



Master Oficial en Conservación de Patrimonio Arquitectónico |

Análisis constructivo y estructural de la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción de Monreal de Ariza - Zaragoza

Alumno: Sindy Charry Gónima | Tutor: Adolfo Alonso Durá | Septiembre 2015



MASTER OFICIAL EN
CONSERVACIÓN DEL
PATRIMONIO ARQ.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

« El valor mercantil de la arquitectura patrimonial ha desencadenado transformaciones integrales en edificios, en donde su esencia estaba íntimamente ligada a su principio mecánico, de ellos solo **reconocemos algunos rasgos formales sin ninguna coherencia**»¹

¹ – MAS-GUINDAL, Antonio, Mecánica de las Estructuras Antiguas, Madrid. 2011 pág 15

IGLESIA NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCION |

PRESENTACION

01_ OBJETIVOS

p. 03 - 04

02_ METODOLOGÍA

p. 05 - 06

03_ HISTORIA DE LA VILLA MONT – REAL

p. 07 - 08

04_ HISTORIA DEL CONJUNTO IGLESIA – CASTILLO

p. 09 - 10

05_ HISTORIA - EVOLUCION CONSTRUCTIVA

p.11 - 22

06_ PLANOS ESTADO ACTUAL

p. 23 – 35

07_ ANALISIS PROCESOS PATOLOGICOS

p. 36 - 43

08_ REPORTAJE FOTOGRÁFICO

p. 44 - 65

09_ CATÁLOGO FICHAS PATOLOGIAS

p. 66 - 80

10_ CATÁLOGO DE FICHAS PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

p. 81 - 99

11_ RESISTENCIA DE MATERIALES

p. 100 – 101

12_ ANALISIS ESTRUCTURAL

p. 102 - 119

13_ CONCLUSIONES

p. 120 – 121

14_ CRITERIOS DE INTERVENCIÓN

p. 122 - 127

FUENTES DOCUMENTALES

p.128 - 129

| OBJETIVOS | METODOLOGIA |

Objetivos Generales

La arquitectura refleja las costumbres, estilos y formas de vida de las sociedades a lo largo del tiempo; esta parte perceptible de nuestro pasado es necesario salvaguardarla para no perder la memoria colectiva como pueblo, en este caso manifiesto, es en una arquitectura religiosa monumental que a través de los siglos ha sido cambiante hasta el punto en que hoy en día se encuentra en el más profundo olvido y abandono.

Debido a la cantidad innumerable de transformaciones y adiciones que ha tenido la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción, adecuándola a necesidades defensivas y a los gustos cambiantes de cada época, actualmente se pueden observar su distorsión formal como la pérdida de su función, gracias al inexistente mantenimiento y a la indiferencia de la gente del pueblo.

Es necesario realizar una recopilación de información y un análisis de datos para poder determinar los factores que actualmente amenazan la estabilidad de esta modesta estructura.

El objeto de este trabajo es analizar desde el punto de vista estructural y formal el paso del tiempo y las huellas que han dejado en el edificio, para de esta forma poder desarrollar unos criterios de intervención que en un futuro sirvan de base para plantear una intervención que le devuelva su integridad y por consiguiente la función que ha perdido.

Los métodos gráficos de cálculo siempre han sido un camino claro y acotado de estudio y análisis de estructuras de fábrica, la posibilidad hoy en día de utilizar el ordenador como potente herramienta de representación gráfica, ha abierto nuevas vías a estos métodos gráficos, de modo que no solo se obtiene una exactitud matemática, sino que se gana en rapidez y en posibilidades de abordar un análisis complejo.

Para cumplir este objetivo y valorar los daños, es necesaria la utilización de instrumentos gráficos que permitan plasmar no solo los cambios formales del edificio, sino también su geometría, densidades de los materiales, etc. Así que como herramienta de trabajo principal, se empleará el Programa de Estática Gráfica BOVEDAS 3D en interfáz AutoCAD y para el cálculo la aplicación se empleará el

Programa ANGLE_2015 Programa de Análisis Estructural con elementos finitos, desarrollados ambos por el Profesor Adolfo Alonso Durá. Por medio de los cuales, se desarrollará un modelo tridimensional formado por elementos sólidos que permitirá obtener un análisis de distribución de esfuerzos y tensiones junto con un modelo de daño de los materiales y la estructura, el cual dejará conocer la relación causa – efecto del deterioro observado en la realidad.

Esto, confrontado con las inspecciones realizadas de visu pretende aportar una conclusión acertada sobre los problemas que tienen al edificio en estado de ruina inminente.

Objetivos Particulares

Elaboración de un levantamiento gráfico digital a partir de los planos de un proyecto realizado en 1997 por los arquitectos Luis Fernández Ramírez y Teófilo Martín Saenz de TRAMA Arquitectos.

Elaboración de un análisis identificativo y descriptivo de todos los procesos patológicos que afectan al edificio y sus posibles causas.

Representación gráfica de la información recopilada sobre planos con el objeto de poder relacionar la localización de los daños vitos con la ubicación de los diversos elementos estructurales y de la obra gruesa.

Investigar las modificaciones distributivas o volumétricas en forma de adiciones en altura o ampliaciones en planta realizadas a lo largo del tiempo, puesto que ello permite alcanzar una comprensión global y unitaria de la construcción, lo cual resulta de especial interés tratándose de edificios antiguos o históricos.

Realización de unas fichas que recojan el conjunto de los procesos patológicos existentes para que a partir de la confrontación de los datos obtenidos en el modelo de cálculo con estas fichas, establecer en la realidad una comparación, para dar una explicación correcta y completa de los procesos patológicos que afectan el edificio.

Análisis del modelo de daño que se obtendrá por medio del cálculo de elementos finitos.

Establecer unas conclusiones a partir del análisis en el que interactúen los resultados del modelo y los daños provocados por procesos patológicos externos que permitan extraer la solución para la elaboración de unos criterios de intervención que son los que se convertirán en la base de una futura intervención.

La metodología se plantea mediante una serie de actuaciones que permitan garantizar la obtención de datos claves para la interpretación de las patologías que afectan actualmente el edificio en estudio y el análisis del modelo de daños.

- ⊖ **Levantamiento gráfico** a partir de los planos aportados por Joaquín Soro López, Arquitecto redactor del Plan Director para la Iglesia en el año 2009, completado con antiguos planos del proyecto presentado en 1990 por el Arquitecto (Q.E.P.D) Miguel Ángel Bordejé, facilitados por el Arqueólogo del proyecto D. Javier Ibáñez.

- ⊖ **Análisis de información** técnica aportada por el Arqueólogo del proyecto, dentro de la que se encuentra un estudio geotécnico, un informe petrológico, presupuestos, planos de estado actual y las propuestas de varios arquitectos en los años 1990, 1997 y 2009 para la rehabilitación del edificio.

- ⊖ **Conocimiento formal** del objeto de estudio, historia de la villa y de la curiosa conformación del Castillo-Iglesia, mediante el estudio de fuentes directas, documentos aportados por el Historiador del Proyecto D. José Francisco Casabona y paginas web relacionadas con el tema.

- ⊖ **Visitas de inspección** que permitan contrastar toda la información suministrada, comprobación de medidas y recopilación de documentación gráfica.

- ⊖ **Toma de datos** para la confección de un catálogo de fichas que recojan todos los procesos patológicos a los que se encuentra sometido el edificio, dividiendo las alteraciones en dos grandes grupos: Problemas estructurales y problemas derivados de la falta de mantenimiento, en este último se pretende hacer una división entre lesiones constructivas y lesiones biológicas, que afectan tanto el interior como el exterior de la iglesia . En resumen se trata de clasificar las lesiones dentro de los grupos y posteriormente identificar las alteraciones, localizarlas en planos y aclarar las posibles causas.

- ⊖ **Realización del modelo** tridimensional por medio de la herramienta **BOVEDAS 3D**
- ⊖ **Cálculo del modelo** por medio de la herramienta **ANGLE_2015**

- ⊖ **Análisis del modelo estructural** y de los resultados arrojados para establecer la relación entre los patrones de daño obtenidos y los procesos de deterioro actuales.

- ⊖ **Conclusiones** del estudio realizado

- ⊖ **Criterios de Intervención** para la rehabilitación estructural y formal del edificio.



| HISTORIA |

La Villa de Monreal se encuentra en el Sistema Ibérico, en el valle del río Jalón, limita al este con la Provincia de Soria, a 138km de Zaragoza y actualmente pertenece a la Comunidad de Calatayud, su emplazamiento y configuración urbana solo puede ser consecuencia del proceso de la reconquista cristiana de Alfonso I «El Batallador» el cual sobre 1118 configura los límites del reino de Aragón en los valles del Jalón.

A partir de las disposiciones de las fronteras del reino, Monreal queda como punto fronterizo de carácter militar frente al amenazante poder almorávide y del vecino reino de Castilla, con el que posteriormente se tienen diversos enfrentamientos por desavenencias políticas y personales entre el Rey Alfonso I y su esposa Urraca hija del Rey Leonés Alfonso VI.

Las referencias a las inmediaciones de Monreal son previas a la Edad Media, ya que era un lugar de paso obligado hacia la meseta castellana utilizado siglos antes, teniendo en cuenta que a tan solo tres kilómetros al oeste de Monreal se encuentra el singular yacimiento de la ciudad romana de Arcóbriga.

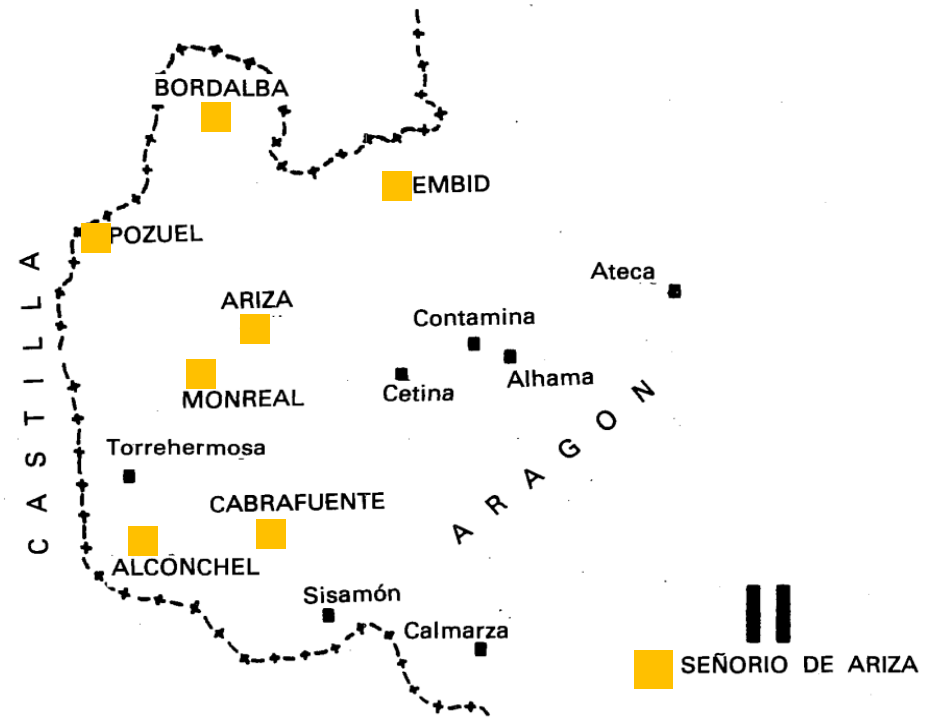
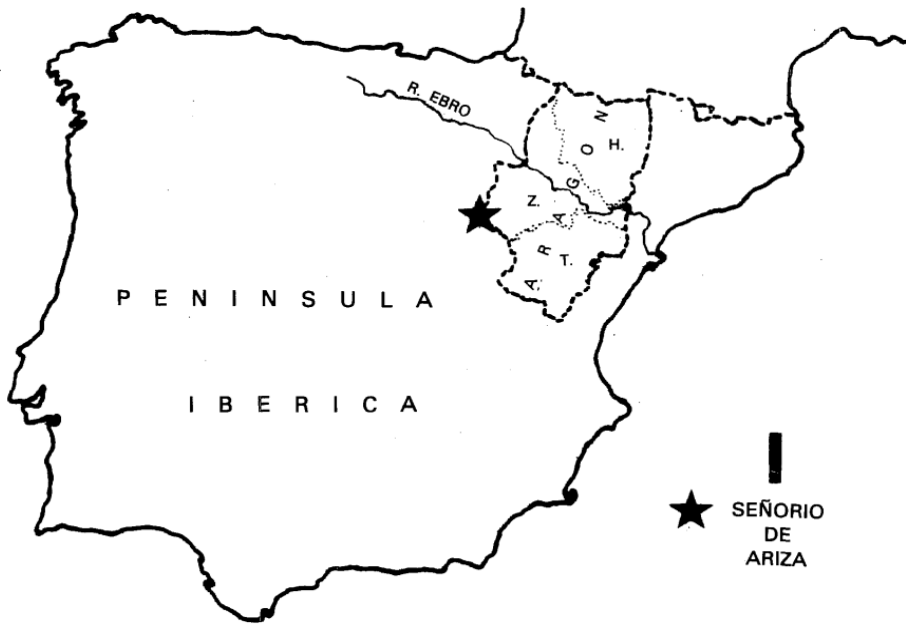
Sin embargo Monreal como tal, vinculada a Ariza se encuentra documentada desde el periodo islámico ya que forma parte de un conjunto de aldeas fronterizas (Alconchel, Pozuel, Bordalba, Embid, Cabrafuente) pertenecientes al patrimonio real.

No obstante en 1381 pese a innumerables promesas por mantener en el realengo a Ariza y sus aldeas, por ser lugar estratégico de defensa del reino frente a posibles incursiones castellanas, Pedro IV de Aragón vende la villa y sus aldeas a su alférez Gillén de Palafox que era Señor de la baronía del mismo nombre (Palafols en Cataluña) por 30,000 libras barcelonesas² estableciendo así sus condiciones de acuerdo con las constituciones de Cataluña.

De esta forma todos los repobladores francos y mozárabes de Al-Andalus que llegaron a la villa a partir de las rápidas conquistas del Rey Alfonso I, cuando el joven reino no podía abastecerse tan rápidamente de hombres y mujeres que poblaran y que asegurasen las nuevas plazas tomadas, y a los que el Rey Alfonso I les concede fueros muy ventajosos, les fueron reprimidos durante el Señorío de Palafox llegando a tomar forma la opresión señorial, de esta manera se vieron obligados a prestar sus servicios personales y económicos a lo que les cedían su propia tierra en usufructo o servidumbre

Por lo que la villa a pesar de los conflictos señoriales, las revueltas y los alzamientos de los campesinos abrumados, crece y vive en unas condiciones feudales desde 1381 hasta finales del S XIX cuando las Cortes disponen la supresión de vinculaciones y prestaciones que denotaban señorío y vasallaje.

2 - REDONDO VEINTIMILLAS, G. SARASA SANCHEZ, E. 1988. «El Señorío de Ariza de la familia Palafox y la sentencia de celada» Recuperado desde <http://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/15/86/2redondo.pdf>



3 - Las imágenes utilizadas en este capítulo pertenecen REDONDO VEINTIMILLAS, G. SARASA SANCHEZ, E. 1988. «El Señorío de Ariza de la familia Palafox y la sentencia de celada» Recuperado desde <http://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/15/86/2redondo.pdf>

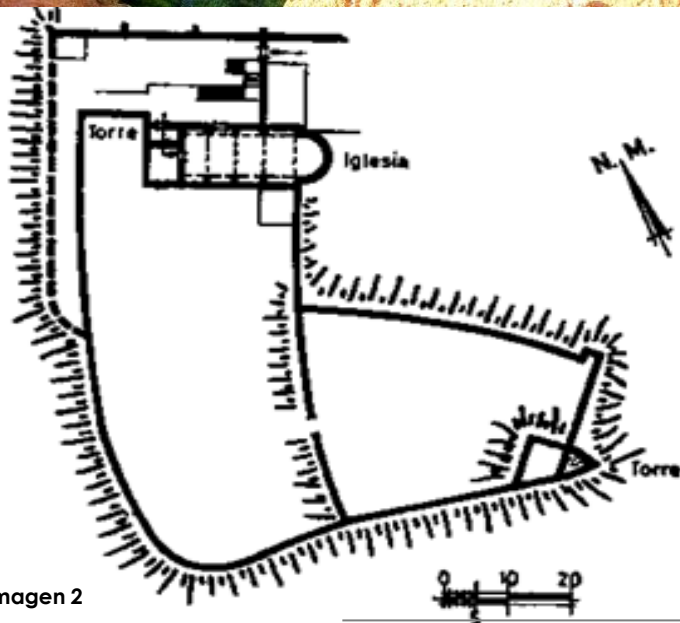


Imagen 2

El emplazamiento de carácter fronterizo de Monreal de Ariza, explica las características de la fortificación del asentamiento fundado en 1128 «convirtiéndose en la principal fortaleza defensiva del reino de Aragón en el valle del Jalón»⁴. Lo que hoy en día se aprecia en ruinas, debió alojar a la totalidad de la población en la época medieval.

En la zona de Aragón se proliferó durante los siglos XI – XIII una organización típicamente cristiana, particularmente en la época románica, de conjuntos religiosos – militares en ciudades fronterizas.

En este caso específico, se trata de un castillo que domina la altura de una plataforma rocosa y su iglesia castrense que se halla al sur del mismo, formando de esta manera su ábside parte del lado este de la muralla del castillo.⁵ (Foto1)

El castillo es una especie de ciudadela de gran extensión, un conjunto poco coherente por la gran diversidad de materiales, su planta es muy irregular, (Imagen 2) mide unos 100m de eje máximo. Sus largos paños son de tierra apisonada sobre base de piedras, casi se confunden con el cerro por su similar color rojopardo.

El sistema constructivo recuerda al empleado por los árabes en sus edificaciones defensivas.(Foto 3) Se puede deducir que esta forma de trabajar la tierra la traen a la villa los pobladores provenientes de Al-Andalus cuando el Rey Alfonso I les concede ventajas a aquellos que repueblen sus territorios conquistados.

GUITART, 1976, señala la existencia de cuatro recintos escalonados adaptados a la topografía del terreno,

4.- Cita recuperada desde <http://www.patrimonioculturaldearagon.es/bienes-culturales/castillo-de-mont-regal>

5 - Recuperado desde http://www.enciclopedia-aragonesa.com/voz.asp?voz_id=3418

Foto 1 – Archivo personal

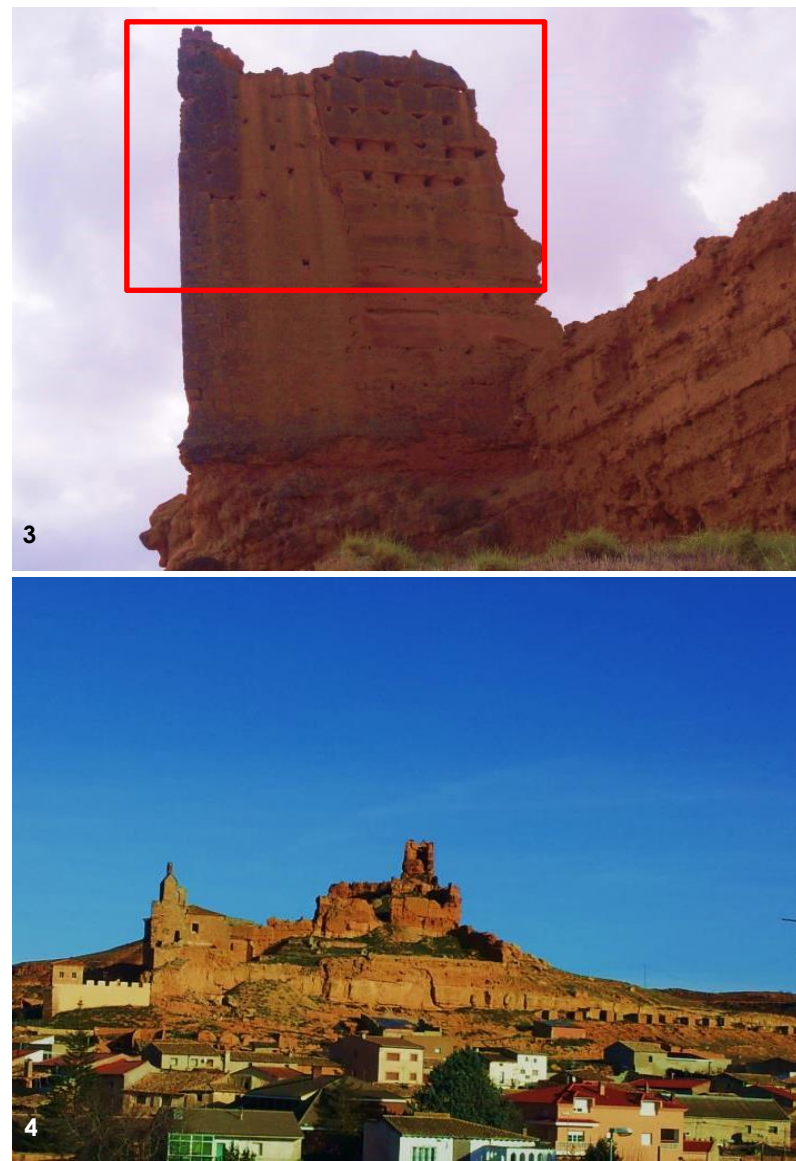
Imagen 2 - GUITART, C. Castillos de Aragón, 1976, p.100 T-II

El castillo, la iglesia, el espacio del antiguo cementerio y los accesos y muralla. Este autor señala que el castillo debió cobijar a toda la población medieval en donde el templo románico y torre defensiva servían de refuerzo en uno de los puntos más suaves de la topografía del conjunto.

Afirma también que en un período posterior se debió reorganizar el recinto que se extiende hoy en día bajo la iglesia, cerrado con un sistema de murallas con almenas perforadas, ya que conforme iba perdiendo importancia militar pasó a tener un carácter de plaza en la que se alojó en 1669 la ermita de San Pascual (actualmente en ruinas debido al desprendimiento de parte de la muralla), la cual se convierte en el acceso a la iglesia mediante una serie de escalinatas que conducen a la torre – puerta.

Con el paso del tiempo este espacio se convirtió en un escenario urbano más, una vez que la parte superior fue abandonada y la población bajó a buscar un asentamiento más cómodo en el llano. (Foto 4)

La iglesia, de origen románico, pieza objeto de este estudio, fue parroquial hasta hace pocos años, lo cual ha tenido como consecuencia el abandono de esta y lo que dignifica su adusta fortaleza, ya que nada tendría de particular si estuviera al norte del Ebro, pero si en la cuenca del Jalón donde escasea dicho estilo.



Las imágenes utilizadas en este capítulo pertenecen
Foto 3 – Archivo personal
Foto 4 – Archivo personal

Arquitectura Románica

El estilo de arte románico se introduce a través del Camino de Santiago junto con las peregrinaciones. Se convierte en «*una arquitectura elegante y robusta para resistir el paso del tiempo*»⁶ y que actualmente se conserva prácticamente igual que cuando fue construida.

Como afirman diversos textos sobre el estilo de arte románico, es de carácter religioso, de creación monástica (monasterios y conventos). Su elemento constructivo emblema fueron las iglesias, las cuales debían expresar el ideal de austeridad y recogimiento por lo que los interiores debían ser oscuros con luz tamizada.

Desde el punto de vista técnico fue una arquitectura de arco y bóveda al ser estos unos elementos funcionales básicos ya empleados en la arquitectura romana. Como regla general debía tener una apariencia pesada y robusta gracias a sus muros macizos que debían soportar los enormes pesos de las bóvedas. El principio de sustentación es estático pues desafía a la masa con respecto al peso. Presenta un exterior sobrio de muros lisos con pequeñas aperturas (ventanas – saeteras) para evitar la alteración de su resistencia e interrumpidos únicamente por los elementos de refuerzo que van incorporados a la estructura tales como los contrafuertes.

Durante tres siglos se concentraron todos los esfuerzos en construir templos perdurables siguiendo un continuo proceso evolutivo de perfeccionamiento de los problemas de solidez, altura y de entrada de luz.

6.- Cita recuperada desde <http://www.arteguias.com>

Arquitectura Románica Comarcal

Tras el incesante devenir en las formas de pensamiento de las culturas y en las formas de acercamiento a Dios, la inevitable transformación de las iglesias en los siglos bajomedievales, sobre todo en el S XIV y en los momentos de más auge de los estilos Renacentista y Barroco hicieron desaparecer los edificios más antiguos no solo románicos sino también islámicos.

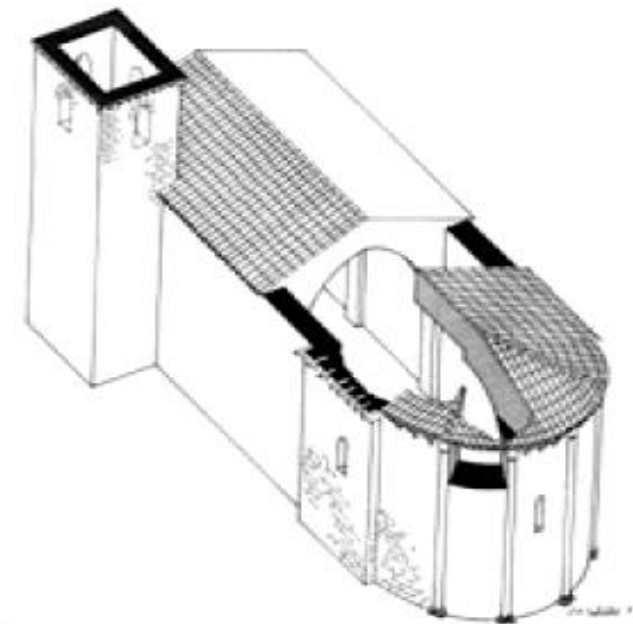
A pesar de ello, son varias las iglesias más o menos completas que han llegado hasta nuestros días, representando en su conjunto volumétrico una considerable cantidad de características de aquella manifestación artística. Entre estas en la zona de Aragón, se encuentran: **El Templo de Bijuesca, Embid de Ariza y Berdejo.**

El tipo de iglesia descrita, presenta por el exterior la triple volumetría: el prisma alargado de la nave, el del presbiterio, más corto y estrecho, y por último la cabecera semicircular, las cubiertas las resuelven con tejados a dos aguas.

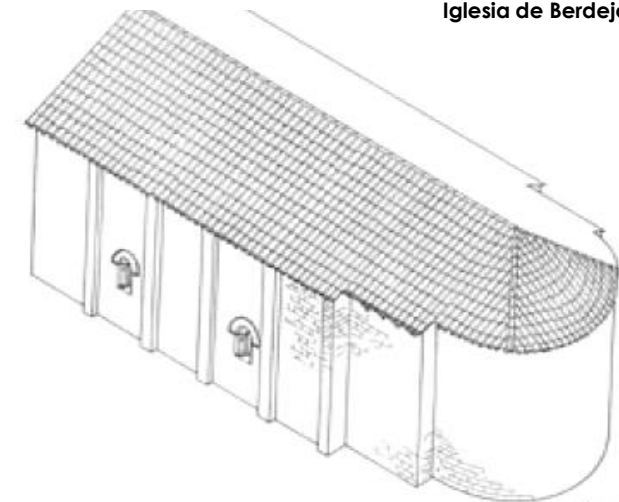
Los materiales que se aprecian son los propios del terreno, con predominio del tapial y sillería en vanos, arcos, capiteles, fustes y esquinazos. El interior muestra un único espacio que converge en el ábside, la nave, sin apenas vanos de iluminación, salvo escasas excepciones, se cubre con estructura de vigas de madera, no obstante algunas tienen el presbiterio con bóveda de cañón y el ábside con cuarto de esfera u horno. El vano absidal presenta una simple ventanita rasgada por la que entra el sol matutino.

Otra tipología presente es la de sala con arcos diafragma y cabecera semicircular como la Iglesia de Berdejo.

El templo de Monreal comparte evidentes similitudes con las tipologías del románico de la Comarca de Calatayud, haciéndose evidente el parecido con la fachada y el ábside de la iglesia de Bijuesca.



Iglesia de Berdejo



Iglesia de Bijuesca

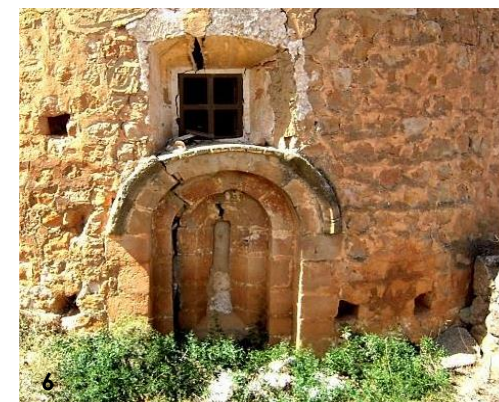
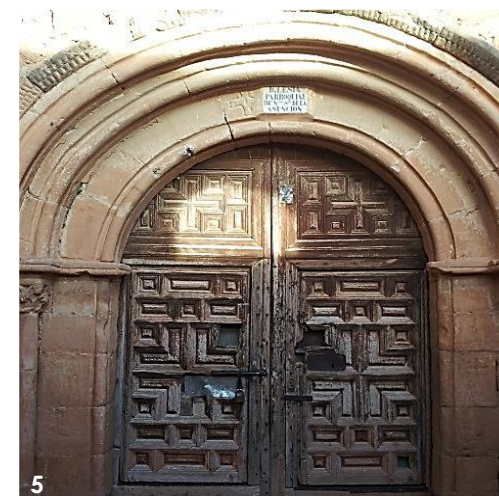
La Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción

Se edificó como «templo parroquial» del castillo, se trata de una iglesia originariamente románica de nave única y de gran tamaño **23m x 9m** con capillas laterales entre contrafuertes, está orientada canónicamente hacia el este, tiene un ábside semicircular realizado en mampostería y sillares en las zonas de remate y que además forma parte de la muralla este del castillo. Tiene evidentes elementos del periodo románico como la portada de tres arquivoltas y medio punto, con decoración figurada en sus capiteles, ventanas con aspillero y decoración en puntas de diamante. (Fotos 5,6,7). Y también un pórtico en la entrada que conformaría el exonártex, del que solo quedan las marcas de las vigas que se empotrarían en el muro.

La planta coincide con las típicas de este periodo, los muros son robustos, propios de este estilo, se desconoce si estuvo cubierta con la típica bóveda de cañón o con una cubierta de madera, pero según afirma el estudio petrológico realizado por D. Cristina Marín en el año 2009 para el Plan Director que se presentó ese año, esto solo podrá constatarse con la información que aporte la arqueología mural, así como el cálculo de la potencia de los contrafuertes, sin embargo en función de la cronología del edificio y la similitud con otros realizados en la comarca en la misma época, se puede apostar por una cubierta de madera a dos aguas. (ESTABLES 2005 pág 175)

Por sus características y dimensiones, el edificio se percibe como una iglesia parroquial del momento, comparable a las del románico «clásico» propio de la zona de Aragón en esta época, por lo tanto partiendo de la hipótesis inicial de un recinto - población, la iglesia sería desde sus inicios un templo parroquial y no una capilla castral, afirmación que ha tomando como único argumento su localización, según establece (RUBIO SEMPER 1980 pag 110).

Con respecto al nivel de conservación de la obra medieval, se debe hacer énfasis en este apartado en la reforma de la primera mitad del S XVII con la elevación de la cubierta, en la que se altera también las alturas originales de los muros perimetrales del edificio.





El interior sufrió una remodelación tan drástica que no se conserva hoy en día prácticamente ningún elemento románico, salvo la pila bautismal y los descritos anteriormente.

Formalmente estuvo sometido a un cambio importante al eliminar todo el sistema de cubiertas para recrear la nave, afectando también la zona del ábside y el trazado de los muros laterales para albergar las capillas aprovechando la disposición de los contrafuertes y el reparto de los tramos del templo románico. Actualmente se puede apreciar en la zona del ábside restos de molduras procedentes del edificio medieval conservadas sobre la ventana del lado del evangelio (Foto 8). Esto posiblemente podría indicar la cota donde se situaban los remates de las cornisas románicas.

En cuanto a los elementos representativos que aún quedan en pie, la portada de acceso al templo está edificada en piedra arenisca, «Se compone de tres arquivoltas doveladas de medio punto, más ancha la interior. Decoran sus bordes con baquetón y las dos exteriores apean mediante ábaco corrido en capiteles historiados con sus respectivas columnillas y basas, por fuera, guardapolvo decorado con dos líneas de taqueado de jaqués de poco relieve, que en cada uno de sus arranques luce dos toscas caras esculpidas en relieve.

Los capiteles muestran un ciclo de serpientes entrelazadas en ademán de atacar a pequeñas caritas antropomorfas, representando probablemente los ataques del maligno hacia el hombre. Además de que en dos de los capiteles, este tema se repite a ambos lados del pórtico, en la jamba externa, contiguo a la serie de capiteles. este modelo se repite, de forma más tosca, en la cercana localidad de Embid de Ariza».⁷

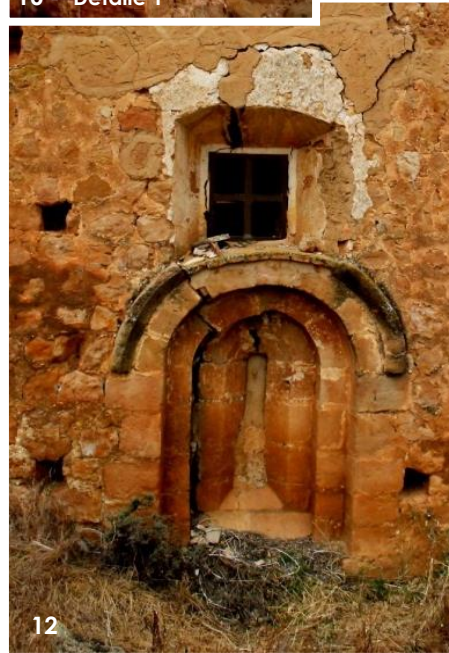
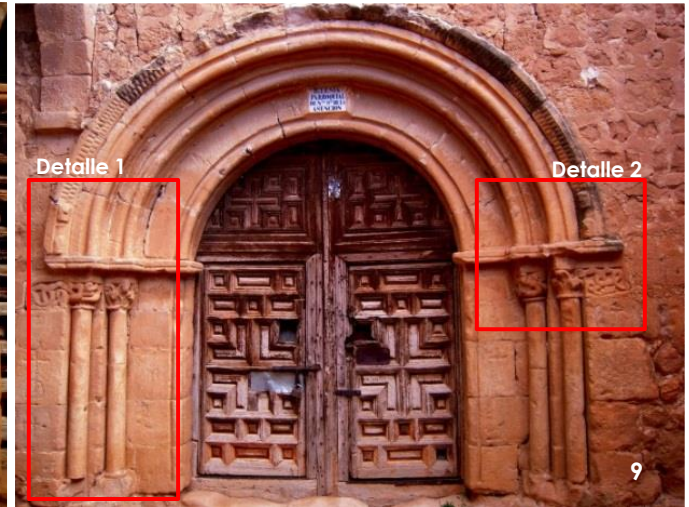
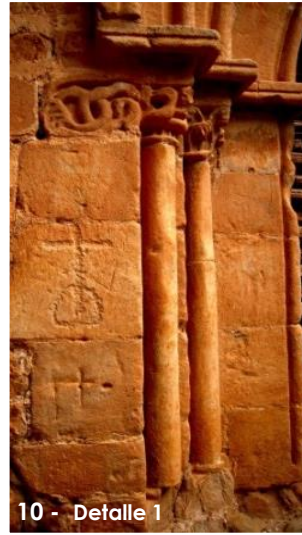
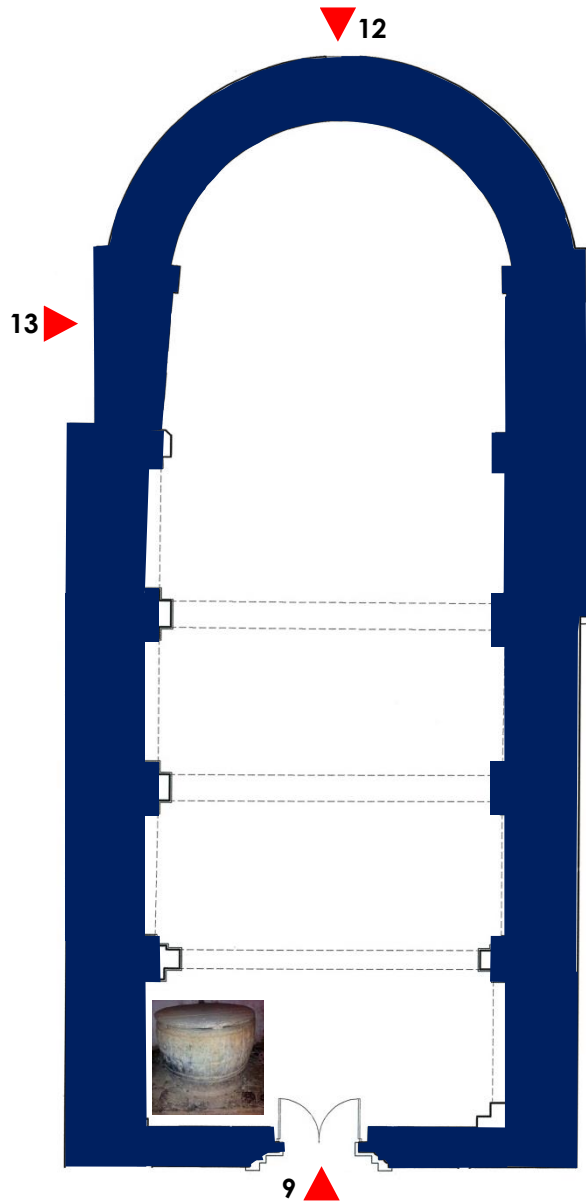
Las ventanas como ya se había mencionado antes son aspilleras, acabadas en medio punto y con decoración a base de puntas de diamante.

7.- Texto recuperado desde www.castillodeloarre.org/Zaragoza/990510-MonrealdeAriza1.htm

Foto 8 – Archivo personal



Hipótesis de Planta Iglesia en época románica | Los contrafuertes solo existirían si en lugar de cubierta de madera, hubiera sido una bóveda de cañón.



_ Templo Gótico y ¿Renacentista?

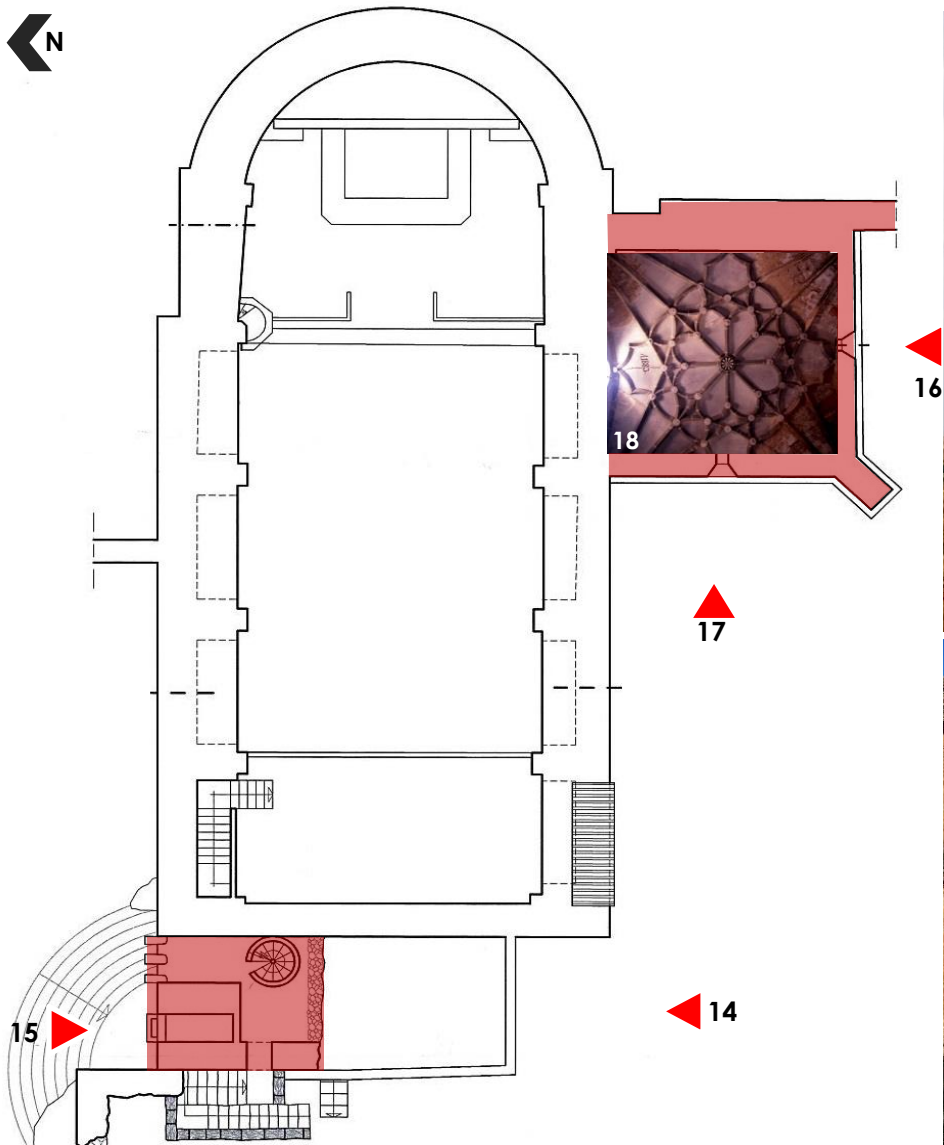
En este caso específico se puede pensar de que posiblemente a causa de las guerras con Castilla, se hubiera construido un elemento que relacionara físicamente el conjunto militar con el templo dado su carácter defensivo, se trata de la torre que da acceso a la iglesia, la cual fue aprovechada para la función de campanario. Por su estructura y características estéticas, se puede comparar con las torres mudéjares turolenses, las cuales en su interior formaban estancias abovedadas superpuestas entre las que discurrían unas escaleras, muy similar a la construida por la misma época en la Iglesia de Monreal. (CACHO et alii 1992 - pag 25)^(Foto 14-15)

Está ejecutada en buena sillería y a pesar de la desaparición de sus elementos formales, se puede intuir que data de la segunda mitad del S XIV en relación con otras obras góticas del momento en la zona, tales como la **Torre del Reloj de Miedes, el Castillo de Mesones, y Godojos.** ^(Fotos 19-20-21-22)

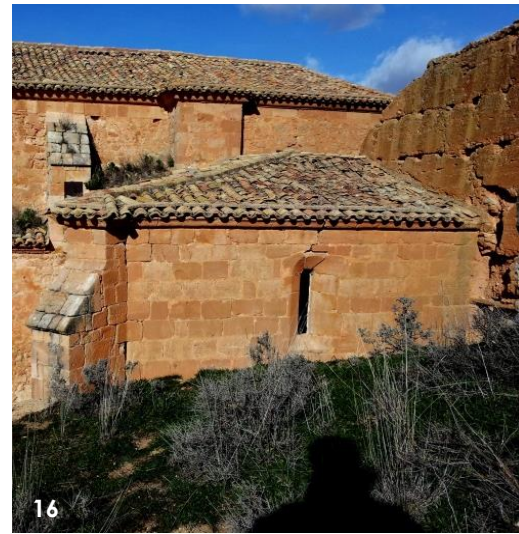
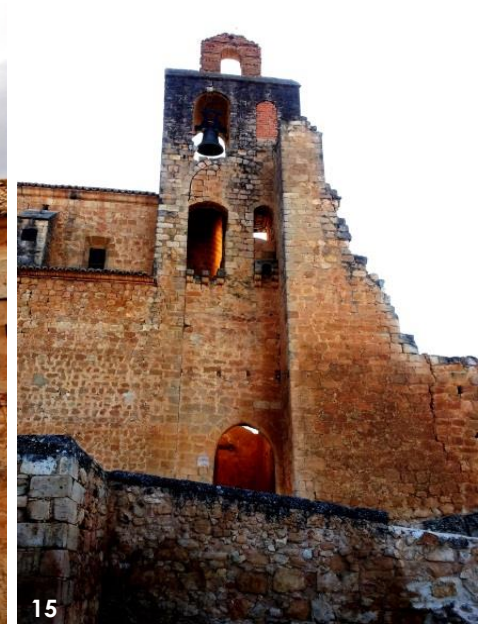
La solución que se adoptó, fue la habitual del momento: Un arco apuntado protegido por un sistema de matacanes para la defensa de la puerta, en este caso específico, no se sabe nada del remate original ya que ha sido muy modificado.

Por el interior se aprecia que la torre ha perdido su envolvente sur y la vista desde el castillo parece más la de una espadaña que la de un torreón defensivo, viéndose con claridad los daños que ha sufrido con el tiempo. De estos restos, se puede intuir la proyección de los elementos de la torre hacia el cuerpo de sillería casi totalmente destruido actualmente, pero que configura una posible «sala» dentro de la torre alineada con la iglesia con la que cerrarían la parte más accesible del recinto.

Completa el conjunto de reformas de esta época, la construcción de la sacristía de planta cuadrada del lado de la epístola ^(Foto 16-17) con bóvedas de crucería estrellada con terceletes, reparadas en 1883, según la inscripción que aparece en una de las bóvedas. ^(Foto 18) En la línea de cornisas, se aprecian algunos angelotes típicos del renacimiento, por lo que se puede deducir que durante este periodo, aunque poco, también fueron intervenidos ciertos elementos. Como referencia de trabajos realizados durante esta época está la bóveda de la Iglesia de **Santa María del Hortal** en Torrijo de la Cañada, con un claro ejemplo del gótico aragonés del 1500. ^(Fotos 23-24)



Planta Iglesia con reformas realizadas en S XIV





Castillo de Mesones de Isuela - Aragón, Fortaleza S XIV conjunto religioso – militar similar al de Monreal de Ariza (La iglesia forma parte del sistema de murallas)



Castillo Torre de los Señores, fortificación residencial de estilo gótico Godojos - Zaragoza



Bóvedas de crucería estrellada típica del gótico aragonés - Iglesia de Santa María del Hortal



Torre del Reloj Iglesia Miedes de Aragón S XIV



19-20 – Fotos tomadas de <http://www.redaragon.com>

21 - Foto tomada de <http://cultura.dpz.es/es/arte-en-la-provincia/castillos/torre-del-reloj-en-miedes/id/696>

22 – Foto tomada de <http://castillosespanyoles.blogspot.com.es/2013/10/castillo-de-godojos-zaragoza.html>

23-24 – Fotos tomadas de <http://www.aldeaglobal.net/alu510/castella/Arago/Nostra%20senyora%20hortal%20torrijo.htm>

_ La Iglesia y su reforma S XVII

Según afirma (RUBIO SEMPER 2005 pág 225) El siglo XVII es un siglo en el cual se van a reformar y a construir buen número de iglesias y ermitas en la Comunidad de Calatayud. Los proyectos de estas y su construcción correrá a cargo de los llamados "obreros de villa", en su mayoría vascos y que, normalmente, tenían su residencia en la ciudad de Calatayud.

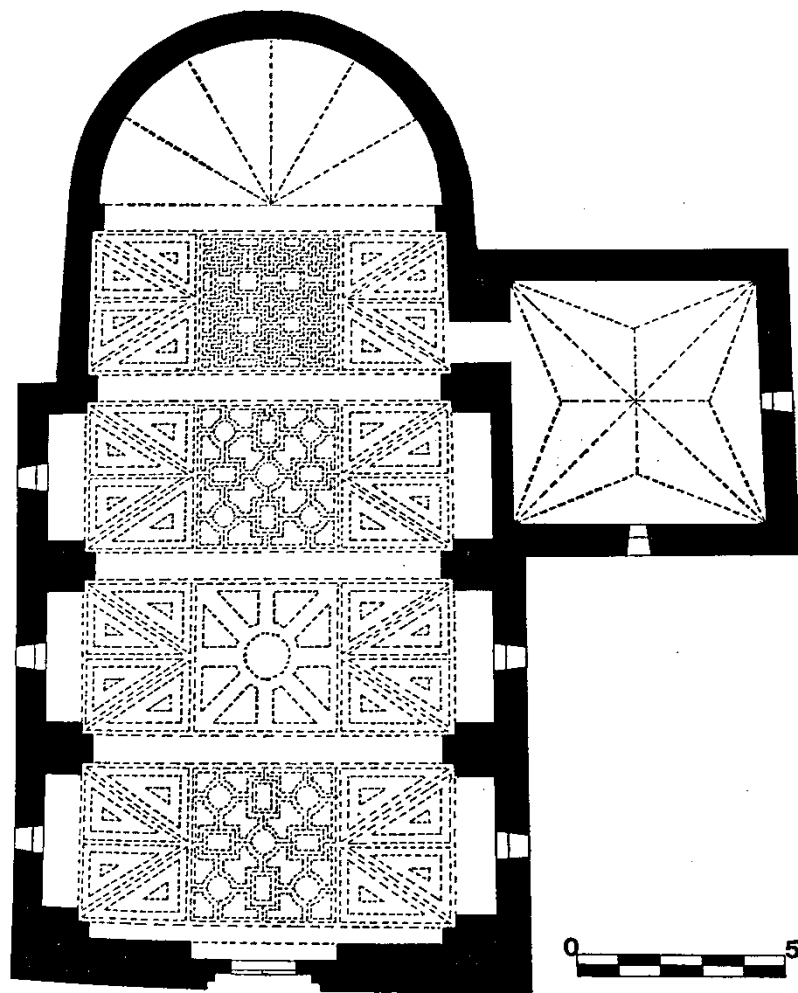
Se cree que las obras de reforma en la iglesia de Monreal de Ariza se comenzaron en 1619 con una tipología típica de transición entre la arquitectura del segundo renacimiento y el nuevo estilo barroco, adaptadas en muchas iglesias intervenidas por el Maestro Gaspar de Villaverde y Juan Segura como la Iglesia del Santo Sepulcro de Calatayud, el Convento de las Dominicas de Calatayud 1616 – 1625 y en la capilla del Santo Nombre de Jesús en 1617 entre muchas otras obras realizadas en la zona.

El trabajo de Villaverde y su equipo, se vincula con la arquitectura que va a proliferarse por el territorio aragonés tras el Concilio de Trento y la asimilación de los tratados, entre estos, el de Vignola. Este tratado poco aporta al trabajo en planta, más sin embargo si a la espectacularidad de los abovedados gracias a la riqueza de la volumetría de los yesos tallados y de los colores empleados.

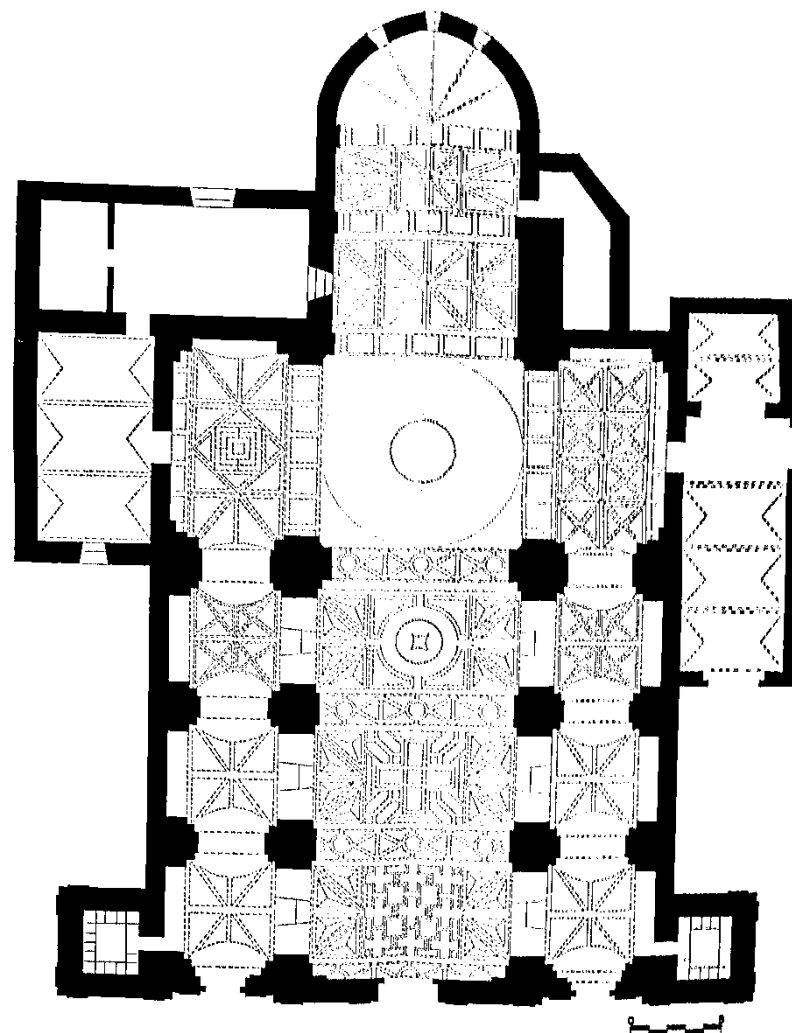
Por tanto, la reforma de la iglesia consiste en dotar a la nave de una mayor altura mediante un sistema de bóvedas a base de doble hoja de ladrillo, con lunetos (bóvedas secundarias en forma de media luna intersectadas en la bóveda central para salvar la entrada de luz en los muros perimetrales) completamente enlucidas y decoradas con motivos de tradición manierista, con una exageración de texturas y almohadillados propias de este estilo derivados de la obra de Serlio que a partir de 1552 se difundió por toda Europa. Su aspecto es de gran parecido con la decoración del intradós de la bóveda de la iglesia del Santo Sepulcro de Calatayud que se ejecutó años antes por el mismo maestro de obra. La decoración de las bóvedas se completó con la pintura del resto de los paramentos, logrando así un espacio acorde a los requerimientos artísticos de ese momento.

La decoración de los muros se realizó con un arquivado liso, un friso dividido en tres bandas y una cornisa, también con decoración pictórica de carácter geométrico.

El edificio resultante de la reforma ofrecía entonces un carácter unitario de obra nueva con una concepción espacial muy distinta a la del templo medieval, es justo en este momento, cuando se comienza el proceso de dotación de las capillas con retablos e imaginería religiosa propia de este nuevo estilo y se da origen al coro.



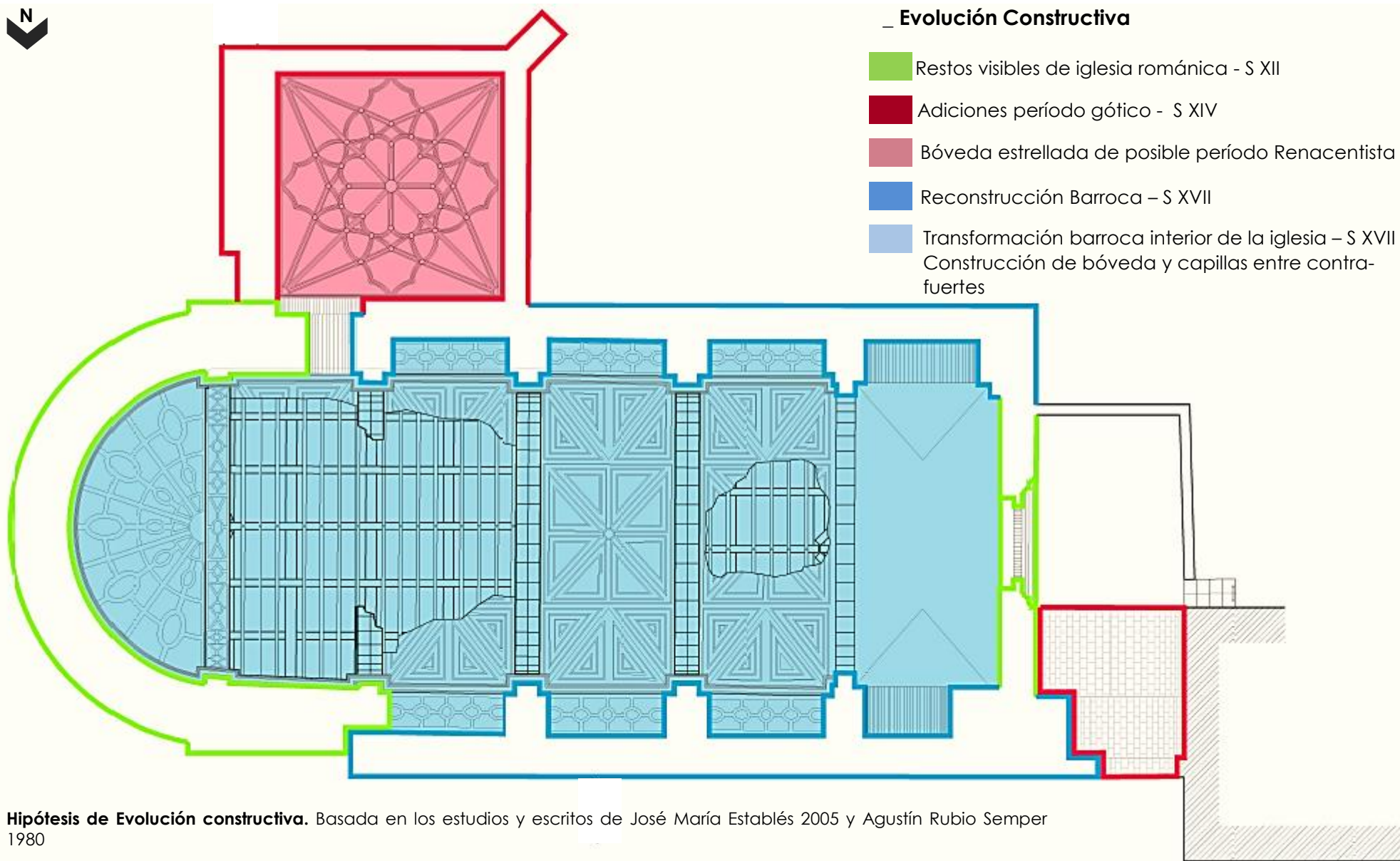
Planta de la reforma de las bóvedas de la Iglesia de Monreal de Ariza, tal y como fue proyectada en S XVII



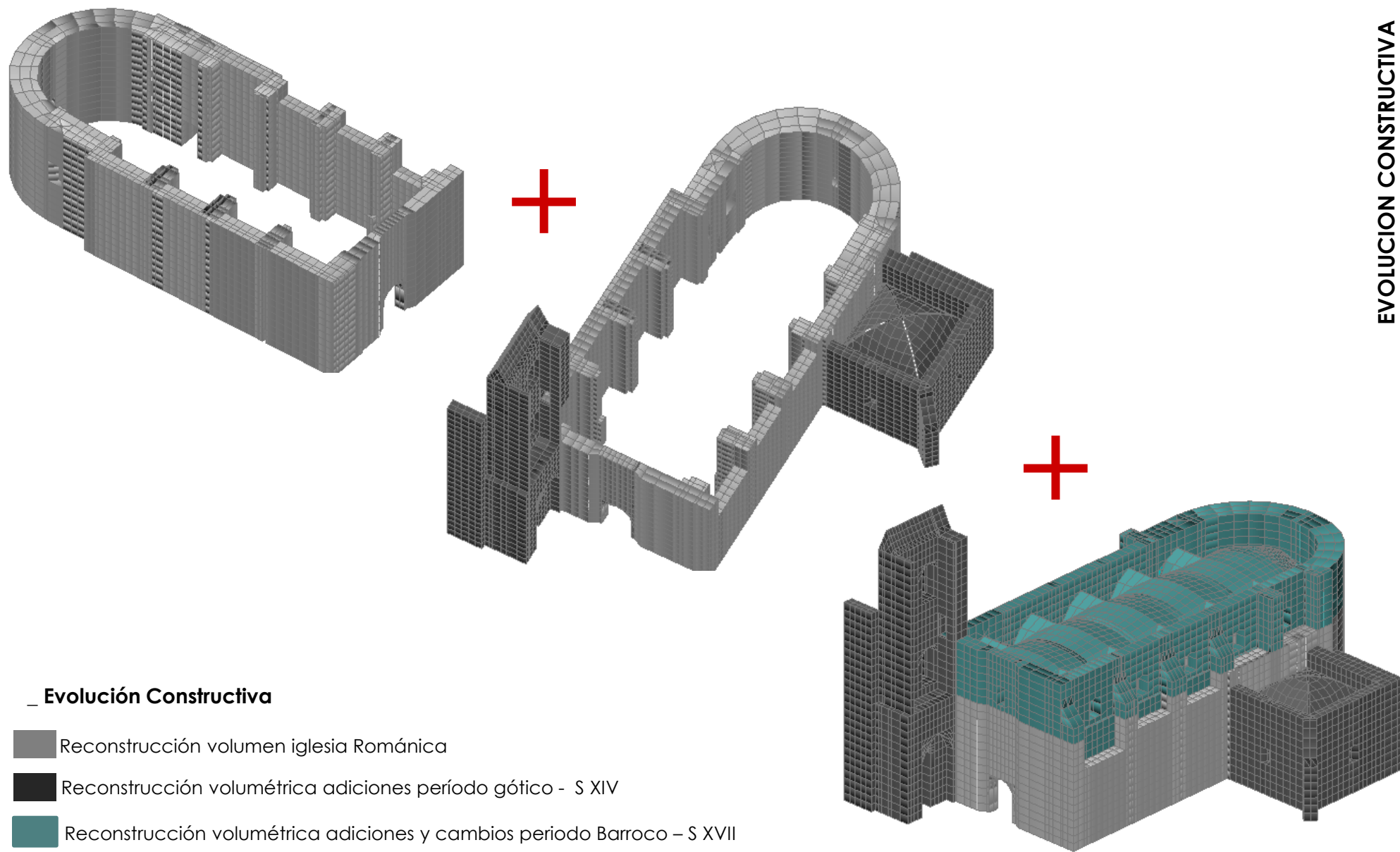
Planta de las bóvedas de la Iglesia del Santo Sepulcro de Calatayud ampliación construida entre 1605 y 1610.

