

# Saint-Michel de Cuxa. Composición arquitectónica de la iglesia del siglo X

MONTSERRAT VALLS MORA  
Universitat Politècnica de Catalunya. ETSAB  
*Doctorat en Patrimoni Arquitectònic, Civil,  
Urbanístic i Rehabilitació de construccions existents  
Departament de Representació Arquitectònica (Dept. RA)  
ETSAB / UPC- Barcelona.*

*Saint-Michel de Cuxa.  
Architectural Composition  
of the X Century Church*

RECIBIDO: 2-06-2017  
EVALUADO Y ACEPTADO: 26-12-2017

TERRITORIO, SOCIEDAD Y PODER, N° 12, 2017 [PP. 83-107]



RESUMEN: A pesar de la cantidad de estudios sobre la abadía de Saint-Michel de Cuxa, nunca se había planteado el origen de la concepción arquitectónica de la iglesia consagrada en el siglo X. En este artículo se utiliza la arquitectura como material arqueológico para analizar los elementos claves de la composición arquitectónica del edificio: la geometría, la modulación y la proporción. A través de la articulación de estas herramientas se pone en evidencia la planificación de la iglesia de siete altares promovida por el abad Garí. Se descubre

ABSTRACT: (Saint-Michel de Cuxa. Architectural structure of the church of century X). Despite of the great number of studies on the abbey "Saint-Michel de Cuxa" that was consecrated in the 10th century there is total lack of works on its architectural conception. In this paper the architecture is employed to analyse the key compositional elements and the architectural planning of the building, such as the geometry, the modulation and the proportion. The planning of this church with seven altars that was promoted by abbot Gari is evidenced

un edificio que responde a un trazado geométrico, a unos módulos dimensionales y, a unas proporciones consecuencia de un lenguaje simbólico concreto, reflejan y documentan, por tanto, unos saberes y el modo de aplicarlos.

PALABRAS CLAVE: Arquitectura eclesiástica, Composición arquitectónica, Modulación y proporción, Alta Edad Media, Conflent

throughout the relation of these elements, as we are going to see, since it reflects a specific geometrical patterns, proportions and modules with a concrete dimension. This study reveals particular symbolic language and knowledge and a certain way to apply them.

KEYWORDS: Ecclesiastical architecture. Architectural composition. Geometry, modulation and proportion. Early Middle Age.

## PRELIMINARES

El monumental conjunto de la abadía de Saint-Michel de Cuxa y la abundante documentación textual relacionada, ha sido objeto de estudio desde diversos ángulos y disciplinas, pero no desde la concepción de su primer gran edificio, la iglesia de siete altares construida por el abad Garí. En este artículo se analizan, bajo este enfoque, los planteamientos que dieron forma al edificio consagrado en el 974.

El estudio de la concepción y planificación de la iglesia construida *in onore beati archangeli Mikaelis*<sup>1</sup> en el último cuarto del siglo X, muestra los métodos técnicos y lenguajes simbólicos utilizados por las comunidades monásticas, y en concreto la benedictina, en la Europa occidental poco antes del año 1000<sup>2</sup>.

En Saint-Michel de Cuxa concurre una circunstancia relevante, y es que desde Puig i Cadafalch en 1937 (Barral, 1977)<sup>3</sup> y Ponsich (1952) después, la fase constructiva del momento fundacional de la iglesia del siglo X está claramente identificada. Esta situación, permite plantear el análisis de la concepción compo-

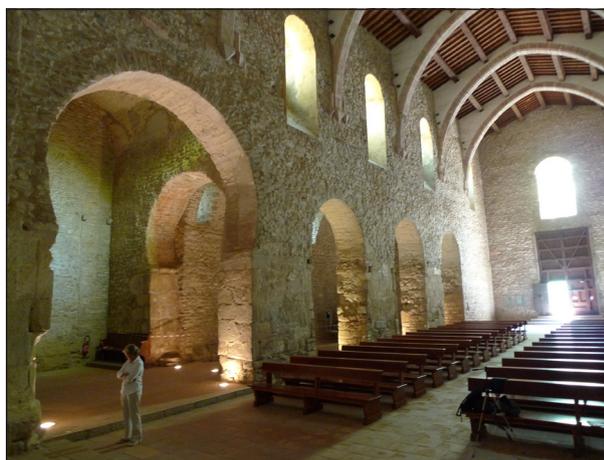


Fig. 1. Interior de la iglesia de Saint-Michel de Cuxa desde el ábside, con la cubierta del siglo XX (Foto G. Ripoll).

sitiva del edificio con garantías de resultados fiables (Ripoll, 2009; Ripoll *et al.*, 2012; Valls, 2014a y 2014b).

El método aplicado para éste análisis se basa en la transversalidad disciplinar, la mirada convergente de dos disciplinas, la arquitectura y la arqueología. En el contexto del proyecto CARE<sup>4</sup>, se está trabajando, entre otros elementos, en la concepción del edificio eclesiástico. Se trata de una línea de investigación en evo-

<sup>1</sup> Advocación de la iglesia mencionada en el acta de consagración del año 974, bajo el amparo del conde *Seniofredus* y firmado entre otros por *Suniarius episcopus Elenensis* y *Miro episcopus Gerundensis*.

<sup>2</sup> El enfoque metodológico propuesto analiza un lenguaje arquitectónico común, para entender los códigos utilizados (Iglesia, 2014). Saint-Michel de Cuxa es un posible paradigma.

<sup>3</sup> El trabajo realizado por Puig i Cadafalch en 1937 lo publica Barral en 1977.

<sup>4</sup> *Corpus Architecturae Religiosae Europaeae* (Ripoll, 2012), y de mi propia tesis doctoral en curso (*Dispositio et constructio de la arquitectura eclesiástica anterior al año mil. Análisis polifacético de las iglesias empordanesas*, UPC).

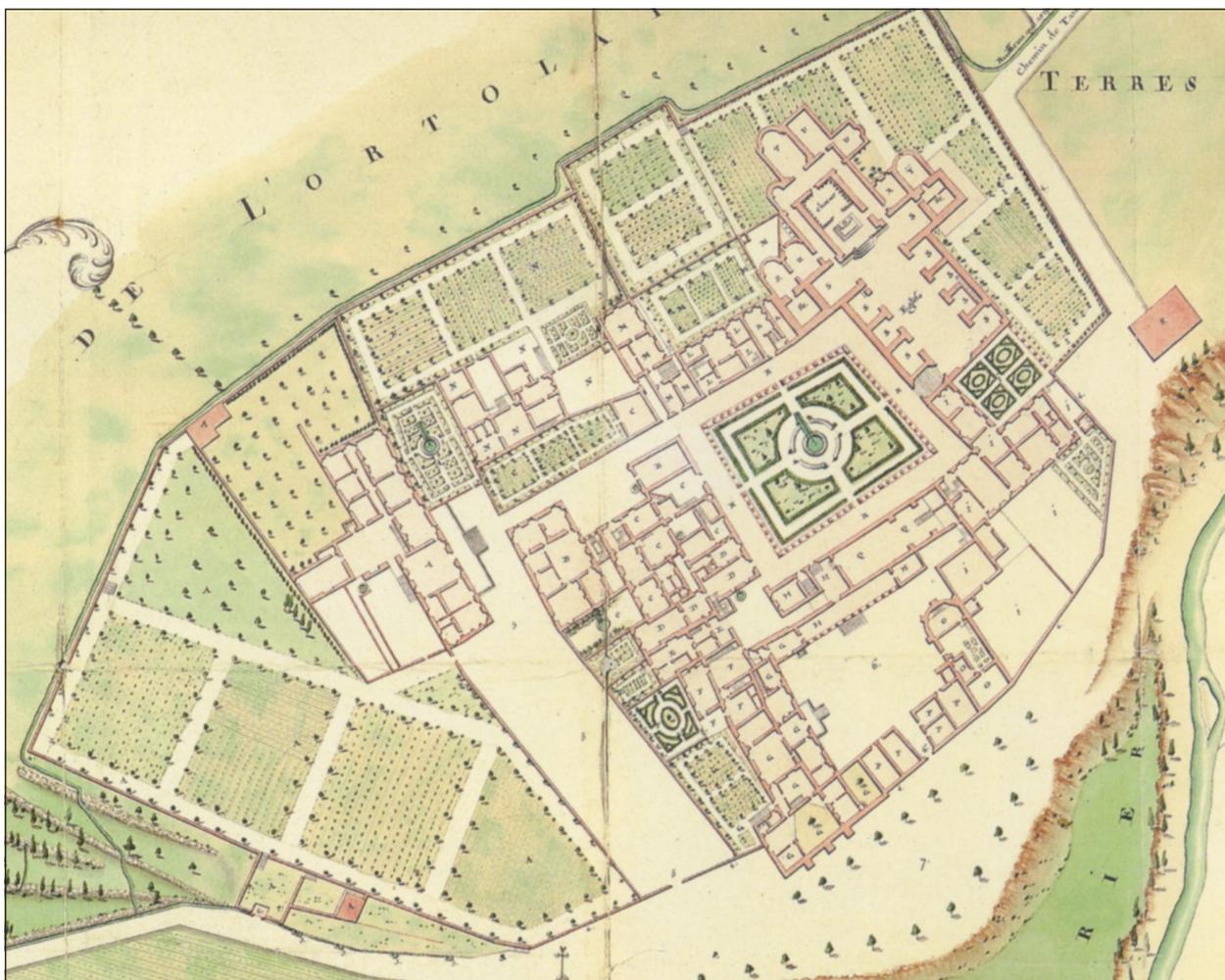


Fig. 2. Planta de la iglesia de Saint-Michel de Cuxa, dentro de la planimetría realizada por el ingeniero y geógrafo real Castellnau en 1779 (Catalunya Romànica VII, 1997, 370 y 373).

lución, resultado de aplicar esta convergencia disciplinar, pero que recoge también las diferentes tradiciones de los análisis realizados para el estudio y la restauración del patrimonio arquitectónico de época clásica y medieval<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Desde el Renacimiento se han publicado tratados sobre modelos y modulación de la arquitectura clásica como el de Alberti en el siglo XV y el de Vignola en el siglo XVI. Pero es en el siglo XIX cuando se trata de descifrar los códigos para aplicar a la restauración del patrimonio arquitectónico, con el ejemplo paradigmático del discutido Viollet-le-Duc. A inicios del siglo XX, aparecen obras como la de Puig i Cadafalch *et al.* (*L'arquitectura romànica a Catalunya*, II. *Del segle IX al XI*), pero los análisis del último cuarto de siglo XX se enmarcan en temas más acotados y específicos como el de J.A. Ruiz de la Rosa que en 1987 publica *Traza y simetría de la arquitectura. En la antigüedad y medioevo*.

Unos análisis que buscan descifrar los códigos utilizados en la arquitectura, aunque después los criterios de las restauraciones puedan seguir corrientes muy diferentes.

El lenguaje que utiliza la arquitectura cristiana tiene sus raíces en las enseñanzas clásicas comprendidas en los estudios conocidos como *quadrivium* (Valls, 2014a, 173 y ss; y 2014b, 20-21). El análisis realizado parte, y a su vez se sirve, de tres de ellas, la geometría, la aritmética y la música, además del sistema modular romano, y de las leyes vitruvianas de *eurythmia* y *symmetria*. Sin embargo, la aplicación de estos conocimientos en la práctica de los oficios se encuentra en el ámbito de las

artes mecánicas como conjunto de fórmulas o recetas, ya que la incorporación del cálculo matemático como herramienta del arquitecto es mucho más reciente (Ruíz de la Rosa, 1987, 18). En consecuencia, el análisis compositivo de la iglesia del siglo X de Saint-Michel de Cuxa, lo planteo bajo estas dos premisas: la teoría conocida y, la tradición y pragmatismo de los oficios.

EPÍSTOLA DE GARSIAS, DISCUSIÓN  
HISTORIOGRÁFICA E IDENTIFICACIÓN DE LA  
PLANTA ORIGINAL DEL EDIFICIO DEL SIGLO X

Sabemos que el origen de la comunidad monástica de Saint-Michel de Cuxa se produce en la hoy desaparecida abadía de Saint-André d'Eixalada. La etapa inicial en Cuxa, se organiza alrededor de la iglesia de Saint-Germain, hasta la primera iglesia-oratorio de Saint-Michel en el 941 (Ponsich, 1952, 23). El año 974 se consagra la gran iglesia de Saint-Michel, siendo ésta la primera etapa de una serie de ampliaciones, remodelaciones y abandonos que sufrirá la abadía desde su fundación hasta las restauraciones llevadas a cabo en el siglo XX (fig. 1). Para esta primera fase contamos, además de las dos actas de consagración<sup>6</sup>, con una fuente documental excepcional: la epístola del monje Garsias de Cuxa dirigida al abad Oliba, escrita entre los años 1040 y 1046 (Marca, 1668; Mundó, 1970; Trías i Teixidor, 1977)<sup>7</sup>, mientras se ejecutan las obras de reforma emprendidas por este abad. Se trata de un documento extraordinario en muchos aspectos, pero aquí interesa centrarse en la parte descriptiva de los edificios sagrados y su ornamentación. En la epístola no solamente se realiza una minuciosa descripción formal de temas constructivos, sino que explicita también los módulos dimensionales utilizados<sup>8</sup>, tal como se verá más adelante.

