

OPTIMIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICO-CIENTÍ- FICOS APLICADOS A LA RESTAURA- CIÓN DEL PATRI- MONIO CULTURAL

Tesis Doctoral

Pedro Salmerón Escobar
JULIO 2013

Director de la Tesis:
Gaspar Muñoz Cosme



OPTIMIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICO-CIENTÍ- FICOS APLICADOS A LA RESTAURA- CIÓN DEL PATRI- MONIO CULTURAL

Tesis Doctoral

Pedro Salmerón Escobar
JULIO 2013

Director de la Tesis:
Gaspar Muñoz Cosme



ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	5
RESÚMENES DE LA TESIS	7
1. INTRODUCCIÓN	13
2. MARCO DE REFERENCIA. ANTECEDENTES	23
2.1. Aproximación al inicio de la restauración del patrimonio inmueble desde perspectivas científicas	25
2.1.1. Experiencias pioneras	26
2.1.2. La valoración crítica de la arquitectura en España como punto de partida	39
2.2. La restauración del patrimonio edificado durante las primeras décadas del siglo XX	40
2.2.1. La Carta de Atenas como documento de referencia	41
2.2.2. España durante la República <i>La restauración científica en la Alhambra. Torres Balbás como abanderado de la disciplina</i>	43
2.3. El posicionamiento de la disciplina después de los conflictos bélicos	54
2.3.1. Europa, diálogos con la memoria	54
2.3.2. El panorama de la restauración durante la posguerra española <i>Francisco Prieto–Moreno y Pardo. El método empírico en la restauración de bienes inmuebles</i>	56
2.4. La profesionalización técnico–científica de la disciplina	70
2.4.1. Italia, precursora del método	71
2.4.2. Estudio de antecedentes en España <i>Cataluña: el método de la restauración objetiva</i> <i>Andalucía a partir del Primer Plan General de Bienes Culturales</i> <i>Valencia: integración reciente en el panorama de la intervención especializada</i>	72
2.5. Disposiciones que favorecen el desarrollo científico y técnico de los procesos de intervención	76
2.5.1. Cartas y textos doctrinarios	77
2.5.2. Contenidos de interés presentes en la legislación española y andaluza reciente	80
2.6. El acercamiento a la materialidad del objeto	81
2.7. La conservación preventiva como eje de las acciones sobre los bienes objeto de estudio	88
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	95
4. METODOLOGÍA APLICADA A LA INTERVENCIÓN EN BIENES INMUEBLES [Gestión y organización de la información]	99

4.1.	Las bases de una experiencia	101
4.1.1.	El punto de partida	102
4.1.2.	Organización inicial para el seguimiento de las intervenciones	109
4.2.	Organización de la información. Un sistema relacionado de protocolos	111
4.2.1.	Definiciones	111
4.2.2.	Fundamentos	113
4.2.3.	Descripción del sistema de organización basado en protocolos	118
	<i>Protocolos Previos</i>	
	<i>Protocolos de Caracterización</i>	
	<i>Protocolos Básicos</i>	
	<i>Protocolos Compuestos</i>	
4.2.4.	Aplicación del sistema de protocolos	128
4.3.	Propuesta metodológica	129
4.3.1.	Recomendaciones para la construcción de un sistema unificado de protocolos	129
4.3.2.	Comparación con otros sistemas de protocolos	131
5.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	139
5.1.	Planteamiento general	141
5.2.	Enunciado de los protocolos que integran la experiencia	143
5.3.	El sistema de protocolos aplicado a la Catedral de Jaén	146
C 01	Protocolo compuesto de identificación	161
C 02	Protocolo compuesto de intervención integral en cubiertas inclinadas con estructura de madera	173
C 03	Protocolo compuesto de gestión de aves en cubiertas patrimoniales	373
C 04	Protocolo compuesto de restauración de elementos pétreos esbeltos afectados por el sismo y el viento	421
C 05	Protocolo compuesto de restauración de vidrieras	501
C 06	Protocolo compuesto de difusión	547
6.	CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	575
7.	FUENTES DOCUMENTALES Y BIBLIOGRÁFICAS	585
ANEXO A1.	ENCUESTA – ENTREVISTA A PROFESIONALES	607
A1.1.	Planteamiento general	609
A1.2.	Profesionales encuestados	609
A1.3.	Encuesta – entrevista y respuestas	610
A1.4.	Conclusiones	618

AGRADECIMIENTOS

Cuando Gaspar Muñoz Cosme acepta en 2008 la propuesta de tesis de un profesional que ha desarrollado su labor como arquitecto restaurador durante un largo periodo y quiere establecer un acercamiento científico a esa experiencia, se implica en un sugestivo trabajo resultado de mi experiencia durante más de 25 años. Gracias a sus indicaciones y apoyo, no solo he podido concluir esta tesis, sino también compartir otros aspectos relacionados con el patrimonio cultural, algo que valoro aún más. Durante este proceso, me he sentido plenamente acogido por la Universidad Politécnica de Valencia.

El Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico inicia en 1991, con la restauración del Museo de la Capilla Real, la puesta a punto de una metodología rigurosa, basada en la conservación preventiva, de la que participo compartiendo experiencias con José Guirao Cabrera, Román Fernández-Baca Casares, Raniero Baglioni y María José González. También, he recibido un apoyo especial de Silvia Fernández Cacho, que me aconsejó presentar mis trabajos, coincidiendo con otros profesionales como Ignacio Henares Cuéllar, Víctor Pérez Escolano, José Castillo Ruiz y Ángel Isac Martínez de Carvajal.

En las Catedrales de Jaén y Granada y en la Capilla Real de esta última ciudad, he tenido la oportunidad de desarrollar ampliamente la experiencia restauradora que alimenta esta tesis, lo que agradezco a sus Cabildos, a la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía y al Instituto del Patrimonio Cultural de España. Asimismo, destaco el papel de María del Mar Villafranca, directora del Patronato de la Alhambra y Generalife, y del personal técnico del organismo, que han confiado en mí para intervenir en el monumento. De forma similar, Elena Díez Jorge y Begonia Moreno Escobar, Vicerrectoras de Infraestructuras de la Universidad de Granada, han facilitado el desarrollo de otras intervenciones en el contexto de esta tesis.

Con un extenso equipo de científicos de la Universidad de Granada, he compartido el estudio y seguimiento de numerosas restauraciones desde 1992. Especialmente, destaco mi relación con el Grupo de Investigación de Mineralogía y Petrología, y el Equipo de Microbiología encabezados por Eduardo Sebastián Pardo e Inés Martín, respectivamente.

Entre 2008 y 2013, estudio las intervenciones realizadas desde 1989 bajo el paraguas de un hilo conductor, de carácter técnico-científico, motivado y apoyado en una metodología rigurosa. Para esta labor paciente y diaria, he contado con la ayuda de distintos colaboradores como Francisco Campos Fernández, Néstor Cruz Ruiz, Diego Garzón Osuna, Palma Pajarón Bermúdez-Cañete, Ignacio Pascual Martínez, Lola Payer Gallego, Rosa Pérez de la Torre y Paloma Vázquez del Rey Hervás.

Finalmente, debo a María Luisa y a mis hijos Pedro, Ángela y Lucía el apoyo y el ánimo que me han prestado durante todo este tiempo, en el que he compartido con ellos los momentos de satisfacción y, también, de preocupación propios de una actividad tan intensa.

RESUM

Aquesta tesi doctoral és el resultat d'una dilatada experiència d'investigació al voltant de la funció essencial protagonitzada pel vessant tecnicocientífic en la restauració de béns immobles, principalment. Amb aquesta finalitat, s'ha perseguit presentar-la, de forma ordenada i sistemàtica, de manera que se'n potencie l'aplicabilitat pràctica per part dels diversos agents que intervenen en els processos d'intervenció. Encara que aquesta metodologia se centra, sobretot, en edificis amb una àmplia casuística des del punt de vista de la conservació, és exportable també a altres casos per a utilitzar-se com a eina en l'elaboració i el desenvolupament del projecte i la intervenció restauradora.

Es demostra que és possible establir una retroalimentació entre l'obra i el treball analític per a depurar un sistema d'actuació que facilite l'aplicació dels coneixements i aclarisca el procés restaurador. Aquesta investigació ha donat com a resultat un nucli cohesionat de pautes que fa de motor d'arrancada per a l'aplicació de procediments tecnicocientífics tot creant una àmplia xarxa de relacions, de manera que les experiències desenvolupades esdevenen models d'intervenció en destacar-ne la part més interessant de cadascuna.

El mètode seguit s'hi presenta en forma de protocols, articulats de manera clara, per a crear un sistema jerarquitzat i ramificat en el qual les seqüències lògiques es poden executar de forma independent, en funció de les prioritats o necessitats, per a facilitar-ne la realització. Ha sigut plantejat, de manera directa, utilitzant un llenguatge tècnic assequible per als diversos agents que intervenen en els processos. L'eina aconseguida és versàtil i apta per a servir de guia de bones pràctiques en les intervencions.

Un dels eixos fonamentals de desenvolupament és la conservació preventiva que estableix la necessitat de planificar les accions estudiant els riscos a què està sotmès el patrimoni cultural, adoptar mesures per a evitar possibles afeccions i procurar el manteniment correcte de les característiques materials, estratègies que permeten una gestió més adequada dels recursos disponibles. Aquesta visió integradora inclou una comunicació constant amb els actors implicats i garanteix la sostenibilitat del procés.