Planta Reforma bóvedas Iglesia Monreal – Imagen tomada de CACHO et alii «Inventario Invertebrado de la Parroquia de Nuestra Señora de la Asunción de Monreal de Ariza. Zaragoza. 1992. Tercer Encuentro de Estudios Bilibilitanos.

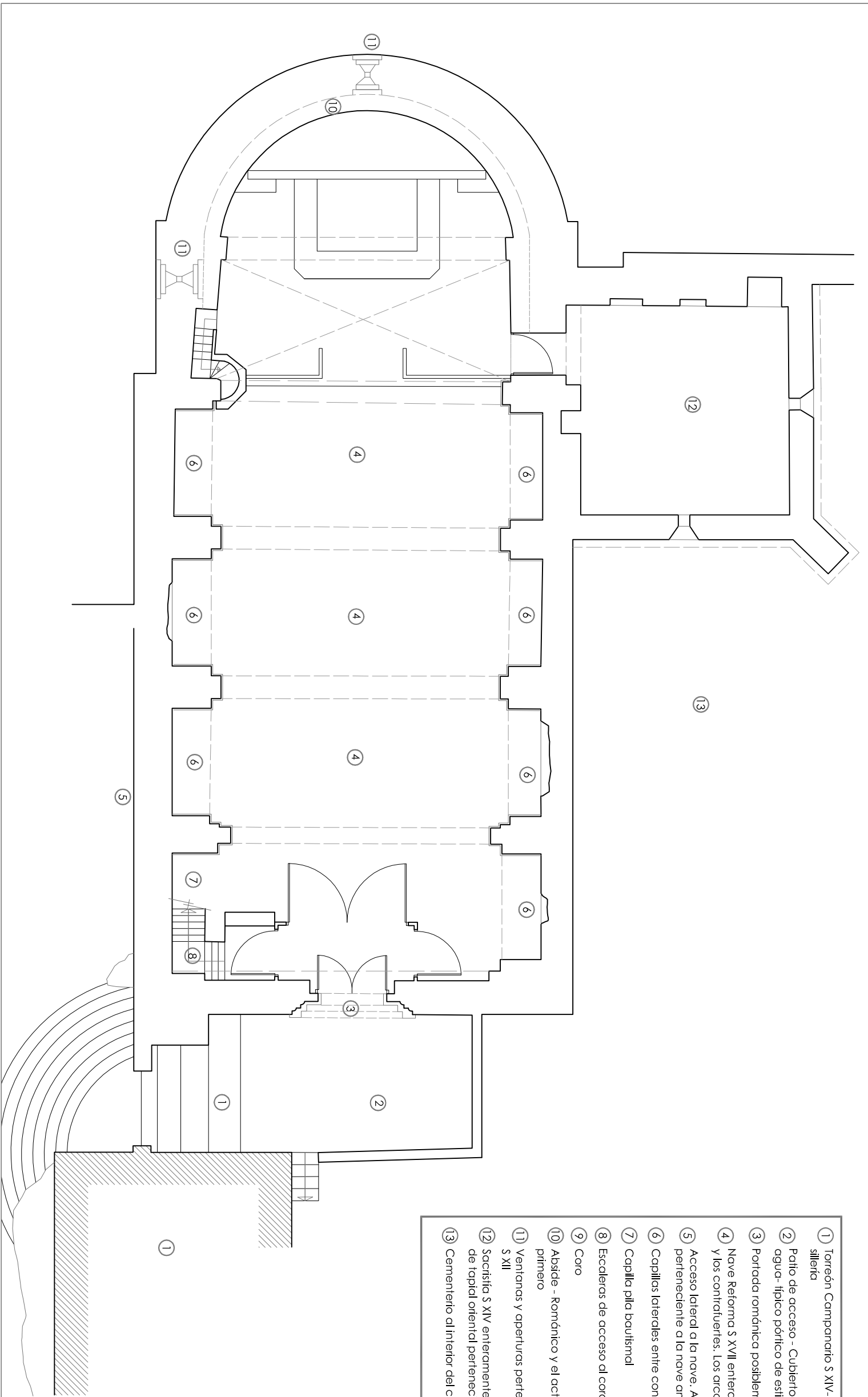
Planta bóvedas Iglesia Santo Sepulcro – Imagen tomada de RUBIO SEMPER.A. Estudio documental de las Artes de la Comunidad de Calatayud durante el S XVII. 1980



Hipótesis de Evolución constructiva. Basada en los estudios y escritos de José María Establés 2005 y Agustín Rubio Semper 1980

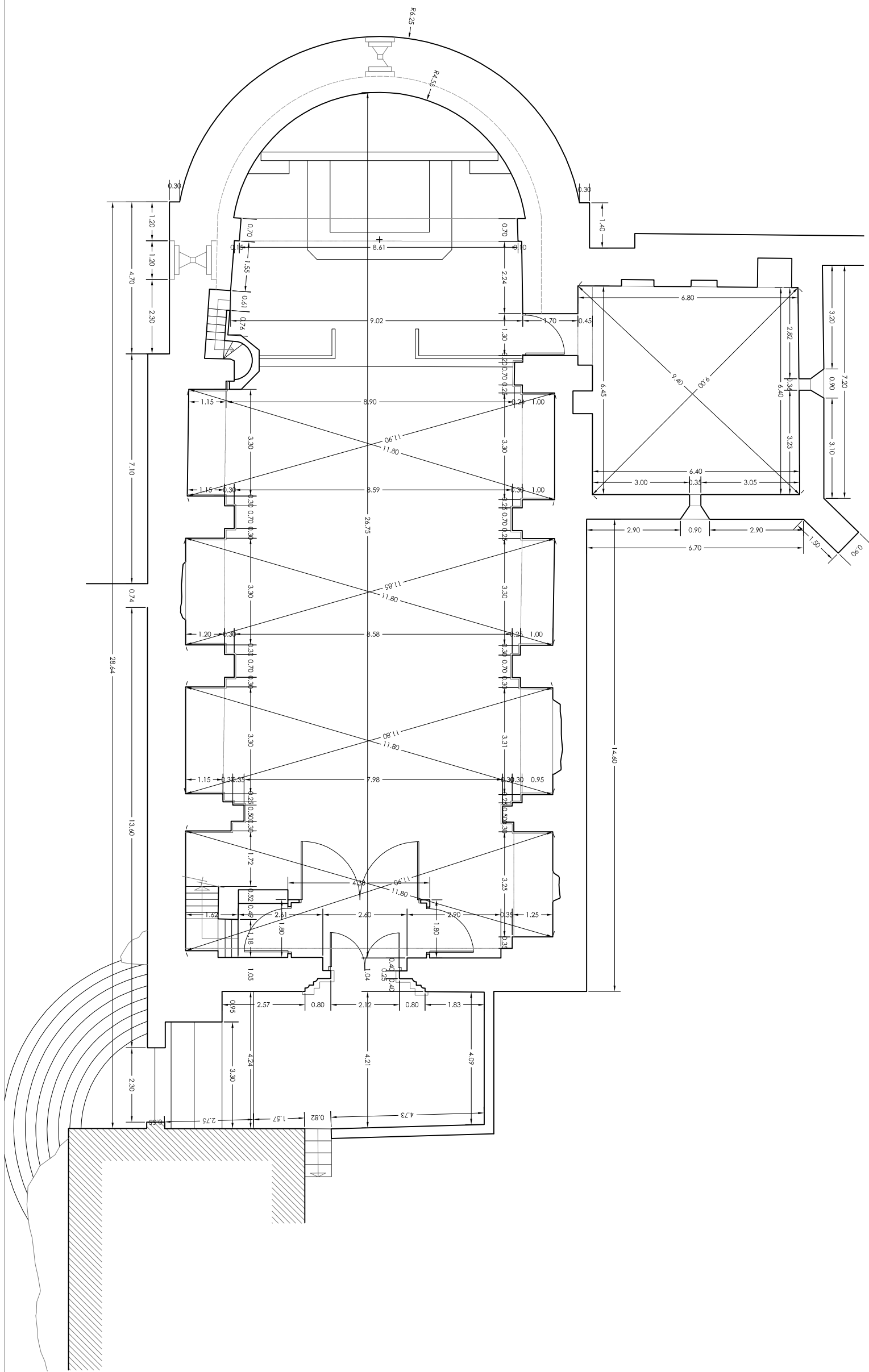


| PLANOS ESTADO ACTUAL |

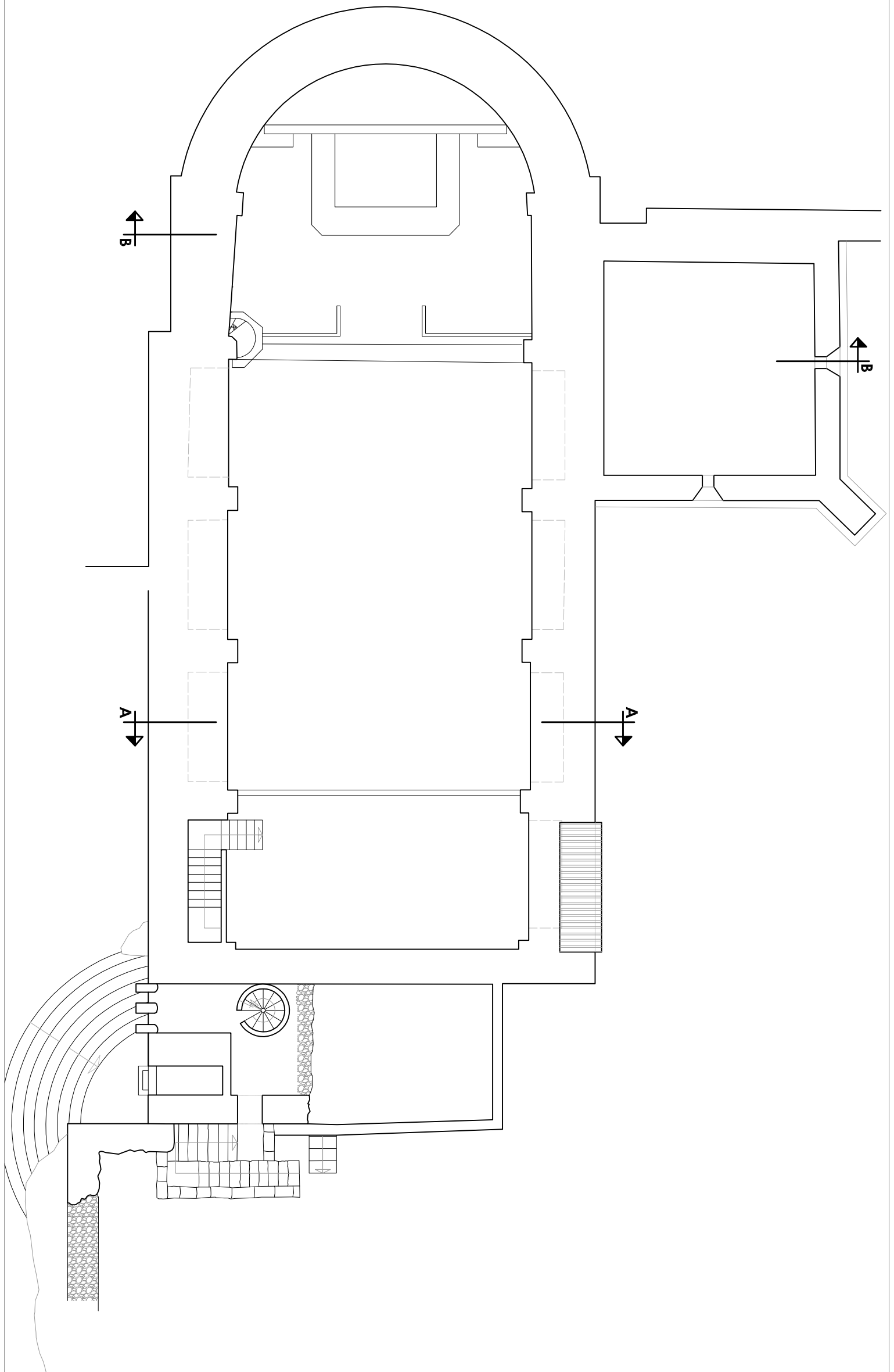


- ① Torreón Campanario S XIV- Restos de edificio anexo en fábrica de sillería
- ② Patio de acceso - Cubierto antiguamente con cubierta de una sola agua- típico pórtico de estilo románico
- ③ Portada románica posiblemente S XII
- ④ Nave Reforma S XVII enteramente en mampostería, excepto la cornisa y los contrafuertes. Los arcos son de sillería
- ⑤ Acceso lateral a la nave. Actualmente cegado, posiblemente perteneciente a la nave anterior
- ⑥ Capillas laterales entre contrafuertes
- ⑦ Capilla pila bautismal
- ⑧ Escaleras de acceso al coro
- ⑨ Coro
- ⑩ Absida - Románico y el actual, levantado en mampostería sobre el primitivo
- ⑪ Ventanos y aperturas pertenecientes al primitivo templo románico S XII
- ⑫ Sacristía S XIV enteramente en fábrica de sillería a excepción del muro de fachada oriental perteneciente al castillo
- ⑬ Cementerio al interior del castillo

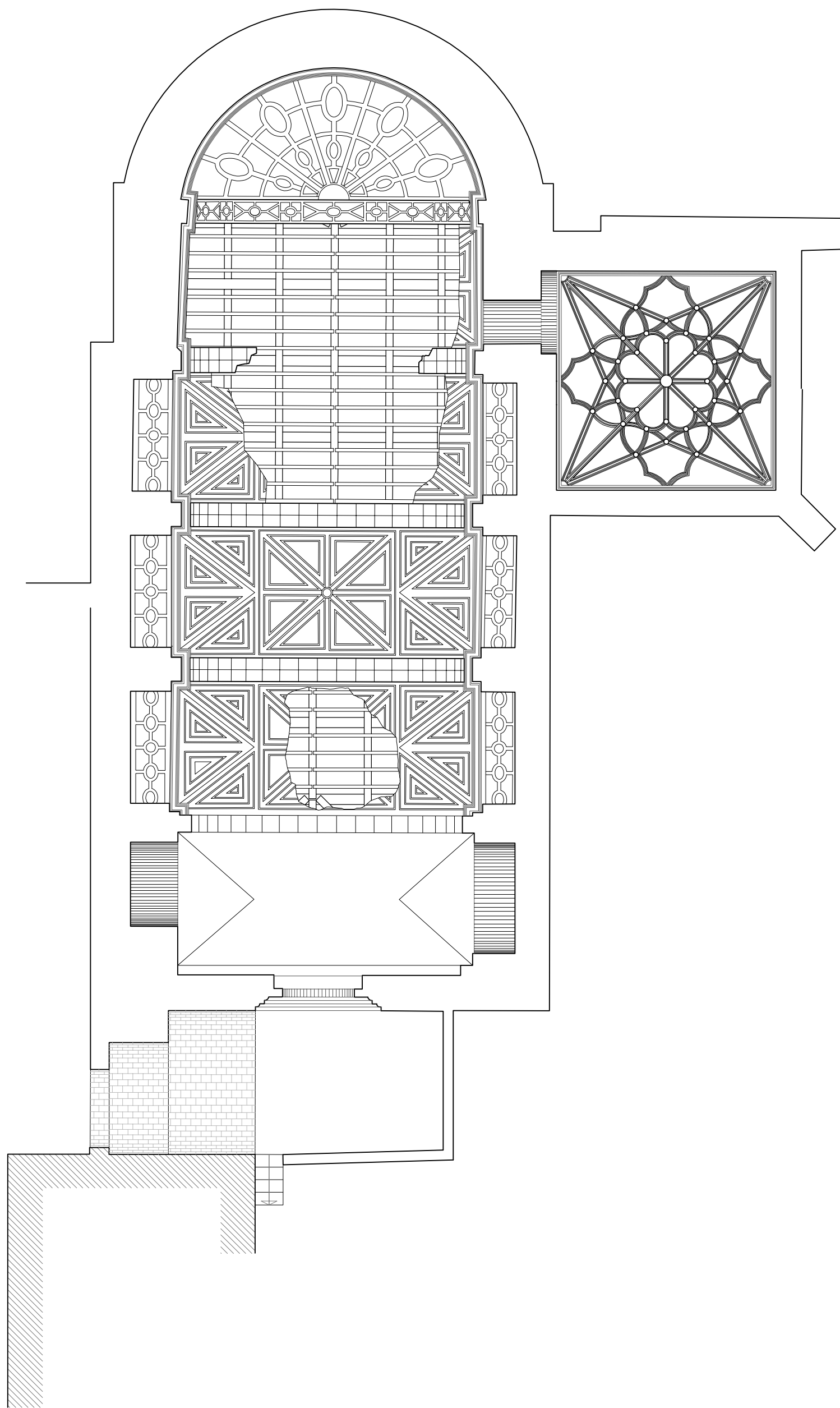
PLANO 1_ ESTADO ACTUAL_PLANTA GENERAL | ESCALA 1:100



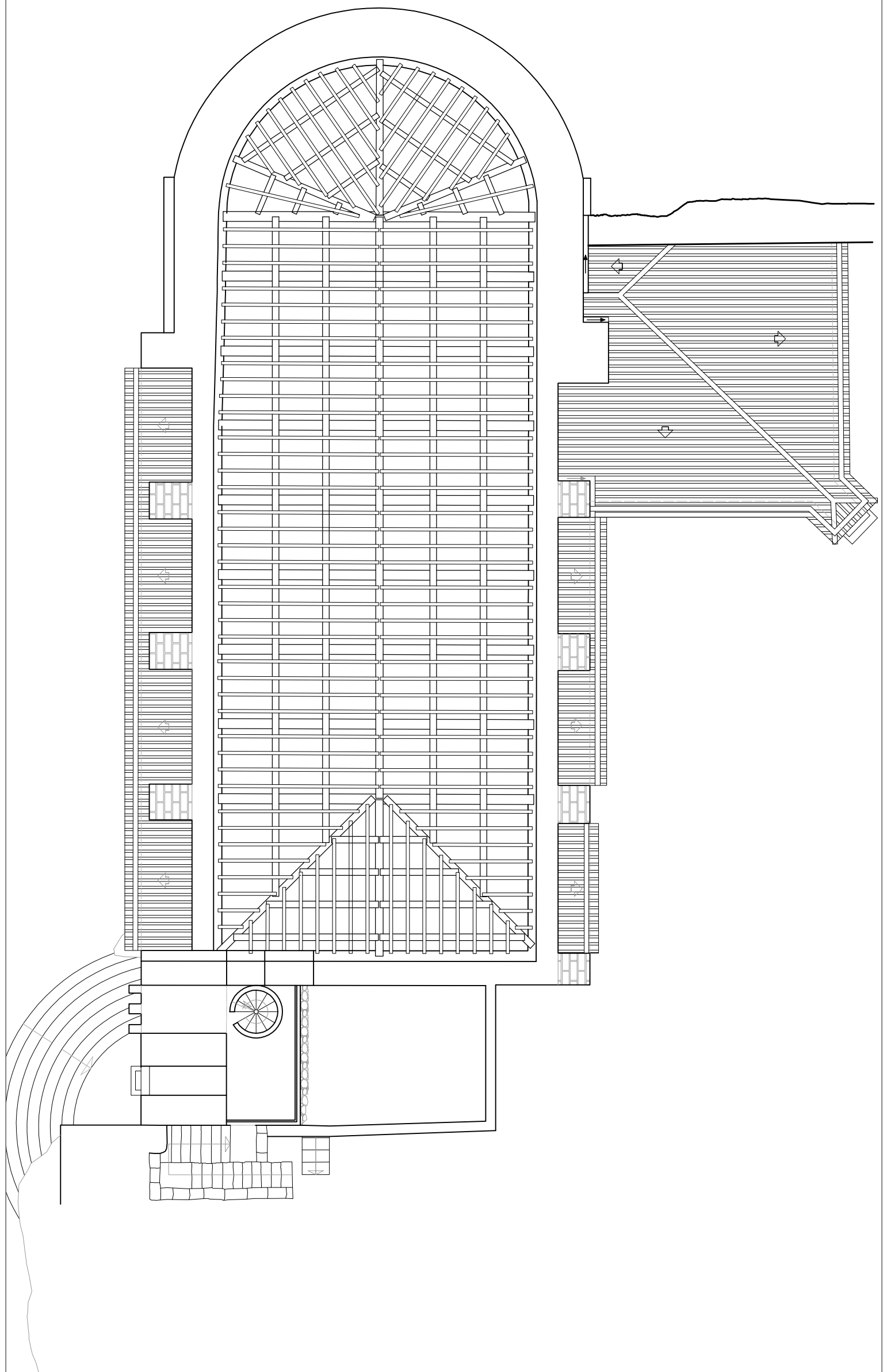
PLANO 2_ ESTADO ACTUAL_PLANTA COTAS | ESCALA 1:100



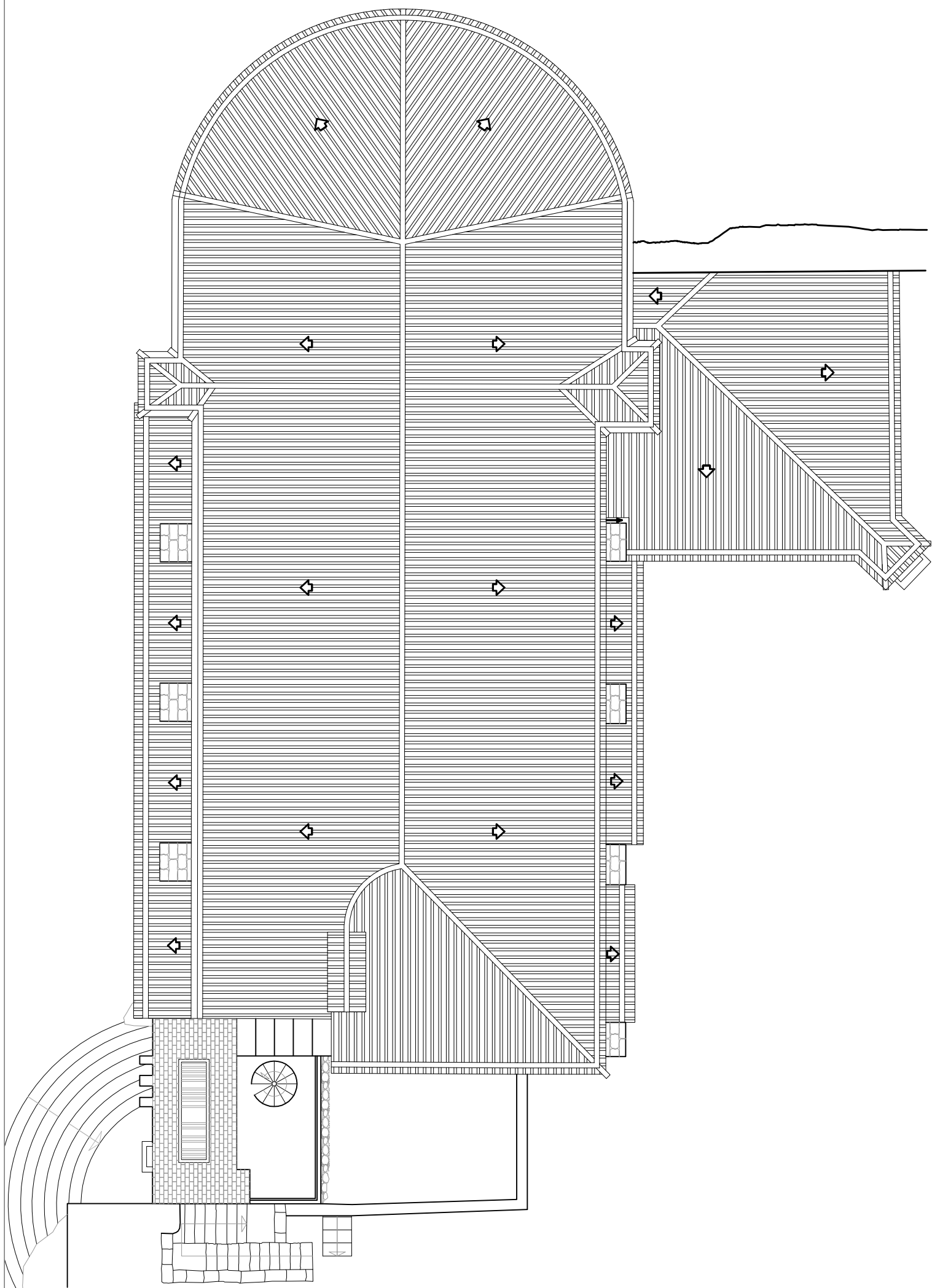
PLANO 3_ ESTADO ACTUAL_PLANTA CORO | ESCALA 1:100



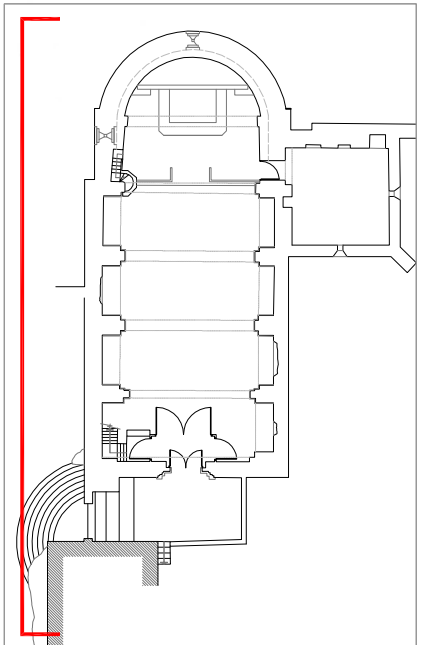
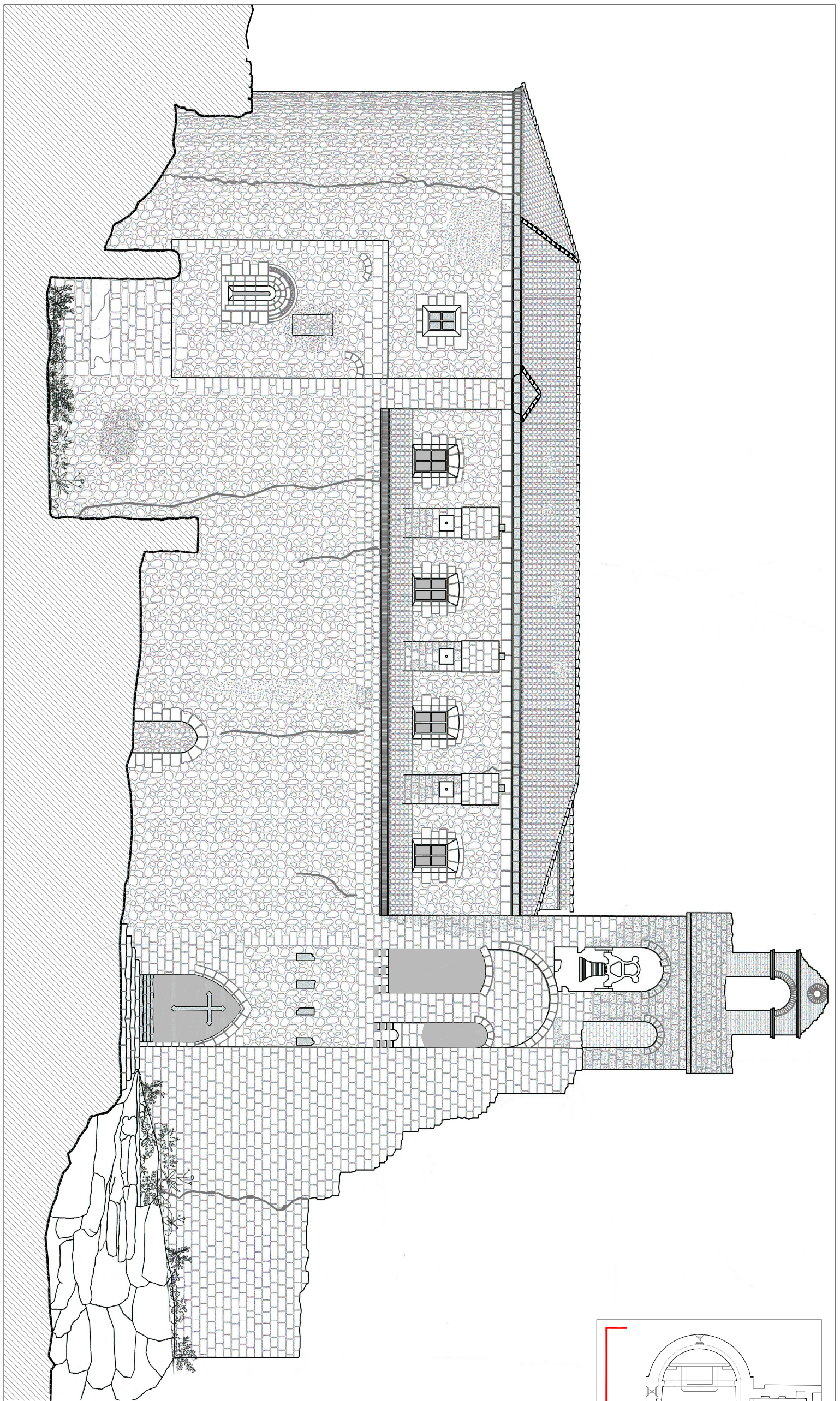
PLANO 4_ ESTADO ACTUAL_PLANTA BOVEDAS| ESCALA 1:100



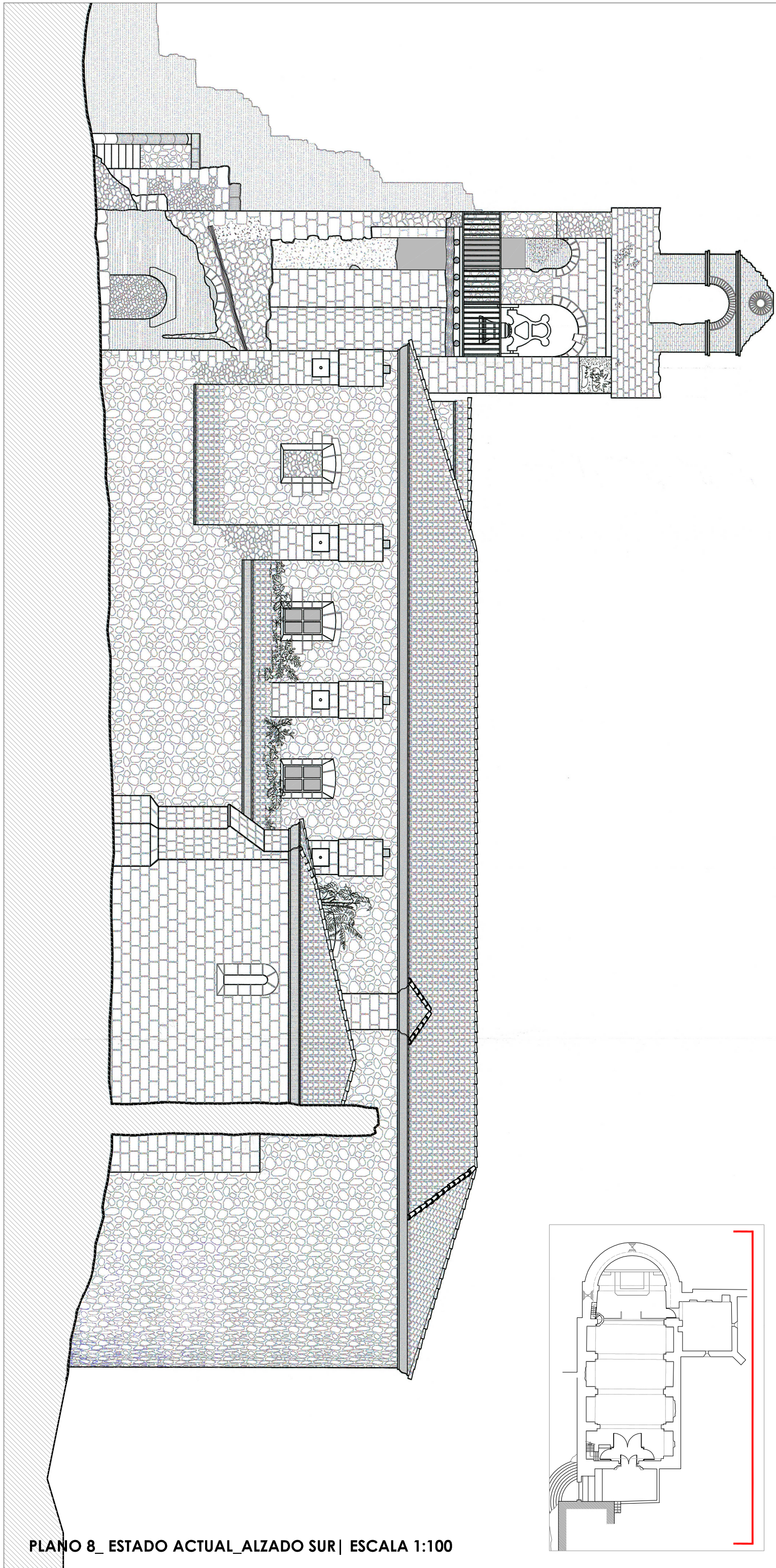
PLANO 5_ ESTADO ACTUAL_PLANTA ESTRUCTURA CUBIERTA | ESCALA 1:100



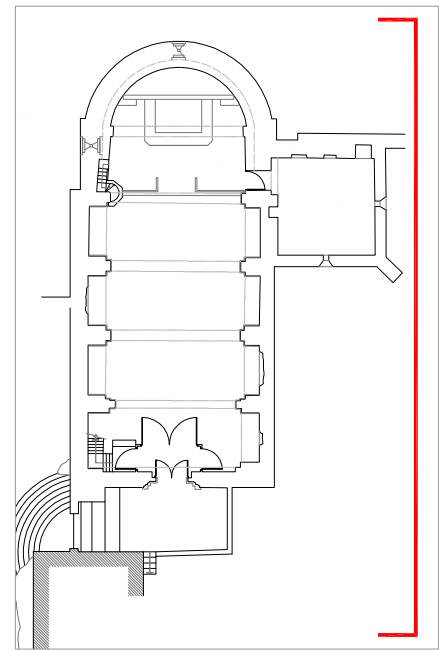
PLANO 6_ ESTADO ACTUAL_PLANTA CUBIERTAS | ESCALA 1:100



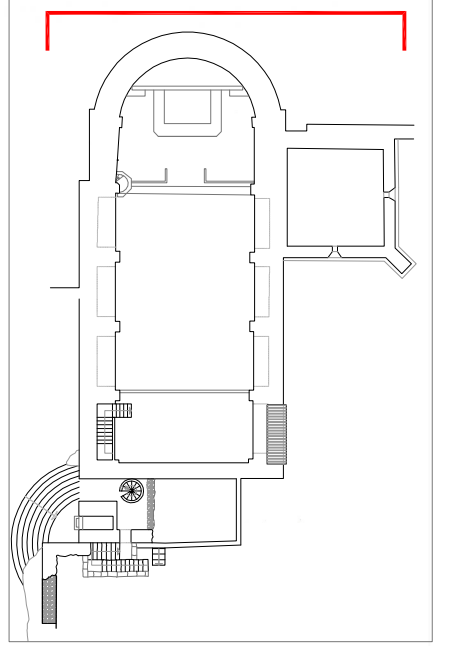
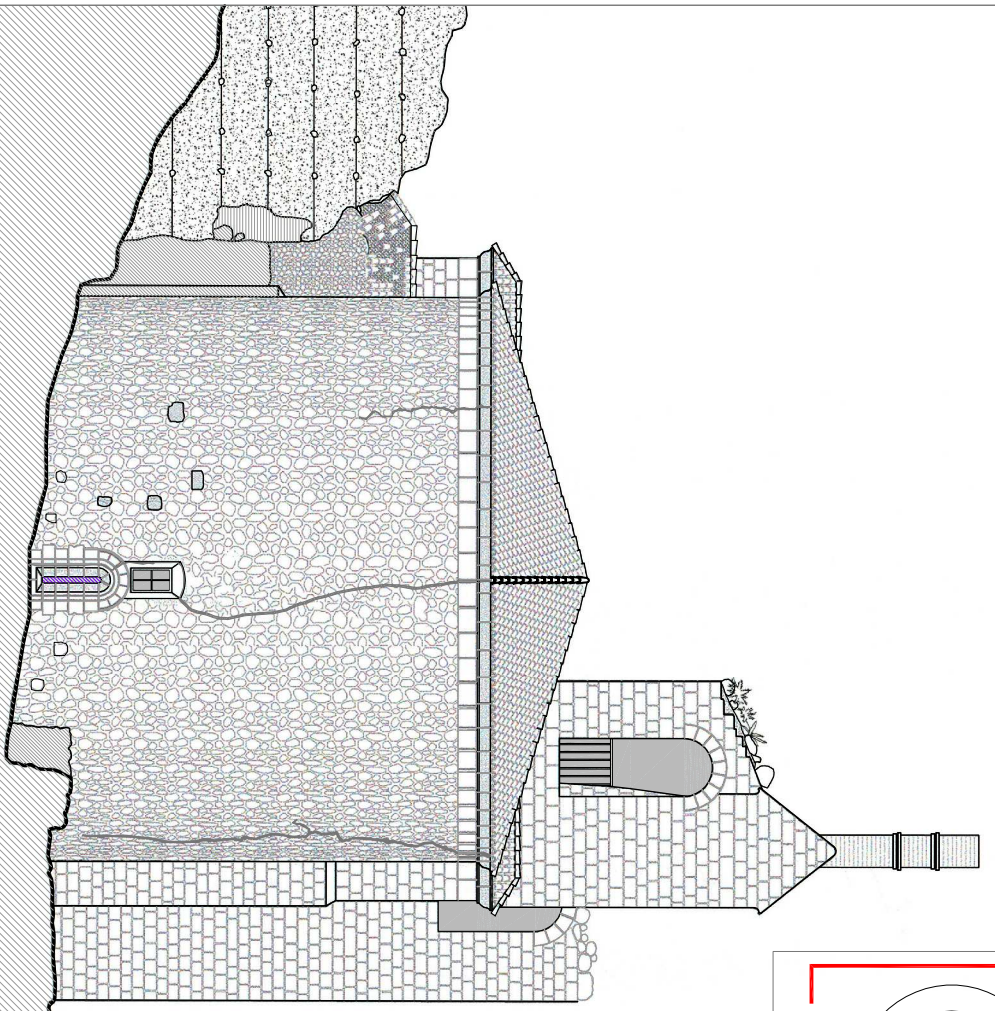
PLANO 7_ ESTADO ACTUAL_FACHADA NORTE| ESCALA 1:100



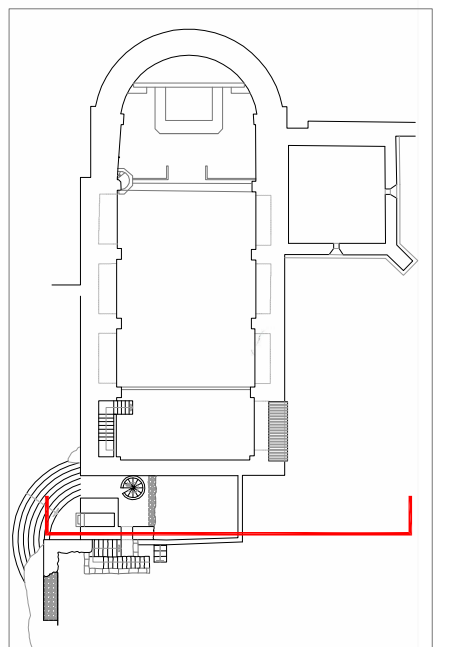
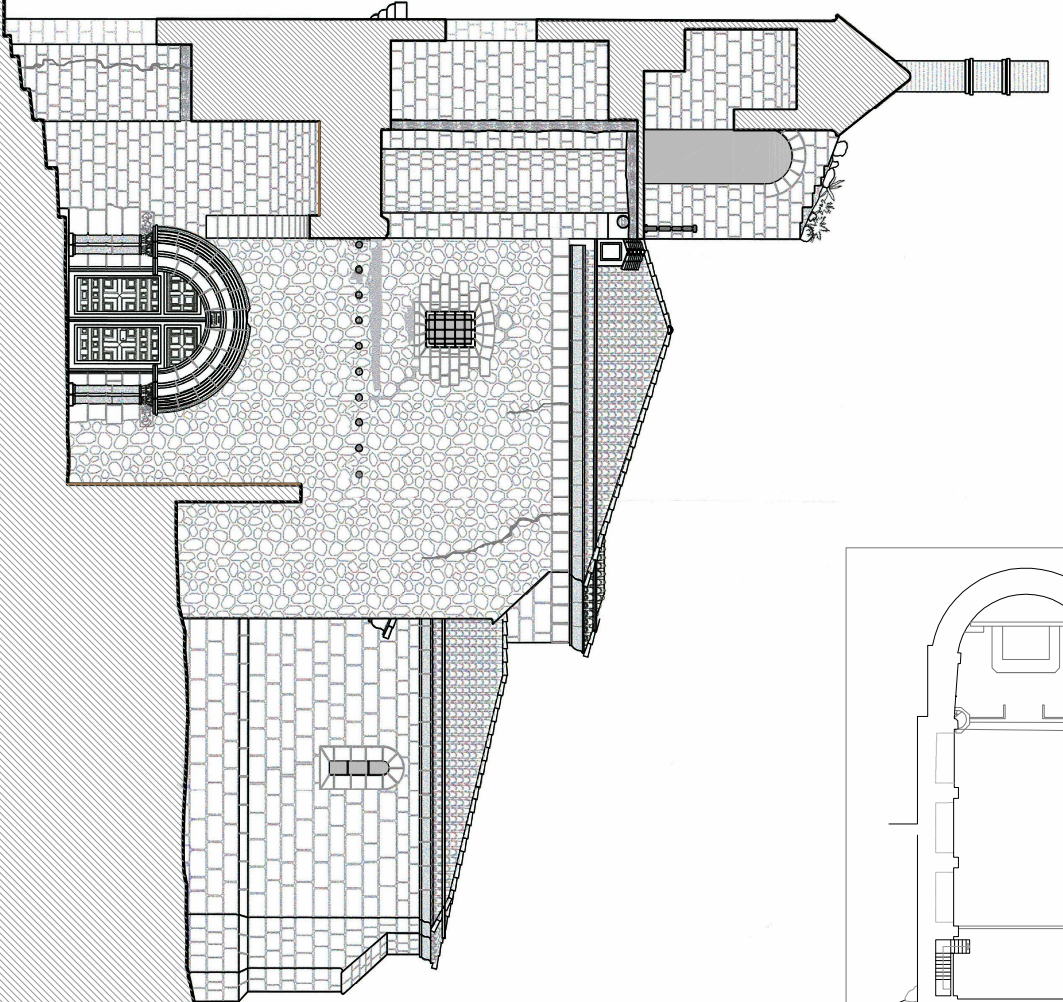
PLANO 8_ ESTADO ACTUAL_ ALZADO SUR | ESCALA 1:100



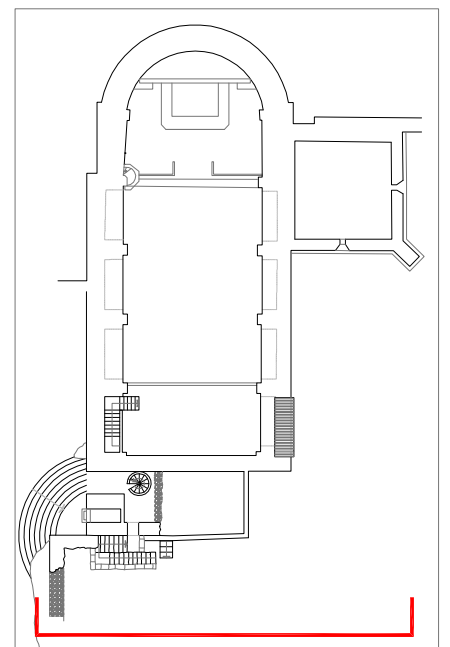
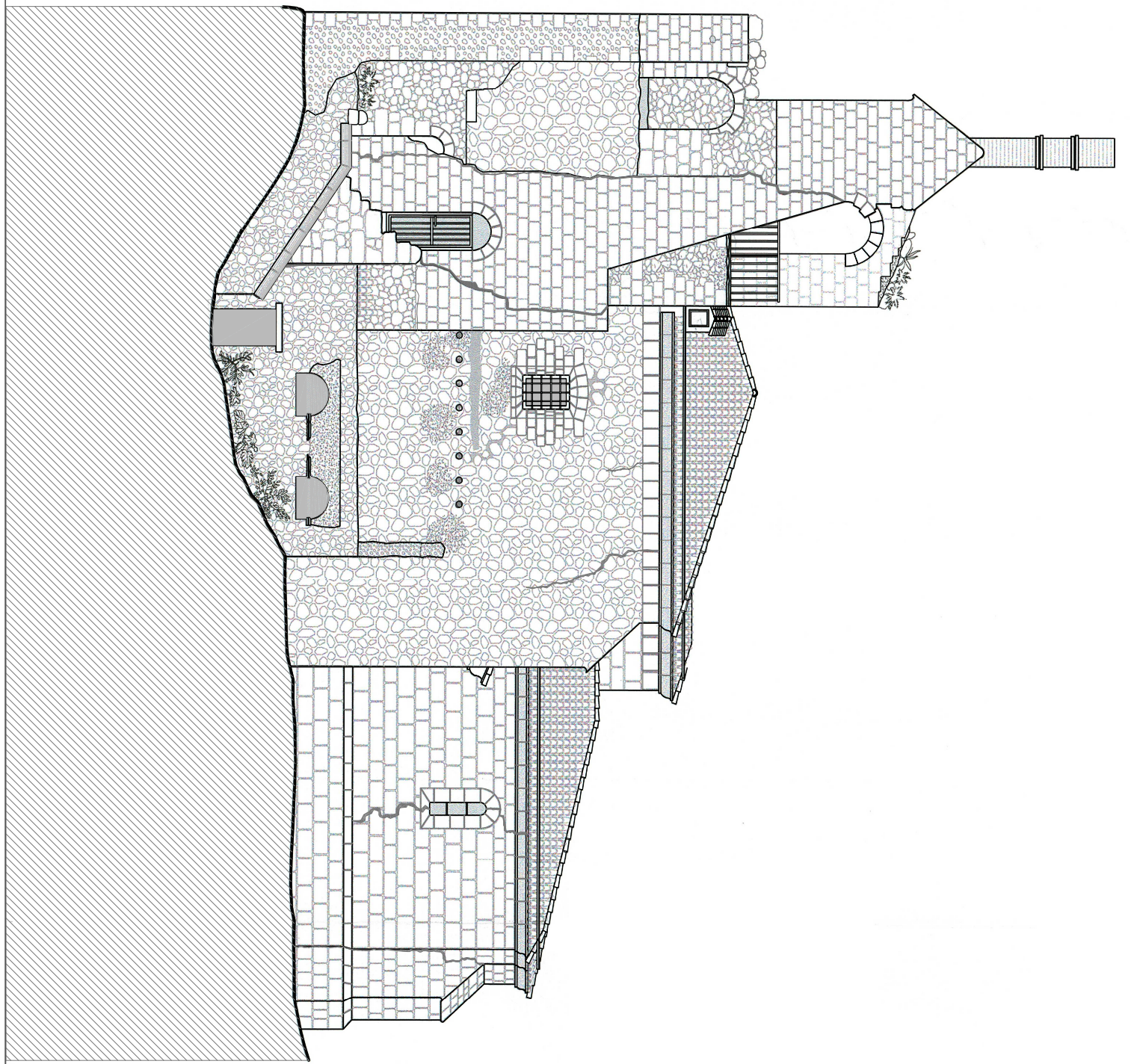
ALZADO ESTE



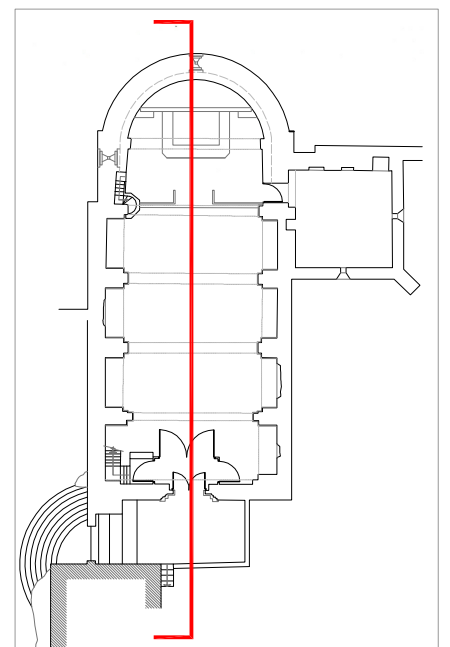
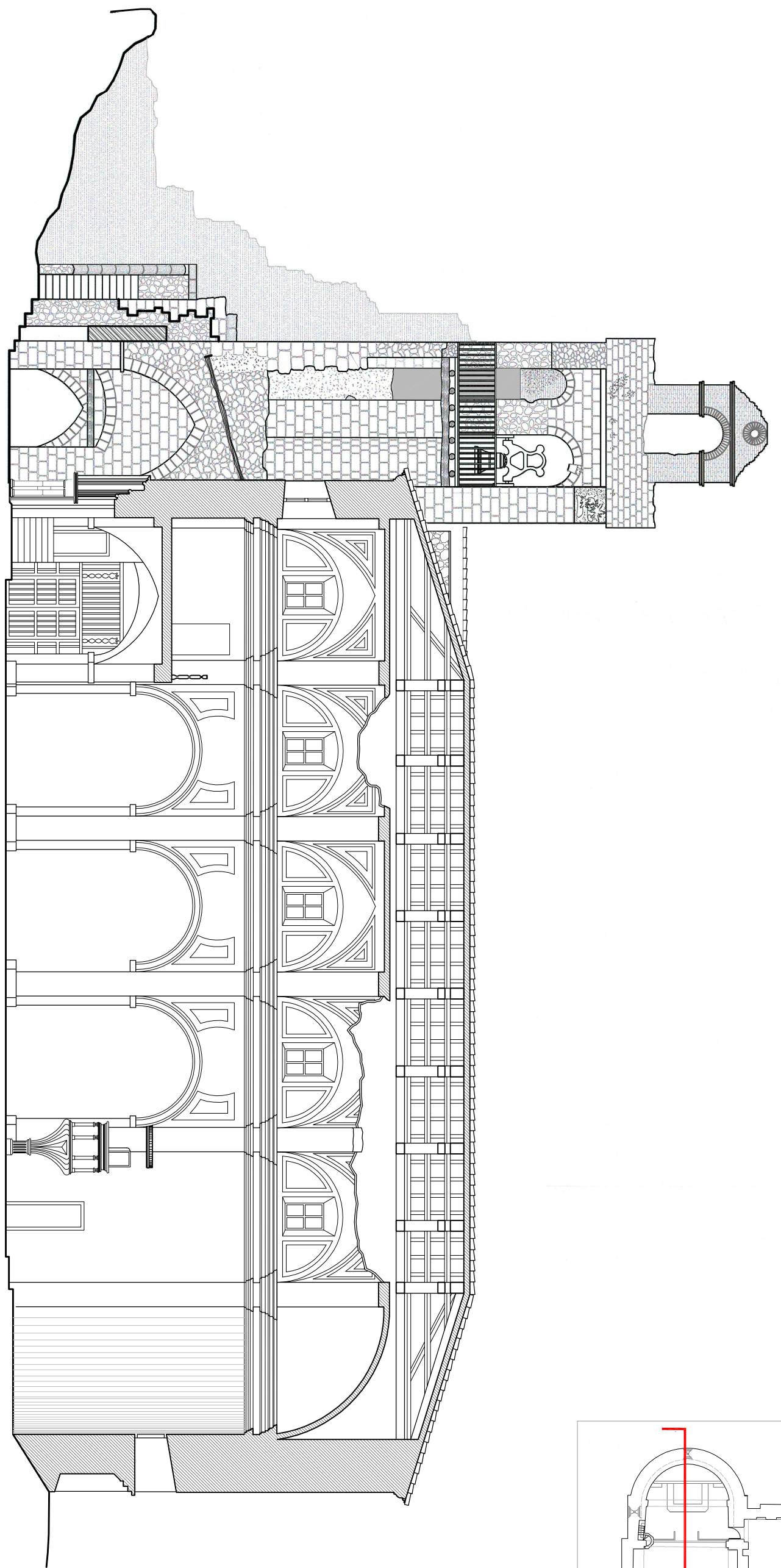
ALZADO OESTE INTERIOR



PLANO 9_ ESTADO ACTUAL_ALZADOS ESTE Y OESTE INTERIOR | ESCALA 1:100

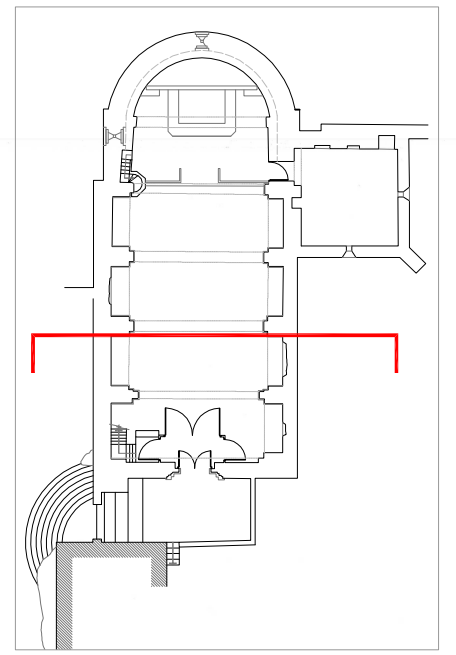
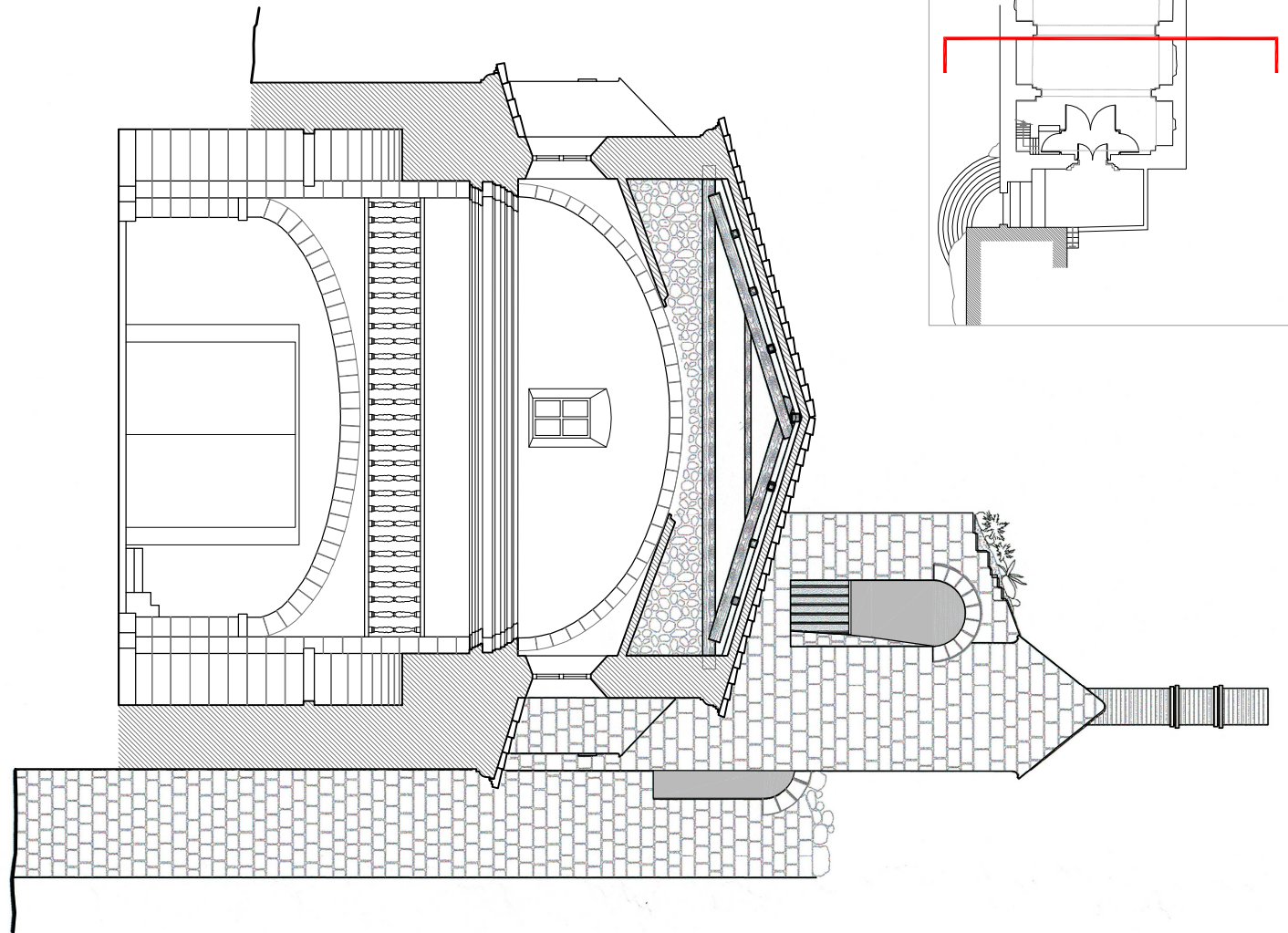


PLANO 10_ ESTADO ACTUAL_ALZADO OESTE EXTERIOR | ESCALA 1:100

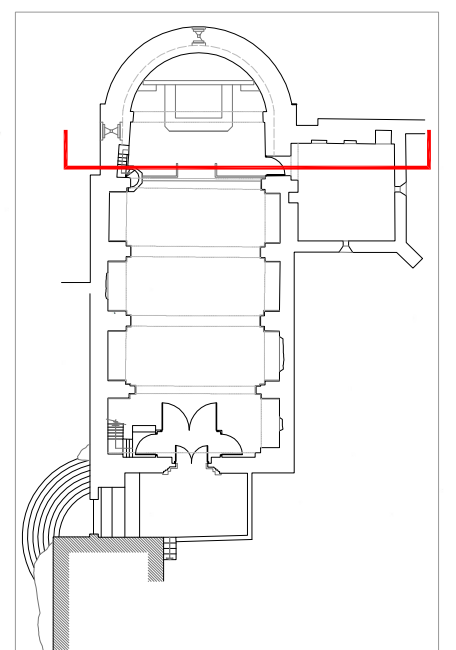
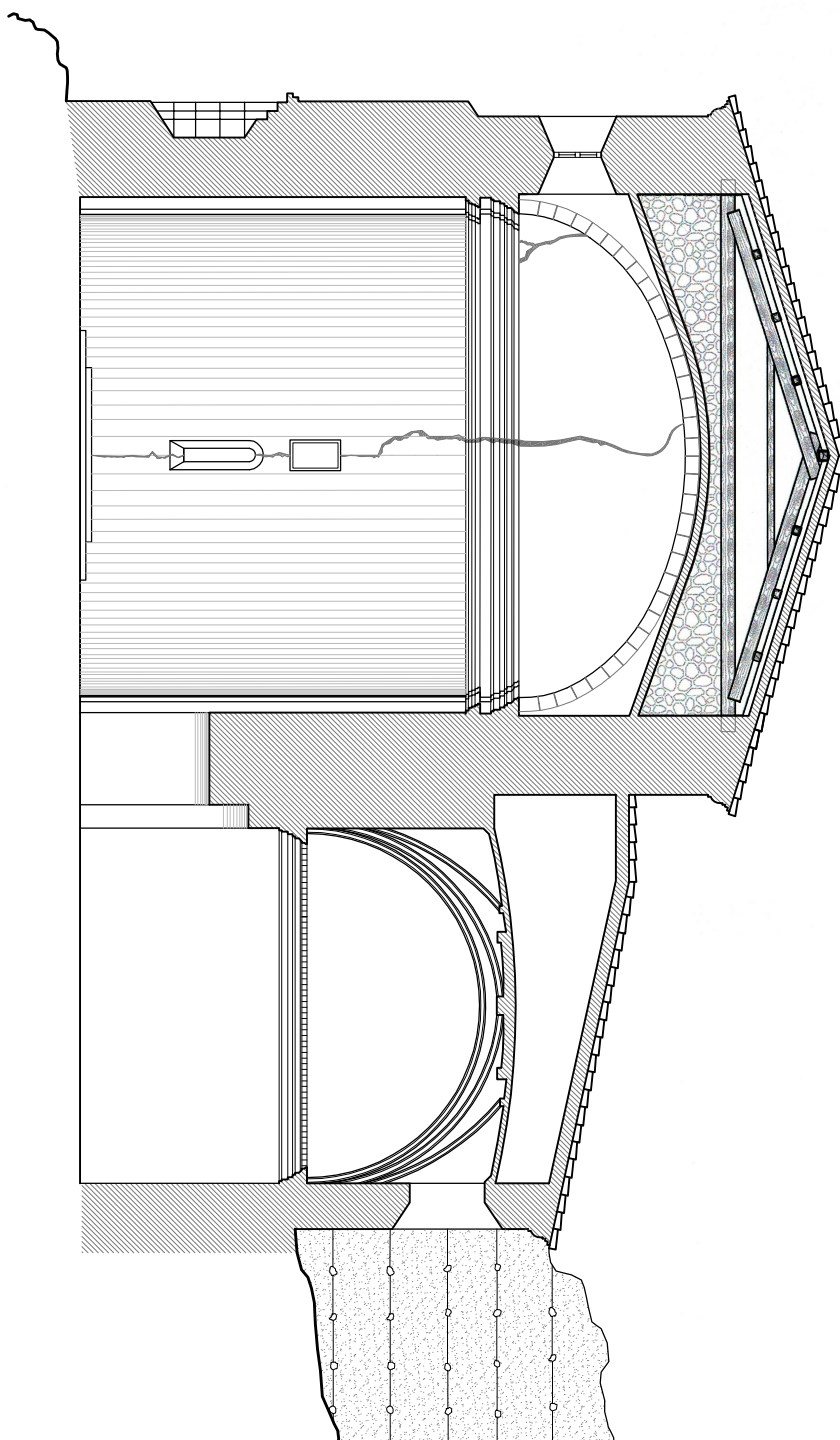


PLANO 11_ ESTADO ACTUAL_SECCION LONGITUDINAL | ESCALA 1:100

SECCION TRANSVERSAL A-A'



SECCION TRANSVERSAL B-B'



Tal y como se ha descrito en el capítulo anterior, la iglesia ha sufrido muchas transformaciones a lo largo de su historia, intervenciones de emergencia, restauraciones desafortunadas y por último su abandono desde la segunda mitad del S XX, cuando se decidió edificar otro templo y trasladar allí el culto.