<sup>6</sup> 953: acta de consagración de la segunda iglesia dedicada a Saint-Germain ante la presencia de Seniofred, conde de la Cerdaña; 974: acta de consagración de la iglesia de Saint-Michel con 7 altares y 7 obispos con el abad Garí (Abadal, 1954, 179 y 203).

<sup>7</sup> La epístola se escribe después de la construcción del *ciborium* en el 1040, o en todo caso antes de la muerte de Oliba en el 1046 (Ponsich, 1952).

<sup>8</sup> Esta epístola, tiene cinco partes, y aquí me refiero a la segunda, donde describe la historia del monasterio desde sus orígenes hasta la época de Garí.

Los primeros estudios de Cuxa los inicia Brutails (1901 y 1906) y Puig i Cadafalch (1907), y apoyados en la existencia de abundante documentación textual levantan nuevas planimetrías<sup>9</sup> (figs. 2, 3, 4 y 5). Posteriormente el debate, muy de acuerdo con la época, se centró en las influencias estilísticas orientalizantes de la arquitectura: “mozárabes”, “bizantinas”, o romanas (Brutails, 1914; Gómez Moreno, 1919; Hernández, 1932; Gaillard, 1933; Puig i Cadafalch, 1943). En los años 1970 se comienzan a editar los *Cahiers de Saint-Michel de Cuxa* (Ponsich, 1970 y 1971; Mundó, 1970).

A partir de aquí se multiplican los estudios sin aportaciones significativas que hagan referencia a la fase del siglo X de la iglesia, hasta que en 1977 Barral publica la documentación que generó Puig i Cadafalch durante su última estancia en Cuxa, entre julio de 1936 y enero de 1937 (Barral, 1977) (fig. 5).

El conjunto de la abadía, a principios del siglo XX, se encontraba en un estado deplorable. El campanario se había derrumbado en 1829 y del mermado claustro solo quedaban 12 columnas en 1908. La comunidad religiosa había desaparecido tras la Revolución francesa y los espacios construidos, ahora en manos privadas, se habían destinado a uso agrario. En 1919 Fernando Truilles<sup>10</sup> compra el monasterio y reinstala, primero, una comunidad cisterciense procedente de Fontfroide, reemplazada después, en 1965, por benedictinos de Montserrat. Las primeras campañas de restauración se inician en 1920. En 1936 fueron dirigidas precisamente por J. Puig i Cadafalch<sup>11</sup>. En 1952 se reconstruye la iglesia de la Trinidad

Garsias en esta parte maneja documentos de archivo y por eso mezcla algunas fechas (Mundó, 1970, 63-65).

<sup>9</sup> Solo hasta el año 1000, Abadal (1954) recoge 119 documentos que hacen referencia a Eixalada y Cuxa. Existe también una planta de la abadía levantada en 1779 por el ingeniero y geógrafo real Castelnau, que se conserva en los *Archives Nationales* de París (fig. 2). Brutails publica la planta antes de la restauración en el artículo titulado “Saint-Michel de Cuxa” en la *Guide du Congrès de Carcassonne* en 1906, *Congrès Archéologique de France, LXXIII<sup>e</sup> session, tenu a Carcassonne et Perpignan en 1906*, Paris-Caen, 1907 (fig. 3). Puig i Cadafalch la reproduce en el II volumen de *L'arquitectura romànica a Catalunya segles IX-XI* junto a la de E. Rogent donde ya aparece el plano de la cripta (Puig i Cadafalch *et al.*, 1907, 99 y 175) (fig. 4).

<sup>10</sup> En 1919 los Holtzer, propietarios de la abadía, venden Cuxa a la hermana de Ferdinand Trullès, notario en Ille. Su objetivo era restaurar y retornar Cuxa a la vida monástica.

<sup>11</sup> La dirección de la obra de restauración por parte de los *Monuments historiques* estaba dirigida por los arquitectos Nodet y Joffre, totalmente de

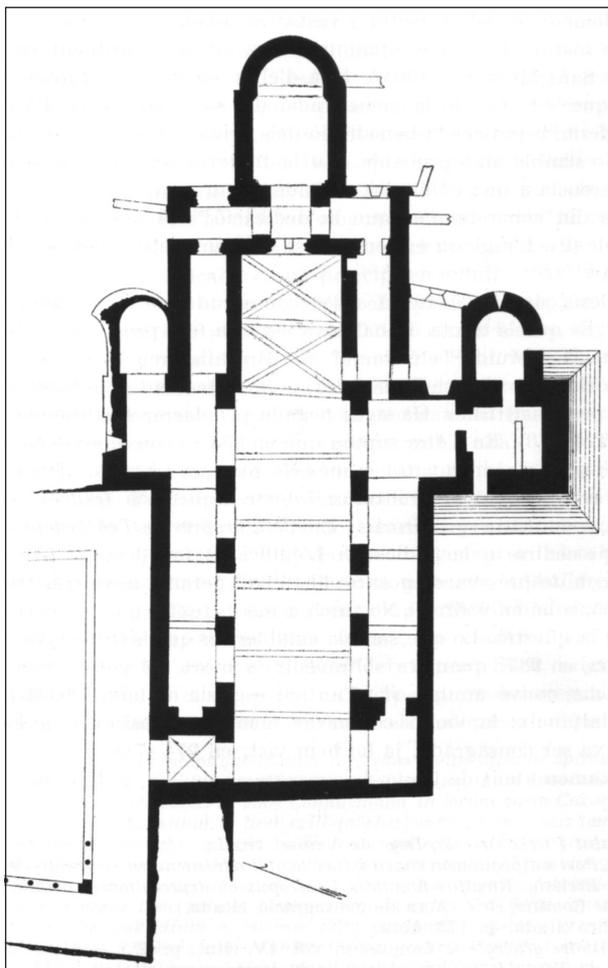


Fig. 3. Planta de la iglesia de Saint-Michel de Cuxa realizada por Brutails en 1906 (Puig i Cadafalch *et al.* 1919, II, 99).

y en 1955 el claustro. En la primera mitad del siglo XX se había reconstruido el claustro de Cuxa en Nueva York con numerosas piezas procedentes del escultor americano Gerge Grey Bernard, convirtiéndose en uno de los espacios principales del Cloisters Museum. Cuando en 1954, Pau Casals inaugura el festival de música, la iglesia todavía no tiene cubierta y seguirá así hasta 1957.

Puig i Cadafalch es fundamental para el estudio de Saint-Michel de Cuxa. Menciona y transcribe varios párrafos de la epístola de Garsias en el segundo vo-

acuerdo con el trabajo de J. Puig i Cadafalch.

lumen de *L'arquitectura romànica a Catalunya* (Puig i Cadafalch *et al.*, 1907, 98-104) y haciendo referencia a la descripción del monje en cuanto a las técnicas, materiales y medidas dice: “Tot això's comprova clarament [...] l'amplada es de 40 pams catalans de dextre, equivalent a 9,40 m [...] La mida d'amplada es precisa; la llargada és diferenta de l'actual que es de 43 m”. Puig justifica las equivalencias de los *quadraginta palmi* de latitud descritos por Garsias, con el “pam de dextre”<sup>12</sup>, y a partir de aquí concluye que la anchura de la iglesia, según el monje, se corresponde con la anchura de la nave central de 9,40 m. No obstante, en su análisis, Puig no encuentra la equivalencia de los *triginta tres cubiti* con los 66 palmos o 15,57 m que estima como longitud de la nave. Este desajuste, Puig cree que es debido a que la nave fue prolongada con posterioridad, concluyendo que es difícil interpretar estas medidas (Puig i Cadafalch *et al.*, 1907, 103 y 174).

Pero como ya se ha mencionado, por lo que se refiere a la arquitectura, es esencial la estancia de Puig i Cadafalch en Cuxa entre julio de 1936 y enero de 1937, periodo en el que dirige las obras de restauración del monasterio y aprovecha para analizar *in situ* todas sus estructuras, realizando incluso varias catas y excavaciones parciales<sup>13</sup>. Los resultados de estos análisis los transcribió en un documento depositado en los *Archives de la Direction de l'Architecture* en París que fue dado a conocer por X. Barral en 1977. Se trata de una parte gráfica de gran interés compuesta de dieciocho dibujos (secciones, plantas, alzados y detalles, estudios de cobertura) y sesenta y seis fotografías, además de una parte escrita con descripciones y conclusiones de su estudio. En este trabajo Puig vuelve a contrastar las medidas que encontró y las descritas por el monje Garsias. Ratifica que los 40 *palmi* continúan siendo los 40 “*empans (le dextans romain)*” (Barral, 1977, 217). No obstante, en contra de su anterior trabajo, ahora

<sup>12</sup> Para Puig el “pam dextre” es la duodécima parte de la *cana dextre* y equivale a 0,235m. Puig i Cadafalch se preocupa por resaltar la diferencia con el palmo usual catalán de 1907, de 19/20 cm, pero no menciona la equivalencia con el *dodrans* romano de 22,1 cm. Aunque posteriormente en su trabajo publicado por Barral (1977) sí que hablará de “*dextans romain*”.

<sup>13</sup> Fue definitivo respecto a la obra de Oliba, ya que se encontró la cimentación de los tres ábsides añadidos en el siglo XI y la Capilla de la Trinidad.

considera que la anchura de la nave es de 10,40 m y no los 9,40 m anteriores<sup>14</sup>. En cambio los 33 *cubiti* de longitud de la nave tienen la misma dimensión de 15,57 m, pero en referencia a su interpretación nos remite a su estudio con Gaillard, donde señalan que se trataría de un posible error del monje Garsias (Puig i Cadafalch y Gaillard, 1935).

Es probable que las medidas que facilita Garsias hagan referencia al ábside rectangular, más que al volumen de toda la iglesia de Garí<sup>15</sup>. Garsias se refiere a estas dimensiones cuando está describiendo la historia del monasterio y explica que a continuación de esta obra (la de 33 *cubiti* por 40 *palmi*), Garí levanta los arcos y continúa construyendo la basílica alzando los muros<sup>16</sup>.

La anchura interior de la nave central y del ábside rectangular es muy parecida, oscila entre los 8,00 m interiores del ábside, los 9,35 m en la zona del arco triunfal y entre 9,30 y 9,40 m de la nave central. Puig y Gaillard entendieron que las dimensiones se referían a la iglesia de Garí y por eso la anchura no presentaba problemas, pero sí los 33 codos de longitud que para ellos equivalían a 15,57 m, frente a los 43 m que midieron como longitud de la nave central. En primer lugar, hay que tener en cuenta que el palmo del que habla Garsias y que Puig califica como “*pam dextre*” debe ser el equivalente al *dodrans* romano, es decir la mitad de un codo. En segundo lugar, el codo de Cuxa equivale a 45 cm, como se verá más adelante, en consecuencia el *dodrans* o palmo dextre equivale a 22,5 cm. Así los 40 *palmi* equivaldrían a 9,00 m y los 33 *cubiti* a 14,85 m. Estas medidas encajan perfectamente con las dimensiones

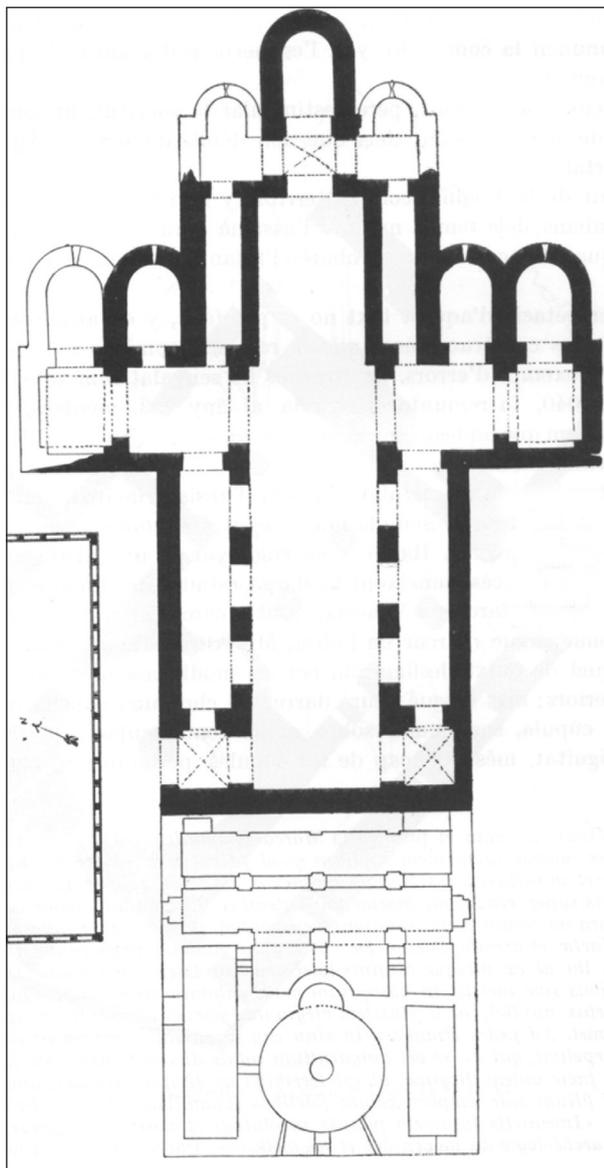


Fig. 4. Planta de Saint-Michel de Cuxa en 1920. Restauración de E. Rogent con la cripta circular según datos de L. Noell (Puig i Cadafalch *et al.*, 1919, II, 175).

del ábside y no tienen nada que ver con la nave central, motivo por el que a Puig i Cadafalch y Gaillard no les cuadraban las dimensiones (fig. 6b)<sup>17</sup>. El estudio

<sup>14</sup> Es probable que se trate de una errata, porque no da ninguna justificación para el cambio.

