

## El cielo sobre Jerez. Conservación de las cubiertas y bóvedas de la iglesia de San Miguel

Marta García de Casasola Gómez,  
Beatriz Castellano Bravo, Ana  
Bouzas Abad, José Luis Gómez Villa,  
Javier Perales Martínez. Centro de  
Intervención del IAPH

### Resumen

Los desprendimientos puntuales de elementos decorativos de las bóvedas de la nave central y la epístola que tuvieron lugar a finales de 2003 en la Iglesia de San Miguel de Jerez provocaron la intervención con carácter de urgencia de un equipo técnico del IAPH. A lo largo del artículo se describe todo el proceso de investigación e intervención llevado a cabo, en el que tras un exhaustivo estudio multidisciplinar se generó un grado de conocimiento del edificio que permitió elaborar un diagnóstico de su estado de conservación y una propuesta de intervención que, superando las dificultades implícitas a la especificidad de la patología, permitió dar respuesta a la situación de riesgo generada, eliminando las causas de las patologías detectadas, garantizando la seguridad y programando las operaciones de mantenimiento que prolongan la efectividad de las actuaciones de conservación desarrolladas. Proceso que concluyó en enero de 2008 con la finalización de la puesta en obra del Proyecto Básico y de Ejecución de Intervención en la Iglesia de San Miguel de Jerez de la Frontera: reparación de nervaduras y elementos decorativos de las bóvedas, protección de vidrieras y reparación de las cubiertas. Este artículo forma parte de las actividades divulgativas generadas como transferencia del proceso de la intervención.

### Palabras clave

Centro de Intervención / Conservación / Cubiertas / Estudio / Historia / Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico / Intervención / Iglesia de San Miguel. Jerez de la Frontera (Cádiz) / Jerez de la Frontera (Cádiz) / Mortero / Patrimonio inmueble

## PROCEDIMIENTO

La actitud frente a la intervención sobre las arquitecturas históricas pasa por un contenido ideológico asociado a una práctica constructiva cuyo resultado es siempre una modificación de la materialidad del edificio. Entendemos el objeto patrimonial a modo de palimpsesto, como una realidad heterogénea consecuencia de la interacción entre campos diferentes pero de la misma importancia -lo formal, lo constructivo, lo histórico, lo lingüístico, lo estilístico, etcétera- en la que la dimensión temporal, en el sentido de recorrido, no es lineal, reconociendo la imposibilidad de establecer una primacía entre categorías que legitime la eliminación de aportaciones materiales de la vida del bien cultural.

Este proceder frente a la materialidad del edificio hace necesaria la constatación de determinados datos mediante los estudios científicos, históricos o analíticos necesarios para el desarrollo de los recursos proyectuales y técnicos que definen la intervención, ya que tan sólo desde la categoría de lo técnico podremos asumir una actuación de sustracción -lo que perjudica, lo que no funciona, lo que distorsiona-, que recupere un estado original más adecuado, o de adición que desde la sensibilidad contemporánea garantice la lectura, conservación, integridad, seguridad y accesibilidad del patrimonio construido.

## EL OBJETO, LA DEFINICIÓN DEL ÁMBITO

La oportunidad de intervenir en la iglesia de San Miguel surge a partir de una situación de emergencia: los desprendimientos de una serie de elementos pétreos del programa decorativo de las bóvedas de las naves Central y de la Epístola. Estas piezas de 50x50x50 cm formaban parte de un sistema constructivo generado para cubrir un gran espacio, materializando una geometría que a su vez resolvía en su cara superior la evacuación del agua de pluviales. El marco de actuación específico del proyecto consistía, por tanto, en solucionar una patología puntual vinculada a un sistema de relaciones de orden superior.

La complejidad del problema aconsejaba la realización de un estudio exhaustivo del estado de conservación del edificio para determinar la estabilidad mecánica de la fábrica y las posibles causas de la patología detectada, así como la adopción de una serie de medidas de urgencia para evitar nuevos desprendimientos.

La definición del ámbito de actuación, como primera decisión de proyecto, implicaba un posicionamiento frente a la escala de la intervención ya que no se pretendía, a priori, realizar una intervención global en el edificio sino dar respuesta a la situación de riesgo generada.

En este caso, trabajar desde el presente implica introducir las herramientas de lo contemporáneo: *El objeto es una sección*<sup>1</sup> como instrumento que argumenta la actuación, es el dispositivo que

dota de contenidos a la propuesta. Se trataba de dibujar el soporte en el que representar la situación que había que resolver, para poder definir posteriormente el ámbito de la actuación. En este caso la geometría de la sección transversal de la iglesia representa<sup>2</sup>, no sólo el plano afectado por las patologías, sino que incluye al resto de elementos determinantes en la definición del estado de conservación, lo que se tradujo en un esfuerzo por conocer, es decir, por dibujar la sección constructiva del edificio.

La representación del objeto del proyecto pasaba por reconocer su multiplicidad de registros, lo que hacía necesaria la formación de un equipo multidisciplinar que desarrollase procesos de conocimiento capaces de relacionar los datos extraídos de los diferentes estudios especializados, operando desde el fragmento para alcanzar la escala global.

Desde las primeras aproximaciones al edificio los problemas asociados al objeto de estudio y los interrogantes planteados en torno al mismo se convierten en herramientas de proyecto. El grado de indefinición espacial obligaba a reflexionar sobre la escala y los límites de la actuación a proponer, del mismo modo que la indeterminación temporal y constructiva del edificio -autoría y datación de los elementos decorativos, identificación de materiales y composición de la sección constructiva- determinaba el alcance de los estudios previos.

Por tanto, la dimensión fraccionaria del objeto patrimonial se aborda desde el conocimiento, delimitando el ámbito de estudio y elaborando una Propuesta de Estudios Previos orientada hacia la determinación de las causas de las patologías, persiguiendo ese necesario equilibrio entre el presupuesto económico de estos estudios y el destinado a la intervención, y programándolos para que no se convirtieran en procesos dilatados en el tiempo.

Así se acometió una labor de representación gráfica y fotográfica del edificio, a través del dibujo (intencionalidad y subjetividad) y de su levantamiento planimétrico (dimensiones y métrica); de análisis de la documentación gráfica y bibliográfica existente, haciendo especial hincapié en la revisión histórica de anteriores proyectos de intervención en la iglesia; se realizaron una serie de estudios analíticos para la caracterización de materiales e identificación de factores de alteración, estudio micro climático, análisis constructivo con toma de probetas y mediciones del grado de salinidad en paramentos, así como un estudio del comportamiento

## CRONOLOGÍA DE LA INTERVENCIÓN

Final 2003	Desprendimientos
Febrero-marzo 2004	Inspección visual
Julio 2004	Proyecto Básico
Diciembre 2004	Proyecto Básico y de Ejecución
Septiembre 2006	Inicio de las obras
Enero 2008	Final de las obras

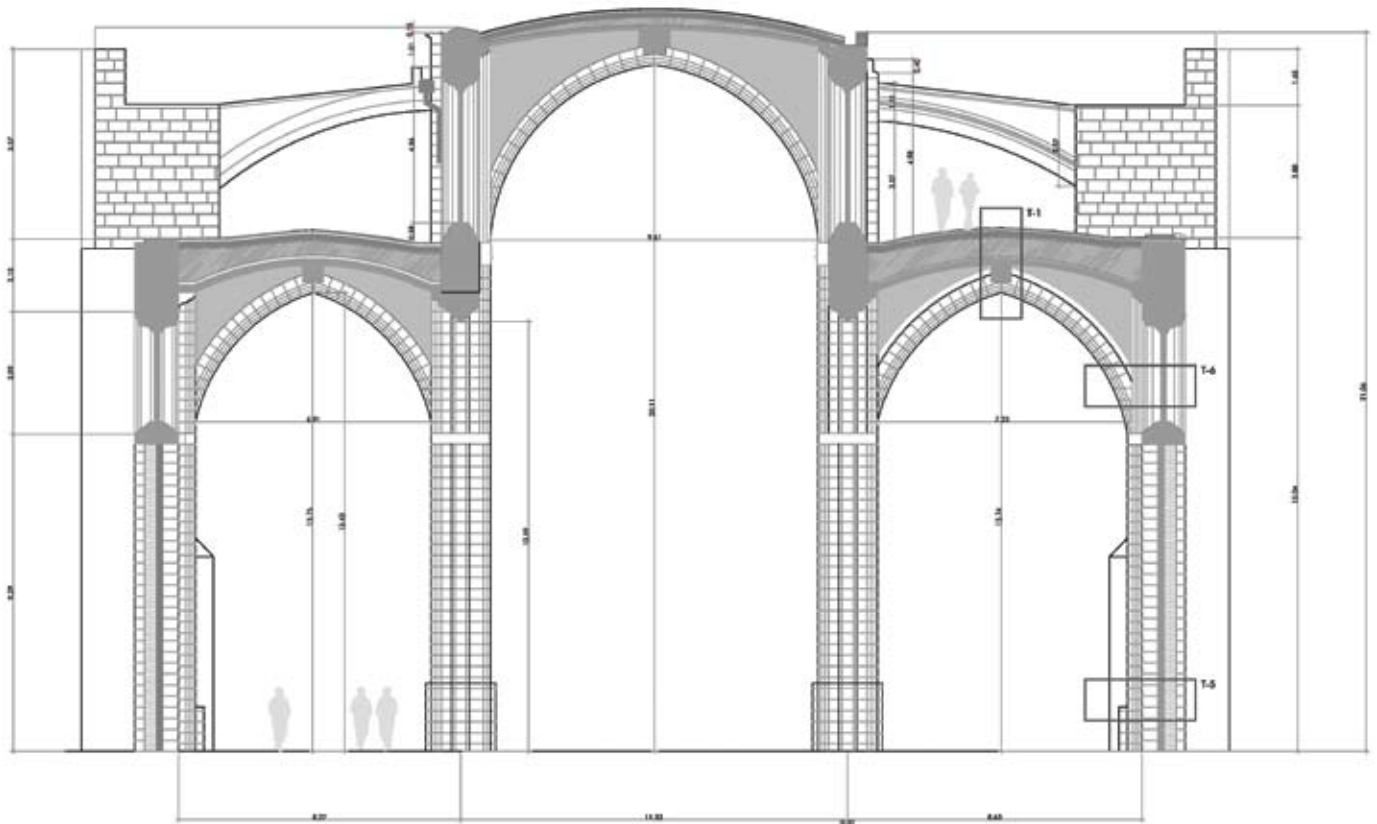


Panorámica de la ciudad desde la cubierta de San Miguel. Foto: Fernando Alda



Bóvedas del crucero y ábside de la iglesia de San Miguel. Foto: Fernando Alda





El objeto es una sección. Sección transversal del edificio.  
Planimetría: Taller de Inmuebles, IAPH

mecánico de bóvedas y nervaduras, definiendo el grado de estabilidad y resistencia del conjunto mediante la introducción de datos volumétricos en un modelo informático de análisis de estructuras espaciales de fábrica (bóvedas y cúpulas) y la simulación de las acciones características.

Esta metodología generó un grado de conocimiento del edificio que permitió elaborar un diagnóstico donde se determinaba su estado de conservación, tanto en lo relativo a los materiales constitutivos de las fábricas como al comportamiento mecáni-

co y la estabilidad de las mismas. En este sentido se desarrolló una cartografía temática donde se transcribían gráficamente y por unidades constructivas todas las patologías detectadas en las bóvedas y paramentos que se incluyó en el *Proyecto Básico y de Ejecución de Intervención en la Iglesia de San Miguel de Jerez de la Frontera: reparación de nervaduras y elementos decorativos de las bóvedas, protección de vidrieras y reparación de cubiertas*<sup>3</sup>.

Como consecuencia, la iglesia de San Miguel y su secuencia constructivo-temporal se desvelaba como un documento de la evolución de las teorías y prácticas de intervención sobre el patrimonio arquitectónico en nuestro contexto.

## ESTUDIOS PREVIOS

- Inspección visual. Toma de datos in situ
- Estudio fotográfico
- Estudio histórico
- Análisis constructivo
- Caracterización de materiales
- Evaluación de tratamientos de conservación para la piedra del cerro de San Cristóbal, Puerto de Santa María, Cádiz
- Estudio microclimático
- Estudio de los factores biológicos de alteración: análisis botánico y microbiológico. Evaluación previa de productos y tratamientos biocidas
- Estudios de reconocimiento de patologías
- Análisis del comportamiento mecánico de las fábricas
- Estudio de los morteros de reposición

## SAN MIGUEL EN LA HISTORIA DE LA CONSTRUCCIÓN, LOS LÍMITES DE LA HISTORIA

La necesidad de estudios históricos aplicados a la conservación e intervención del patrimonio adolece en ocasiones de falta de implicación y practicidad con el objetivo definido en el proyecto. Por ello, ante la posible intervención en el templo parroquial de San Miguel, la primera duda referente al futuro estudio se planteó desde la raíz de éste, ¿era realmente necesaria una aportación histórica cuando el problema podía deberse a la conjunción de factores exógenos a la historia material del edificio?