Una vez recogidos todos los datos y analizados los documentos aportados, se puede concluir que la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción presenta dos grandes problemáticas.

_ Problemas Estructurales:

En 1990 el Arquitecto Miguel Ángel Bordejé redactó un informe en el que ponía de manifiesto el precario estado del edificio ya en ese momento:

« ...Debido a la situación del edificio con respecto al castillo y al altozano donde se ubica, todo el muro sur de la iglesia recibe las aguas de escorrentía de la ladera adyacente. Por este motivo el agua se ha filtrado bajo la cimentación de dicho muro, produciendo un asentamiento de este en toda su longitud, lo cual ha provocado el giro del muro arrastrando consigo a los arcos fajones de piedra y produciendo progresivamente el derrumbamiento de la bóveda del S XVII de la cual se encuentra buena parte en el suelo interior de la iglesia. Ya con anterioridad a esta intervención se habían colocado a nivel del arranque de las bóvedas, sendos tirantes de acero para contrarrestar los empujes producidos por el giro, pero aún así este movimiento ha seguido produciéndose...»⁸

Partiendo de esta condición y en vista del continuo deterioro del edificio, el Departamento de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes (Dirección General de Vivienda y Rehabilitación) Gobierno de Aragón encargó en 1997 la ejecución de un estudio geotécnico que realizó la empresa Consultores Técnicos Asociados S.A para determinar la calidad del terreno sobre el que se asienta la iglesia, en el cual se resume lo siguiente:

En la zona estudiada se encontraron 3 niveles geotécnicos, denominados A, B1 y B2.

Nivel Geotécnico A

Consta de rellenos arcillo – limosos con contenido de cascotes y restos óseos, tiene un espesor entre los 3,60 – 2,50m. Se identificó en la zona de entrada a la iglesia y en el ábside.

Nivel Geotécnico B1

«Paquete tubular» de areniscas y microconglomerados, su espesor oscila entre los 3,60 – 4,60m. Situado justamente por debajo de la cimentación de la iglesia. Resistencia a compresión q_u en (Kg/cm²) = 100 – 180. Se determina que dada la resistencia que presenta, lo consideran como una losa natural de gran resistencia , aunque con una deformación y

8. BORDEJE MUGUERZA, MA. Proyecto de Restauración para la Iglesia de la Asunción de Monreal de Ariza. 1990

rotura en planos subverticales en las zonas de borde lo que produce una fuerte meteorización de las caras más expuestas a los rellenos que le transmiten humedad (Foto 25)

Nivel Geotécnico B2

«Arenitas medias y finas, limolitas y tránsito entre limolitas y areniscas». Se trata de la continuación en profundidad de la serie terciaria. Espesor de más de 10m. La resistencia a compresión q_u en (Kg/cm²) = 10 - 20, mucho más baja que el nivel superior. Constituye el apoyo de alguno de los paños del lado norte. Se observa también una fuerte degradación de los estratos rocosos. «Las tensiones de reacción entre el peso de la cimentación y la exposición a la intemperie, provocan la generación de zonas de fuerte degradación por fractura subvertical y arenización, debilitando los materiales de apoyo».

Nivel freático

Sugieren que puede estar a una profundidad de entre 10,35m - 6,50m, comentan la posibilidad de surgencias de aguas asociadas a algún paquete más permeable

Con estos datos, los arquitectos Luis Fernández Ramírez y Teófilo Martín Saenz de TRAMA Arquitectura y Urbanismo en el año 1997, descartan al terreno como factor de los fallos estructurales, sin embargo hay que valorar la existencia de que si que hay una relación, debido a una degradación permanente en los niveles de apoyo de las cimentaciones que como se ha mencionado antes, podría dar lugar a la rotura de esas zonas de borde que no solo se encuentran debilitadas por la presencia de humedad constante y sometidas a choques térmicos importantes, sino que hay algunas en voladizo que podrían fracturarse, en definitiva, la meteorización del terreno rebaja su capacidad portante.

Aparte de esta condición y la de los rellenos que producen los empujes e incrementan la presión sobre el muro del lado sur hay que valorar la relación que existe entre el agrietamiento del soporte y el **sobrepeso causado por la reforma del S XVII en la que se eleva la altura de la nave y se realiza la construcción de una nueva bóveda**, lo cual ha dado lugar a que en algunos puntos específicos, las grietas que se presentan en los paramentos continúan por los sustratos rocosos, empeorando este problema, la continua entrada de agua y formación de sales que rompen las estructuras de la roca haciendo la grieta cada vez más grande y profunda.

Hay que tener en cuenta que los lugares de fractura suelen coincidir con la localización de secciones débiles en la absorción de las tensiones de tracción generadas por el movimiento, lo cual es coherente si se considera la escasa resistencia de los materiales que conforman el muro frente a este tipo de sollicitación.

Sumado a esto hay que mencionar que el terreno se encuentra profundamente socavado por las bodegas de uso privado de los vecinos del pueblo, (almacenaje de vino y comida) las cuales se sitúan en la falda de la montaña en los alrededores -

res de la iglesia, por lo que también puede que se haya descomprimido y por lo tanto perdido su consistencia original y su capacidad portante. (Foto 26)

Coincidiendo con Bordejé y con los Arquitectos de TRAMA se concluye que debido a las aguas de infiltración que vienen desde la zona más alta del castillo, provocan el hundimiento de parte de la muralla que se encuentra con el edificio en la fachada sur, además del asentamiento del paño teniendo en cuenta que las tierras están muy por encima del nivel del pavimento de la iglesia, lo que no solo provoca unos empujes importantes, sino una entrada constante de agua que se queda retenida en los muros. (Foto 27-28)

Además, hay que aclarar de forma generalizada, que las humedades que afectan a todos los muros perimetrales de la iglesia, son transmitidas desde los rellenos adosados a muros o directamente a la cimentación, aspecto que se desarrollará más adelante.

Visto este problema y por esta razón en el año 1997, los arquitectos de TRAMA plantean las siguientes obras para minimizar el impacto de las humedades, pero sobre todo en el muro sur de la iglesia, el más afectado por dichos rellenos:

- *Drenaje de las fachadas sur y este, consistente en la colocación de un tubo drenante de PVC a un metro de la cota de pavimento de la iglesia, envuelto en geotextil y relleno de zanja con material drenante.*
- *Recalce del muro norte en el tramo correspondiente al edificio adosado en el que el estrato de apoyo está debilitado, lo plantean mediante la realización de un muro de hormigón con anclajes definitivos al terreno.*
- *Consolidación del frente de muralla del castillo que había provocado la ruina de la capilla del SXVII que se asentaba sobre dicha muralla. Proyectan la ejecución de un muro de contención de hormigón armado situado en el trasdós del lienzo de la muralla unido mediante anclajes a la propia muralla.*
- *Además plantean un drenaje posterior al muro, conectado con el sistema de drenaje correspondiente a la iglesia y un acondicionamiento de taludes para su estabilidad.*⁹

De estas actuaciones solo se llevaron a cabo las de drenaje del muro sur, minimizando de esta forma considerablemente el problema de humedades, más no el de los empujes.

Estos empujes permanentes provocaron hace más de 30 años el desplome de parte de la bóveda realizada en la reforma del S XVII, por esta razón en los años 80 se colocaron útilmente, unos tirantes metálicos en el interior de la nave a la altura del arranque de las bóvedas, (Foto 29 - 30) lo que ha contribuido hasta el momento a evitar el desplome total. Sin embargo, en algún momento posterior a esta intervención, debido a un fallo o a la posible inexistencia del atirantamiento en la zona

más cercana al ábside se derrumbaron completamente dos tramos contiguos, incluida la caída del arco fajón, (Foto 31 -32) encontrándose actualmente sus restos acumulados en el suelo de primer tramo de la iglesia.(Foto 33)

Las bóvedas que quedan en pie, se encuentran agrietadas debido a la continua retención de agua producida por las filtraciones directas de la cubierta, lo que produce la arenización del sistema de agarre de las hojas de ladrillo y consecuentemente la pérdida del enlucido decorativo.(Foto 34)

Gracias a esos tirantes antes mencionados, la estructura de cubierta no ha sufrido grandes movimientos, sin embargo puede verse a simple vista que debido a la humedad y a la pudrición ocasionada por hongos e insectos xilófagos (Se *deberá determinar el grado de afección*), los tirantes de madera de la cubierta, han perdido su capacidad mecánica originando un descenso de la cumbrera provocando levantamientos o deslizamiento de tejas, facilitando la entrada de agua al interior.

Se señala además en el proyecto de los arquitectos de TRAMA, que 20 años antes de la reforma de 1990 se arregló todo el tejado, pero sin cambio de cerchas de madera, lo que explica su estado actual. También se menciona en este proyecto el cambio de un tablero, que actualmente no parece existir, la cubierta está formada con un sistema de vigas, viguetas, rastreles, bardos de ladrillo y sobre estos directamente la teja, por esta razón al más mínimo movimiento de las tejas, se producen goteras (Foto 35 - 36). Estas filtraciones han ocasionado que en el trasdós del arco, los riñones se encuentren afectados, posiblemente agrietados y actualmente perdiendo su función estructural, provocando la inestabilidad de los fajones.

La aparición de las grietas exteriores e interiores, obedecen a los movimientos que afectan a la estructura, sin embargo, su condición actual depende también de la falta de mantenimiento a la que de forma generalizada se encuentra sometida la iglesia. Técnicamente las fisuras existentes se rellenan con el agua que transita a través de los poros de la roca, que ante las heladas suelen cristalizarse, aumentar de tamaño y generar una presión que provoca la rotura de dichos poros, lo que va derivando en el agrandamiento de dichas fisuras hasta convertirse en importantes grietas. (Ver *catálogo de fichas patología estructural*)

Se indica también en el contenido de los proyectos de los arquitectos que han intervenido en este edificio, que las grietas aparecidas en el ábside son ocasionadas por la geometría de la bóveda, ya que no llega a tener forma semicircular, produciendo empujes horizontales a nivel de cornisa (Esta afirmación se verifica con el modelo estructural realizado y en fotografías antiguas donde se ve el avance del deterioro (Fotos 69-70).

_ Problemas derivados de la falta de mantenimiento.

La consecuencia de la desacralización de la iglesia en los años 60 una vez construido el nuevo templo en el casco urbano, es el abandono del edificio el cual se hace evidente y como todo bien inmueble sin un uso, ha quedado expuesto a la agresión de factores exógenos ambientales y antrópicos, la incidencia de estos agentes es especialmente importante para comprender la dinámica de los procesos de deterioro sufridos por el edificio.

Por ello, no es de extrañar que haya sido objeto de anteriores intervenciones reparadoras y / o restauradoras que hayan derivado en la aparición de nuevas alteraciones sobre los materiales constructivos dando la imagen que hoy en día tiene.

Una de estas intervenciones mencionadas se hizo de carácter urgente cuando colapsaron los tramos de bóveda más cercanos al presbiterio, por lo que hoy en día se puede comprobar que el abovedado resultante se encuentra apeado mediante un complejo sistema de andamios que ocupan casi la totalidad del interior del templo ^(Foto 37)

Debido a este hundimiento parcial de las bóvedas que ha dado como resultado unos huecos de grandes dimensiones en las mismas y a los movimientos de las tejas en cubierta, se ha favorecido la entrada de palomas, por lo que existe una abundante capa de restos orgánicos acumulados en el suelo y en general en todas las superficies horizontales del interior de la iglesia que ya alcanza un grosor de varios centímetros, dichos excrementos, esqueletos, huevos, etc tienen una incidencia negativa en las superficies que entran en contacto con este, debido a su composición química con ácidos úricos y fosfóricos que en presencia de humedad ocasionada por las goteras de la cubierta se convierte en un factor de degradación importante por favorecer la disolución de la parte carbonatada de la roca provocando su disgregación. ^(Foto 38)

El nivel de acumulación de restos es tan importante que impide ver por completo el pavimento, el cual en 1990 Miguel Ángel Bordejé describe como baldosas de barro cocido de aproximadamente 20cm.

Las bóvedas de la sacristía fueron reparadas en 1883 según indica una inscripción visible en el lado sur de las mismas, sin embargo, actualmente se encuentran afectadas por la retención de la humedad provocada por las filtraciones de la cubierta, mostrando signos como la pérdida de el enlucido, del mortero de junta en sus aristas y la consecuente precipitación de sales en las fábricas de la plementería. ^(Fotos 39-40)

En cuanto a los muros, se encuentran todos en mal estado debido a la humedad retenida en ellos ocasionada como ya se ha dicho por los rellenos de tierra, aunque esta patología se ha minimizado bastante sobre todo en la zona sur donde se efectuó la zanja de drenaje. No obstante en el interior la humedad por capilaridad se hace evidente por el deterioro y levantamiento de los enlucidos de yeso debido a la acción eflorescente de las sales cristalizadas y transportadas hasta allí

por ascensión capilar, (Foto 41-42) además, en algunos de estos muros han realizado graffitis con herramientas penetrantes que afectan seriamente la decoración. En algunas capillas en donde faltan los retablos, se puede observar la fábrica de muros de mampostería y sillarejos cogidos con cal en estado de disgregación con la consecuente precipitación de las sales antes mencionadas, ocasionada por la humedad. (Foto 43)

En cuanto a la decoración interior, en 1990 ya hay constancia a través del proyecto del Arq. Miguel Ángel Bordejé del precario estado de conservación de los retablos barrocos, la carpintería de los ventanales, la puerta de acceso y el púlpito, así como del mobiliario de madera de la sacristía. (Foto 44 - 45 - 46)

Según el estudio petrológico realizado por Dña. Cristina Marín Chaves en el 2009 a petición del Arquitecto Joaquín Soro López, quien realizó el Plan Director de la Iglesia durante este año, hace ver que a pesar de que el edificio tiene una complicada historia constructiva y un desafortunado historial de reparaciones, la piedra no presenta graves problemas alterológicos, salvo en las primeras hiladas de la edificación, las cuales se encuentran afectadas como se comentó anteriormente, por la humedad ascendente por capilaridad, que se manifiesta con la aparición de una banda húmeda y oscurecida y con la disgregación del material (Foto 47).

La altura que alcanza esta mancha es de 1,00m – 1,20m, en un muro de 1,70m de espesor, esto es importante ya que esa área que se encuentra afectada por la humedad, se convierte en una superficie de aireación sin desecación, que evapora agua al exterior, generándose así un flujo en el interior del muro que tiene su origen en la cimentación. Influye también en esa altura capilar otra variable como la orientación del edificio, por lo que se pueden ver de forma más acusada en las fachadas norte y este, debido al menor grado de evaporación influido por la incidencia del sol.

Las hiladas que se encuentran por debajo del alero de cubierta se aprecian afectadas por humedad de filtración debido a los inexistentes sistemas de evacuación, generando unas manchas por escorrentia visibles en todas las fachadas de la iglesia y torre, siendo más evidente en la fachada norte, en la cual se puede observar una gran concentración de humedad (Foto 48), también se ven afectadas por la absorción del agua de lluvia que empujada por la fuerza del viento favorece su retención en los poros del material llevando a la disgregación de los morteros y facilitando la aparición de eflorescencias y a esta altura, ocasionar la pudrición de las cabezas de las vigas de madera (Esta hipótesis debe comprobarse en un estudio más profundo de la estructura del edificio).

Dicha concentración de agua en zonas de humedad, configura un sustrato favorable para la proliferación de colonias biológicas, identificadas a través de las pátinas verdosas y pardas que se extienden sobre las fábricas. Las especies colonizadoras que intervienen actualmente en los procesos de biodeterioro de la iglesia, pertenecen principalmente al grupo de los líquenes y en menor proporción, a las algas verdes y plantas superiores. (Foto 49) Todas ellas ejercen un efecto mecánico debido a sus sistemas de asentamiento y anclaje, provocando fisuras y roturas de los materiales colonizados y al

mismo tiempo, provocan daños químicos por la secreción de sustancias metabólicas, al tiempo que favorecen el asentamiento de insectos y animales superiores.

Otro de los factores ambientales de deterioro importante será el viento, que puede provocar problemas de alveolización sobre las fábricas, sumado a los cambios de temperatura y la exposición directa al sol en determinados periodos, genera choques térmicos, que ahondan en la fisuración por heladicidad y provocan el comportamiento heterogéneo de las fábricas, debilitando las estructuras constructivas, redundando en la aparición de fisuras y grietas en zonas expuestas.

Además de las fatigas mecánicas del material, hay que añadir que derivado de la presencia de morteros de cemento empleados en desafortunadas intervenciones reparadoras anteriores, supone un aporte directo de cloruros y sulfatos^(Foto 50). Ambos tipos de sales solubles son muy activas en los procesos de meteorización de los materiales pétreos, actuando cada una de un modo distinto. Los cloruros tienen un alto grado de movilidad y provocan la rotura de las estructuras microcristalinas, al mismo tiempo, peptizan grandes aglomerados y favorecen la formación de costras insolubles de polución en presencia de contaminantes atmosféricos. Por su parte, los sulfatos saturan los poros de la roca y sus morteros, y cristalizan en las líneas de evaporación en forma de eflorescencias, las cuales debido a su condición higroscópica y al aumento dimensional que experimentan al cristalizar, provocan la rotura de las microestructuras y favorecen la disgregación de los materiales constructivos, al tiempo que favorecen la retención de humedad.

Por último, el sistema de cubierta se encuentra en muy malas condiciones y es uno de los factores que más deriva efectos dañinos en las estructuras murarias, su estructura ha perdido sus propiedades físicas, químicas y organolépticas originando en la cubrición las siguientes alteraciones:

- **Pudrición de la estructura** como consecuencia de la presencia de una humedad superior al 20% consiguiendo un sustrato favorable para organismos vegetales que se reproducen por esporas y consiguen desarrollarse en el medio en el que han sido depositados cuando las condiciones son favorables para su germinación. Además estos hongos, sirven de alimento a varias clases de insectos xilófagos durante su crecimiento, potenciando la estancia de estos en las piezas afectadas, se puede apreciar claramente debido a las galerías y perforaciones en vigas, viguetas y rastreles de la cubierta.
- **Rotura de piezas** Producidas por las dilataciones que sufren los elementos constructivos a lo largo del año por el cambio de temperatura, ya que la disposición rígida de estos no permite esos movimientos sin afectarse unos a otros. A lo largo de un día la radiación que incide sobre las tejas es muy superior a cualquier otra envolvente del edificio, por lo que es el

elemento más vulnerable a sufrir dilataciones importantes. (Foto 51 - 52)

- **Desplazamiento de tejas** que generan filtraciones interiores o posibles desprendimientos ocasionados por la acción del viento y los movimientos en la estructura, además, debido a una mala sujeción de las tejas y a esfuerzos rasantes por dilataciones y contracciones apoyados por dicha acción, levanta las piezas, sobre todo aquellas unidas con morteros, provocando la pérdida de estanqueidad.
- **Acumulación de plantas y organismos** en tejas y canalones, presentes en zonas de acumulación de agua.
- Ausencia de sistemas de evacuación en condiciones de correcto funcionamiento.
- **Humedades por filtración** que se producen en los solapes de los elementos constructivos, como ya se ha mencionado anteriormente hay piezas desplazadas o rotas que refuerzan esta patología, por lo que la lluvia ayudada por la acción del viento se filtra al interior.

A grandes rasgos, son estos los procesos de deterioro más acusados en la degradación de la iglesia como unidad constructiva, no obstante y antes de sacar todas las conclusiones cabe destacar que, según el estudio petrológico y el proyecto del Arquitecto Joaquín Soro López se recomienda llevar a cabo varias actuaciones para poder determinar la gravedad de dichos procesos:

- **Estudio de las humedades** presentes en el edificio, ya que en este diagnóstico se ha descrito la causa y el efecto, pero no el daño ocasionado hasta el momento, esto deberá hacerse mediante cartografía y seguimiento de las mismas a lo largo del tiempo.
- En cuanto a los morteros, se considera necesario toma de muestras para poner en relación con datos que aporten **estudios arqueológicos e históricos**, por lo que habrá que elaborar un **estudio estratigráfico mural** y análisis de los perfiles que se vayan obteniendo.
- **Estudio del diaclasado**, con especial atención al espaciado, apertura y relleno de la grieta.

Por último, en el apartado de Reportaje Fotográfico, se puede ver que en la comparación hecha con fotos del año 1980 sustraídas del proyecto del Arq. Miguel Ángel Bordejé y fotos del estado actual; los procesos de deterioro han seguido su curso, en el interior ocasionados por las filtraciones en la cubierta y la entrada de palomas y en el exterior por factores ambientales y mecánicos al no terminar de resolver el problema de los empujes de tierra.

| REPORTAJE FOTOGRAFICO |



25

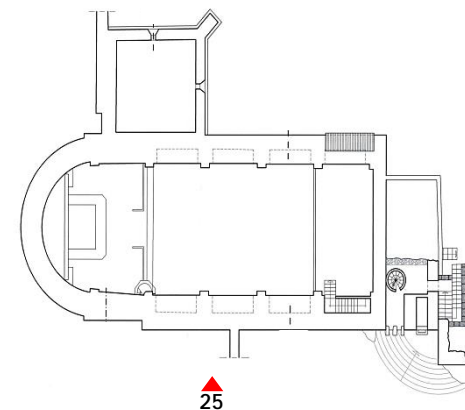
Detalle de grietas subverticales que afectan al sustrato rocoso



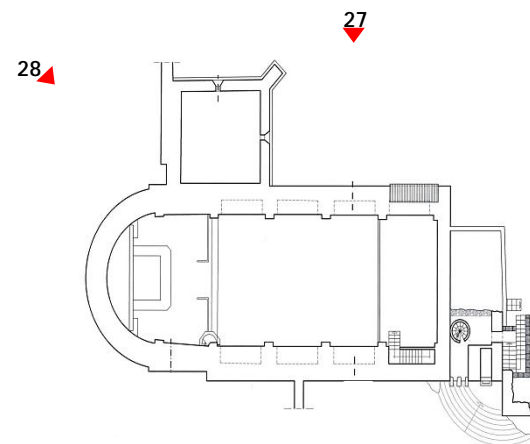
26

Bodegas realizadas socavando el terreno de la montaña

26 ▶



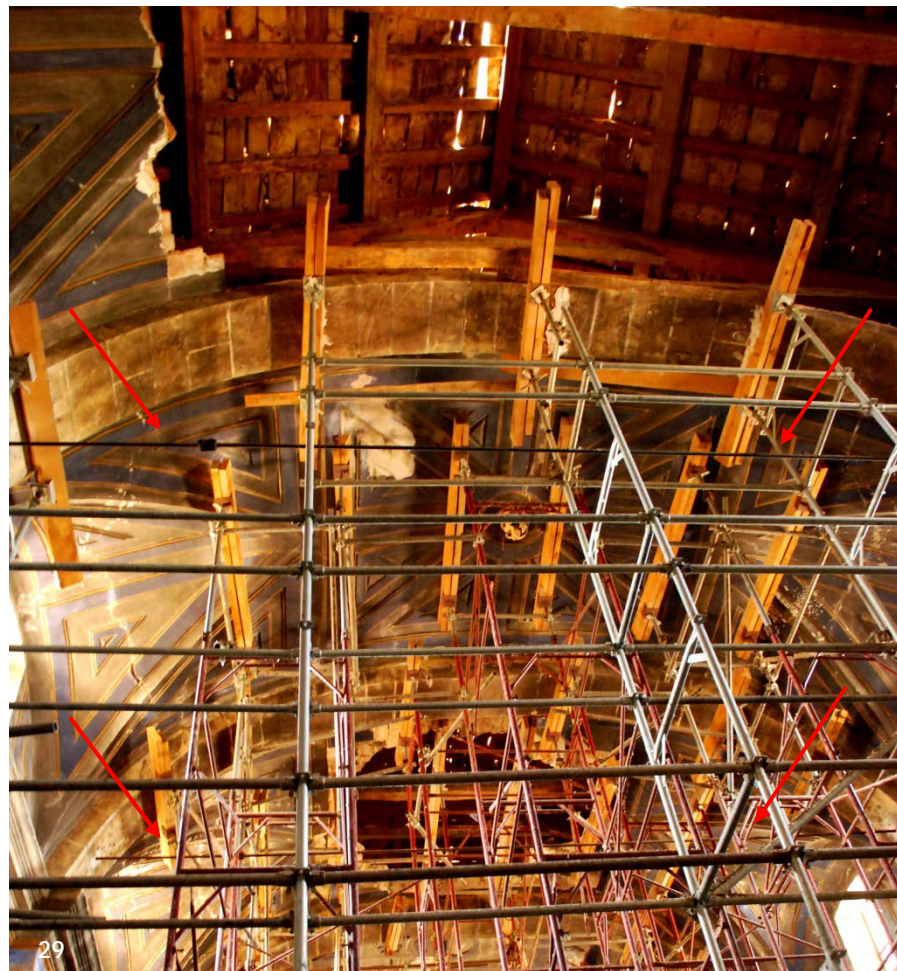
▲
25



Nivel del suelo por encima del pavimento de la iglesia



Caida de agua desde parte alta del castillo



Tirantes metálicos a la altura del arranque de las bóvedas como elemento preventivo del colapso total de la bóveda y cubierta

Foto 29 – Foto de Archivo personal

Foto 30 – Fotos tomada de archivo de fotos del Profesor UPV Arq. Juan Gomis

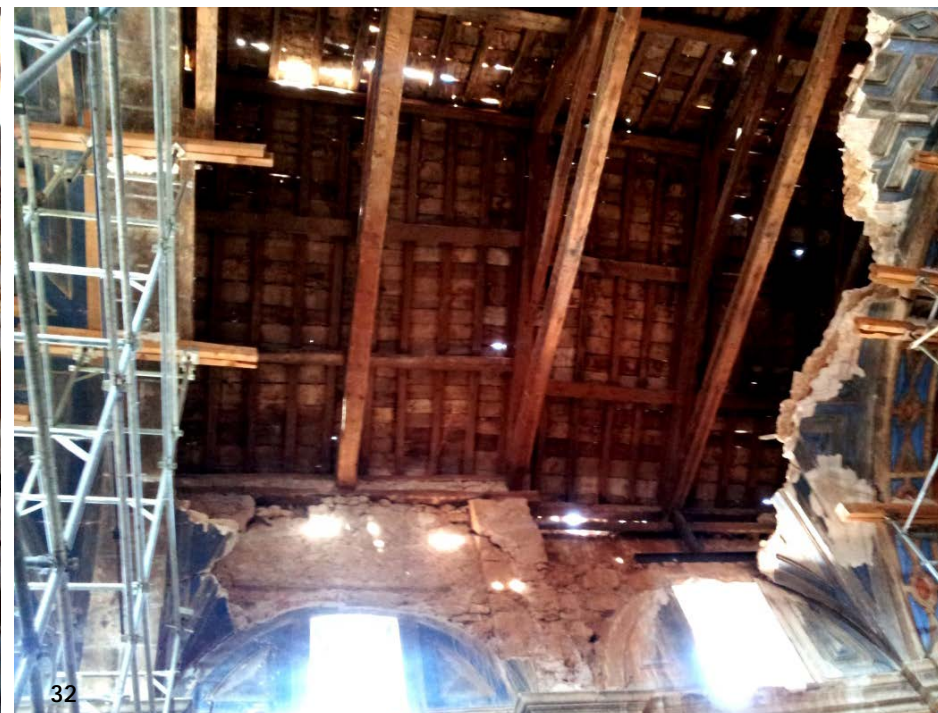
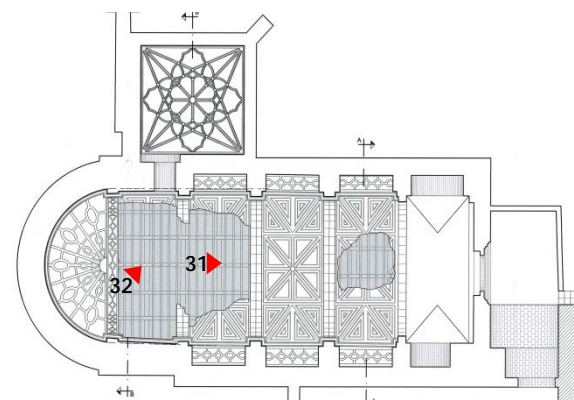


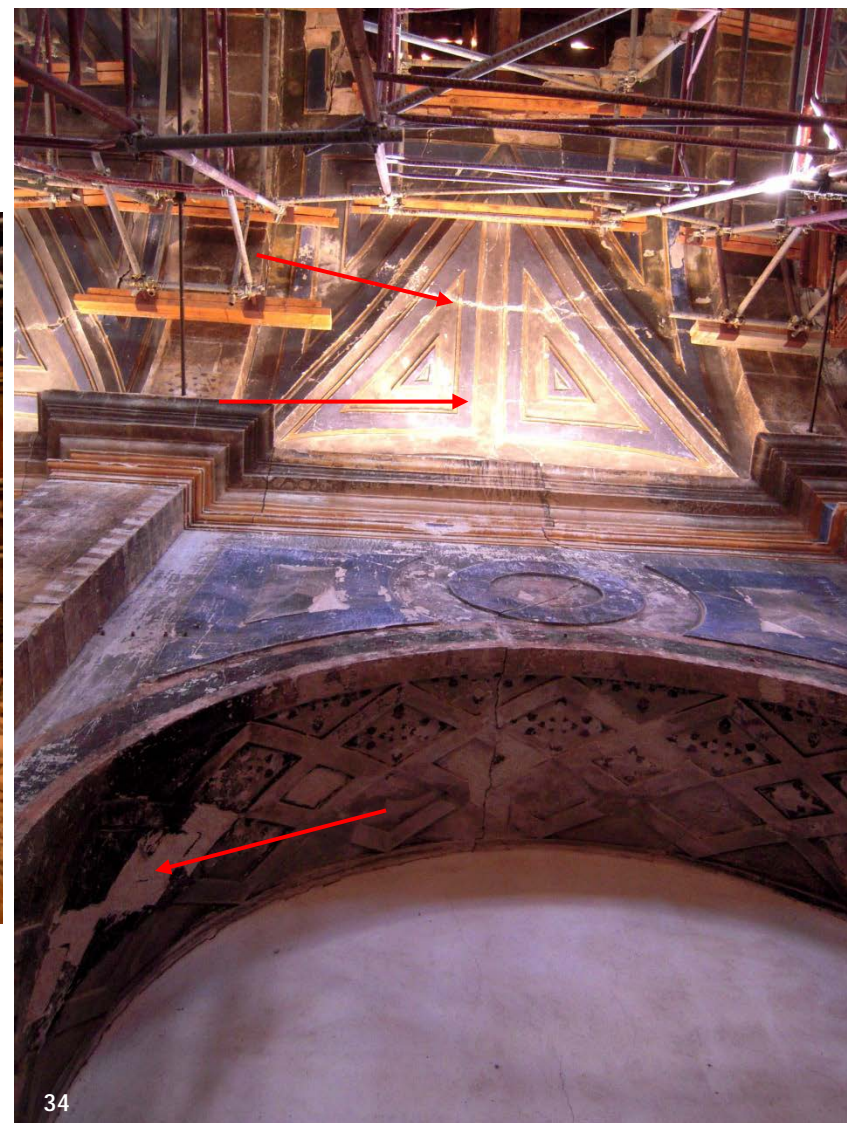
Foto 31 – Foto de Archivo personal

Foto 32 – Fotos tomada de archivo de fotos del Profesor UPV Arq. Juan Gomis



33

Escombros y restos de bóveda y arco fajón en el suelo de la iglesia



34

Pérdida de enlucido bóvedas y demás superficies decoradas

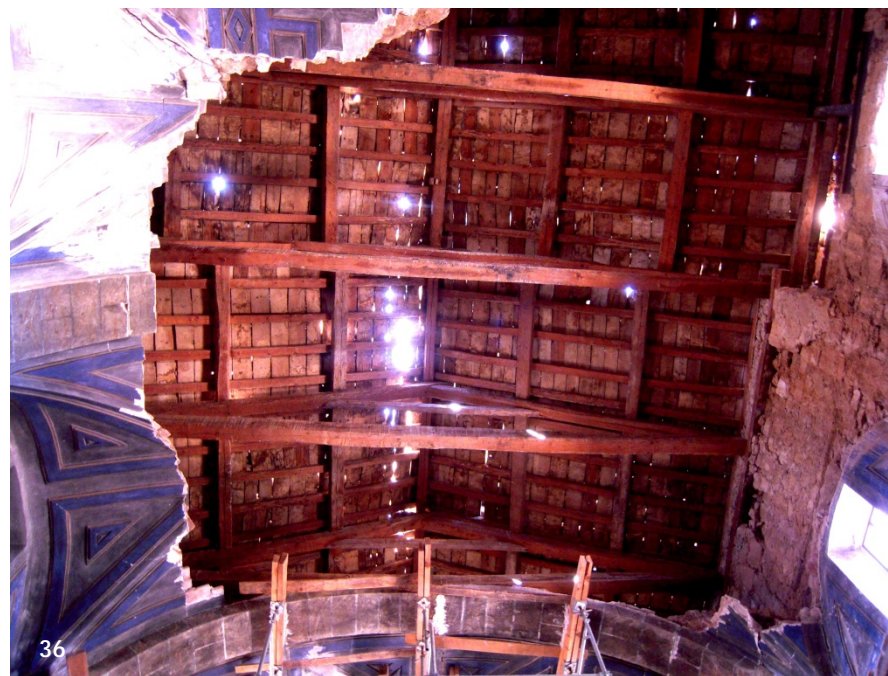
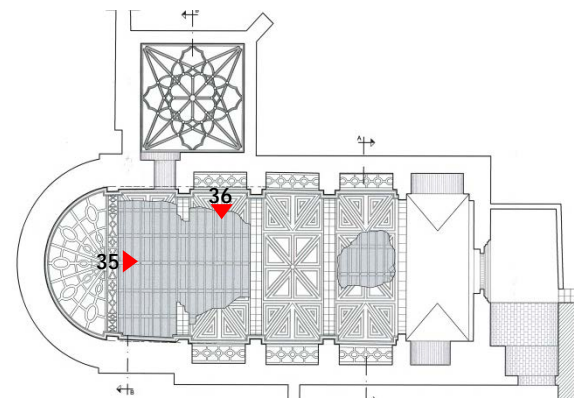
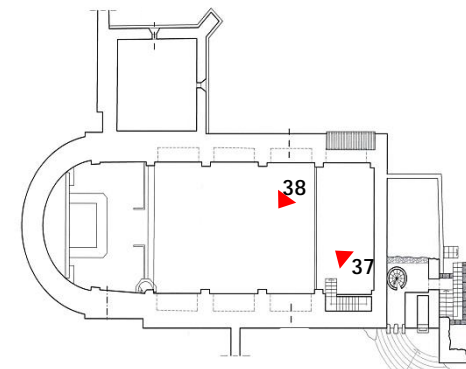


Foto 35 – 36 Fotos de Archivo personal



37

Apeo de bóvedas y arcos con cuerpos de andamio



38

Acumulación de palomina en las superficies horizontales de la iglesia

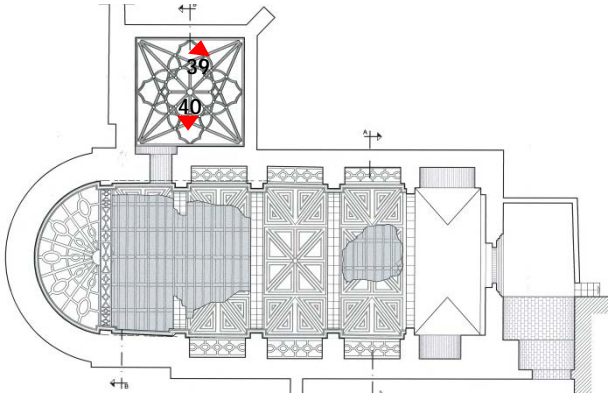
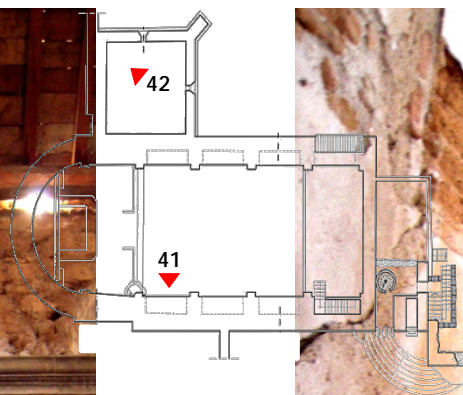


Foto 39 - 40 Fotos de Archivo personal



41

Estado de degradación muros interiores



42

Estado de degradación muros interiores



43

Fábrica muro mampostería y esquina de sillares afectados por la humedad

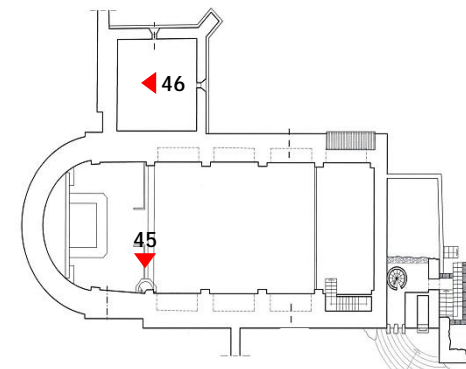


44

Retablo en mal estado de conservación



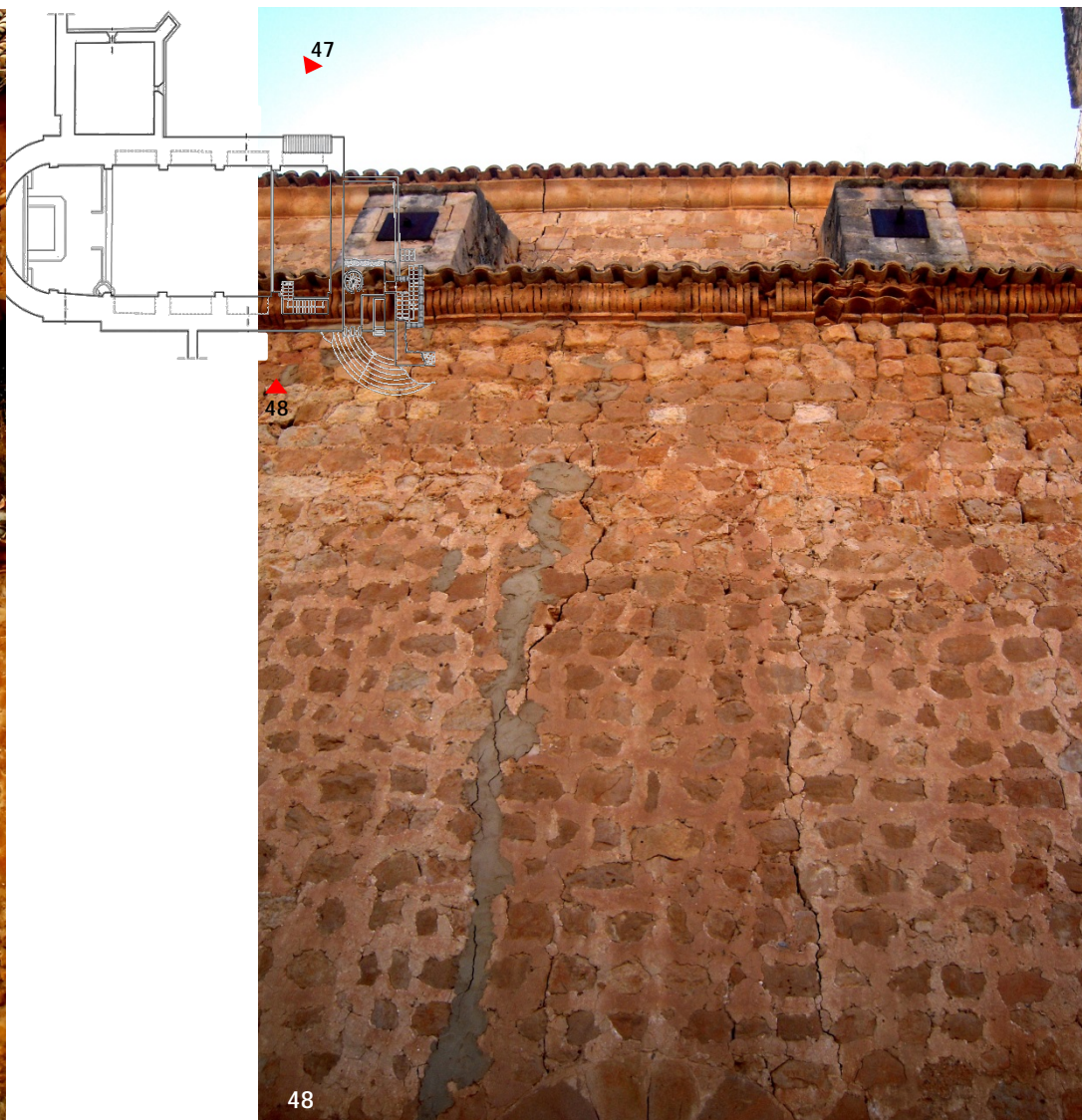
Precario estado del púlpito



Precario estado del mobiliario de madera de la sacristía



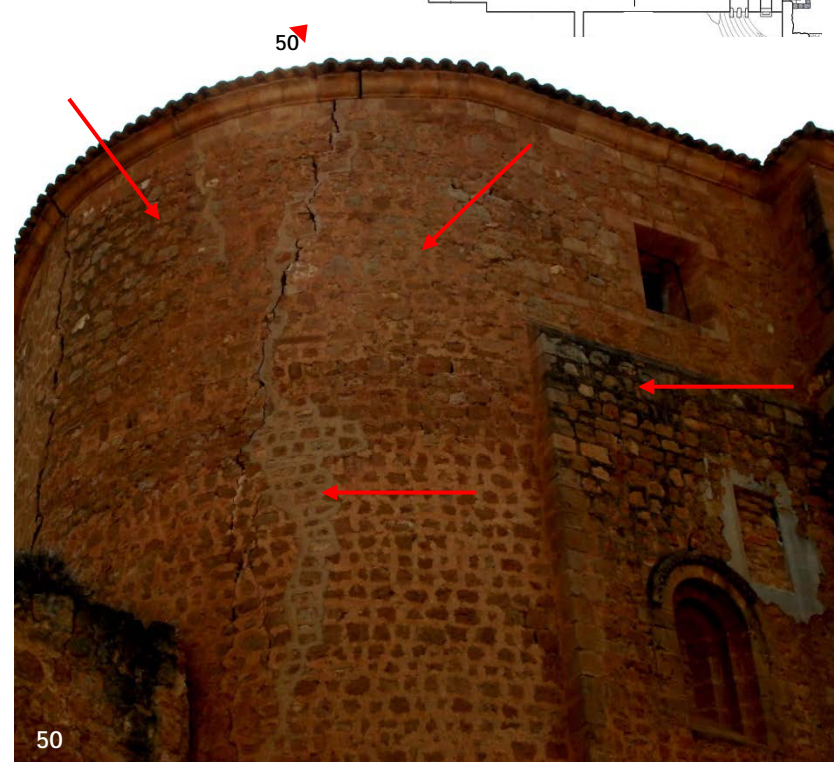
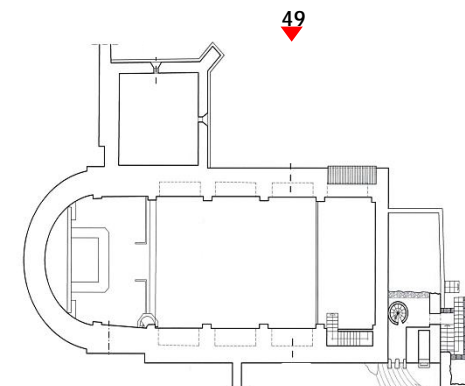
Humedad ascendente por capilaridad – Ejemplo en foto Fda. Sur



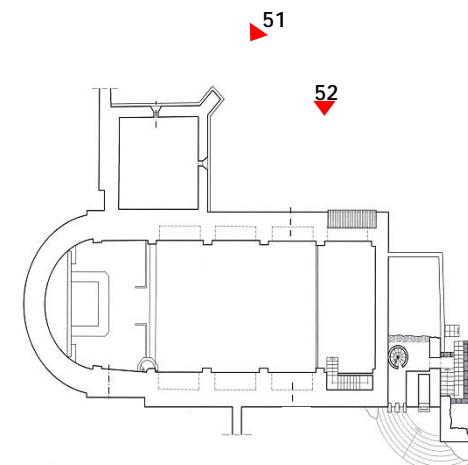
Manchas por escorrentía – humedad filtración. Ejemplo en foto f.Norte



Presencia de plantas de envergadura en cubiertas.



Reparaciones realizadas con morteros de cemento.



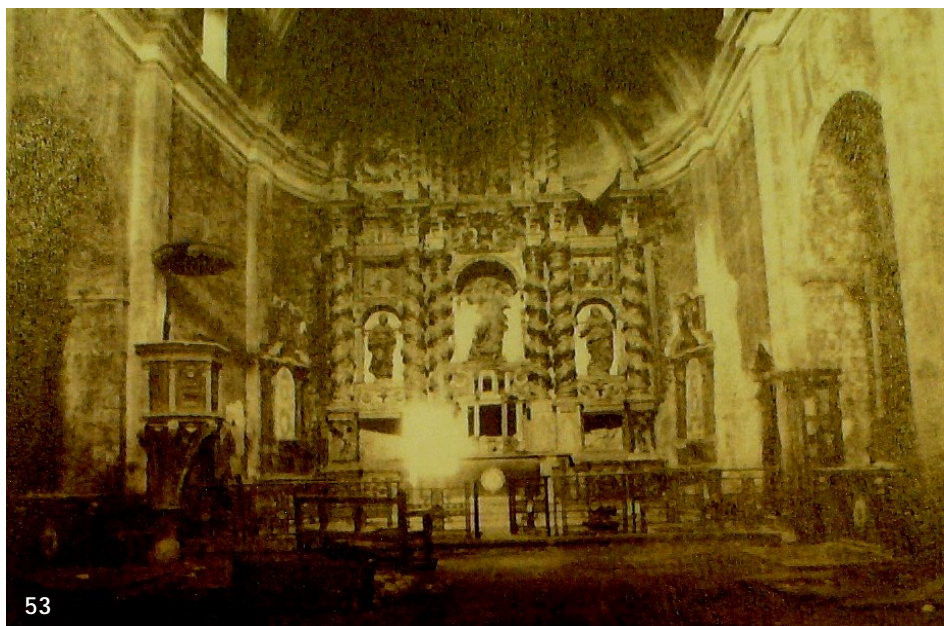
Desplazamiento y rotura de tejas sacristía



Desplazamiento y rotura de tejas vista desde fachada Sur

Es evidente que los procesos de deterioro han seguido su curso y que a pesar de los estudios y numerosos proyectos, nunca se ha acometido la solución del problema principal.

| Estado de la iglesia en 1980 vs Estado de la iglesia actualmente |



53

Altar Mayor – Año 1980

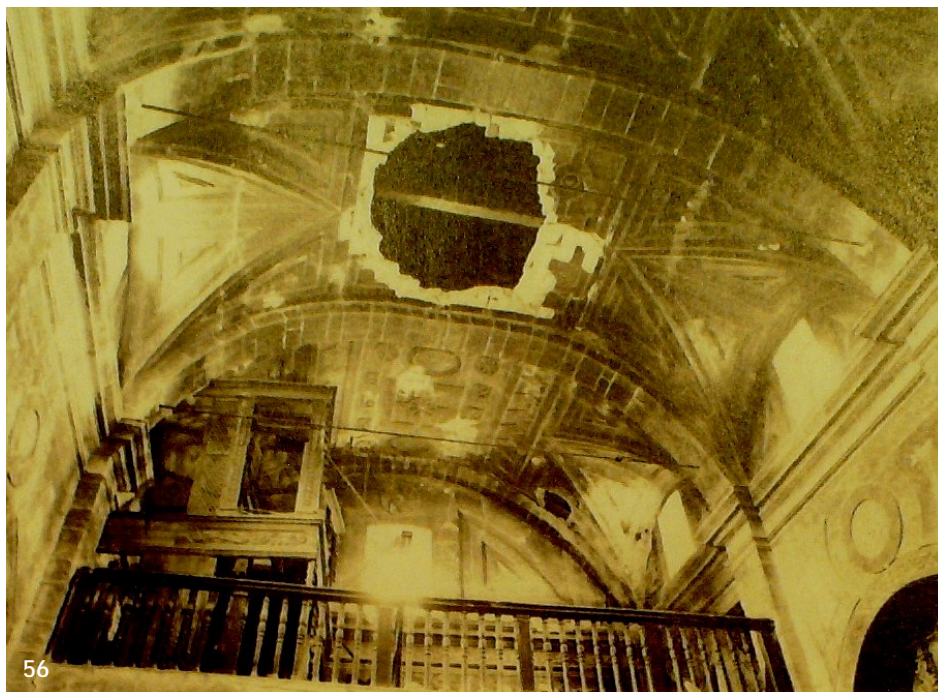


54



55

Altar Mayor – Estado Actual



56

Bóveda hacia Coro- Año 1980



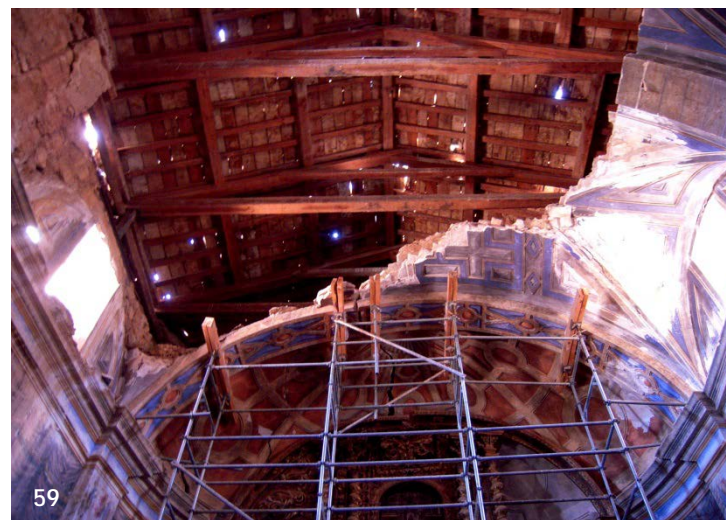
57

Bóveda hacia Coro - Estado Actual

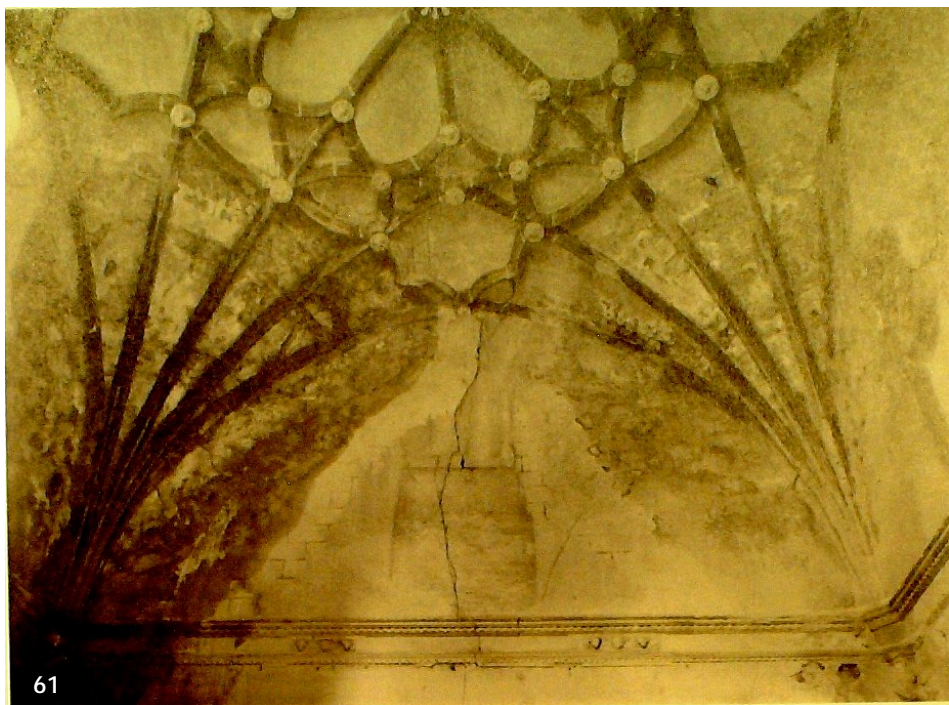
56 - Foto tomada del «Proyecto de Restauración para la Iglesia de la Asunción de Monreal de Ariza» 1990. Miguel Ángel Bordejé.
57 - Fotos de Archivo personal



Bóveda - Año 1980



Bóveda - Estado Actual



61

Bóveda Sacristía – Año 1980



62

Bóveda Sacristía – Estado Actual

61 – Foto tomada del «Proyecto de Restauración para la Iglesia de la Asunción de Monreal de Ariza» 1990. Miguel Ángel Bordejé.
62 – Fotos de Archivo personal



63
Coro- Año 1980



64
Coro- Estado Actual



65

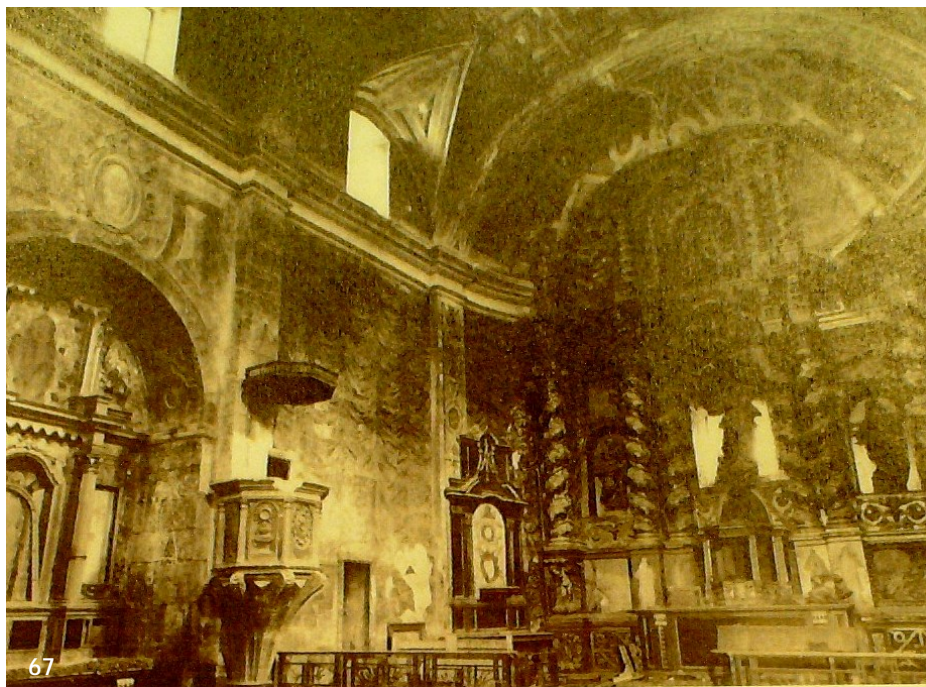
Capillas Laterales- Año 1980



66

Capillas Laterales- Estado Actual

65 - Foto tomada del «Proyecto de Restauración para la Iglesia de la Asunción de Monreal de Ariza» 1990. Miguel Ángel Bordejé.
66 - Fotos de Archivo personal



67 Presbiterio- Año 1980



68 Presbiterio - Estado Actual

67 - Foto tomada del «Proyecto de Restauración para la Iglesia de la Asunción de Monreal de Ariza» 1990. Miguel Ángel Bordejé.
68 - Fotos de Archivo personal



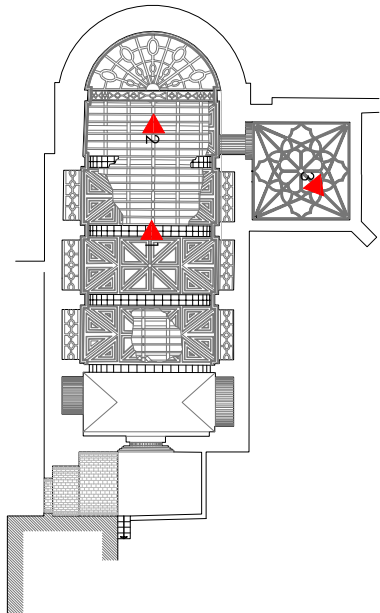
Grietas Ábside – Año 1980



Grietas Ábside – Estado Actual






69– Foto tomada del «Proyecto de Restauración para la Iglesia de la Asunción de Monreal de Ariza» 1990. Miguel Ángel Bordejé.