<sup>15</sup> Este planteamiento se muestra también en la tesis doctoral del arquitecto J. Giner Olcina, que relaciona las dimensiones de la planta del siglo X de Saint-Michel de Cuxa con la de Sant Pere de Rodes (Giner Olcina, 2012).

<sup>16</sup> Del largo texto de Garsias resalta lo siguiente: [...] *Est perparvula, inquit, non dicam Ecclesia, sed oratorium ante templum domni Germani, Michaelis archangeli titulo insignitum, [...] adversus infructuosam malignitatem decenti honore funditus erigamus aulam. [...] fecit fundamentum ex vulgaribus saxis popularibusque quadris luculentissime; quam cum alius materiam ejus in longitudine usque in triginta tres cubitos & in latitudine penè in quadraginta palmos elevasset, tandem in excellentia arcus elegantissime dimisit [...]* (Marca P., 1668, col.1074). Lo que está indicando que la primera iglesia consagrada a Saint-Michel pudo ser un *oratorium*, situado delante de la iglesia de *domni Germani*, levantada desde sus cimientos: *funditus erigamus aulam*. Cuyas dimensiones, las del oratorio, corresponden a una longitud de *triginta tres cubitos* y una latitud o anchura de *quadraginta palmos*.

<sup>17</sup> En la fig. 6b las variantes de 1 se refieren a las posibles dimensiones de

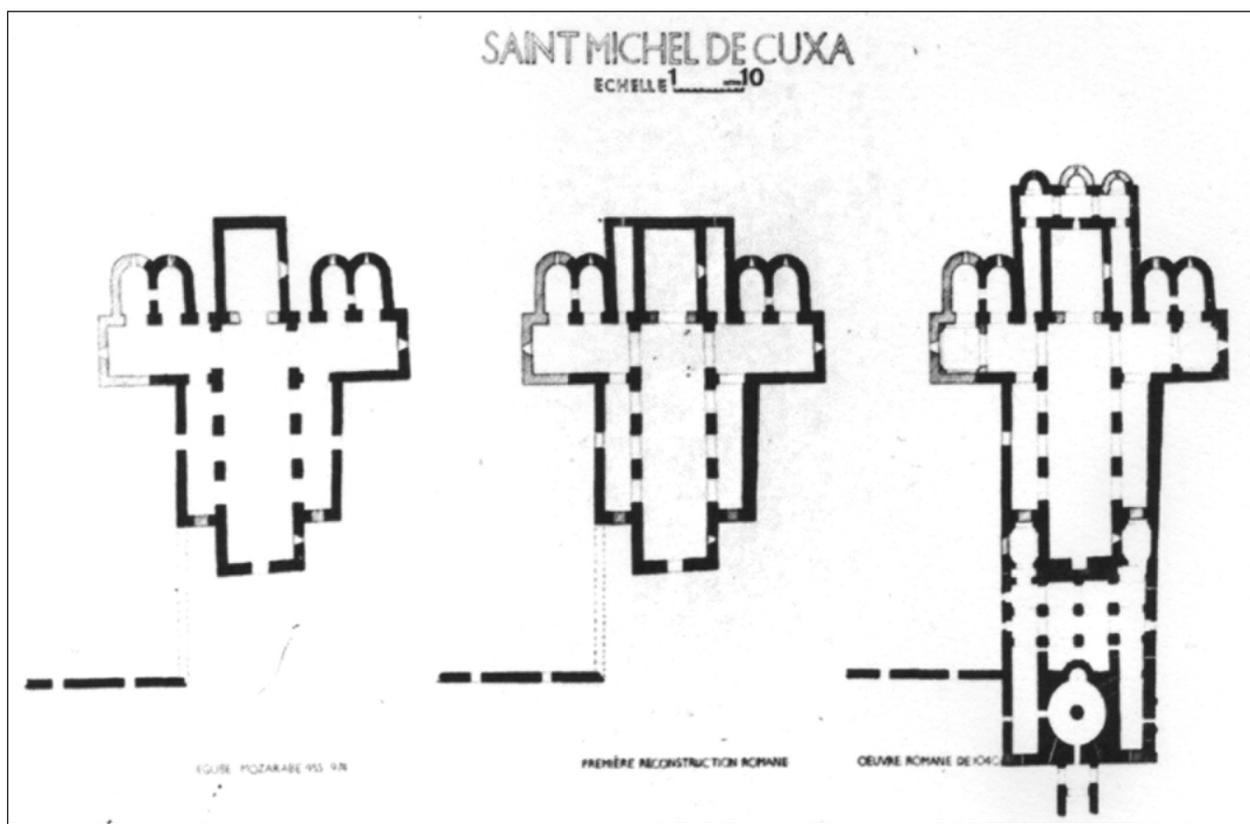


Fig. 5. Plantas de Saint-Michel de Cuxa por fases constructivas, realizadas por Puig i Cadafalch en 1937 (Barral, 1977, 196). La primera fase es la planta de la iglesia del siglo X levantada por Garí, la segunda es la ampliación de los laterales del ábside y por último la ampliación de Oliba en el siglo XI según Puig i Cadafalch.

del ábside confirma que este espacio rectangular es la estructura que midió Garsias, se trataría del antiguo oratorio de Saint-Michel que mantuvo el culto durante las obras de Garí y fue aprovechado como ábside de la nueva iglesia en el siglo X (fig. 6a y 6b).

A pesar de estas cuestiones de interpretación dimensional en referencia a la epístola de Garsias, la individualización de la fase cronológica y constructiva propuesta por Puig i Cadafalch para la iglesia del siglo X de siete altares, ha obtenido el respaldo de los investigadores hasta el día de hoy, exceptuando pequeños matices que comento más adelante (fig. 5).

los 40 palmos, las de 2 a los 33 codos. Estas dimensiones se refieren a una anchura entre los 8 m interiores del ábside y los 9,40 m de la nave central y una longitud entre los 14,60 m exteriores o los 12,20 m interiores del ábside descontando el arco triunfal (hoy inexistente).

A mediados del siglo XX, se hicieron otras aportaciones relevantes que trataron Saint-Michel de Cuxa desde diferentes aspectos documentales. E. Junyent en 1951 y P. Ponsich en 1952 revisaron el sermón del monje Garsias, R. d'Abadal en 1954, publicó la historia del monasterio hasta la muerte del abad Garí, recopilando y analizando toda la documentación textual. Junyent deduce que el documento de Garsias es en realidad un sermón conmemorativo escrito con posterioridad a la muerte del abad Oliba. Pero para Ponsich está muy claro que los términos utilizados para dirigirse al abad, implican que todavía estaba vivo, en consecuencia, y aceptando que se trata de un sermón, necesariamente fue redactado entre el 1043, año en que se edifica el *ciborium*, y el 1046, año de la muerte de Oliba. Ponsich establece

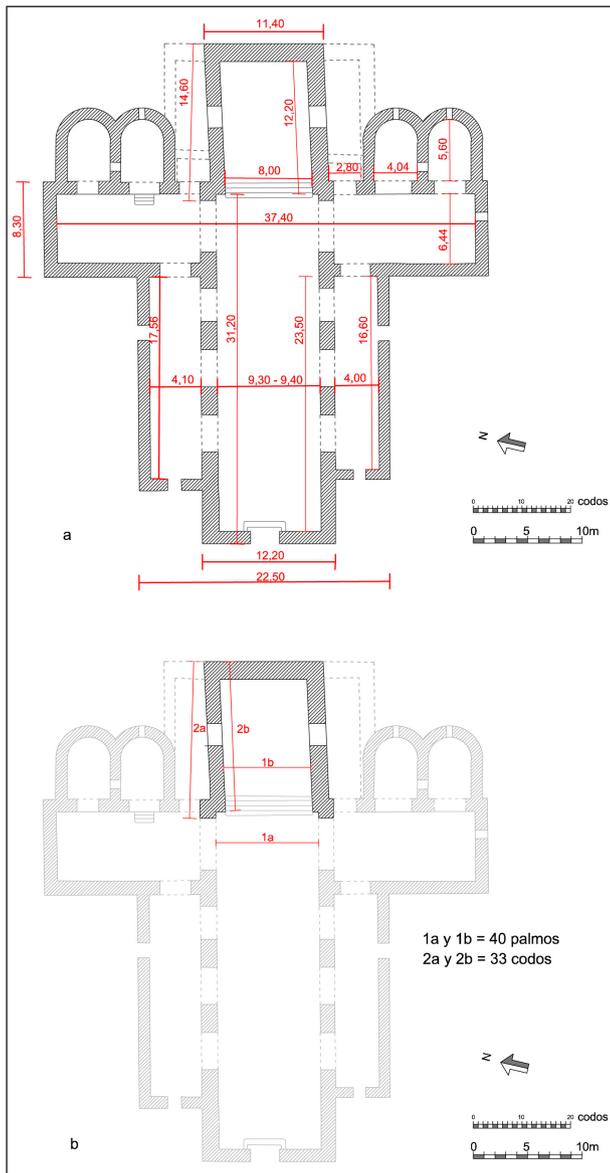


Fig. 6: 6a. Planta de la fase del siglo X con cotas actuales (planimetría de la autora). 6b. Posibles medidas del monje Garsias (planimetría de la autora).

la secuencia de las fases iniciales de la construcción de Cuxa: 866 la primera iglesia de Saint-Germain; 941 la primera iglesia de Saint-Michel<sup>18</sup>; 953 reconstrucción o segunda iglesia de Saint-Germain y entre

<sup>18</sup> Seguramente el *oratorium* al que hace mención el monje Garsias, cf. nota 14.

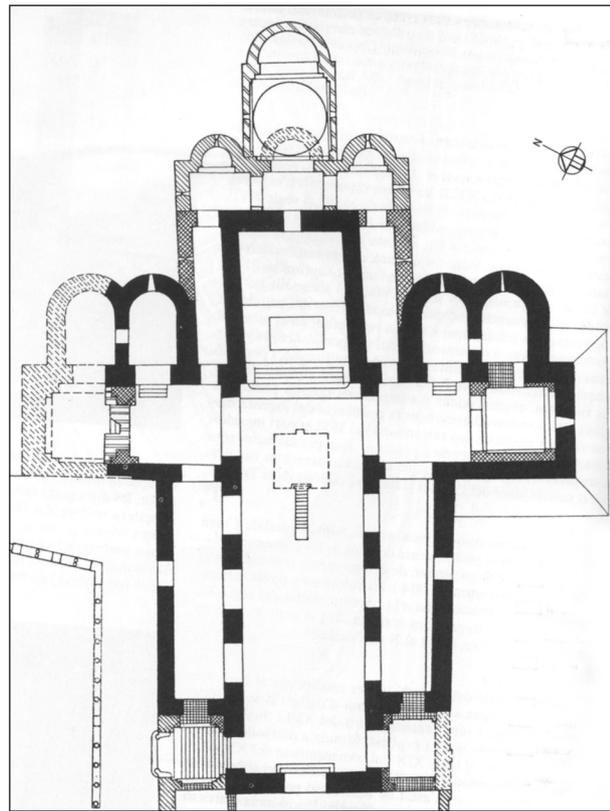


Fig. 7. Planta de la iglesia de Saint-Michel de Cuxa realizada por Maillol y Ponsich en 1995 (Catalunya Romànica, VII, 1995, 372 y 374).

el 956 y el 975 reconstrucción y ampliación de la iglesia de Saint-Michel (fig. 7). Para Ponsich también hay dos acciones que se desprenden de la epístola de Garsias: la iglesia de Saint-Germain se quemó en el gran incendio que precedió a las obras del abad Oliba y nunca fue reedificada, y la primera iglesia de Saint-Michel se mantuvo con culto mientras duraron las obras del nuevo edificio (Ponsich, 1952, 25).