La magnitud del bien, un BIC declarado con anterioridad Monumento Histórico Artístico por Real Decreto en 1937, y la metodología propia del Taller de Inmuebles del IAPH, conllevó desde el principio la colaboración activa de un técnico en patrimonio inmueble especializado en Historia del Arte que aportase datos para aclarar la posible relación entre las causas de la patología y el origen histórico de los elementos desprendidos.

Ante un proyecto de intervención en inmuebles, desde la multidisciplinariedad que plantean los equipos técnicos del IAPH, el historiador del arte se encuentra inmerso en varias diatribas que se ven perfectamente reflejadas en la experiencia de San Miguel. Previo a la toma de decisiones, son muchos los agentes disciplinares que convergen en la elaboración del proyecto a los que la rama de la Historia debe escuchar y, en la medida de lo posible, responder. Dada la naturaleza histórica y/o artística del bien objeto de estudio, la interdisciplinariedad demanda de la historia datos precisos: de orden constructivo, material y conceptual, de forma que nos permitan catalogar o ubicar, no en el sentido darwiniano del término, sino en el de facilitar la direccionalidad de esos otros estudios previos paralelos que después generen la toma de decisiones sobre la actuación. En el caso de la iglesia de San Miguel, un templo de origen gótico con numerosos añadidos, alteraciones e intervenciones de ampliación o epidérmicas, fueron necesarias respuestas a cuestiones planteadas desde el prisma de la arquitectura, de la física, de la biología, de la geología, del medio ambiente o de la restauración. Muchas de esas dudas planteables a la Historia del Arte, tras el proceso de intervención son, final y realmente, clarificadas por esas otras ramas de lo patrimonial.

Una segunda diatriba en la que se movió la Historia (del Arte) es la que le genera su propia ciencia, lo que llamamos "límites de la Historia". Según se fue desvelando a lo largo de la investigación, las dudas más potentes para el equipo redactor del proyecto se centraban en torno a la extensión de los procesos de restauración de estilo, desarrollados en el siglo XIX, por José Esteve y López, en un intento de recuperar una imagen puramente goticista del templo. Finalmente, la abundante documentación publicada y de archivos en buena medida permitió datar y ubicar esos elementos transformados en el templo -desde la sustitución de pilares hasta la reornamentación de vanos, bóvedas y capillas con añadidos más goticistas que los originales góticos-, como se recoge en la documentación gráfica del Proyecto de Intervención.

No menos importante dentro de la disciplina de la Historia fue el intentar acotar la propia investigación histórica. Teniendo en cuenta la valoración que se realiza de estos estudios, más por la cantidad que por la calidad, es común la creación de documentos que se extiendan más allá de sus horizontes naturales con los consecuentes resultados, si no negativos para la propia Historia, sí al menos para las intervenciones patrimoniales. En el caso de San Miguel, un templo especialmente glosado, fruto de nume-

rosos estudios y aglutinante de un gran patrimonio material e inmaterial (a la fábrica gótica se añaden la sacristía de Gainza y Hernán Ruiz, la torre fachada de Diego Moreno Meléndez o el Sagrario de los Díaz y un no menos valioso conjunto de bienes muebles encabezados por el retablo mayor obra entre otros de Arce y Montañés), era fácil caer en la distracción documental que decantara la información histórica en los márgenes de las causas que habían generado el Proyecto de Intervención. Mermando esos vicios de la profesión, sacrificando las aportaciones documentales o revisiones críticas historiográficas (sabiendo que podrán ser objeto de publicaciones o difusiones ulteriores) la investigación se centró en acercar el conocimiento a los prismas del equipo para generar un posicionamiento frente a la intervención. No jerarquizando las acciones históricas, ni los estilos, ni los gustos, se trató de transmitir la vida material del bien con el fin de interpretar desde el respeto pero sin olvidar su evolución, sabedores de que la nuestra será una incisión, en su materia y en la Historia, pero de acuerdo a nuestro tiempo.

Conscientes de que la incidencia de la disciplina en el futuro del inmueble se basa en gran medida en nuestro nivel de transmisión de los detalles conocidos, se generó finalmente el estudio histórico para la redacción del proyecto de intervención. Esa capacidad de persuasión final de la Historia (del Arte) debía además de centrarse en eliminar esa carga peyorativa habitual -no apabullar con datos, comparaciones, morfologías minuciosas, iconografías e iconologías, propias de tratados y publicaciones- en dar respuesta a esas necesidades puntuales vinculadas a las distintas disciplinas, aquí trasladadas a materiales, técnica de ejecución, aglutinantes, elementos ornamentales, modos constructivos, etcétera. Y en hacer esa transmisión de un modo nítido y adaptado a los medios de que disponemos en la actualidad, para lo que se creó, además del inexorable documento de texto, un levantamiento de reposiciones y sustituciones de la fábrica gótica por otras de estilo decimonónico, siempre con la minuciosidad que nos permitió la documentación analizada. Así pretendíamos hacer oír a la Historia en el proyecto, superando esa delgada línea entre el exhaustivo conocimiento personal y el conocimiento transmitido a las diferentes disciplinas implicadas.

El proceso de intervención y la memoria final que se ha generado han descendido a ese nivel de detalles de las intervenciones que a lo largo de la Historia ha sufrido el inmueble, especialmente separando las originales de las realizadas en estilo, no sólo a lo largo del XIX sino también en épocas recientes. Siendo ello fruto de análisis en la memoria y el proyecto, la fase de intervención ha generado una serie de información retroactiva desde el resto de disciplinas, fundamental para el conocimiento de la realidad del templo de San Miguel no sólo hoy, sino de cara a cualquier nueva reflexión que se haga sobre el mismo. Por ello, el proyecto, la intervención, su memoria o las publicaciones que ellos han generado han ascendido para la ciencia de la Historia (no sólo del Arte) al género del documento a investigar en el futuro.

S. XV: inicio de la fábrica por los pies del templo, último tercio del siglo XV.

S. XVI: cierre de la cabecera del templo, a mediados del siglo XVI. Anexión de la Sacristía Mayor a la cabecera, concluida por Hernán Ruiz II en 1564.

S. XVII: renovación de la apariencia con el programa iconográfico a través de los bienes muebles, como el retablo mayor obra, entre otros, de Arce y Montañés.

S. XVIII: construcción de la Torre Fachada de Diego Moreno Meléndez (1701). Imposición de la estética barroca.

- Añadidos a la fábrica gótica por necesidades de culto: construcción de la capilla del Sagrario de los Díaz entre 1733 y 1770, y, tras el terremoto de Lisboa de 1775, reforma de la capilla de la Encarnación por la Cofradía del Cristo de la Salud.
- Se realizan nuevos revestimientos exteriores e interiores con cal, capas de color y yeso que reproducían los elementos decorativos tallados en la piedra.

S. XIX: intervención de José Esteve y López entre 1861 y 1896. Una restauración en estilo cuyo objetivo fue la recuperación de la imagen gótica del templo en sintonía con los postulados de Viollet le Duc, que se enmarca en la primera corriente teórica de la restauración moderna en España, consistente en reproducir la realidad medieval desde el conocimiento científico aunque estuviese muy alterada o inacabada. La intervención estuvo limitada por la falta de recursos económicos de la parroquia y del Arzobispado de Sevilla y el estado ruinoso de la fábrica, especialmente de dos de los pilares de los pies del templo. Consistió fundamentalmente en:

- 1861: Decreto del Obispado de Sevilla para la creación de una Junta Parroquial de San Miguel para restaurar el templo (20 de abril de 1861).
- 1862: se inician los trabajos de intervención en los pilares del crucero que concluyen en 1872, con la redecoración y el añadido de nuevos

basamentos y zócalos, la reposición de todos los doseletes y capillas de los situados del lado de la epístola y la reposición completa de los elementos decorativos de los situados del lado del Evangelio. Con nuevos elementos similares a los relieves de la capilla del Baptisterio.

- 1863: se termina la reconstrucción de la capilla del Baptisterio, donde se eliminan los revestimientos de cal, yeso, y gran parte de los relieves del gótico final que estaban deteriorados. Se reproduce la decoración original con piedra nueva.
- 1866-1876: se acomete la limpieza de todos los revestimientos de cal y yeso (capas de color) y eliminación de elementos decorativos en yeso añadidos (clavados) en el XVIII, sustituyéndolos por otros de cantería.

Al retirar los revestimientos de cal se aprecian daños en los dos primeros pilares de los pies del templo de la nave de la Epístola que ya habían sido reformados en el XVIII. Se intervienen en 1862 y en 1872, con la sustitución del primero.

Se depura en estilo de la decoración de las bóvedas y de los arcos torales de las bóvedas centrales y de la Epístola del crucero, eliminando o sustituyendo por cantería los añadidos de yeso, añadiendo complejos ornamentos no siempre igual a los originales, por estudio y reproducción mimética de la ornamentación original: redecoración de tres metros de nervios más una clave secundaria de la bóveda del Crucero, nave del Evangelio; nueva obra en uno de los elementos ornamentales de la plementería contigua al arco toral de la bóveda del Crucero, nave central; construcción de nuevas ménsulas de ángulos imitando las molduras de los baquetones inmediatos en las bóvedas del Cristo de la Salud y del Socorro; y reforma el arco de la Capilla del Cristo de la Salud, sustituyéndose la decoración de yeso por otra de cantería.

Además son reparadas las vidrieras del crucero sobre las puertas de la sacristía y el Sagrario; se rehacen las hornacinas de la capilla del presbiterio en la cabecera; se restauran los accesos a las capillas laterales de la nave de

la Epístola, construyendo un arco de acceso rebajado a partir del original gótico de la capilla de los Pavones con ornamentación de hojarasca gótica; y son recuperados los cerramientos de los vanos recreándose las trazas de los originales.

Entre 1867 y 1869 Jiménez Aranda dibuja y pinta las vidrieras del presbiterio dedicadas a San Gabriel y San Miguel y las de la nave principal.

- 1876: se derriba el coro antiguo con permiso de la Comisión Provincial de Monumentos y del Arzobispado de Sevilla, a la que siguió un proceso de renovación de los bienes muebles en adecuación de estilo con la incorporación de retablos neogóticos a lo largo del siglo XIX y XX.
- 1877: se coloca una nueva reja para el presbiterio, nuevos pavimentos en el altar mayor y nuevas pilas de agua bendita, escaleras de los púlpitos y de los cuerpos de campanas.
- 1878: José Esteve y López deja definitivamente la obra. Elías Gallegos lo sustituye temporalmente.
- 1881-1891: obras en la aguja de la torre y en el recubrimiento de los muros exteriores.
- 1896: se instalan el cancel y el órgano de estilo neogótico para los pies del templo que se habían hecho en 1878.

S. XX: el templo fue declarado Monumento Histórico artístico por Real Decreto en 1931.

- 1972: Rafael Manzano Martos redacta un proyecto de sustitución e iluminación artística de la iglesia que no llega a ejecutarse.
- 1987: se ejecuta por encargo de la Delegación Provincial de Cultura de Cádiz, el Proyecto de Restauración de la Iglesia de San Miguel de Vicente Masaveu Menéndez Pidal. Incluía una serie de intervenciones en la red de evacuación de pluviales de las cubiertas, indicativas de que las filtraciones han sido un problema recurrente en el edificio, así como operaciones de limpieza de los paramentos exteriores con reposición de elementos desaparecidos.
- 1993: Fernando Visado interviene de urgencia en la iglesia por un descuelgue de la bóveda del ábside.