70 – Fotos de Archivo personal



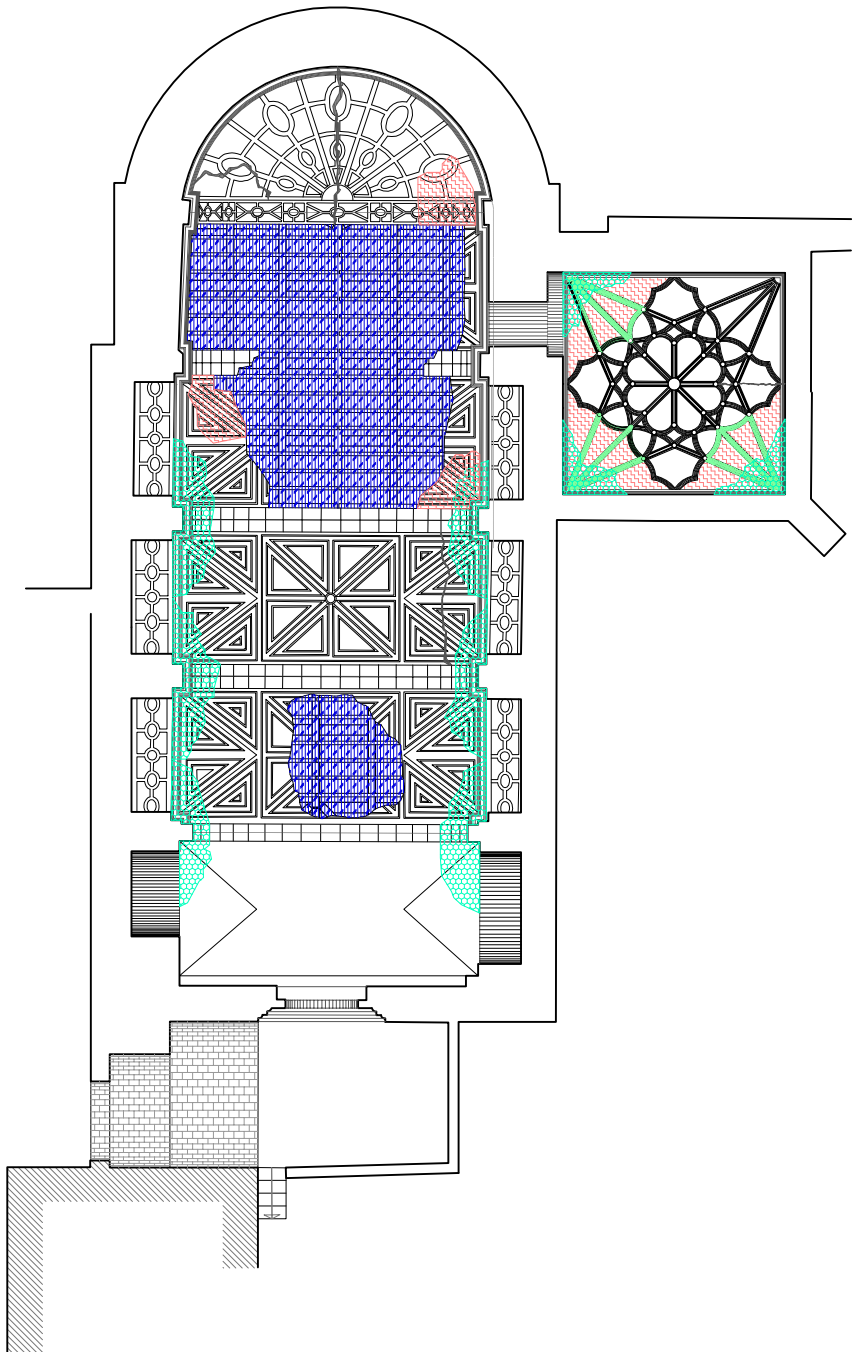
LEYENDAS

Lesiones constructivas y estructurales

-  Desprendimiento de bóveda
-  Pérdida de enlucido y morteros de junta - precipitación de sales en forma de eflorescencias
-  Grietas o fisuras
-  Zonas retención de agua por filtraciones
-  Material arenizado por retención de humedad

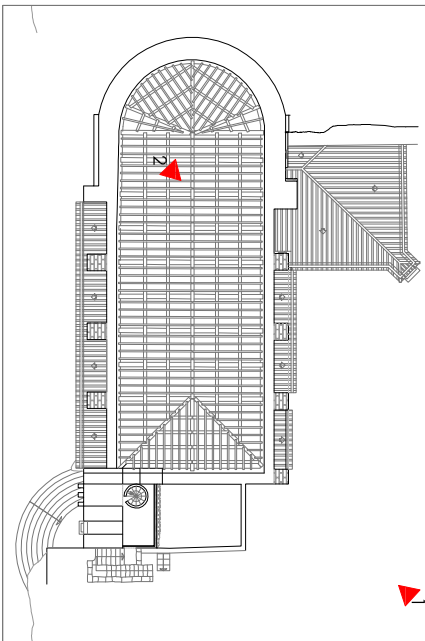
OBSERVACIONES

- Colapso del 70% de la superficie de la bóveda central de la Iglesia.
- Debido a la constante entrada de agua por filtraciones a causa del mal estado de la cubierta, se hace evidente el exceso de humedad retenida en el material que conforma la bóveda y los riñones de los arcos de piedra.
- Esta humedad se manifiesta a través de la degradación de los morteros de agorte de los bóvedas de ladrillo, presentando fisuras y grietas de tamaño importante.
- Pérdida de enlucidos y decorados geométricos
- Pérdida de geometría de los fajones, por esta razón se encuentran atrinchantados con elementos metálicos que traccionan la estructura.
- En las bóvedas de la sacristía se manifiesta la humedad a través de la aparición de sales en forma de eflorescencias, las cuales afectan no solo a los morteros degradándolos, sino a la plomería y a los nervios de piedra que conforman la bóveda estrellada.






FOTOGRAFÍAS







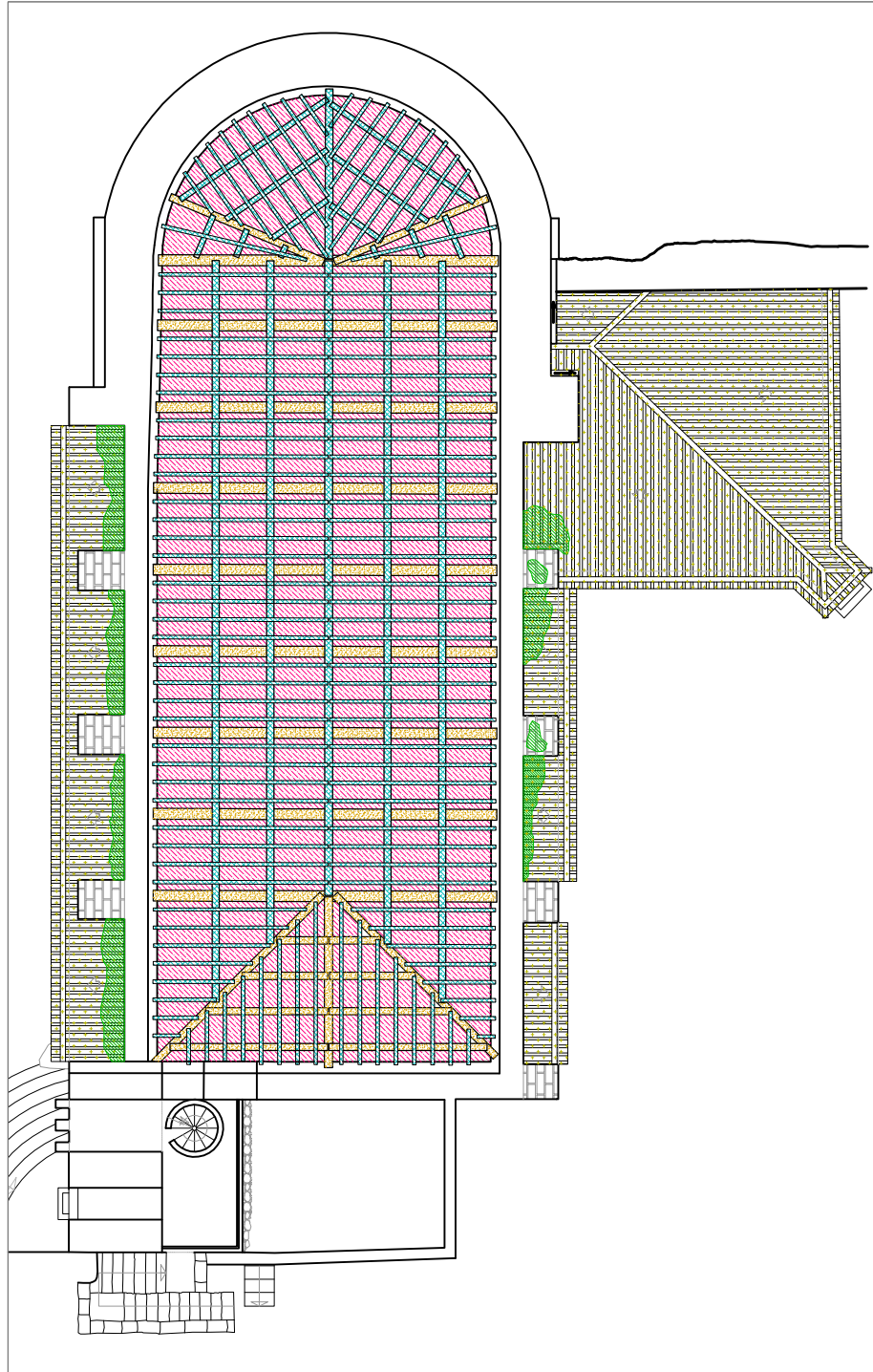
LENDAS

Lesiones constructivas

-  Pérdida capacidad mecánica
-  Levantamiento de tejas
-  Desplazamiento de ladrillos

Lesiones biológicas

-  Pudrición por acción fungica
-  Presencia de vegetación de porte



OBSERVACIONES

Se parte de la hipótesis, a falta de un estudio más pormenorizado de todos los procesos patológicos que afectan a la cubierta que los movimientos en la estructura y los choques térmicos han provocado el desplazamiento de las tejas y los ladrillos sobre los rastreles.

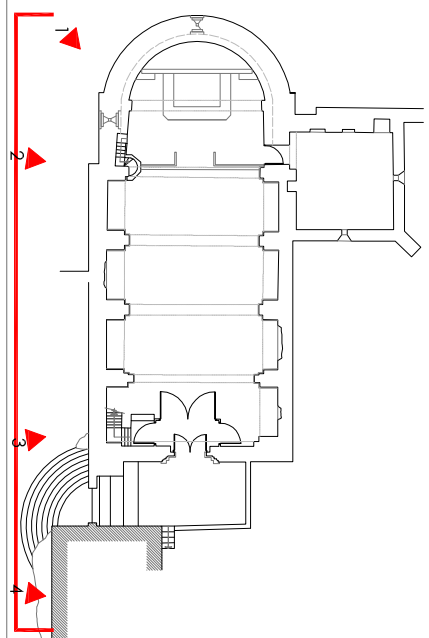
Que gracias a la humedad retenida en la madera provocada por las filtraciones en la cubierta, el sistema portante tiene una pérdida de su capacidad mecánica, también a falta de comprobación.

Que la concentración de la humedad superior al 20% con un ambiente oscuro y mal ventilado, favorece la pudrición de la misma.

Que la humedad retenida en los muros, claramente visible por el crecimiento de vegetación sobre las cubiertas, favorece la pudrición y disgregación de los cabezas de las vigas empotradas (A falta de catas de verificación)






FOTOGRAFÍAS





LEYENDAS

Lesiones constructivas y estructurales

-  Presencia de morteros de cemento
-  Pérdida de mortero en juntas
-  Pérdida de volumen
Por descomposición de la superficie
pelílica, arenización, fracturas
-  Grietas o fisuras
-  Elementos ajenos a la construcción original
y/o distorsionantes (cegado de huecos, estructuras provisionales, etc)

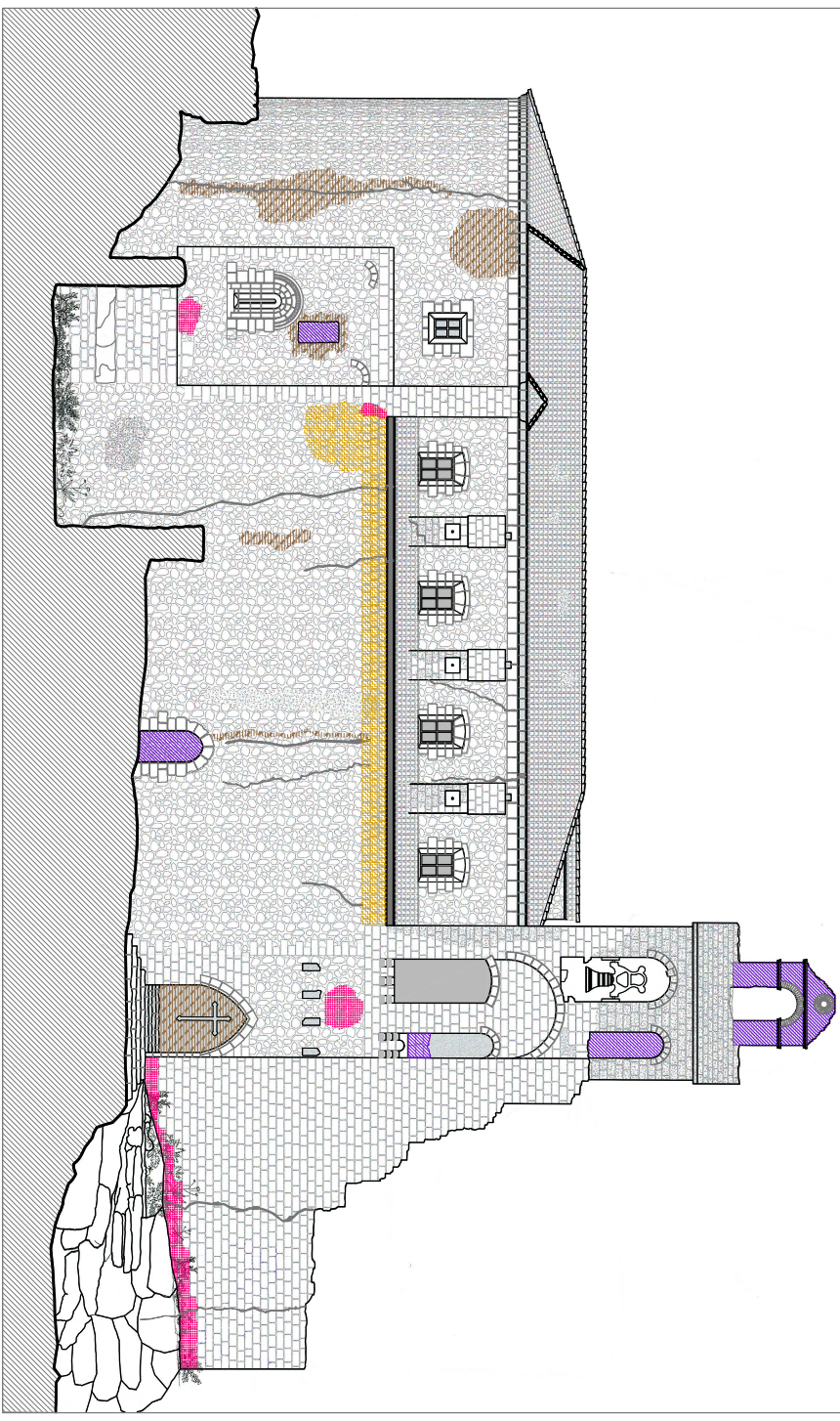
OBSERVACIONES

Degradación generalizada de los estratos rocosos ocasionados por las tensiones de reacción entre el peso de la cimentación y la exposición a la intemperie; las fisuras formadas se rellenan con humedad que ante las heladas suelen cristalizarse, aumentando de tamaño y generando presión provocando la rotura de los poros de la roca.

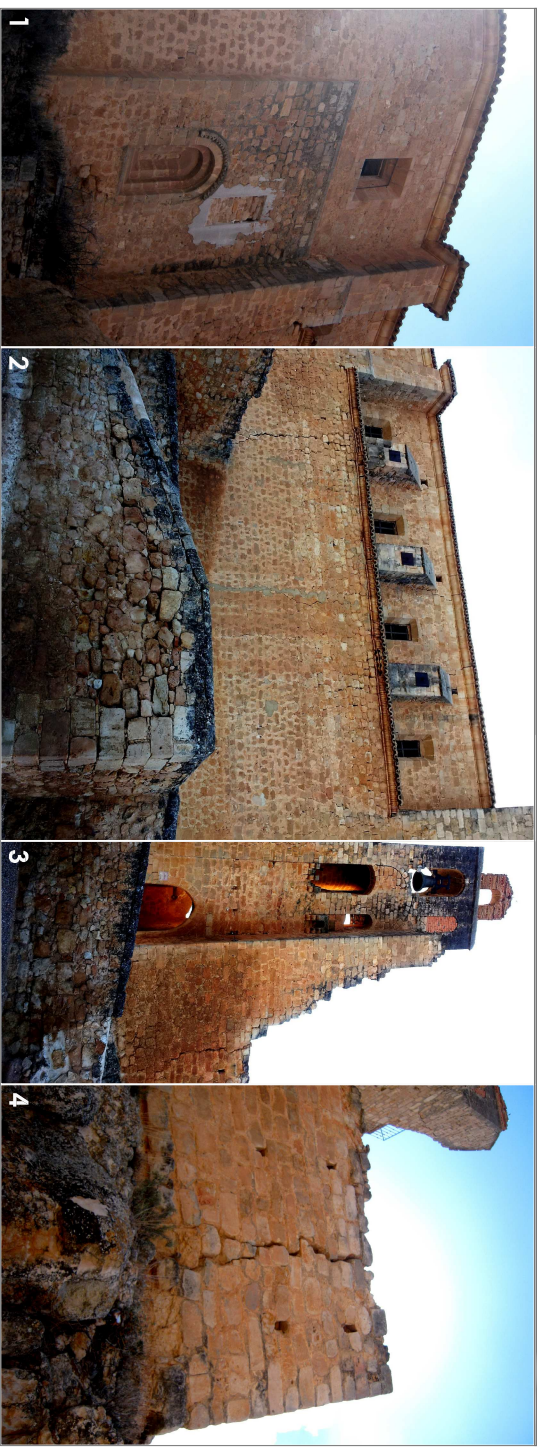
Fracturas verticales en las fábricas que llegan hasta los estratos de arenisca.

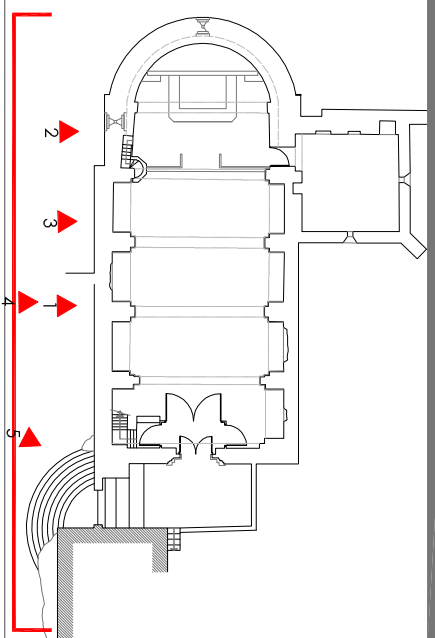
Mejorización de los materiales de apoyo la cual debilita su resistencia.

Presencia de materiales de distintas épocas, mezcla de fábricas, sillar y mampostería reflejando una complejidad constructiva y un comportamiento inadecuado en su conjunto.






FOTOGRAFÍAS





LEYENDAS

Lesiones biológicas

-  Presencia de vegetales de porte
-  Presencia de pátitas verdosas o pardas - colonias biológicas
-  Presencia de líquenes

Humedades

-  Humedad en base de muro-suelo
-  Humedad en paramentos

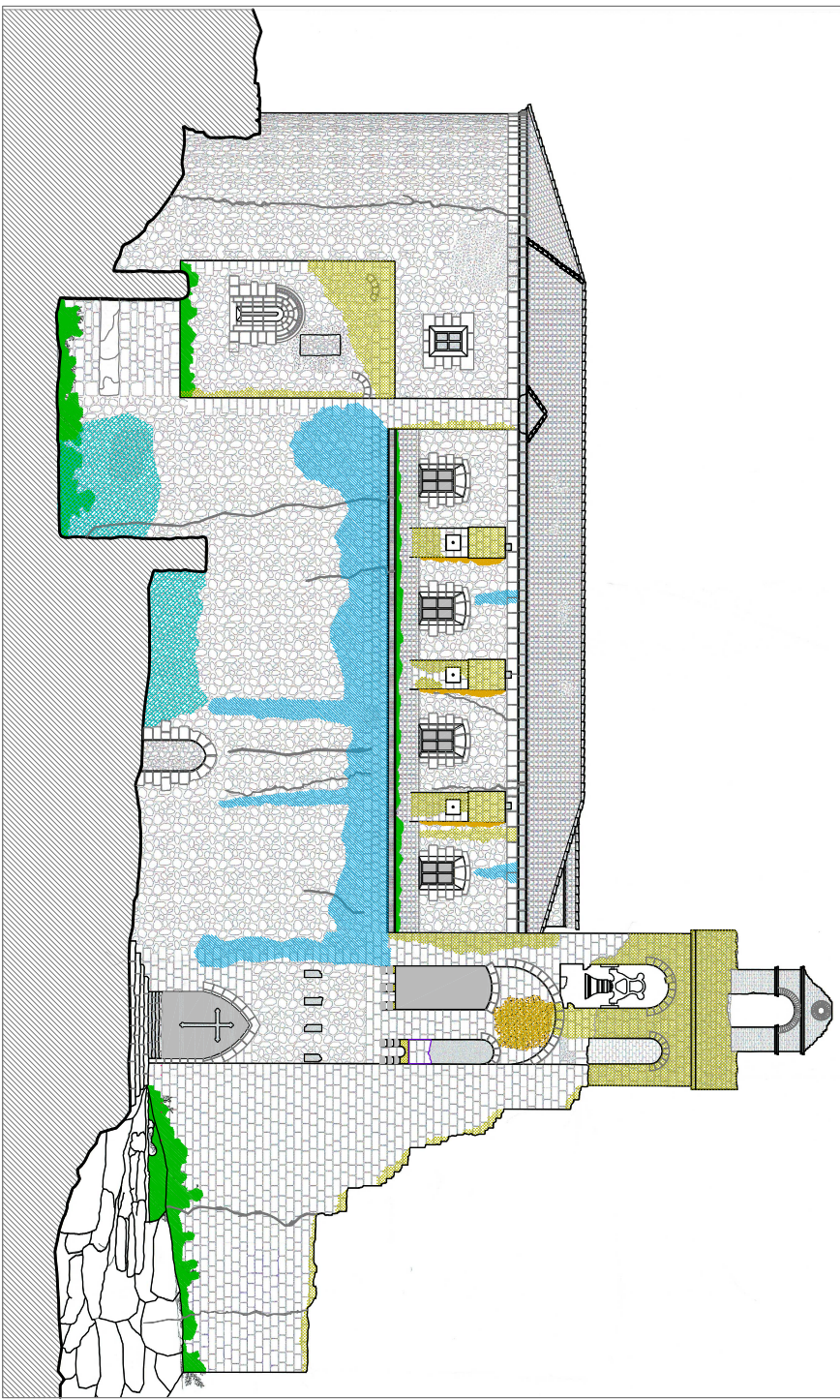
OBSERVACIONES

Humedades que afectan a las fábricas en contacto con el suelo transmitidos desde los rellenos adosados a los muros de cimentación.

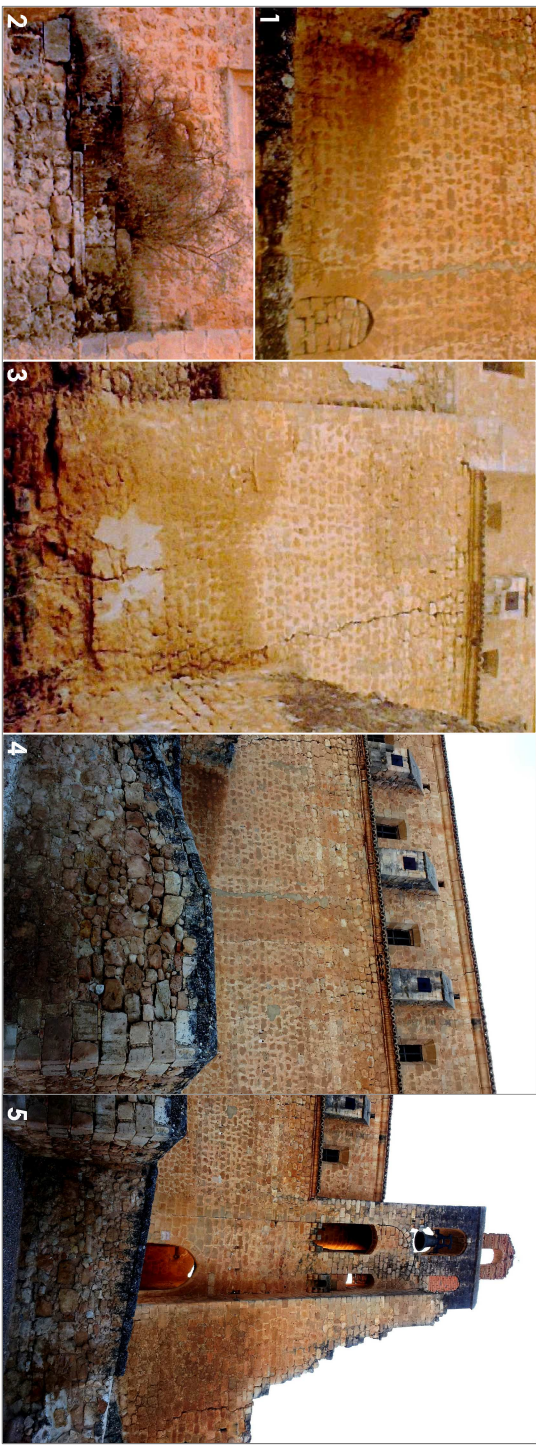
Debido a su orientación, la permanente exposición a humedades directas por filtraciones producidas por la falta de mantenimiento en los sistemas de evacuación ha favorecido la acumulación y retención de agua en zonas internas del muro.

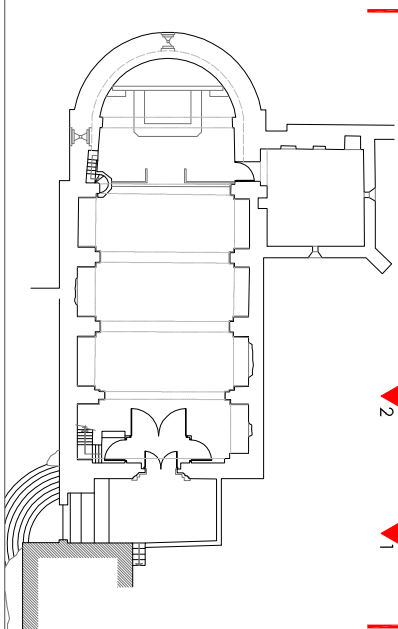
Manchas superiores de humedad por filtraciones de la cubierta que han ocasionado la erosión de las fábricas como del material de junta.

Proliferación de colonias biológicas identificadas como pátitas verdosas y pardas, además de plantas con más envigadura en las partes superiores.







FOTOGRAFÍAS





LEYENDAS

Lesiones constructivas y estructurales

-  Presencia de morteros de cemento
-  Pérdida de mortero en juntas
-  Pérdida de volumen
Por descomposición de la superficie
pétreo, orientación, fracturas
-  Grietas o fisuras

Lesiones arquitectónicas

-  Elementos ajenos a la construcción original
y/o distorsionantes (cogido de huecos, estructuras provisionales, etc)

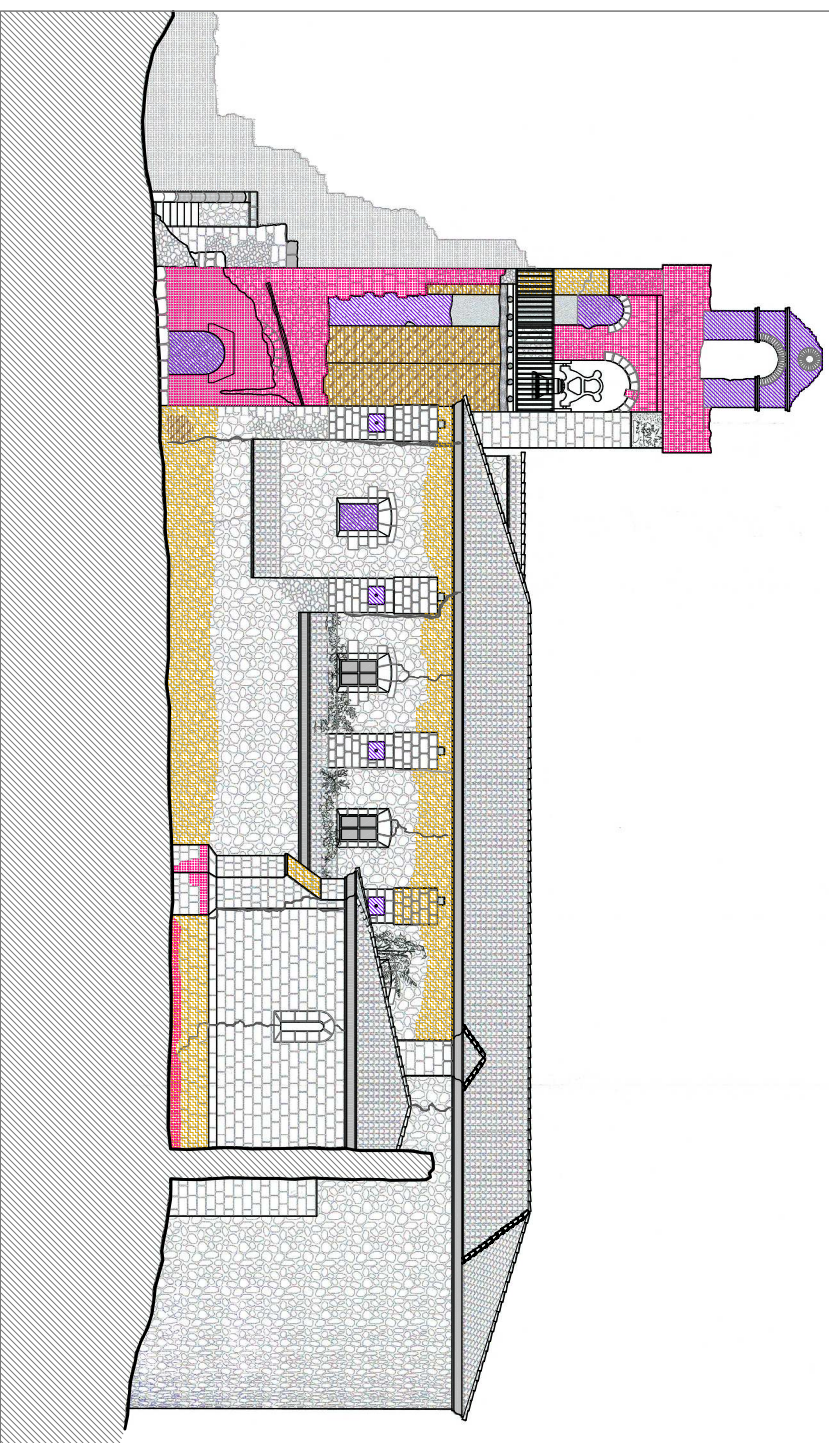
OBSERVACIONES

Fracturas verticales en las fábricas que llegan hasta los sustitutos de arenisca.

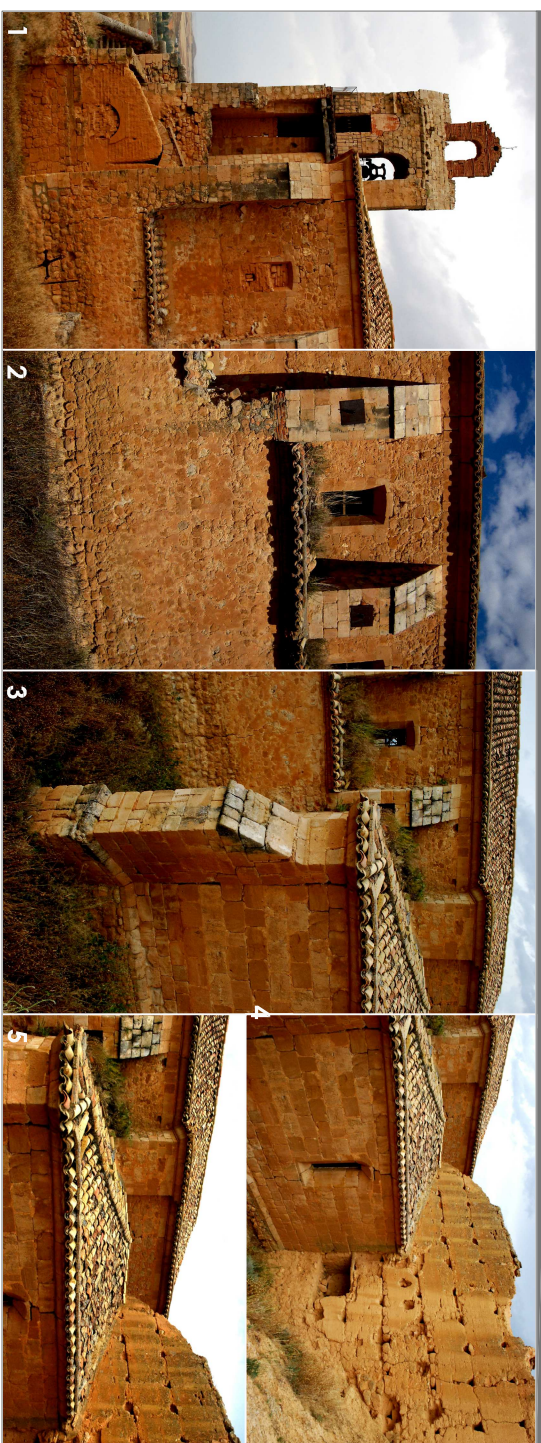
En la torre se evidencia la presencia de materiales de distintas épocas, mezcla de fábricas, sillera, sillarejo y mampostería reflejando una complejidad constructiva y un comportamiento inadecuado en su conjunto. En el exterior se aprecia el macizado de uno de los vanos del cuerpo de campanas y en el interior del conjunto, se aprecia el cillindro de la escalera, con la junta de mortero degradada, incluso se ve la degradación de los rellenos del muro que se han quedado descubiertos. La espadaña de ladrillo presenta elementos sueltos con grave riesgo de desprendimiento.

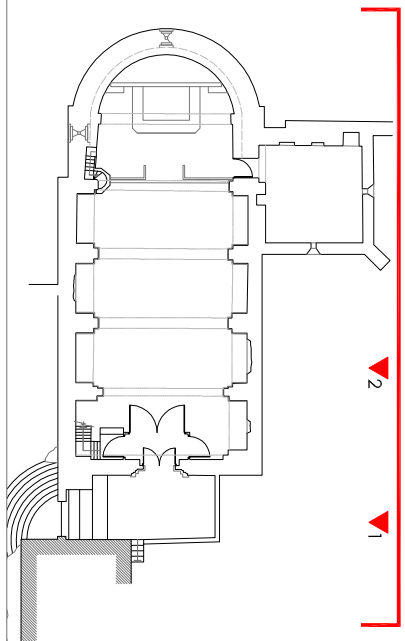
Sillares aislados con pérdidas de relieve.

Grieta importante en el contrafuerte de la sacristía que "firra" de los muros, lo que evidencia un posible descendimiento de esa zona debido a la acumulación de agua en el subsuelo, ayudada por la degradación ocasionada por la filtración de agua a través de la cubierta en mal estado.






FOTOGRAFÍAS







LEYENDAS

Lesiones biológicas

-  Presencia de vegetales de porte
-  Presencia de pátiras verdosas o pardas - colonias biológicas
-  Presencia de líquenes

Humedades

-  Humedad en base de muro-suelo
-  Humedad en paramentos

OBSERVACIONES

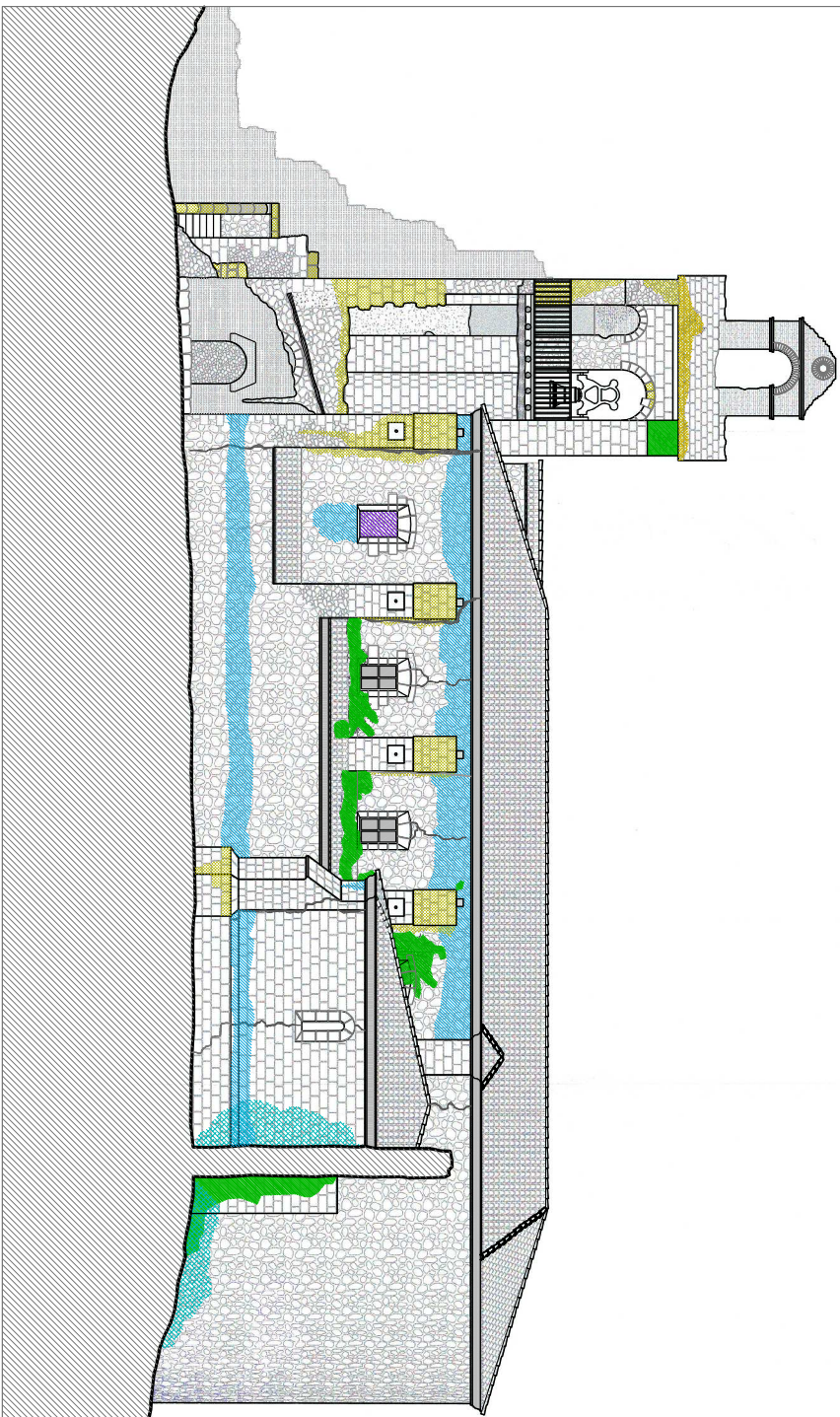
Pérdida de juntas de mampostería en la zona inferior debido a un asenso de la humedad por capilaridad, se aprecia la mancha prolongada por todo el frontal de la fachada.

Se puede apreciar la zona donde se ejecutó la zanja de drenaje proyectada por el equipo de Trama Arquitectos que parece haber funcionado, pero presenta una importante arenización del material debido a la cantidad de agua retenida.

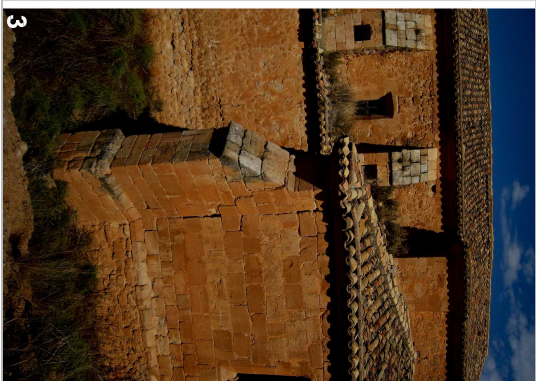
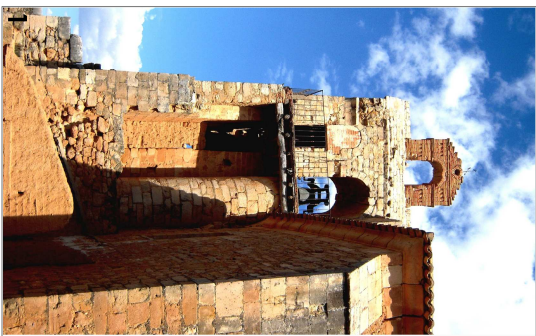
Humedades que afectan a las fábricas que están en contacto con el muro de tapia.

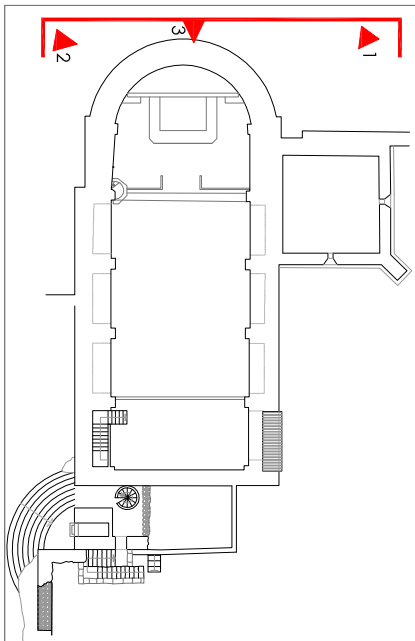
Manchas superiores de humedad por filtraciones de la cubierta que han ocasionado la erosión de las fábricas como del material de junta.

Proliferación de colonias biológicas identificadas como pátiras verdosas y pardas, además de plantas con más envergadura en las partes superiores.







FOTOGRAFÍAS





LEYENDAS

Lesiones constructivas y estructurales

-  Presencia de morteros de cemento
-  Pérdida de mortero en juntas
-  Pérdida de volumen
Por descomposición de la superficie
pétreo, orientación, fracturas
-  Grietas o fisuras

Lesiones arquitectónicas

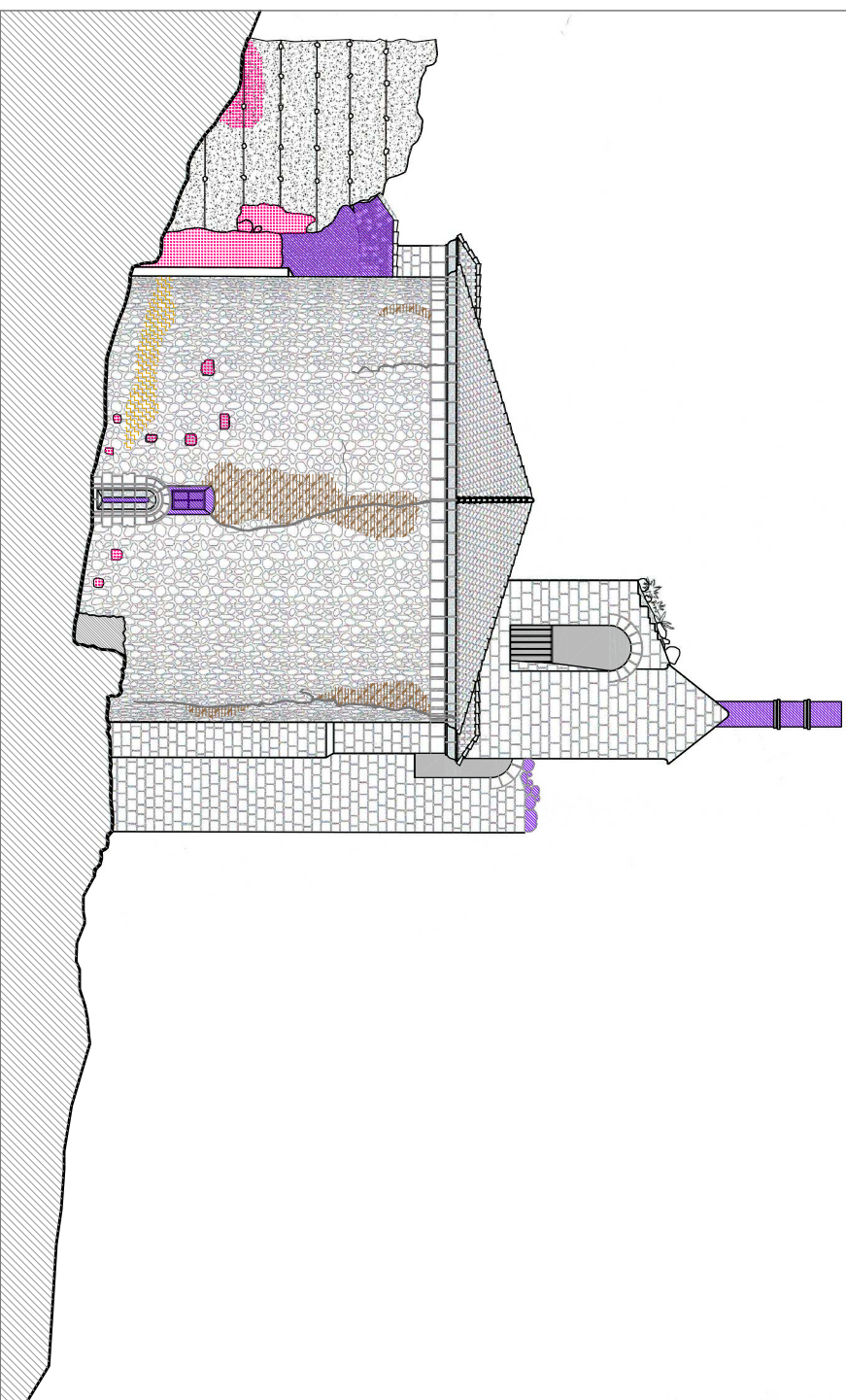
-  Elementos ajenos a la construcción original
y/o distorsiones (cegado de huecos, recreados, estructuras provisionales, etc)

OBSERVACIONES

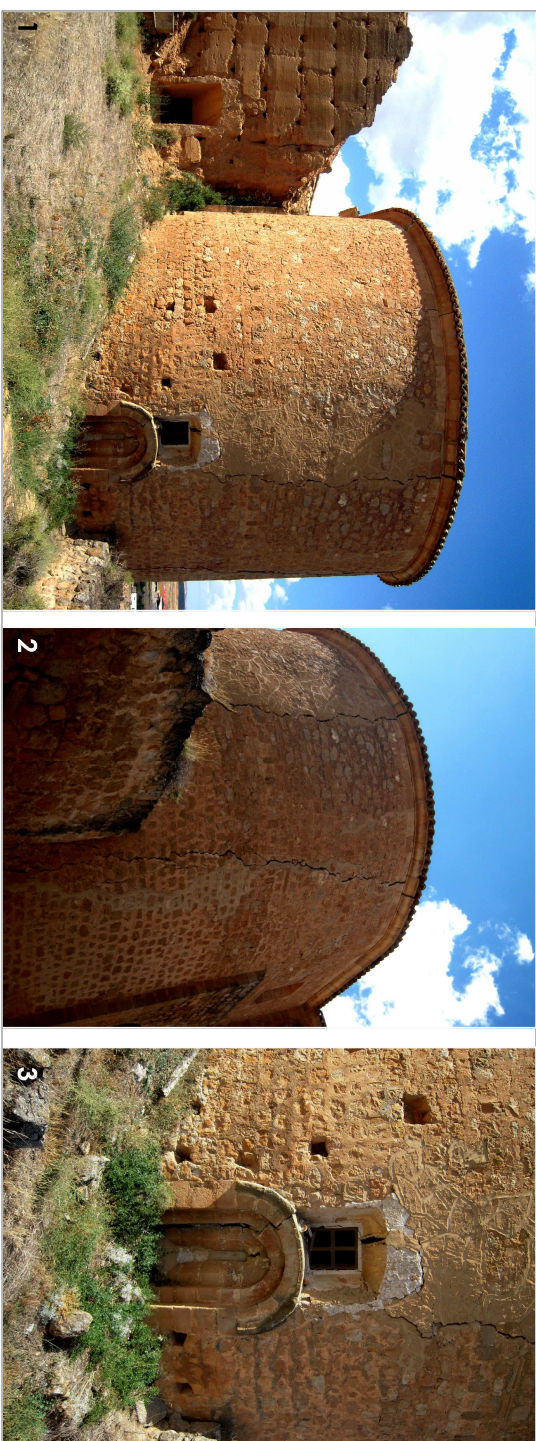
Grieta subvertical con reparaciones a base de morteros de cemento supleniendo un aporte de sales solubles muy activos en los procesos de meteorización de los materiales pétreos ya que los cloruros papizan grandes aglomerados y generan microfisuras entre el material de relleno y el material del muro haciendo que se separen y no sean compatibles. De ahí, que a pesar de realizar la misma reparación con el mismo material, siempre se terminará desligando.

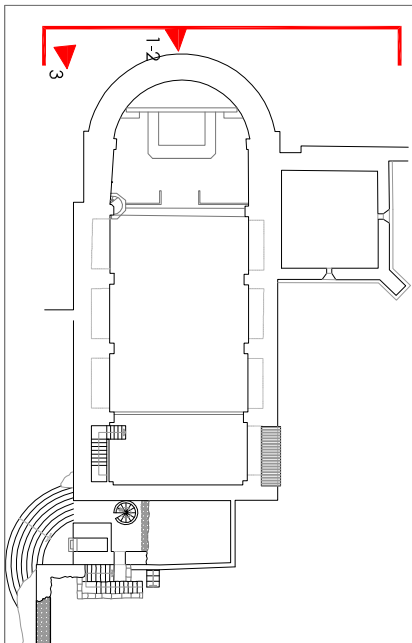
La trayectoria de la grieta va desde la parte alta, pasando por una ventana de perfil abocinado que se abrió posteriormente y justo por encima del vano con arco de medio punto y cierre de albastró que se encuentra semienterrado por el desnivel del terreno, al cual modifica su geometría y lo achata.

La **presencia de morteros** de cemento sobre las fábricas agrava los problemas al anular la función "sacrificial" de los morteros de junta y transferir hacia la piedra la evaporación de las humedades internas del muro.






FOTOGRAFÍAS





LEYENDAS

Lesiones biológicas

-  Presencia de vegetales de porte
-  Presencia de pártinas verdosas o pardas - colonias biológicas
-  Presencia de líquenes

Humedades

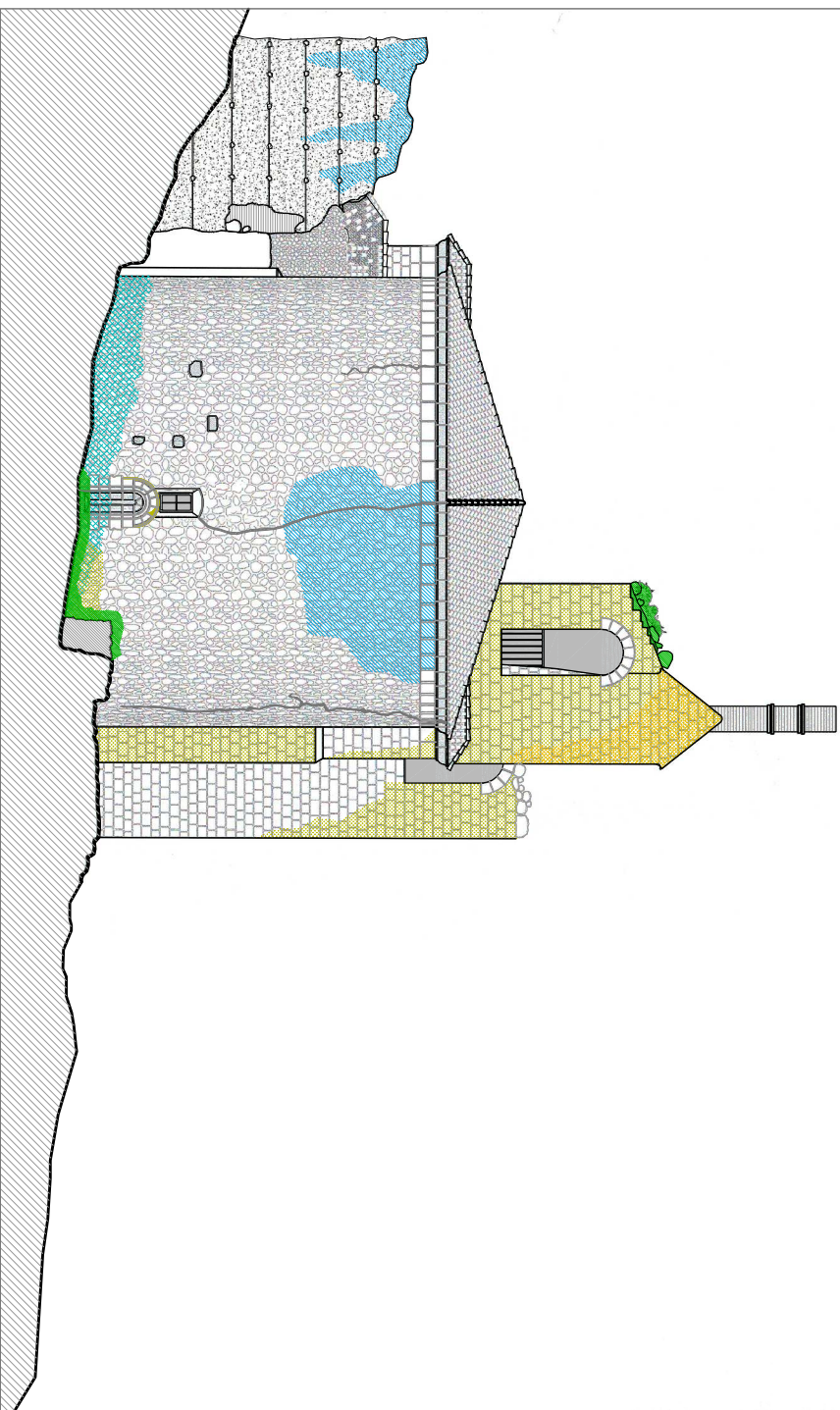
-  Humedad en base de muro-suelo
-  Humedad en paramentos

OBSERVACIONES

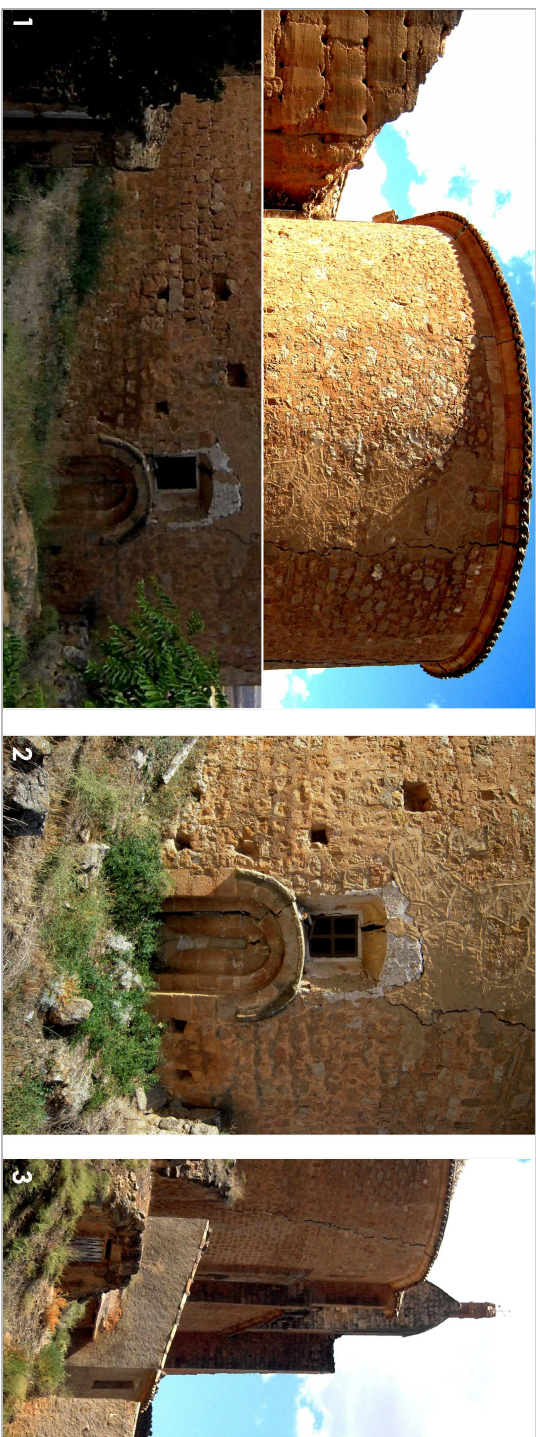
Manchas superiores de humedad debido a filtraciones por falta de mantenimiento o los sistemas de evacuación de la cubierta, favoreciendo la acumulación de agua en las zonas internas.

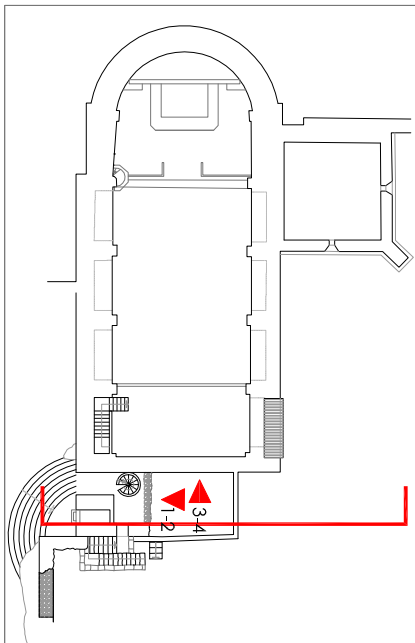
El elevado volumen de agua retenida en las fábricas y la dificultad para su evacuación ha provocado que la evaporación fuera insuficiente durante largos periodos, configurando un estrato favorable para la proliferación de colonias biológicas identificadas a través de las pártinas verdosas y pardas que se extienden por la zona superior de la fachada y por la cara este de la torre.

Las humedades transmitidas de los terrenos a los muros han generado no solo la aparición de esas manchas en las zonas bajas, sino también el crecimiento de plantas con mayor envergadura, las cuales ejercen un efecto mecánico sobre el muro, debido a su sistema de asentamiento y onclaje provocando pequeños fisuras y roturas de los materiales colonizadores.







FOTOGRAFÍAS





LEYENDAS

Lesiones constructivas y estructurales

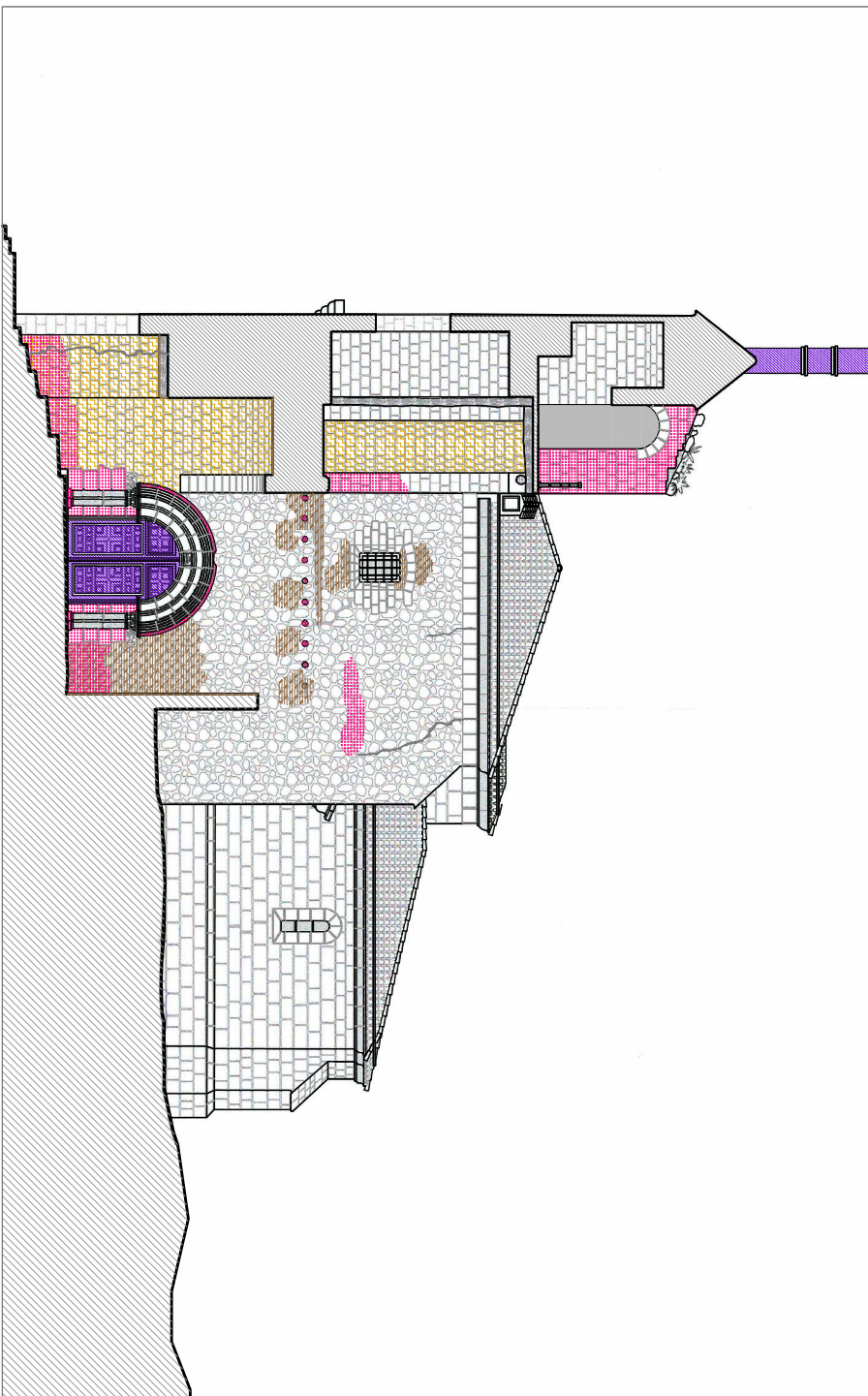
-  Presencia de morteros de cemento
-  Pérdida de mortero en juntas
-  Pérdida de volumen
Por descomposición de la superficie pétreo, arenización, fracturas
-  Grietas o fisuras

Lesiones arquitectónicas

-  Elementos ajenos a la construcción original
y/o distorsiones (cegado de huecos, reaciosos, estructuras provisionales, etc)

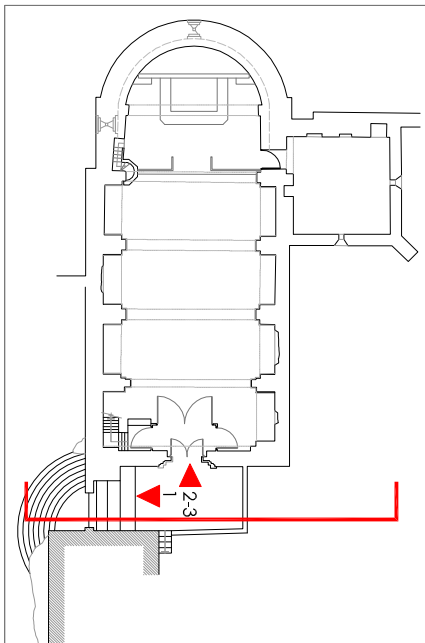
OBSERVACIONES

Reparaciones a base de morteros de cemento.
 Grietas en fachada ocasionadas por la pérdida del material de junta en las que se rellena agua debido a los problemas de evacuación en cubierto agravándose cada vez más.
 Pérdida de morteros de junta en las zonas interiores de la torre y arenización del material. Pérdidas de volumen importantes en zonas bajas.
 Grieta importante en el primer tramo de acceso de la torre, ocasionada posiblemente por los movimientos de la estructura.
 Pérdida de relieves en las arquivoltas de la portada románica, la parte superior se encuentra fracturada y escamada.
 Cornisa en buen estado, solo con redondeamiento de las aristas y pequeñas fracturas.
 Relieve de capiteles y fustes en buen estado. Basas con severas pérdidas de relieve.