Abadal plantea que el último espacio construido de la nueva iglesia del 974 fue el ábside de planta rectangular, edificado sobre el antiguo oratorio de Saint-Michel. Solventa así el problema de la ligera desviación del ábside respecto al eje longitudinal del edificio y la separación de las absidiolas laterales (Abadal, 1954, 93). Esta ligera desviación queda reflejada en la planta publicada por Ponsich (1995) realizada conjuntamente



Fig.8. Interior de Saint-Michel de Cuxa. Vista desde nave lateral derecha, la intersección con el transepto y el acceso al pasillo lateral derecho del ábside (Foto G. Ripoll).

con R. Mallol<sup>19</sup>. Es muy posible que esta desviación sea consecuencia de que la nueva construcción se comenzara por los pies<sup>20</sup>, sin conexión directa con la estructura preexistente del oratorio que nunca se derribó. En cualquier caso, la desviación del eje longitudinal en la intersección del transepto con el ábside indica, a mi parecer, etapas constructivas diferenciadas de un mismo edificio a nivel conceptual.

Pero el debate sigue abierto, son numerosas las iglesias de cronología similar a Cuxa que presentan esta desviación. Quizás su interpretación –litúrgica o no–, deba buscarse en una intencionalidad visual del quiebro longitudinal.

Otro aspecto del debate son los corredores a ambos lados del ábside (fig. 8). Algunos investigadores han considerado que estos espacios entre el ábside rectangular y las primeras absidiolas pertenecían al edificio del 974 (Boto, 2006). Sin embargo, los muros de estos

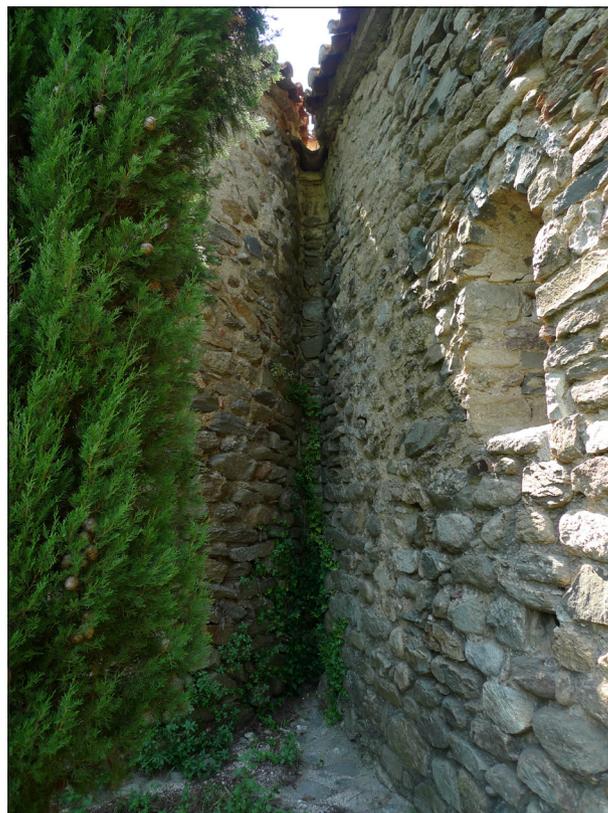


Fig. 9. Exterior de Saint-Michel de Cuxa. Vista de la primera absidiola derecha y el adose del muro del pasillo derecho del ábside al transepto. Se observan los aparejos similares en ambas estructuras (Foto G. Ripoll).

pasillos están –de forma clara– adosados a las primeras absidiolas, lo que indica que su construcción, aunque con un aparejo similar, es posterior a ellas (fig. 9).

Ciertamente la cadencia temporal puede haber sido muy corta, pero también es factible que los dos altares, que Puig i Cadafalch y Gaillard proponen situar en los testeros del transepto, y que Bango<sup>21</sup> propone en los laterales del ábside, estuvieran ubicados en los interespacios entre el ábside central y las primeras absidiolas, cuyo uso ha sido reconocido tanto en ambientes catedralicios como monacales (Carrero, 2002, 7-8; 2012, 11).

<sup>19</sup> Esta es la planta que he utilizado como base en este estudio.

<sup>20</sup> Dado que no afectan al resultado final de la planimetría objeto de estudio, no tengo en cuenta las diferentes hipótesis que, hasta el siglo XII, consideraban como habitual el inicio del proceso constructivo por la cabecera (Gaillard, 1933, 285), o por estratos horizontales (Kimpel, 1995, 16), o incluso la consideración de que la cabecera original de Saint-Michel de Cuxa se situaba al lado oeste de la nave central (Hubert, 1962, 163-164).

<sup>21</sup> Isidro Bango incluye los pasillos laterales en su hipótesis de la cabecera de Garí, basado no tanto en la tipología carolingia que propone L. Grodecki, sino en la distribución de los siete altares (Bango, 1988, 52 y 58).

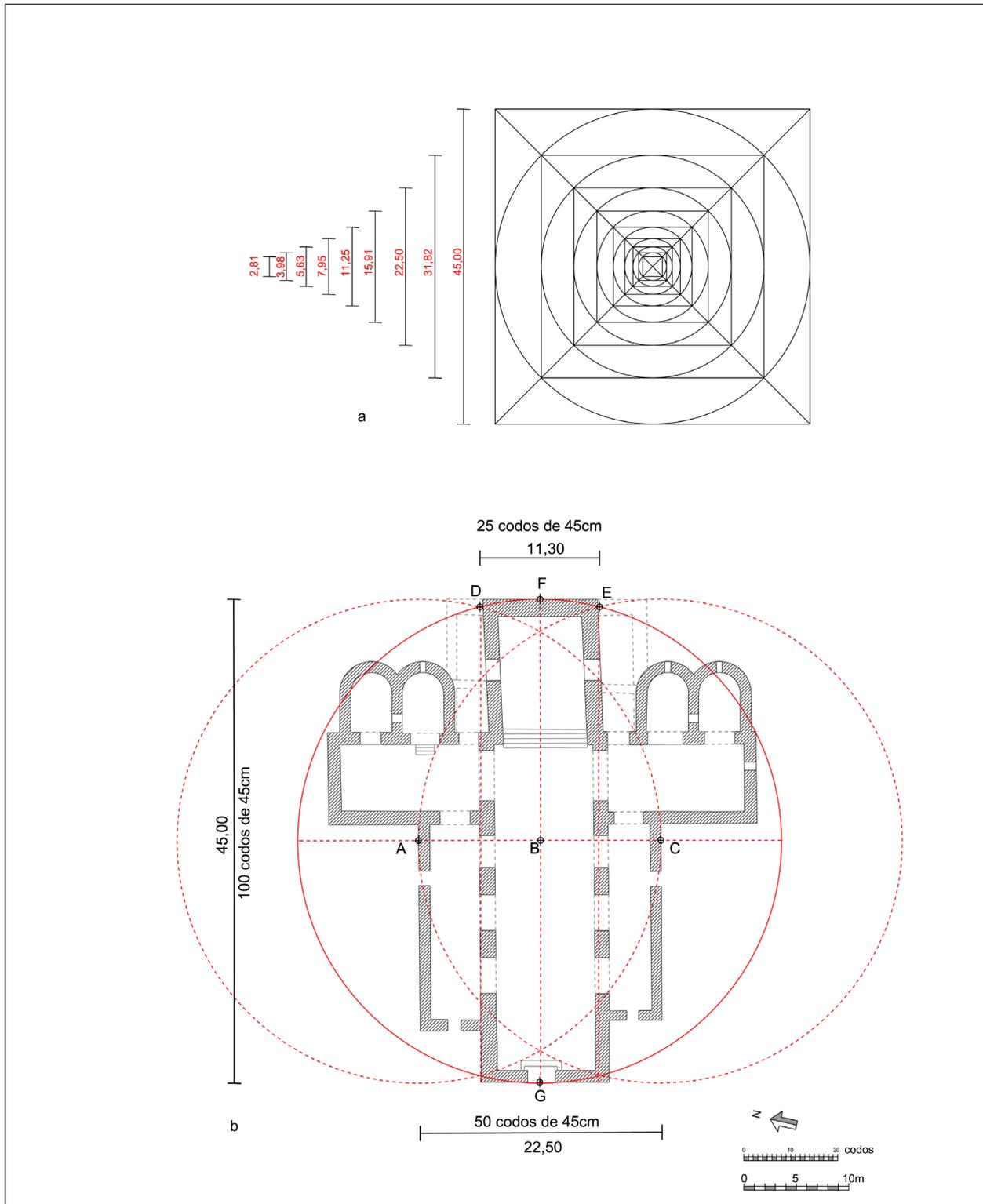


Fig. 10: 10a. Progresión geométrica  $1/\sqrt{2}$  (planimetría de la autora). 10b. Planta de la fase del siglo X. Composición geométrica (planimetría de la autora).



Fig. II. *Mensa* recuperada del altar central de Cuxa, cuyas dimensiones describe el monje Garsias (Foto G. Ripoll).

En cualquier caso queda muy clara la planta del edificio del 974, la fase del siglo X, sobre la que he hecho el estudio geométrico-modular (fig. 10b).

#### CUESTIONES METODOLÓGICAS

La valoración de las medidas y la utilización de la geometría es una cuestión metodológica fundamental que precede al análisis geométrico-modular. ¿Hasta qué punto la magnitud de la medida prevalecía sobre la geometría compositiva? y ¿qué valores se pueden considerar como margen de error admisible en el momento del análisis?

Para estimar la importancia de la precisión en la magnitud, dentro del contexto tecnológico de la Antigüedad Tardía y la Alta Edad Media me remito a la epístola de Gregorio de Nisa que, a finales del siglo IV, sitúa el valor en la geometría y el módulo director más que en la magnitud. Es decir, Gregorio utiliza la dimensión de la anchura de la nave como patrón, y aunque esa magnitud sea en *cubiti*, describe la forma del edificio en planta y la proporción del volumen total a partir de ésta medida elevada a módulo director<sup>22</sup>. En

<sup>22</sup> “La dimensión en anchura de cada una de las salas rectangulares será de ocho codos, la longitud será algo más de uno y medio de ésta, pero la altura será la que requiera la proporción con la altura. Otro tanto ocurrirá con los

el caso de Cuxa, el monje Garsias también mencionaba las medidas del altar de Saint-Michel, 13 por 19 semi-pies. El altar se recuperó en 1969 y P. Ponsich (1995, 395) confirmó su integridad por la exactitud de las medidas con las del monje: 2,15 m por 1,37 m (fig. 11)<sup>23</sup>. Según estas medidas el semi-pie sería de 15,2 cm y, como se verá más adelante, el semi-pie correspondiente al pie utilizado en Cuxa es exactamente de 15 cm. Por tanto la variación de la medida dada y la real es del 13%. Esta variabilidad en las dimensiones implica que no existía una intención de exactitud tal como la entendemos hoy en día.

Es interesante también el estudio de Fernie (1990, 230) sobre las iglesias normandas. Su análisis puso de relieve el predominio de la geometría para proyectar los edificios de la Edad Media, aunque algunos diseños fueran realizados con módulos dimensionales. Es razonable afirmar que la geometría predomina sobre la precisión de la medida porque además es el método más racional para planificar el edificio sobre el terreno y, en la cronología estudiada, formaba parte de las disciplinas del *quadrivium*<sup>24</sup>. Sin embargo, dentro de esta evidencia, la importancia radica en la conciencia de hasta qué punto se aplicaba esta geometría teórica, constatar la existencia de una geometría aplicada a la que algunos llaman *geometria fabrorum* (Ruíz de la Rosa, 2005).

Platón primero, y Pappus de Alejandría después, diferenciaron la geometría teórica de la utilizada en el comercio y la construcción, es decir la geometría práctica<sup>25</sup>. Isidoro, en la Antigüedad Tardía, describe

una geometría teórica con muy poco peso en referencia a las otras tres disciplinas que componen las Matemáticas (Etimologías, III, 8-14), y la geometría aplicada aparece de forma indirecta cuando trata las herramientas para edificar (XIX, 18), donde describe la *norma*, la *regula*, y el *circinus*, o cuando habla de las medidas de los campos, (XV, 15) donde detalla las medidas de longitud, superficie y volumen entre otras. Isidoro no menciona el proyecto del edificio, pero se evidencia cuando describe como el *architectus* planifica los cimientos sobre el terreno (XIX, 8-9). Se puede decir que durante la Antigüedad Tardía y el inicio del medioevo, la geometría aplicada se mantiene “como geometría de regla y compás transmitida asistemáticamente y de forma fragmentaria por tradición oral dentro del gremio de los oficios” (Ruíz de la Rosa, 1999, 25). Es pues del todo admisible suponer que, al menos en el momento del diseño o planificación del edificio, la geometría fue tenida en cuenta (Valls, 2014a).

Pero esta geometría estaba combinada con módulos dimensionales. Ellen M. Shortell formula que en época medieval se trabajaba principalmente con razones geométricas, pero al mismo tiempo los constructores también utilizaban cañas de medir para algunas dimensiones claves, y lo hacían en módulos enteros de pies (Shortell 2002, 127-8)<sup>26</sup>. Los maestros romanos enviados a Santo Stefano Rotondo por Guillermo de Volpiano hicieron medidas precisas en pies romanos (Sanabria 1980, 530). Guerreau, después de medir 21 pequeñas iglesias románicas emplazadas en el sur de la Borgoña, asegura que la unidad fundamental era el

absidiolos: el espacio entre las pilastras medirá igualmente ocho codos en total; y la medida que dé el trazado de un compás cuya punta va fijada en medio de éstos y que se hace pasar por sus extremidades, esa será la profundidad. La altura será también la proporción con la anchura la que la determine” según traducción de Teja (1991, 69).