Decoración original gótica pilares del crucero. Foto: José Luis Gómez Villa, IAPH



Detalle nuevo basamento pilares de J. Esteve y López. Foto: José Luis Gómez Villa, IAPH



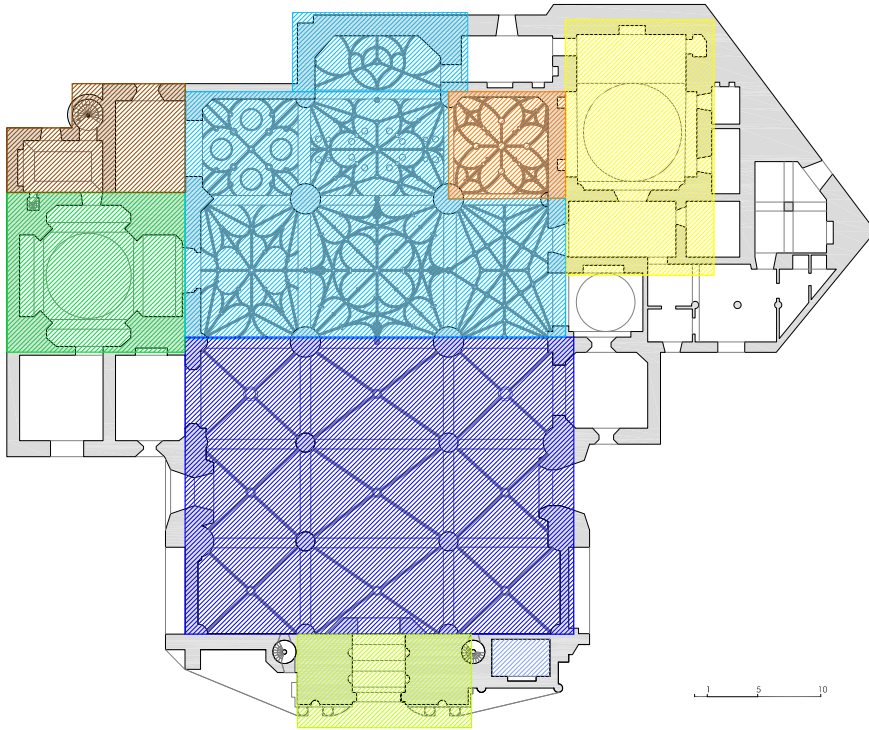
Detalle decoración neogótica de J. Esteve y López. Foto: José Luis Gómez Villa, IAPH



Decoración neogótica pilares del crucero de J. Esteve y López. Foto: José Luis Gómez Villa, IAPH

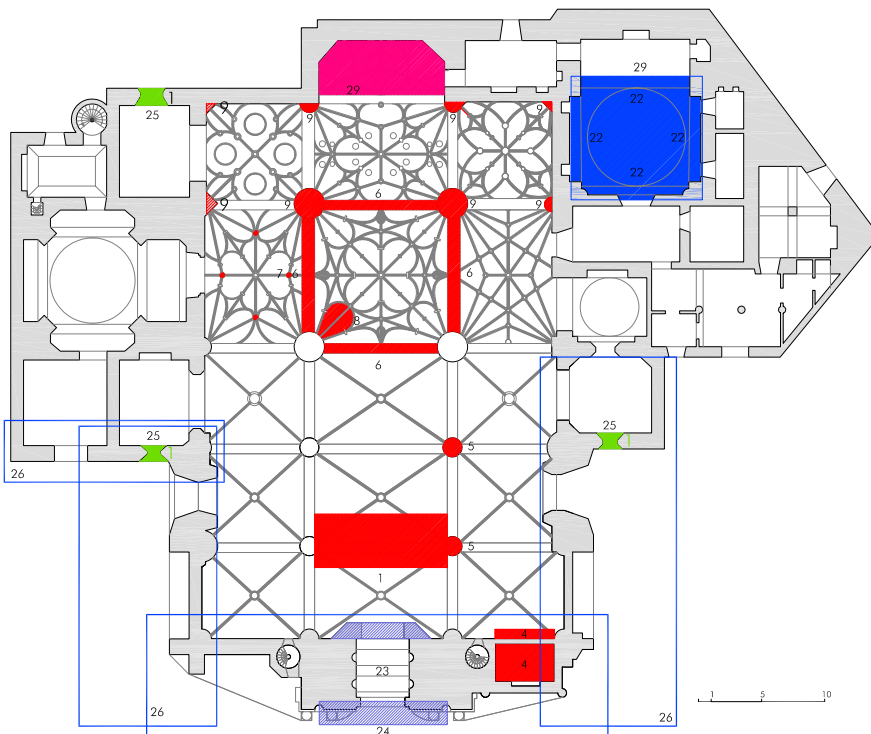


Detalle decoración neogótica arquillos de J. Esteve y López. Foto: José Luis Gómez Villa, IAPH



- ▨ FINALIZACIÓN HACIA 1482
- ▨ FINALIZACIÓN HACIA 1500
- ▨ FINALIZACIÓN HACIA 1550
- ▨ PEDRO FERNÁNDEZ DE LA ZARZA, 1537-1547.
- ▨ MARTÍN DE GAINZA / HERNÁN RUIZ II, 1564
- ▨ DIEGO MORENO MELÉNDEZ, 1675-1701. CHAPITEL s.XVIII.
- ▨ IGNACIO Y DIEGO ANTONIO DÍAZ, 1733-1770
- ▨ REMODELACIÓN TERREMOTO 1755

INTERVENCIONES



- INTERVENCIÓN JOSÉ ESTEVE Y LÓPEZ. 1861-1878
  1. DERRIBO CORO ANTIGUO. 1876
  2. RESTAURACIÓN PORTADA SACRISTÍA.
  3. NUEVO SOLADO.
  4. RETALLADO PORTADA Y BÓVEDA CAPILLA BAUTISMAL. 1863
  5. REMODELACIÓN DE PILARES. 1862/1872
  6. REDECORACIÓN ARCOS TORALES NAVE CENTRAL y CRUCERO NAVE DE LA EPÍSTOLA.
  7. DECORACIÓN DE 3m DE NERVIOS Y CLAVES SECUNDARIAS BÓVEDA DEL CRUCERO. NAVE DEL EVANGELIO.
  8. NUEVA DECORACIÓN EN LA PLEMENTERÍA
  9. MENSULAS CAPILLAS CRISTO DE LA SALUD Y DEL SOCORRO.
  10. VENTANAS RETOCADAS.
  11. VENTANAS RECONSTRUIDAS.
  12. REMODELACIÓN DEL PRESBITERIO/ESCALERAS/PÚLPITO.
  13. APERTURA VENTANAS CEGADAS. NAVE CENTRAL .
  14. NUEVA FÁBRICA DE PIEDRA.
  15. HORNACINAS MURO FRONTAL DEL PRESBITERIO.
  16. REFORMA ARCO CAPILLA CRISTO DE LA SALUD.
  17. INTERVENCIÓN EN ZÓCALOS Y BASAMENTO PILARES.
  18. NUEVO ARCO DE INGRESO A MODO DE LA CAPILLA DE LOS PAVÓN.
  19. NUEVA DECORACIÓN PILARES TORALES.
- ▨ INTERVENCIÓN JOSÉ JIMÉNEZ ARANDA. 1867-1869
  20. VIDRIERAS SAN GABRIEL Y SAN MIGUEL.
  21. VIDRIERAS NAVE CENTRAL.
- ▨ INTERVENCIÓN CONTINUADORES J. ESTEVE. 1878-1896
  22. REPARACIONES VENTANAS SACRISTÍA. E. Gallegos. 1880
  23. OBRAS AGUJA DE LA TORRE Y RECUBRIMIENTO MUROS EXTERIORES. 1881-1891
  24. CERRAMIENTO CON REJAS PUERTA PRINCIPAL.
- ▨ PINTURA VIDRIERAS. 1900-1965
  25. PINTURA VIDRIERAS.
- ▨ INTERVENCIÓN VICENTE MASAVEU. 1987-1989
  26. LIMPIEZA PARAMENTOS DE FACHADA
  27. REPOSICIÓN CANTERÍA
  28. INTERVENCIÓN CORNISA DE LA SACRISTÍA
- ▨ INTERVENCIÓN FERNANDO VISEDO. 1993
  29. INTERVENCIÓN BÓVEDA DEL ABSIDE



# ESTUDIOS CIENTÍFICOS

## ESTUDIOS BIOLÓGICOS. Marta Sameño Puerto, IAPH

### Estudio de factores biológicos de alteración (análisis botánico) y evaluación de tratamientos biocidas

Los objetivos de este estudio han sido la detección y el tratamiento de los distintos agentes biológicos que causan deterioro en los materiales pétreos de las cubiertas y fábricas exteriores del inmueble.

#### Evaluación previa de productos de tratamiento biocida

Los productos estudiados se seleccionaron en base a su empleo en la restauración pétreo y está probada su eficacia a largo plazo. Estos biocidas se probaron in situ mediante aplicación sobre el sustrato con pincel y, posteriormente, se realizaron ensayos de laboratorio en los que la aplicación del producto se realizó por inmersión de las probetas durante 24 horas. La eficacia de los distintos tratamientos fue estudiada antes y después de la aplicación de los biocidas mediante observaciones directas de los organismos en distintos intervalos de tiempo y mediante el uso del estereomicroscopio, del microscopio óptico y del microscopio electrónico de barrido.

Como conclusión del estudio se identificaron como agentes de alteración:

- Líquenes, cuya presencia se manifiesta en forma de polvo y fragmentos, foliáceos o crustáceos y epilíticos. Se concluyó que el Cloruro de Benzalconio era el más adecuado en cuanto a su eficacia liquenicida. No obstante, los líquenes pueden ejercer un efecto protector contra agentes degradativos formando un revestimiento sobre la superficie del material que colonizan. Así, al erradicar los líquenes del sustrato, éste puede ser atacado mucho más drásticamente. Por tanto, se recomendó erradicar estos organismos de aquellas áreas que se considere estrictamente necesario, mediante aplicación con pincel o colocación de compresas impregnadas de producto sobre la superficie a tratar y, posteriormente, cepillado de los organismos.

- Plantas superiores, que provocan daños físicos y químicos en el sustrato que colonizan, recomendándose la aplicación de productos herbicidas residuales con una periodicidad anual.

- Respecto a la fauna el grupo más importante lo constituyen las aves (las palomas) cuyos excrementos favorecen el crecimiento de la flora ornitocóprfila.



Toma de muestras. Foto: Marta Sameño Puerto

## ESTUDIOS GEOLÓGICOS. Jesús Espinosa Gaitán y Esther Ontiveros Ortega, IAPH

### Caracterización de materiales y procesos de alteración

La caracterización de materiales se ha realizado mediante análisis científicos sobre muestras extraídas de varios puntos del interior y exterior de la Iglesia, siendo de especial interés las extraídas en las zonas afectadas por los desprendimientos. Se han estudiado muestras de piedra en distintos grados de alteración, de morteros de junta, de parcheado y de reparación y, finalmente, varias muestras de productos de alteración (costras, sales solubles, depósitos pulverulentos...). El análisis se ha realizado mediante difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido-EDX y microscopía óptica de polarización.

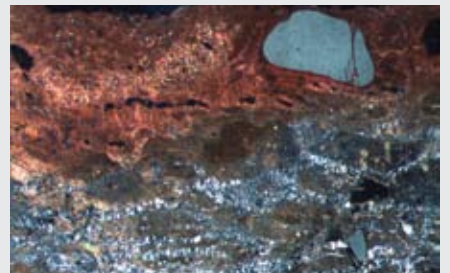
Del estudio se extrae que la piedra utilizada en las fábricas del edificio corresponde a un único litotipo procedente de las canteras del cerro de San Cristóbal, al noroeste del Puerto de Santa María. Se trata de una calcarenita con importante contenido en cuarzo, escasa cementación, elevada porosidad (>30%) y, además, pequeñas cantidades de yeso en su composición.

De forma general los morteros originales estudiados son morteros de cal bastante heterogéneos en cuanto a los contenidos y tipos de áridos (piedra del Puerto, cuarzo, fragmentos cerámicos...). La mayoría de estos morteros presentan pequeñas cantidades variables de yeso, en algunos casos atribuibles a procesos de alteración pero en otros formando

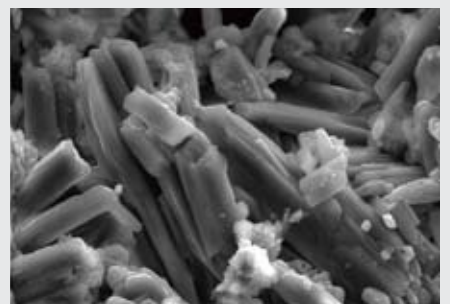
parte del aglomerante, junto con la cal. En algunas muestras de intervenciones recientes se han identificado compuestos relacionados con el cemento portland.

Las sales solubles estudiadas corresponden a sulfatos, carbonatos y cloruros, de Na, K y Ca. De estas sales las más peligrosas son las encontradas en forma de subeflorescencias y criptoflorescencias, ya que cristalizan en el interior de los materiales. El origen de las sales se puede relacionar con los morteros originales que contengan algo de yeso, con el enlucido de yeso con el que estuvo revestido el interior de la iglesia hasta mediados del siglo XIX, con los morteros de parcheados más recientes (algunos con cemento gris), junto al aporte de álcalis por los áridos susceptibles a alterarse por hidrólisis.

Como consecuencia de los estudios de caracterización se estableció la conveniencia de eliminar las sales solubles de la piedra, acompañándola de una intervención que controlara los aportes de humedad. Tras la limpieza de los paramentos sería necesario la aplicación de un producto consolidante que devolviera la coherencia granular a las zonas superficiales de la piedra y un hidrófugo en paramentos exteriores que no se viera afectado por aguas capilares. Así mismo se estimó la conveniencia de aplicar una silicona diluida en agua sobre las cubiertas de la iglesia para su impermeabilización.



Mortero de cal afectado por subeflorescencias de sales sulfatos. Foto: Jesús Espinosa Gaitán



Florescencias. Detalle del hábito prismático acicular de cristales de Natrón. Foto: Jesús Espinosa Gaitán

### Estudio de la efectividad de los tratamientos

Para garantizar el óptimo comportamiento de los tratamientos propuestos se requiere realizar una evaluación previa, mediante ensayos estandarizados de laboratorio, valorando su eficacia, compatibilidad con el sustrato y la durabilidad que ofrece el sistema piedra-tratamiento. La evaluación de consolidantes e hidrofugantes no ha requerido su realización experimental ya que habían sido extensamente ensayados para este tipo de piedra (VILLEGAS SÁNCHEZ, 1990).