FOTOGRAFÍAS







LEENDAS

Lesiones biológicas

-  Presencia de vegetales de porte
-  Presencia de párrinas verdosas o pardas - colonias biológicas
-  Presencia de líquenes

Humedades

-  Humedad en base de muro-suelo
-  Humedad en paramentos

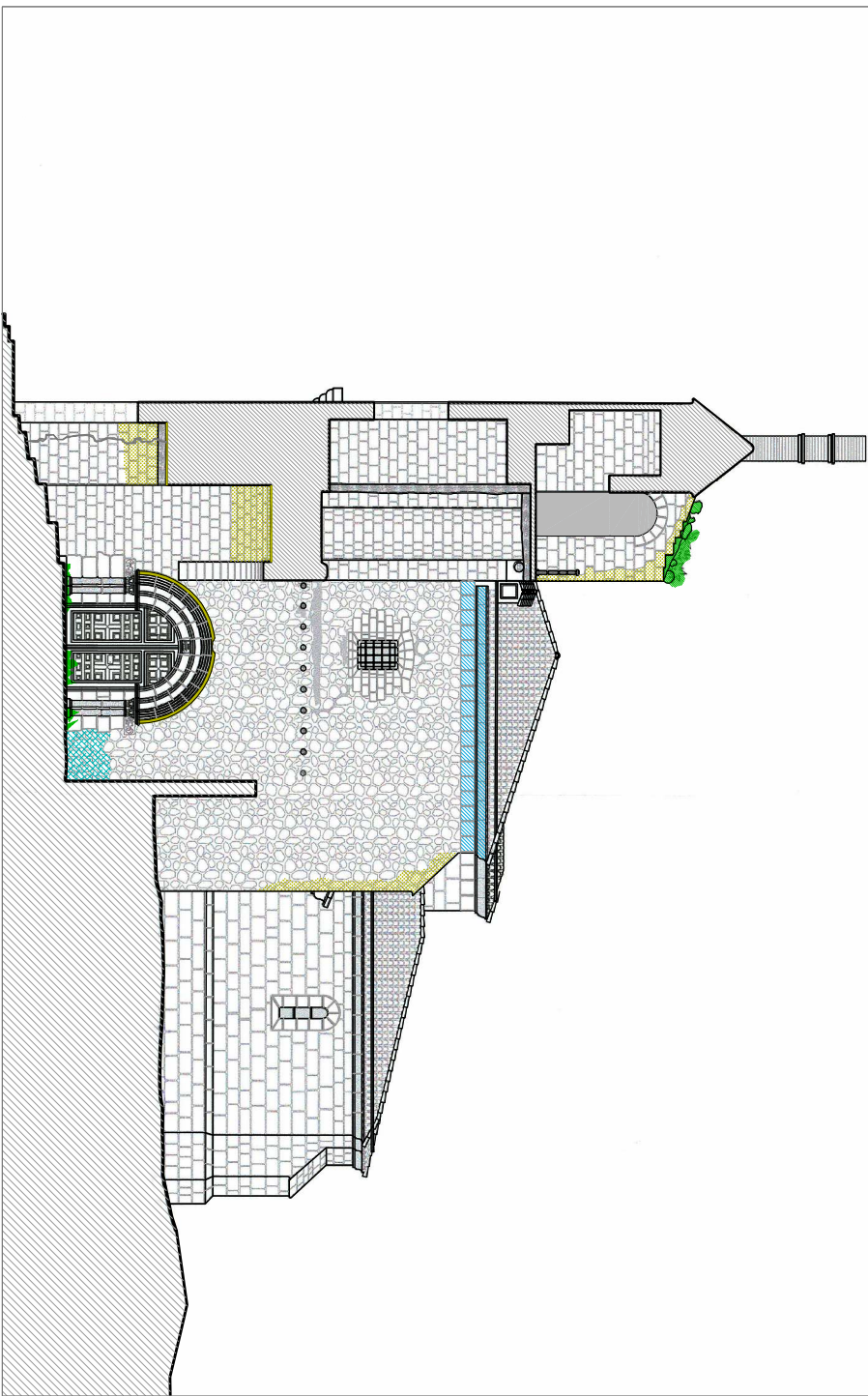
OBSERVACIONES

Las humedades transmitidas de los terrenos a los muros han generado no solo la aparición de manchas pardas casi negras en las zonas bajas y el suelo, sino también el crecimiento de plantas con mayor envergadura, las cuales ejercen un efecto mecánico sobre ambos, debido a su sistema de asentamiento y anclaje provocando pequeñas fisuras y roturas de los materiales colonizados.

Escalones con las aristas completamente redondeadas por la acción mecánica del agua en retención.

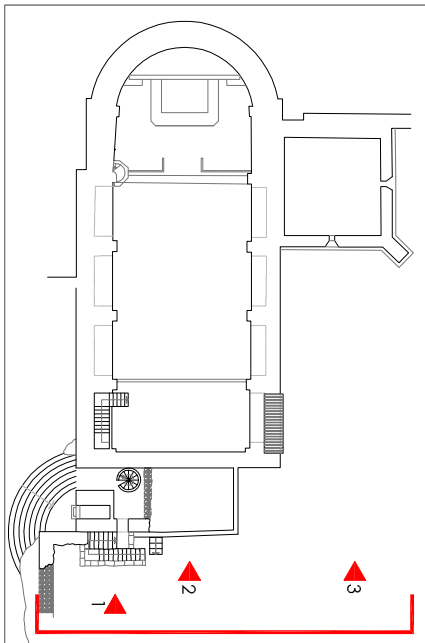
En la la cima torre se evidencia una clara acumulación de agua debido a la aparición de colonización vegetal de mayor y menor envergadura.

Aparición de manchas pardas en los accesos de la torre al pórtico, debido a la retención de agua por filtraciones superiores. Coincide con las zonas que han sido reparadas con morteros de cemento.








FOTOGRAFÍAS





LEYENDAS

Lesiones constructivas y estructurales

-  Presencia de morteros de cemento
-  Pérdida de mortero en juntas
-  Pérdida de volumen
Por descomposición de la superficie pétreo, orientación, fracturas
-  Grietas o fisuras
-  Lesiones arquitectónicas
Elementos ajenos a la construcción original
y/o distorsionantes (cegado de huecos, estructuras provisionales, etc)

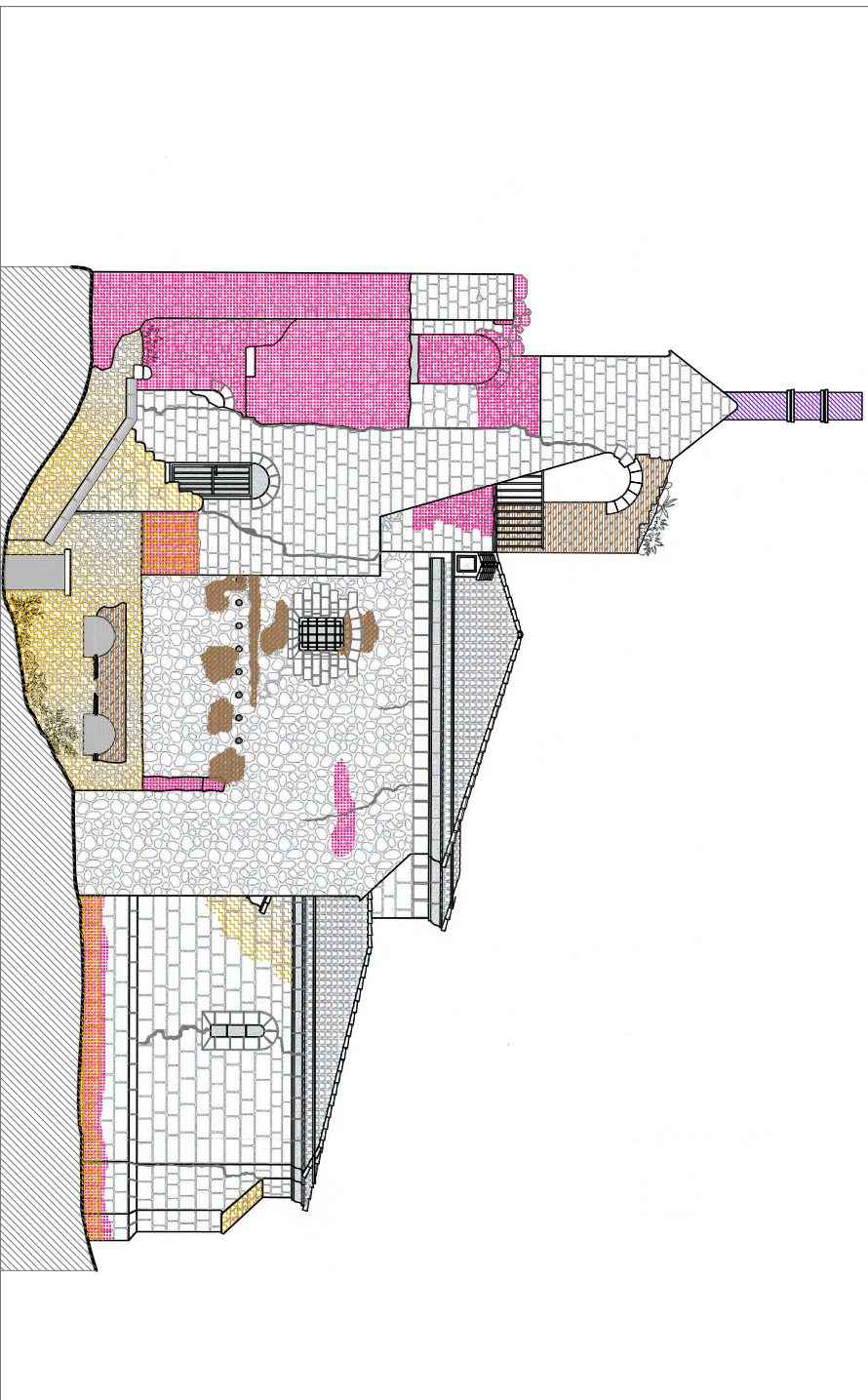
OBSERVACIONES

La torre se encuentra afectada no solo por la degradación de sus morteros, sino a causa de la desaparición de un muro que hacía las veces de contrafuerte y cierre del sistema defensivo, presentando fracturas verticales en las fábricas que llegan hasta los sustros de arenisca.

Debido a la falta de la cubierta en el pórtico de la iglesia, el muro que conforma el exonártex se encuentra degradado, con pérdidas de volumen en superficie y morteros disgregados. Aun se conservan los huecos de empujamiento de las vigas en el muro de la fachada de la iglesia con reparaciones hechas a base de morteros de cemento.

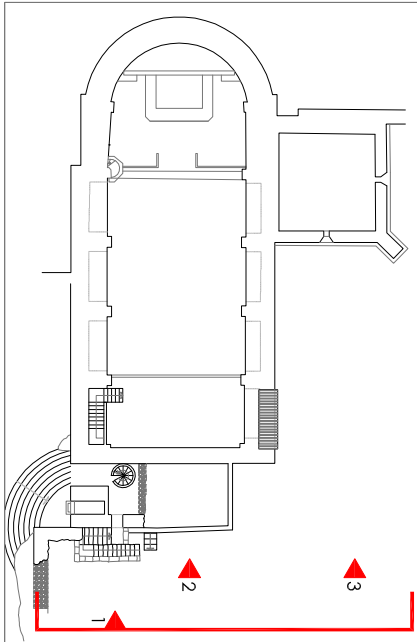
Mejorización de los materiales de apoyo la cual debilita su resistencia.

Presencia de materiales de distintas épocas, mezcla de fábricas, sillarejo y mampostería reflejando una complejidad constructiva y un comportamiento inadecuado en su conjunto.






FOTOGRAFÍAS







LEYENDAS

Lesiones biológicas

-  Presencia de vegetales de porte
-  Presencia de pártinas verdosas o pardas - colonias biológicas
-  Presencia de líquenes

Humedades

-  Humedad en base de muro-suelo
-  Humedad en paramentos

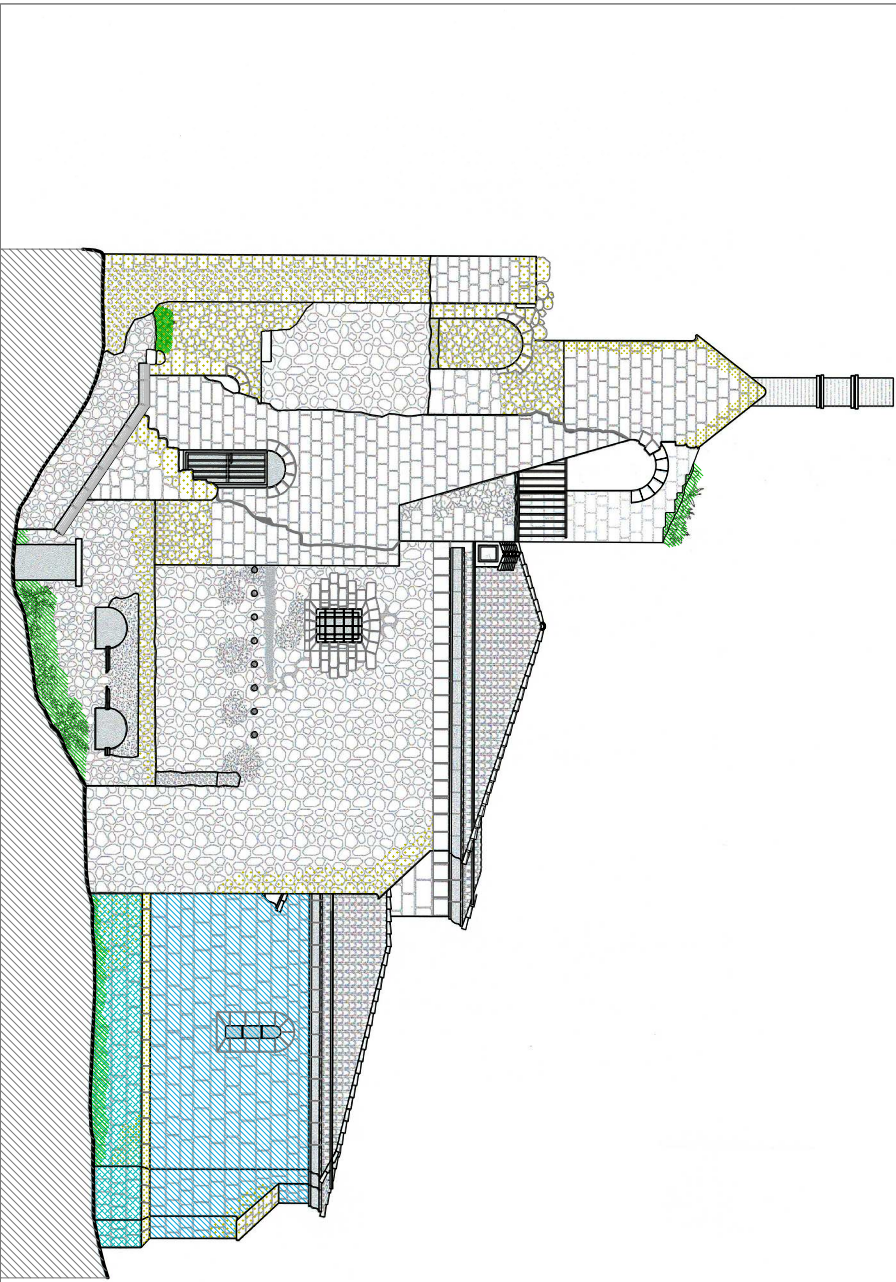
OBSERVACIONES

Humedades que afectan a las fábricas en contacto con el suelo transmitidas desde los rellenos adosados a los muros de cimentación.

Debido a que el sol no influye directamente favoreciendo los ciclos de desecación y la permanente exposición a humedades directas por filtraciones producidas por la falta de mantenimiento en los sistemas de evacuación ha colaborado con la acumulación y retención de agua en zonas internas de los muros

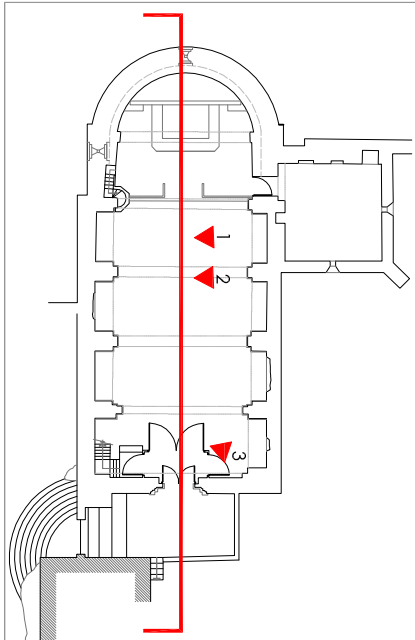
Manchas superiores de humedad por retención de agua en las zonas más porosas de la roca. A su vez se ha ocasionado la erosión de las fábricas como del material de junta.

Proliferación de colonias biológicas identificadas como pártinas verdosas y pardas en las zonas más porosas de la roca con retenciones de humedad. Presencia de vegetación de porte debido a la retención de agua de los terrenos adosados.








FOTOGRAFÍAS





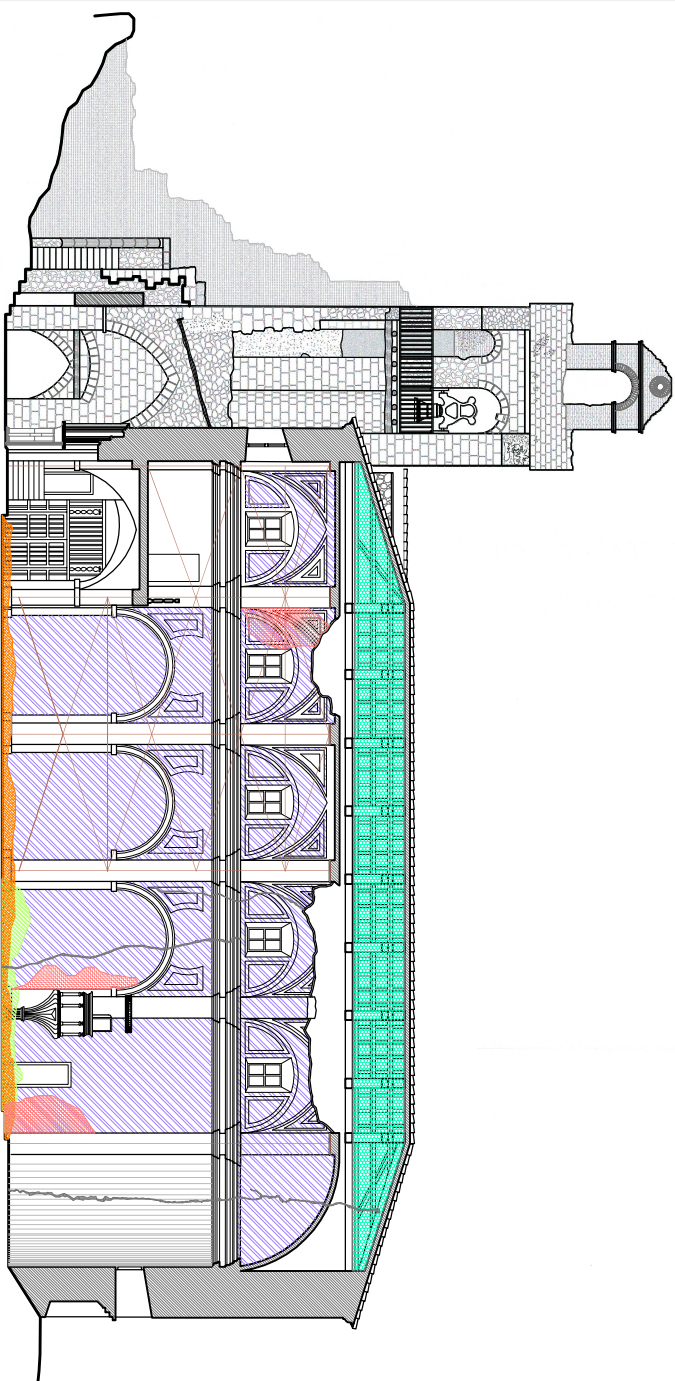
LEYENDAS

Lesiones constructivas y biológicas

-  Zonas retención de agua por filtraciones
-  Pérdida de morteros de junta - precipitación de sales en forma de eflorescencias
-  Grietas o fisuras
-  Suciedad superficial - Pérdida de revoco
-  Acumulación de excrementos (palomina)

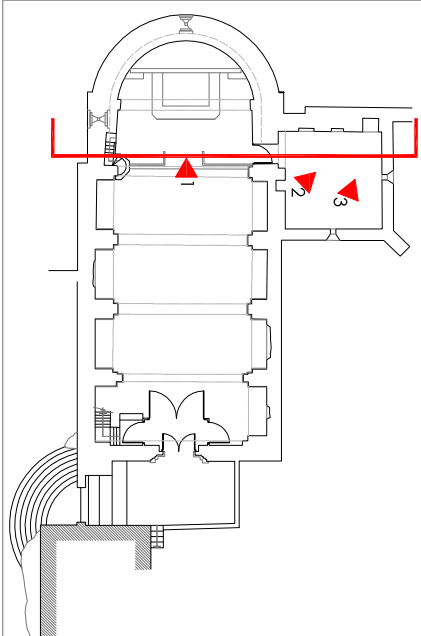
OBSERVACIONES

- Importantes grietas en la primera capilla del presbiterio y el óbside que se aprecian tanto en el interior como el exterior.
- Restos de escombros procedentes del derrumbamiento de un tramo de la bóveda y el arco fajón acumulados en el suelo de la iglesia
- Pérdida de enlucidos y elementos decorativos, arenización de la fábrica y precipitación de sales en forma de eflorescencias, debido a la retención de agua durante largos peñados.
- La acumulación de varios centímetros de palomina en superficies horizontales genera un aporte de sales que provoca la degradación de las superficies con las que entra en contacto (suelo y muros de fábrica)
- Cuerpo de andamios que sostiene los arcos fajones que aún quedan en pie, como las bóvedas completamente agrietadas con sus fábricas en estado de arenización.



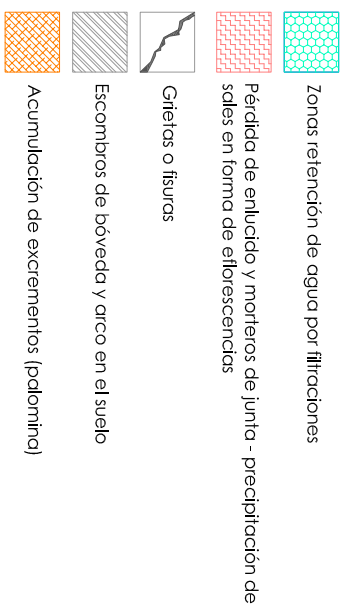
FOTOGRAFÍAS





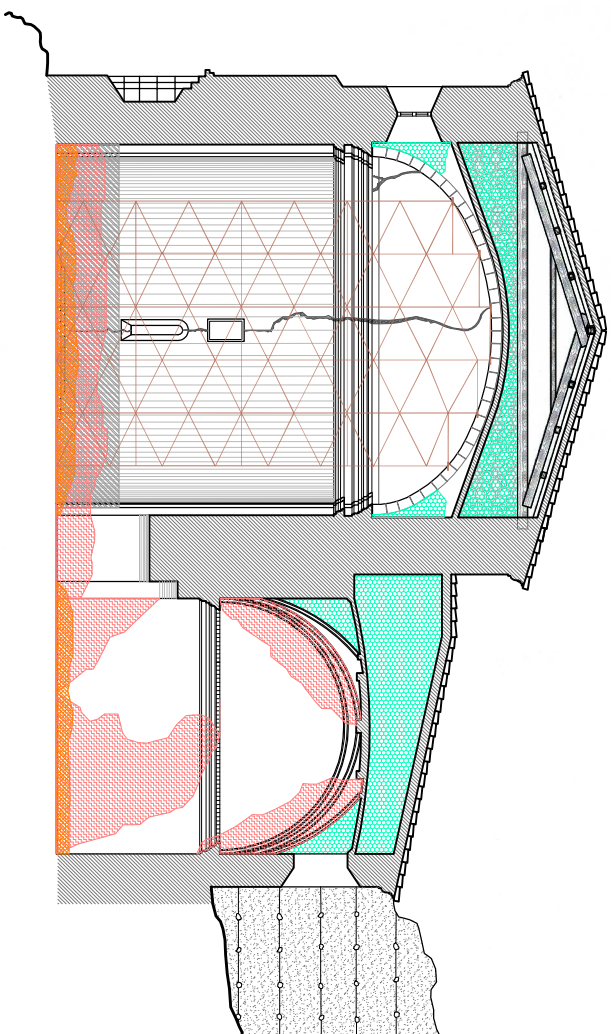
LEYENDAS

Lesiones constructivas y biológicas



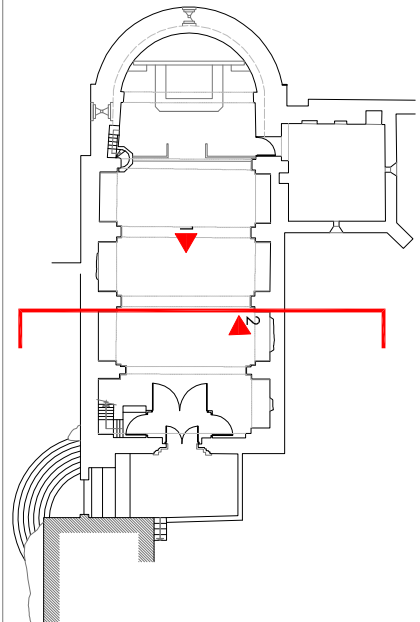
OBSERVACIONES

- Importante grieta en el óbside(Foto 1) que se aprecia en el interior como el exterior.
- Restos de escombros procedentes del derrumbamiento de un tramo de la bóveda y el arco fajón acumulados en el suelo de la iglesia
- Pérdida de enlucidos y elementos decorativos, arenización de la fábrica y precipitación de sales en forma de eflorescencias, debido a la retención de agua durante largos periodos.
- La acumulación de varios centímetros de pdlomina en superficies horizontales genera un aporte de sales que provoca la degradación de las superficies con las que entra en contacto (suelo y muros de fábrica)
- Tanto bóvedas como muros en la sacristía presentan retención de humedad, las bóvedas por el agua que se acumula debido a la filtración de los cubiertos en mal estado y los muros, debido al aporte de agua que le ocasionan los rellenos de tierra.



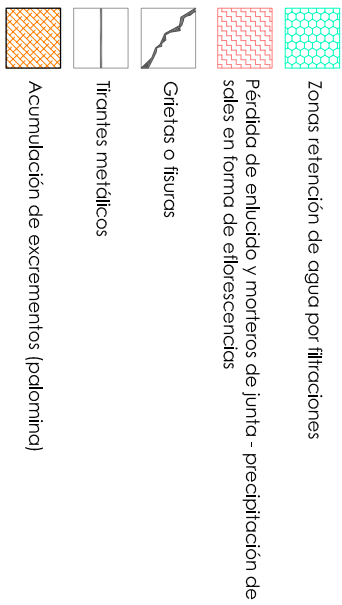
FOTOGRAFÍAS



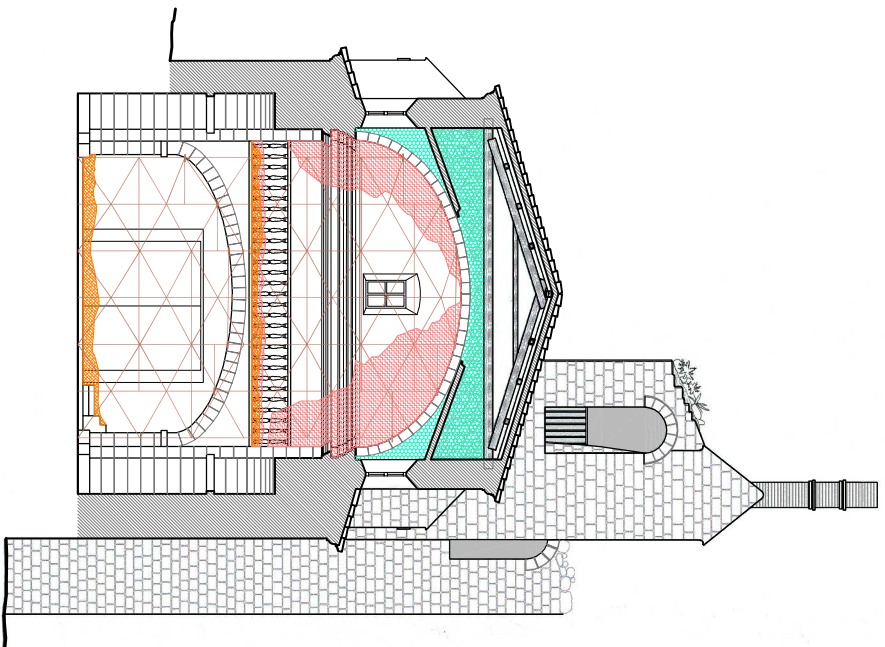


LEYENDAS

Lesiones constructivas y biológicas

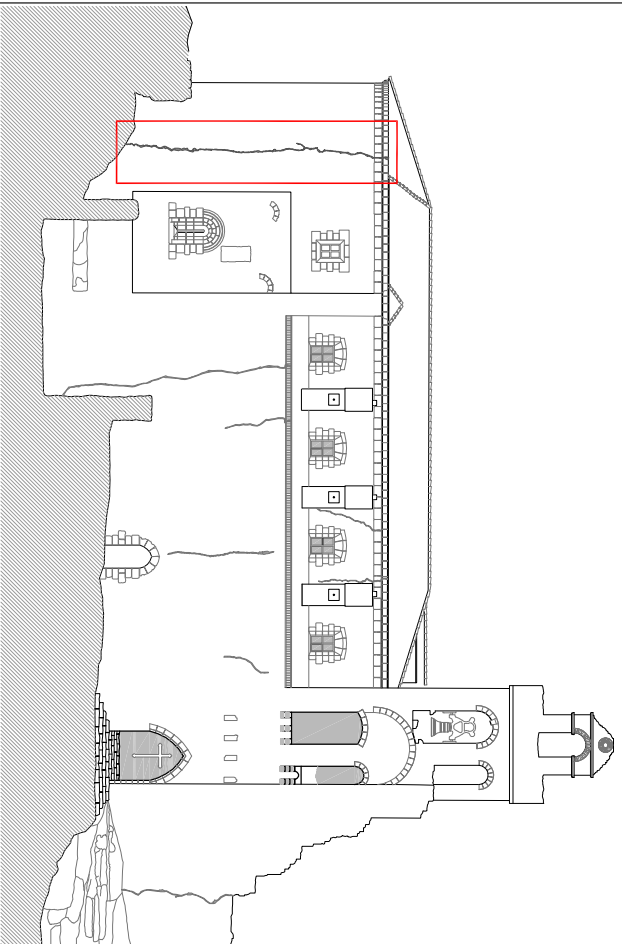
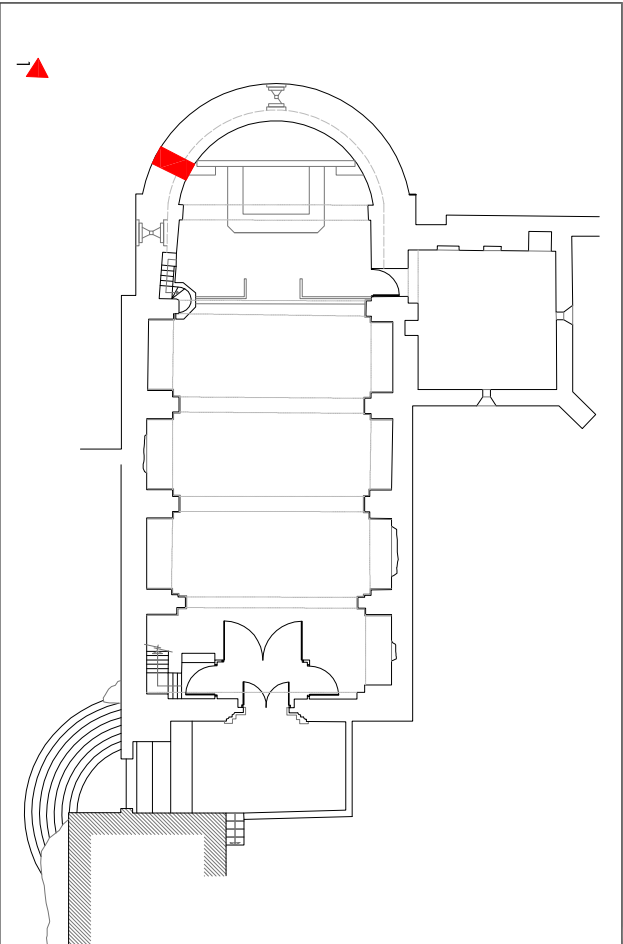


- Cuerpo de andamios que sostiene el arco fajón y el arco del coro, como la bóveda completamente ogrietada con sus fábrica en estado de arenización.
- Pérdida de enlucidos y elementos decorativos, arenización de la fábrica y precipitación de sales en forma de eflorescencias, debido a la retención de agua durante largos periodos.
- La acumulación de varios centímetros de palomina en superficies horizontales genera un aporte de sales que provoca la degradación de las superficies con las que entra en contacto (suelo y muros de fábrica)



FOTOGRAFÍAS





Las fichas que no tienen representación de los daños evidenciados en el modelo, es porque no se ha representado de forma gráfica y evidente en el cálculo, por lo que no se vuelca esa información a este análisis.

DIAGNOSTICO

Desplome del muro norte por giro de muro sur- Excesivo peso del muro elevado - Agrietamiento del soporte rocoso

POSIBLES CAUSAS

El giro del muro sur ha ocasionado el desplome del muro norte que se encuentra apoyado sobre una plataforma de cimentación rocosa ya deteriorada, afectada por el exceso de peso relacionado con la elevación de la nave de la reforma del SXVIII. Esta grieta aparece donde ese sustrato rocoso está disgregado, haciendo que se agriete el paño por la zona más débil que no resiste a este tipo de sollicitación. La grieta ha intentado ser reparada anteriormente como se ve de forma evidente, pero como no se ha acometido el refuerzo de la cimentación, ha vuelto a abrirse. Se encuentra agravada por la filtración continua de agua proveniente de las cubiertas y filtración de agua al sustrato rocoso debilitándolo cada vez más.

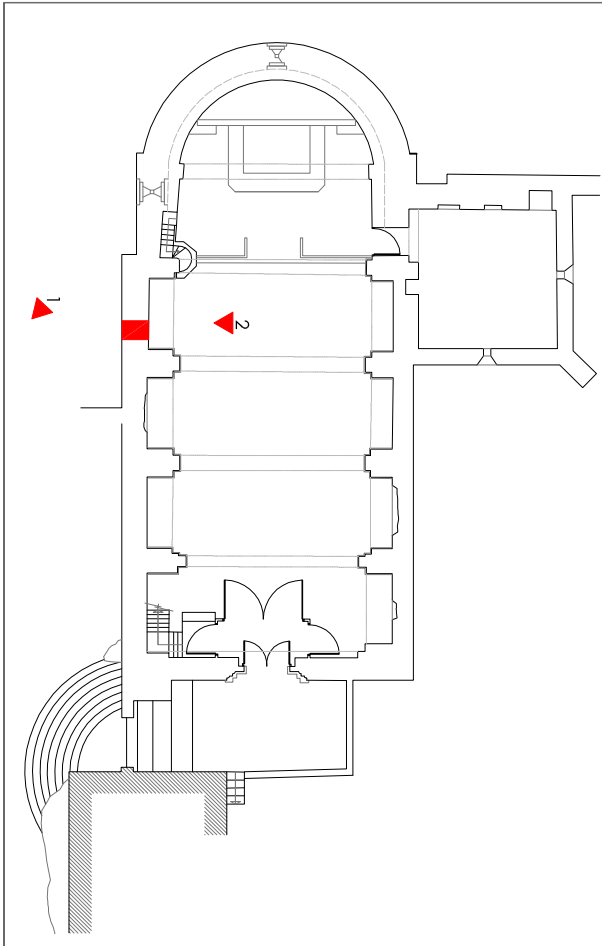
Fichas relacionadas PE_2 y PE_11

INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Estabilización del macizo mediante inyecciones de microcemento para que la grieta no siga siendo activa.
- Sellado de las grietas con morteros de cal
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los tablas de la apertura para devolverle la continuidad perdida, aunque se vea la cicatriz.

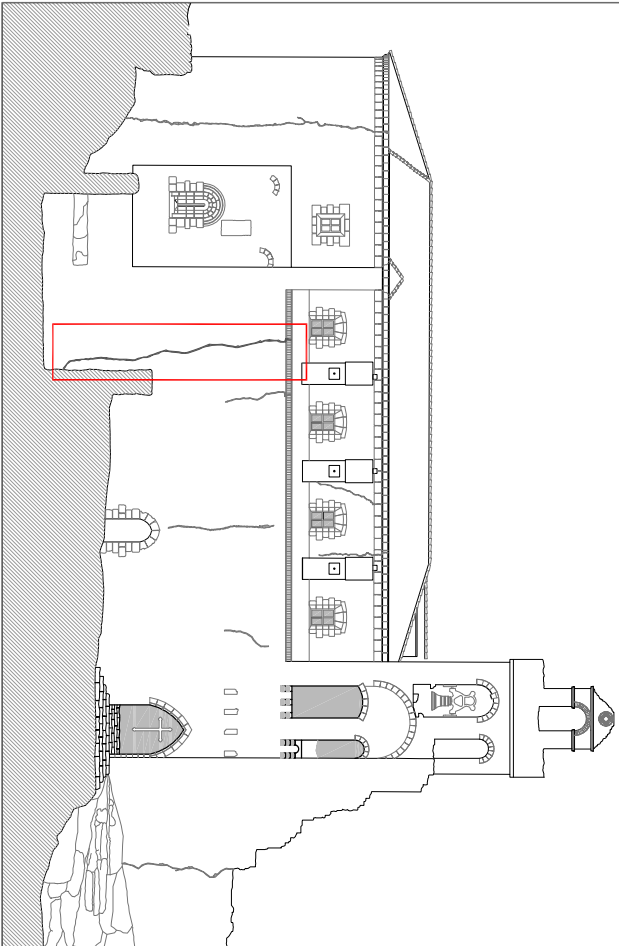
FACHADA NORTE

Referencia de ubicación



FACHADA NORTE

Referencia de ubicación



DIAGNOSTICO

Desplome del muro norte por giro de muro sur-Excesivo peso del muro elevado - Agrietamiento del soporte rocoso

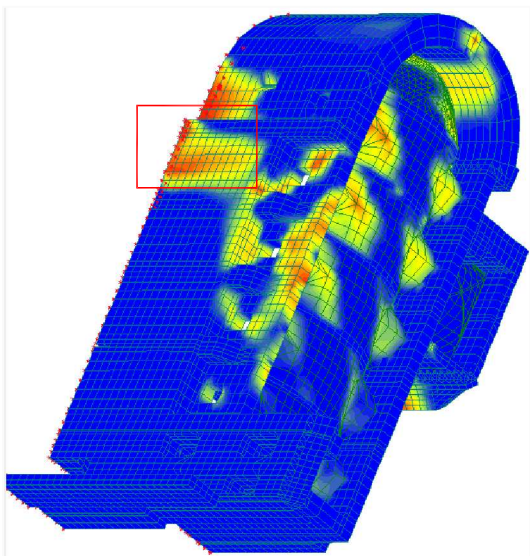
POSIBLES CAUSAS

Desplome del muro norte que se encuentra apoyado sobre una plataforma de cimentación rocosa ya deteriorada, afectada por el exceso de peso relacionado con la elevación de la nave de la reforma del SXVII. Grieta que aparece donde el sustrato rocoso está disgregado, haciendo que se agriete el paño por la zona más débil que no resiste a este tipo de sollicitación. Se encuentra agravada por la filtración continua de agua proveniente de las cubiertas y filtración de agua al sustrato rocoso debilitándolo cada vez más.

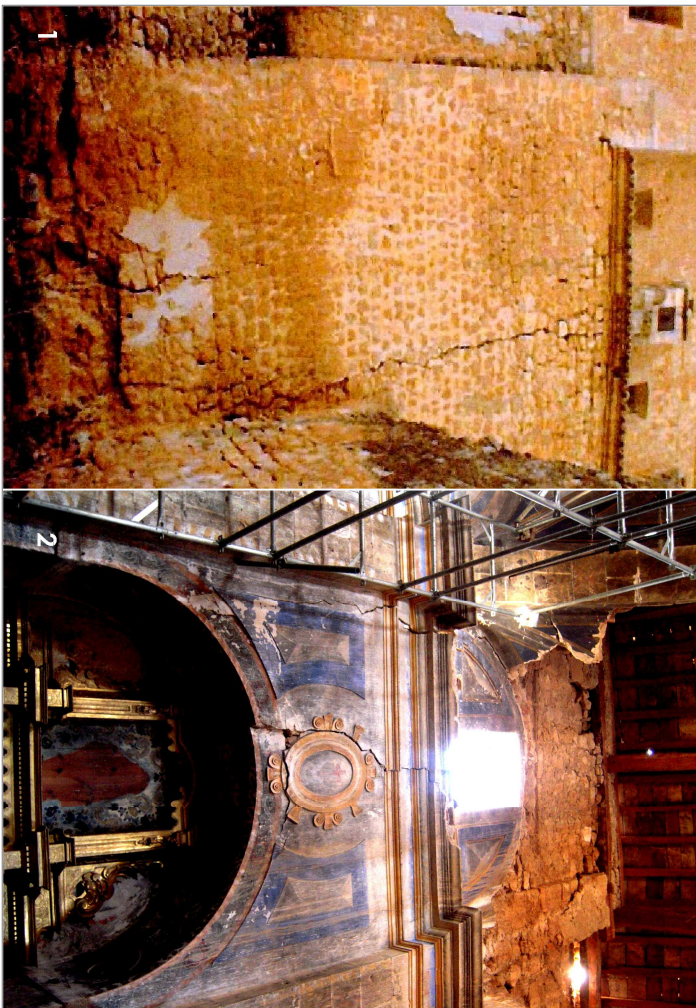
Fichas relacionadas PE_1 y PE_11

INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Estabilización del macizo mediante inyecciones de microcemento para que la grieta no siga siendo activa.
- Sellado de las grietas con morteros de cal
- Inyección de lechadas de cal para colmatar el vacío para devolverle la continuidad perdida, aunque se vea la cicatriz.

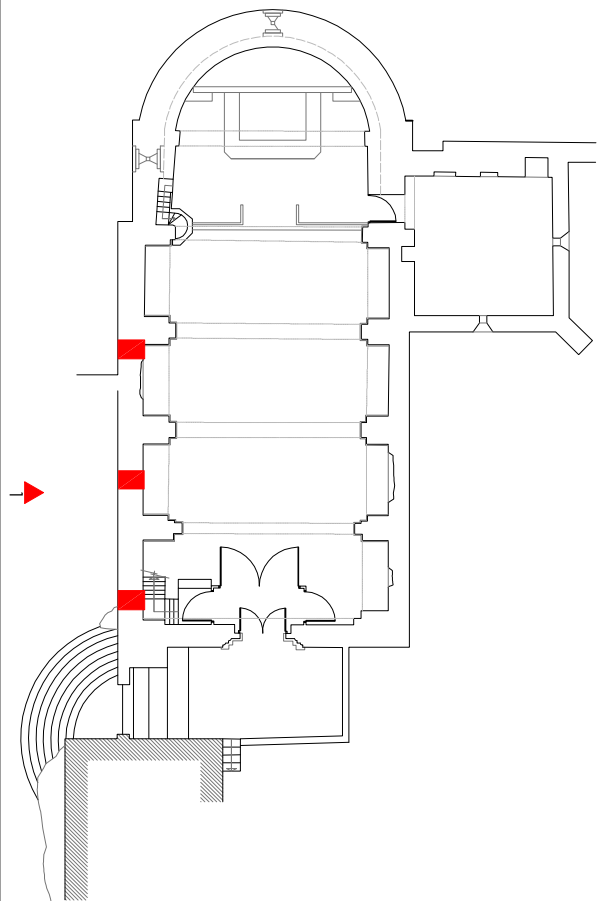


FOTOGRAFIAS



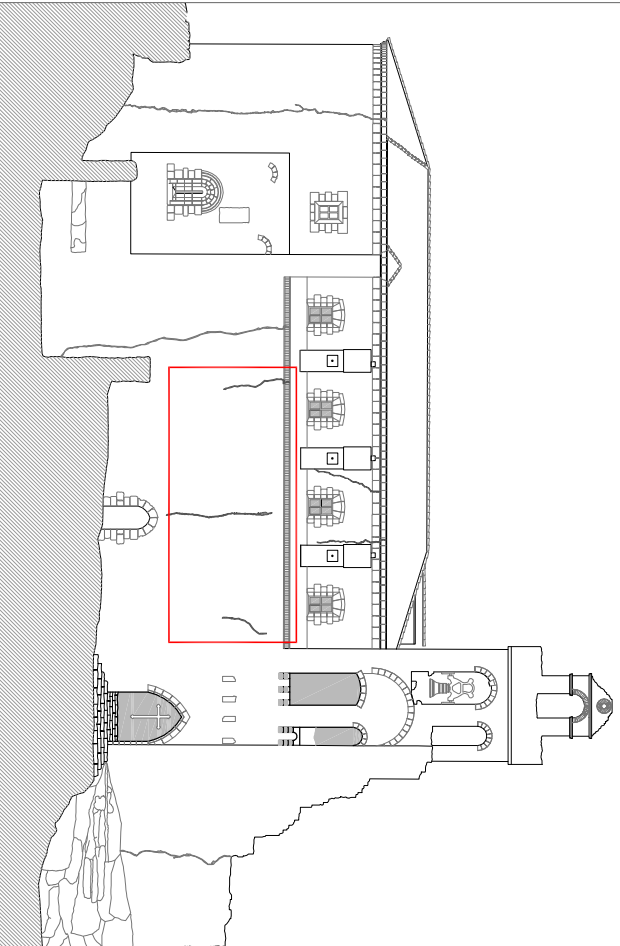
FACHADA NORTE

Referencia de ubicación



FACHADA NORTE

Referencia de ubicación



DIAGNOSTICO

Grietas en muro de carga sin aperturas por filtraciones de cubiertas

POSIBLES CAUSAS

La humedad referida en el muro hace que el material conglomerante se vaya disgregando debido a que el muro no se deseca. La orientación norte no ayuda en este proceso de secado y debido a la diferencia de compartamiento de los materiales frente a la humedad, las fisuras se forman en las zonas de junta de muros disgregados. Esto sumado a los choques térmicos hace que por la heladicidad la fisura se vaya haciendo cada vez más grande.

INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Colocación sistemas de evacuación de agua en la nueva cubierta
- Retirada de juntas hechas con morteros de cemento y sustitución por morteros de cal.
- Sellado de las grietas con mortero de cal.
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los labios de la apertura y devolverle la continuidad perdida.

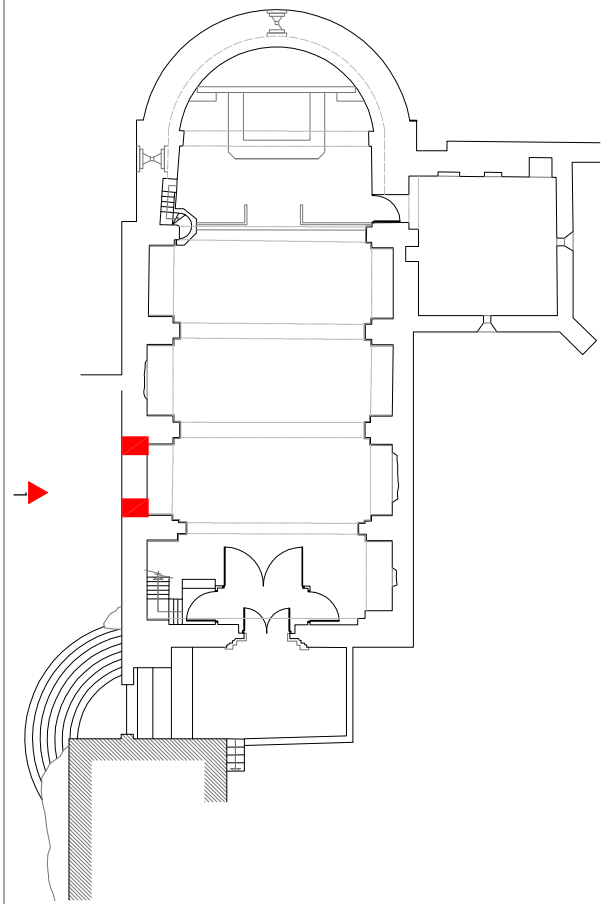
Los fichos que no tienen representación de los daños evidenciados en el modelo, es porque no se ha representado de forma gráfica y evidente en el cálculo, por lo que no se veía esa información a este ondlis.

FOTOGRAFIA



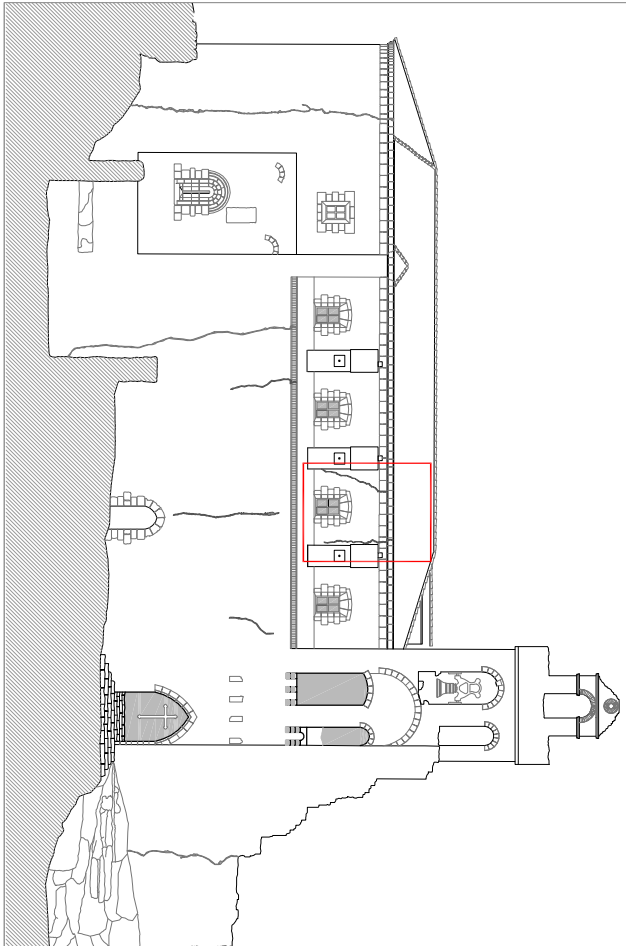
FACHADA NORTE

Referencia de ubicación



FACHADA NORTE

Referencia de ubicación



DIAGNOSTICO

Grietas por desplome - Empuje de arco -
Deformaciones progresivas

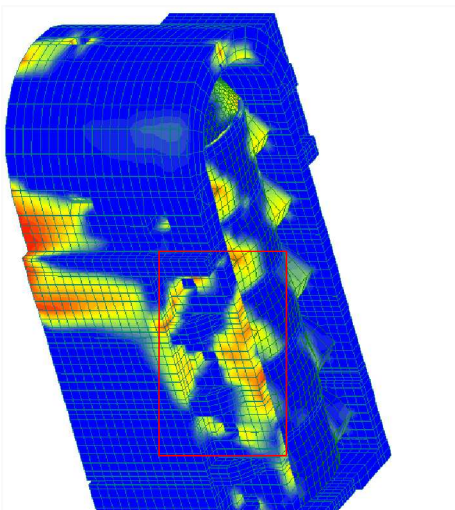
POSIBLES CAUSAS

El tirante utilizado como elemento para ejercer tracción y evitar que los muros se desplomen, ha funcionado, aún así los muros siguen haciendo fuerza hacia el exterior debido a que el problema principal no se ha eliminado y es de suponer que a estos tirantes, no se les haya realizado un ajuste tensional. Estas grietas se forman a un lado de los contrfuertes y ascienden entre las juntas de los mampuestos hasta la cornisa. Se corresponden con los rñones de los arcos, afectados por la humedad causada por las filtraciones de agua
Fichas relacionadas PE_5 y PE_6

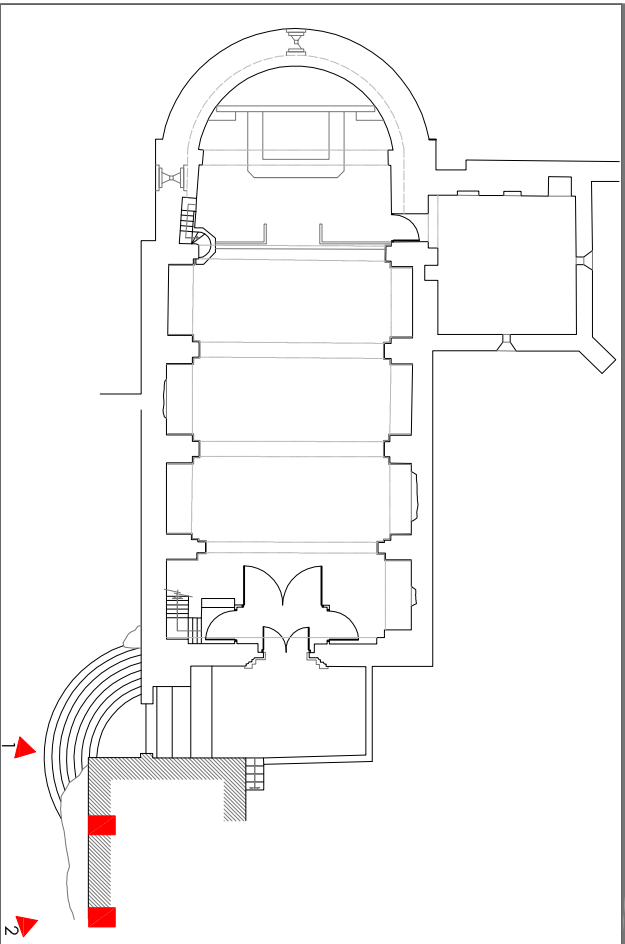
INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Desmontaje de tejas, tablero y estructura de cubierta.
- Zuncho perimetral de coronación junto con cercas que coincidan con los arcos fajones para arriostrar toda la estructura.
- Sellado de las grietas con morteros de cal
- Inyección de lechadas de cal para colmatar el vacío entre los labios de la apertura.

FOTOGRAFIA



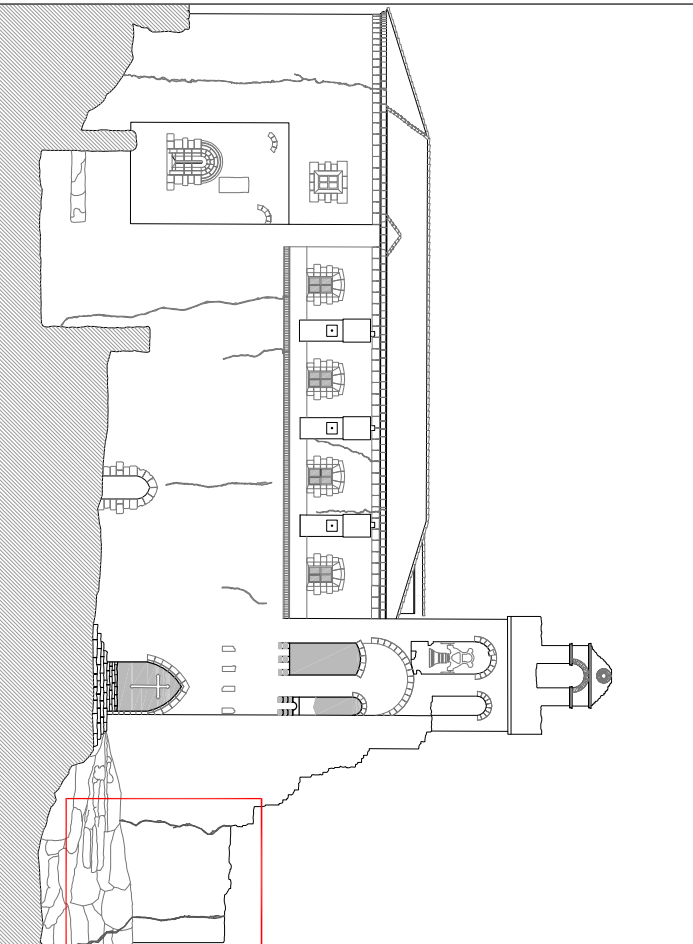
FACHADA NORTE



Referencia de ubicación

FACHADA NORTE

Referencia de ubicación



DIAGNOSTICO

Agrietamiento del soporte rocoso - Movimiento diferencial entre muro y cimiento

POSIBLES CAUSAS

Se ve claramente que la piedra de soporte se encuentra agrietada, la entrada de agua y el fenómeno de gelifracción agrava el problema haciendo la apertura cada vez más grande. El muro se desprende en el sentido del descendimiento de su soporte, sus fracturas coinciden con la localización de secciones débiles en la absorción de las tensiones de tracción generadas por el movimiento. Su condición empeora por la filtración de agua en la coronación del muro.

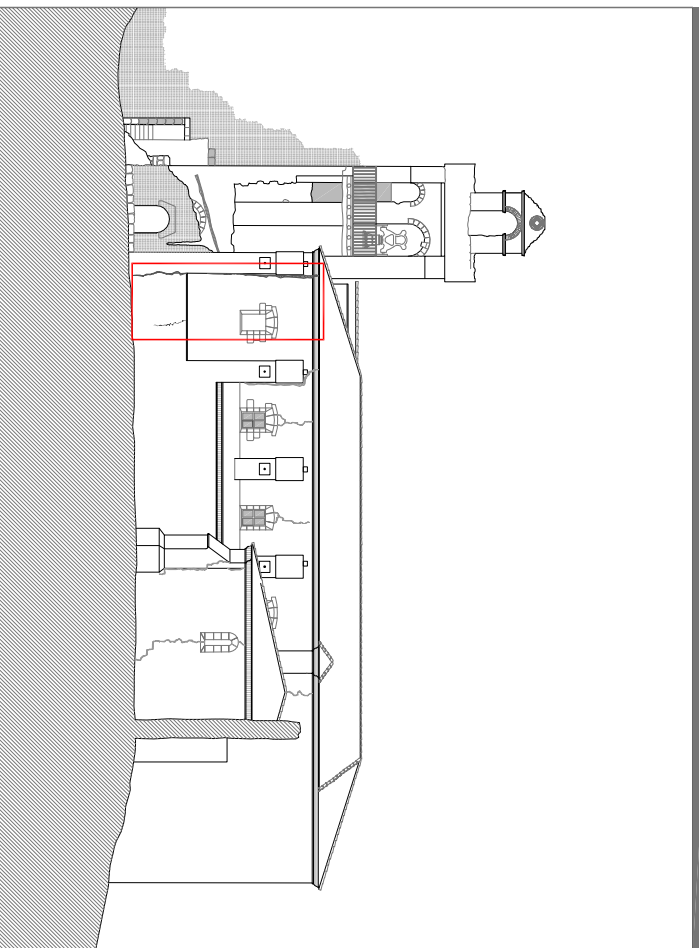
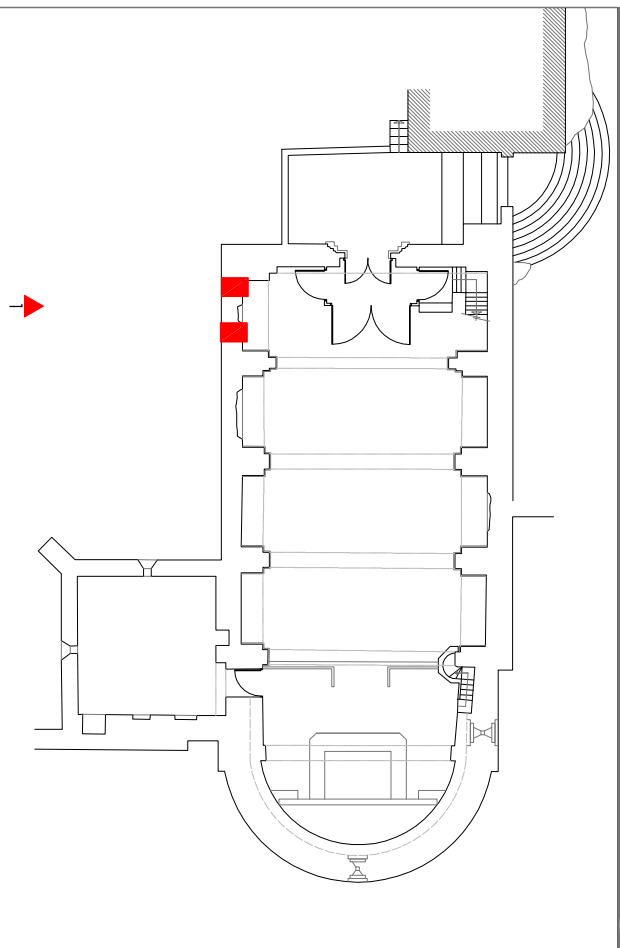
INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Inyecciones de microcemento reforzado en el soporte.
- Sellado de las grietas con morteros de cal
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los labios de la apertura para devolverle la continuidad perdida.