<sup>23</sup> Cimacio romano tallado en mármol de Carrara, reutilizado como *mensa* de altar. Después de la Revolución francesa fue usado como losa en voladizo de un balcón del pueblo de Vinça, lugar donde lo encontró Ponsich.

<sup>24</sup> Primero Marciano Capella en *De nuptiis Philologiae et Mercurii* y poco después Casiodoro en su obra *Institutiones divinarum et saecularium litterarum* dejan recopiladas y organizadas las siete artes liberales que componen el *trivium* y el *quadrivium*. Pero para la Antigüedad Tardía y en referencia a las disciplinas del *quadrivium* será esencial la obra de Boecio: *De Institutione Arithmetica* y *De Institutione Musicae*, donde profundiza en la idea de la proporción y la proporcionalidad teniendo como base el número.

<sup>25</sup> “¿Y entonces? El arte del cálculo y el arte de la medida en la construcción y

en el comercio, en comparación con la geometría filosófica y los cálculos teóricos... ¿hay que decir que cada una de esas artes es una o ponemos dos? Siguiendo con la argumentación precedente, yo, por mi parte, daría mi voto a que cada una de ellas es doble” (Filebo, 57a). En el siglo III Pappus de Alejandría, en su obra *Sinagoge* menciona cómo los *mechanicos* de la escuela de Herón dicen que la mecánica puede dividirse en una parte ‘teórica’ y otra ‘manual’, la teórica está compuesta de geometría, aritmética, astronomía y física; la manual por los trabajos del metal, construcción, carpintería y arte de la pintura, y la ejecución práctica de estos asuntos (Ruíz de la Rosa, 1999, 24).

<sup>26</sup> “Medieval builders worked primarily with geometric ratios; in the theory, then, the underlying design scheme should be equally clear from metric measurements, without having to determine the length of the foot in use in a particular situation. However, masons also worked with measuring rods of set lengths and they certainly measured out critical dimensions in whole feet” (Shortell 2002, 127-8).

pie romano clásico, 0,2957 cm en 17 de ellas (Guerreau, 1998, 197). En conclusión, la geometría –auxiliada por las medidas–, fue la técnica que suministró los conceptos formales y las proporciones. La importancia de las magnitudes radicarán en su repetición, más que en la exactitud de su dimensión, es decir en la cantidad de veces en que se repite el módulo. Por tanto, en el análisis se ha de valorar primero la geometría y las proporciones del edificio, fuente del diseño, para –a continuación– encontrar cual fue el canon de medición utilizado.

Respecto al dilema sobre la exactitud de las medidas y el margen de error o tolerancia que podemos estimar como admisible, en el estudio de Sant Pere de Rodas (Giner Olcina, 2012, 110-111) se ha considerado que teniendo en cuenta la relativa precisión del tipo de herramientas que se utilizaban, especialmente la cuerda dimensionada, una tolerancia del 2% es más que conservadora. Guereau (1998) cuando mide las 21 pequeñas iglesias románicas de la zona de Mâcon, llega a considerar un 5,2% por adición de imprecisiones. Pero dentro de la valoración de la inexactitud hay que tener en cuenta también otras variables: una es que en aquel momento era más importante el paralelismo que la ortogonalidad<sup>27</sup>; y otra es la diferente exigencia en contextos intelectuales desiguales. Una tolerancia de un 2% quiere decir que en 50 m la medida puede fluctuar en más o menos 1 m, y en el caso de los 15 m (los posibles 33 codos de 45 cm del

monje Garsias) en 30 cm, es decir un pie. Este margen del 2% sería el mínimo a considerar, pero en el caso de Saint-Michel y dada la formación intelectual de su abad, se contempla como un máximo.

#### ANÁLISIS COMPOSITIVO: GEOMETRÍA, MÓDULOS Y PROPORCIÓN

La revisión *in situ* de las dimensiones de la planta del edificio ha tenido como consecuencia el levantamiento de una nueva planimetría digitalizada de la iglesia del siglo X y el alzado de cuatro de los arcos originales, base sobre la que se ha realizado el estudio.

La observación de la planta pone en evidencia que el volumen y la monumentalidad de la iglesia levantada por Garí está precedida de un elaborado diseño, ligado a profundos conocimientos bíblicos de construcciones como el templo de Ezequiel que tenía unas dimensiones generales de 100 codos. Es exactamente lo que encontramos en Saint-Michel, la longitud exterior total del edificio, desde la cabecera hasta los pies de la nave central, es de 45 m, es decir 100 codos de 45 cm (fig. 10b). Siguiendo las equivalencias canónicas de los módulos romanos, a un codo de 45 cm le corresponde un pie de 30 cm, un semi-pie de 15 cm y un palmo de 7,5 cm.

El diseño comienza por la delimitación del edificio en el terreno replanteando la geometría de la planta sobre el suelo. Aunque identifique el oratorio de Saint-Michel con el ábside, siempre lo considero integrado en la planificación de toda la obra y las mediciones se hacen incluyéndolo, porque como ya he mencionado, el edificio se concibe como un *unicum*, es decir, integrando el ábside rectangular en el proyecto de toda la iglesia. La circunferencia que delimita el ámbito es la que tiene por diámetro los 45 m de longitud total, es decir, los 100 codos. Trazando dos vesica piscis por su diámetro mayor horizontal (en el punto central de cada radio) obtenemos la anchura de las tres naves (50 codos) y la anchura exterior del ábside de 25 codos. En cualquier caso, estas operaciones pueden realizarse también de forma aritmética. Como se puede observar, estas medidas tienen entre ellas unas proporciones conocidas y sencillas: el duplo (1/2)

<sup>27</sup> Según Guereau (1998, 191): “D’un autre côté, le plus ancien manuel connu d’arpentage, celui de Bertrand Boyssset (Arles, début du XVe siècle), en dépit de l’écart chronologique, corrobore nettement cette conclusion: la longueur est d’abord mesurée selon un axe qui joint le milieu des deux petits côtés, puis un axe secondaire est déterminé, perpendiculairement au milieu du précédent, et à son tour mesuré. On retrouve ainsi, très explicitement, la notion d’axe médian, et de non-symétrie du traitement des deux axes. Ces diverses études correspondent de très près à ce que nous avons découvert en analysant les écarts angulaires des églises mâconnaises, et étaient largement l’idée du désintérêt pour l’orthogonalité”; y el mismo Guereau (1992, 98-99): “Divers indices amènent à supposer que, s’agissant par exemple de tracer au sol un rectangle de dimensions données, on se satisfaisait souvent d’une mesure en longueur et d’une mesure en largeur, correspondant à peu près l’une et l’autre aux médianes du rectangle, et qu’on se contentait pour finir de repérer les quatre côtes au jugé [...] Aucun mur médiéval n’est strictement vertical ni parfaitement rectiligne [...] Il faut, d’autre part, tenir compte non moins soigneusement de ce que pouvaient être les exigences de précision du maître d’œuvre médiéval. D’impressions diverses tirées de nos observations et de nos analyses, nous pensons pouvoir suggérer, toujours à titre d’hypothèse de travail, qu’une exactitude d’exécution de l’ordre de 2% était considérée comme tolérable”.

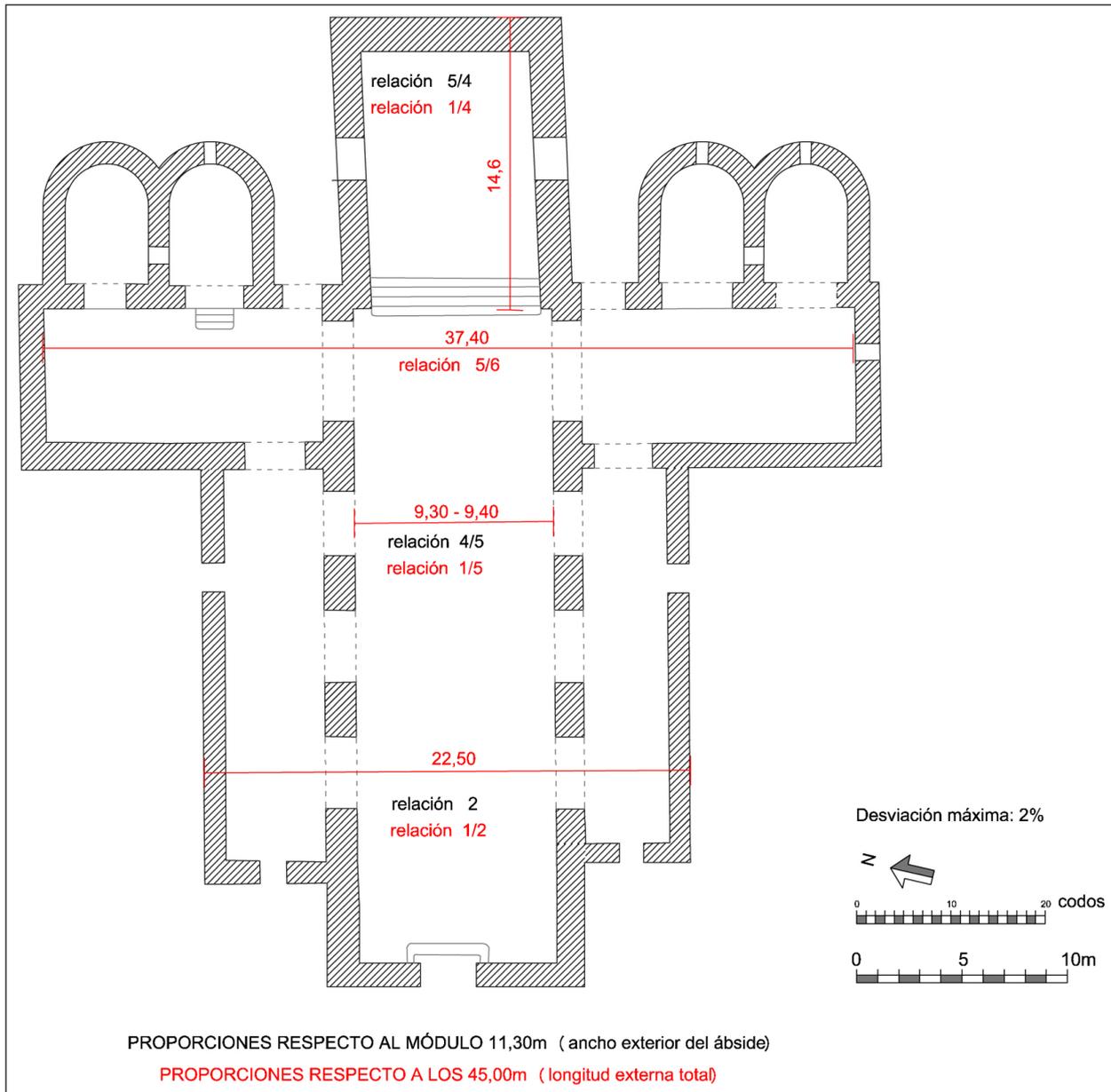


Fig. 12. Planta de la fase del siglo X. Relaciones proporcionales respecto a los módulos directores o patrones (planimetría de la autora).

y el cuádruple (1/4), ya enunciadas por Boecio en sus tratados<sup>28</sup> (figs. 10b y 12 en rojo).