Este trabajo contiene los resultados y conclusiones de la valoración de varios consolidantes a base de silicato de etilo (TEOS), varios hidrofugantes organosilícicos y otros produc-

tos acril-silicónicos de comportamiento mixto, muchos de los cuales siguen mostrando en la actualidad los mejores resultados en estudios experimentales (DELGADO RODRIGUES, 2008). Se realizaron ensayos de dureza superficial, velocidad de ultrasonidos, propiedades hídricas (absorción libre de agua, succión capilar, secado) y ensayos de alteración acelerada (cristalización de sales, simulación de contaminación atmosférica-SO<sub>2</sub>). Tras interpretar los resultados se constata el mal funcionamiento de productos mixtos y se establece la idoneidad de aplicar en primer lugar uno de los consolidantes y, posteriormente, una vez seco, el mejor de los hidrofugos.

La evaluación de la silicona diluida que se aplicaría sobre los ladrillos de las cubiertas se realizó mediante la valoración de la modificación que presenta en la permeabilidad al vapor de agua, la cual debe ser mínima, para evitar así condensaciones de humedad en el interior de la cubierta. Se realizaron ensayos de laboratorio, comprobándose que la tasa de transferencia de vapor de agua del ladrillo tratado es prácticamente la misma que sin tratar, permitiendo una adecuada transpiración de la humedad desde el interior del material.



## Morteros para reposición

Las propuestas de intervención en edificios históricos deben estar fundamentadas en la compatibilidad con los materiales existentes, garantizando su adecuada conservación. En este sentido interesa más que su perdurabilidad la inocuidad frente a los materiales sobre los que se vayan a aplicar.

Tras las experiencias acumuladas en estos últimos veinte años, los especialistas llevan proponiendo desde hace algunos años los morteros de cal como los más adecuados para este fin. El interés que ha despertado el tema en la comunidad científica ha permitido consolidar una metodología de estudio fundamentada en el diseño de probetas para su posterior análisis en laboratorio. Esto implica la selección de las materias primas (tipo de cal, áridos y aditivos), control del proceso de elaboración de la pasta y determinación de las modificaciones que va experimentando el mortero hasta constituirse como un material suficientemente resistente; así como la definición de las propiedades que adquiere con el paso del tiempo.

Siguiendo estos planteamientos para la intervención en la iglesia de San Miguel de Jerez se aconsejó la aplicación de un mortero de cal para reposición. Los criterios de selección de las materias primas se hicieron en base a la composición del mortero original. Se seleccionaron dos tipos de cales (en pasta y en polvo) de fabricación artesanal, dos tipos de áridos (cuarzo normalizado y carbonatos de un suministrador de los alrededores de Arcos de la Frontera) y polvo de ladrillo actual como aditivos. Se unificó la granulometría de estos tres componentes para reducir las variables. Se diseñaron ocho tipos de morteros cuya composición y dosificación se indica en la tabla adjunta.

Para la selección del mortero más adecuado se evaluaron distintos tipos, tras aplicar la siguiente metodología:

- Caracterización y evaluación de los distintos tipos de morteros. Hace referencia a la determinación de las propiedades físicas que presentan estos materiales y que ponen de manifiesto su grado de endurecimiento (transformación de la portlandita a carbonato cálcico) con el paso del tiempo. Este proceso, que está directamente relacionado con la difusión y disolución del CO<sub>2</sub> en el agua, se puede cuantificar a través del grado de compactación y heterogeneidad que experimenta el material (propagación de los pulsos ultrasónicos), por la pérdida del agua (retracción hidráulica o secado),

por la evolución que experimenta la porosidad (porosimetría de mercurio) por su capacidad de absorción y desorción de agua (propiedades hídricas) y finalmente por su resistencia mecánica.

- Control del proceso de curado y carbonatación. Se incluyen las técnicas y métodos que permiten cuantificar la transformación de la portlandita a calcita. Dentro de este grupo se incluyen el test con fenolftaleína, Difracción de rayos X (parámetro R) y microscopía electrónica de barrido (SEM).

- Ensayos de calidad técnica de los morteros. El comportamiento que presentan los materiales de construcción frente a las condiciones ambientales constituye un aspecto de interés que habitualmente se valora a través de los ensayos de envejecimiento (choques térmicos, hielo-deshielo y cristalización de sales). Estos ensayos resultan de interés a la hora de seleccionar el material más adecuado para utilizar en este tipo de intervenciones.

- Mortero propuesto. Tras la aplicación de la metodología indicada, los resultados obtenidos revelaron que los morteros de cales en polvo carbonataban más rápidamente que los de cales en pasta, al presentar valores más altos del parámetro R y mayor velocidad de propagación de las ondas ultrasónicas. Sin embargo su comportamiento frente a los ensayos de envejecimiento fue peor. Esto es debido a que los morteros de cal en polvo presentan un mayor porcentaje de microporosidad, aspecto que favorece la carbonatación pero a cambio los hace más susceptibles frente a la alteración.

Los morteros de cal en pasta al contener mayor proporción de agua, el proceso de difusión del CO<sub>2</sub> se ve dificultado al principio pero a cambio este componente favorece la interacción entre los árido y la pasta, transmitiendo a la cal mayor poder aglomerante. Por esta razón se aconsejó el empleo de los morteros de cal en pasta y como árido la sílice o mezcla de sílice y carbonatos, al ser los que mejor se comportaron frente a la durabilidad. Este hecho se explica porque el aporte de estos áridos al mortero incrementa la microporosidad y su capacidad de perder agua, aspectos que como hemos indicado anteriormente favorecen la carbonatación. Se desaconsejó el aporte de aditivo porque fueron las probetas que dieron peor resultado independientemente del tipo de cal utilizada.



Aplicación del mortero seleccionado como material de juntas. Foto: Esther Ontiveros



Probetas diseñadas para su posible aplicación como morteros de reposición. Foto: Esther Ontiveros

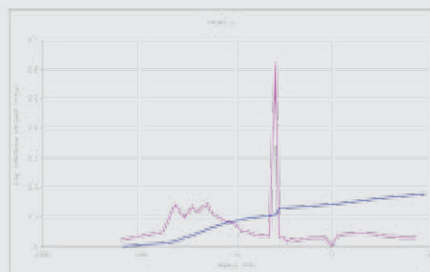
### Tipos de probetas diseñadas (EN-UNE 1015-2 y EN 1015-11)

Tipo	Componentes	Agua (ml)
Tipo I.1	Cal pasta+ SiO <sub>2</sub> (1:3)	150
Tipo I.2	Cal pasta+ SiO <sub>2</sub> + Ladrillo (1:2:1)	150
Tipo I.3	Cal pasta+ SiO <sub>2</sub> + CaCO <sub>3</sub> (1:2:1)	150
Tipo I.4	Calpasta+Cuarzo+CaCO <sub>3</sub> +ladrillo. 1:1.5:1:0.5)	150
Tipo II.1	Cal polvo + Cuarzo (1:3)	800
Tipo II.2	Cal polvo+ Cuarzo + Ladrillo (1:2.5:0.5)	800
Tipo II.3	Cal polvo+ Cuarzo + CaCO <sub>3</sub> (1:2:1)	800
Tipo II.4	Cal polvo + Cuarzo + CaCO <sub>3</sub> + Ladrillo (1:1.5:1:0.5)	800

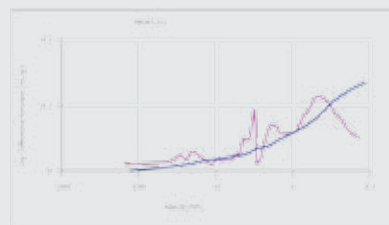
### Bibliografía:

VILLEGAS SÁNCHEZ, R. (1990) *Estudio de la Alterabilidad y Respuesta a Tratamientos de Conservación de los Principales Tipos de Piedra Utilizados en Catedrales Andaluzas*. Sevilla: Editorial de la Universidad, 1990

DELGADO RODRIGUES, J. (2008) "International Symposium of Stone Consolidation", Lisbon 2008



Porosidad de las probetas elaboradas con cal en pasta y árido de sílice (3 meses)



Porosidad de las probetas elaboradas con cal en polvo y árido de sílice (3 meses)

## INTERVENCIÓN EN EL ALTORRELIEVE PORTADA CAPILLA SAGRARIO



06/07/2007 Patologías detectadas.  
Foto: Ana Bouzas Abad

06/07/2007 Rupturas desplazamiento del material. Foto: Ana Bouzas Abad

11/07/2007 Limpieza depósitos superficiales, eliminación de morteros. Foto: Ana Bouzas Abad

09/07/2007 Unión de fragmento con resina bicomponente. Foto: Ana Bouzas Abad



09/07/2007 Sellado con mortero de cal y arena. Foto: Ana Bouzas Abad

06/07/2007 Relieve desplazado. Foto: Ana Bouzas Abad

06/07/2007 Inyección de mortero de cal libre de sales solubles. Foto: Ana Bouzas Abad

09/07/2007 Estado final: rejuntado con mortero de cal. Foto: Ana Bouzas Abad

### DE LOS ESTUDIOS AL PROYECTO. EL ESCENARIO DE LO CONSTRUCTIVO

La propuesta de actuación nace de la interpretación de los estudios expuestos, siendo la conservación de la morfología de las cubiertas, elemento destacado del paisaje urbano jerezano, una de las premisas de la intervención. La investigación aplicada aportó los resultados necesarios para situarnos en el escenario intermedio de lo constructivo.

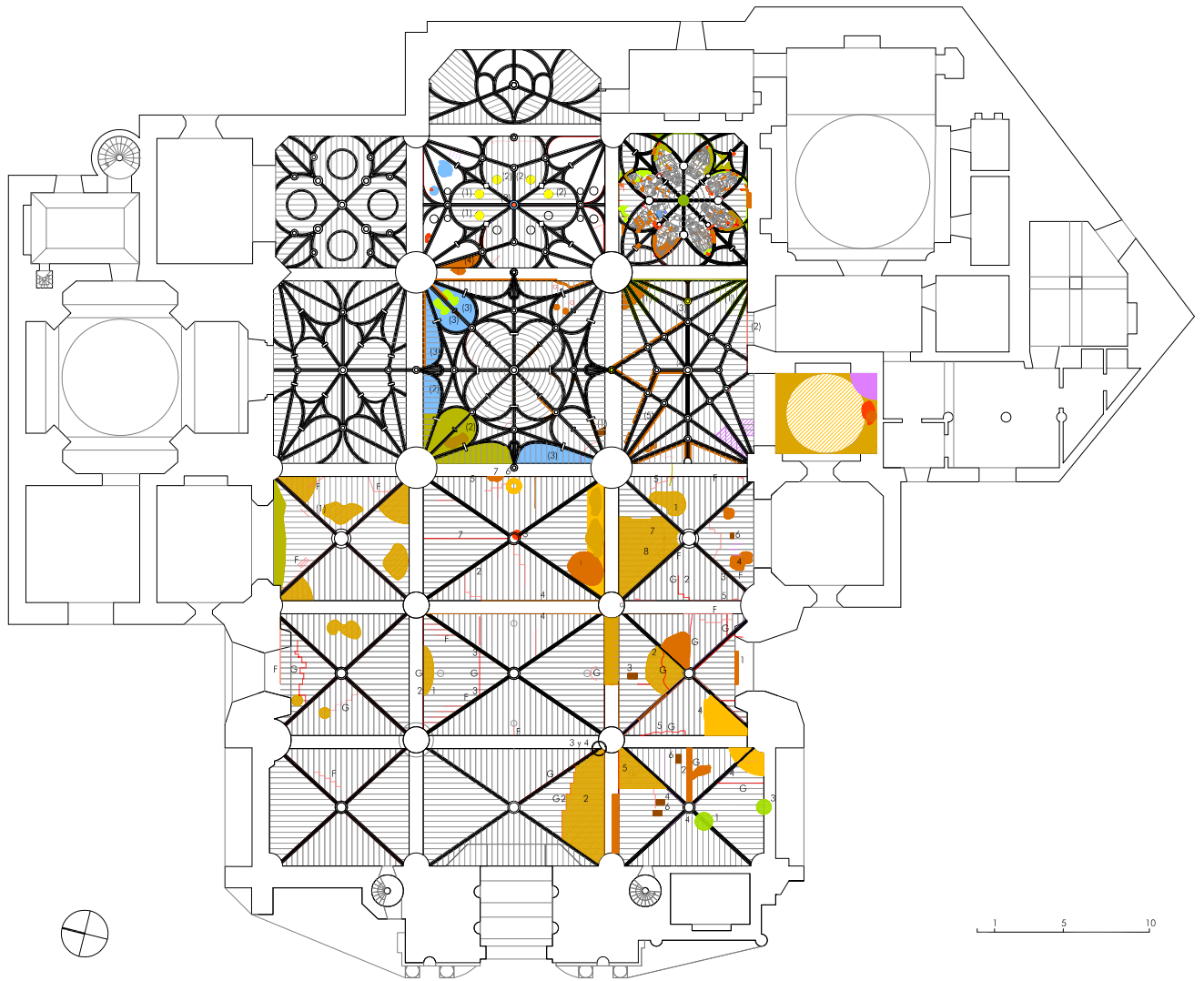
Del estudio del comportamiento estructural del conjunto se dedujo que el edificio presentaba una nueva situación estructural estable, producida en el origen de la fábrica por los asientos de los muros y desplazamientos de las claves.