Los fichas que no tienen representación de los daños evidenciados en el modelo, es porque no se ha representado de forma gráfica y evidente en el cálculo, por lo que no se vuelve esa información a este análisis.

FOTOGRAFIA





DIAGNOSTICO

Grietas por desplome de muro - Empuje de arco - Deformaciones progresivas

POSIBLES CAUSAS

El tirante utilizado como elemento para ejercer tracción y evitar que los muros se desplomen, ha funcionado, aún así los muros siguen haciendo fuerza hacia el exterior debido a que el problema principal no se ha eliminado y además, se debe suponer que a estos tirantes, no se les ha realizado un ajuste tensional. Estos grietas se forman a un lado de los contrafuerres y ascienden entre las juntas de los mampuestos hasta la cornisa. Se corresponden con los rifones de los arcos afectados por la humedad causada por las filtraciones de agua de la cubierta.

Fichas relacionadas PE_3A y PE_6

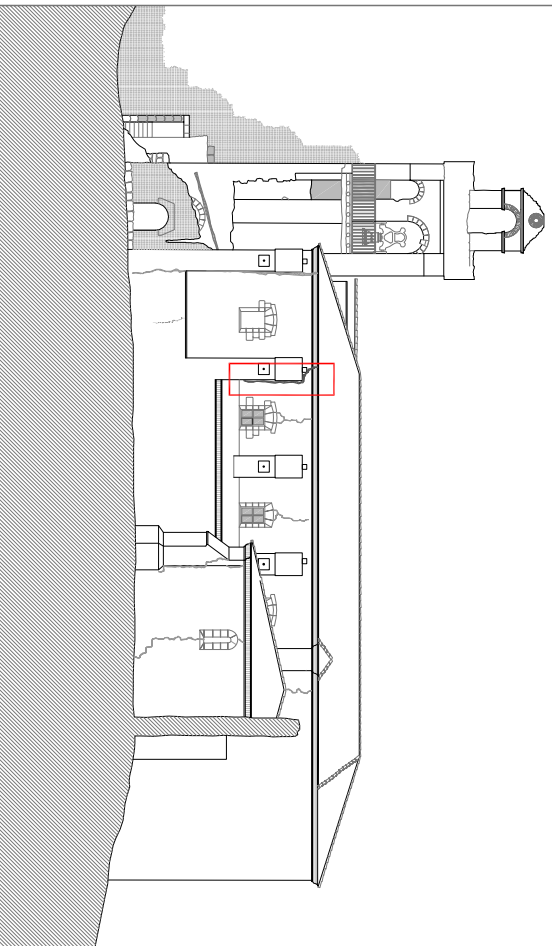
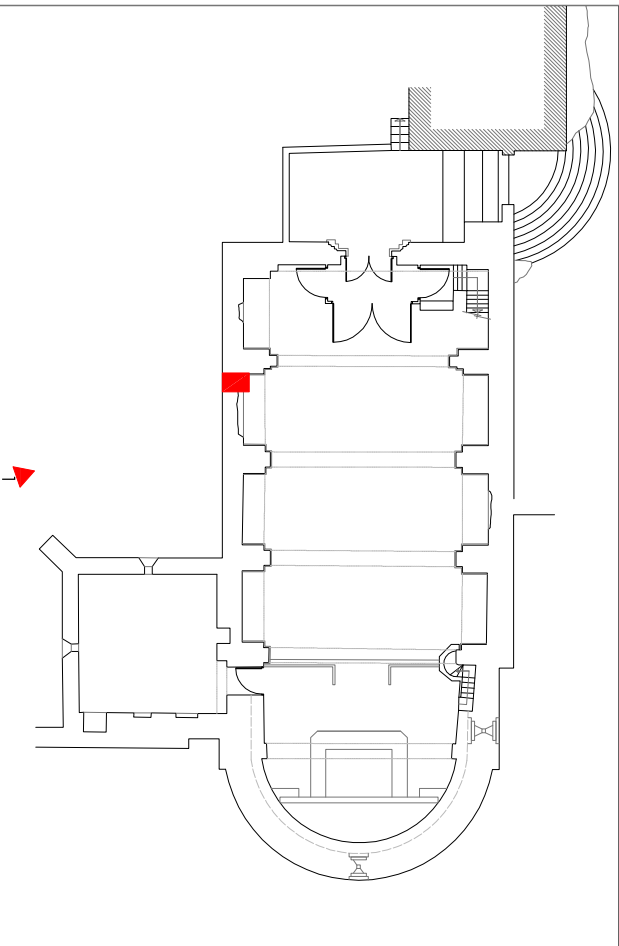
INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Desmontaje de tejas, tablero y estructura de cubierta.
- Zuncho perimetral de coronación junto con cerchas que coincidan con los arcos fajones para arriostrar toda la estructura.
- Sellado de las grietas con morteros de cal
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los tabios de la apertura.

FOTOGRAFIA



Las fichas que no tienen representación de los daños evidenciados en el modelo, es porque no se ha representado de forma gráfica, y evidente en el cálculo, por lo que no se vuelve esa información a este análisis.



DIAGNOSTICO

Grietas por desplome de muro - Empuje de arco - Deformaciones progresivas

POSIBLES CAUSAS

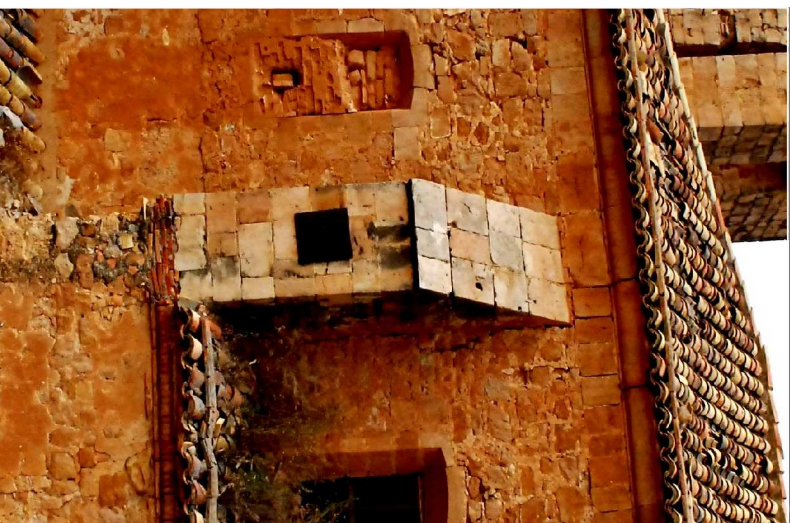
El tirante utilizado como elemento para ejercer tracción y evitar que los muros se desplomen, ha funcionado, aún así los muros siguen haciendo fuerza hacia el exterior debido a que el problema principal no se ha eliminado y además, se debe suponer que a estos tirantes, no se les ha realizado un ajuste tensional. Estas grietas se forman a un lado de los contrarfuertes y ascienden entre las juntas de los mampuestos hasta la cornisa. Se corresponden con los ríñones de los arcos afectados por la humedad causada por las filtraciones de agua de la cubierta. Se ven agravados por la entrada de agua, la precipitación de sales y los fenómenos de gelificación.

Fichas relacionadas PE_3A y PE_5

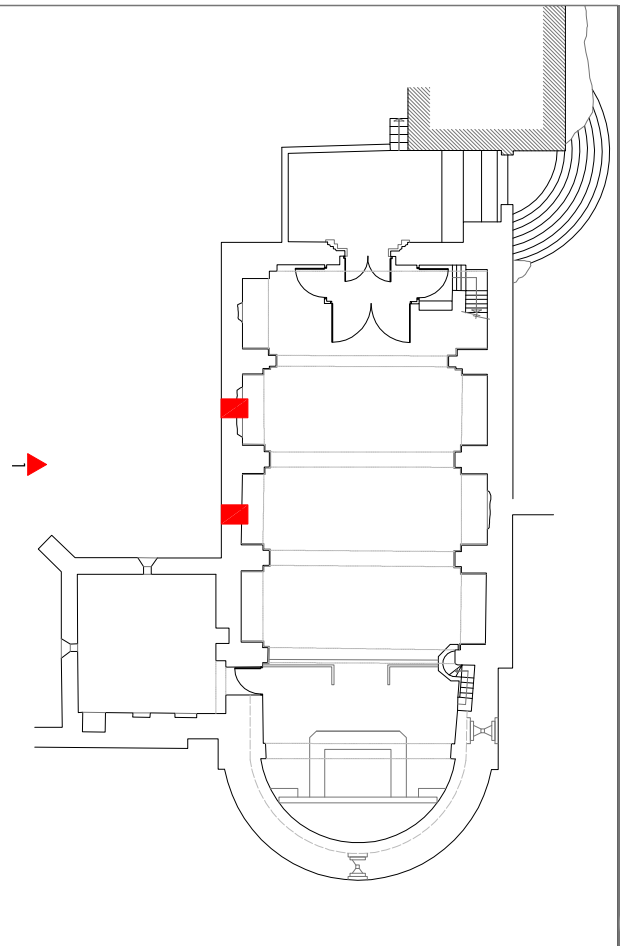
INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Desmontaje de tejas, tablero y estructura de cubierta.
- Zuncho perimetral de coronación junto con cerchas que coincidan con los arcos fajones para arriostrar toda la estructura.
- Sellado de las grietas con morteros de cal
- Inyección de lechadas de cal para colmatar el vacío entre los labios de la apertura.

FOTOGRAFIA



Los fichos que no tienen representación de los daños evidenciados en el modelo, es porque no se ha representado de forma gráfica y evidente en el cálculo, por lo que no se vuelve esa información a este análisis.



DIAGNOSTICO

Movimiento de la estructura de cubierta - Pudrición por hongos y xilófagos.

POSIBLES CAUSAS

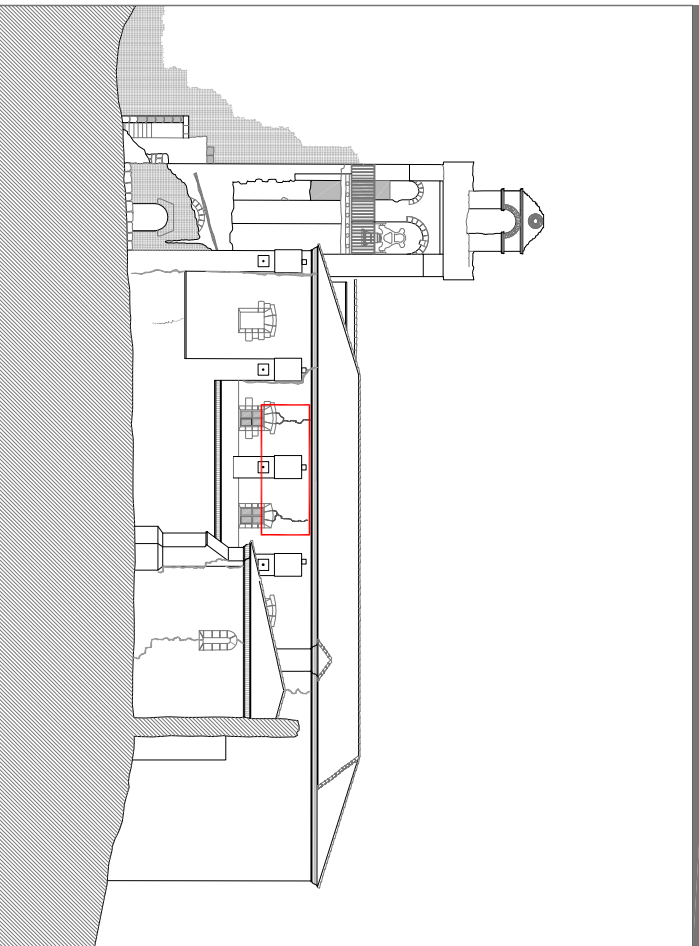
Este tipo de grieta es producida por los movimientos y aumentos de volumen de las vigas de madera de la estructura de cubierta, empujadas en los muros perimetrales, los cuales al tener pudriciones producidas por hongos e insectos xilófagos, sufren una importante pérdida de su capacidad mecánica, una fatiga del material que se ve repercutida en el descendimiento del tirante de madera. En el exterior se ve reflejado en forma de grieta, la cual se abre en el punto más afectado por la humedad retenida en las cabezas de las vigas. En este caso, la grieta ha formado arco de descarga por la presencia de huecos en el muro.

Fichas Relacionadas PE_9 - PE_12 y PE_14

INTERVENCIONES ACONSEJABLES

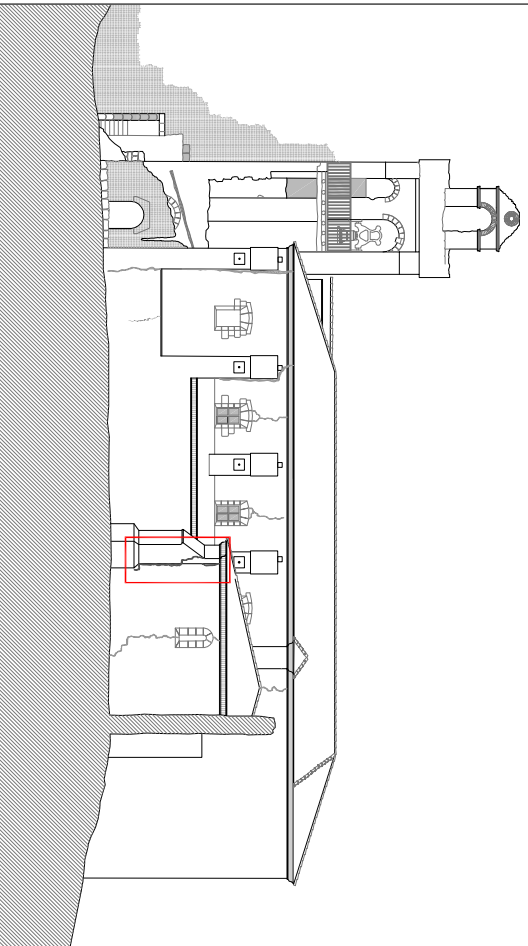
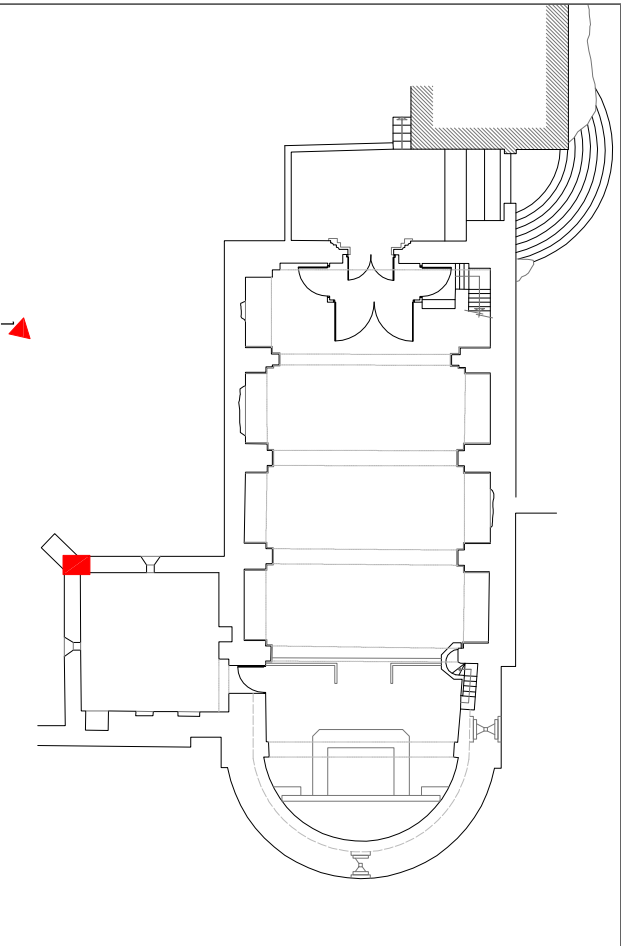
- Retirada de cubierta y vigas de madera afectadas
- Reparación de grietas mediante saneado de sus bordes, rejuntado con morteros de cal
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los labios de la apertura.
- Saneado de muros de coronación mediante zuncho de diado para colocación de nueva estructura de cubierta.

Los fichos que no tienen representación de los daños evidenciados en el modelo, es porque no se ha representado de forma gráfica y evidente en el cédulo, por lo que no se veía esa información a este análisis.



FOTOGRAFIA





DIAGNOSTICO

Asentamiento por movimiento del terreno debido a la acumulación de agua - Descendimiento del contrafuerte

POSIBLES CAUSAS

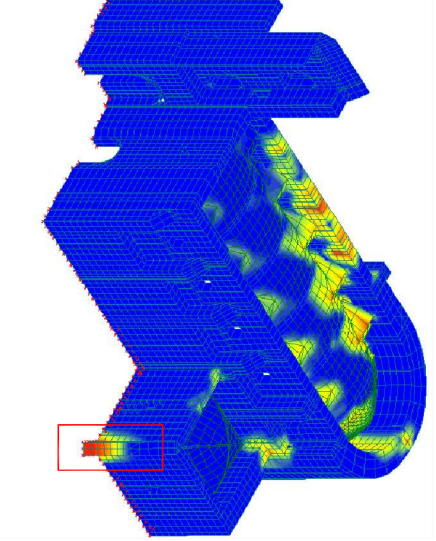
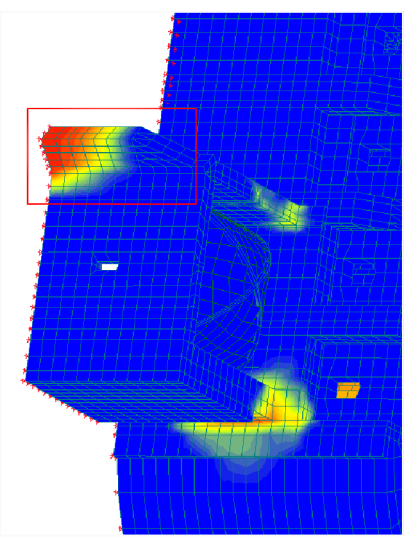
Debido a los rellenos que acumulan agua en el lado sur de la iglesia, se presenta un claro caso de descenso de parte de la estructura por asentamiento del terreno. La grieta sigue las líneas del rejuntado ya que el módulo de elasticidad del mortero es mucho más bajo que el de los sillares que conforman el contrafuerte. Se presenta de la misma forma en el lado oeste del mismo manifestando una grieta en V invertida.

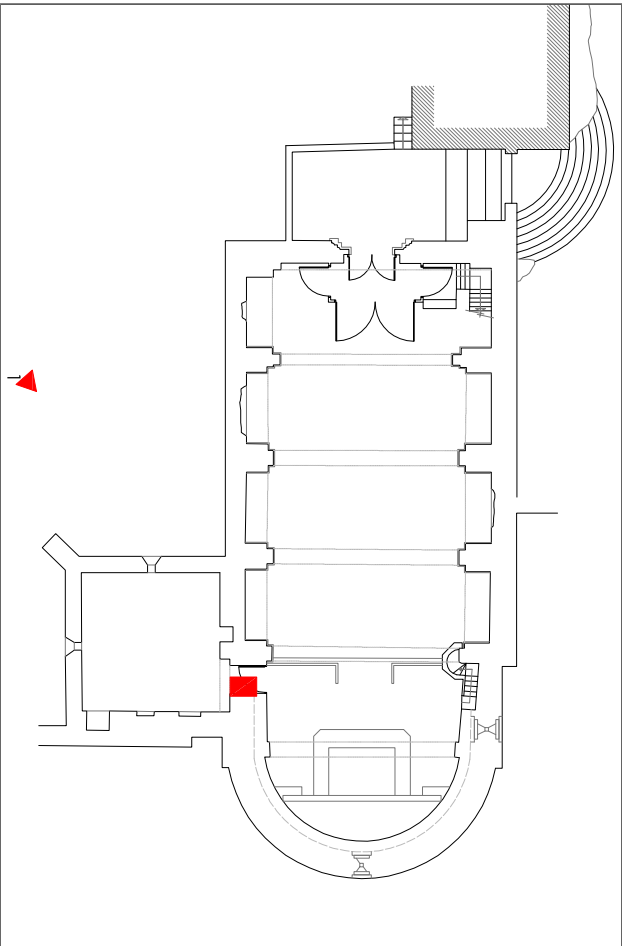
Ficha Relacionada PE_18

INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Excavación y formación de zanja drenante entre la ladera y los muros de la sacristía.
- Recalce de la cimentación de los muros y contrafuerte.
- Recolmatación de las juntas con morteros de cal.
- Tratamiento consolidante e hidrofugante del remate del contrafuerte.
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los labios de la apertura y facilitar que las tensiones puedan transmitirse correctamente.

FOTOGRAFIA



**DIAGNOSTICO**

Movimiento de la estructura de cubierta - Pudrición por hongos y xilófagos.

POSIBLES CAUSAS

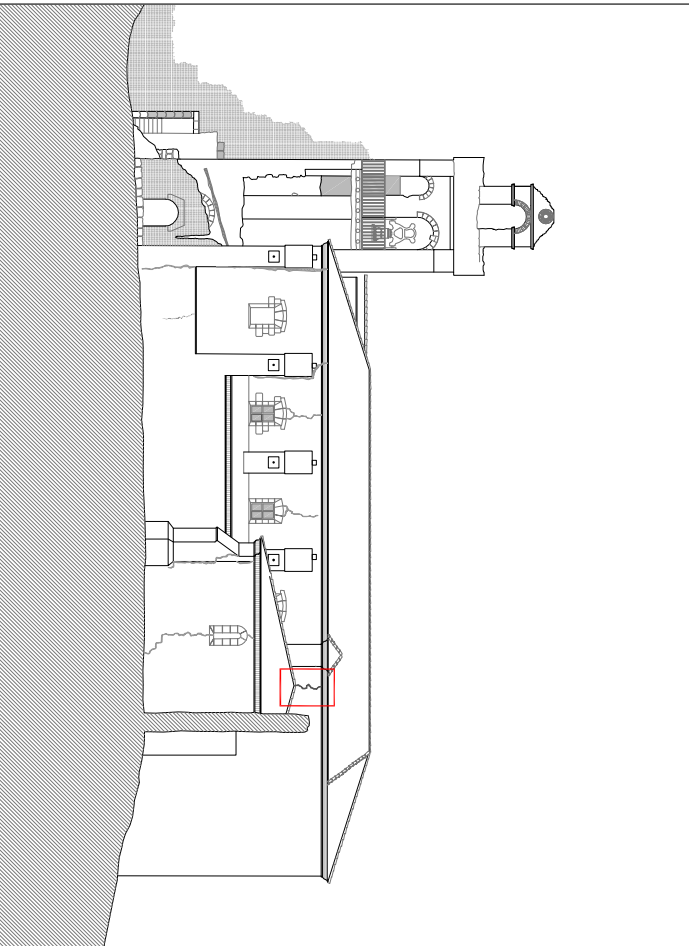
Este tipo de grieta es producida por los movimientos y aumentos de volumen de las vigas de madera de la estructura de la cubierta empotradas en los muros perimetrales, las cuales al tener pudriciones producidas por hongos e insectos xilófagos, sufren una importante pérdida de su capacidad mecánica, una fatiga del material que se repercute en el descendimiento del tirante de madera, en el exterior se ve reflejado en forma de grieta, la cual se abre en el punto más afectado por la humedad retenida en las cabezas de las vigas.

Fichas Relacionadas PE_7 - PE_12 y PE_14

INTERVENCIONES ACONSEJABLES

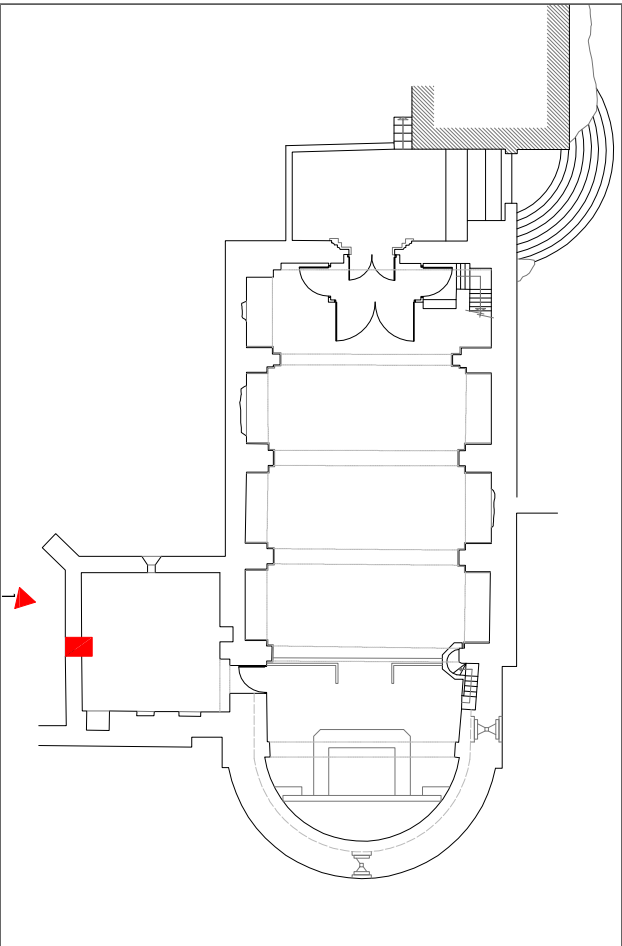
- Retirada de cubierta y vigas de madera afectadas
- Reparación de grietas mediante saneado de sus bordes, rejuntableo con morteros de cal
- Inyección de lechadas de cal para colmatar el vacío entre los tabios de la apertura.
- Saneado de muros de coronación mediante zuncho de diado para colocación de nueva estructura de cubierta.

Los flechas que no tienen representación de los daños evidenciados en el modelo, es porque no se ha representado de forma gráfica y evidente en el cálculo, por lo que no se veía esta información a este análisis.

**FOTOGRAFIA**

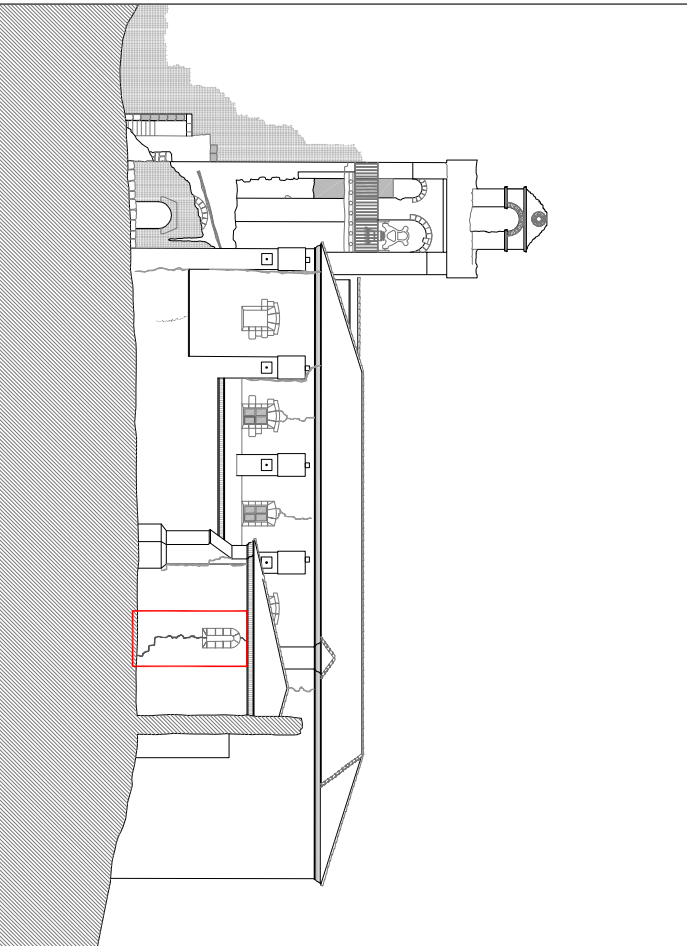
FACHADA SUR

Referencia de ubicación



FACHADA SUR

Referencia de ubicación



DIAGNOSTICO

Descendimiento del contrafuerte por asentamiento puntual -Desplazamiento por empuje del contrafuerte

POSIBLES CAUSAS

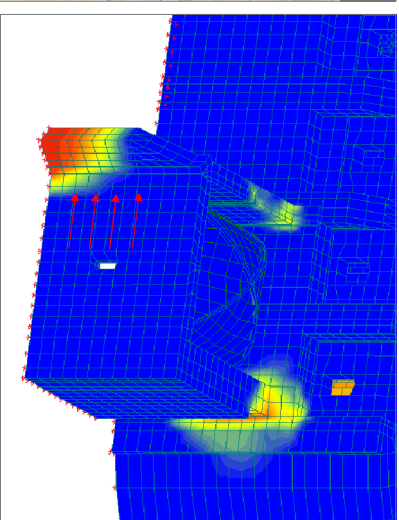
El contrafuerte que se encuentra reforzando los muros sur y oeste de la sacristía, se ha desplomado debido a un asiento del terreno de forma puntual, ocasionado por la acumulación de agua en el sustrato, la grieta que aquí se produce no es más que una rotura del paño por el punto más débil, consecuencia de la fuerza del empuje del contrafuerte que ha descendido.

Fecha Relacionada PE_17

INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Excavación y formación de zanja drenante entre la ladera y los muros de la sacristía.
- Recalce de la cimentación de los muros y contrafuerte.
- Recolmatadura de las juntas con morteros de cal.
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los labios de la apertura y devolverle la continuidad perdida.

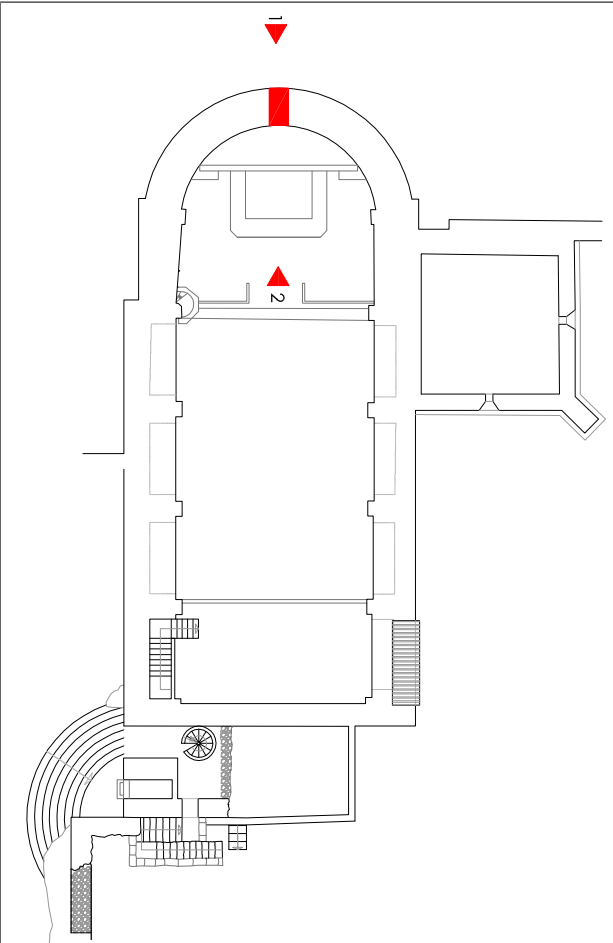
FOTOGRAFIA



No se revela gráficamente este daño para la hipótesis de descenso estírnada en el modelo, por lo que habría que contemplar valores más elevados de movimientos impuestos, para la zona del contrafuerte que es claramente la que "flota" y provoca las grietas de los muros de las fachadas sur y oeste de la sacristía.

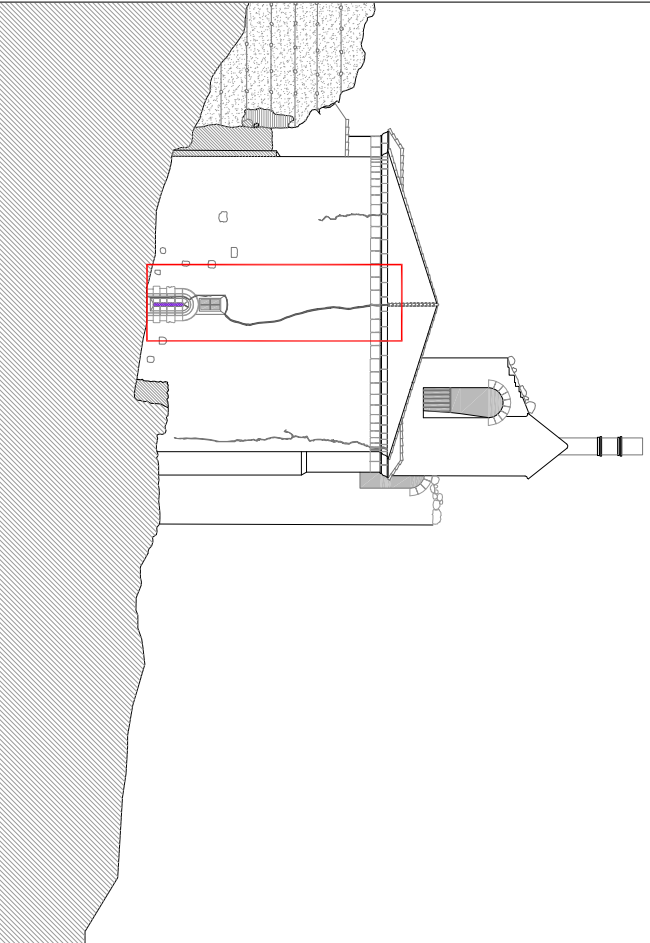
FACHADA ESTE

Referencia de ubicación



FACHADA ESTE

Referencia de ubicación



DIAGNOSTICO

Desplome del muro nor-este por giro de muro sur- Excesivo peso del muro elevado - Agrietamiento del soporte rocoso zona norte

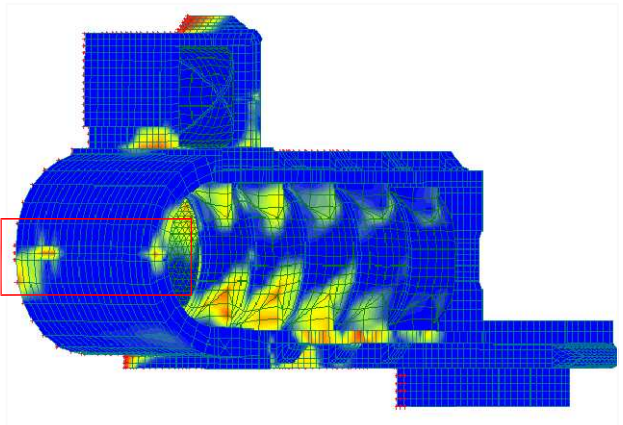
POSIBLES CAUSAS

El giro del muro sur ha ocasionado el desplome de la zona comprendida entre el abside en el este y el presbiterio por el norte; zona que se encuentra apoyada sobre una plataforma de cimentación rocosa ya deteriorada, afectada por el exceso de peso relacionado con la elevación de la nave de la reforma del SXXII. Esta grieta también como las de la zona norte, aparece donde ese sustrato rocoso está disgregado, haciendo que se rompa el paño por la zona más débil que no resiste a este tipo de sollicitación. En el modelo no termina de revelarse el daño, pero viendo la grieta en la actualidad, es evidente que al no haber sido reparada la base, ha vuelto a abrirse.

Fichas relacionadas PE_2 y PE_11

INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Estabilización del macizo mediante inyecciones de microcemento para que la grieta no siga siendo activa.
- Sellado de las grietas con morteros de cal
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los labios de la apertura para devolverle la continuidad perdida, aunque se vea la cicatriz.

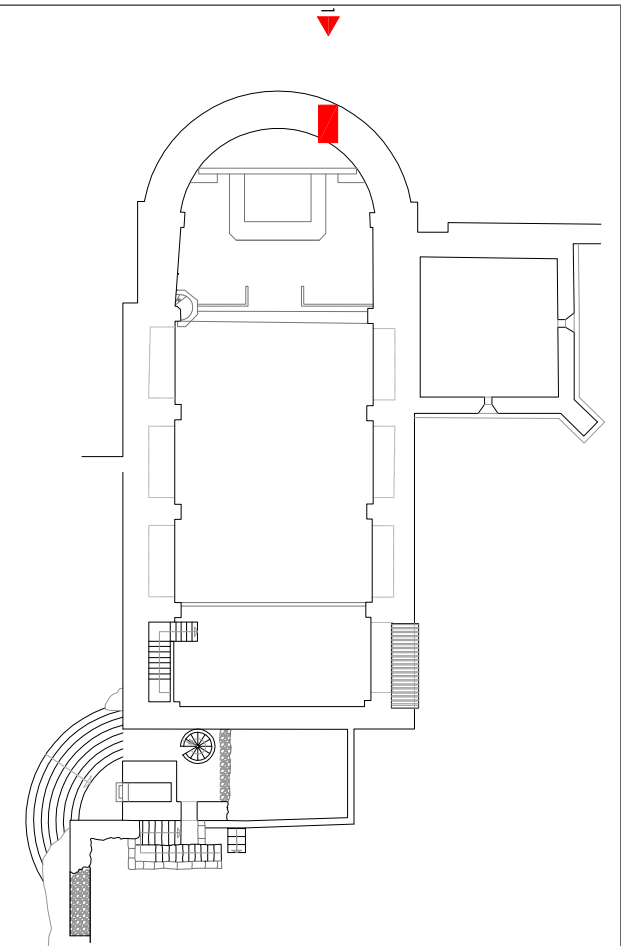


FOTOGRAFIA



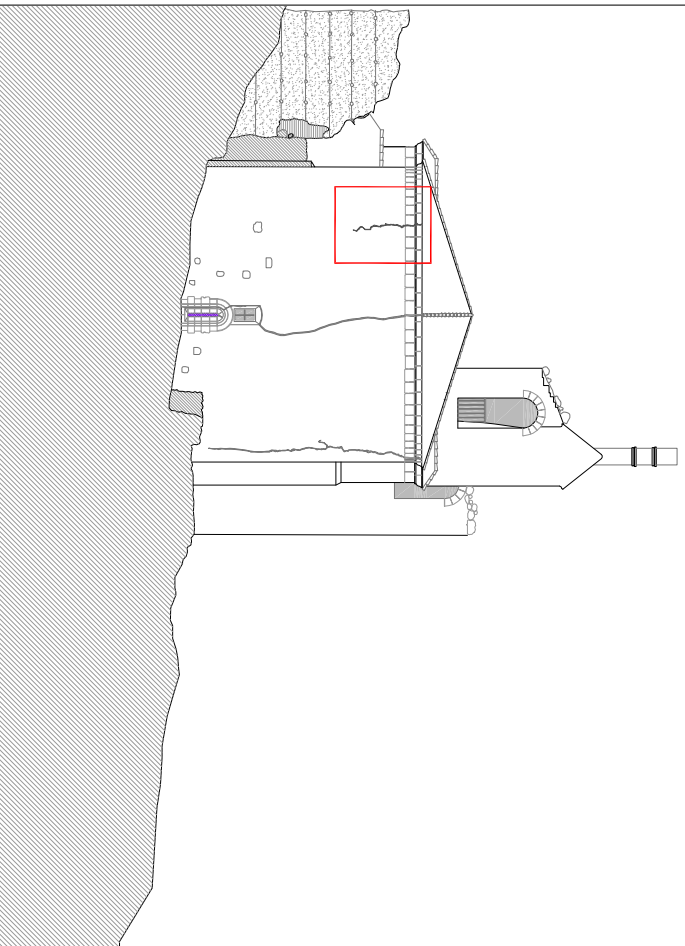
FACHADA ESTE

Referencia de ubicación



FACHADA ESTE

Referencia de ubicación



DIAGNOSTICO

Movimiento de la estructura de cubierta - Pudrición por hongos y xilófagos.

POSIBLES CAUSAS

Este tipo de grieta es producida por los movimientos y aumentos de volumen de las vigas de madera de la estructura de la cubierta empotradas en los muros perimetrales. Los cuadros al tener pudriciones producidas por hongos e insectos xilófagos, sufren una importante pérdida de su capacidad mecánica, una fatiga del material que se repercute en el descendimiento del tirante de madera, en el exterior se ve reflejado en forma de grieta, la cual se abre en el punto más afectado por la humedad retenida en las cabezas de las vigas.

Fichas Relacionadas PE_7 - PE_9 y PE_14

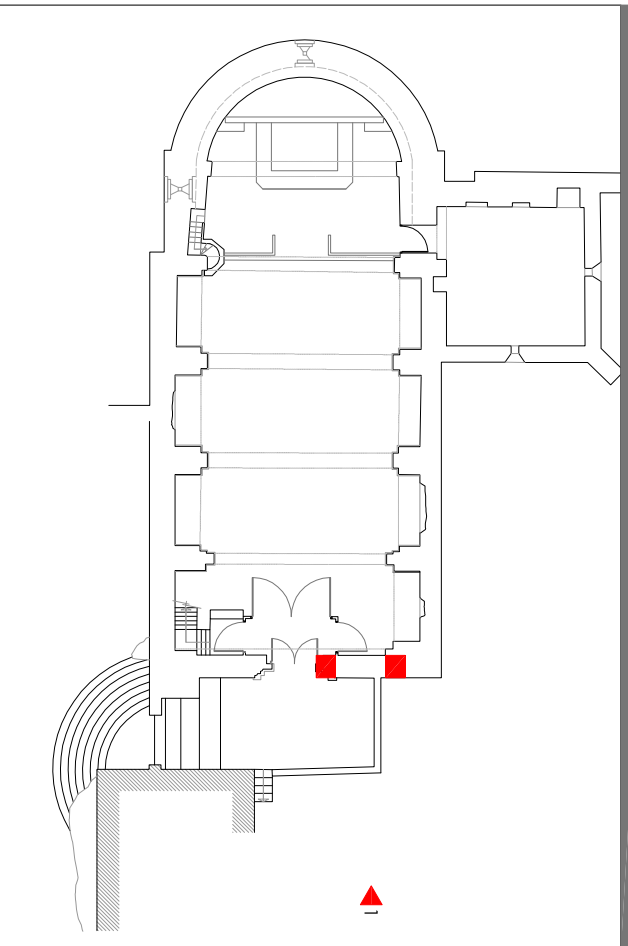
INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Retirada total de cubierta y vigas de madera afectadas
- Reparación de grietas mediante saneado de sus bordes, rejuntado con morteros de cal
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los labios de la apertura.
- Saneado de muros de coronación mediante zunchos de alado para colocación de nueva estructura de cubierta.

FOTOGRAFIA



Los fichos que no tienen representación de los daños evidenciados en el modelo, es porque no se ha representado de forma gráfica y evidente en el cálculo, por lo que no se vuelca esa información a este análisis.



DIAGNOSTICO

Movimiento de la estructura de cubierta - Pudrición por hongos y xilófagos.

POSIBLES CAUSAS

Este tipo de grieta es producida por los movimientos y aumentos de volumen de las vigas de madera de la estructura de la cubierta empotradas en los muros perimetrales, las cuales al tener pudriciones producidas por hongos e insectos xilófagos, sufren una importante pérdida de su capacidad mecánica, una fatiga del material que se repercute en el descendimiento del tirante de madera, en el exterior se ve reflejado en forma de grieta, la cual se abre en el punto más afectado por la humedad retenida en las cabezas de las vigas.

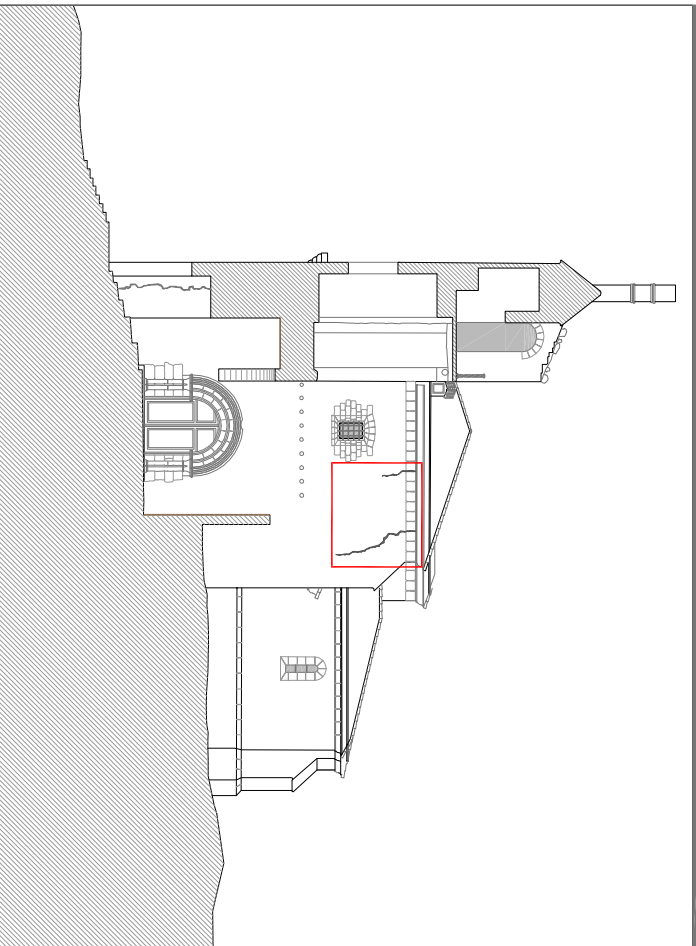
Fichas Relacionadas PE_7 - PE_9 y PE_12

INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Retirada de cubierta y vigas de madera afectadas
- Reparación de grietas mediante saneado de sus bordes, rejuntado con morteros de cal
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los labios de la apertura.
- Saneado de muros de coronación mediante zunchos de alado para colocación de nueva estructura de cubierta.

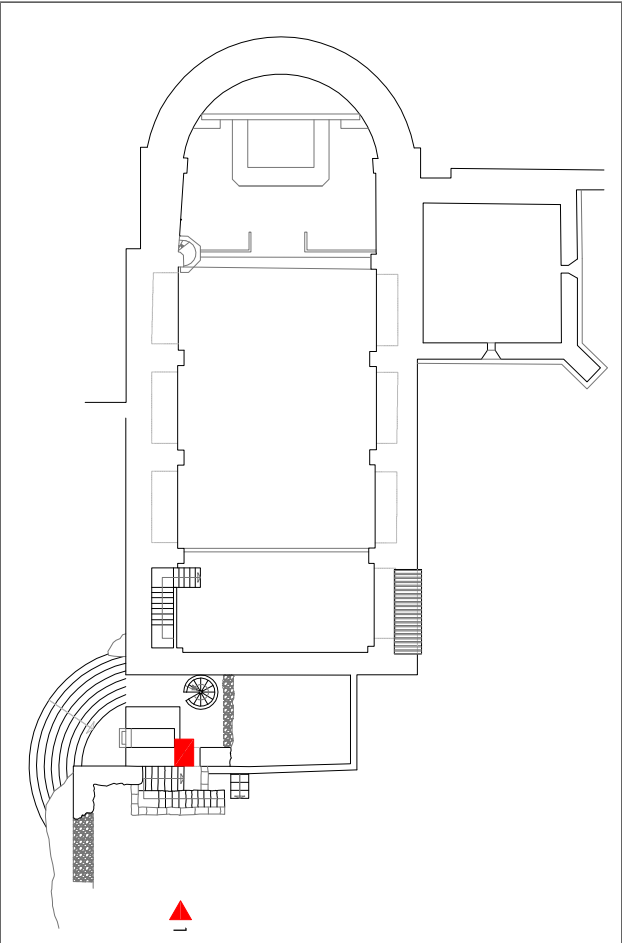
Los fichas que no tienen representación de los daños evidenciados en el modelo, es porque no se ha representado de forma gráfica y evidente en el edificio, por lo que no se veía esa información a este análisis.

FOTOGRAFIA



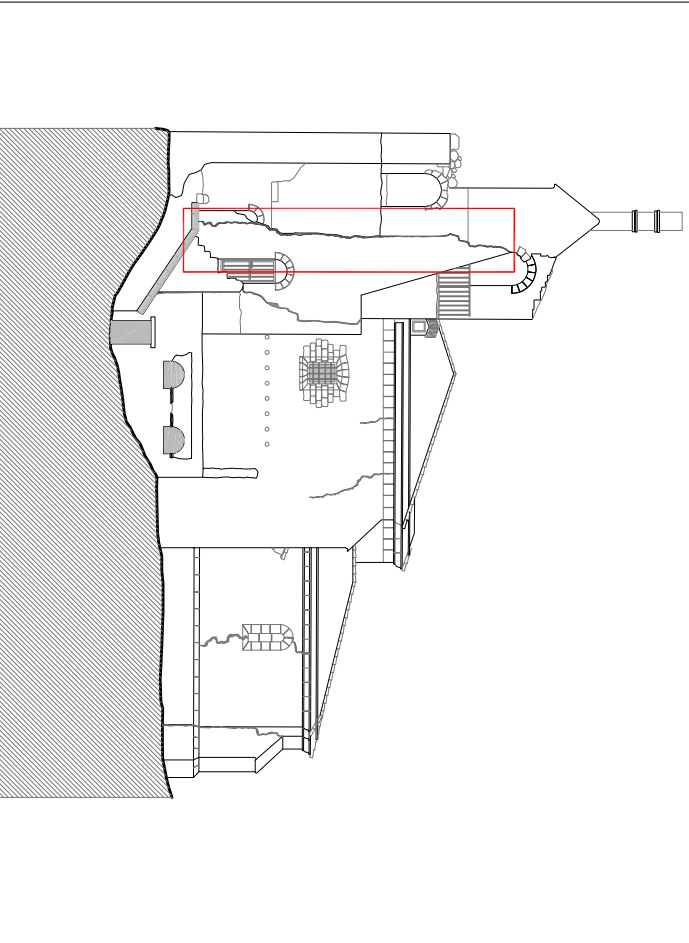
FACHADA OESTE EXTERIOR

Referencia de ubicación



FACHADA OESTE EXTERIOR

Referencia de ubicación



DIAGNOSTICO

Diferencia de rigidez entre los materiales componentes

POSIBLES CAUSAS

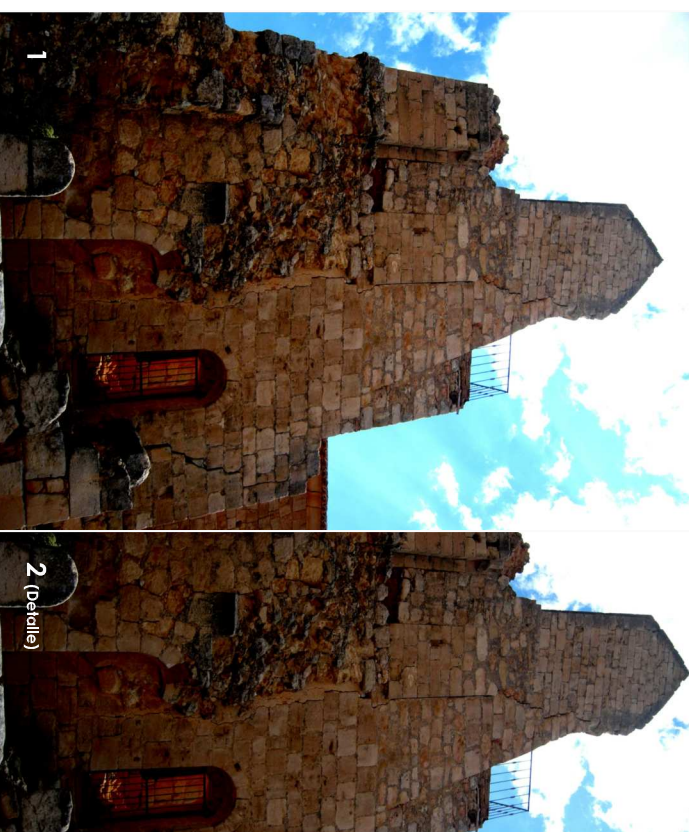
La torre es la pieza con más variedad de materiales de todo el conjunto. En la foto 1 se pueden ver los restos de un cuerpo que formaba parte de la muralla y que ya no existe, cuerpo que hacía de apoyo al muro este de la torre. La grieta evidente en toda su longitud, se forma en el encuentro de dos o más materiales con rigideces distintas, es la consecuencia de los esfuerzos de corte generados en las zonas donde se produce el impedimento de deformación del material de menor rigidez con respecto al de mayor rigidez. Presenta riesgo de desprendimiento de sillares en los contornos.

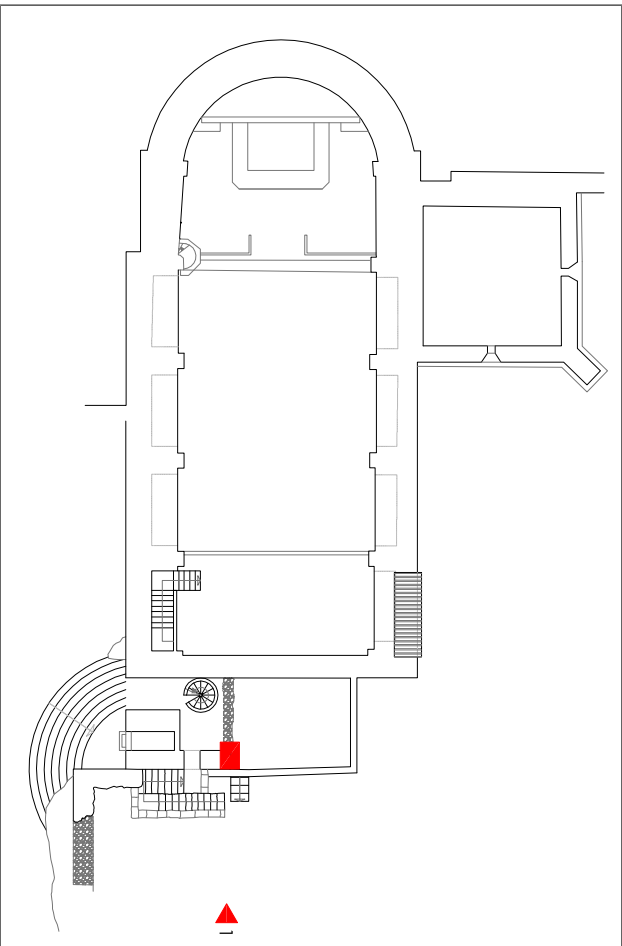
INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Recuperación del cuerpo faltante previa limpieza y consolidación de los restos que se encuentran inestables | Puente de unión.
- Recuperación de las coronaciones del muro y contornos de torre.
- Eliminación de juntas disgregadas y reposición, sellado de grieta con morteros de cal.
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los labios de la apertura y devolverle la continuidad perdida.

Los fichas que no tienen representación de los daños evidenciados en el modelo, es porque no se ha representado de forma gráfica y evidente en el cálculo, por lo que no se vuelca esa información a este análisis.

FOTOGRAFIA





DIAGNOSTICO

Erosión del conglomerante del soporte - Desprendimiento de esquina.

POSIBLES CAUSAS

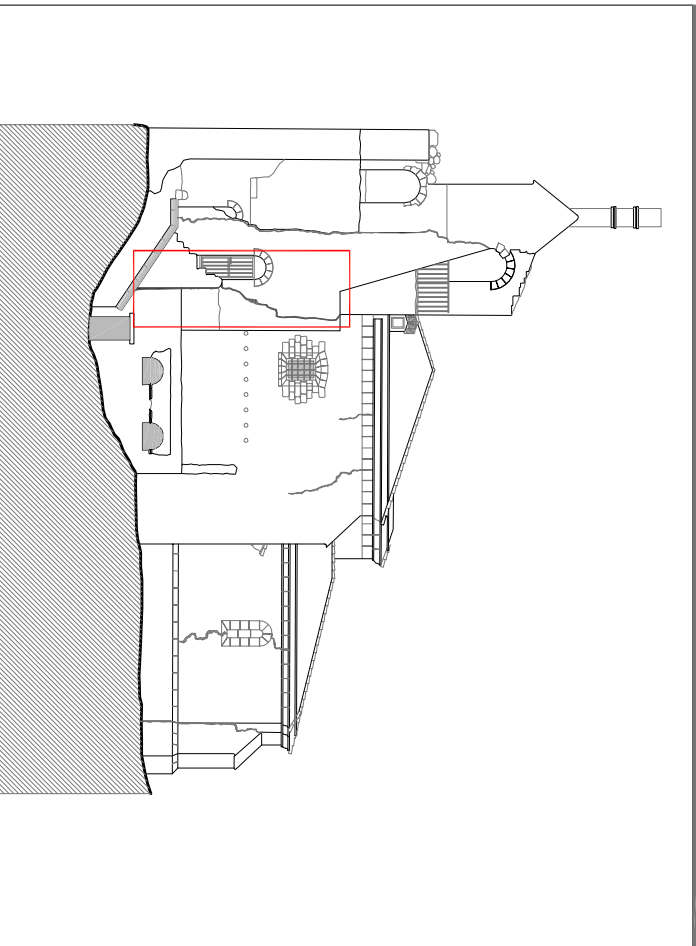
Erosión y casi desaparición del conglomerante que da cohesión al conjunto del soporte realizado en mampostería, de la parte superior realizada con sillares. Esta diferencia de materiales ya marca un comportamiento distinto ante agentes externos. Al desaparecer el mortero de juntas, esta zona se vuelve inestable y vulnerable a los efectos de la humedad. La grieta se abre justo en la esquina que es el punto más débil del encuentro. Sigue las líneas del rejuntado por la diferencia entre los módulos de elasticidad del mortero y la piedra arenisca.

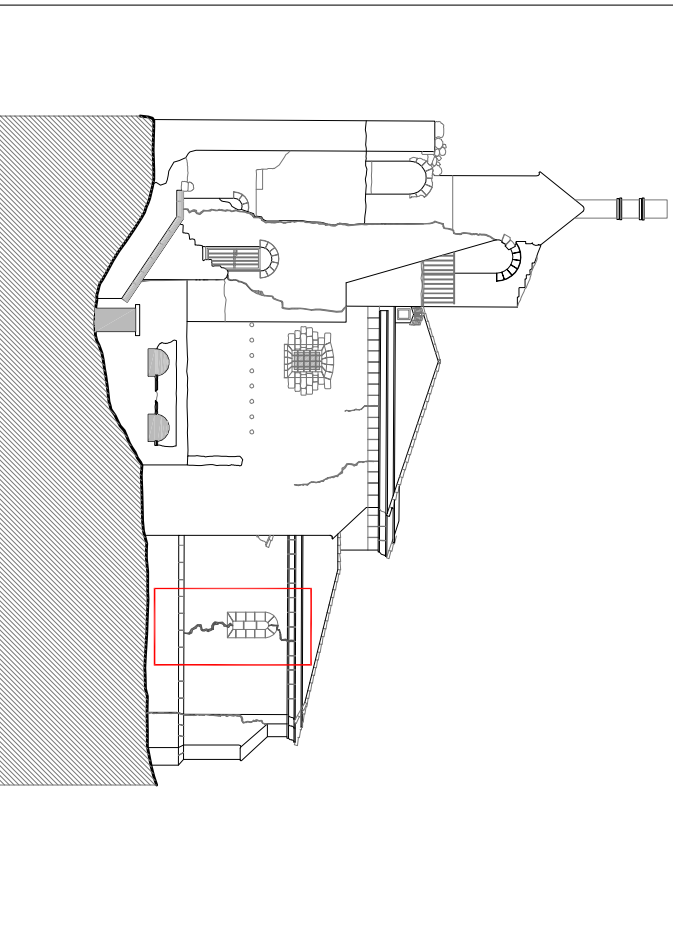
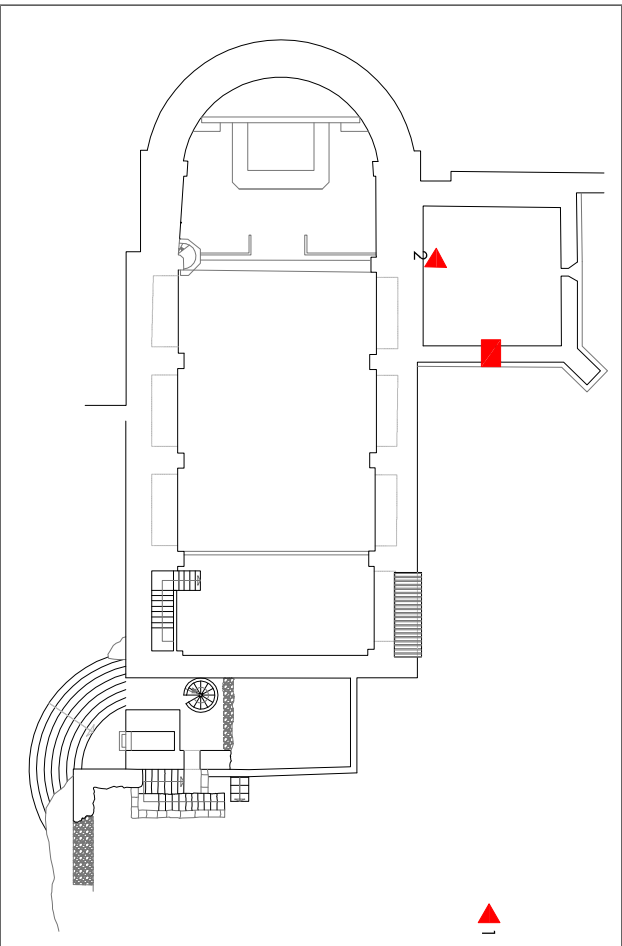
INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Eliminación de juntas disgregadas y reposición, sellado de grieta con gresita con morteros de cal.
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los tablos de la apertura y devolverle la continuidad perdida.
- Saneado de coronación de muros y tratamientos consolidantes e hidrotugantes.

