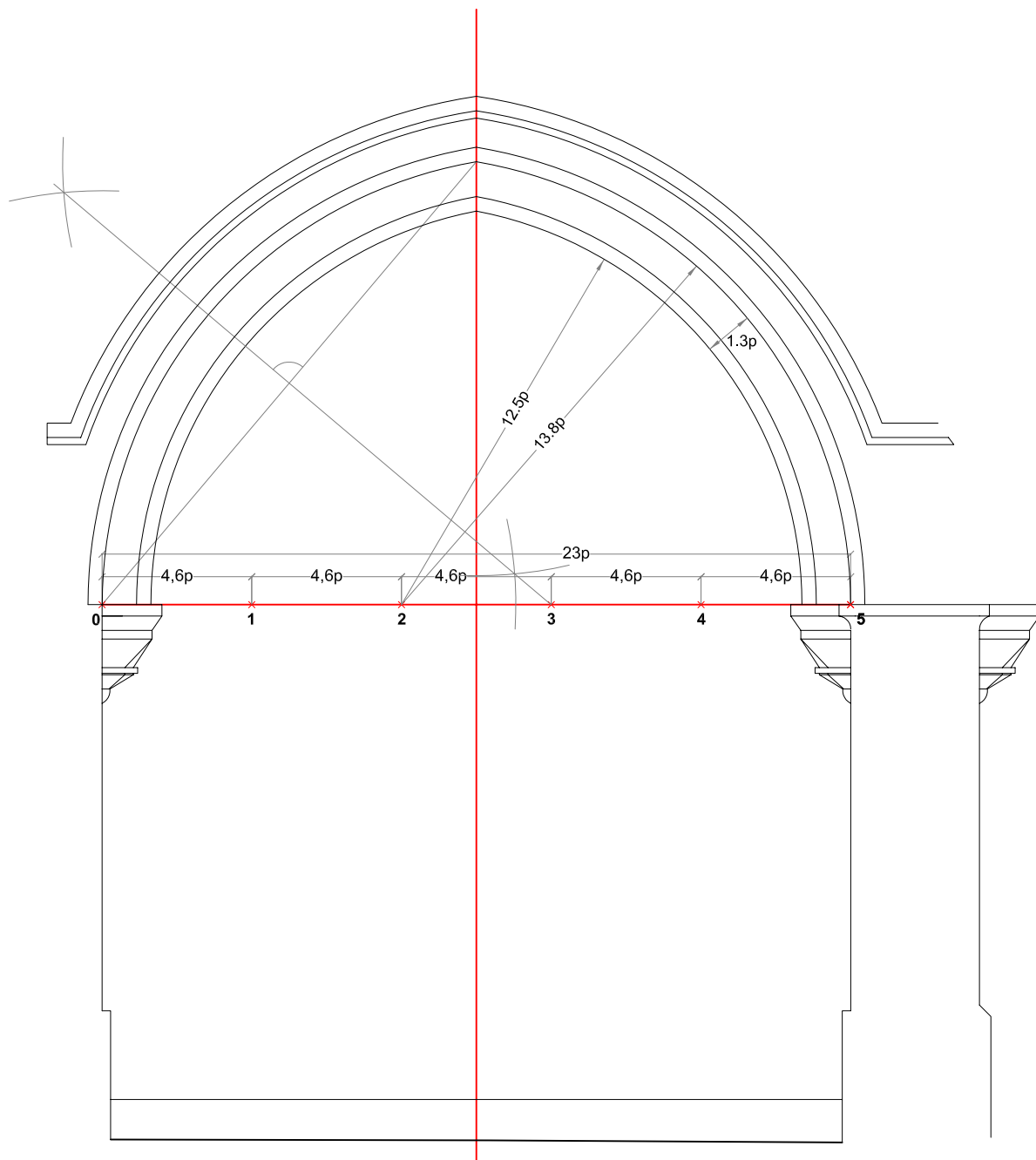
PLANO:

ARCO CAPILLA LATERAL NORTE

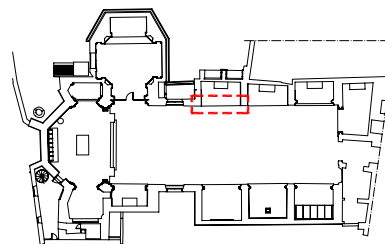
ESCALA:

1/200

LOS ARCOS SE DEFINEN A PARTIR DEL FORMERO DE LA BOVEDA DE CAÑON DE LA CAPILLA INTERIOR



EL ARCO RESPONDE AL SEGUNDO DE LOS TRIANGULOS DEFINIDOS POR VIOLLET LE DUC; A PARTIR DE LA SECCION DIAGONAL DE LA PIRAMIDE DE BASE CUADRADA CUYA SECCION ES UN TRIANGULO EQUILATERO Y QUE SE APROXIMA AL TERCER TRIANGULO DE BASE IGUAL A $4p$ Y ALTURA IGUAL A DOS VECES Y MEDIA. PERALTE IGUAL $1,25 p$



Nº PLANO:

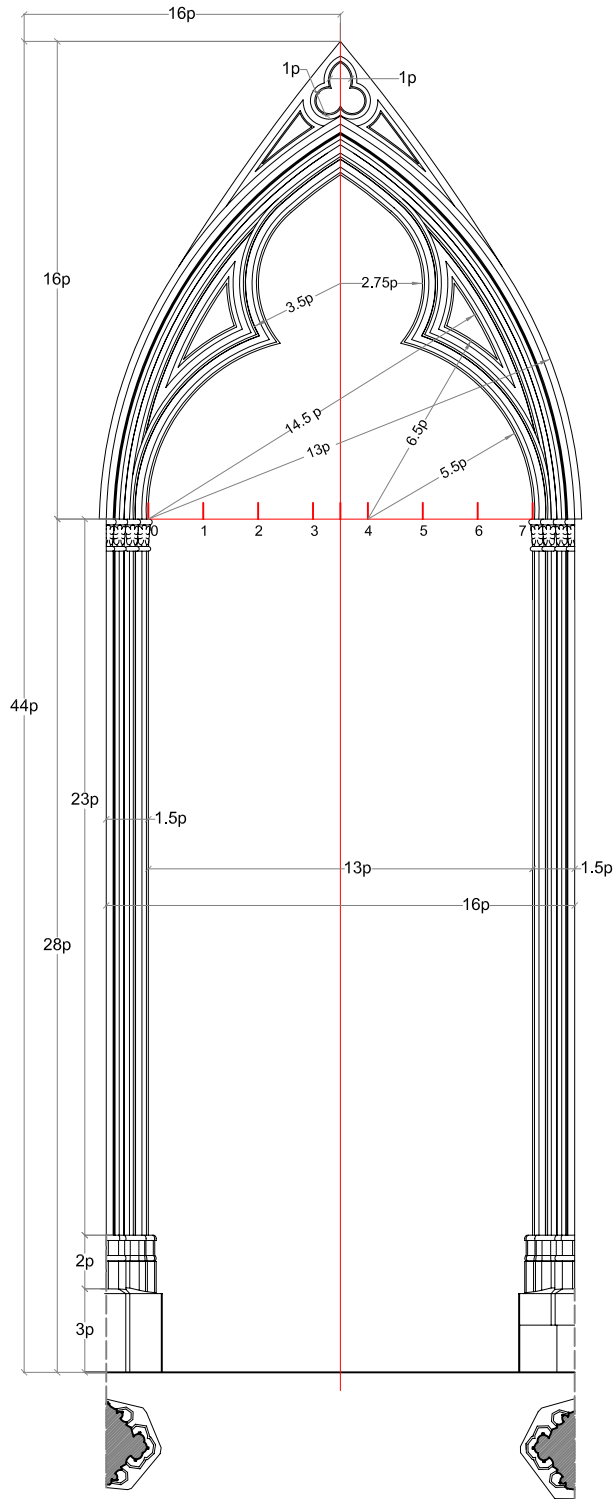
78

PLANO:

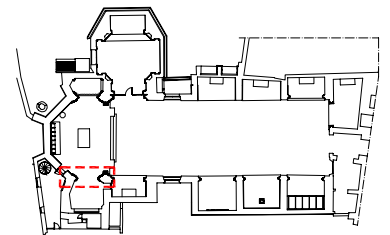
ARCO FRONTAL SOBRE NAVE
DE LA CAPILLA DEL LADO SUR

ESCALA:

1/200



EL ARCO EQUILATERO INSCRIBE AL ARCO LOBULAR



Nº PLANO:

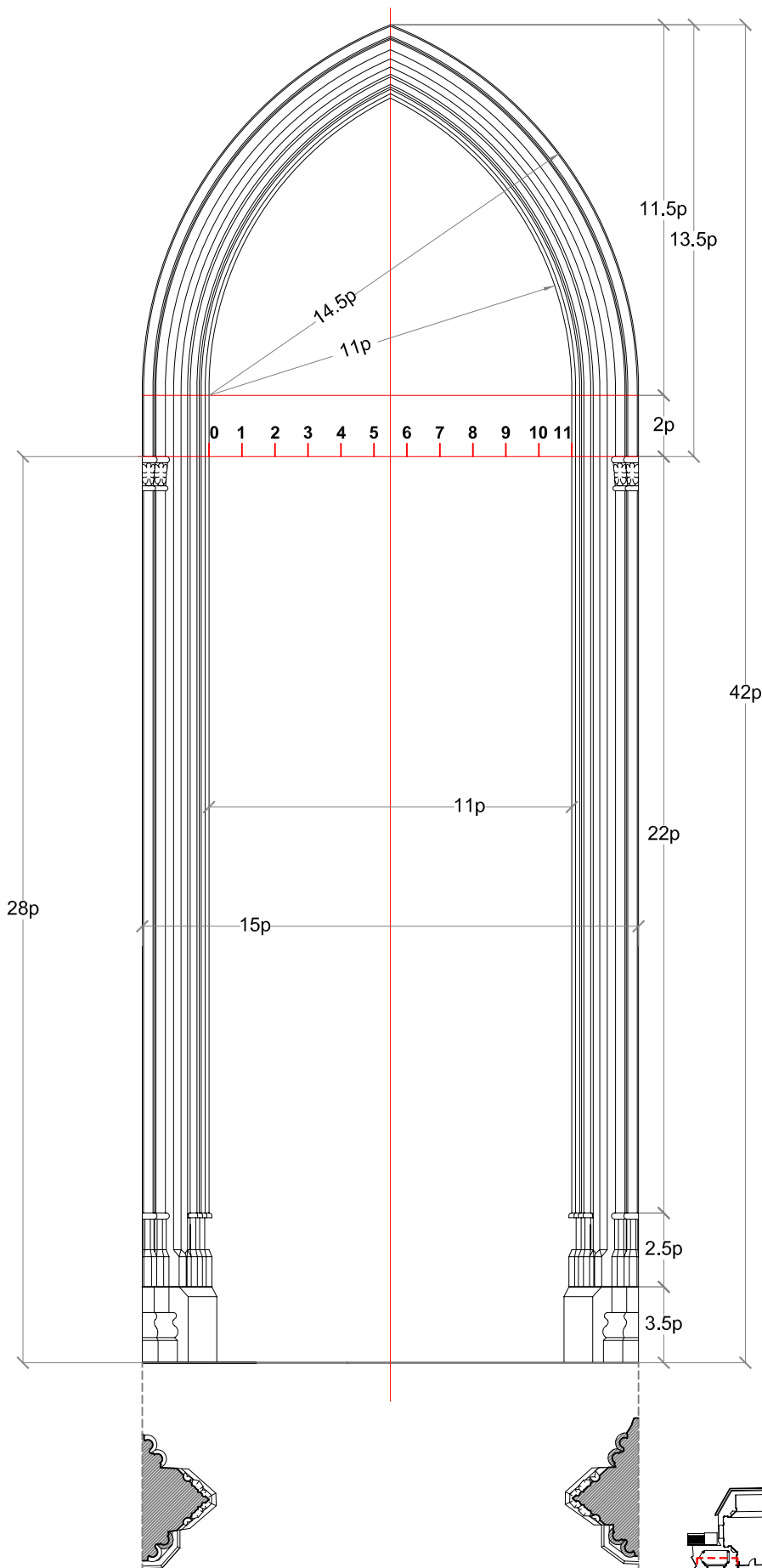
79

PLANO:

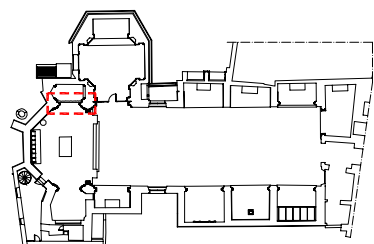
**ARCO FRONTAL DE LA CAPILLA
DE SAN FRANCISCO DE ASIS.**

ESCALA:

1/250



EL ARCO EQUILATERO DEFINE LA TRAZA



Nº PLANO:

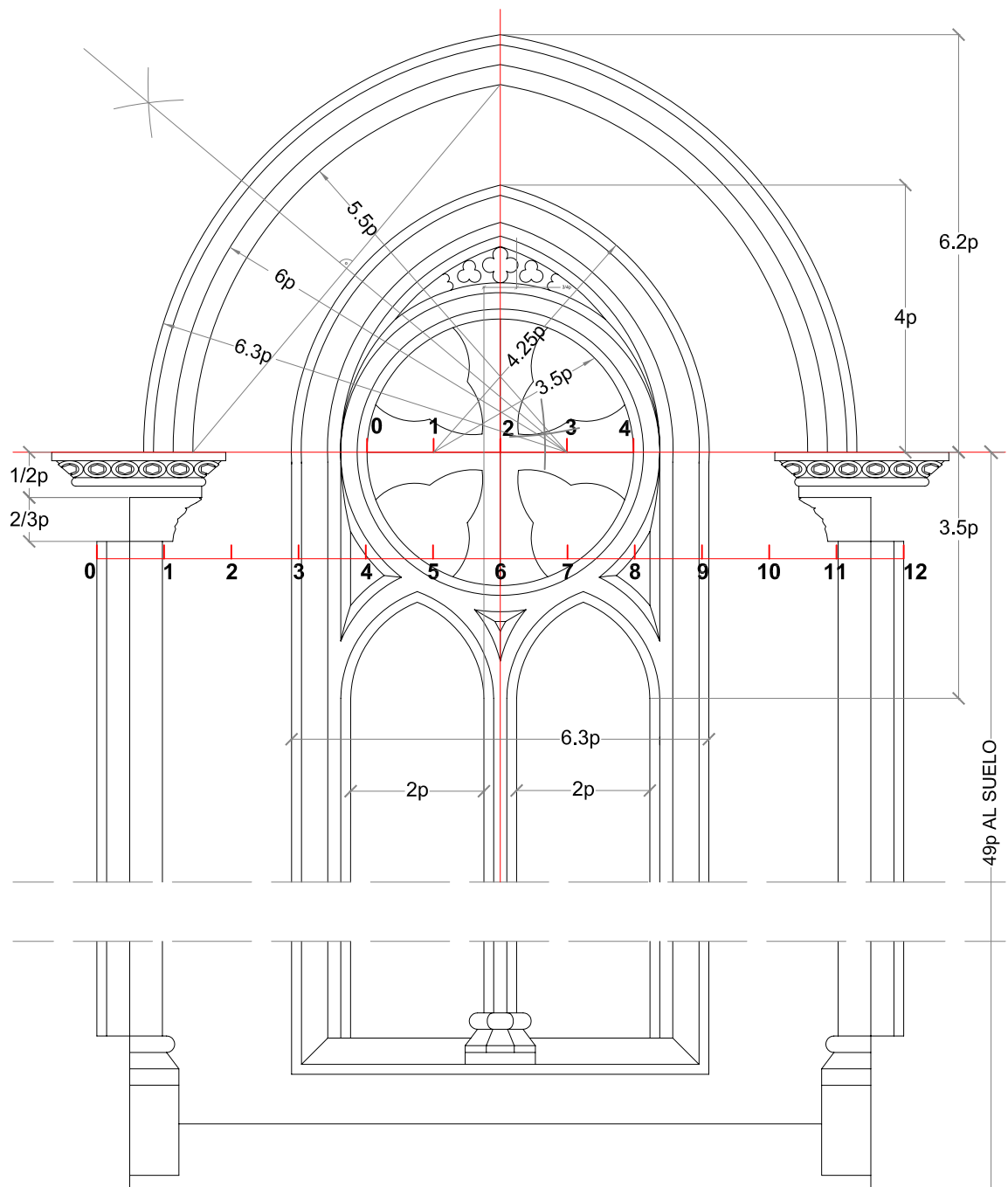
80

PLANO:

ARCO FRONTAL DE LA CAPILLA
PRIMITIVA DE SANTA BARBARA.

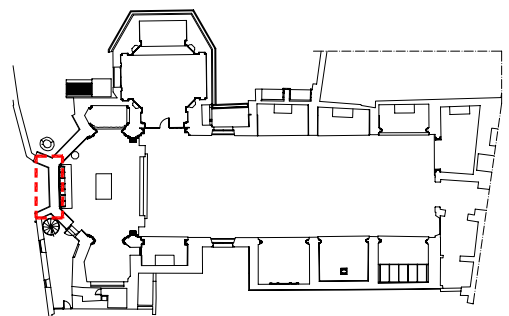
ESCALA:

1/200



EL ARCO RESPONDE AL SEGUNDO DE LOS TRIANGULOS DEFINIDOS POR VIOLETT LE DUC; A PARTIR DE LA SECCION DIAGONAL DE LA PIRAMIDE DE BASE CUADRADA CUYA SECCION ES UN TRIANGULO EQUILATERO Y QUE SE APROXIMA AL TERCER TRIANGULO DE BASE IGUAL A 4p Y ALTURA IGUAL A DOS VECES Y MEDIA. PERALTE IGUAL 1,25 p

LA CIRCUNSFERENCIA DE 49p EN LA QUE SE INSCRIBE EL OCTOGONO INTERIOR DE LA CABECERA, COINCIDE CON LA DISTANCIA MEDIDA EN VERTICAL DESDE EL SUELO AL CENTRO DEL ROSETON DEL VENTANAL



Nº PLANO:

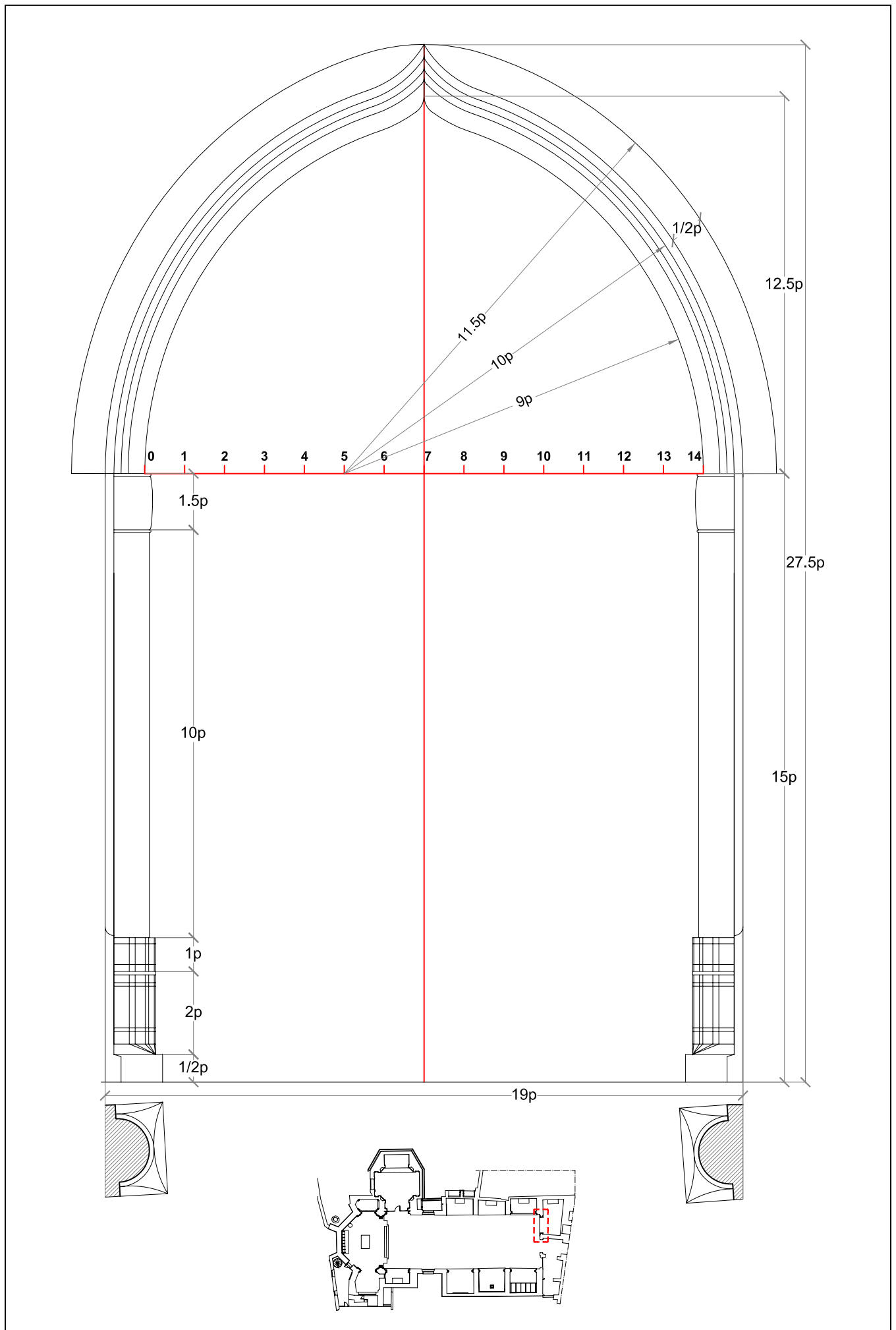
81

PLANO:

VENTANAL CENTRAL DEL ABSIDE

ESCALA:

1/100



Nº PLANO:

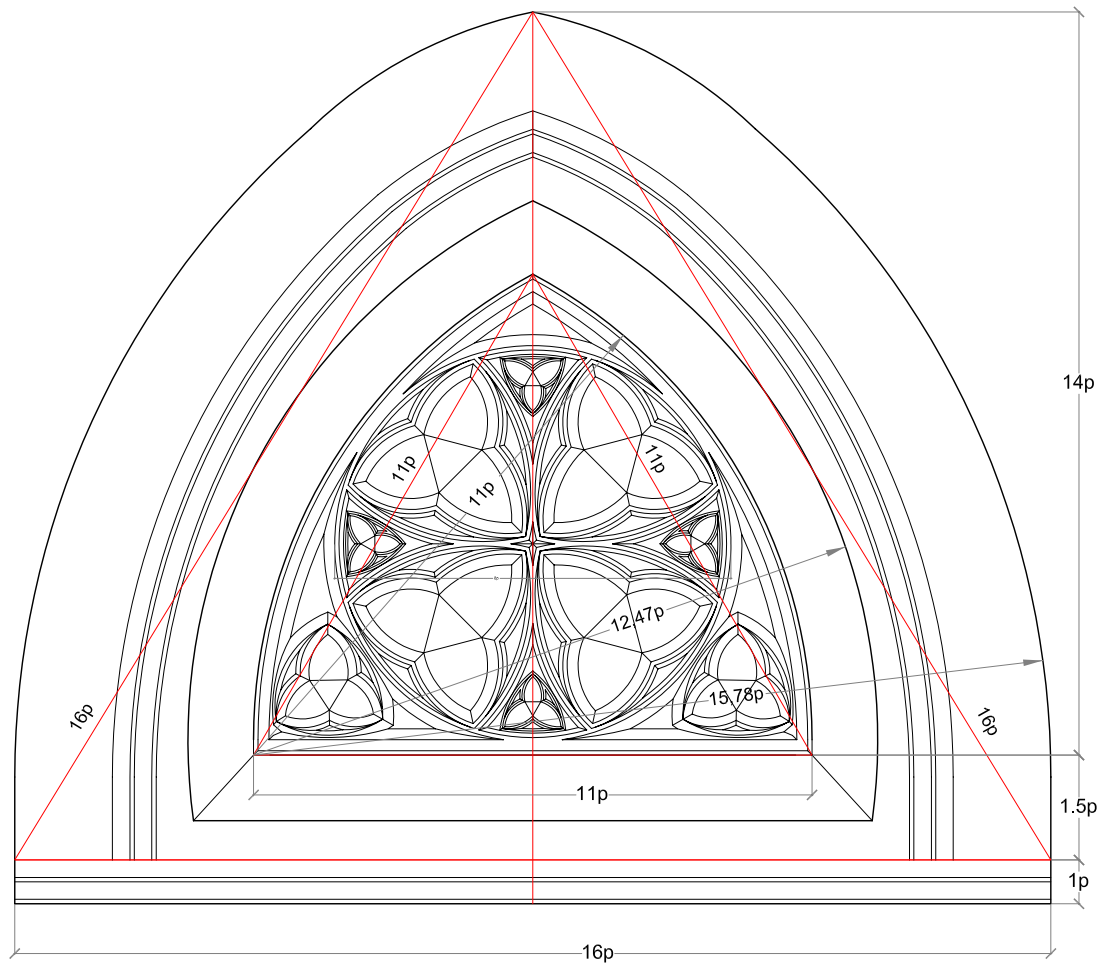
83

PLANO:

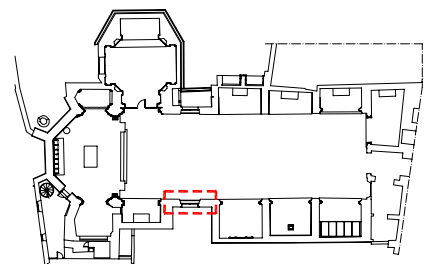
**ARCO DE ACCESO A LA
CAPILLA VIRGEN DE LOS ESTUDIANTES**

ESCALA:

1/125



EL ARCO DEL ROSETON SE DEFINE INSCRIBIENDO UN TRIANGULO EQUILATERO DE 16 p Y OTRO TRIANGULO EQUILATERO DE 11p EN EL ARCO DEL ROSETON INSCRITO



Nº PLANO:

84

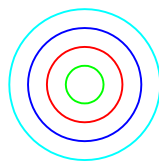
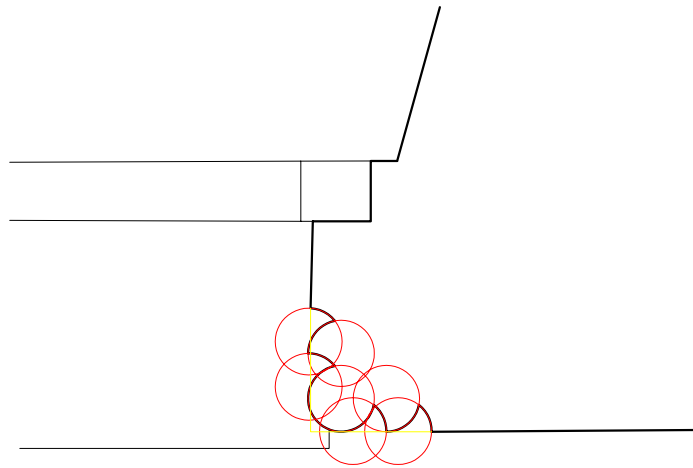
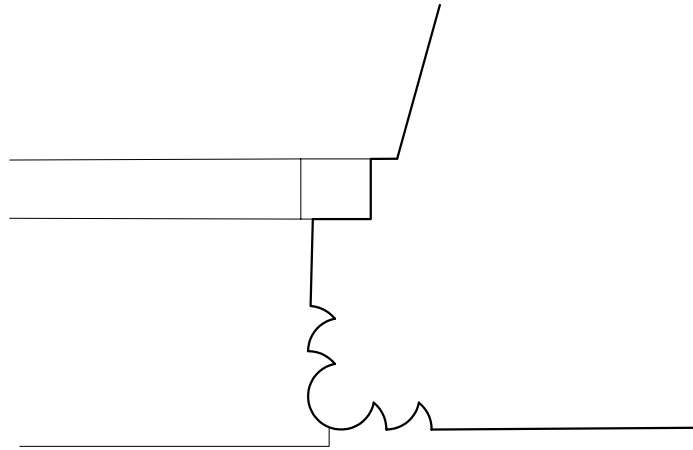
PLANO:

ROSETON SOBRE PUERTA NORTE

ESCALA:

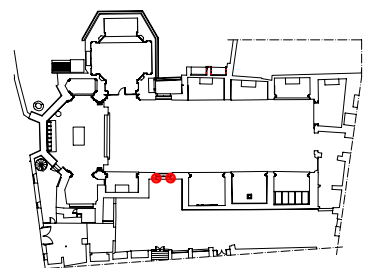
1/150

Estudio del trazado de las plantillas



DIÁMETRO = 1 PALMO
DIÁMETRO = 3/4 PALMO
DIÁMETRO = 1/2 PALMO
DIÁMETRO = 1/4 PALMO

PLANTILLA DE LAS JAMBAS Y ARCO DE LA PORTADA ROMÁNICA DEL PATIO NORTE Y SUR, SUS TRAZAS SE CARACTERIZAN POR CONTENER 7 CÍRCULOS DE DIÁMETRO IGUAL A $\frac{1}{2}$ PALMO



Nº PLANO:

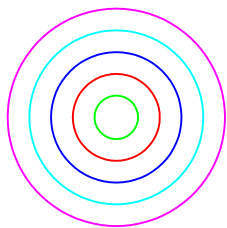
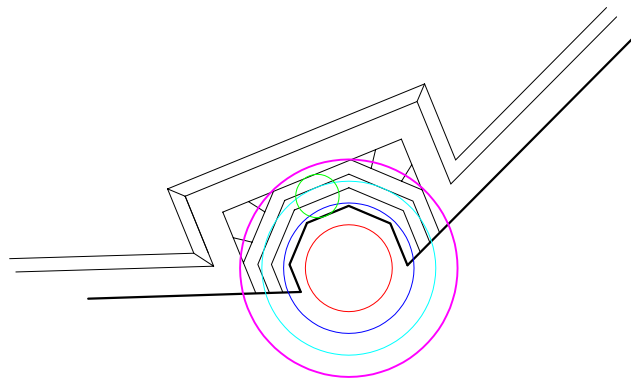
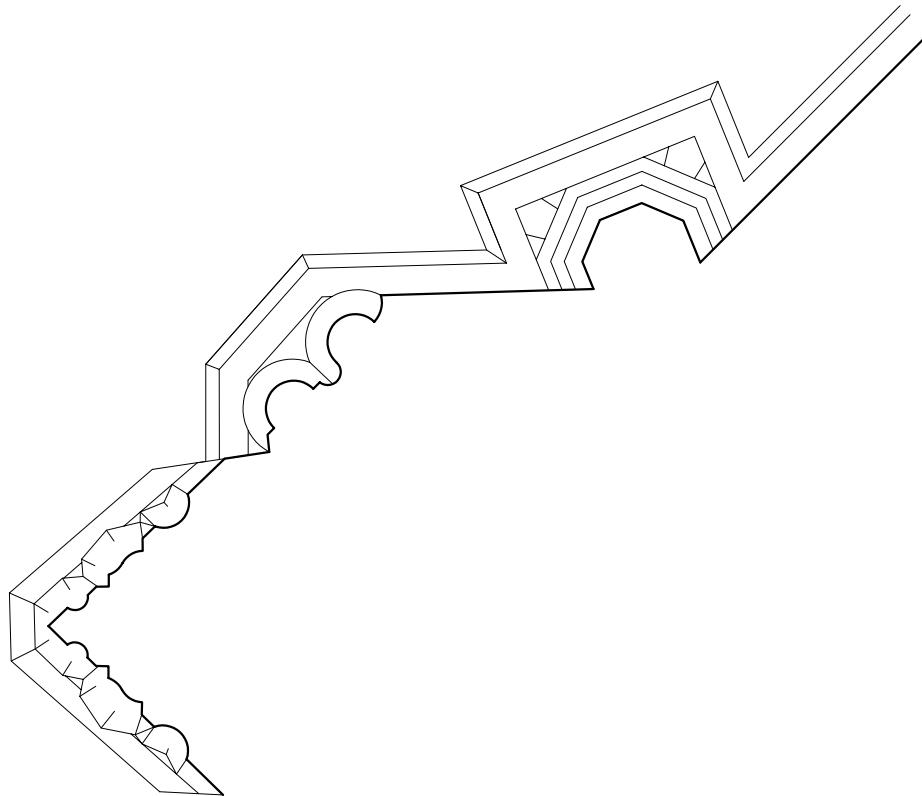
85

PLANO:

PLANTILLA DE LA PUERTA ROMÁNICA

ESCALA:

1/5



DIÁMETRO = 1 + 1/4 PALMO

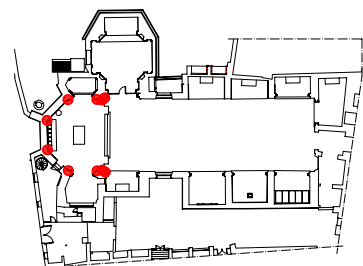
DIÁMETRO = 1 PALMO

DIÁMETRO = 3/4 PALMO

DIÁMETRO = 1/2 PALMO

DIÁMETRO = 1/4 PALMO

LOS FUSTES OCTOGONALES SE CARACTERIZAN POR ESTAR INSCRITOS EN UNA SECUENCIA DE CIRCUNSFERENCIAS CON UNA DIFERENCIA DE 1/4 DE PALMO



Nº PLANO:

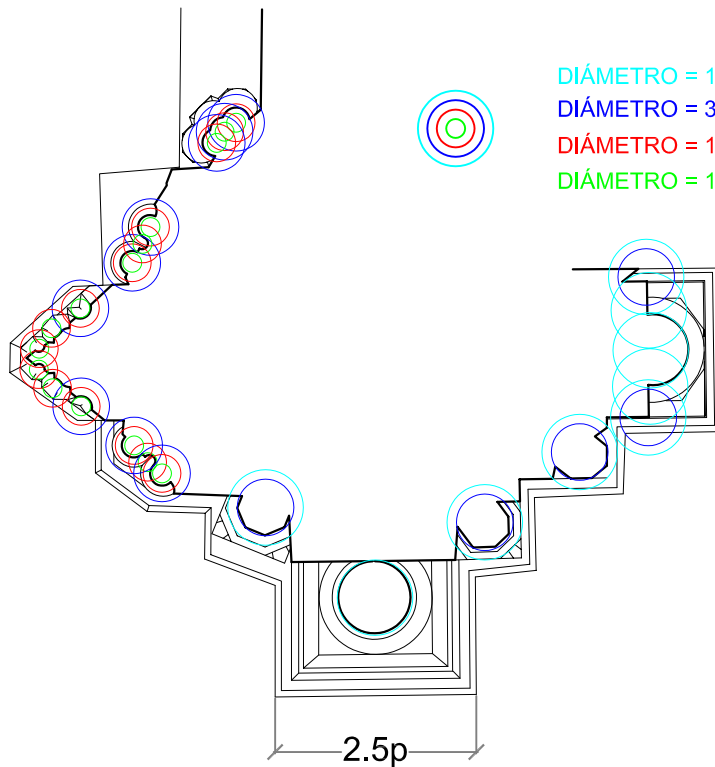
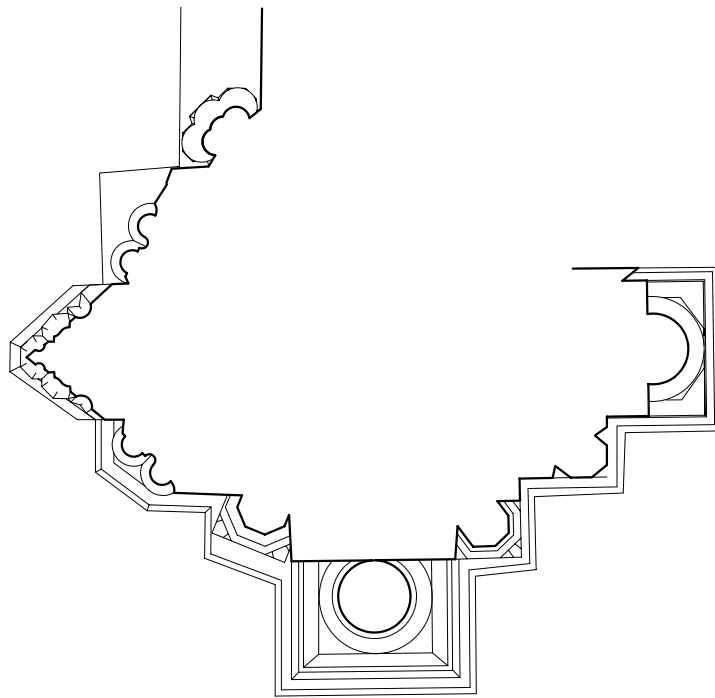
86

PLANO:

PLANTILLA DE LOS FUSTES DE
LAS COLUMNAS DEL ÁBSIDE

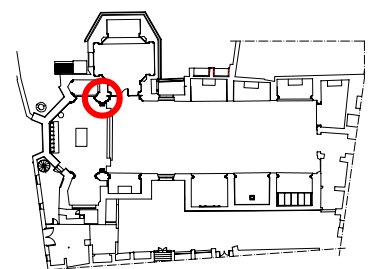
ESCALA:

1/10



DIÁMETRO = 1 PALMO
 DIÁMETRO = 3/4 PALMO
 DIÁMETRO = 1/2 PALMO
 DIÁMETRO = 1/4 PALMO

LAS PLANTILLAS SON: 1 SEMICIRCULAR Y 3 OCTOGONALES. EL PILAR QUE SOPORTA EL ARCO DEL TRIUNFO ES DE 1 PALMO DE DIÁMETRO, Y LAS DIFERENTES PLANTILLAS DEL ARCO DE ENTRADA A LA PRIMITIVA CAPILLA DE SANTA BARBARA, INCLUYENDO LOS FORMEROS Y DIAGONALES DE DICHA CAPILLA, EN DONDE SE HA EMPLEADO EL MÓDULO DE 1/2 PALMO Y 1 PALMO DE DIÁMETRO EL PILAR QUE SOPORTA EL ARCO DE ACCESO A LAS CAPILLAS DEL TRANSEPTO.



Nº PLANO:

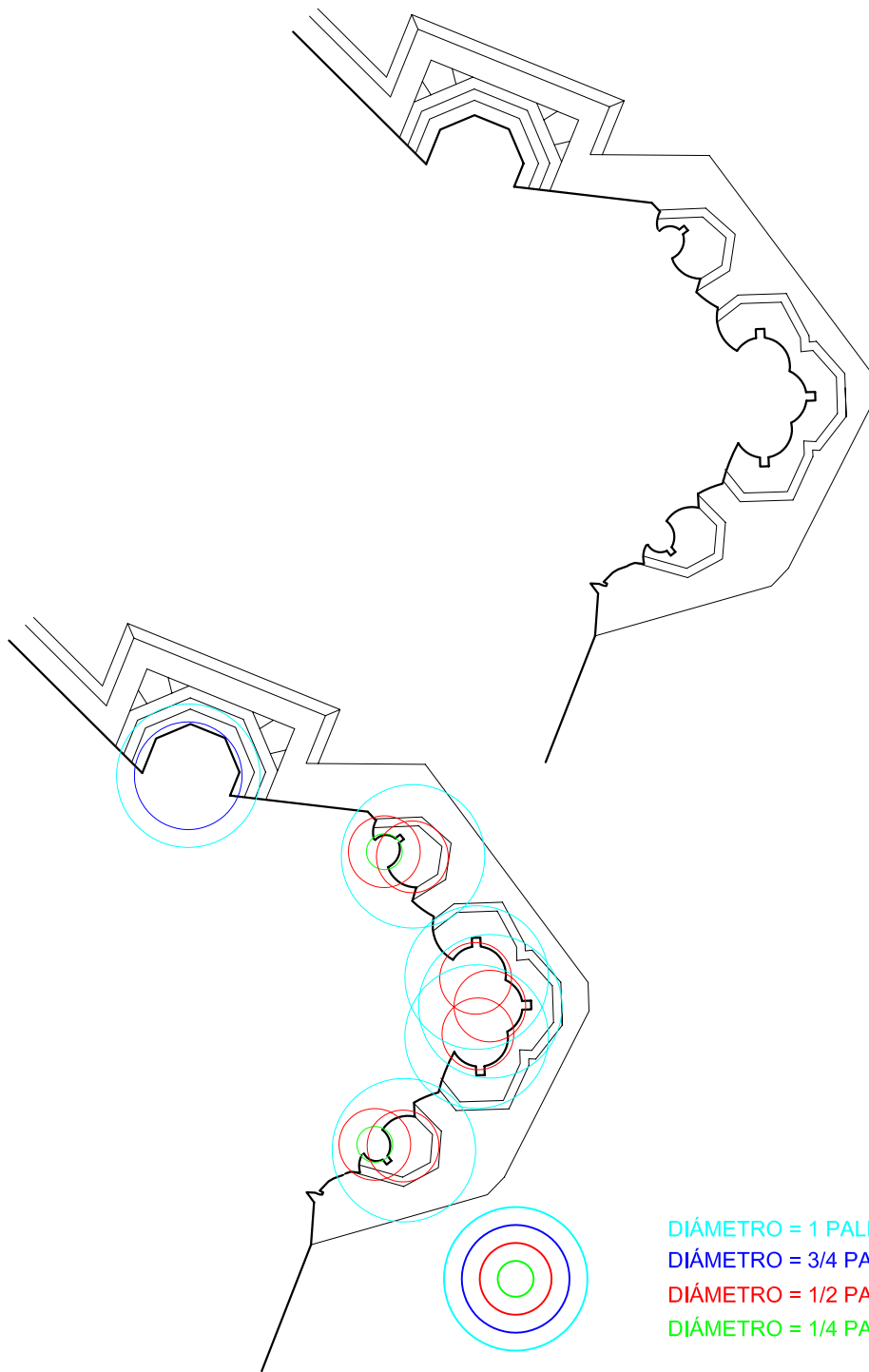
87

PLANO:

**PLANTILLA COMPUESTA: ARCO DEL TRIUNFO;
C. TRANSEPTO Y PRIMITIVA CAPILLA DE S. BARBARA**

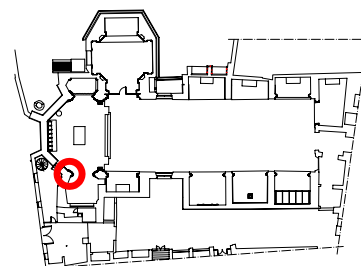
ESCALA:

1/10



DIÁMETRO = 1 PALMO
 DIÁMETRO = 3/4 PALMO
 DIÁMETRO = 1/2 PALMO
 DIÁMETRO = 1/4 PALMO

LAS PLANTILLAS SE DEFINEN A PARTIR DE LOS DIÁMETROS DE $\frac{1}{2}$ PALMO RELACIONADOS CON LA CIRCUNFERENCIA DE 1 PALMO.



Nº PLANO:

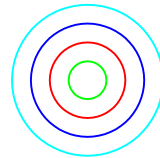
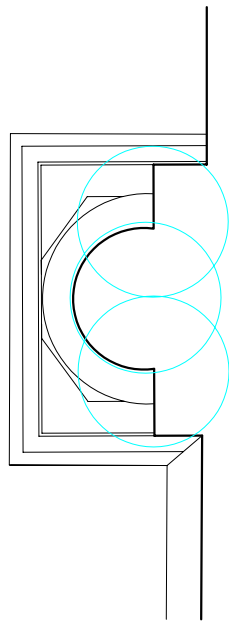
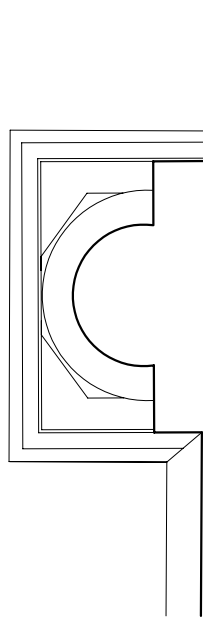
88

PLANO:

**PLANTILLA DE LA CAPILLA
 DE SAN FRANCISCO DE ASÍS**

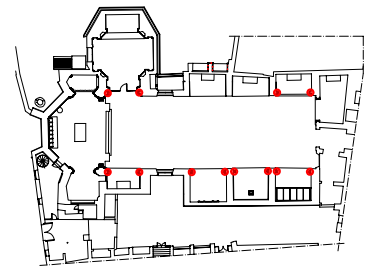
ESCALA:

1/5



DIÁMETRO = 1 PALMO
DIÁMETRO = 3/4 PALMO
DIÁMETRO = 1/2 PALMO
DIÁMETRO = 1/4 PALMO

12 PILASTRAS IGUALES ADOSADOS A LOS CONTRAFUERTES. SOBRE LOS QUE APOYAN LOS ARCOS DE ACCESO A LAS CAPILLAS LATERALES, SU DIÁMETRO ES IGUAL AL PALMO Y EL ANCHO TOTAL ES DE DOS PALMOS.



Nº PLANO:

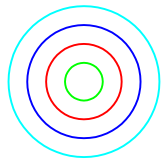
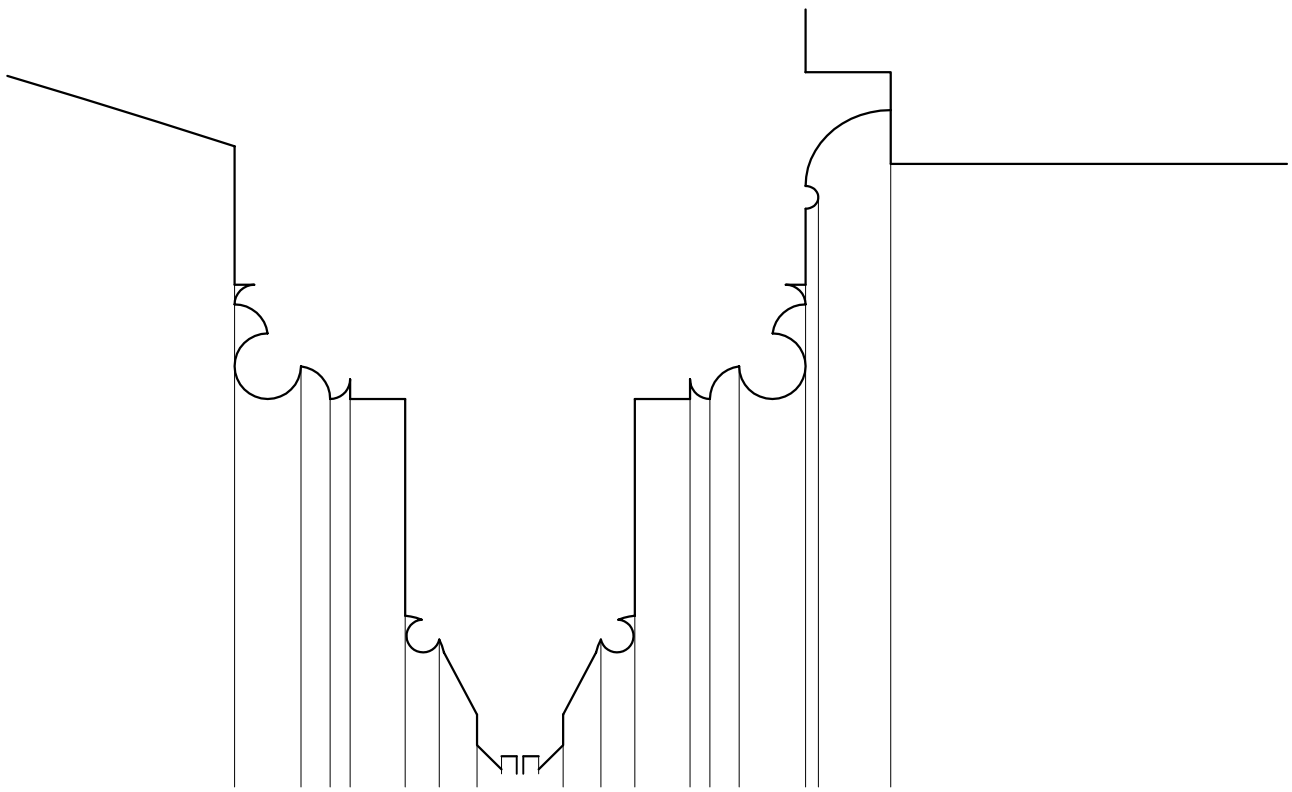
89

PLANO:

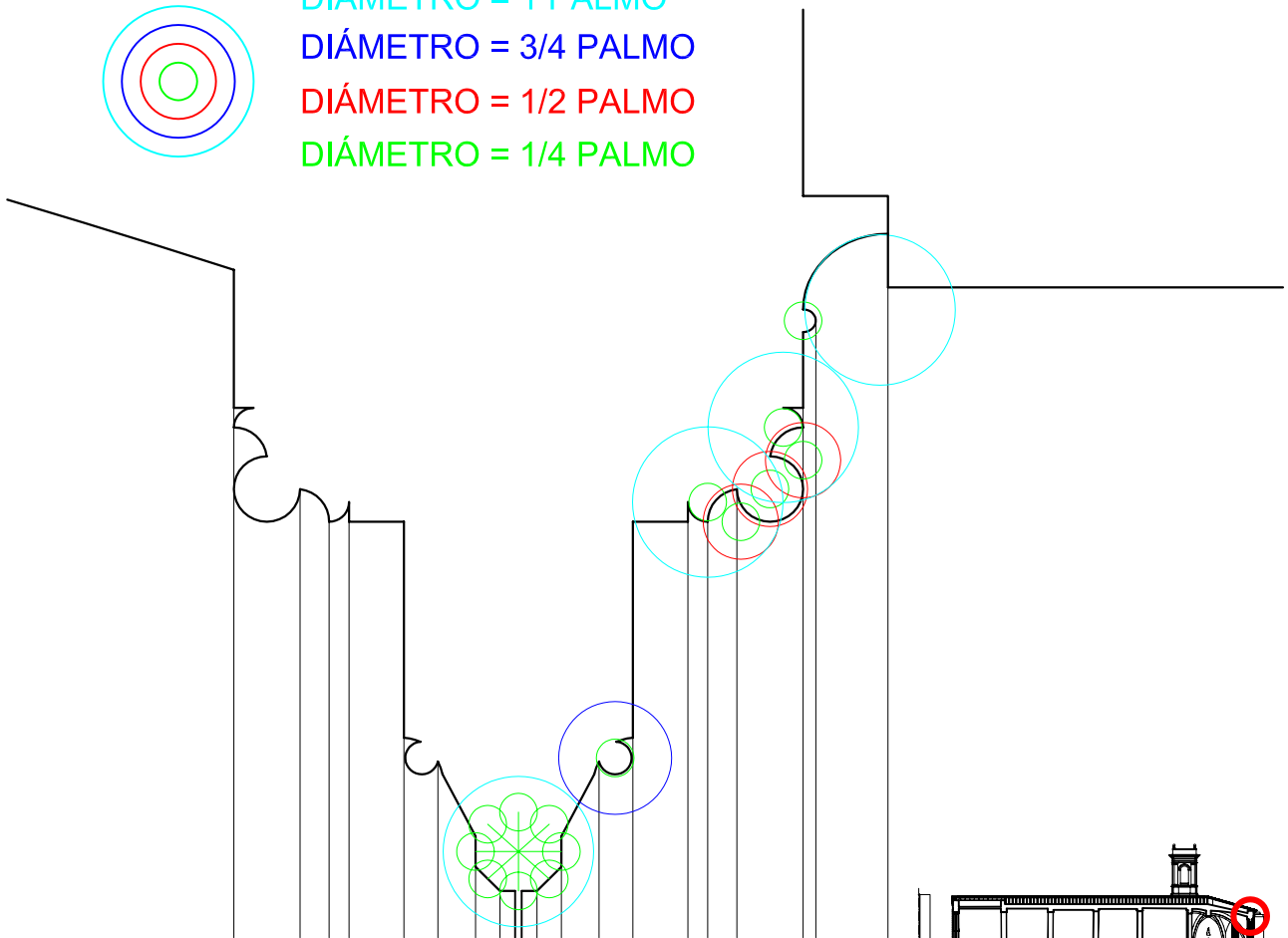
**PLANTILLA DE LAS PILASTRAS
DE LAS CAPILLAS LATERALES**

ESCALA:

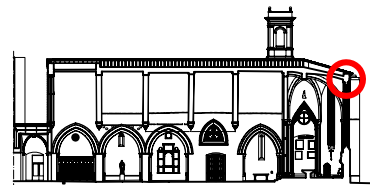
1/5



DIÁMETRO = 1 PALMO
DIÁMETRO = 3/4 PALMO
DIÁMETRO = 1/2 PALMO
DIÁMETRO = 1/4 PALMO



SE UTILIZA EL PALMO, EL $\frac{1}{2}$ PALMO Y SOBRE TODO EL $\frac{1}{4}$ PALMO. LAS MISMAS PLANTILLAS CONTINÚAN EN EL RESTO DE VENTANAS DEL ÁBSIDE.



Nº PLANO:

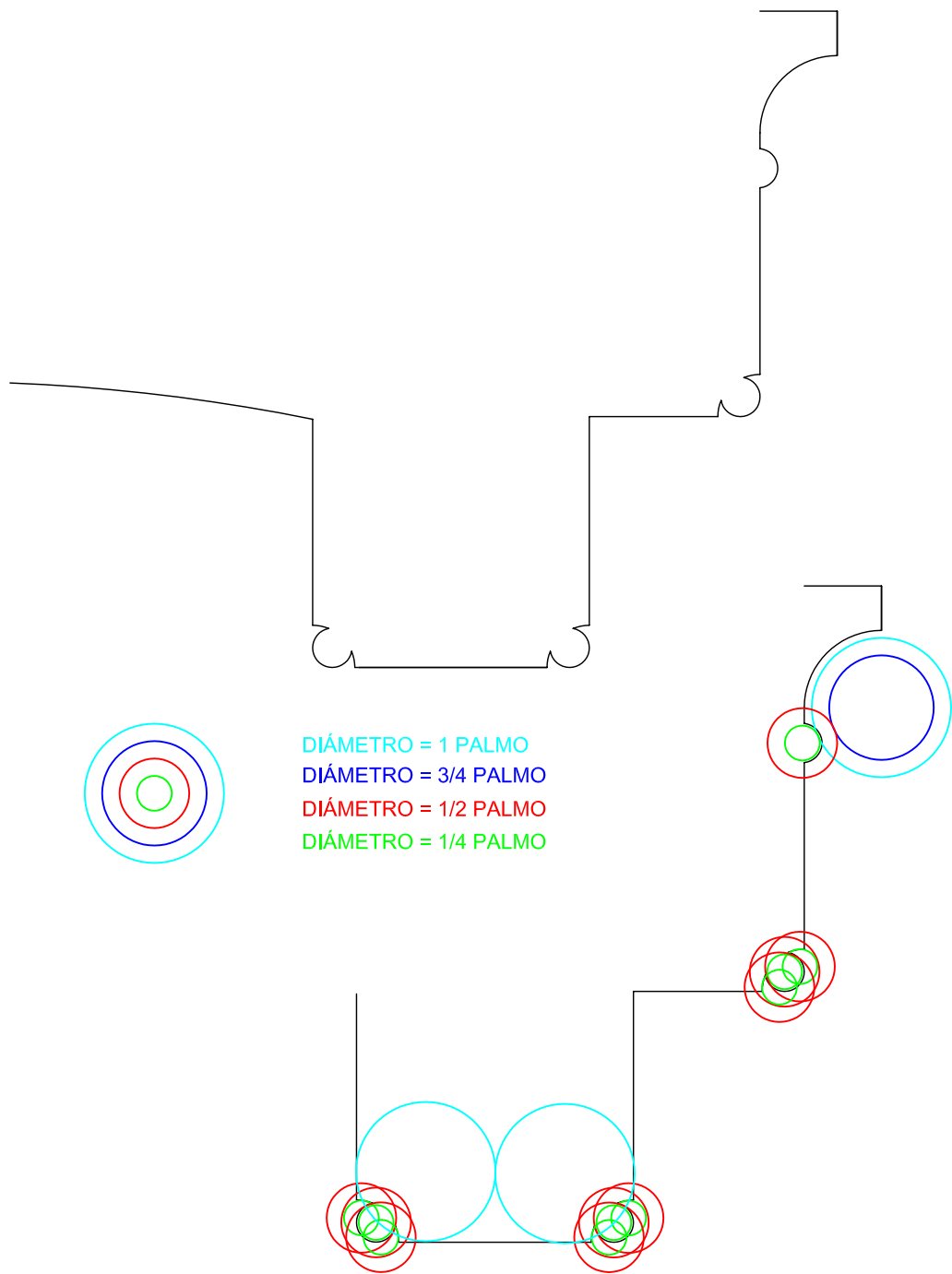
90

PLANO:

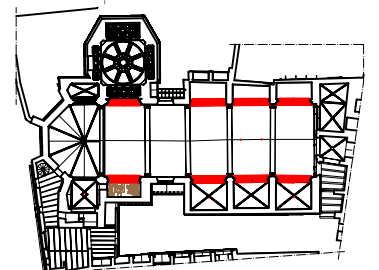
**PLANTILLA DEL VENTANAL
CENTRAL DEL ÁBSIDE**

ESCALA:

1/5



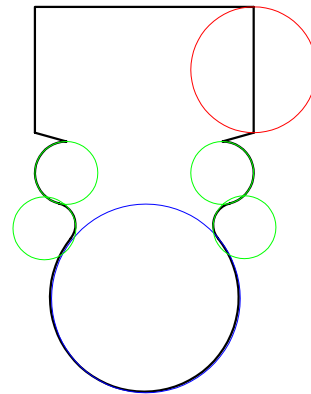
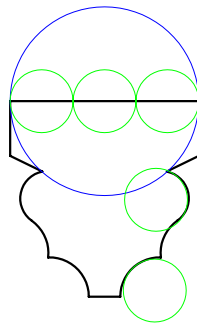
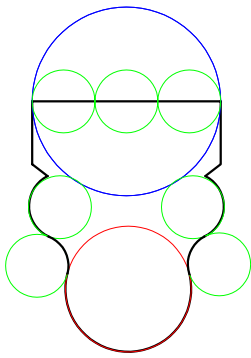
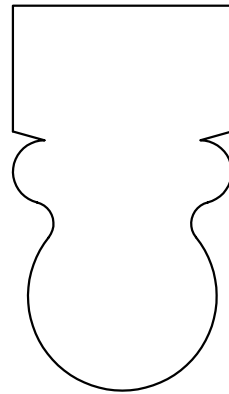
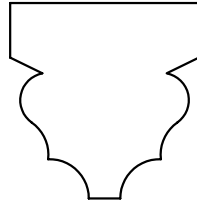
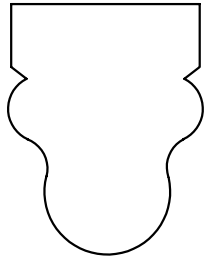
SE UTILIZA LOS 2 PALMOS Y EN EL RETRANQUEO UN PALMO, PARA RECIBIR EL MURO



Nº PLANO:
91

PLANO: **PLANTILLAS DE LOS ARCOS DE
ACCESO A LAS CAPILLAS LATERALES**

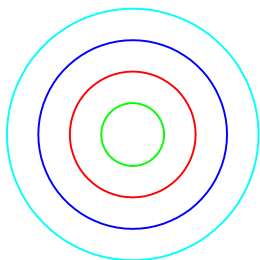
ESCALA:
1/5



CAPILLA DE LA
VIRGEN DE LOS
ESTUDIANTES

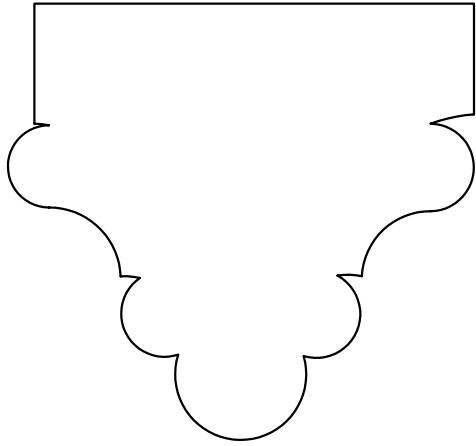
CAPILLA DE
SAN FERREOL

NERVIOS BOVEDA
GALLONADA
DEL ÁBSIDE

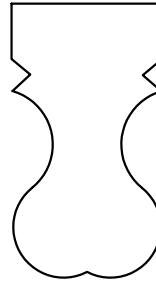


DIÁMETRO = 1 PALMO
DIÁMETRO = 3/4 PALMO
DIÁMETRO = 1/2 PALMO
DIÁMETRO = 1/4 PALMO

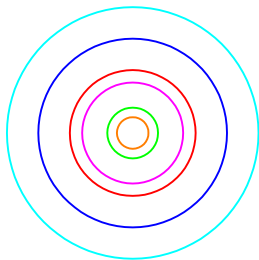
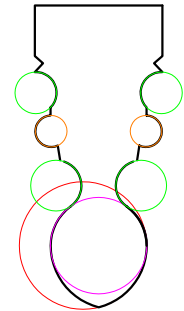
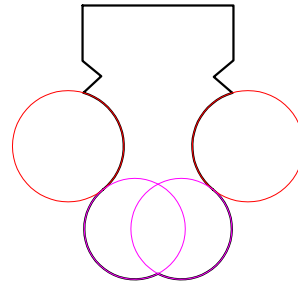
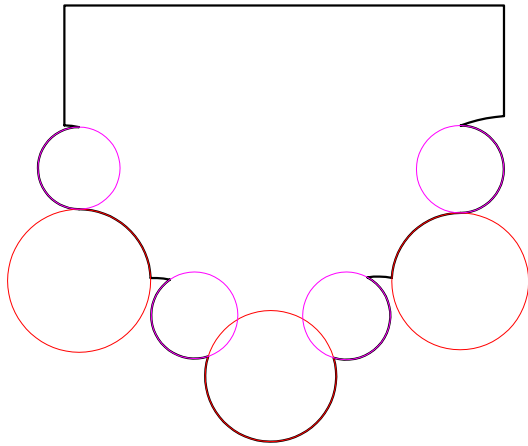
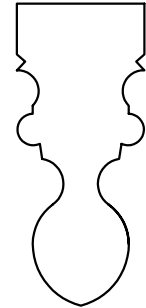
ARCO
FORMERO
P1-P2



NERVIO
BOVEDA DE
CRUCERIA

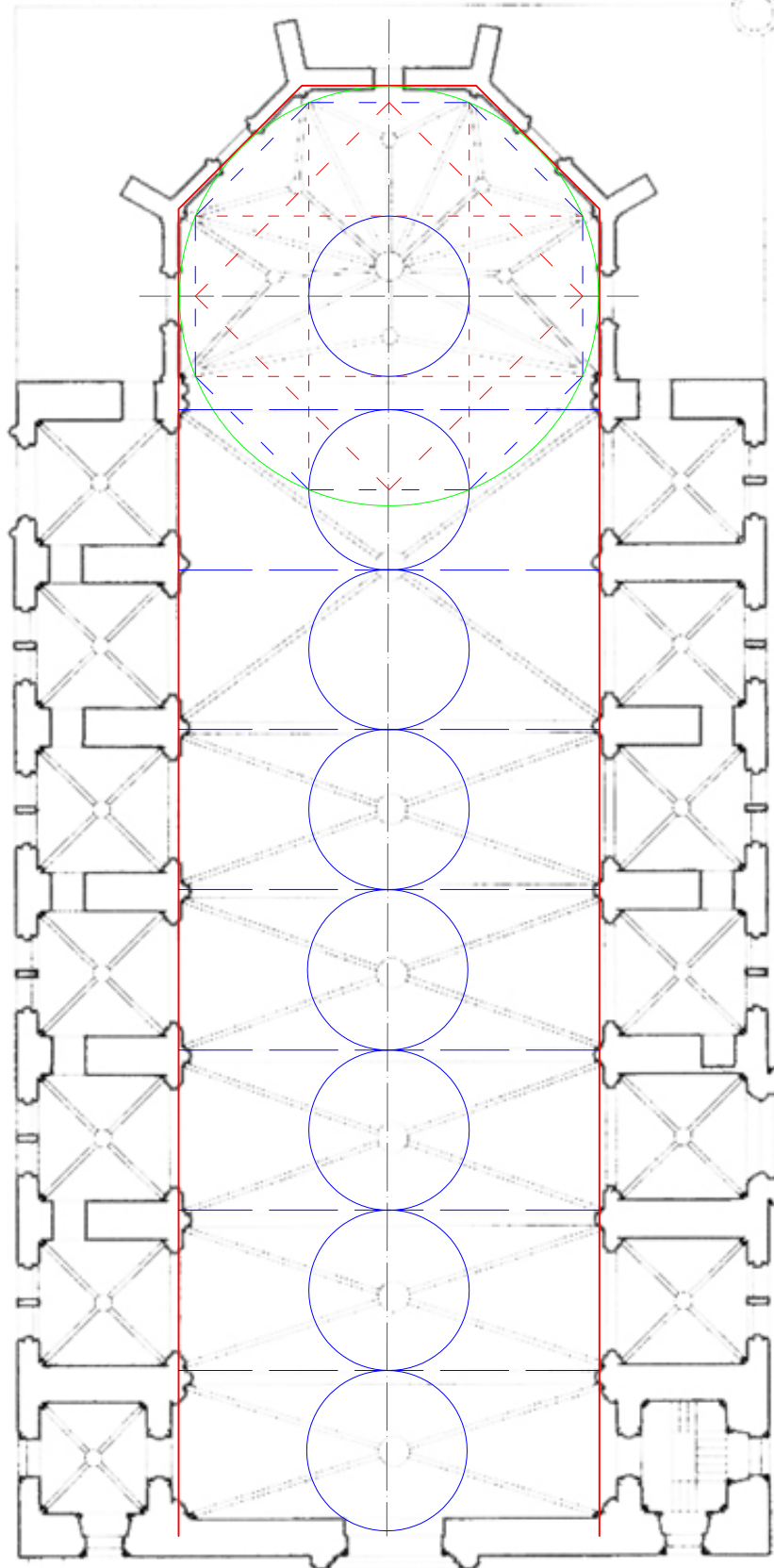


NERVIO
BOVEDA
GALLONADA
DEL ABSIDE

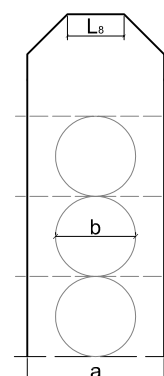


DIÁMETRO = 1 PALMO
DIÁMETRO = 3/4 PALMO
DIÁMETRO = 1/2 PALMO
DIÁMETRO = 2/5 PALMO
DIÁMETRO = 1/5 PALMO
DIÁMETRO = 2/15 PALMO

Conclusiones: aplicación del trazado del modelo desarrollado en la iglesia de San Juan del Hospital aplicado a otras iglesias del centro histórico de la ciudad de Valencia



Ancho interior de la nave (a): 59p
 Lado interior del octógono (L_8): 24.5p
 Diámetro de la circunferencia de la ley de crecimiento (b): 22.5p
 N° de tramos de la ley de crecimiento (tramos+cabecera): 7+1



N° PLANO:

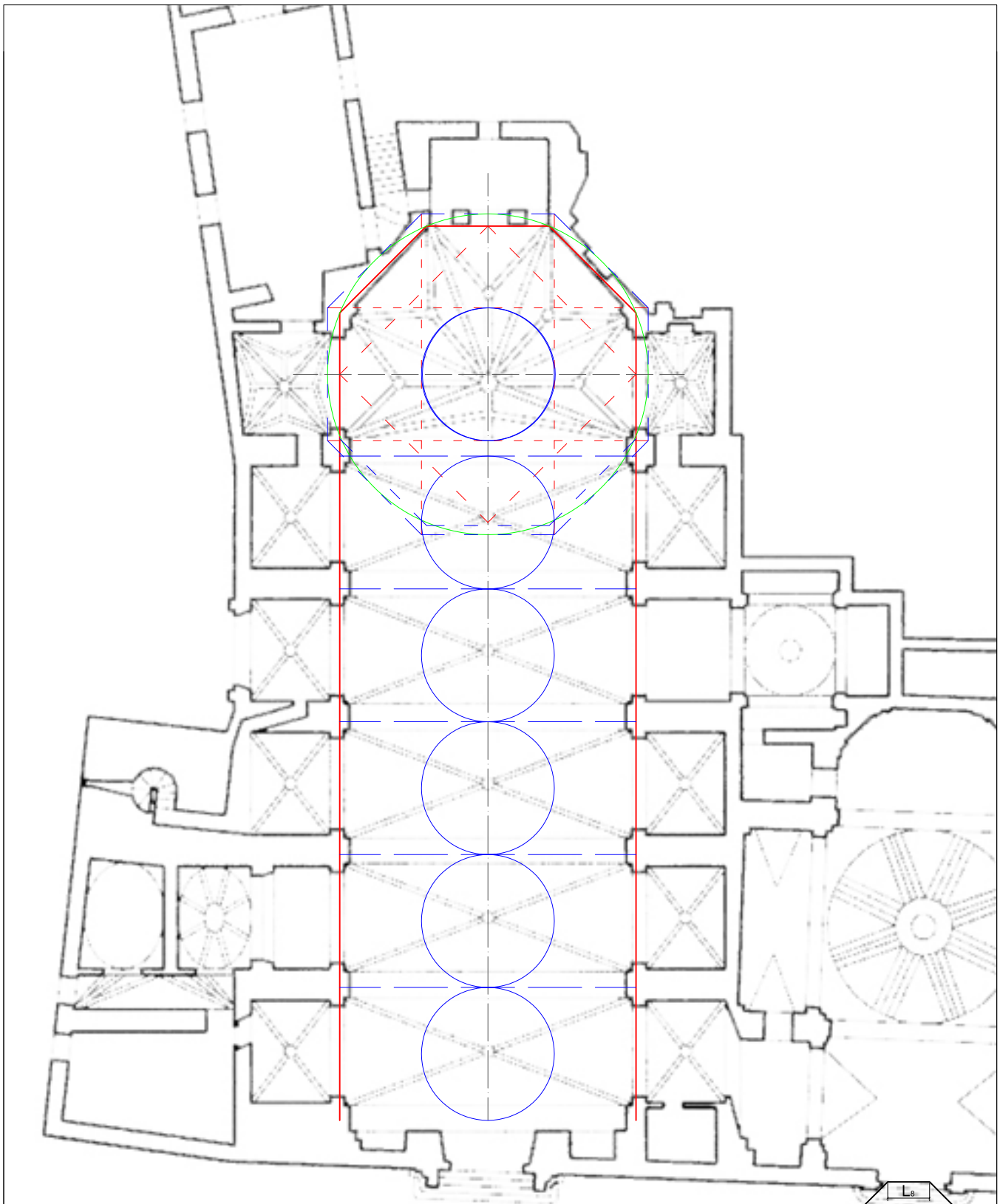
94

PLANO:

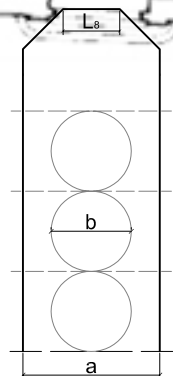
IGLESIA DEL ANTIGUO CONVENTO DE SAN AGUSTÍN

ESCALA:

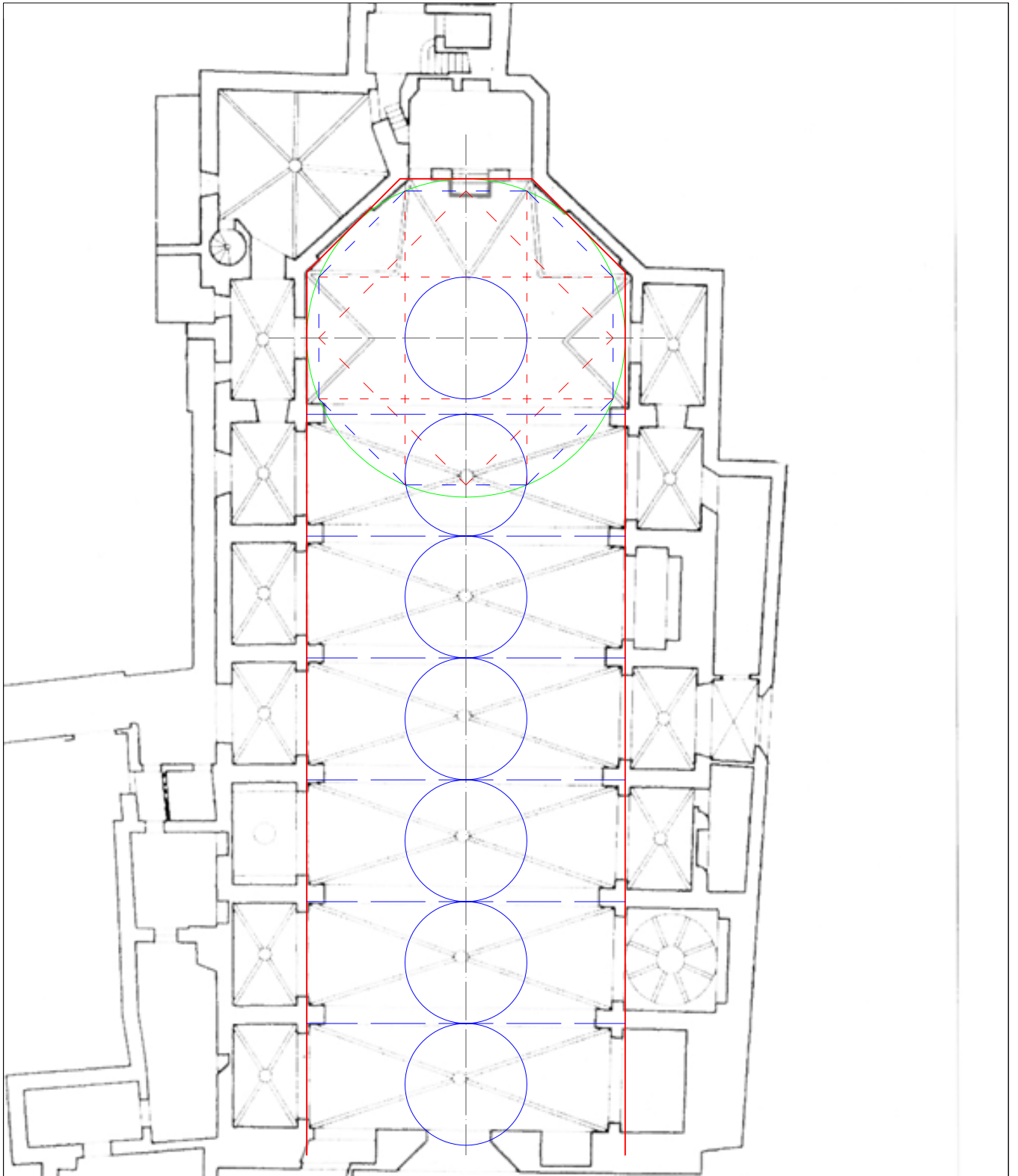
1/100



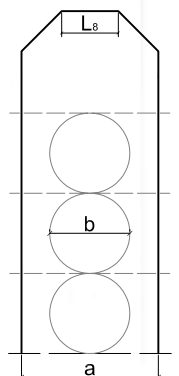
Ancho interior de la nave (a): 53p
 Lado interior del octógono (L_8): 22p
 Diámetro de la circunferencia de la ley de crecimiento (b): 23.8p
 Nº de tramos de la ley de crecimiento (tramos+cabecera): 5+1



Nº PLANO: 95	PLANO: IGLESIA DE SAN JUAN DE LA CRUZ (Antigua parroquia de San Andrés)	ESCALA: 1/100
------------------------	--	-------------------------



Ancho interior de la nave (a): 56.3p
 Lado interior del octógono (L_8): 23.3p
 Diámetro de la circunferencia de la ley de crecimiento (b): 21.5p
 Nº de tramos de la ley de crecimiento (tramos+cabecera): 6+1



Nº PLANO:

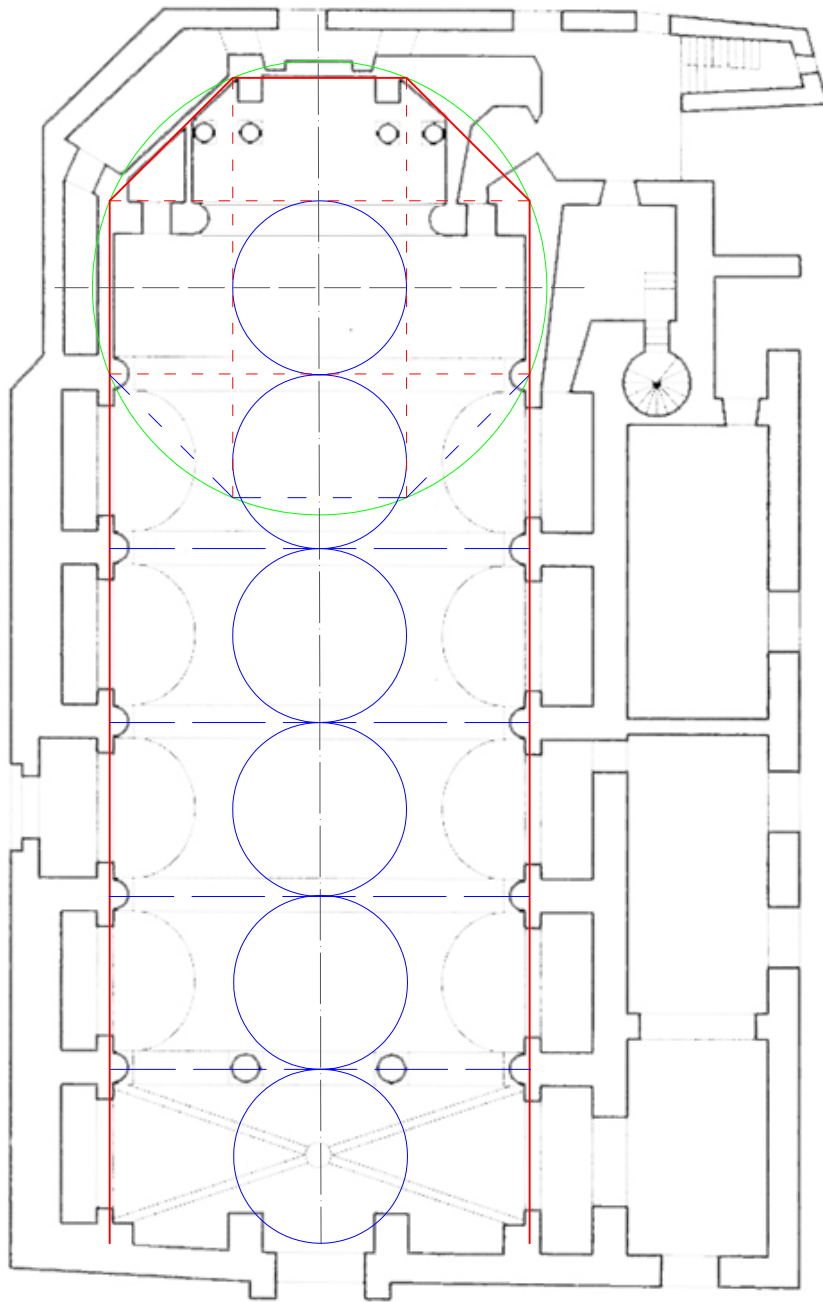
96

PLANO:

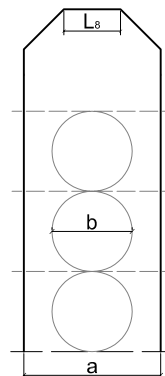
IGLESIA DE SAN NICOLÁS Y SAN PEDRO

ESCALA:

1/100



Ancho interior de la nave (a): 55.7p
 Lado interior del octógono (L_8): 23p
 Diámetro de la circunferencia de la ley de crecimiento (b): 23p
 Nº de tramos de la ley de crecimiento (tramos+cabecera): 5+1



Nº PLANO:

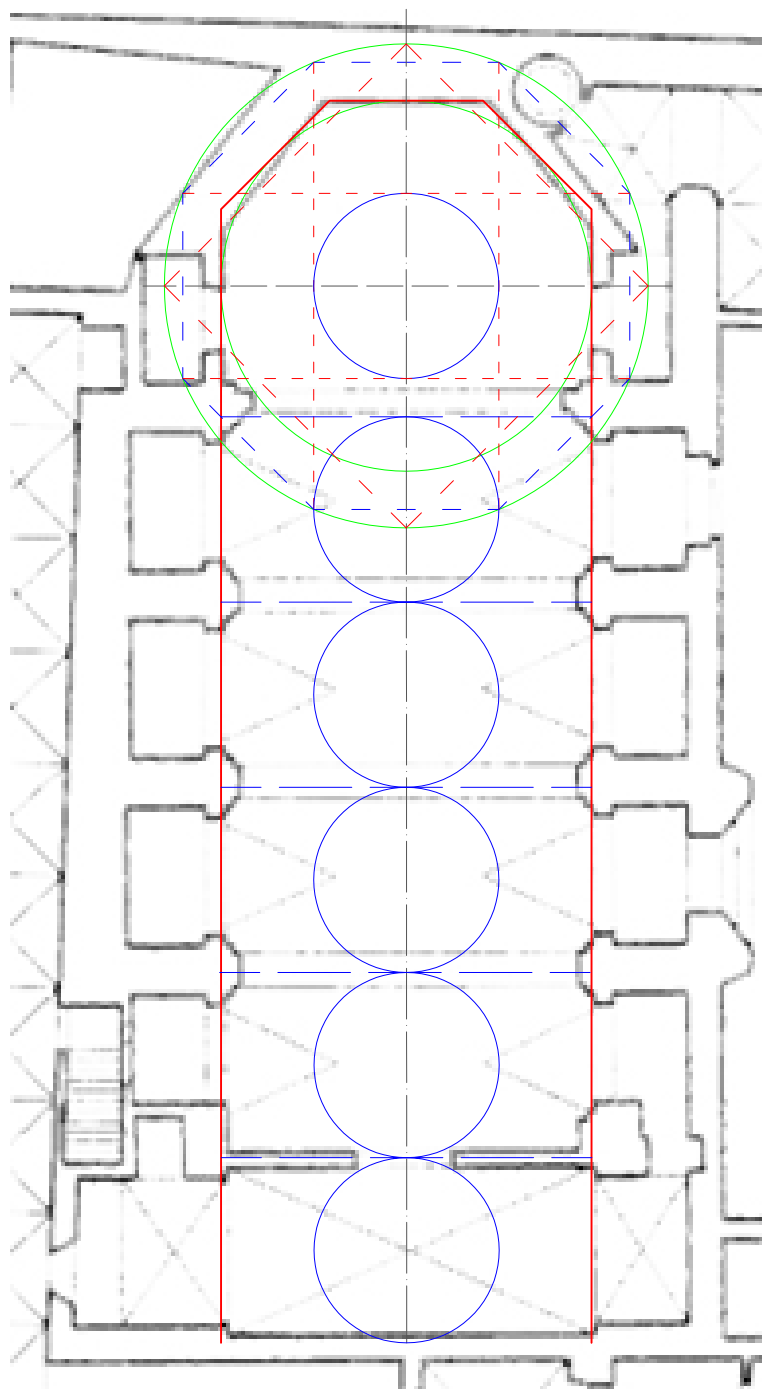
97

PLANO:

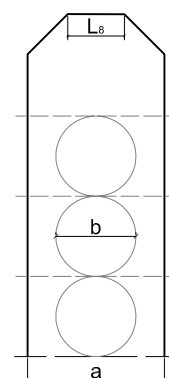
IGLESIA DEL SALVADOR

ESCALA:

1/100



Ancho interior de la nave (a): 49p
 Lado interior del octógono (L_8): 20.3p
 Diámetro de la circunferencia de la ley de crecimiento (b): 24.5p
 Nº de tramos de la ley de crecimiento (tramos+cabecera): 5+1



Nº PLANO:

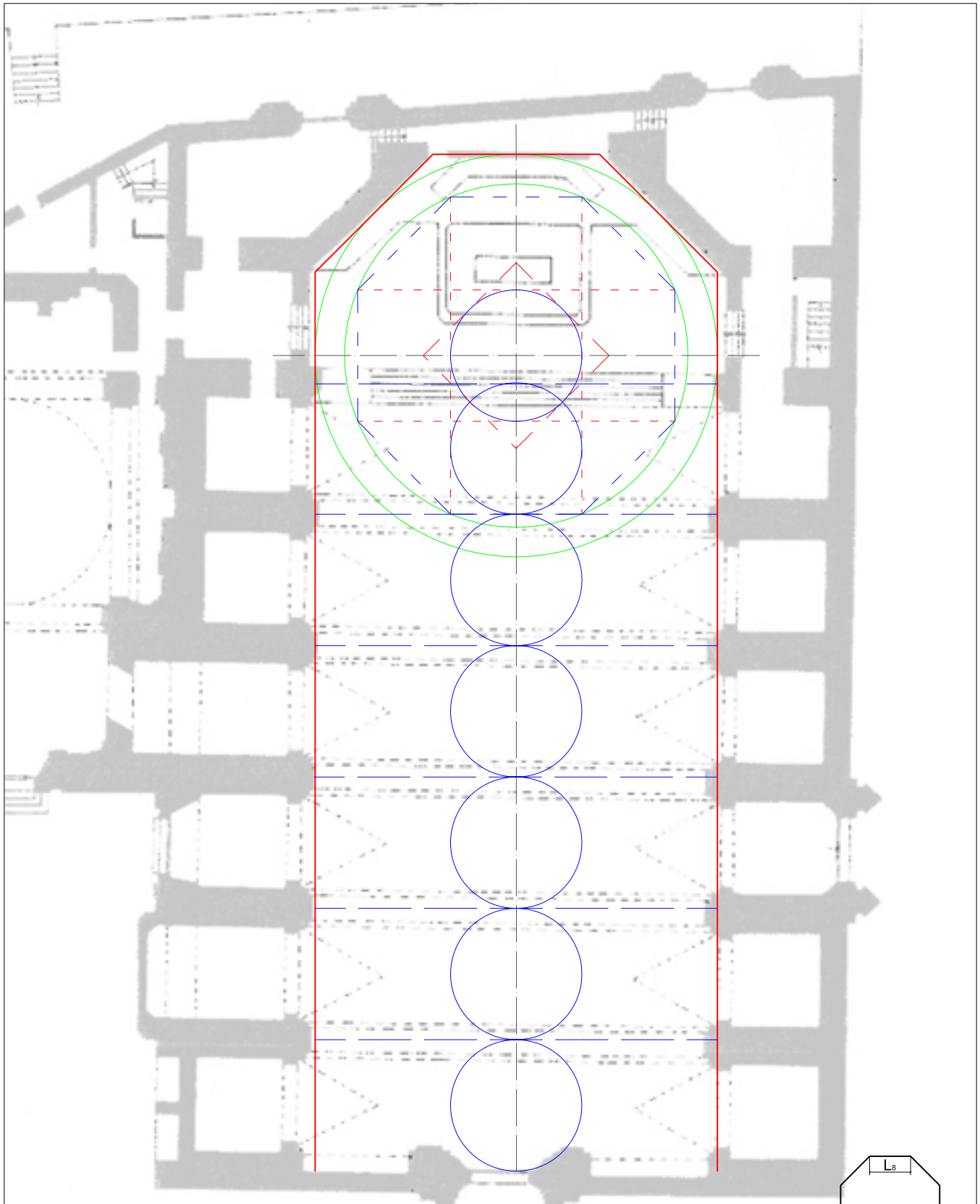
98

PLANO:

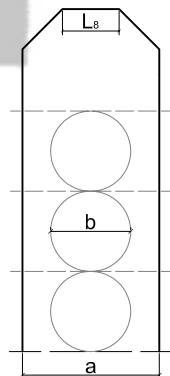
IGLESIA Y MONASTERIO DE SANTÍSIMA TRINIDAD

ESCALA:

1/100



Ancho interior de la nave (a): 73.5p
 Lado interior del octógono (L_8): 30.4p
 Diámetro de la circunferencia de la ley de crecimiento (b): 24p
 Nº de tramos de la ley de crecimiento (tramos+cabecera): 6+1



Nº PLANO:

99

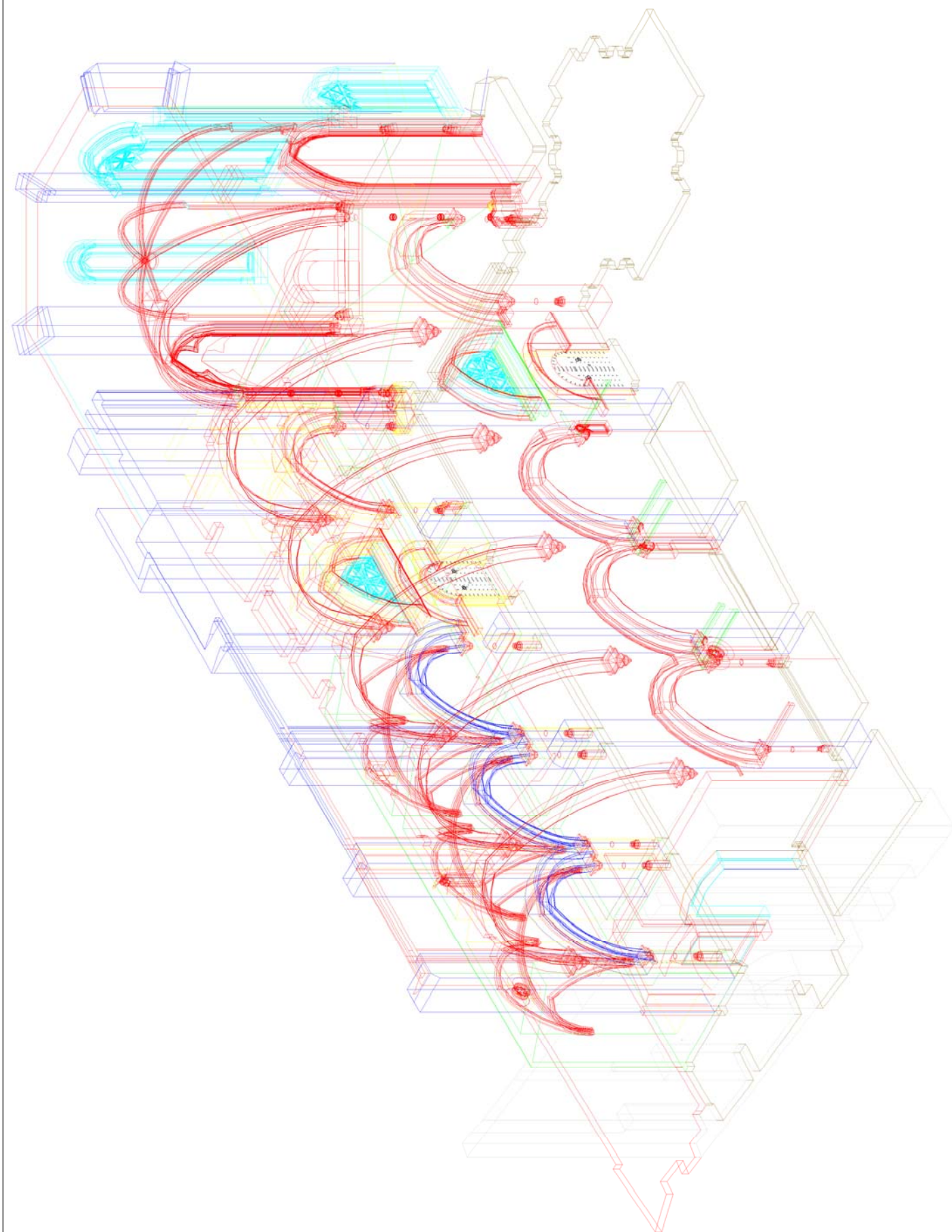
PLANO:

IGLESIA DE LOS SANTOS JUANES

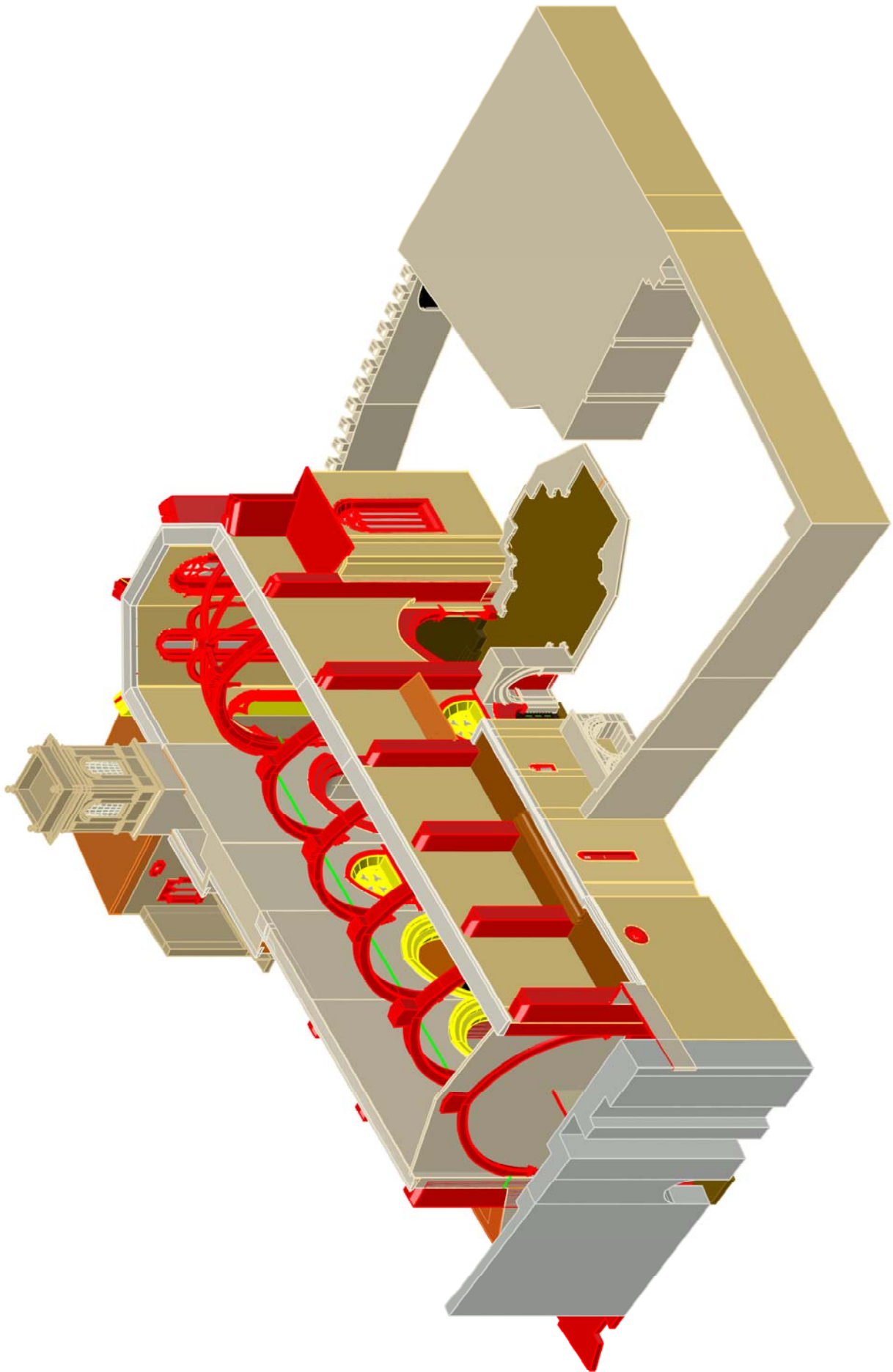
ESCALA:

1/100

Perspectivas



Nº PLANO: 100	PLANO: VISTA INALAMBRICA IGLESIA DE SAN JUAN DEL HOSPITAL	ESCALA: SE
-------------------------	---	----------------------



Nº PLANO:

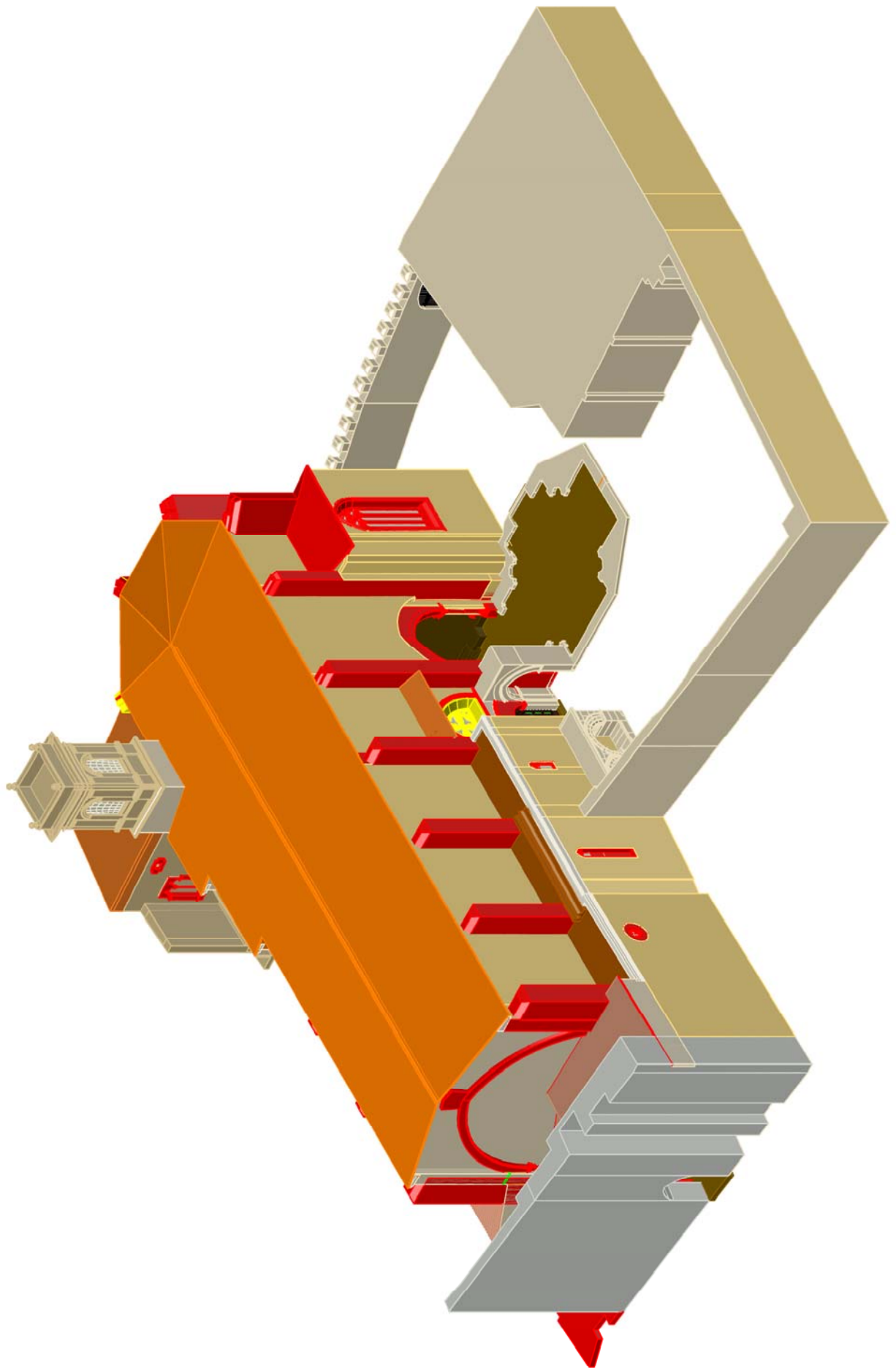
101

PLANO:

**VISTA INTERIOR
IGLESIA DE SAN JUAN DEL HOSPITAL**

ESCALA:

SE



Nº PLANO:

102

PLANO:

**VISTA CUBIERTA
IGLESIA DE SAN JUAN DEL HOSPITAL**

ESCALA:

SE

Perspectivas

VISTAS EXTERIORES IGLESIA SAN JUAN DEL HOSPITAL









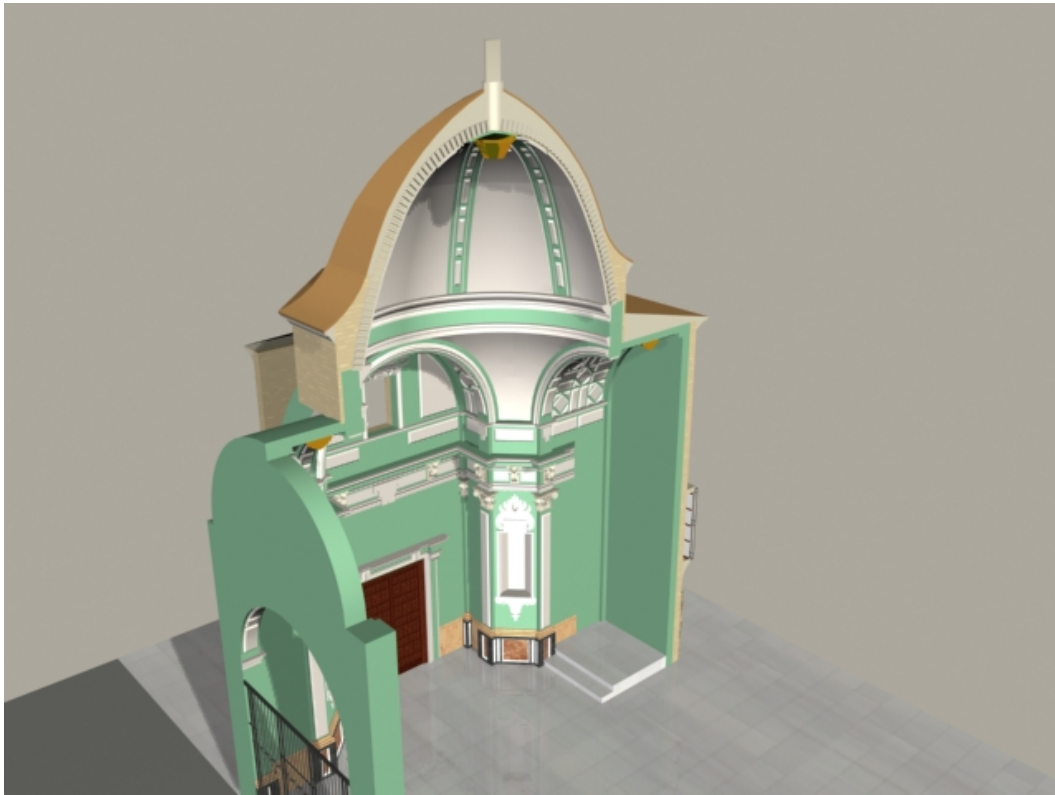


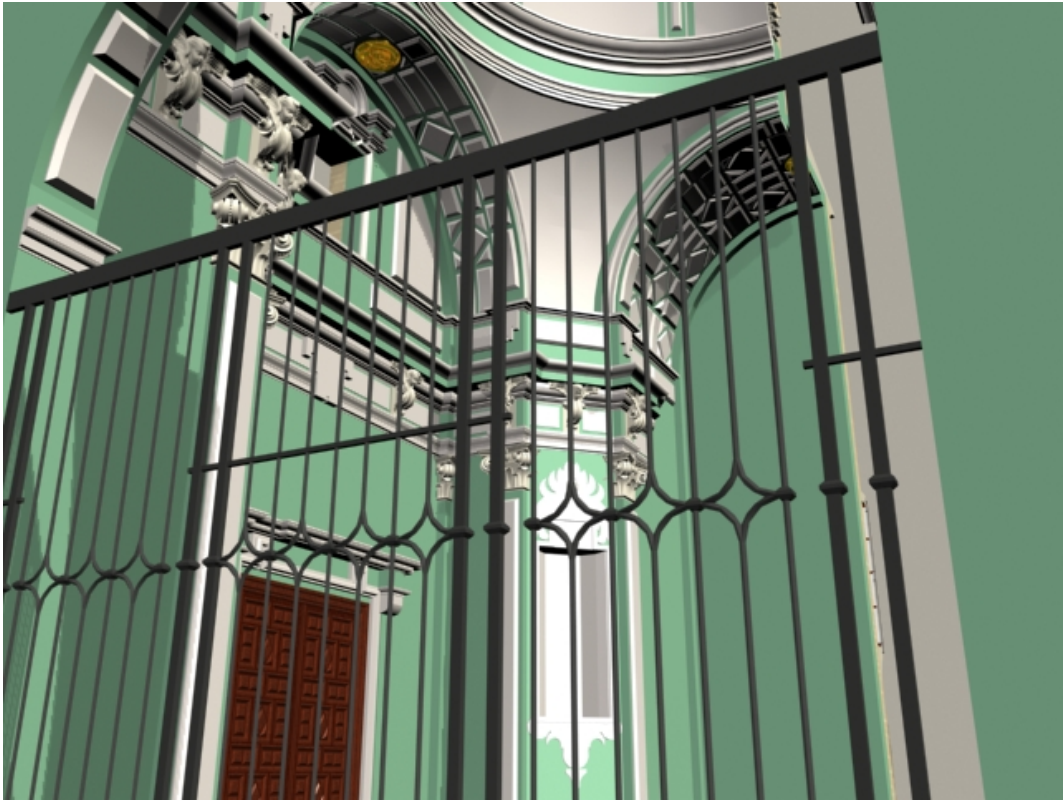
VISTAS INTERIORES IGLESIA SAN JUAN DEL HOSPITAL

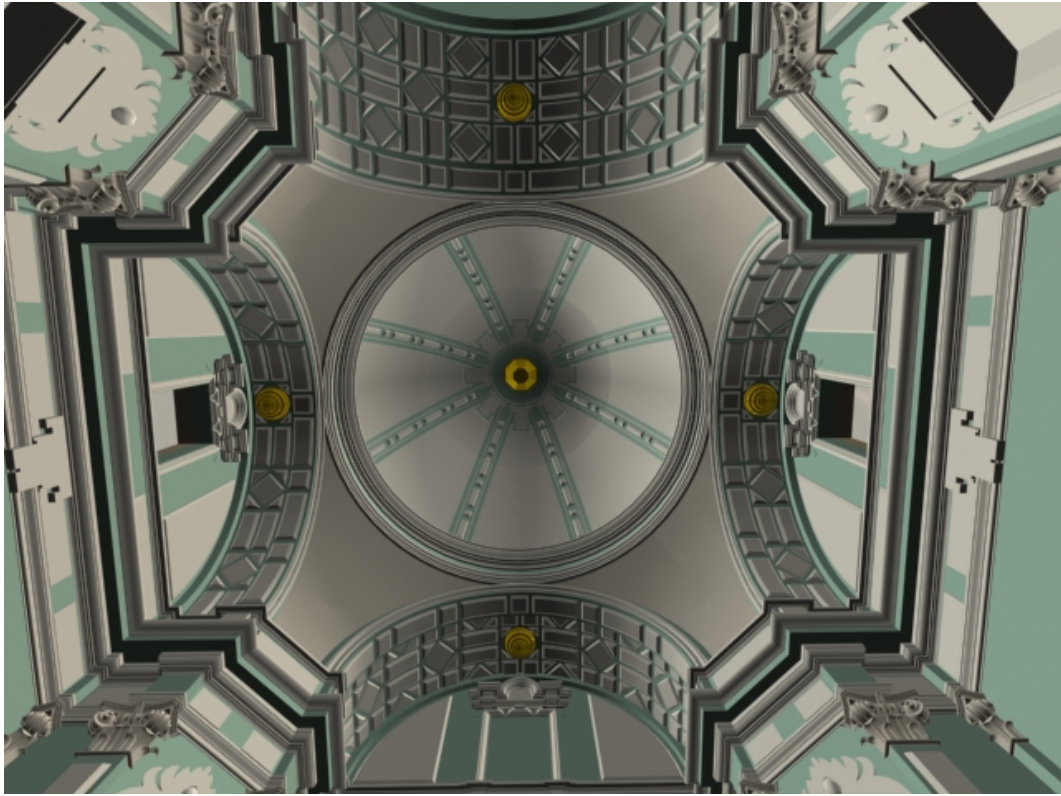




CAPILLA DE SANTA BARBARA







CAPILLA FUNERARIA ANTIGUO CEMENTERIO MEDIEVAL