El estado y la localización de las fisuras se debían al comportamiento propio de un edificio histórico de esta tipología. Las lesiones de tipo mecánico se localizaron fundamentalmente en las bóvedas contrarrestadas con arbotantes. Sin embargo las bóvedas del crucero no presentaban apenas este tipo de lesiones aunque sí otras debidas a la presencia continuada de humedad por la falta de estanqueidad de la cubierta.

Por lo tanto, nos enfrentábamos a una patología histórica agravada por las condiciones de humedad generales del edificio: presen-

cia de agua de filtración en el interior de las fábricas y fenómenos de condensación, que se habían agravado por la falta de mantenimiento y el deficitario estado de conservación de las cubiertas y del sistema de evacuación de pluviales. En esta situación, y debido a los procesos de degradación de los morteros y a la pérdida de adherencia provocados por la presencia de sales, algunos de los sillares se habían desplazado rompiendo el equilibrio mecánico del conjunto, generando una situación de cierta inestabilidad en la que se produjeron los desprendimientos.

Mediante la delimitación espacial de la intervención condicionada por la entidad de los medios auxiliares, la propuesta construye el objeto de actuación que se limita a resolver la situación derivada de los sucesivos desprendimientos de elementos decorativos pétreos, además de tomar una serie de medidas encaminadas a eliminar las patologías detectadas, especialmente las humedades procedentes de las cubiertas. El proyecto define las acciones a desarrollar, su faseado y la planificación espacio-temporal de los trabajos, que se coordinaba con la sistematización de las operaciones de montaje, desmontaje y traslado de andamios y se adaptaba a las necesidades de culto de la parroquia. De este modo se posiciona también frente a la materialidad del edificio contemplándose la des-restauración de elementos puntuales como una posibilidad más a considerar desde el conocimiento global del bien y como garantía de su estabilidad, seguridad y accesibilidad.



CODIGO GRÁFICO DE PATOLOGÍAS

ESQUEMA DE IDENTIFICACIÓN

DEPOSITOS SUPERFICIALES	COSTRA	PERDIDA DE MATERIA	RUPTURAS Y DISYUNCIONES
EFLORESCENCIAS	INTERVENCIONES ANTERIORES	DECOHESIÓN	EXFOLIACIÓN
ALTERACIÓN CROMÁTICA	MORTEROS AÑADIDOS	AMPOLLAS	GRIETA
BIOCOSTRA	PERDIDAS DE VOLUMEN	PERDIDA DE MORTERO JUNTAS	FISURAS Y MICROFISURAS
ALTERACIÓN DIFERENCIAL	HUMEDADES	EROSIÓN	ALTERACIÓN ANTRÓPICA

PATOLOGÍAS

**CABECERA. BÓVEDA Nº7**

- REPOSICIONES GENERALIZADAS CON MORTERO DE CEMENTO.
- 1. RESTOS DE POLICROMÍA ROJA EN ELEMENTOS DECORATIVOS.
- 2. RESTOS DE POLICROMÍA ROJA Y NEGRA EN INSCRIPCIONES DECORATIVAS.
- 3. PÉRDIDA DE VOLUMEN EN ROSETÓN DE CLAVE CENTRAL. EROSIÓN POR ENTRADA DE AGUA. APLICACIÓN DE RESINAS PARA RECOGER LAS FISURAS.
- 4. RECONSTRUCCIÓN CON MORTERO DE VOLUMENES DECORATIVOS.

**BÓVEDAS DEL CRUCERO**

**BÓVEDA Nº8**

- REPOSICIONES GENERALIZADAS CON MORTERO: VOLUMENES REHECHOS
- FISURAS RECOGIDAS.
- 1. GRIETA COSIDA CON SILLARES DE PIEDRA.
- 2. ELEMENTOS DECORATIVOS EROSIONADOS CON REPOSICIONES DE MORTERO.
- 3. ELEMENTOS DECORATIVOS MUY EROSIONADOS CON PIEDRA ARENZADA Y DEPÓSITOS DE COSTRA BIOLÓGICA EN LAS FIGURAS.

**BÓVEDA Nº13**

- REPOSICIONES GENERALIZADAS CON DISTINTOS TIPOS DE MORTEROS.
- DEPÓSITOS SUPERFICIALES GENERALIZADOS EN ELEMENTOS DECORATIVOS.
- 1. COSTRA GENERALIZADA EN MOTIVOS VEGETALES POR DEPÓSITO DE POLVO.
- 2. FISURA LONGITUDINAL EN UNIÓN ENTRE ARCO Y PARED.
- 3. FISURA LONGITUDINAL CON PÉRDIDA DE MORTERO DE JUNTA.
- 4. INTERVENCIONES ANTERIORES. 2003

- 4.1. ROSETÓN CENTRAL. INYECCIÓN DE RESINAS EN FISURAS. REPOSO CON MORTERO BASTARDO DE CAL.
- 4.2. RESTITUCIÓN VOLUMÉTRICA. NUEVA PIEZA DE CEMENTO ARMADO CON VARILLAS CERÁMICAS.
- 5. AGRESIÓN ANTRÓPICA.

**BÓVEDAS DE LA NAVE CENTRAL**

**BÓVEDA Nº9**

- 1. ZONA CON MORTEROS LEVANTADOS.
- 2. INTERVENCIÓN ANTERIOR CON MORTERO DE CEMENTO.
- 3. PÉRDIDA DE VOLUMEN POR EROSIÓN EN ROSETÓN CENTRAL.
- 4. FISURAS LONGITUDINALES EN PRIMERA MOLDURA DEL ARCO.
- 5. AUSENCIA DE DECORACIÓN EN EL 7º SILLAR DEL ARCO.
- 6. ABOMBAMIENTO SUPERFICIE PARAMENTO VERTICAL.
- 7. GRIETA SELLADA. RELLENO DE MORTERO.

**BÓVEDA Nº10**

- 1. SALES EN LA PLEMENTERÍA.
- 2. GRIETA ABIERTA e=2.4cm.ENTRE ARCO FORMERO Y PLEMENTERÍA.
- 3. GRIETA ENTRE ARCO DIAGONAL Y PLEMENTERÍA SELLADA CON MORTERO.
- 4. FISURAS LONGITUDINALES EN LA PRIMERA MOLDURA DEL ARCO.

**BÓVEDA Nº11**

- 1. GRIETA REPASADA CON MORTERO ENTRE ARCO FORMERO Y PLEMENTERÍA.
- 2. SALES SOLUBLES EN LA PLEMENTERÍA.
- 3. ARCO DIAGONAL SILLAR DESPLAZADO RESPECTO A SU POSICIÓN ORIGINAL. ACTUACIONES DE EMERGENCIA PARA EVITAR DESPRENDIMIENTO.
- 4. ARRANQUE DE LOS ARCOS.PÉRDIDA MORTERO EN JUNTAS ENTRE SILLARES.

**BÓVEDAS DE LA NAVE DE LA EPÍSTOLA**

**BÓVEDA Nº14**

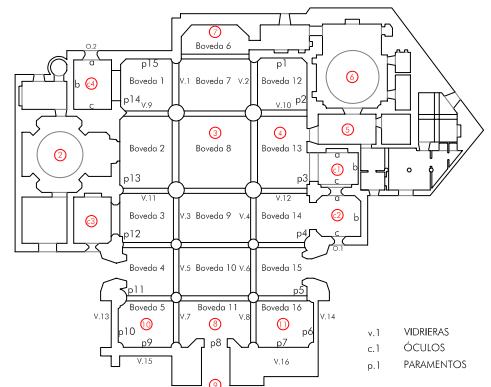
- 1. SALES EN MORTEROS DE JUNTAS.
- 2. GRIETA EN JUNTA REPASADA SUPERFICIALMENTE CON MORTERO.
- 3. MORTEROS LEVANTADOS EN JUNTA DEL ARCO DIAGONAL.
- 4. PERDIDAS DE MORTERO EN JUNTAS.
- 5. GRIETA DESCENDENTE REPASADA CON MORTERO.
- 6. INTERVENCIÓN ANTERIOR: CAJADO Y SUSTITUCIÓN DE SILLAR.
- 7. MANCHAS DE HUMEDAD EN LA PLEMENTERÍA.SALES EN JUNTAS.
- 8. JUNTAS REPASADAS CON MORTERO.

**BÓVEDA Nº15**

- 1. REPOSICIÓN CON MORTERO.
- 2. SALES SOLUBLES.
- 3. REPOSICIÓN DE CANTERÍA.
- 4. ALTERACIÓN CROMÁTICA DEBIDA A LA HUMEDAD.
- 5. MORTERO DE JUNTAS TOTALMENTE FISURADO.

**BÓVEDA Nº16**

- 1. ALTERACIÓN DIFERENCIAL DE LA PIEDRA.
- 2. GRIETA SELLADA CON MORTERO.
- 3. ALTERACIÓN DIFERENCIAL DE LA PIEDRA. SILLARES CLAVE ARCO FORMERO MUY EROSIONADOS.
- 4. FISURAS EN MORTEROS DE JUNTAS ENTRE ARCOS DIAGONALES Y PLEMENTERÍA.
- 5. SALES EN LA PLEMENTERÍA.
- 6. REPOSICIÓN DE SILLARES.



- ① CAPILLA DE SANTA ANA
- ② SAGRARIO
- ③ CRUCERO
- ④ PORTADA SACRISTÍA
- ⑤ ANTESACRISTÍA
- ⑥ SACRISTÍA
- ⑦ RETABLO MAYOR
- ⑧ CANCEL Y ÓRGANO
- ⑨ FACHADA PRINCIPAL
- ⑩ RETABLO DE ÁNIMAS
- ⑪ CAPILLA BAUTISMAL
- ⑫ CAPILLA NTRA. SRA. SOCORRO
- ⑬ CAPILLA DE LOS PAVÓN
- ⑭ CAPILLA DE SAN PEDRO
- ⑮ CAPILLA DEL PILAR
- ⑯ CAPILLA DE LA ENCARNACIÓN



La actuación se centra en reordenar la materialidad del edificio que se ha visto alterada por un conjunto de intervenciones anteriores. La eliminación de los morteros de cemento como premisa fundamental a la puesta en obra se acompaña de una aplicación de morteros de cal tradicionales con los que se busca asegurar la compatibilidad entre los diferentes materiales constitutivos de la obra.

En primer lugar se acomete el tratamiento de las superficies exteriores de las cubiertas consistente en limpieza mediante chorro de agua a presión controlada, eliminación de restos de pinturas al clorocaucho, eliminación de vegetación y aplicación de tratamiento herbicida a base de un concentrado de sales de amonio de amplio espectro, picado de juntas y eliminación de morteros de cemento para su posterior sellado con mortero de cal e impermeabilización mediante la aplicación de silicona diluida en agua.

La limpieza de las cubiertas y tratamientos de protección e impermeabilización se plantean como medidas de mantenimiento<sup>4</sup> que deben ser programadas y ejecutadas periódicamente, para lo que se redacta un *Libro del Edificio* que incluye las correspondientes Instrucciones de uso y mantenimiento<sup>5</sup>. Para ello se incluyen en el proyecto la recuperación funcional de las escaleras, ejecución de barandillas y colocación de líneas de vida que garanticen la accesibilidad y seguridad en las cubiertas.

El resto de las actuaciones pretende frenar los procesos de deterioro de los materiales constitutivos de las fábricas. En este sentido el principal objetivo fue la eliminación de filtraciones procedentes de la cubierta, para lo que se ejecutó en cobre un nuevo sistema de evacuación de pluviales que recupera los canales de los arbotantes que llevaban a bajantes originales ocultos en la fábrica. Se protegieron los pretilos con la disposición, tras su picado y enfoscado con mortero de cal, de zabaletas, goterones y chapas de cobre forrando su coronación y se acometió una limpieza de paramentos con agua a presión controlada, picado de juntas para eliminar morteros degradados que por su dureza dañaban a los sillares, rejuntado con mortero de cal y aplicación de tratamientos de hidrofugación y consolidación con silicato de etilo. Para mejorar la ventilación del interior de la iglesia y la eliminación de humedades de condensación se sustituyeron los respiraderos existentes por otros nuevos registrables, ejecutados en cobre cuyo diseño garantizaba la circulación del aire impidiendo la entrada del agua.

En el interior, una vez comprobada la estabilidad estructural, resueltas las humedades por infiltración y mejoradas las de condensación a través de la ventilación, se proponen la limpieza y consolidación de las superficies interiores de bóvedas y paramentos verticales hasta la línea de cornisa.