El módulo director es la anchura externa del ábside, tanto si existió como oratorio de Saint-Michel como si se construyó sobre sus cimientos (distancia DE =

11,25/11,30 m = 25 codos de 45 cm) (fig. 10b). Repitiendo dos veces este módulo patrón obtenemos la anchura total de las naves y, repitiéndolo cuatro veces, la longitud total del edificio. Por tanto, este módulo director se encuentra en proporción cuádruple (1/4) con la longitud total (FG) y doble con la anchura (AC). En el ábside rectangular la proporción en referencia a este

<sup>28</sup> «De Institutio Arithmetica (I, 28) y De Institutione Musicae (II, 8)»

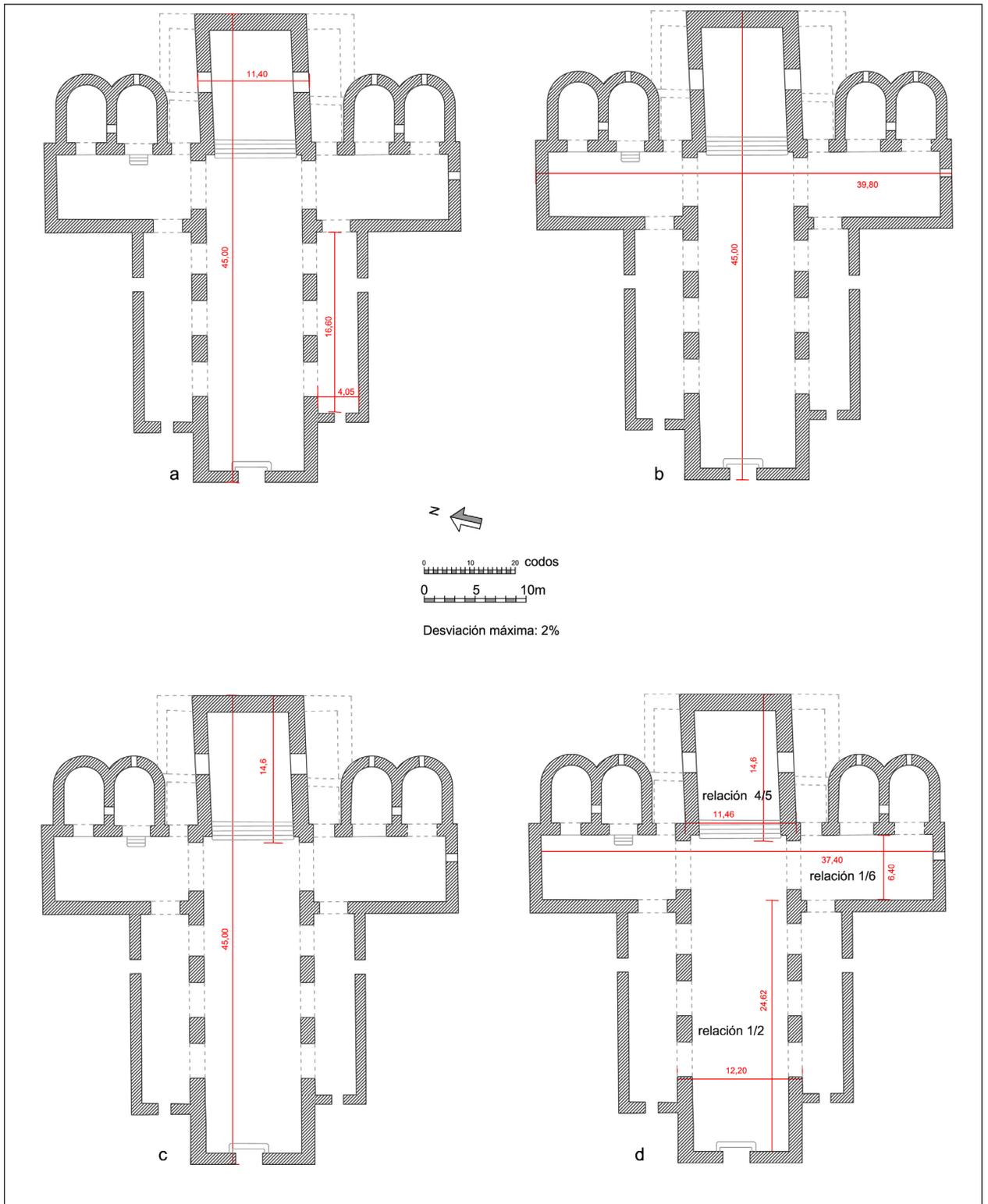


Fig. 13. Planta de la fase del siglo X. Relaciones proporcionales. 13a: 1/4; 13b: 7/8; 13c: 1/3; 13d: 4/5, 1/6 y 1/2 (planimetría de la autora).

módulo patrón dependerá de la longitud considerada, pero siempre obtenemos una razón conocida. En el caso de incluir en la longitud el grosor de muro y excluir el arco triunfal, el resultado es 14,60 m y la proporción es la sesquicuarta ( $4/5$ ). Si se considera solo la longitud interna sin el arco triunfal, la dimensión coincide con el módulo, 11,25 m, por lo que la proporción es la unidad. En el tercer caso, considerar la longitud interna con arco triunfal, es decir 12,90 m, tiene doble interés. La razón entre módulo patrón (11,25) y longitud (12,90) es  $\sqrt{2}$ , pero la proporción interior, es decir longitud interior (12,90) y anchura interior (8,00) es *phi* ( $\Phi$ ) (figs. 10b, 12 en rojo, 13d y 14). En el ábside, punto central de la cabecera que contiene el módulo director, se constatan dos proporciones conocidas,  $\sqrt{2}$  y *phi* ( $\Phi$ ). Veremos que no son un caso excepcional en el edificio.

Se ha podido comprobar que todas las medidas importantes del edificio se encuentran dentro de la progresión  $\sqrt{2}$ , es decir, que se rigen por la razón 1,4142, la de la diagonal del cuadrado (fig. 10a). Los primeros números de esta progresión empezando con el 45 por ser la longitud total del edificio son, el 31,32 (longitud total de la nave central), el 22,50 (anchura total de las naves), el 15,91 (longitud total de transepto y absidiola), el 11,25 (anchura exterior del ábside), y el 7,95 (anchura interior del ábside). Esta razón tan común<sup>29</sup>, debido a la facilidad de su utilización a través de la geometría y del cuadrado como uno de los polígonos más usados en el diseño arquitectónico, no es extraño que la encontremos también en Saint-Michel de Cuxa. Por último la proporción entre las dos grandes dimensiones externas del edificio: la longitud total y la anchura del transepto es la sesquiséptima ( $7/8$ ) (figs. 12 y 13). Todas ellas han sido comprobadas con tolerancias máximas del 2%<sup>30</sup>.

<sup>29</sup> In addition, one proportion appears to have been overwhelmingly more popular than any other in the designing of buildings, namely the ratio of the side of a square to its diagonal, which is one to the square root of two, or 1: 1,4142" (Ferne 1990, 230). Un ejemplo estudiado lo encontramos también en las fases II y III de Santa Magdalena d'Empúries correspondientes a los siglos V y VI (Valls, 2014a).

<sup>30</sup> Esta tolerancia del 2% es la misma que J. Giner ha considerado para el análisis compositivo de la cercana iglesia de Sant Pere de Rodes. Estamos de acuerdo en que, como afirmaba Guerreau, la ortogonalidad no preocupaba y las mediciones con cuerdas se hacían teniendo como referencia algunos puntos esenciales (Giner Olcina, 2012, 110).

Las leyes vitruvianas y aritmético-musicales de Boecio estaban presentes en el diseño inicial. Las grandes medidas de la iglesia surgieron de una geometría que tenía unos módulos dimensionales concretos en codos de 45 cm. Para corroborar que realmente fueron estos los módulos utilizados y no otros, he verificado los módulos resultantes de los diferentes ambientes interiores. Triángulos rectángulos perfectos encajan tanto por el interior como por el exterior de los espacios principales, obteniéndose diferentes módulos. En todos los casos, estos módulos responden a un número exacto de codos de 45 cm (fig. 15).

También en altura se ha comprobado la reiteración de módulos. En el caso de Saint-Michel de Cuxa se puede trabajar con unos elementos excepcionales, las arcuaciones de la fase cronológica del siglo X. Aunque no se ha estudiado la sección del edificio por falta de seguridad de sus dimensiones originales, sí que se ha realizado este análisis en los arcos de los que se tiene certeza de su origen en esta fase<sup>31</sup>.

Los cuatro arcos estudiados son los que dividen el transepto de la nave central por el lado sur, el de la nave lateral norte con el transepto, el de la absidiola del transepto por el lado norte y el de la ventana del pasillo en el lado sur del ábside (fig. 16 y 17). Para compararlos he tenido en cuenta tres coordenadas: el módulo de su altura, el porcentaje de radio ultrapasado y la proporción de la altura con el diámetro del arco. En referencia a los módulos de altura, existe homogeneidad de módulos dimensionales. La altura de los cuatro se obtiene en codos exactos de 45 cm y pies de 30 cm.

En referencia al porcentaje de radio ultrapasado en el diseño del arco, existen dos grupos. Uno formado por el gran arco del transepto y el de acceso a la absidiola. El diámetro mayor en ambos está ultrapasado un 30%, es decir poco menos de  $1/3$  del radio. En el segundo grupo, el arco que divide la nave lateral norte y el tran-

<sup>31</sup> Las arcuaciones que quedan intactas según Ponsich (1971, 17-27) son 16 de 8 tipos diferentes: las dos puertas laterales tapiadas en el siglo XI, los dos arcos del cruce del transepto, los dos arcos que dividen las naves laterales del transepto, los tres arcos triunfales de las absidiolas, las dos ventanas sobre el dintel de las puertas de los pasillos laterales a los lados del ábside, una ventana en la parte alta de la nave y una pequeña ventana en la fachada oeste.

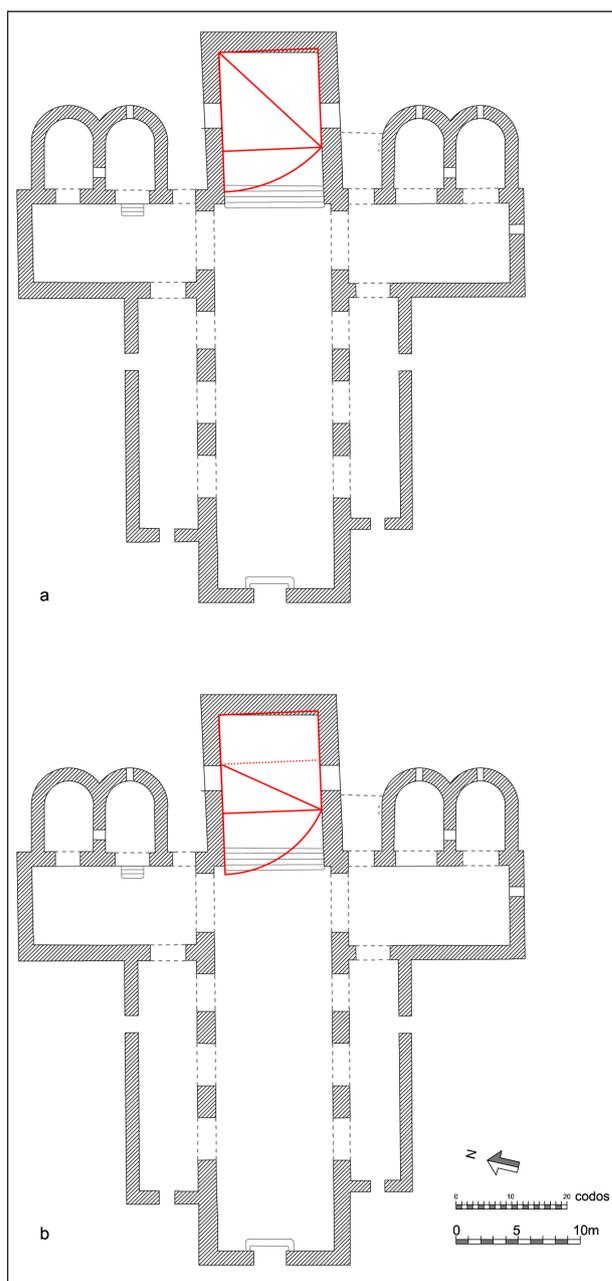


Fig. 14. Planta de la fase del siglo X. Proporciones internas del ábside rectangular. 14a: sin arco triunfal la proporción es  $\sqrt{2}$ ; 14b: con arco triunfal la proporción es  $1 + \sqrt{5} / 2$  o  $\Phi$  (planimetría de la autora).

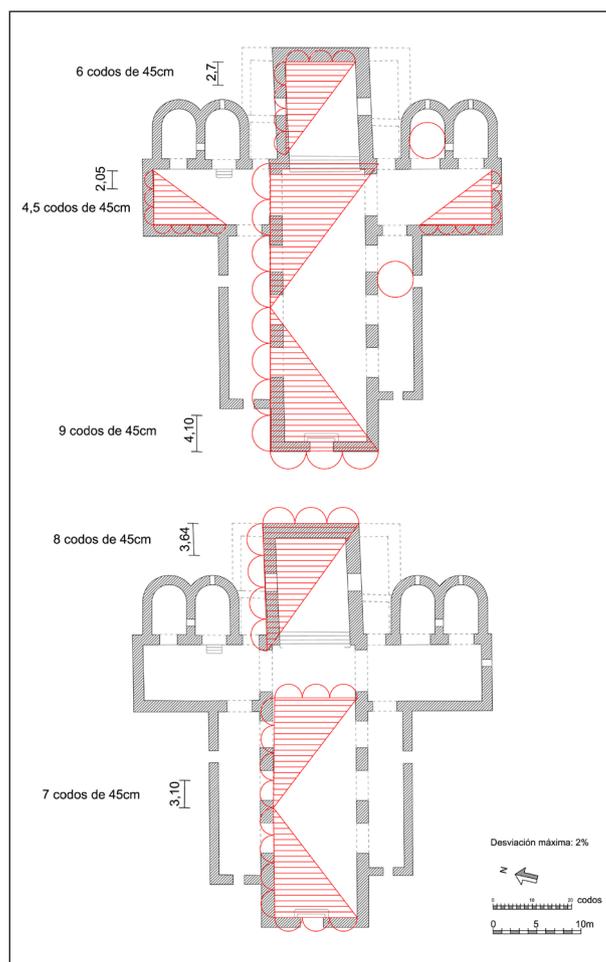


Fig. 15. Planta de la fase del siglo X. Modulación de los espacios (planimetría de la autora).

septo y la ventana sur entre el ábside y la absidiola, el diámetro mayor se ultrapasa alrededor del 40%, es decir  $2/5$  del radio (fig. 18b). Es pues evidente que en Cuxa, como en otros edificios, la tipología del arco ultrapasado, nada tiene que ver con la cronología, debate de tipo historiográfico que no tiene cabida en este artículo. Para ello recuérdese la controversia de carácter historiográfico originado por la distancia del ultrapaso del radio<sup>32</sup>. Finalmente, respecto a las proporciones, también se organizan en dos grupos, aunque no coin-

<sup>32</sup> Iniciada por Gómez Moreno en su artículo Excursión a través del arco de herradura (1906).

cidentes con los anteriores. En este caso la concordancia es de carácter espacial, el mismo lado del edificio. Un primer grupo responde a la proporción  $\sqrt{2}$  (1,414): en el lado sur, el arco del transepto y el de la ventana, el más grande y el más pequeño. Mientras que los otros dos encajan perfectamente en la proporción  $1 + \sqrt{5}/2$  (1,618), es decir el número *phi* ( $\Phi$ ) (fig. 18a). La característica común en ambas proporciones es que parten del cuadrado pero todas se encuentran en espacios de diferente significación (transepto, nave lateral, absidiola, ventana). Como he mencionado anteriormente en el espacio rectangular del ábside emplazado en el eje entre ambos lados, encontramos las dos proporciones según la longitud interna (con o sin arco triunfal).