Las fichas que no tienen representación de los daños evidenciados en el modelo, es porque no se ha representado de forma gráfica y evidente en el caducio, por lo que no se vuelve esa información a este análisis.

FOTOGRAFIA





DIAGNOSTICO

Descendimiento por asentamiento puntual -
Desplazamiento por empuje del contrafuerte

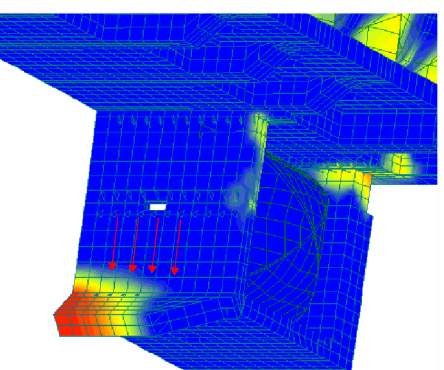
POSIBLES CAUSAS

El contrafuerte que se encuentra reforzando los muros sur y oeste de la sacristía, se ha desplomado debido a un asiento del terreno de forma puntual, ocasionado por la acumulación de agua en el sustrato, la grieta que aquí se produce no es más que una rotura del paño por el punto más débil, traspasa al interior, consecuencia de la fuerza del empuje del contrafuerte que ha descendido.

Ficha Relacionada PE_10

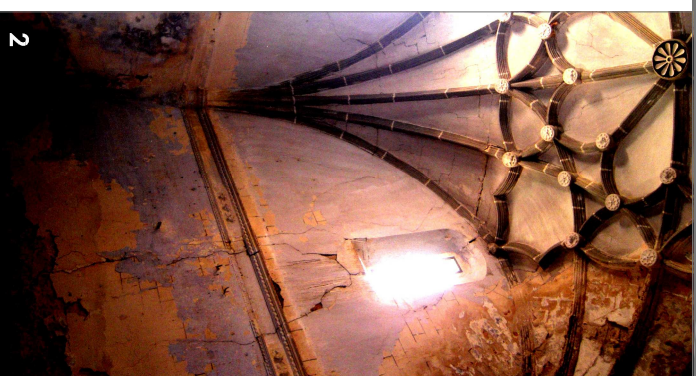
INTERVENCIONES ACONSEJABLES

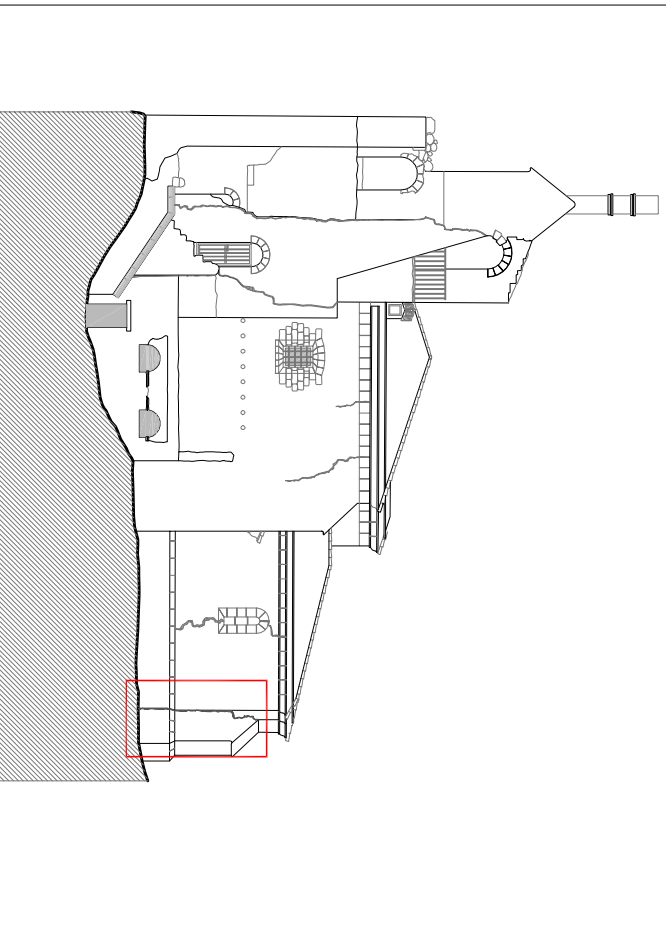
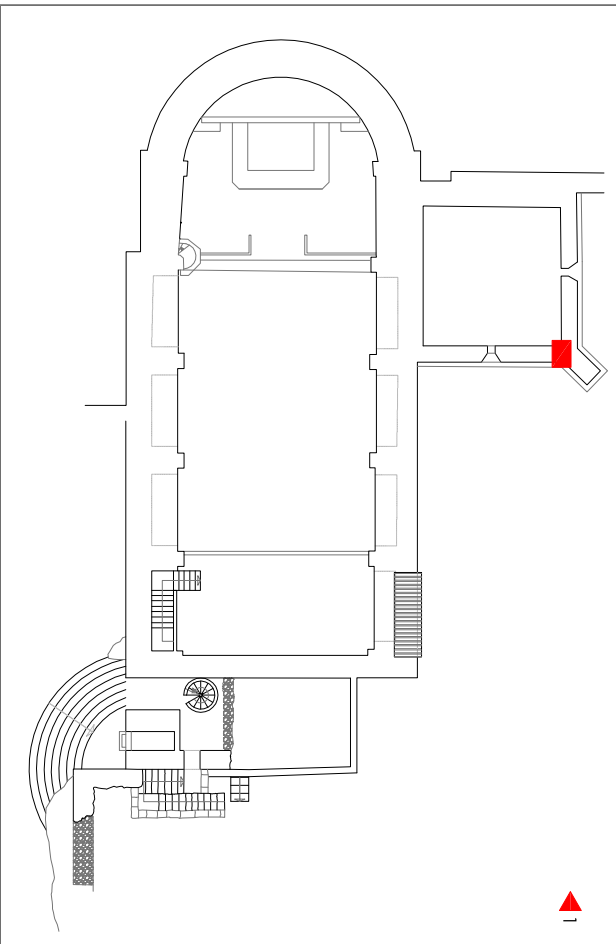
- Excavación y formación de zanja drenante entre la ladera y los muros de la sacristía.
- Recalce de la cimentación de los muros y contrafuerte.
- Recalmatación de las juntas con morteros de cal.
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los labios de la apertura y devolverle la continuidad perdida.



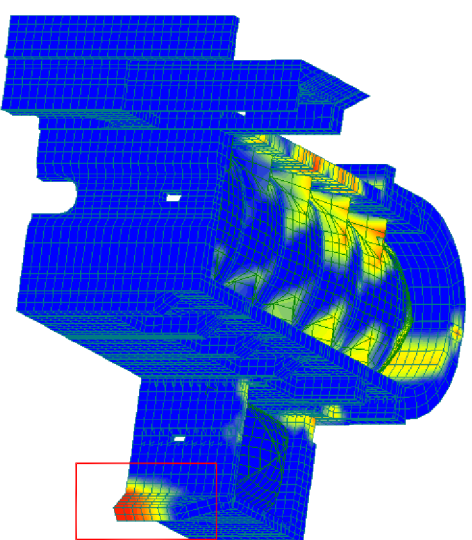
No se revela gráficamente este daño para la hipótesis de descenso estimada en el modelo, por lo que habrá que contemplar valores más elevados de movimientos impuestos para la zona del contrafuerte que es claramente el que "tira" y provoca las grietas de los muros de las fachadas oeste y sur de la sacristía.

FOTOGRAFIA





FOTOGRAFIA



DIAGNOSTICO

Asentamiento por movimiento del terreno debido a la acumulación de agua - Descendimiento del contrafuerte

POSIBLES CAUSAS

Debido a los rellenos que acumulan agua en el lado sur de la iglesia, se presenta un claro caso de desprendimiento de parte de la estructura por asentamiento diferencial. La grieta sigue las líneas del rejuntado ya que el módulo de elasticidad del mortero es mucho más bajo que el de los sillares que conforman el contrafuerte. Se presenta de la misma forma en el lado sur del mismo manifestando una grieta en V invertida.

Ficha Relacionada PE_08

INTERVENCIONES ACONSEJABLES

- Excavación y formación de zanja drenante entre la ladera y los muros de la sacristía.
- Recalce de la cimentación de los muros y contrafuerte.
- Recolmatación de las juntas con morteros de cal.
- Tratamiento consolidante e hidrofugante del remate del contrafuerte.
- Inyección de lechadas de cal para colmar el vacío entre los labios de la apertura y facilitar que las tensiones puedan transmitirse correctamente.

Previo al análisis de la estructura objeto de estudio, se hace indispensable hacer un zoom sobre los materiales empleados para su construcción y en ciertas definiciones importantes para entender la dinámica de trabajo.

Resistencia de materiales_ Según Wikipedia, la resistencia de materiales clásica, es una disciplina que estudia los sólidos deformables mediante modelos simplificados *«La resistencia de un elemento se define como su capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo»*.¹⁰

Modelo de resistencia de materiales_ Este modelo, establece una relación entre fuerzas aplicadas (cargas o acciones) y los esfuerzos o desplazamientos inducidos por estas, haciendo, por simplificación geométrica, que el campo de las deformaciones y tensiones, sean posibles de calcular mediante métodos numéricos como el análisis por elementos finitos.

Fábrica_ Construcción de agregados de materiales pétreos (sillares, ladrillos, adobes o sólo barro) que trabaja básicamente a compresión debido a la superposición de bloques dispuestos uno sobre otro, a junta seca, o con algún material ligante como el mortero. Cualquier clase de fábrica tiene un comportamiento común derivado del material compresivo con el que está hecho¹¹

La mampostería y el ladrillo son los materiales predominantes en esta construcción, estos, presentan una baja resistencia nominal a tracción, frente a una casi ilimitada resistencia a compresión, esta última es el factor determinante para la estabilidad de estas estructuras, que resisten más por su forma que por las características intrínsecas del material empleado.

Según Mas-Guindal, las construcciones románicas son un ejemplo de fábrica cuyo fin es dispersar la tensión mediante elementos que trabajan a compresión produciendo estructuras estables, sin embargo, resulta muy complicado obtener las propiedades mecánicas de dichas fábricas, ya que tienen un alto grado de indeterminación debido a las diversas actuaciones o reparaciones a las que hayan estado sometidas.

Además, la directriz del trazado de los elementos que componen la estructura, puede haberse visto afectada por los empujes o asientos del terreno, presentando un estado tensional muy sensible a estas variaciones, ya que el grado de adaptabilidad se ha modificado en busca de una nueva posición de equilibrio.

10. Cita recuperada desde_ https://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_de_materiales

11. MAS-GUINDAL LAFARGA, A. **«Mecánica de las Estructuras Antiguas»** Ed. Munilla-Lería. 2011

Material Ligante Mortero_ La junta de material ligante en esta clase de estructuras, toma un papel muy importante, debido a que estas se convierten en la fuente generadora de la mayor parte del comportamiento no lineal y la naturaleza compuesta de la obra de fábrica, hacen que para su estudio numérico, deban emplearse complicados modelos que permitan involucrar los diferentes mecanismos de rotura y comportamientos no lineales. En este campo Adrian W. Page en 1978, y posteriormente Samarasinghe y Hendry en 1980, proponen un estudio mediante el método de elementos finitos no lineal que tiene en cuenta la progresiva fisuración de las juntas del mortero, considerando el conjunto de fábrica + mortero como un material homogéneo, anisótropo con propiedades promedio, estableciendo la teoría de la homogeneización. *«La mampostería es considerada como un material compuesto cuyos componentes son el mampuesto o ladrillo y el mortero empleado en las juntas verticales y horizontales, conformando una configuración periódica.*

*De esta manera es posible, mediante técnicas de homogeneización, derivar el comportamiento global de la estructura a partir del comportamiento de los materiales constituyentes adoptando modelos constitutivos diferentes para cada uno de ellos»*¹² Esta solución homogénea no crea problemas cuando los niveles tensionales no son demasiado elevados, pero cuando se presenta el caso, se produce una distribución de tensiones debido al comportamiento no lineal del material.

El modelo diseñado por el Profesor Adolfo Alonso Durá, simula la obra de fábrica teniendo en cuenta la diferencia entre los comportamientos a tracción y a compresión, tanto en rigidez como en resistencia. Asimismo, las características anisótropas del material quedan reflejadas mediante una formulación matemática dentro del modelo, lo cual permite una simulación del daño de manera realista.

Se trata entonces de generar un análisis mediante el método de elementos finitos, para determinar de forma precisa la respuesta del sistema modelado con una cantidad finita de elementos que se encuentran sujetos a unas cargas determinadas, teniendo siempre en cuenta que se ha desarrollado un modelo que es una idealización de un sistema físico real.

12. Quinteros, R.; Oller, S.; Nallim, L. **Modelo de degradación diferenciada para materiales compuestos**. A: Congreso Argentino de Mecánica Computacional. "Mecánica computacional, volumen XXXI". Salta: Asociación Argentina de Mecánica Computacional, 2012, p. 1591-1606

_Elementos finitos:

El cálculo de las deformaciones, tensiones y esfuerzos con técnicas clásicas de análisis, se alcanza mediante procedimientos manuales de sus ecuaciones. El uso de técnicas clásicas, es posiblemente la mejor forma de analizar estructuras simples; sin embargo, su uso es poco aconsejable cuando el sistema es complejo. En estos casos la mejor elección, es la solución obtenida con el método de los elementos finitos.

El MEF (Método de Elementos Finitos) considera la estructura como el acople de un número finito de pequeñas partículas. El comportamiento de dichas partículas, y de toda la estructura, es conseguida por la formulación de un sistema algebraico de ecuaciones que se soluciona por medio del ordenador. Las denominadas partículas de tamaño finito, se denominan elementos finitos y los puntos donde se interconectan dichos elementos se denominan nodos, y al proceso de selección de nodos, se llama modelización.¹³

_Análisis de elementos finitos:

1_ Modelado de la estructura: Se ha realizado un modelo de cálculo por medio de una malla volumétrica a partir de elementos tetraédricos y hexaédricos que se adaptan a la geometría obtenida del levantamiento gráfico realizado, el cual consta de dos plantas, una sección longitudinal, dos transversales y cinco alzados con los que se trabaja simultáneamente para la correcta modelización.

2_ Definir propiedades del elemento: Se le otorgan a los elementos dibujados los materiales con sus propiedades.

3_ Definir condiciones de apoyo: Se asignan los apoyos para la estructura espacial, si se conocen las condiciones de estos, se le pueden asignar reacciones o movimientos forzados.

4_ Aplicación de las cargas: Aplicación de fuerzas externas concentradas o uniformes.

5_ Solución del sistema de ecuaciones algebraicas lineales: Se introduce el elemento modelado en el programa de cálculo, el cual pretende resolver mediante un sistema de ecuaciones algebraicas simultaneas el cálculo de esfuerzos, reacciones, tensiones, deformaciones, etc, visualizándolo de forma gráfica.

Para el análisis del comportamiento estructural del modelo ejecutado de la Iglesia de Monreal de Ariza se han considerado dos variables de estudio:

1_ Análisis estático lineal: Permite evaluar las tensiones que se producen en la fábrica al aplicar las cargas, con una relación lineal entre fuerza y desplazamiento. Se valoran dos hipótesis.

13. <http://www.estructuras.unal.edu.co/Pagina%20ANSYS/fernandomejia/1modelam.pdf> «Modelamiento por elementos finitos»

_Combinación 1: Hipótesis de peso propio | Cargas gravitatorias.

_Combinación 2: Asientos del terreno, logrados a través de la colocación en los nudos del modelo realizado en AutoCAD de movimientos espaciales forzados en el eje_z.

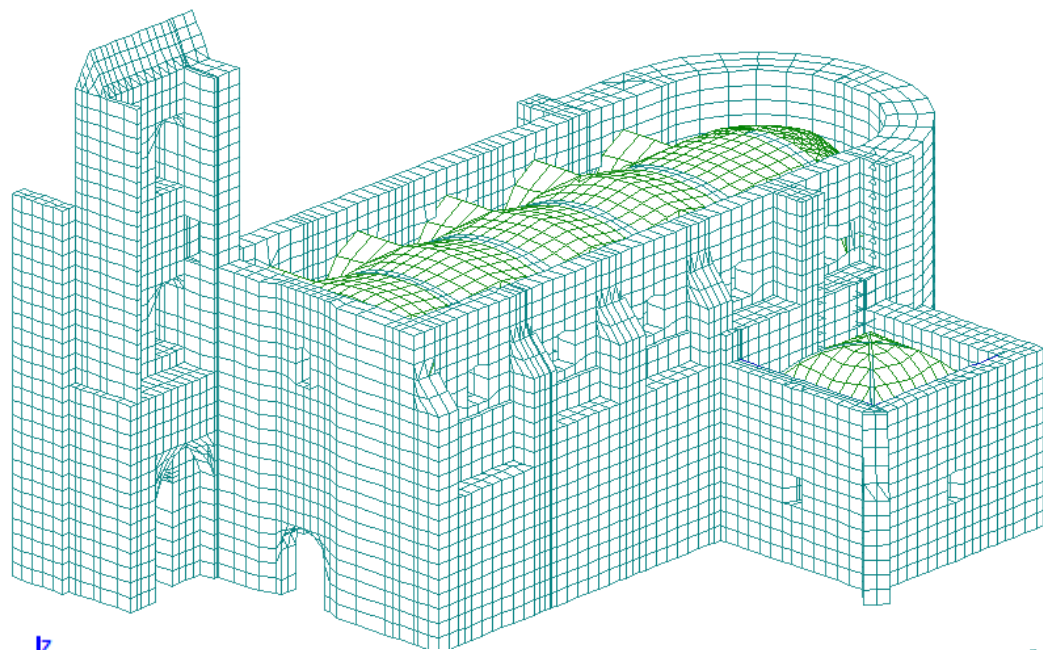
2 Análisis estático no lineal: Permite ver la forma en la que fallará la estructura, el daño que se produce en la fábrica con base en la fisuración y rotura del material. Se valoran las mismas hipótesis que en el caso del análisis lineal pero de forma conjunta. El daño se mostrará combinando ambas hipótesis.

El modelo de cálculo en este caso específico está desarrollado a partir de elementos finitos sólidos en el que se relacionan todas las partes del edificio, se trata de una malla tridimensional de 14.177 elementos sólidos de 8 nodos que reproducen toda la geometría del conjunto, con un total de 20,437 nudos y 853 apoyos. (Ver imagen AE_1 – AE_2)

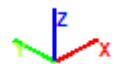
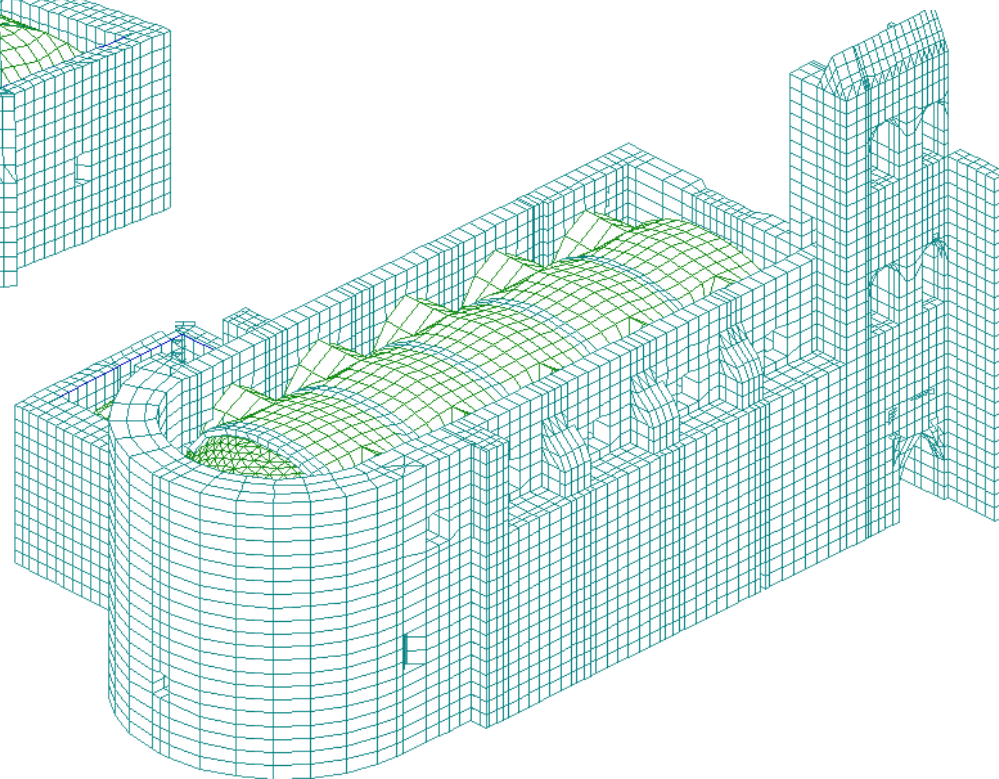
A esta malla se le asignan las características de los materiales que se van a reproducir en el modelo, en este caso, se considera un material homogéneo en todo el conjunto sólido del edificio conformado por mampostería de piedra arenisca, denominado sillería, (Ver imagen AE_3) el cual ha sido modelado mediante un mallado de sólidos por 8 puntos. Se considera un segundo material, ladrillo, que se dispone en las bóvedas en forma de doble rosca, las cuales han sido modeladas como un mallado por 4 puntos con cuadriláteros (Ver imagen AE_4) . Se les asignan los siguientes valores:

PROPIEDADES INELÁSTICAS	SILLERIA	PROPIEDADES INELÁSTICAS	LADRILLO
Modulo de Deformación Kp/cm2	100.000	Modulo de Deformación Kp/cm2	60,000
Coef. Poisson	0,20	Coef. Poisson	0,20
Peso específico Kp/m3	2.200	Peso específico Kp/m3	1,800
Coef. De dilatación	0.000010	Coef. De dilatación	0.000010
Resistencia compresión _Fc MPa	5	Resistencia compresión _Fc MPa	1,5
Resistencia tracción _Ft MPa	0,2	Resistencia tracción _Ft MPa	0,1

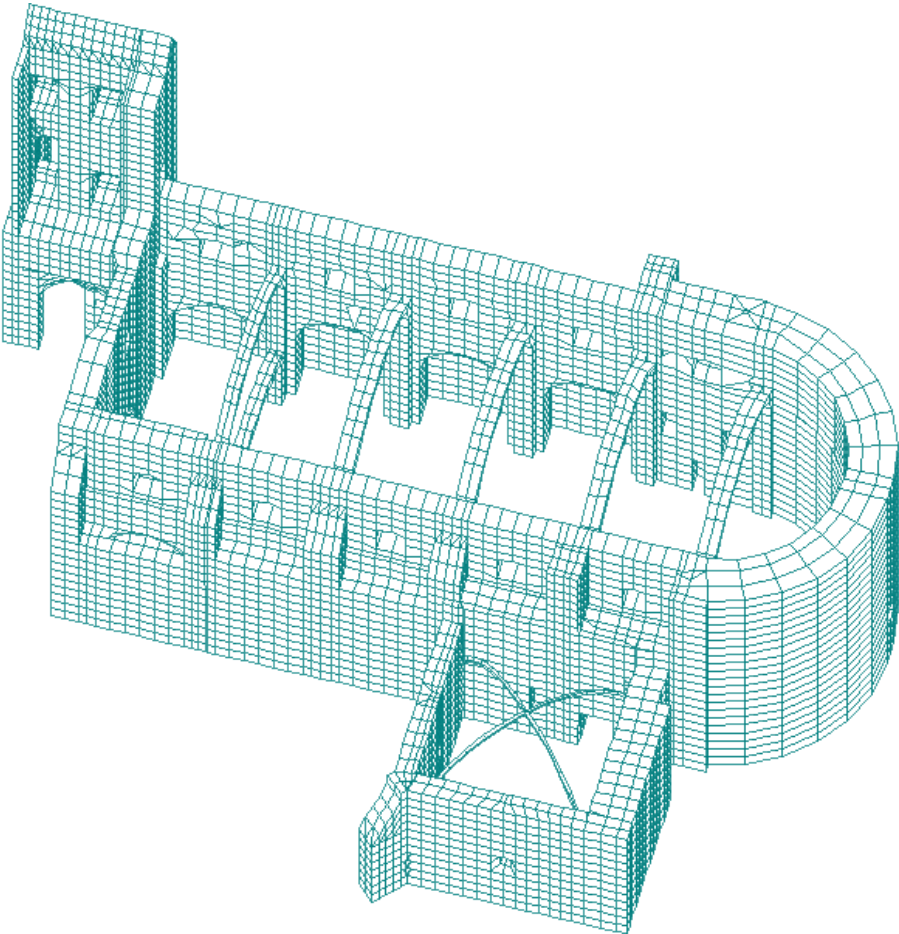
El análisis parte con el estudio estático lineal considerando únicamente las cargas gravitatorias como primer cálculo, luego se realiza un segundo cálculo valorando los movimientos impuestos, esto permite entender el comportamiento global de la estructura con cada caso por separado, (Caso **1_Peso Propio** – Caso **2_ Asientos del Terreno**) para posteriormente iniciar el cálculo no lineal en una segunda fase.



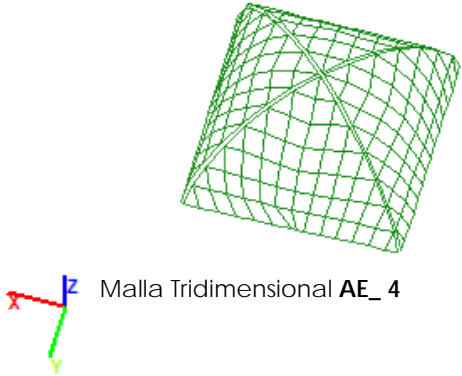
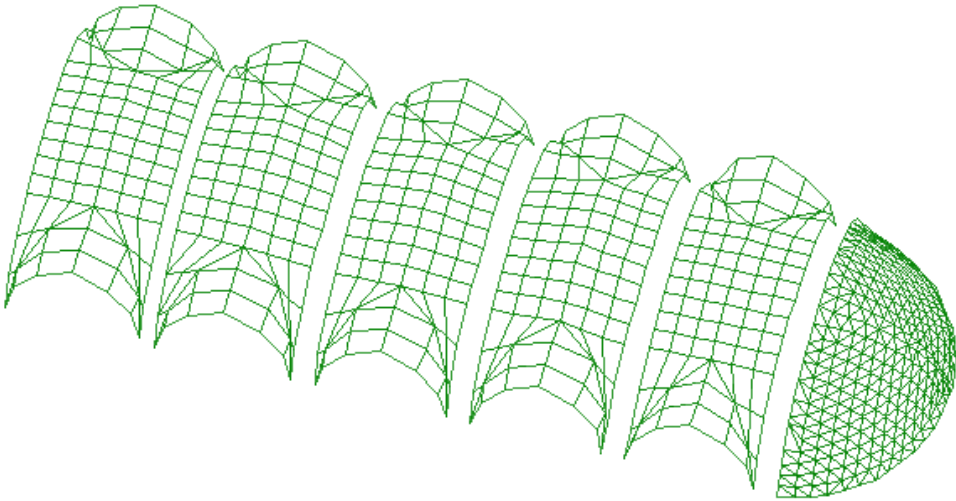
Malla Tridimensional AE_1



Malla Tridimensional AE_2



Malla Tridimensional AE_3



Malla Tridimensional AE_4

_Análisis Lineal:

Se inicia con el estudio del conjunto de las tensiones en los ejes x,y,z de la primera hipótesis **_Peso propio**. En la primera visualización se observa que para las tensiones en dirección z_Sz (Ver imágenes CL_1 – CL_2) la estructura bajo las fuerzas aplicadas y valorada al doble de su propio peso, se encuentra en relativo equilibrio con valores cercanos al 0, los máximos valores de compresión en el eje z se dan en la base de la torre $-0,6784\text{Mpa}$, valor bastante despreciable teniendo en cuenta la elevada resistencia a la compresión que tiene el material constructivo.

Analizando las tensiones en el eje y , (Ver imágenes CL_3 – CL_4) las tensiones máximas de compresión se producen en las bóvedas con valores que oscilan entre los $-0,1506$ y $-0,2410\text{Mpa}$, valores completamente normales ya que se entiende que las bóvedas trabajan tensionalmente como un arco sometido a fuerzas de compresión y flexión. Por otro lado, prácticamente la totalidad del conjunto, presenta valores muy bajos a tensiones de tracción, únicamente en puntos localizados donde el valor máximo es $+0,1211\text{Mpa}$, la mitad de la resistencia a tracción total estimada para este estudio.

Por último en la dirección x_Sx (Ver imágenes CL_5 – CL_6) se puede observar que no hay zonas que presenten límites tensionales, en general, la estructura se encuentra en equilibrio, con valores cercanos al 0.

Se concluye por lo tanto que en la hipótesis 1_Peso propio, la construcción en si, supera cualquier sobrecarga, incluso el doble de su peso, por lo que se comprueba que la primera función de una fábrica, es sostenerse a si misma.

Para el análisis lineal de la segunda hipótesis **_Asientos**, se considera que aunque los asientos en las cimentaciones no son fuerzas externas, provocan tensiones o fuerzas internas, al obligar a las estructuras a que realicen determinados desplazamientos.

En los apoyos generados en el modelo de AutoCAD, se han introducido valores numéricos hipotéticos mediante movimientos forzados en el eje z , dichos valores se han colocado estratégicamente en las zonas donde se observa de forma evidente los asientos del terreno, buscando representar de la forma más real el daño existente y calcular una horquilla de valores que indique numéricamente el estado de dicho daño.

Siguiendo con este análisis en la dirección z_Sz (Ver imágenes CL_7 – CL_8) se puede observar que prácticamente la totalidad de la estructura presenta unos valores elevados de tensiones a compresión en el conjunto, siendo este valor cercano a la resistencia a compresión valorada en este estudio para la piedra arenisca, entre $2,466$ y $-6,186\text{Mpa}$ y con unos valores de

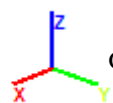
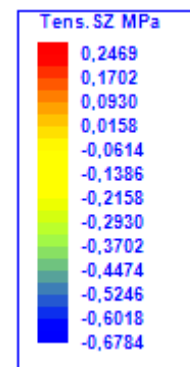
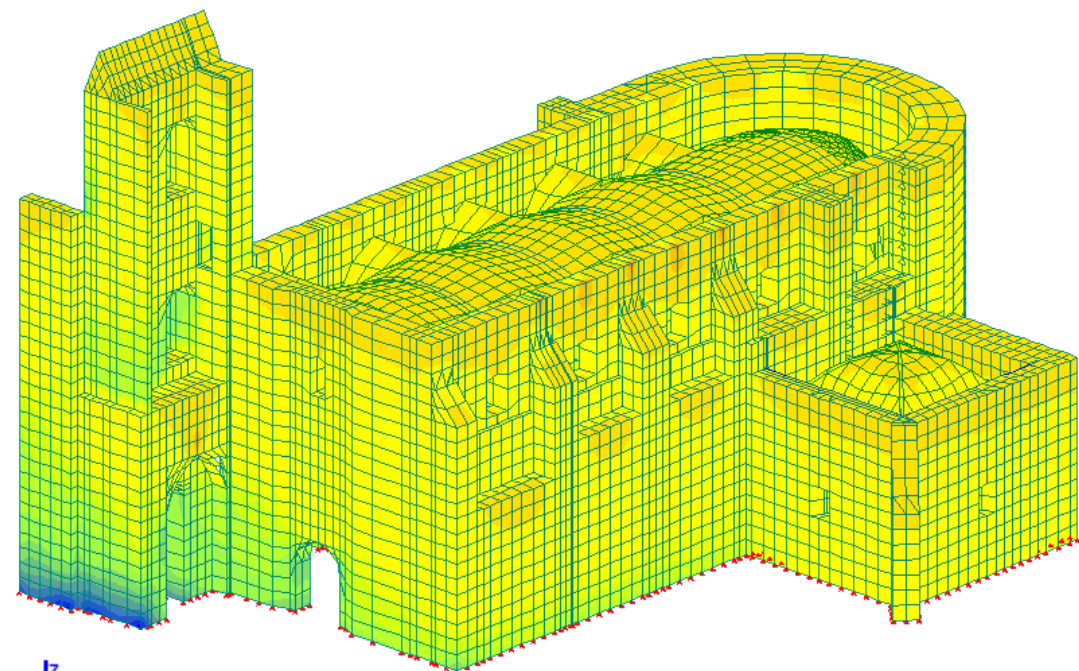
tensión de tracción de +19,770Mpa en las zonas donde el descenso se produce de forma más acusada, las tensiones de compresión máximas se producen «detrás» de las zonas que «tiran» de la estructura, es decir, de las zonas con un nivel de tracción más elevado, esto con un valor máximo de -32,150 Mpa, indicando que aunque la estructura tiene una gran rigidez, los movimientos impuestos (Ver imágenes CL_9 - CL_10) han generado desplazamientos en dicho eje (Sz) y la ha desestabilizado, pudiendo observarse claramente los descensos provocados por dichos esfuerzos y las repercusiones sobre el muro nor-este de la iglesia y el contrafuerte del lado sur. Este movimiento del muro norte y sur, se puede apreciar también en el cálculo de la deformada del conjunto (Ver imágenes CL_15 - CL_16).

En el eje_y los desplazamientos dejan ver tensiones de tracción en los muros de la sacristía paralelos al eje de estudio, con una horquilla de valores entre + 2,777 y + 4,941Mpa, y como reacción a las tensiones de compresión ocasionadas por el contrafuerte que desciende, con un valor de -1,551Mpa. Las bóvedas se muestran traccionadas en esta dirección, cuanto más cerca se encuentran de la zona donde se han introducido los movimientos impuestos en el muro norte, el valor supera el estimado para este caso de estudio +2,777Mpa. (Ver imagen CL_11) Estos tramos de bóveda y el arco fajón más cercano al ábside, actualmente han colapsado.

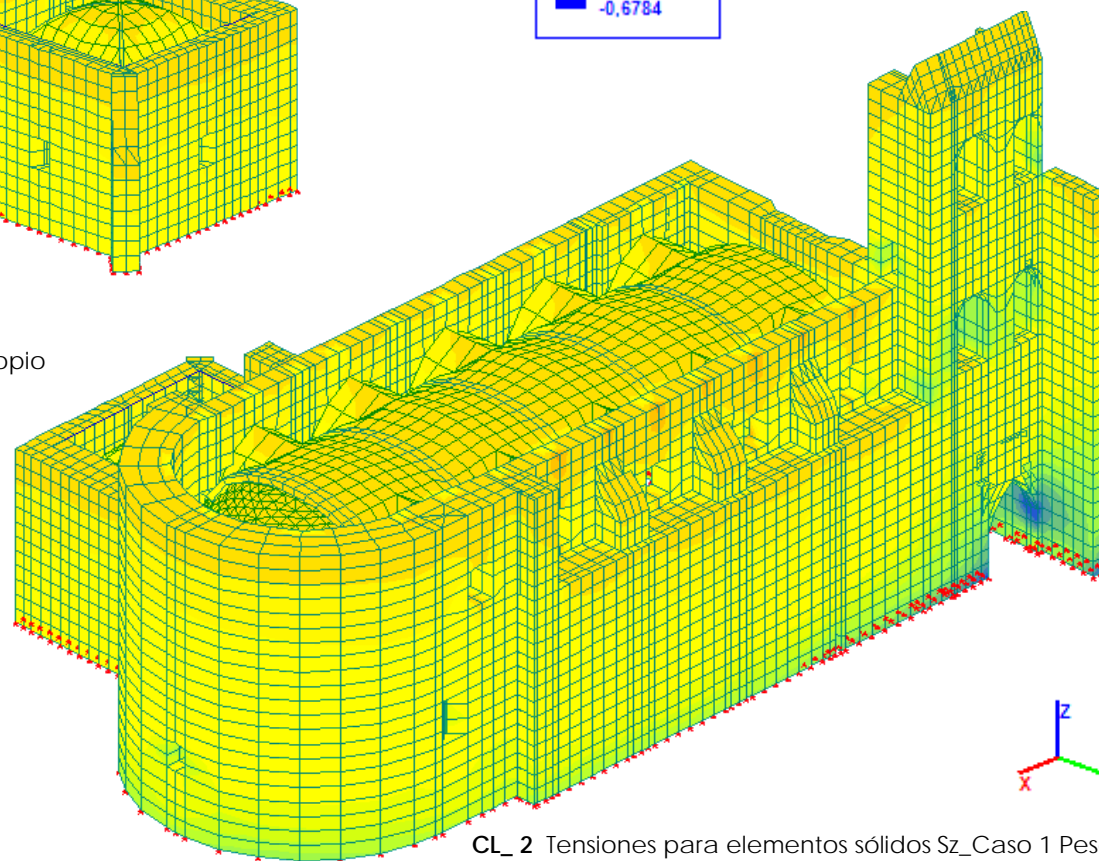
En el ábside de la iglesia, se pueden apreciar las reacciones al descenso provocado en el muro norte, con unas tensiones de compresión entre -1,551 y -3,715Mpa, produciéndose el mayor valor en la zona superior del muro. (Ver imagen CL_12) En este caso, se puede observar como se deforma el hueco de la ventana del altar, tal y como se encuentra actualmente.

En el estudio del eje_x se puede apreciar que la estructura presenta un nivel elevado de tensiones de compresión, con valores entre 0,3400 y -4,030Mpa, valor muy cercano al estimado como límite de resistencia en este estudio y para este material constructivo. Los valores que superan ese valor máximo considerado, se localizan en las zonas donde actualmente se presentan grietas y los mayores desplazamientos (Ver imágenes CL_13 - CL_14) con una horquilla entre -8,400 y -12,770Mpa.

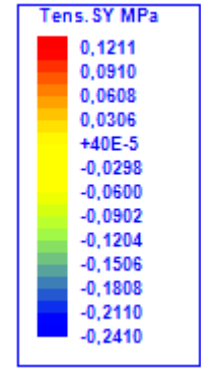
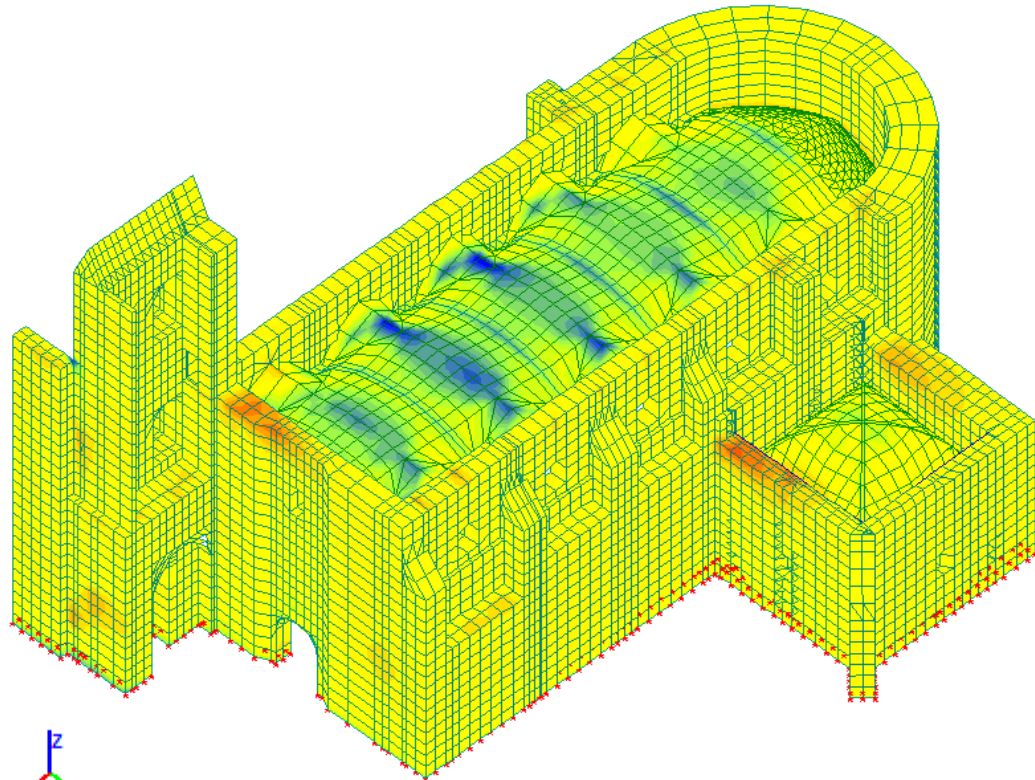
Se concluye por lo tanto que en la hipótesis 2_Asientos que el daño no se debe a un fallo en la resistencia de sus propios materiales, si no a sollicitaciones (fuerzas exteriores y desplazamientos) que han afectado la estabilidad del elemento. Las grietas demuestran que el edificio ha estado sometido a movimientos impuestos.



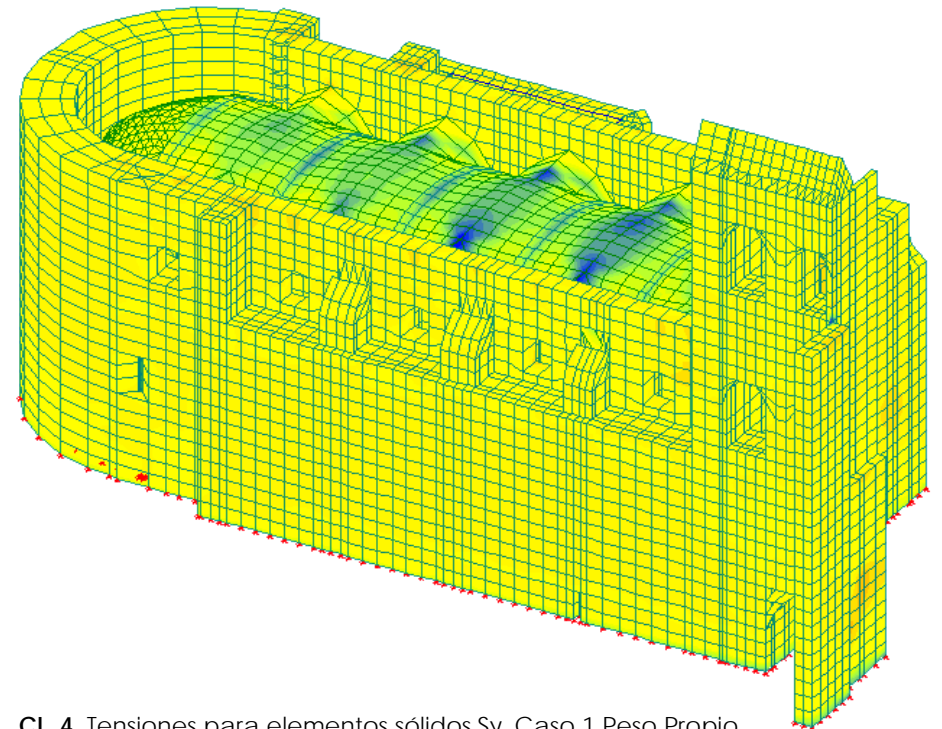
CL_1 Tensiones para elementos sólidos Sz_Caso 1 Peso Propio



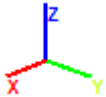
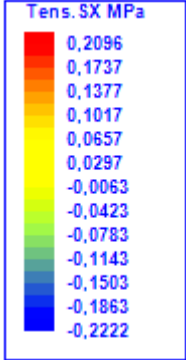
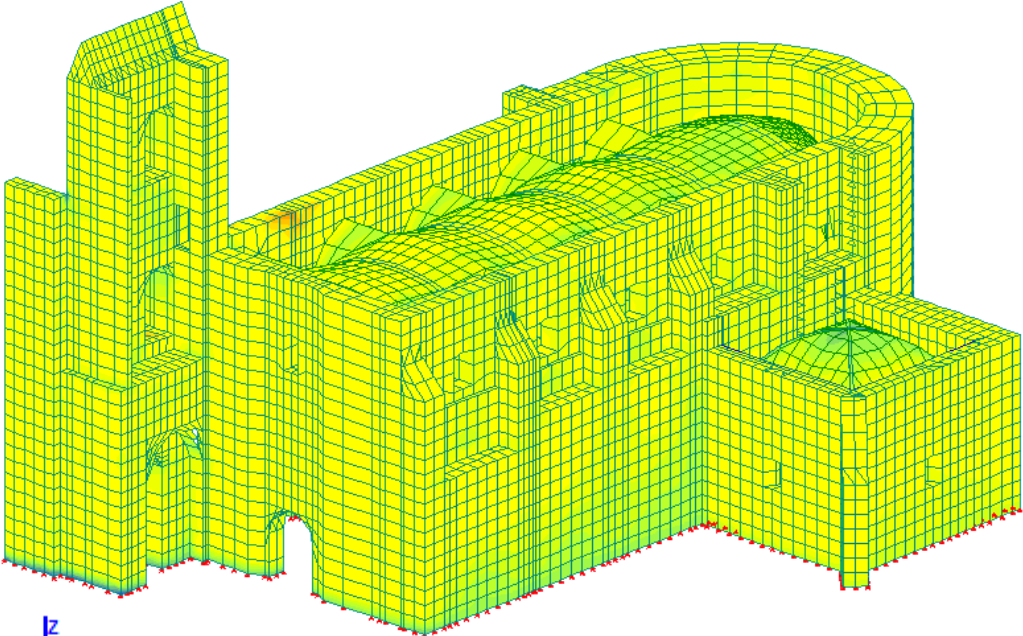
CL_2 Tensiones para elementos sólidos Sz_Caso 1 Peso Propio



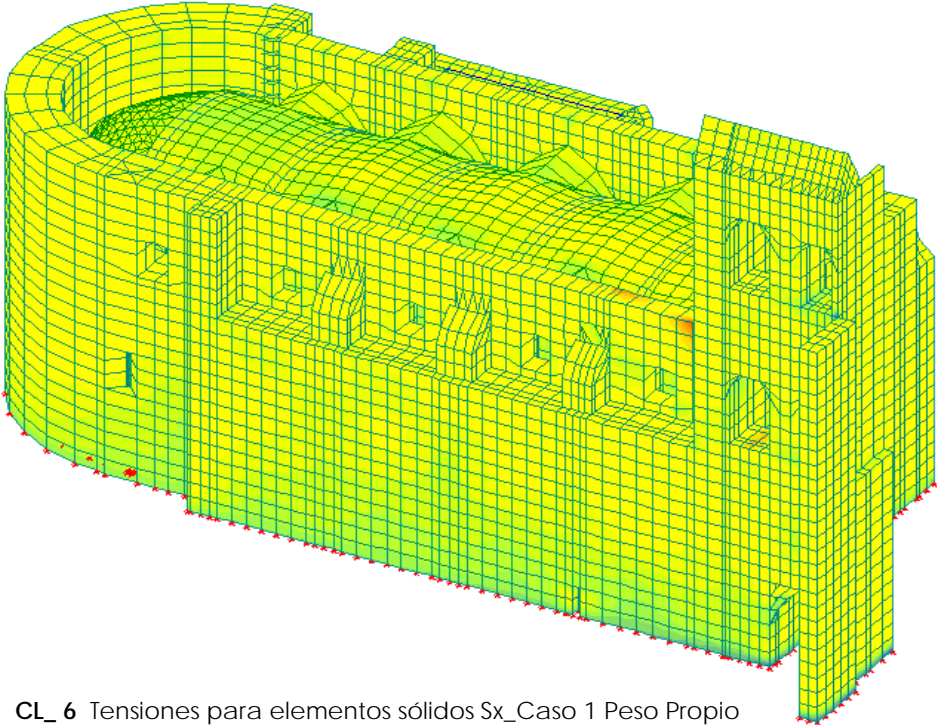
CL_3 Tensiones para elementos sólidos Sy_Caso 1 Peso Propio



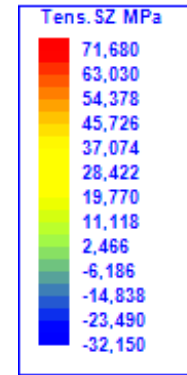
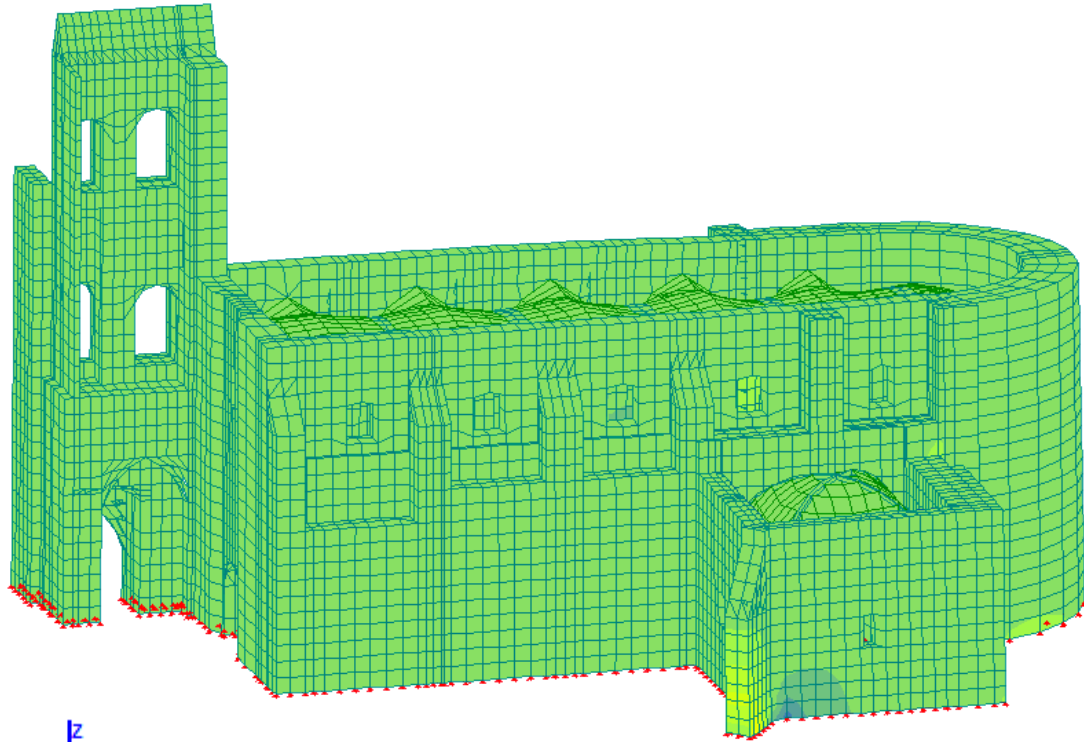
CL_4 Tensiones para elementos sólidos Sy_Caso 1 Peso Propio



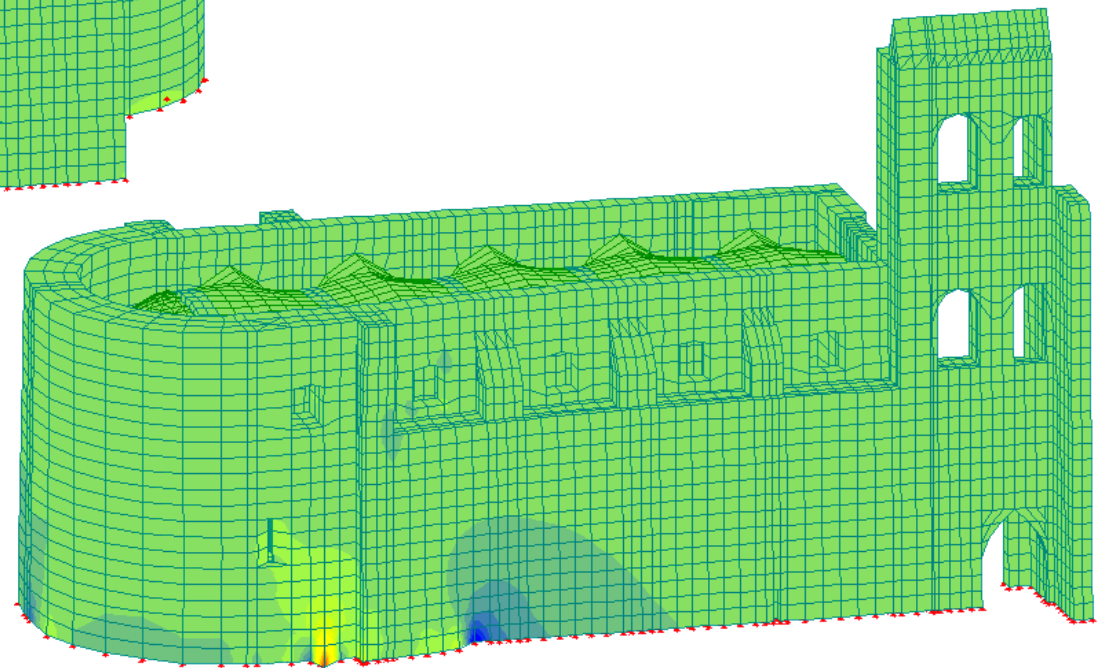
CL_5 Tensiones para elementos sólidos Sx_Caso 1 Peso Propio



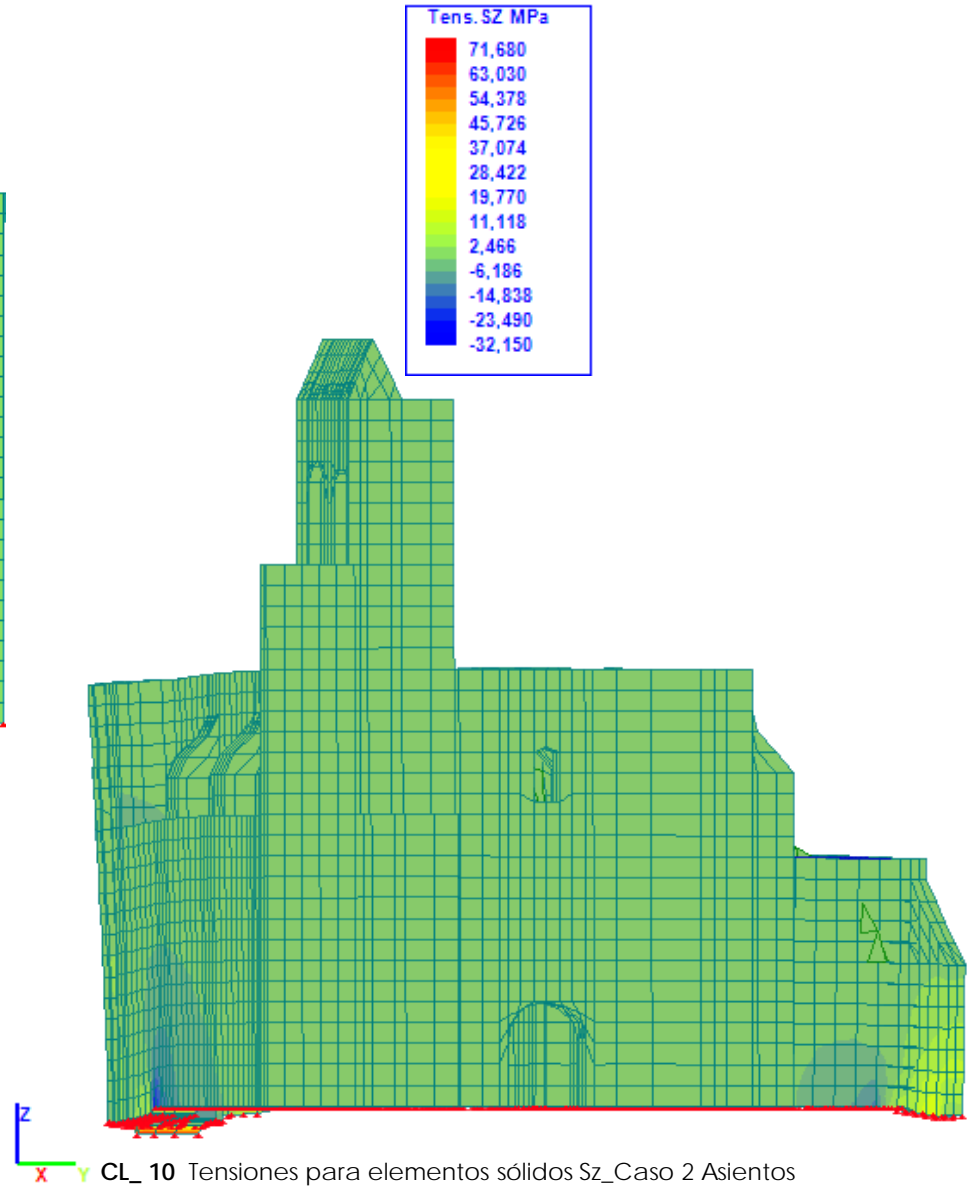
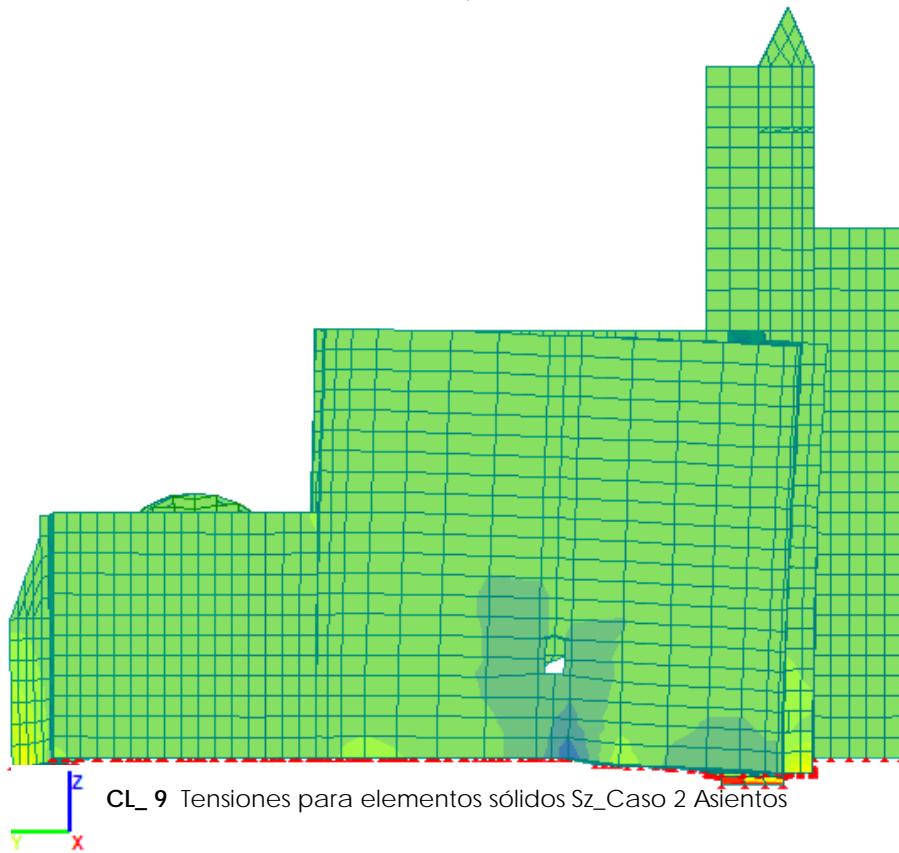
CL_6 Tensiones para elementos sólidos Sx_Caso 1 Peso Propio