En este diagnóstico se muestran los distintos factores de alteración, destacando la presencia generalizada de sales como

## Los criterios y la metodología de intervención en estas superficies pétreas se definieron a partir de la cartografía temática realizada en el marco de los estudios previos. Esta cartografía transcribía gráfica y pormenorizadamente, por unidades constructivas, todas las patologías detectadas en las bóvedas y paramentos de la iglesia durante los trabajos de toma de datos y análisis organoléptico desarrollado entre febrero y marzo de 2004

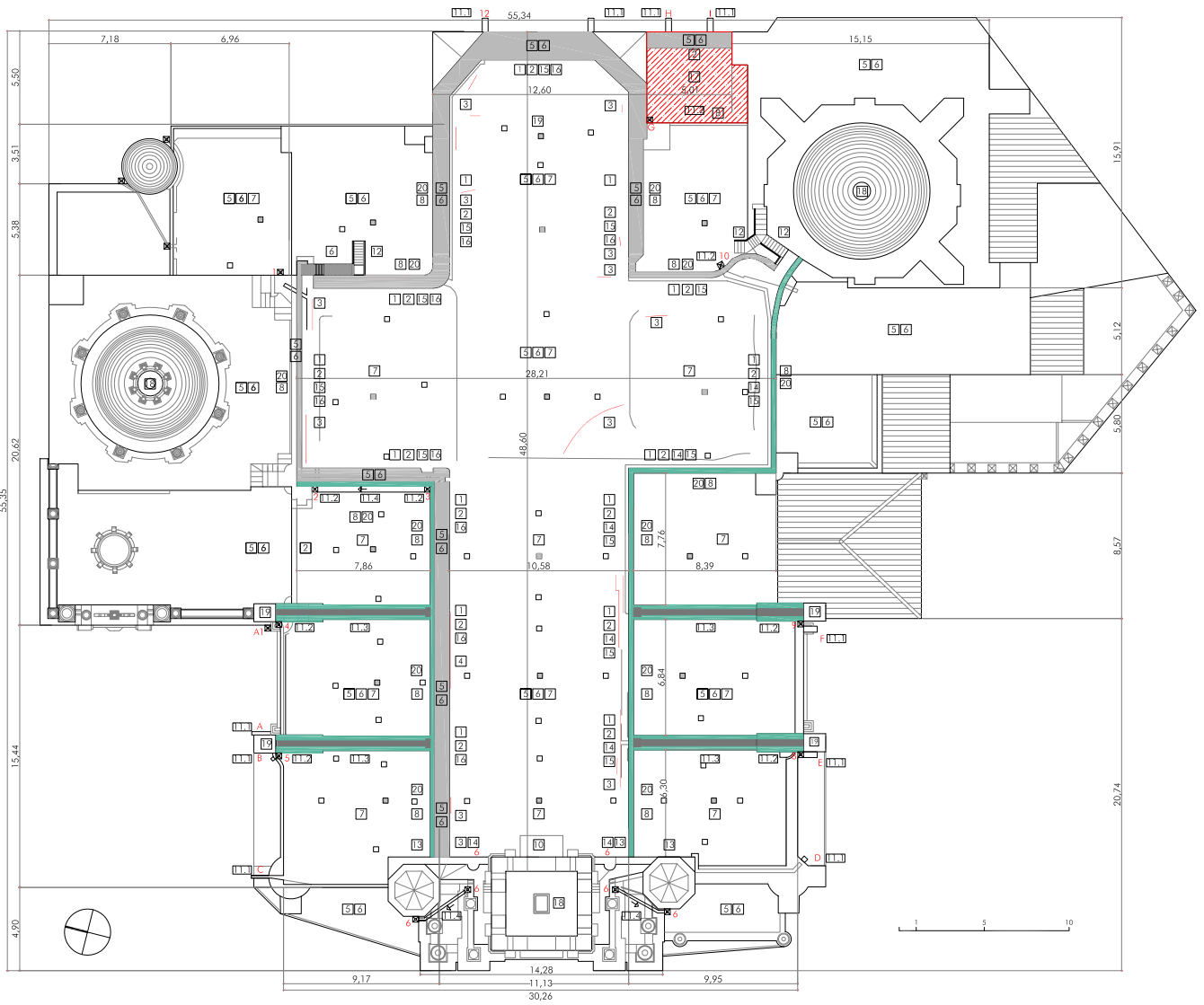
eflorescencias y criptoeflorescencias que afectaban fundamentalmente al estado de conservación del mortero y la fábrica de piedra, provocando procesos de disgregación de ambos materiales. Las sales más abundantes eran las de yeso, que se encuentra de forma generalizada en la composición de los morteros o como producto de alteración, ya que la iglesia estuvo totalmente revestida, eliminándose estos revestimientos durante la *restauración en estilo* de José Esteve en el siglo XIX. También se identificaron sales de tenardita, natrón o mirabilita procedentes de morteros de cemento Pórtland o de productos de limpieza alcalinos y, en menor cantidad, sales de halita, cuyo origen está relacionado con la proximidad del edificio al mar.

La piedra de las fábricas presentaba un estado de conservación aceptable salvo en zonas puntuales donde existía un importante deterioro ocasionado por la presencia continua de agua por humedades de infiltración y escorrentía. En estas áreas eran frecuentes las eflorescencias, disgregaciones y decohesiones del material, llegando incluso algunos elementos decorativos de portadas, cornisas y vidrieras al estado de ruina. Los depósitos superficiales en la piedra y el mortero estaban mayoritariamente formados por yeso, acumulaciones de polvo formando costras o biocostras por acumulación de microorganismos y restos orgánicos.

Los criterios de la intervención sobre la piedra en el interior de la iglesia fueron por extensión los que estructuran toda la actuación. Así se buscó frenar los procesos de deterioro de los materiales constitutivos de las fábricas, eliminando las agentes de alteración y minimizando la presencia de humedad para lo que además de las actuaciones globales en la cubierta y paramentos se acometieron otras para garantizar la estanqueidad de las vidrieras. En este caso los criterios fueron conservativos, realizándose una limpieza del material vítreo, una reposición de elementos deteriorados con vidrios en color neutro y la limpieza, inhibición y consolidación de los marcos y parteluces de hierro.



Cubiertas de San Miguel tras la intervención. Foto: Fernando Alda

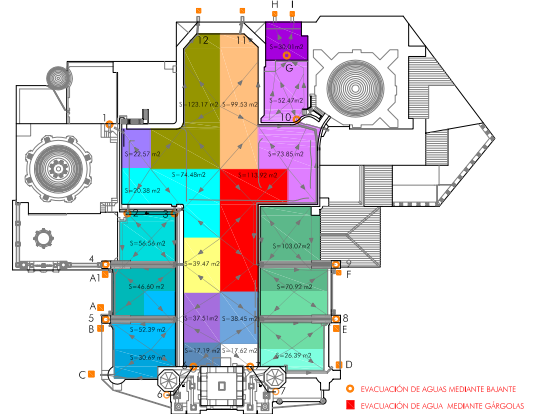


INTERVENCIÓN EN LAS CUBIERTAS Y PARAMENTOS LATERALES EXTERIORES

ESQUEMA DE EVACUACIÓN DE PLUVIALES PROPUESTO

- |  |   |
|--|---|
| 1 EJECUCIÓN DE ZABAleta                          | 11 EJECUCIÓN DE NUEVO SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS  |
| 2 REVESTIMIENTO DE PETRILES CON MORTERO DE CAL   | 11.1 RECUPERACIÓN DE GARGOLAS                         |
| 3 REPARACIÓN DE GRIETAS                          | 11.2 EJECUCIÓN DE NUEVOS BAJANTES                     |
| 4 COSIDO DE GRIETAS                              | 11.3 RECUPERACIÓN DE ARBÓNTANTES                      |
| 5 REJUNTADO DE LLAGAS CON LECHADA MORTERO DE CAL | 11.4 EJECUCIÓN DE NUEVAS CONDUCCIONES                 |
| 6 IMPERMEABILIZACIÓN DE LA CUBIERTA              | 12 EJECUCIÓN DE BARANDILLAS Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN |
| 7 COLOCACIÓN DE NUEVOS RESPIRADEROS              | 13 EJECUCIÓN DE NUEVAS CARPINTERÍAS                   |
| 8 TRATAMIENTO DE PARAMENTOS EXTERIORES           | 14 EJECUCIÓN DE CHAPA DE PROTECCIÓN DE PETRILES       |
| LIMPIEZA DE LA PIEDRA                            | 15 SISTEMA DE SUJECCIÓN DE CABLEADO                   |
| CONSOLIDACIÓN                                    | 16 GOTERÓN CARA INTERIOR MUROS                        |
| HIDROFUGACIÓN                                    | 17 EJECUCIÓN DE NUEVA CUBIERTA PLANA A LA ANDALUZA    |
| REJUNTADO DE LLAGAS CON MORTERO DE CAL           | 18 PUESTA A PUNTO DE INSTALACIÓN DE PARARRAYOS        |
| 9 RECUPERACIÓN DE ESCALERA                       | 19 COLOCACIÓN DE NUEVO PARARRAYOS                     |
| 10 APEO DEL BALCÓN DE LA TORRE                   | 20 PROTECCIÓN DE VIDRIERA                             |

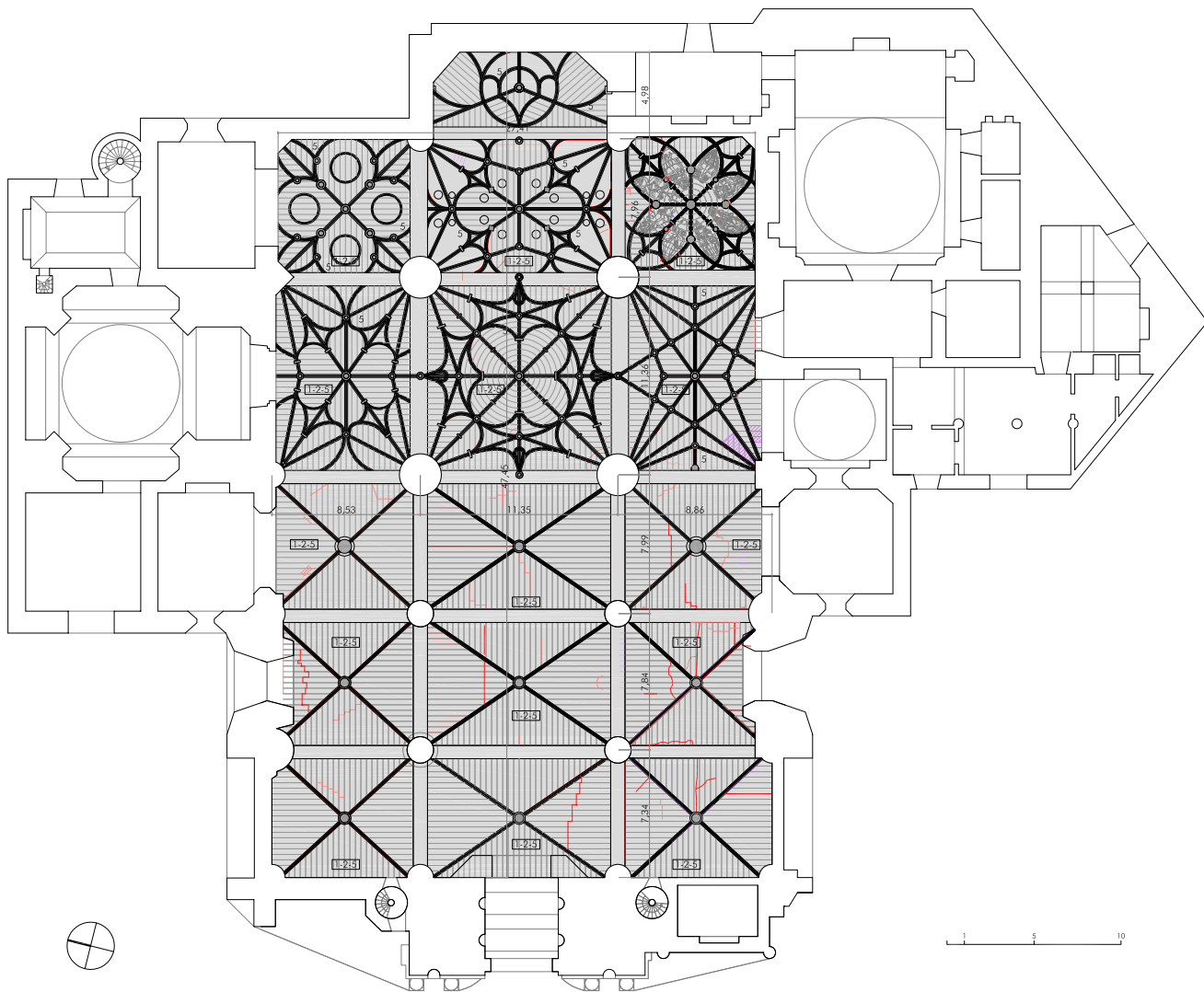
- NUEVOS RESPIRADEROS (principales)
- NUEVOS RESPIRADEROS (secundarios)
- BAJANTE Ø 100mm DE CHAPA COBRE DE 2mm DE ESPESOR
- CHAPA DE COBRE DE 2mm DE ESPESOR
- TRATAMIENTO DE IMPERMEABILIZACIÓN DE PETRILES



1-12 EVACUACIÓN NAVE CENTRAL		NUEVO BAJANTE		BAJANTES DESPLAZADOS POR RECUPERACIÓN DE ARBÓNTANTES	
A - I EVACUACIÓN NAVE LATERAL					
BAJANTE	SUPERFICIE DE ENGUCIÓN (m <sup>2</sup> )	BAJANTE	SUPERFICIE DE ENGUCIÓN (m <sup>2</sup> )	BAJANTE	SUPERFICIE DE ENGUCIÓN (m <sup>2</sup> )
1	22.57	8	37.51	10	113.92
2	20.38	6	17.19	9	73.85
3	74.48	7	17.62	11	99.53
4	39.47	5	38.45	12	123.17
				A	46.60
				B	52.39
				C	30.69
				D	26.39
				E	70.92
				F	103.07
				G	126.32
				H	78.16
				I	151.42

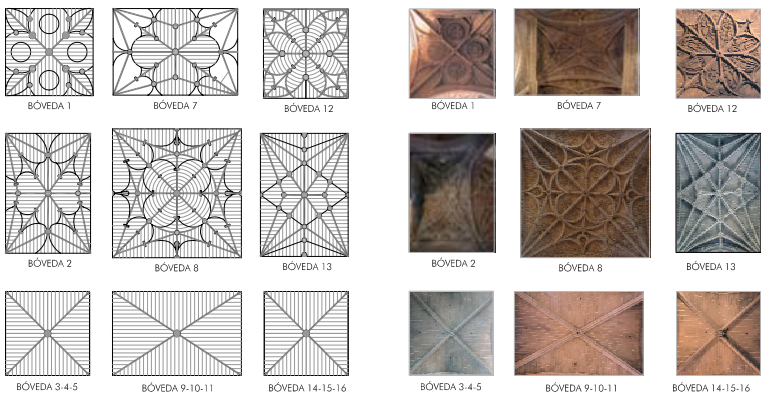
Todos los bajantes colocados serán tubos de cobre de Ø 100mm y 2 mm de espesor, ligas a los paramentos verticales mediante argollas del mismo material.