Unas conclusiones más afinadas solo son posibles estudiando todo el conjunto de arcos de la iglesia. En cualquier caso la utilización de estas proporciones no son casualidad, hay una voluntad e intención, aunque su lógica explicación seguramente se encuentre entre las “recetas geométricas” transmitidas entre los *artifex*<sup>33</sup> y quizás en interpretaciones simbólicas que pueden hacer referencia a textos sagrados o teológicos. Por otro lado, el juego entre ambas proporciones, número *phi* y raíz de dos, se encuentra en algunas iglesias como Son Peretó y Son Bou en Baleares y el Bovalar en Lérida, entre otras (Gurt y Buxeda, 1996).

Para consultar los resultados de forma gráfica están resumidos en la siguiente tabla. En ella aparecen los módulos, las dimensiones y las proporciones, tanto de los espacios en planta como de los arcos. Las cinco primeras columnas reflejan los resultados obtenidos en el análisis modular (tabla 1), la sexta contiene las proporciones de las plantas de los espacios referidos y de los arcos (figs. 12, 13 y 18a), y en la última plasmó el porcentaje del ultrapasado o paso del radio de cada uno de los arcos (fig. 18b).

#### CONCLUSIONES

Se ha analizado un edificio eclesiástico singular –Saint-Michel de Cuxa– para contrastar y comprobar el método utilizado. Un método que pone en evidencia, a

<sup>33</sup> *De Institutio Arithmetica* (I, 28) y *De Institutione Musicae* (II, 8)



Fig. 16. Interior de Saint-Michel de Cuxa. Vista de los dos arcos del transepto desde el lado norte (Foto G. Ripoll).



Fig. 17. Interior de Saint-Michel de Cuxa. Vista del arco del transepto y de la nave lateral norte (Foto G. Ripoll).

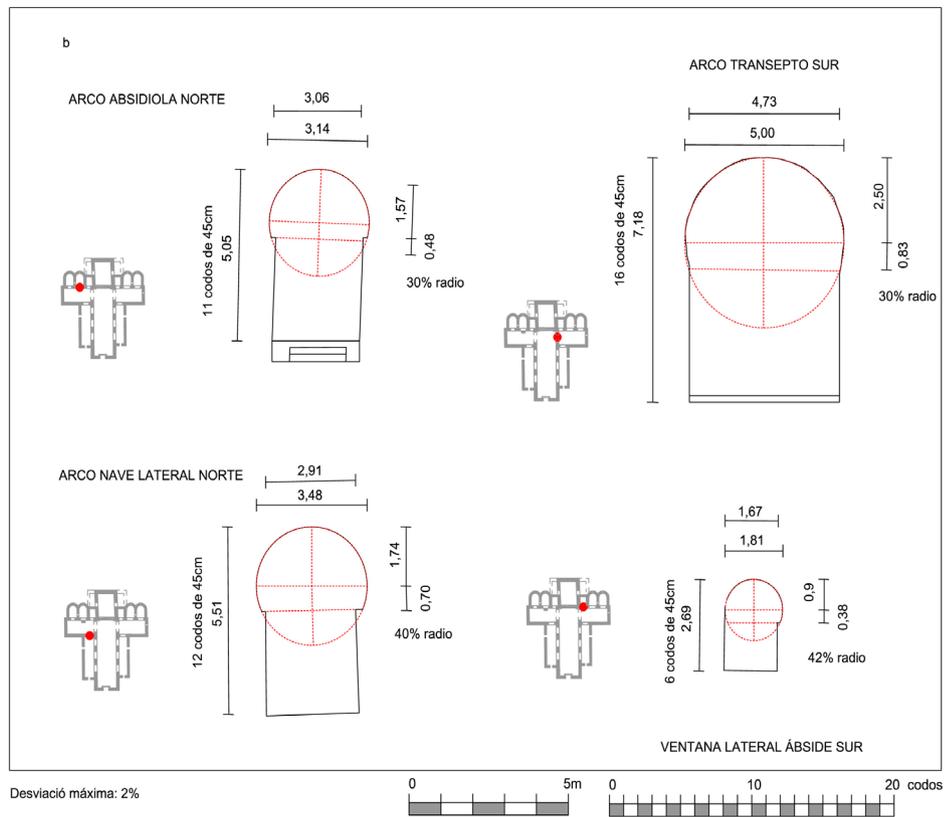
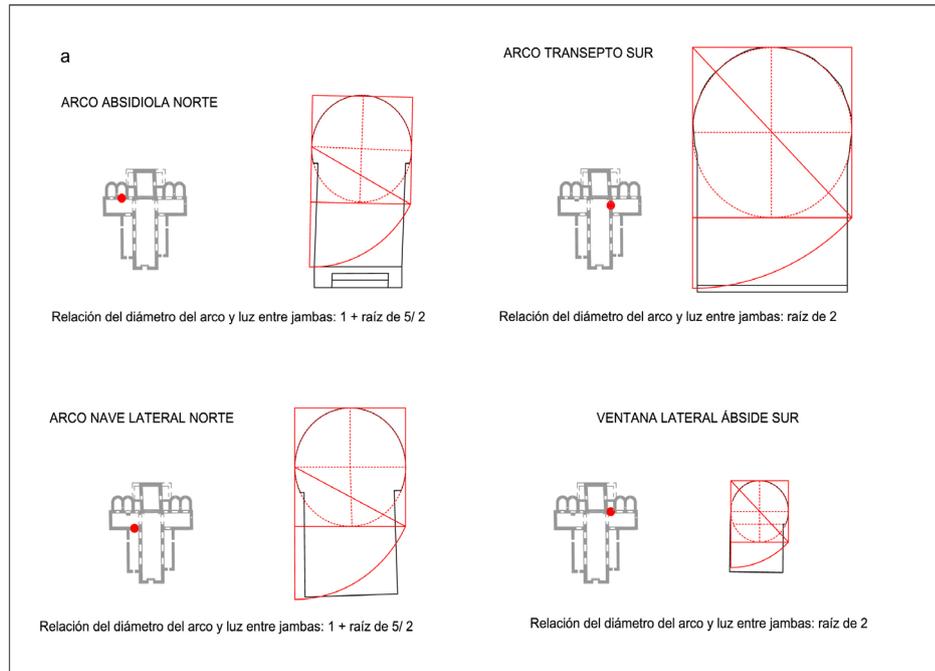


Fig. 18. Estudio de los arcos. 18a: Relaciones de proporción; 18b: Medidas y paso de radio (planimetría de la autora).

Espacios	Módulo (m)	Codos (45 cm)	Pies (30 cm)	Longitud (módulo)	Anchura (módulo)	Proporción	Paso-radio %
Ábside interior	2,70	6	9	4	3	$\sqrt{2}$ y $1+\sqrt{5}/2$	
Ábside exterior	3,64	8	12	4	3	4/5	
Nave central interior	3,10	7	10,5	8	3	1/2	
Nave central exterior	4,10	9	13,5	8	3		
Nave lateral sur interior	4.10	9	13,5		1	1/4	
Ala transepto	2,05	4,5	6,75				
Arco transepto sur		16	24			$\sqrt{2}$	30%
Arco nave lateral norte		12	18			$1+\sqrt{5}/2$	40%
Arco absidiola norte		11	16,5			$1+\sqrt{5}/2$	30%
Arco ventana sur		6	9			$\sqrt{2}$	42%

Tabla I. Dimensiones, módulos y proporciones de los espacios y arcos estudiados en la iglesia del siglo X de Saint-Michel de Cuxa.

través del análisis de su composición arquitectónica, los conocimientos técnicos e intelectuales y los lenguajes simbólicos empleados para su construcción. Se parte de un material concreto, una iglesia con una superficie considerable (1.090m<sup>2</sup>) edificada a mediados del s. X, condicionada por alguna estructura anterior (ábside), y de la que existe abundante y variada documentación gráfica y textual. La comunidad religiosa, en el momento de la obra, está regida por un abad de proveniencia cisterciense, y el uso principal es la celebración litúrgica monástica. Todos estos elementos llevan implícito un contexto cultural que se muestra claramente en la composición del edificio.

En primer lugar, quiero hacer hincapié en la inexistencia de planimetrías fiables a nivel de magnitudes, hecho que implica necesariamente levantar de nuevo los planos del edificio estudiado. En la confección de estos planos hay que tener en cuenta dos condicionantes: la falta de ortogonalidad en planta de estas estructuras y la falta de verticalidad y planicidad de los paramentos en los edificios con aparejo de piedra poco trabajada.

Este tipo de aparejo presenta variaciones que pueden superar la tolerancia admitida del 2%, pero, al mismo tiempo, hay que valorar la pulcritud de las técnicas utilizadas, que delatan la mejor aptitud del *artifex* y la mano de obra empleada para la consecución de los trabajos<sup>34</sup>. En consecuencia, para llevar a buen término el análisis geométrico-modular es importante caracterizar las técnicas constructivas en relación a tres temas: el paralelismo entre los paramentos, la ortogonalidad de la planta en cada espacio y la tolerancia respecto a estas medidas y en referencia a las cualidades técnicas. En todos los casos hay que considerar el rigor y el valor que se dio en su momento a la medida por parte de los que realizaron la obra. En relación a la planta, la dimensión de cada espacio se ha de tomar, como mínimo, en dos puntos distanciados, de forma que permita comprobar el paralelismo entre los muros, tanto por el interior como por el exterior. A continuación, para valorar la

<sup>34</sup> Cuanto más tosca es la construcción, la tolerancia en cuanto a las medidas debe ser mayor, como pasa en Santa Magdalena d'Empúries (M. Valls Mora, 195 y 2014b).

ortogonalidad, se debe cuantificar además la magnitud de las dos diagonales de cada espacio. Pero al final, para dar valor a los números de estas mediciones, la tolerancia admisible dependerá de la calidad de las técnicas utilizadas. Una primera conclusión sobre la planificación de estos edificios es que la exactitud de la magnitud de la medida no era lo más importante.

Otra de las cuestiones planteadas es la identificación fiable de las diferentes fases histórico-constructivas del edificio, en especial la de su diseño original. Las etapas posteriores de la obra, por regla general siempre tienen deudas, conscientes o no, con la primera composición (M. Valls Mora, 2014b, 195). Como ya se ha avanzado, la identificación de la planta original permite eludir análisis estériles y garantizar una mejor expectativa de los resultados. En este sentido, el análisis de los documentos textuales como la epístola de Garsias y de los restos materiales de la iglesia del siglo X, ha resuelto que el primer edificio dedicado a Saint-Michel fue el ábside de planta rectangular actual que se reutilizó e integró en el proyecto de la iglesia construida por Garí.

En Saint-Michel de Cuxa identificamos distintas técnicas de aparejo. Los paramentos, en su mayoría, fueron construidos con piedras desbastadas tomadas con mortero de cal, con tendencia a la horizontalidad y en algunos puntos en forma de espiga de pez (*opus spicatum*), mientras que los pilares de las arcuaciones fueron levantados con grandes sillares de la misma piedra colocados a soga y tizón. La ejecución de los muros es pulida y por eso tienen una buena planicidad. A pesar de tener unas dimensiones considerables, el paralelismo entre los paramentos y la ortogonalidad de los espacios es bastante ajustada, excepto en el ábside. El tamaño y la construcción de los arcos requieren medios auxiliares con una cierta complejidad y organización. Todas estas cualidades hacen referencia a un *artifex* y una mano de obra experta en Saint-Michel.

Lo primero que se constata en la planificación del edificio son los números: 100 codos de 45 cm en la longitud total externa y 50 codos en la anchura total externa de las naves. Se han utilizado unas medidas que pueden surgir de la geometría aplicada en base al módulo patrón (fig. 10b), pero con unos números con-

cretos que posiblemente se basen en textos del Antiguo Testamento, como los 100 codos de longitud del templo que se mencionan en el libro de Ezequiel. Es evidente que subyacen saberes acumulados y voluntad de utilizarlos como lenguaje, especialmente si se relaciona con la cultura cisterciense del abad Garí.

La correspondencia numérica entre la geometría y la aritmética conlleva a que la aplicación preferente de una u otra no necesariamente es visible, dado que pueden ofrecer el mismo producto final. Este hecho implica que los resultados han de ser valorados en su conjunto y no como elementos aislados. Es decir, se ha de realizar una evaluación de la viabilidad de cada opción dentro de grupos sincrónicos y confrontarlo con el contexto cultural objeto de análisis.

En Saint-Michel de Cuxa el módulo director genera las dimensiones de los grandes espacios, pero también sus superficies responden a proporciones recogidas de las enseñanzas clásicas como las transmitidas por Boecio. La geometría articula desde el inicio el proyecto, el cuadrado es la figura de base y en consecuencia las progresiones geométricas con razón  $\sqrt{2}$  y  $1+\sqrt{5}/2$  rigen los números que encontramos en las tres dimensiones del edificio, longitudes, latitudes y alturas (figs. 10, 13, 14, 15 y 18).

En conclusión existe un diseño elaborado con objetivos concretos y los espacios están proporcionados en base a una modulación. Este diseño recoge el lenguaje de los textos bíblicos (Libro de Ezequiel) y se modula teniendo en cuenta textos científicos (*Institutio Arithmetica* y *Sobre el fundamento de la Música* de Boecio), gracias a los conocimientos prácticos de los oficios (geometría aplicada).

El diseño arquitectónico de Saint-Michel de Cuxa, creo poder afirmar, responde a unos objetivos y un lenguaje que no encontramos en otras iglesias cercanas, en su mayoría de menores dimensiones y fuera de la comunidad benedictina<sup>35</sup>, aunque la práctica de los oficios a través de la geometría aplicada es la misma. Estos oficios son los que transmiten los módulos y las propor-

<sup>35</sup> Como es el caso estudiado de Santa Magdalena d'Empúries (M. Valls Mora, 2014a).

ciones, pero no el simbolismo numérico que compone y articula el edificio. La preponderancia del codo por encima de otros módulos se hace evidente, al igual que la proporción basada en la  $\sqrt{2}$ , es decir la figura geométrica del cuadrado y sus aplicaciones.

En definitiva, el análisis permite detectar las herramientas conceptuales, cuando existen, y los sistemas geométricos empleados para proyectar la iglesia, además de manifestar los módulos utilizados. El método con-

firma y ayuda a entender que con sincronía o no, encontramos edificios que responden a comunidades culturalmente diferenciadas, aunque el uso –litúrgico o no– de los espacios sea el mismo. Estas comunidades están componiendo la forma del edificio no solo en base a su función, aplican también lenguajes simbólicos y conocimientos clásicos recuperados. Todo ello en un contexto de continuidad empírica de los oficios desde el mundo romano bajo imperial hasta el siglo X.

## FUENTES

- Boecio, *Institutio Arithmetica*, estudio, edición y traducción de M. A. Sánchez Manzano, Universidad de León, 2002.
- *Sobre el fundamento de la Música*, introducción, traducción y notas de J. Luque, F. Fuentes, C. López, P. Rúa y M. Madrid, Editorial Gredos, Madrid, 2009.
- Isidoro de Sevilla, *Etimologías*, edición bilingüe 2004, introducción de M. Días y Díaz, Biblioteca de Autores Cristianos, Madrid, 2009.
- Libro de Ezequiel en Biblia de Jerusalén, Desclée de Brouwer, Bilbao, 1975, 1219-1263.
- Marca, P. 1668, *Marca Hispánica*, [*Garsiae monachi Cuxanensis epistola ad Olivam Episcopum Ausonensem de initiis monasterii Cuxanensis de sacris reliquiis in eo custoditis*], ejemplar 429 reproducido en 1998, 1072-1082.
- Platón, *Filebo*, introducción de J. M. Aguado Rebollo, traducción y notas de E. Sánchez Millán, Ediciones Encuentro, Madrid, 2011.
- BIBLIOGRAFIA**
- Abadal i Vinyals, R. (1954): *Com neix i com creix un gran monestir pirinenc abans de l'any mil, Eixalada-Cuixà*, Extret d'Analects Monsterratensis, vol. VIII, Abadía de Montserrat, Barcelona.
- Bango, I., (1988): "La part oriental dels temples de l'abat-bisbe Oliba", *Quaderns d'estudis medievals* nº 23-24, 51-66.
- Barral, X. (1977): "Nouveaux apports au dossier archéologique de l'église Saint-Michel de Cuxa", *Journal des savants*, 191-223.
- Boto Varela, G. (2006): "Topografía de los monasterios de la Marca Hispánica (ca. 800- ca. 1030)", coord. J.A. García de Cortazar y R. Teja, *Monjes y monasterios hispanos en la Alta Edad Media*, Fundación Santa María la Real, Palencia, 147- 203.
- Brutails, J. A. (1901): *L'Art Religios en el Roselló*, traducido por J. Massó Torrents, l'Avenç, Barcelona.
- "Saint-Michel de Cuxa" in *Guide du Congrès de Carcassonne, Congrès Archéologique de France, LXXIII<sup>e</sup> session, tenu a Carcassonne et Perpignan en 1906*, Paris-Caen, 1907.
- "L'architecture romane en Catalogne avant le XII siècle", *Bulletin Hispanique* 16, 3, 381-391, 1914.
- Carrero, E. (2012): "La cathédrale romane de Pampelune: espaces et fonctions, certitudes et hypothèses", en *L'image médiévale: fonctions dans l'espace sacré et structuration de l'espace culturel*, dirs. Cécile Boyer y Eric Sparhubert, Centre d'Études Supérieures de Civilisation Médiévale, Brepols, Turnhout, 9-40.
- "De la catedral medieval de Ourense y sus inmediaciones. Nuevas hipótesis sobre viejas teorías", *Porta da Aira* 9, 6-26, 2002.
- Fernie, E. (1990): "A Beginner's Guide to the Study of Architectural Proportions and System of Length", en E. Fernie y P. Crossley (ds.), *Medieval Architecture and its Intellectual Context: Studies in Honour of Peter Kidson*, The Hambledon Press, Londres Ronceverte, 229-237.
- Gaillard, G. (1933): "Note sur l'église de Saint-Michel de Cuxa", *Bulletin Hispanique* 35.2, 97-106.
- Guerreau, A. (1992): "Édifices médiévaux, métrologie, organisation de l'espace, à propos de la cathédrale de Beauvais", *Annales: Économies, Sociétés, Civilisations* 47.1, 87-106.
- "Vingt et une petites églises romanes du Mâconnais: irrégularités et métrologie", *L'innovation technique au Moyen Âge: Actes du VI<sup>e</sup> Congrès International d'archéologie médiévale: 1-5 octobre 1996*, Editions Errance, Dijon-Mont Beauvray-Chênove-Le Creusot-Montbard, Paris, 186-210, 1998.
- Giner Olcina, J. (2012): *El primer arquitecte a Sant Pere de Rodes: Projectar una església fa deu segles*, Tesis doctoral Universitat Politècnica de Barcelona (manuscrito inédito).
- Gómez Moreno, M. (1906): "Excursión a través del arco de herradura", *Revista cultura española*, Granada, tomo III, 785-811.
- *Iglesias mozárabes. Arte español de los siglos IX a XI*, reedición Universidad de Granada, Colección Archivum 71, Granada 1998, estudio preliminar de Isidro G. Bango Torviso, 1919.
- Gurt, J.M. y Buxeda, J. (1996): "Metrologia, composició modular i proporcions de les basíliques cristianes del Llevant Peninsular i de les Balears", *Spania. Estudis d'Antiguitat Tardana oferts en homenatge al professor Pere de Palol i Salellas*, Biblioteca Abat Oliba 12, Montserrat, 137-156.
- Hernández, M.F. (1932): "Sant Miquel de Cuixà, iglesia del ciclo mozárabe", *Archivo Español de Arte y Arqueología*, XXIII, 257-288.
- Hubert, J. (1962): «L'église Saint-Michel-de-Cuxa et l'occidentation des églises au Moyen Age.» *The Journal of the Society of Architectural Historians* 21-4, 163-170
- Iglesia de la, M. Á. (2014): "Arquitectura clásica y lenguaje", *Pyrenae* 45.1, 7-27.
- Junyent, E. (1951): "Le sermón du moine Garsias", *Tramontane, revue du Roussillon*, 340, 417-421.
- Kimpel, D. (1995): «L'attività costruttiva nel medioevo: strutture e trasformazioni.» *A Cantieri medievali*, de Roberto CASSANELLI. Milà: Jaca Book, 16.
- Mundó, A.M. (1970): "Recherches sur le traité du moine Garsias a l'abbé-évêque Oliba sur Cuxà", *Les Cahiers de Cuxà*, 1, 63-74.
- Ponsich, P. (1952): "Les problèmes de Saint-Michel de Cuxa. D'après les textes et les fouilles", *Études Roussillonnaises* 2. 1-2, 21-39.
- "Saint-Michael de Cuxà du IX au XII siècle. Aperçu historique", *Les Cahiers de Cuxà*, 1, 19-26, 1970.
- "L'architecture préromane de Saint-Michel de Cuxa et la véritable signification", *Les Cahiers de Cuxà*, 2, 17-27, 1971.
- "Sant Miquel de Cuixà", en *Catalunya Romànica VII: La Cerdanya, El Conflent*, Enciclopèdia Catalana, Barcelona, 357-395, 1995.
- Puig i Cadafalch, J., Falguera i Sivilla, A. y J. Goday i Casals (1911): *L'arquitectura romànica a Catalunya*, II. *Del segle IX al XI*, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- y G. Gaillard : "L'église de Saint-Michel de Cuxa", *Bulletin Monumental* 94, 354-373, 1935.
- "La frontière septentrionale de l'art mozárabe", *Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. Comptes rendues*, 1943.
- Ripoll, G. (2009): "Corpus Architecturae Religiosae Europeae, saec. IV-X (CARE-Hispania)", *Mainake* 31, 229-242.
- "Arquitectura religiosa hispánica entre los siglos IV y X. Paradojas y dialéctica de la investigación", *Medievalia* 15, 71-74, 2012.
- Ripoll, G., Carrero, E., Rico, D., Tuset, F., Velázquez, I., López Batlle, A., Mas, C., Valls, M., y M. Á. CAU (2012): "La arquitectura religiosa hispánica del siglo IV al X y el proyecto del *Corpus Architecturae Religiosae Europeae* – Care-Hispania", *Hortus Artium Medievalium* 18.1, 45-73.
- Ruiz de la Rosa, J.A. (2005): "Fuentes para el estudio de la geometría *fabrorum*. Análisis de documentos", *Actas del Cuarto Congreso de*

- Historia de la Construcción*, Cádiz, ed. S. Huerta, Madrid: I. Juan de Herrera, SEdHC, Arquitectos de Cádiz, COAAT Cádiz, 1001-1008.
- “De geometría y arquitectura”, *RA. Revista de Arquitectura*, 3, 22-32, 1999.
- *Traza y simetría de la Arquitectura. En la Antigüedad y Medioevo*, Publicaciones de la Universidad de Sevilla, 1987.
- Sanabria, S.L. (1980): “Metrics and Geometry of Romanesque and Gothic St. Bénigne, Dijon”, *The Art Bulletin* 7.4, 518-532.
- Shortell, E.M. (2002): “The Plan of Saint-Quentin: Pentagon and Square in the Genesis of High Gothic Design”, de Nancy Y Wu (ed.), *Ad Quadratum*, Ashgate, Aldeshot.
- Teja, R. (1991): “Gregorio de Nisa, arquitecto y empresario: Epístola 25”, *Arte, sociedad, economía y religión durante el Bajo Imperio y la Antigüedad Tardía*, Antigüedad y cristianismo VIII, Murcia, 63-69.
- Trías i Teixidor, A., (1977): *Epístola-sermón del monje Garsias de Cuixà*, Tesis de licenciatura de la Universitat de Barcelona, Barcelona (texto inédito).
- Valls Mora, M. (2014a): “La traslación de la modulación y las proporciones en arquitectura, de Vitruvio a Villard de Honnecourt. El caso de Santa Magdalena d’Empúries”, *Medievalia*, 16, 189-204.
- *La arquitectura eclesiàstica dels segles IV al X, als comtats d’Empúries-Peralada, Roselló, Conflent, Vallespir, Perapertusés i Fenollet. Estudi comparatiu de la seva modulació*, Institut d’Estudis Catalans (Borsa d’estudi dels Països Catalans: Catalunya Nord), Barcelona (manuscrito inédito), 2014b.
- Vidal Álvarez, S., (2012): “El *martyrium* de la epístola XXV de Gregorio de Nisa. Nueva propuesta de restitución de edificio”, *Espacio, Tiempo y Forma*, serie VII 25, 2012, 13-38.
- Walsch, D. (1980): “Measurement and Proportion at Bordesley Abbey”, *Gesta* 19.2, 109-113.