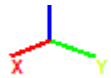
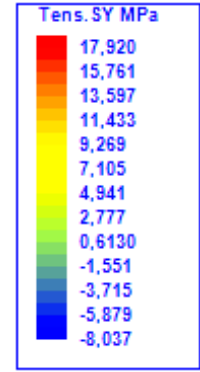
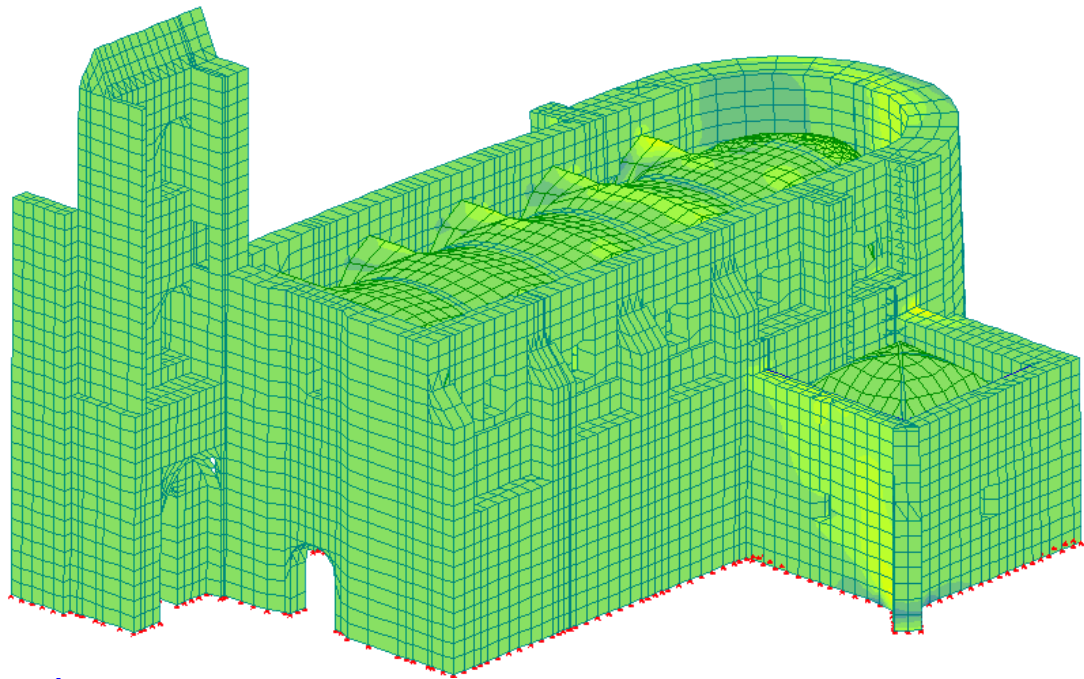


CL_7 Tensiones para elementos sólidos Sz_Caso 2 Asientos

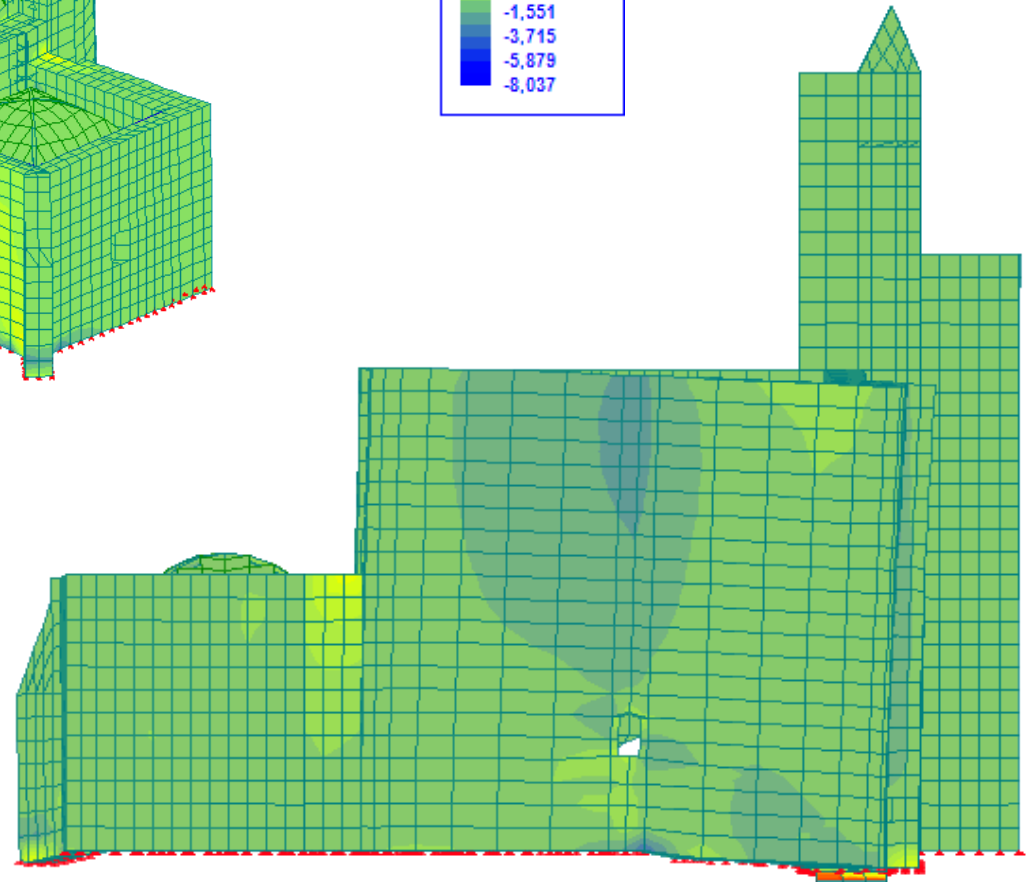


CL_8 Tensiones para elementos sólidos Sz_Caso 2 Asientos

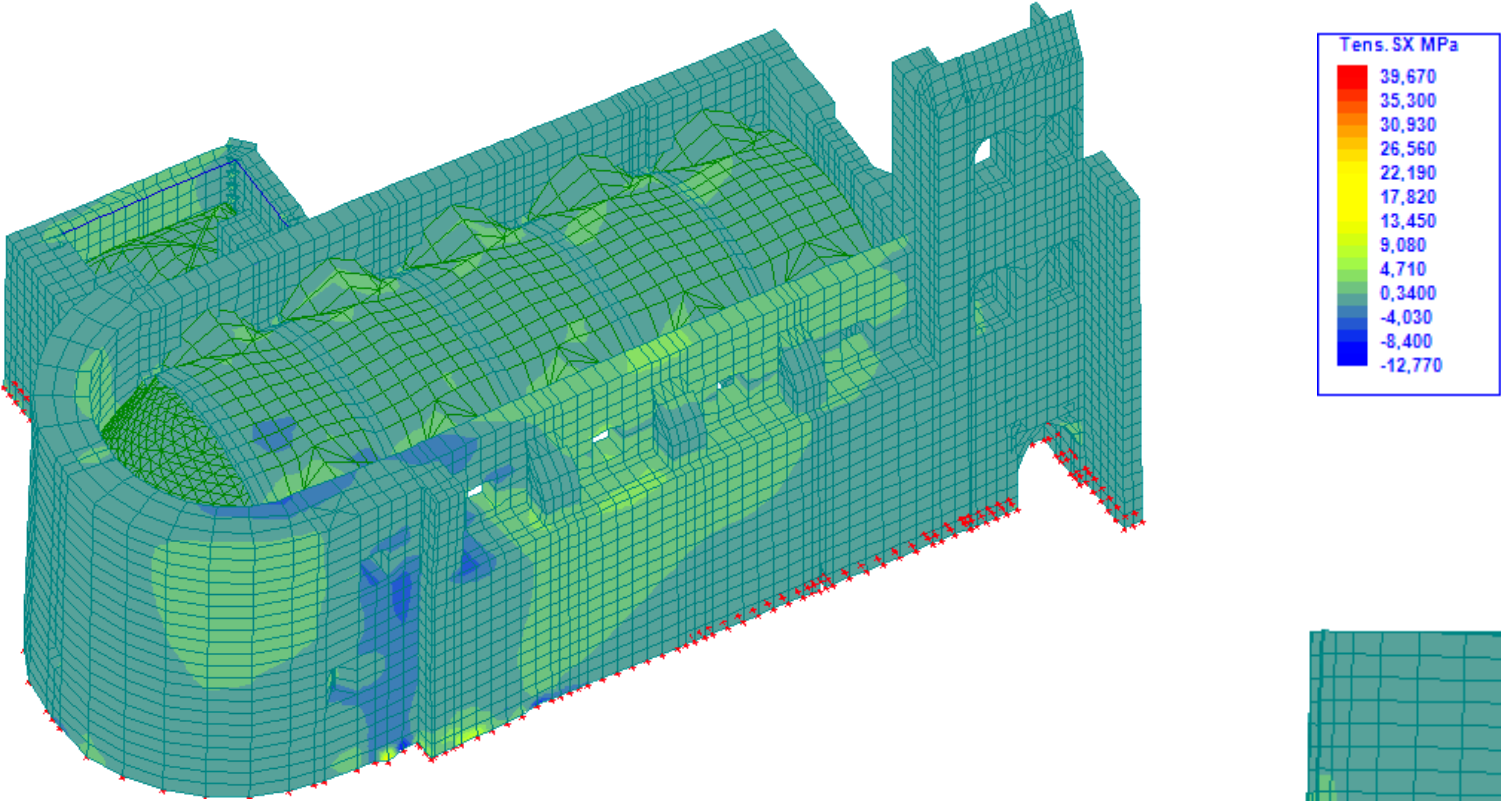




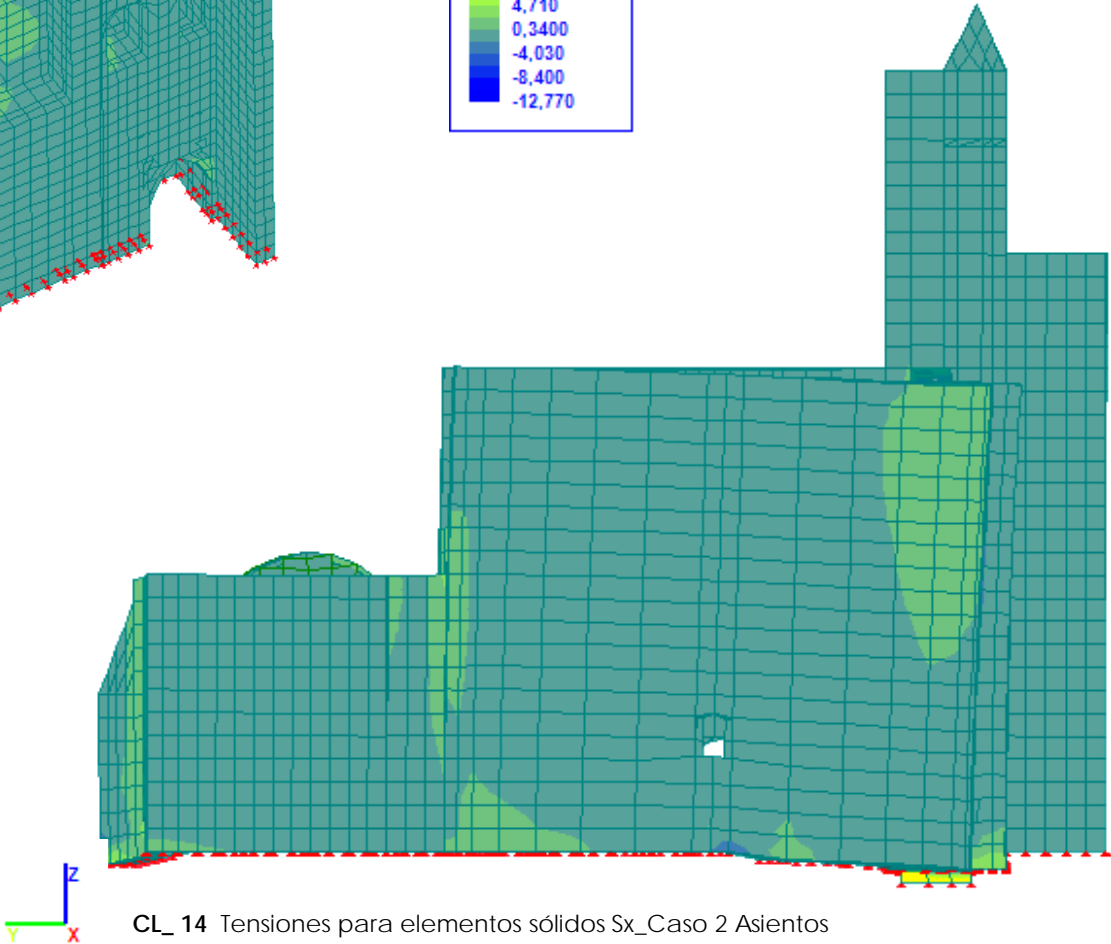
CL_11 Tensiones para elementos sólidos Sy_Caso 2 Asientos



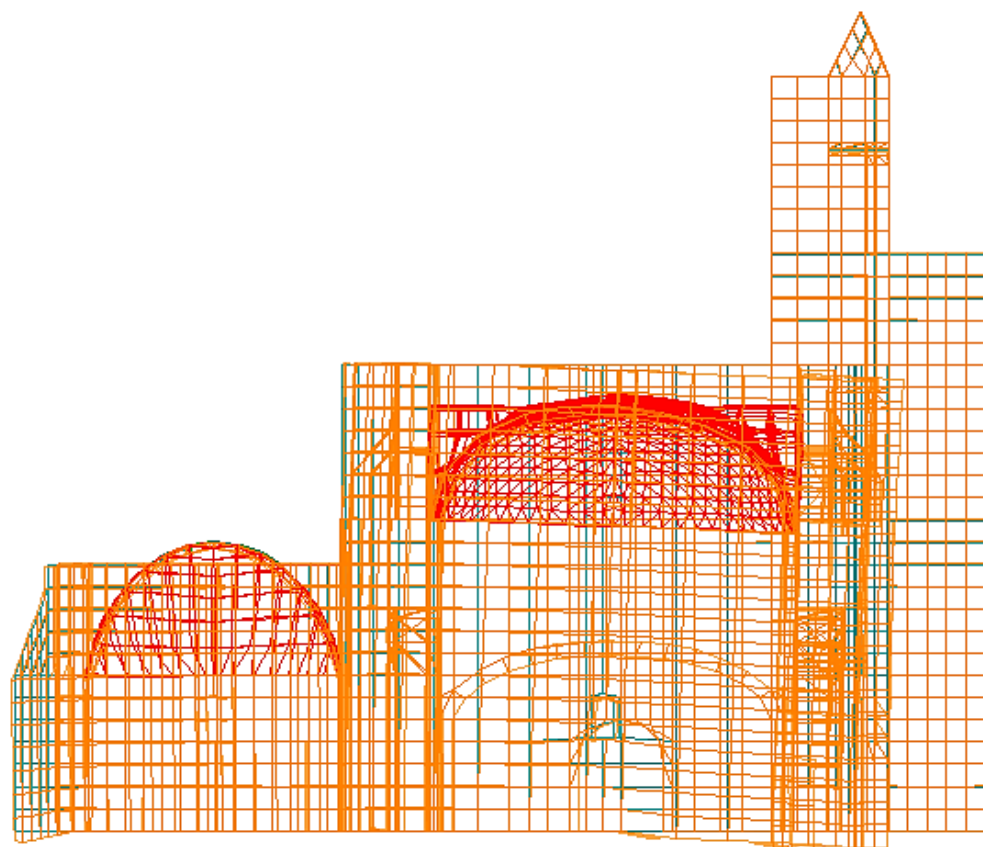
CL_12 Tensiones para elementos sólidos Sy_Caso 2 Asientos



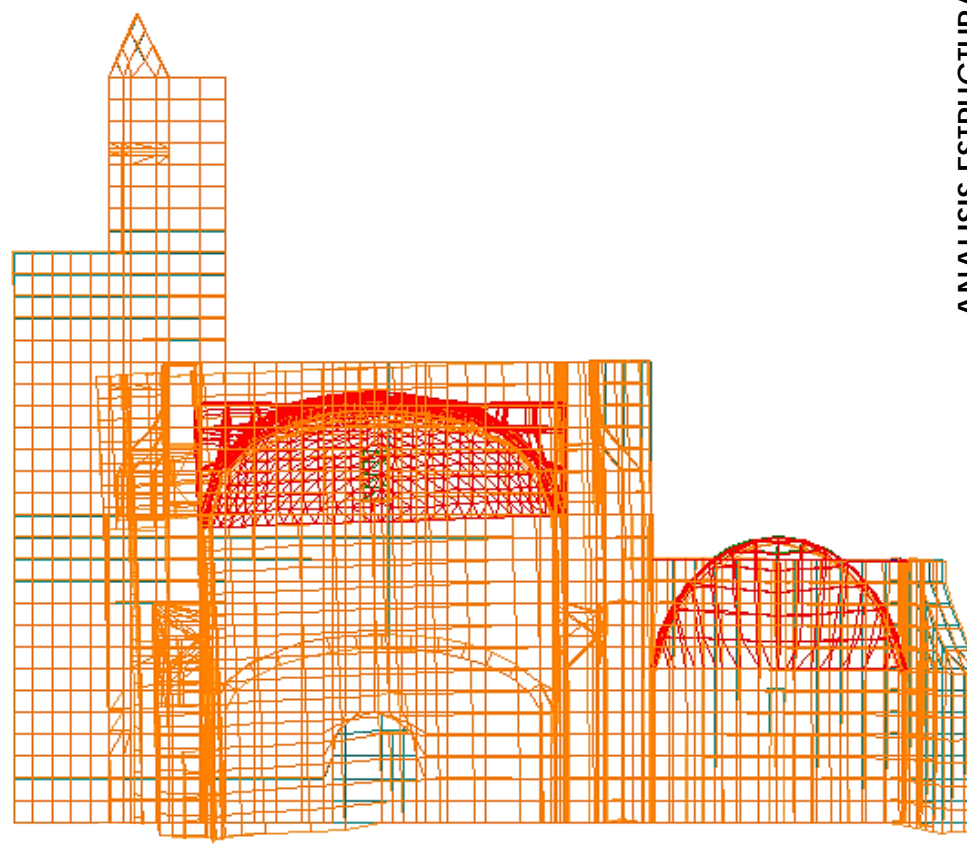
CL_13 Tensiones para elementos sólidos Sx_Caso 2 Asientos



CL_14 Tensiones para elementos sólidos Sx_Caso 2 Asientos



CL_15 Deformaciones del conjunto _Caso 2 Asientos



CL_16 Deformaciones del conjunto _Caso 2 Asientos

Análisis no Lineal:

Para el análisis no_lineal se han contemplado las mismas hipótesis del análisis lineal, pero de forma combinada, es decir, el daño se muestra progresivamente comenzando con la representación gráfica de las cargas permanentes y terminando con el daño provocado por los asientos introducidos.

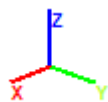
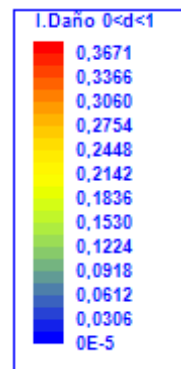
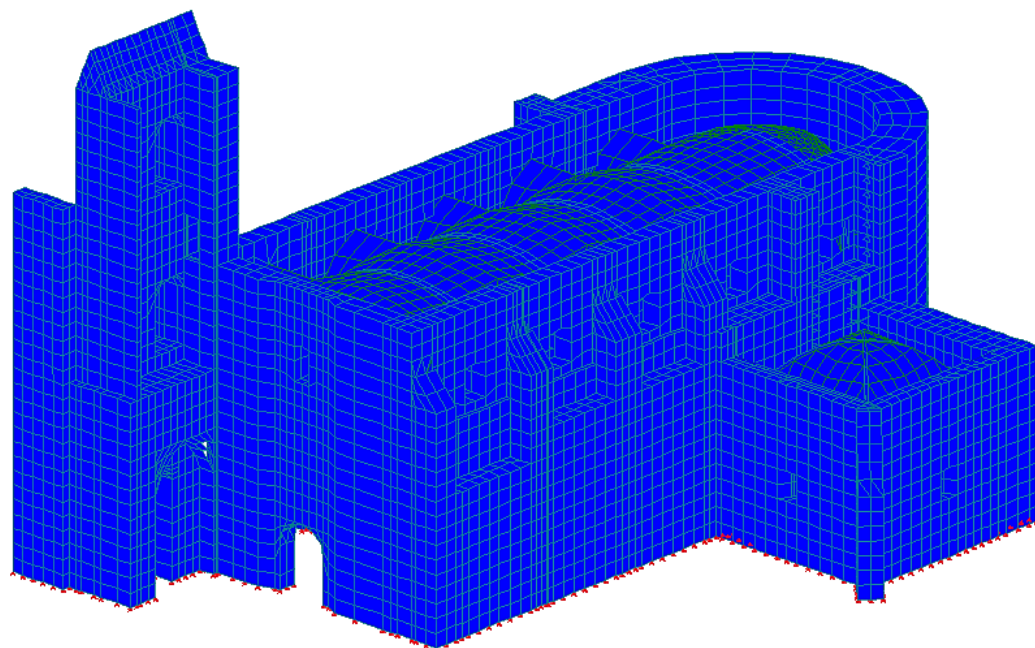
Se valoraron en total 20 niveles o pasos para reproducir el daño causado por las fuerzas introducidas. Del paso 1 al 10, el programa ha calculado el daño producido por las cargas permanentes al doble de su peso. Del paso 11 al 20, el programa ha calculado el daño producido por los asientos introducidos, mostrándolos gráficamente de forma combinada.

En las imágenes CnL_1 y CnL_2, se ha representado el daño en el paso 5 del cálculo, por lo que el paso o nivel mostrado en este estudio, manifiesta que bajo cargas permanentes, la estructura es estable. (Se valoraron todos los pasos, desde el 1 hasta el 10 y en todos se revela un índice de daño casi nulo) por lo que nuevamente se concluye para la primera hipótesis, que tanto la mampostería de piedra como las bóvedas de ladrillo, son casi inalterables a las cargas gravitatorias.

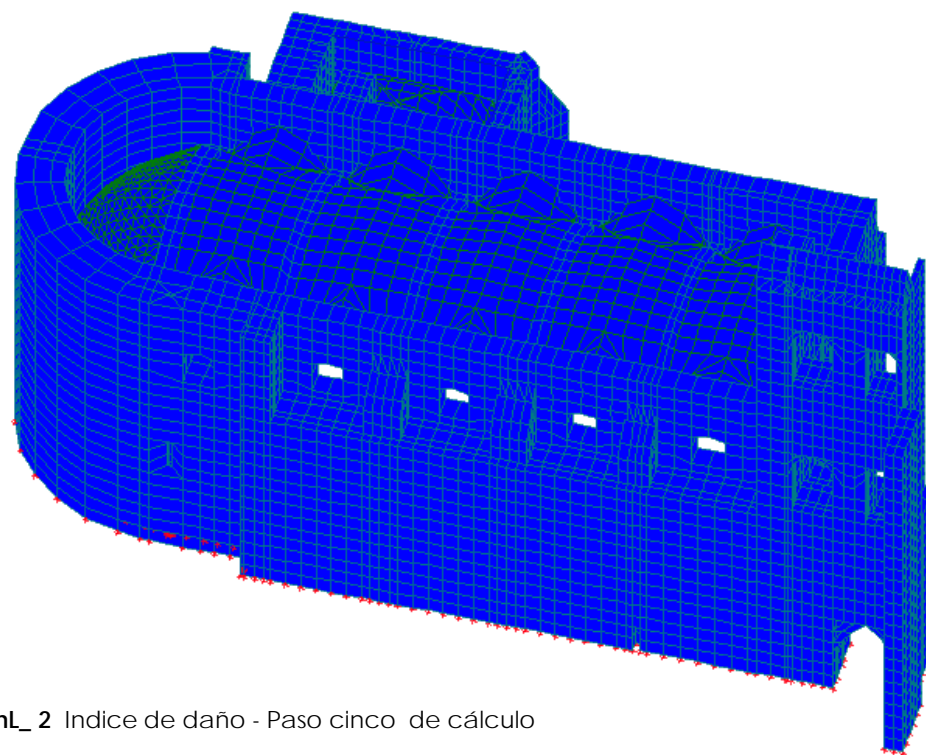
En las imágenes CnL_3 y CnL_4 se representa el daño en el paso 14 del cálculo, donde se pueden observar ya los daños producidos por los asientos y los desplazamientos que estos han ocasionado. Se ven las manchas concentradas en las zonas donde se localizan las grietas en la fachada_norte y sur con valores cercanos a la rotura $d = 1,007$ y el desplazamiento ocasionado por el contrafuerte en la zona de la sacristía de la fachada_sur.

En las imágenes CnL_5, CnL_6 se muestran los daños concentrados en las bóvedas y ábside donde se determina que los colapsos sufridos hasta el momento, se deben en parte, a esos asientos del terreno ya valorados. Se comprueba a su vez, que la geometría de la bóveda que cubre el presbiterio, no ocasiona empujes horizontales a nivel de cornisa sobre los muros, tal y como planteaban los arquitectos de TRAMA, lo que realmente afecta su estabilidad es el descenso del muro norte ocasionado por los asientos en esa zona y posiblemente los empujes del muro sur, que en esta hipótesis de daño, no han sido contemplados.

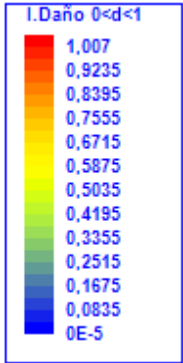
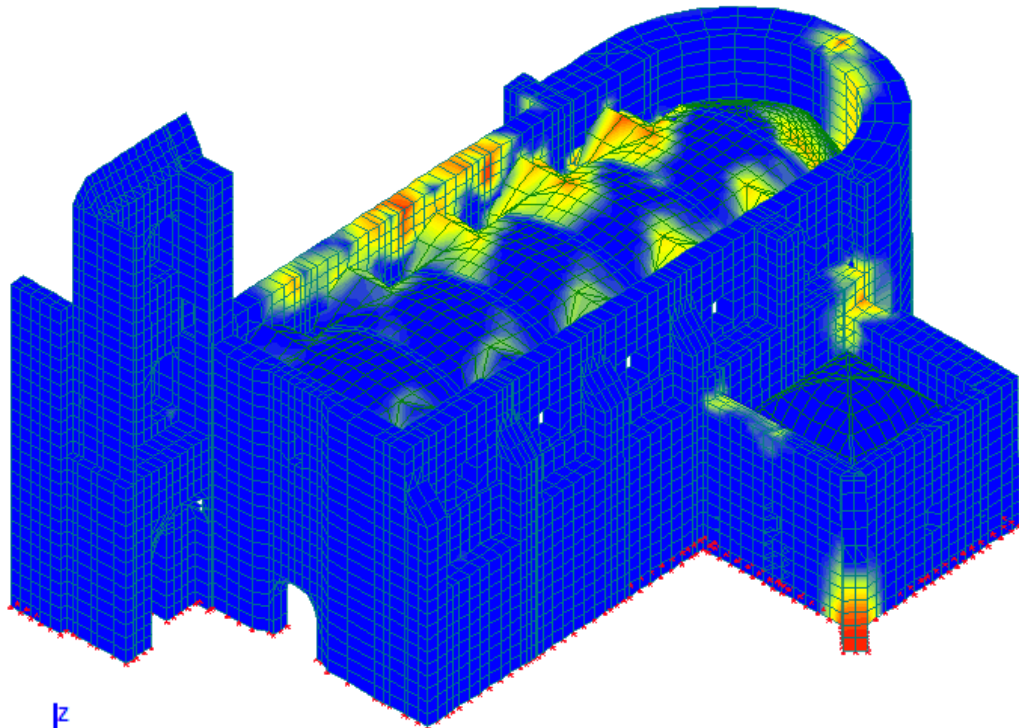
Hay que tener en cuenta, que los valores de los asientos introducidos se tratan de una hipótesis que se empleó para representar el daño real. Aunque se ha logrado ver las zonas más afectadas, aún hay mucho daño que no se revela en el modelo gráfico. Habría que seguir afinando los valores introducidos y perfilando las zonas de descenso, para hacer más realista la situación del modelo comparado con la situación actual.



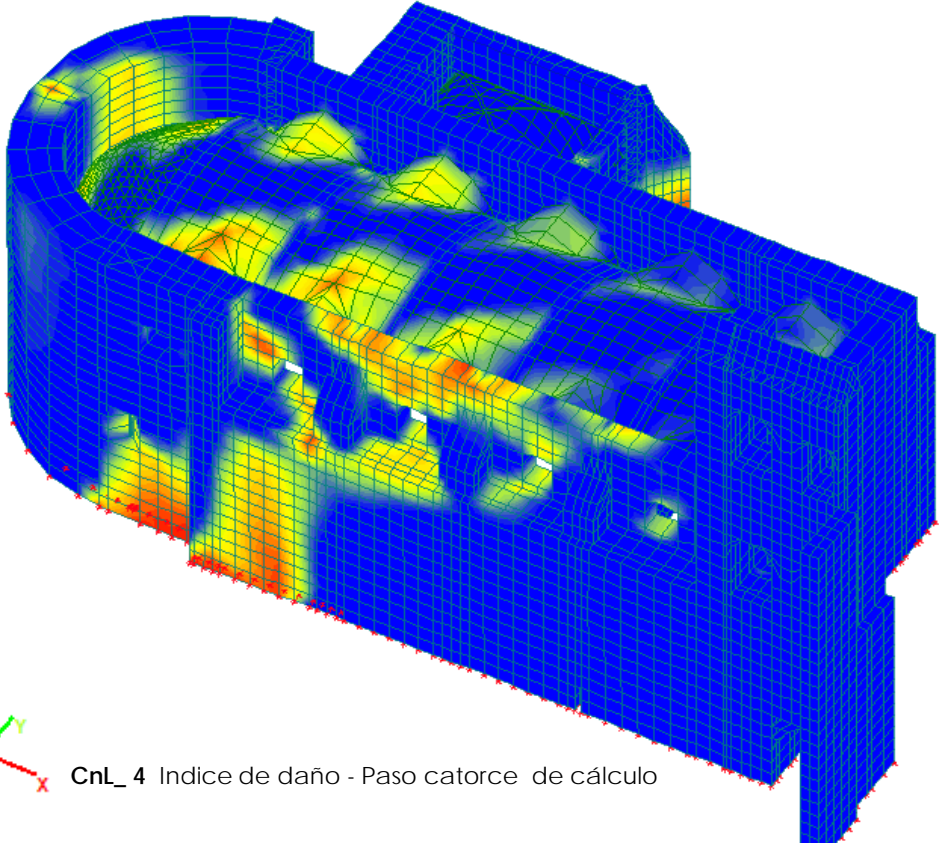
CnL_1 Indice de daño - Paso cinco de cálculo



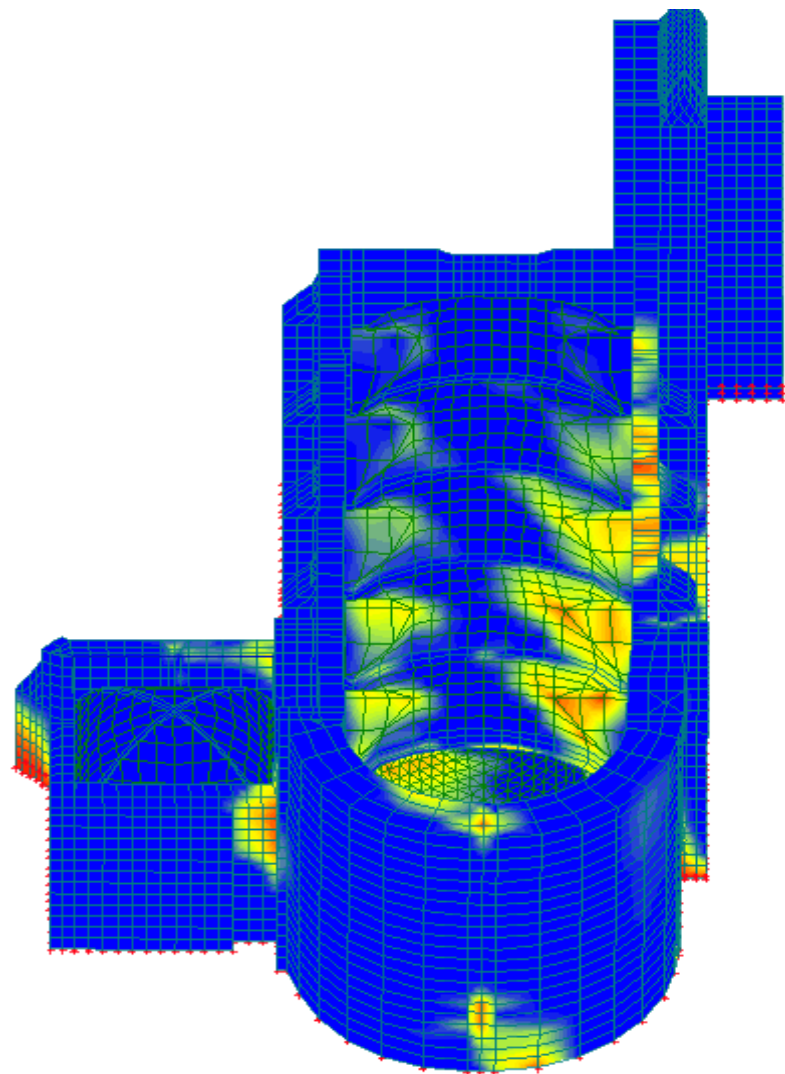
CnL_2 Indice de daño - Paso cinco de cálculo



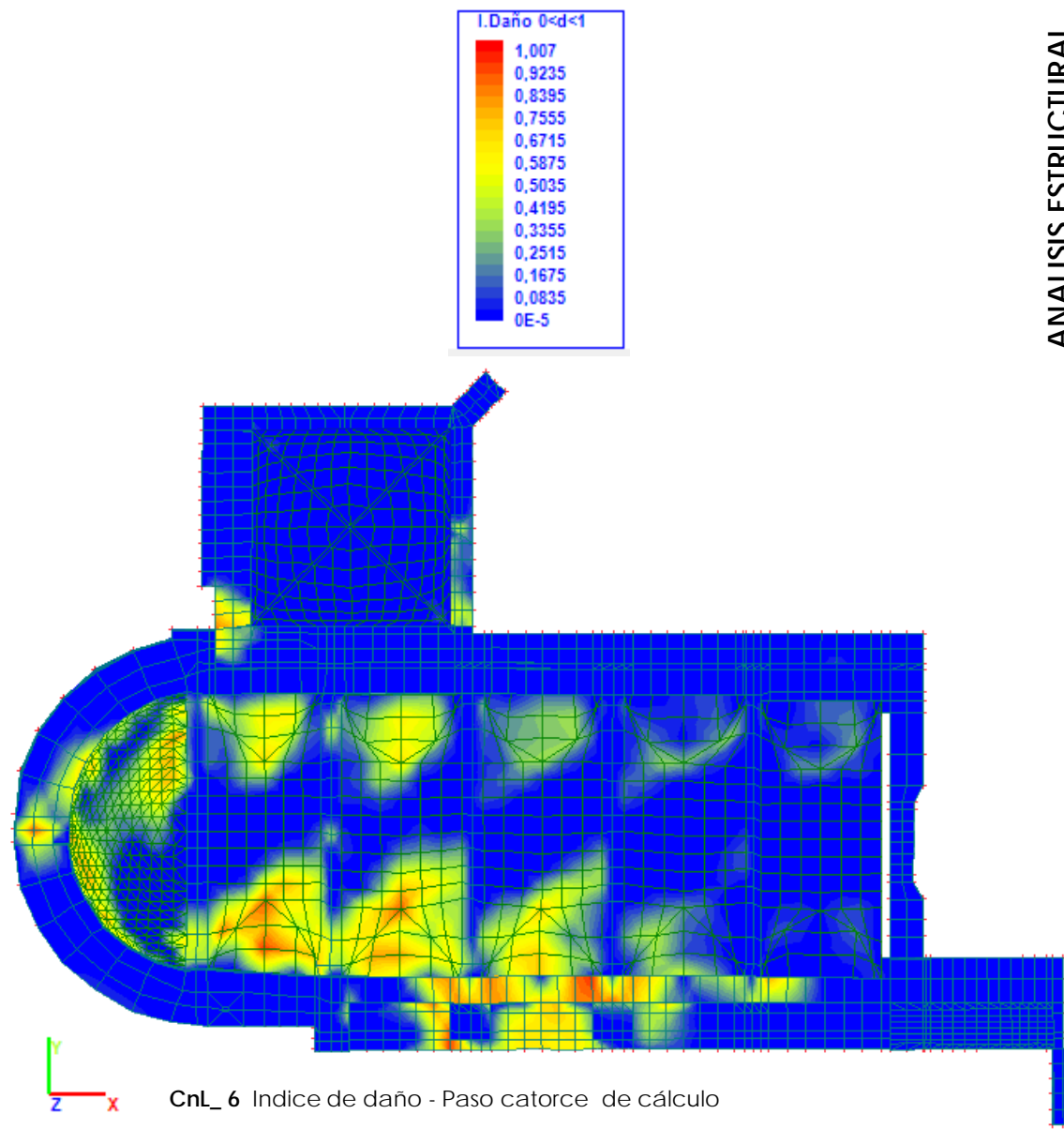
CnL_3 Índice de daño - Paso catorce de cálculo



CnL_4 Índice de daño - Paso catorce de cálculo



CnL_5 Indice de daño - Paso catorce de cálculo



CnL_6 Indice de daño - Paso catorce de cálculo

| CONCLUSIONES |

- Se demuestra en este trabajo de investigación que la Iglesia de Monreal de Ariza, tiene origen románico y que aún coexisten partes del templo del S XII con la construcción actual. En el S XIV le añadieron la sacristía y la torre – campanario y posteriormente en el SXVII sufre una importante reforma que le da la imagen que tiene hoy en día. Esta última reforma junto con el abandono y escaso mantenimiento del edificio, ha traído como consecuencia una modificación de su comportamiento estructural.
- Posee un complejo sistema constructivo, ya que no se puede obtener una lectura clara de sus etapas. Está construida en piedra arenisca local, sillarejo y muros de mampostería, se evidencia el uso de fábrica mixta de sillería bien escuadrada en portadas, vanos, contrafuertes y parte de la torre añadida en el S XVI. También hay presencia de ladrillo en aleros, espadaña, bóvedas y elementos aislados.
- El edificio se asienta sobre unos bancos de piedra que presentan un sistema de diaclasado que actualmente se encuentra fisurado y agravado este problema, por la entrada continua de agua y por los fenómenos de gelifracción, trayendo como consecuencia la alteración del interior de la roca. Esta meteorización implica un debilitamiento de su resistencia, y esto, **sumado al sobrepeso de las reformas a las que ha estado sometida**, ha dado lugar a que en algunos puntos específicos, las grietas que se presentan en el paramento continúan por el sustrato, empeorando el problema por la continua entrada de agua y formación de sales que rompen las estructuras de la roca haciendo la grieta cada vez más grande y profunda.
- El empuje ocasionado por los niveles del terreno en el muro sur y la posible falta de capacidad portante del mismo donde se haya la cimentación del muro norte han provocado un desplazamiento del paño sur y un descenso del lado norte, ocasionando el colapso de parte de la bóveda interior y grietas importantes en todos los muros de la iglesia. No obstante, las grietas directamente ligadas a este problema, se concentran en la zona noreste, afectando el ábside y el presbiterio justo en el área norte.
- Otro de los factores importantes de la condición actual, son las humedades, tanto de filtración de cubiertas como de capilaridad. Aunque esta segunda, parece haberse resuelto parcialmente en el lado sur, en los lados norte y este aún es evidente, lo que ocasiona que además del deterioro de la piedra y la pérdida del mortero en las juntas, agrava procesos como el deterioro estructural del edificio.
- Todos los muros de la iglesia se encuentran afectados por la humedad ascendente por capilaridad y por filtración, tra -

yendo consigo problemas no solo de colonización biológica, sino de estabilidad debido a la higroscopicidad de la piedra que en presencia del agua que se queda retenida produce la meteorización del material y agravado por los choques térmicos provocan la fisuración y agrietamiento de las estructuras murarias.

- La cubierta se encuentra en pésimo estado de conservación, siendo este uno de los problemas principales del estado actual tanto en el interior como en el exterior de la iglesia.
- Otro problema derivado del pésimo estado de la cubierta, se trata de la acumulación de detritus y restos orgánicos de animales en el interior del templo, dado el carácter carbonatado de los materiales existentes que en presencia de la humedad que es evidente, acidifica el agua haciendo que la piedra que está en contacto con estos restos presente problemas de disgregación, arenización y por último pulverización de su sistema granular.
- Una vez finalizada la investigación sobre los materiales con los que está construida la iglesia, se deduce que son materiales fuertes, que solo poseen una pequeña resistencia nominal a tracción, y una gran resistencia a la compresión. Según asegura Heyman en la Mecánica de Arquitectura de Fábrica: la estabilidad global se encuentra asegurada por la compactación bajo la gravedad de los diversos elementos, y, como se menciona anteriormente, existe un estado general de tensiones de compresión, pero solo se resisten pequeñas tracciones.
- La naturaleza de los materiales que constituyen estas construcciones hace de las fábricas unas estructuras pesadas y potentes en las que el peso propio supera cualquier sobrecarga, como se pudo comprobar en el cálculo del modelo, por lo que se concluye que la primera función de una fábrica, es sostenerse a si misma.
- En cuanto a las grietas que se presentan en todos los paramentos de la iglesia, el colapso de la bóveda interior y uno de los arcos fajones, se puede deducir, una vez analizado el cálculo del modelo estructural en todas sus combinaciones, que no se debe a un fallo en la resistencia de sus propios materiales, si no a solicitaciones (fuerzas exteriores y desplazamientos) que han afectado la estabilidad del elemento. Las grietas demuestran que el edificio ha estado sometido a movimientos impuestos.
- El comportamiento de estructuras hiperestáticas desde el punto de vista carga – desplazamiento es intrínsecamente no lineal. El análisis del modelo numérico concluye que la estructura resulta estable bajo peso propio y bajo el incremento de su carga al doble de peso. No obstante, al introducir en el modelo los valores de descenso, se perciben claramente los daños ocasionados por el asentamiento del terreno en la zona norte y el empuje de tierras de la ladera de la montaña por el costado sur.

| CRITERIOS DE INTERVENCIÓN |

_CRITERIOS DE INTERVENCIÓN GENERALES

Ante un edificio como la iglesia de Nuestra Señora de la Asunción, no se puede hacer otra cosa que maravillarse y admirar el hecho de que a pesar de los golpes y del paso del tiempo, se haya mantenido en pie, que haya perdurado como un anciano ilustre del pasado cultural, lo cual es una lección difícil de aplicar a todo lo que se construye hoy en día. ¿Cuánto durarán nuestras obras?

Tras todos los acontecimientos antes descritos, el resultado es un edificio lesionado, que a simple vista pareciera que tuviese memoria, ya que ha rechazado todos los elementos constructivos contemporáneos que le son ajenos al nivel de compatibilidad de materiales y solución constructiva.

En este documento se pretende plantear un criterio de intervención en la construcción histórica lesionada, es decir, como afirma el Arquitecto Francisco Jurado en sus charlas coloquiales: « *La intervención debe hacerse como la reparación de un coche tras un vuelco: intentar dejarlo como antes del accidente, sin blindajes ni refuerzos adicionales que puedan resultar inútiles con el paso del tiempo, teniendo en cuenta siempre los factores exógenos que atacan la estabilidad del edificio*»

Se trata de plantear el acometer una conservación con la intención de mantener los valores materiales y espirituales acumulados hasta el día de hoy, los valores referentes a su propia arquitectura y valores indirectos como fotografías, memorias, historia, presupuestos, planos históricos, etc. Se intenta rescatar los valores tanto materiales como inmateriales que están presentes o ausentes, mantener los existentes y/o actuar preventivamente para evitar o decelerar una pérdida que, como decía Ruskin, más de las veces parece irremediable.

Se trata de un planteamiento de **Conservación Crítica**, porque la percepción individual y colectiva actual del propio elemento, requiere su permanente re-significación en aras de acomodarlo a la percepción y a las demandas que la sociedad que le requiere como valor, es decir, como bien cultural: *identidad y memoria para el relato histórico que en el todo del largo proceso ha ido conformando, conteniendo y evocando el elemento patrimonial.*

En definitiva se trata de tener presentes los siguientes principios:

Contención: en el estricto universo del elemento y su conjunto (el sistema de Castillo - Iglesia).

Conservación: Predominio del aspecto Arquitectónico-Cultural

Crítica: dada por la minuciosidad en la diagnosis y del juicio crítico y de valor como acto determinante de las propuestas proyectuales y de las posibles prácticas vinculadas a la Dirección de Obra.

En definitiva esta propuesta plantea unas cuestiones que se focalizan en el objeto de estudio, la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción de Monreal de Ariza. Se trata de acometer el edificio en su totalidad comenzando por el refuerzo de sus cimientos, consolidación de muros, restauración de bóvedas y reposición de cubiertas, para después dar paso a la recuperación de la ornamentación y detalles interiores que son los que a fin de cuentas enmarcan los valores que le han sido arrebatados.

_ANTECEDENTES RESTAURATORIOS

Para poder acometer el planteamiento de la propuesta con los criterios anteriormente expuestos, se determinan las anteriores intervenciones que se han realizado sobre el objeto de estudio:

- No se tiene una importante constancia gráfica de la intervención realizada en 1619 por Gaspar de Villaverde en la que se elevan los muros perimetrales y el ábside de la iglesia y se construyen las bóvedas con lunetos decoradas.
- Con el tiempo, se realizan pequeñas reparaciones en el ábside y en los muros perimetrales
- En 1990 el Arquitecto Miguel Ángel Bordejé redacta un proyecto de restauración integral para su ejecución en varias fases, las fotografías que acompañan la memoria y que son utilizadas en la redacción de este trabajo, muestran ya unas bóvedas y arco parcialmente derrumbados, la nave ya se encontraba apuntalada, ya se habían ejecutado los tirantes al nivel de arranque de las bóvedas; para lo cual el arquitecto plantea como solución entre otros trabajos, un doblado de los arcos en hormigón armado solidario con un zuncho perimetral y una sustitución de la estructura y entablonado de la cubierta muy afectada ya en aquellos años. « *El detallado levantamiento de planos de este proyecto permitió comprobar que hasta el momento en todos los estudios históricos del templo se incluía un plano de planta inferior en un tramo a la realidad física de la nave*»¹⁴
- El proyecto no se ejecutó, puesto que la iglesia presenta actualmente, los mismos problemas que en la década de los 90, los cuales han ido creciendo de forma progresiva.
- En 1997 TRAMA Arquitectura, formada por los Arquitectos Luis Fernández Ramírez y Teófilo Martín Sáenz, plantearon para el Dirección General de Aragón (DGA), un proyecto de dos fases que comprendía un recalce de cimientos y atarjeas de aireación de cimientos de la iglesia en el muro sur y este, una reforma de accesos y reconstrucción de la sacristía, del cual, solo se llevaron a cabo los drenajes del muro sur.
- En 2009 la DGA encarga al Arquitecto Joaquín Soro López la realización del Plan Director para la restauración de la iglesia de la Asunción de Monreal de Ariza en el que plantea la actuación por fases tal y como lo harían los arquitectos de TRAMA de la siguiente manera:¹⁵

A. MEDIDAS URGENTES

- Revisión de apeos interiores de la nave para detener los desplomes
- Limpieza de palomino y escombros
- Apeo de la estructura de cubierta, apeando sobre la bóveda ya sustentada en su propio apeo

14 - 15. SORO LOPEZ, JOAQUIN. «Plan Director para la restauración de la Iglesia de la Asunción de Monreal de Ariza». 2009

- Retejado de la cubierta para evitar el continuo deterioro producido por las numerosas goteras

B. ACTUACIONES PRELIMINARES

- Levantamiento por tramos del faldón de cubierta situado sobre el muro perimetral, con el fin de construir un zuncho de hormigón armado en la coronación del muro.
- Construcción de un atirantado metálico de refuerzo sobre las bóvedas paralelo a las cerchas de madera, con el fin de estabilizar el movimiento de la fábrica, a base de perfil en U a modo de cercha horizontal, trabado en el nuevo zuncho de hormigón.
- Reconstrucción de la cubierta, nueva base ligera sobre entablado de madera previo desmontaje de teja existente sobre cama de paca asfáltica tipo ONDULINE clavada al soporte del faldón para recibir la teja recuperada con espuma de poliuretano.
- Colocación de canalón metálico de cobre y bajantes para recogida de aguas pluviales en todo el perímetro de la iglesia. Conducción a la red vertido municipal.
- Desmontaje de cubierta de la sacristía, examen de la estructura portante.
- Colocación sobre el entablado de una placa tipo ROOFMATE para recibir la teja previamente retirada con espuma de poliuretano.
- Reconstrucción de cubierta de madera sobre el antiguo atrio de entrada, con el fin de proteger la portada románica de acceso. Eliminación de elementos de torre que amenacen desplome.

C. ACTUACIONES DE RESTAURACION

- **Primera fase:** Consolidación y refuerzo de bóvedas. Cierre con pladur las zonas desaparecidas diferenciando las zonas objeto de intervención, mediante encamisado de yeso + mallatex sujeto mediante tacos tipo Hilti de materia plástica.
- **Coro:** Refuerzo por el trasdós del arco, levantando pavimento existente, insertando estructura suplementaria a base perfilería metálica y asegurando la fijación de la barandilla | Previo desmontaje del órgano.
- **Retablos:** Desmontaje del retablo mayor, numeración y embalaje de todas las piezas para su almacenamiento.
- **Acabados:** Pavimentos | Pintura artística | Iluminación

«Se entiende que serían objeto de una o varias fases consecutivas. La realización de los trabajos enumerados culminaría la restauración del edificio principal de la iglesia»¹⁶

_ LINEAS GENERALES DE INTERVENCIÓN

En edificios considerados Bienes de Interés Patrimonial se deben tener presentes algunos aspectos específicos que aseguren la preservación en el tiempo de sus cualidades originales. Es por ello que conceptos como el de la *reversibilidad de las actuaciones*, de forma que sea factible la eliminación de los efectos de la intervención, en este caso no aplica, debido al tipo de técnicas que deberán ser empleadas para devolverle a la iglesia su integridad estructural, funcional y formal.

Este ejercicio de propuesta de intervención, pretende consolidar y congelar la geometría actual, pretendiendo ser lo más conservacionista posible con los elementos constructivos originales, realizar las acciones menos lesivas para el edificio y más sostenibles económicamente. Los elementos constructivos deberán trabajar como se pensaron originalmente, entendiendo que el tiempo ha demostrado que funcionan.

1. ACTUACIONES PREVIAS

Estudio de humedades | Estudio arqueológico | Estudio diaclasado | Estudio de humedades – cartografía | Registro fotográfico del estado de conservación inicial, detalle gráfico de las incidencias y patologías observadas.

Toda esta información posteriormente debe ser completada con la recopilación de todos aquellos datos obtenidos durante la intervención, que ahonden en el conocimiento del conjunto.

2. CIMIENTOS

«En las actuaciones de **rehabilitación estructural** de los edificios conviene especificar claramente el objetivo técnico que se pretende conseguir con la intervención propuesta»¹⁷

En este caso específico el objetivo es lograr el aumento de la capacidad portante del soporte del elemento sobre que se intervendrá. Por lo que la variación de las condiciones de carga del firme de cimentación, la mejora de la capacidad portante del terreno mediante recalces con micropilotes en todo el perímetro del muro sur y sacristía | Mejora del terreno de apoyo mediante inyecciones de microcemento en las zonas donde el sustrato de soporte se encuentre debilitada, se convierten en las actuaciones base de la propuesta para eliminar las causas que generan otros daños.

3. DRENAJES Y ACONDICIONAMIENTOS

Acondicionamiento de la ladera del lado sur del castillo mediante terrazas hechos con muros de contención a modo de terraplén de tierras, para evitar los empujes de estas sobre el muros sur de la iglesia y sacristía | Drenajes de fachadas norte y este mediante inserción de tubo drenante a cota específica y posteriormente rellenar con material drenante tipo grava.

17. CONSORCIO REHABIMED «Architecture Traditionelle Méditerranéenne. II Réhabilitation Bâtiments» Agencia Española de Cooperación Internacional, 2008

4. REPARACIONES Y CONSOLIDACIONES

El objetivo de la intervención es restaurar la capacidad portante del elemento dañado, por lo que para realizar las reparaciones se requiere previamente haber eliminado la causa que genera los daños o asegurarse que se encuentra de forma pasiva por haber dejado de actuar dicha causa. Se plantea la siguiente serie de actuaciones:

- **Reparación grietas:** Mediante inyección de lechadas de cal con el fin de colmatar el vacío de la apertura, el cual al adherirse a las paredes del material del muro le devuelve la continuidad al elemento dañado, esto supone que tras la reparación se notará la cicatriz, será como dejar constancia de que la disposición geométrica del elemento ha cambiado.
- **Rejuntados:** Se eliminarán los existentes que se encuentren alteradas por la erosión, por raíces de plantas o simple degradación, para colocación de nuevos con función sacrificial, es decir realizados con morteros de cal hidráulica, su función es restituir la resistencia inicial del material conglomerante.
- **Zunchado de muros de coronación:** Zuncho perimetral sobre el muro perimetral previamente limpio y nivelado realizado con barras de acero y hormigón blanco el cual aporta menos cantidad de sales a la fábrica del muro original, este elemento sustituirá el empleo de tirantes haciendo que los muros trabajen como una unidad constructiva evitando los desplomes y las deformaciones progresivas que actualmente están afectando al elemento.
- **Consolidación arcos fajones:** Debido a que los riñones y la estructura de los arcos se encuentran afectados por la humedad, se propone aumentar el canto resistente de estos, mediante un zuncho realizado en hormigón de cal que siga su forma introduciendo barras de fibra de vidrio corrugado a modo de taxidermia por el trasdós.

5. RESTITUCION DE CUBIERTAS

La cubierta se debe desmontar entera para poder eliminar uno de los focos importantes del estado actual de la iglesia, la calidad de esta, representa la garantía de supervivencia del edificio. Se recuperará la cubierta conservando el volumen que se conoce, el de la reforma del SXVII Se deben reutilizar las tejas, pero la estructura deberá desecharse si se considera indispensable después de un análisis que indique la calidad de las piezas y si se pueden reutilizar una vez tratadas. Deberá mantenerse la forma más no el material. Las cerchas nuevas descansarán en el zuncho perimetral en hornacinas destinadas para su apoyo, las cerchas llevarán incorporado un tirante que ayudará a que la estructura de cubierta no provoque empujes en los muros en los que se apoya | Se deberán incorporar sistemas de evacuación de aguas tales como canalones y bajantes exteriores, tratando de no afectar en demasía la estética exterior del conjunto monumental.

6. CONSOLIDACION Y RECONSTRUCCIÓN DE BÓVEDAS

Debido al mal estado en el que se encuentran las bóvedas que aún están en pie, la propuesta es hacer una sobre-bóveda tabicada, idéntica a la existente, con hojas de ladrillo y mortero de cal como elemento de agarre, de la que literalmente puedan «colgar o pegarse» los trozos de las bóvedas fracturadas, recomponiendo los enlucidos de yeso. Una vez consolidadas las bóvedas rotas, se reconstruirán las partes faltantes de la misma forma, mediante bóvedas tabicadas que se dejarán sin reproducción de la decoración pictórica, si no enlucidas en color neutro como cicatriz del daño que ha sufrido. Las bóvedas de la sacristía deberán repararse a base de capas de lechadas muy fluidas a base cal para consolidar el material de agarre de los plementos originales, Una vez consolidado el material conglomerante, se deberán reforzar la plementería mediante una capa de compresión de canto mínimo a base de mortero de cal para aumentar su resistencia.

7. RESTAURACION DE MOBILIARIO Y ACABADOS INTERIORES

Restauración de retablos, púlpito, mobiliario de madera y de acceso a la iglesia. Los acabados interiores deberán estar sujetos a la previa desecación de los muros, limpieza las superficies, restitución de piezas faltantes, y enlucidos nuevos sin decoración pictórica y en color neutro como cicatriz del daño que han sufrido. En líneas generales, los enlucidos deberán ser recuperados y consolidados, y en las partes faltantes dar una continuidad pero sin reproducir las formas geométricas.

8. TRATAMIENTOS PREVENTIVOS

Tratamientos sencillos, los cuales una vez conseguida la integridad del elemento, lo que pretenden es prevenir el deterioro de forma exponencial. Tratamientos de limpieza, tratamiento biocida, herbicida, consolidación material, reintegración material y por último hidrofugación.

| FUENTES DOCUMENTALES |

_ Bibliografía historia y evolución del edificio

- BORDEJE MUGUERZA, MA. **Proyecto de Restauración para la Iglesia de la Asunción de Monreal de Ariza.** 1990
- CACHO, A.V., DEL CERRO, F.J., LAZARO, G., RENIEBLAS, A.L 1992 «**Inventario invertebrado de la Parroquia de Nuestra Señora de la Asunción de Monreal de Ariza, Zaragoza**» Tercer encuentro de estudios Bilbilitanos, Calatayud.
- ESTABLES J.M. 2005 «**Notas sobre arquitectura Románica y Gótica**» en Comarca de la Comunidad de Calatayud, pag 173 – 180 col. Territorio (Coords. Millán – J.Sanmiguel A.)
- FERNANDEZ RAMIREZ L, MARTIN SAENZ T. **Proyecto de Rehabilitación de la Iglesia de la Asunción de Monreal de Ariza.** 1997
- GUITART, C. *Castillos de Aragón*, 1976, p.34 – 36 T-II
- NAVASCUES, P. «**La formación de la arquitectura neoclásica. In: La época de la Ilustración. Historia de España**». Ramón Menéndez Pidal, V.I, El estado y la cultura (XXXI). Espasa-Calpe, Madrid, 1987
- REDONDO VEINTIMILLAS, G. SARASA SANCHEZ, E. 1988. «**El Señorío de Ariza de la familia Palafox y la sentencia de celada**» Recuperado desde <http://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/15/86/2redondo.pdf>
- RUBIO SEMPER.A, 2005 «**El arte barroco en el siglo XVII en la Comunidad de Calatayud**» en *Comarca de la Comunidad de Calatayud*, Zaragoza, pag 225 – 236 col. Territorio (Coords. Millán – J.Sanmiguel A.)
- RUBIO SEMPER.A, 1980 «**Estudio Documental de las Artes en la Comunidad de Calatayud en el siglo XVII**» Centro de Estudios Bilbilitanos. Institución Fernando el Católico. Zaragoza

_ Páginas web

- <http://www.patrimonioculturaldearagon.es>
- <http://www.enciclopedia-aragonesa.com>
- <http://www.arteguias.com>
- <http://www.castillodeloarre.org>
- <http://www.redaragon.com>
- <http://cultura.dpz.es>
- <http://www.aldeaglobal.net>

_Bibliografía análisis procesos patológicos y estructurales

- ALONSO DURA, A. PEREZ GARCÍA, A. FENELLOSA FORNER, E. «**El cálculo y Análisis Estructural Integrado en el entorno Cad**». 1er Congreso Nacional de Tecnología en la Arquitectura. U.P.M. 1994
- CONSORCIO REHABIMED. «**Architecture Traditionelle Mediterranéenne. II Réhabilitation Bâtiments**» Agencia Española de Cooperación Internacional, 2008
- HEYMAN, J. «**El Esqueleto de Piedra. Mecánica de la Arquitectura de Fábrica**». Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid, 1995
- HEYMAN, J. «**Teoría y Restauración de Estructuras de Fábrica**». Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid, 1995
- JURADO LOBO, V. «**Daños en el patrimonio cultural por la acción biológica**». Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sevilla, 2010
- JURADO JIMENEZ, F. 1996 «**Análisis vectorial automático en la restauración de monumentos**». *Revista Monográfica Arquitectura Urbanismo y Restauración. Universidad de Granada.* Pag 355 – 374
- MAS-GUINDAL LAFARGA, A. «**Mecánica de las Estructuras Antiguas**» Ed. Munilla-Lería. 2011
- OÑATE, E. «**Cálculo de Estructuras por el Método de los Elementos Finitos. Análisis Estático Lineal**». Cimne. 2ª Edición, 1995
- ORTEGA ANDRADE, F. «**Humedades en la edificación**» Editan s.A, Sevilla, 1989
- PROGRAMA GEOMATERIALES CONSERVACION DEL PATRIMONIO, «**La conservación de los geomateriales utilizados en el patrimonio**» Coord. Edición: Fort González, R y Pérez-Monserrat, E. Madrid 2010
- QUINTEROS, R.; OLLER, S.; NALLIM, L. «**Modelo de degradación diferenciada para materiales compuestos**». A: Congreso Argentino de Mecánica Computacional. "Mecánica computacional, volumen XXXI". Salta: Asociación Argentina de Mecánica Computacional, 2012, p. 1591-1606
- MARTINEZ, J.L. MARTIN-CARO, J.A. LEON, J. «**Comportamiento Mecánico de la Obra de Fábrica**». Departamento de los Medios Continuos y Teoría de las Estructuras. E.T.S.I.C.C.P. - U.P.M. 2001
- SERRANO ALCUDIA, F. «**Patología de la Edificación-El lenguaje de las grietas**». Fundación Escuela de la Construcción. Madrid. 1998

IGLESIA NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCION |