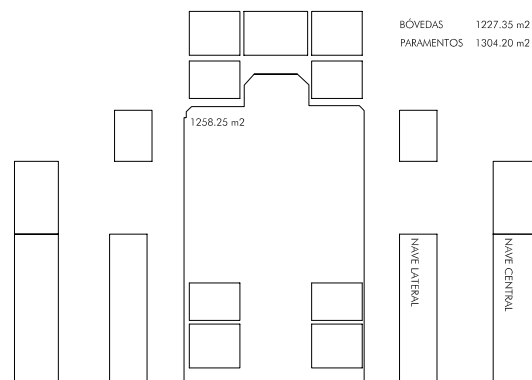


TIPOLOGÍAS DE BÓVEDAS. NERVIOS PRINCIPALES.

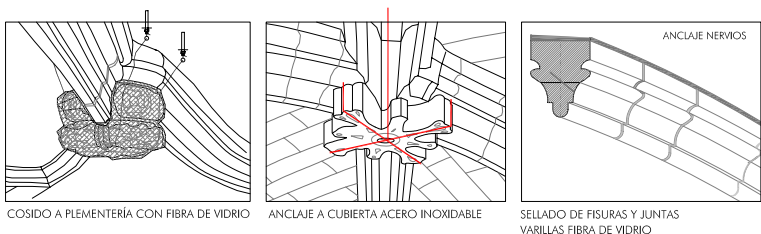
NAVE DEL EVANGELIO    NAVE CENTRAL    NAVE DE LA EPÍSTOLA



ÁMBITO DE ACTUACIÓN EN BÓVEDAS Y PARAMENTOS VERTICALES INTERIORES



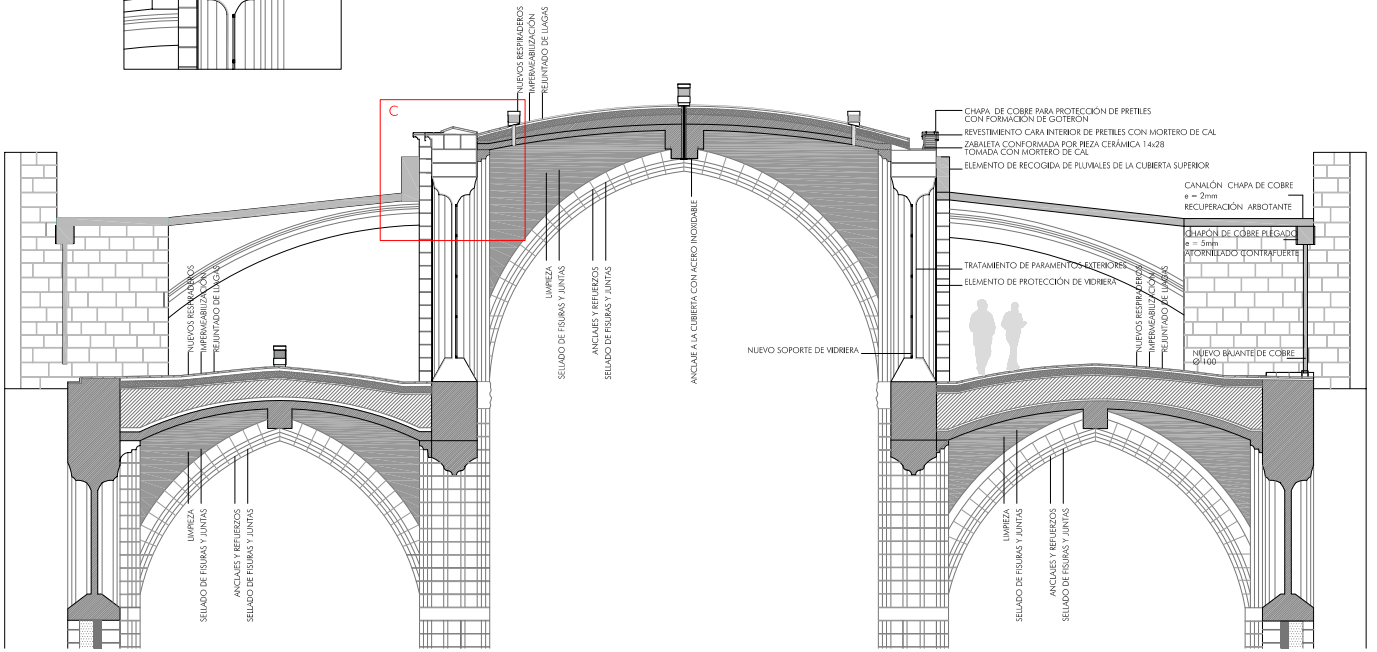
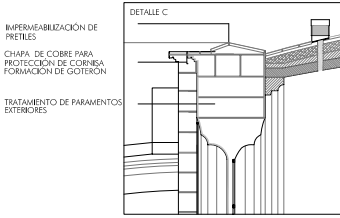
TIPOS DE ANCLAJES Y REFUERZOS



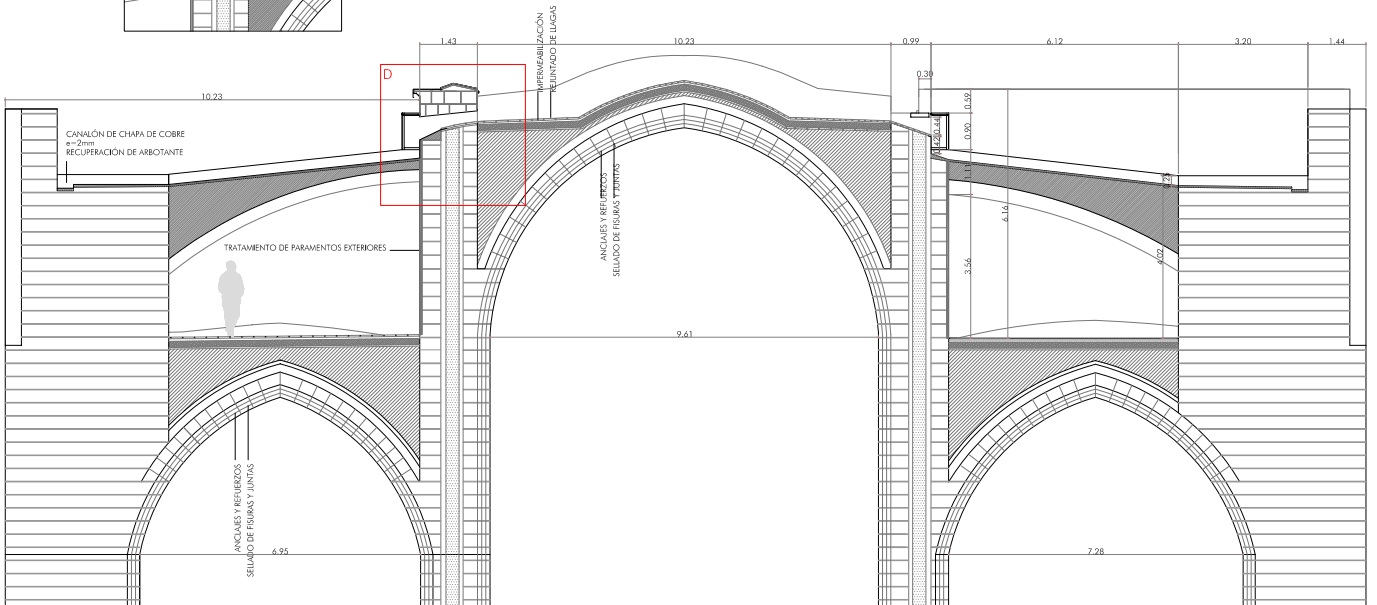
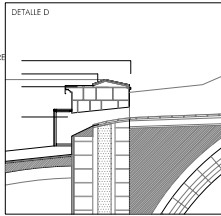
INTERVENCIÓN EN BÓVEDAS

- 1 LIMPIEZA: - PRECONSOLIDACIÓN
- 2
- 3
- 4 CONSOLIDACIÓN E HIDROFUGACIÓN
- 5 ANCLAJES Y REFUERZOS
- 6 PROTECCIÓN DE VIDRIERAS NUEVO SOPORTE

Propuesta de intervención en cubiertas. Planimetría de proyecto.  
Planimetría: Taller de Inmuebles, IAPH



SECCIÓN 2-2' ESTADO REFORMADO



SECCIÓN 1-1' ESTADO REFORMADO



El tratamiento de la piedra consistió en limpieza de depósitos superficiales mediante cepillado manual y aplicación de papetas de pulpa de papel de fibras de celulosa en las áreas con mayor grado de eflorescencias, la eliminación de morteros en mal estado, especialmente los de cemento y el posterior rejuntado con morteros de cal. El relleno de huecos y fisuras se realizó mediante inyecciones a base de cales naturales exentas de sales.

Para la adhesión de fragmentos pétreos se emplearon resinas de dos componentes, adhesivos epoxídicos, anclando las piezas desplazadas con barras de resina de poliéster y fibra de vidrio. Por último, se aplicó a las superficies de bóvedas y paramentos un consolidante de silicato de etilo.

Para garantizar la lectura de los elementos compositivos del gótico que caracterizan la fábrica de San Miguel, se tomó como criterio de actuación la reintegración volumétrica única y exclusivamente de la geometría soporte, evitando la reproducción mimética. Para ello se emplearon morteros de cal que, cuando fue necesario, se fijaron con varillas de resina de poliéster y fibra de vidrio. De nuevo la apuesta por los morteros de cal, por su compatibilidad con los materiales originales y su resistencia frente a la humedad, caracteriza la intervención. Se añaden además algunos elementos de prótesis para fijar y garantizar la estabilidad de piezas de gran tamaño, claves y rosetones, que habían perdido su estado de compresión inicial.

Teniendo en cuenta que se trata de una intervención puntual queda pendiente realizar un diagnóstico global del edificio que permita elaborar una propuesta de intervención de carácter también global, que incluya los criterios que deben regir las futuras intervenciones sobre otras zonas del edificio que presentan un estado de conservación preocupante como la torre, las fachadas, portadas o capillas interiores. En cualquier caso, un bien cultural como la Iglesia de San Miguel de Jerez debería contar con un Programa de Conservación propio que sistematizara las tareas de conservación y mantenimiento para garantizar la perdurabilidad del inmueble, que ejecute actuaciones conservativas como la que aquí se recoge.

El ciclo de la intervención en lo patrimonial se implementa con las transferencias<sup>6</sup>. La cubierta de la Iglesia de San Miguel como documento puede convertirse en soporte de actividades culturales y divulgativas de la práctica constructiva tradicional en el patrimonio histórico de este territorio, un mecanismo de conocimiento imprescindible para hacer llegar este patrimonio no sólo a otros profesionales de la restauración sino al conjunto de la sociedad.



Actuación en pretilos. Recuperación de canales de arbotantes. Foto: Fernando Alda



Actuación en la base de la torre. Tratamiento fábrica, reintegración volumétrica cornisa, protección de hueco. Foto: Fernando Alda



Anclaje clave central en acero inoxidable. Foto: Fernando Alda



Reintegración puntual de la geometría soporte con prótesis de acero inoxidable y elementos de protección exterior de vidrieras. Foto: Fernando Alda



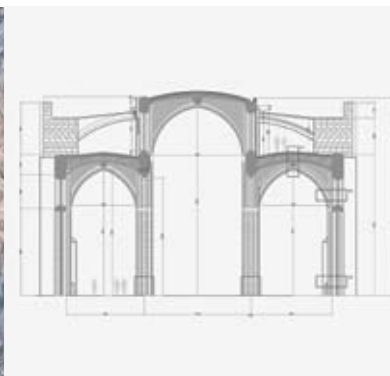
**PATOLOGÍAS / ESTUDIOS PREVIOS / MEDIOS AUXILIARES**



24/02/2004. Piezas desprendidas: nervaduras y elementos decorativos de las vidrieras. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



10/03/2004. Inspección visual de las bóvedas mediante grúa extensible. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH



01/07/2004. Proyecto Básico de Intervención. *El objeto es una sección.* Planimetría: Taller de Inmuebles, IAPH



14/02/2007. Humedades de condensación. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH

**SEGURIDAD ESTRUCTURAL / ESTADO DE CONSERVACIÓN / DIAGNÓSTICO**



19/05/2004. Medidas de urgencia previas a la ejecución de las obras. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



18/03/2004. Desplazamiento de dovelas. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH

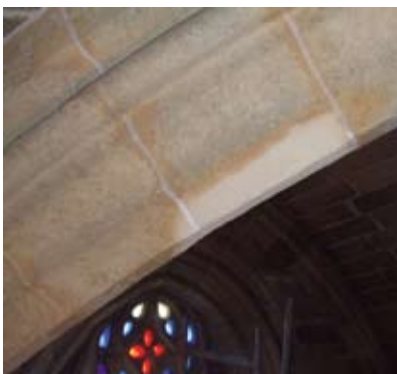


04/03/2004. Estudios previos: Extracción de testigos. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



16/05/2007. Perdida de mortero en juntas. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH

**ESTUDIOS ANALÍTICOS / CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES / FACTORES DE ALTERACIÓN**



21/02/2007. Recuperación volumétrica de los elementos estructurales. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



26/02/2004. Programa Decorativo: Pilar del Crucero. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



16/05/2007. Eflorescencias. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



01/01/2006. Cepillado manual. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



19/05/2004. Medidas de urgencia previas a la ejecución de las obras. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



15/11/2006. Medios auxiliares: montaje de andamios y plataformas de trabajo. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



07/03/2007. Plataformas de trabajo Nave Central. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



19/03/2007. Intervenciones anteriores. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



17/01/2007. Prótesis: sujeción clave central crucero. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



01/01/2006. Visita de obra: Intervenciones en la Capilla del Socorro. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



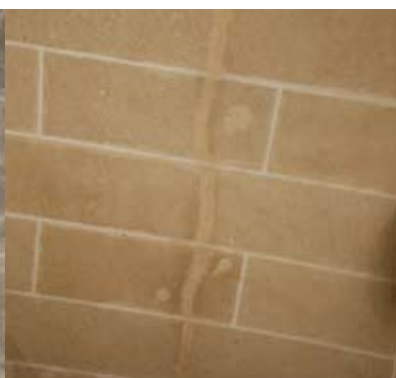
Portada de PH63 con las cubiertas de San Miguel. Fuente: Centro de Formación y Difusión, IAPH



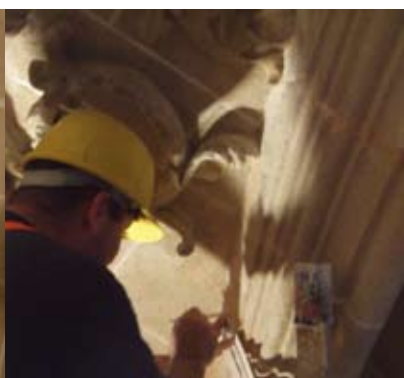
01/01/2006. Toma de muestras para estudio biológico. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



01/01/2006. Sellado de grietas. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



05/02/2007. Cosido de grietas. Estado Final. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH



07/03/2007. Repaso de juntas con cal. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



## REORDENAR LA MATERIALIDAD / ELIMINAR PATOLOGÍAS



27/02/2004 Estado Inicial. Cubierta Nave Central. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH

11/10/2006 Visita de obra: Cubierta Nave Central. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH

04/10/2006 Prueba de limpieza con agua proyectada con presión controlada. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH

26/02/04 -11/05/04. Encuentro pretil con arbotante. Estado Inicial y Final. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH

27/09/06. Picado de junta eliminación de morteros de cemento. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH

## COMPATIBILIDAD / TRATAMIENTOS / SISTEMAS Y TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS



11/02/2004. Sistema de evacuación de pluviales. Estado Inicial. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH

11/02/2004 Cubiertas. Estado Inicial: respiraderos de mortero de cemento, impermeabilización de encuentros con pintura al clorocaucho. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH

04/10/2006 Prueba de limpieza en paramentos mediante agua proyectada con presión controlada. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH

15/11/2006 Colocación de zabaleta ladrillo macizo similar al original. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH

11/05/2007 Picado y enjabelgado exterior de pretilos. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH

## ACCESIBILIDAD / SEGURIDAD / MANTENIMIENTO



11/02/2007 Cubierta Capilla del Socorro. Estado inicial. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH

16/05/2007 Cubierta Capilla del Socorro. Estado final. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH

11/02/2004 Escalera acceso Capilla del Socorro. Estado Inicial. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH

15/02/2008. Medidas de accesibilidad y seguridad: ejecución de barandillas en acero galvanizado pintado. Foto: Fernando Alda





22/11/2006. Rejuntado con mortero de cal. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



15/02/2008. Nuevos respiraderos ejecutados en cobre. Foto: Fernando Alda



15/11/2006. Recuperación canal arbotante. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



02/10/2007. Encamisado chapa de cobre canal arbotante. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



30/05/2007. Transferencias: Conferencia en Jornadas de Patrimonio Histórico jerezano. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH



11/05/2007. Respiraderos: pasivación y protección de piezas de hierro. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



16/05/2007. Respiraderos: nuevas piezas cerámicas. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



Intervención en pretilos y paramentos. Estado final. Foto: Fernando Alda



19/04/2007 Prueba goterón de chapa de cobre. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



02/10/2007 Ejecución de remate de pretilos en chapa de cobre. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



10/03/2004. Cubierta Capilla del Cristo de la Salud. Estado inicial. Foto: Eugenio Fernández Ruiz, IAPH



15/11/2006. Cubierta Capilla del Cristo de la Salud. Estado intermedio. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



02/10/2007 Cubierta Capilla del Cristo de la Salud. Estado final. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



05/09/2007. Visita de obra ejecución escalera. Foto: Taller de Inmuebles, IAPH



15/02/2008. Estado Final escalera acceso cubierta Capilla Cristo de la Salud. Foto: Fernando Alda





## NOTAS

<sup>1</sup> "Un objeto es una sección, es una porción definida en un espacio abierto de coordenadas físicas. Pensar en un objeto como sección de masa indiferenciada de estratos materiales hace difícil una distinción convencional entre el contexto y su propia e inherente estructura, hace difícil asociar formas a límites, y refuerza, a su vez, la noción de diversidad constitutiva."

NAVARRO BALDEWEG, Juan (2001) *La habitación vacante*. Valencia: Pre-Textos, 2001 (Pre-Textos de Arquitectura)

<sup>2</sup> Entendiendo representar en el sentido definido por P. Eisenman: *hacerse cargo del proceso*.

<sup>3</sup> Este fue, finalmente el nombre que definía al Proyecto, intentando representar en el título el ámbito de la actuación sin dejar dudas sobre si se intervenían o no otras áreas del edificio cuyo estado de conservación así lo aconsejaba.

<sup>4</sup> En los principios para la conservación y restauración del patrimonio construido, en el apartado Objetivos y Métodos punto 2 se dice "El mantenimiento y la reparación son una parte fundamental del proceso de conservación del patrimonio. Hay que informar y prevenir el posible deterioro y tomar las adecuadas medidas preventivas". Carta de Cracovia 2000. Versión en español de Javier Rivera y Salvador Pérez Arroyo. *Cuadernos del Patrimonio*, nº5, 2001.

<sup>5</sup> Tal y como se recoge en el Código Técnico de la Edificación aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

<sup>6</sup> CASTELLANO, B.; GARCÍA DE CASASOLA M.; GÓMEZ J. L. (2008) La evolución de la Teoría de la Conservación y la Restauración como instrumento para la restauración contemporánea en San Miguel de Jerez de la Frontera. La dificultad en la definición del ámbito de actuación. En Actas de la III Biental de Restauración Monumental. Sobre la des-restauración. 2006. Sevilla: Junta de Andalucía: Consejería de Cultura. Academia del Partal, 2008

LUQUE A.; SEBASTIÁN E.; ONTIVEROS E.; ESPINOSA J. (2008) Morteros de cal: una propuesta para la intervención en San Miguel de Jerez. En Actas de la III Biental de Restauración Monumental. Sobre la des-restauración. 2006. Sevilla: Junta de Andalucía: Consejería de Cultura. Academia del Partal, 2008

GÓMEZ DE CÓZAR, J. C.; BENÍTEZ, R. (2008) Las soluciones inconclusas de las cubiertas medievales del sur de Europa (ss. XV-XVI). Informes de la Construcción, vol. 60, nº 509, 2008

CASTELLANO, B.; GARCÍA DE CASASOLA M.; GÓMEZ J. L. (2007) Intervención del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico en las bóvedas y cubiertas de la Iglesia de San Miguel. En I Jornadas de Intervención en Patrimonio Monumental en Jerez de la Frontera, tres ejemplos singulares. Mayo, 2007

Noticias en PH Boletín del IAPH: La Consejería de Cultura trabaja en la Iglesia de San Miguel de Jerez de la Frontera. B. Castellano; M. García de Casasola. PH 49, p. 24, 2004

Para consultar la bibliografía del proyecto puede ir al documento completo que se encuentra en el portal web del IAPH: [www.juntadeandalucia.es/cultura/iaph](http://www.juntadeandalucia.es/cultura/iaph)

Intervención en la Cubierta de la Capilla del Cristo de la Salud. Recuperación funcional de la escalera de acceso. Foto: Fernando Alda

## FICHA TÉCNICA

**Román Fernández-Baca Casares**  
Director del IAPH

**Lorenzo Pérez del Campo**  
Jefe del Centro de Intervención en el Patrimonio Histórico

**Redacción del proyecto**  
Marta García de Casasola Gómez, Arquitecto. Centro de Intervención, IAPH  
Beatriz Castellano Bravo, Arquitecto. Centro de Intervención, IAPH

**Equipo Técnico del IAPH**  
Raniero Baglioni. Asesor técnico de Conservación Preventiva. Centro de Intervención.  
Ana Bouzas Abad, Restauradora. Departamento de tratamiento. Centro de Intervención.  
Jesús Espiñosa Gaitán, Geólogo. Departamento de Análisis del Centro de Investigación.  
Eugenio Fernández Ruiz, Laboratorio de Fotografía del Centro de Intervención.  
José Luis Gómez Villa, Historiador del Arte. Centro de Intervención.  
Esther Ontiveros Ortega, Geóloga. Departamento de Análisis del Centro de Investigación.  
Julia Rey Pérez, Arquitecto. Taller de Inmuebles.  
Marta Sameño Puerto, Bióloga. Departamento de Análisis del Centro de Investigación.  
Aurora Villalobos Gómez, Arquitecto. Taller de Inmuebles.

**Estudio de seguridad y salud**  
Javier Perales Martínez, Arquitecto Técnico.

**Asesoramientos**  
Análisis del comportamiento estructural de la fábrica.  
Juan Carlos Gómez de Cózar, arquitecto.  
Dpto. Construcciones Arquitectónicas I, E. T. S. Arquitectura de Sevilla.

**Estudio de los Morteros de reposición**  
Ana Luque, Geóloga. Dpto. de Mineralogía y Petrología. Universidad de Granada  
Eduardo Sebastián. Geólogo. Dpto. de Mineralogía y Petrología. Universidad de Granada

**Estudio de Patologías**  
VORSEVI, S.A.

**Dirección de las obras**  
Marta García de Casasola Gómez, Arquitecto. IAPH  
Beatriz Castellano Bravo, Arquitecto. IAPH

**Dirección de la ejecución y Coordinación de Seguridad y Salud**  
Javier Perales Martínez, Arquitecto Técnico.

**Dirección Técnica de los trabajos de Restauración**  
Ana Bouzas Abad, Restauradora. IAPH

**Promotores (convenio Junta de Andalucía-Iglesia)**  
Ángel Romero Castellanos. Obispado Jerez-Asidonia  
José Cuaresma Pardo. Jefe del Servicio de Conservación y Obras. Dirección General de Bienes Culturales de la Consejería de Cultura  
Teresa Morillo Romero. Arquitecto. Dirección General de Bienes Culturales  
José M<sup>a</sup> Pérez Alberich. Jefe del Servicio de Bienes Culturales. Delegación Provincial de Cádiz de la Consejería de Cultura

**Asesoramiento Obispado**  
Manuel Barroso Becerra, arquitecto

**Empresa Adjudicataria**  
GEOCISA. Geotecnia y Cimientos, S. A. (Área de Restauración)

Óscar Marcos López Martín (Jefe de Unidad)  
Adolfo Arizpeleta De La Calle (Jefe de Obra)  
José Corrales Aquirre (Jefe de Producción)  
José Luis Guillén Rivera (Encargado de Obra)  
Francisco Parra León (Encargado de Obra)

**Ejecución**  
Septiembre 2006 / enero 2008

**Inversión**  
565.028,54€ (IVA Incluido)

**Estudio fotográfico final**  
Fernando Alda