La investigació aplicada s'ha organitzat a partir del cas concret de la catedral de Jaén, que presenta unes condicions excepcionals per a verificar la relació entre diferents processos de deterioració i l'aplicació d'una metodologia de restauració en circumstàncies reals i amb una disponibilitat limitada de recursos. Encara que aquest immoble actua com a font principal de l'experiència, hi ha exemples abundants que provenen fonamentalment d'altres edificis en els quals s'ha aplicat el mateix criteri seqüencial per a ordenar la informació i poder-la utilitzar de forma coherent i organitzada.

ABSTRACT

This doctoral dissertation is the result of a long research experience on the key role of science and technology in the restoration of immovable cultural heritage. The orderly and systematic presentation of the information increases its applicability by the various parties involved in the intervention. Although this methodology focuses mostly on building preservation, it can also be used as a tool for the elaboration and development of the project and the restoration effort.

It is demonstrated that it is possible to establish feedback mechanisms between the project and the analytic work, thus refining a system that facilitates knowledge application and clarifies the restoration process. This research has resulted in a cohesive set of guidelines that work as catalyst for the application of technical and scientific procedures. These guidelines create a broad network of relationships, highlighting the most prominent aspects of realized experiences and turning them into intervention models.

The method is presented in the form of protocols. They are clearly articulated to create a hierarchical and ramified system in which the logical sequences can be executed independently and easily based on the priorities or needs. The method has been set forth in a direct way, using technical language in a way that is understandable to the different parties involved in the processes. The tool achieved is versatile and can serve as guideline of good practice in interventions.

A fundamental development axis is preventive conservation. It establishes the need to plan the actions by analyzing the risks that threaten cultural heritage, adopt measures to avoid foreseeable affections, and correctly maintain its material characteristics. These strategies allow for a better management of available resources. This integrative view includes constant communication with the parties involved and guarantees the sustainability of the process.

The applied research focuses on the Cathedral of Jaen, which presents exceptional conditions to verify the relationship between different deterioration processes and the application of a restoration methodology in real circumstances and under a limited availability of resources. Although this cathedral is the main source of study, there are numerous examples from other projects in which the same sequential criteria were applied to organize information and utilize it in a coherent and systematic manner.

RESUMEN

Esta tesis doctoral es el resultado de una dilatada experiencia de investigación en torno al papel esencial protagonizado por la vertiente técnico–científica en la restauración de bienes inmuebles principalmente. Para ello, se ha perseguido presentarla, de forma ordenada y sistemática, potenciando su aplicabilidad práctica por parte de los diferentes agentes que intervienen en los procesos de intervención. Aunque esta metodología se centra, sobre todo, en edificios con una amplia casuística desde el punto de vista de la conservación, es exportable también a otros casos para utilizarse como herramienta en la elaboración y desarrollo del proyecto y la intervención restauradora.

Se demuestra que es posible establecer una retroalimentación entre la obra y el trabajo analítico para depurar un sistema de actuación que facilite la aplicación de los conocimientos y clarifique el proceso restaurador. Esta investigación ha dado como resultado un núcleo cohesionado de pautas que hace de “motor de arranque” para la aplicación de procedimientos técnico – científicos creando una amplia red de relaciones, de forma que las experiencias desarrolladas se convierten en modelos de intervención al destacar lo más interesante de cada una.

El método seguido se presenta en forma de protocolos, articulados de manera clara, para crear un sistema jerarquizado y ramificado en el que las secuencias lógicas pueden ejecutarse de forma independiente, en función de las prioridades o necesidades, facilitando su realización. Ha sido planteado, de manera directa, utilizando un lenguaje técnico asequible para los diferentes agentes que intervienen en los procesos. La herramienta conseguida es versátil y apta para servir de guía de buenas prácticas en las intervenciones.

Uno de los ejes fundamentales de desarrollo es la conservación preventiva que establece la necesidad de planificar las acciones estudiando los riesgos a los que está sometido el patrimonio cultural, adoptar medidas para evitar posibles afecciones y procurar el mantenimiento correcto de sus características materiales, estrategias que permiten una gestión más adecuada de los recursos disponibles. Esa visión integradora incluye una comunicación constante con los actores implicados garantizando la sostenibilidad del proceso.

La investigación aplicada se ha organizado a partir del caso concreto de la Catedral de Jaén, que presenta unas condiciones excepcionales para verificar la relación entre diferentes procesos de deterioro y la aplicación de una metodología de restauración en circunstancias reales y con una disponibilidad limitada de recursos. Aunque dicho inmueble actúa como fuente principal de la experiencia, existen abundantes ejemplos que provienen fundamentalmente de otros edificios en los cuales se ha aplicado el mismo criterio secuencial para ordenar la información y poderla utilizar de forma coherente y organizada.

01 Introducción

El siglo XIX otorga un estatus nuevo a las antigüedades. Según Françoise Choay, “el monumento histórico entra entonces en su fase de consagración, que durará hasta la década de 1960 o, tomando una fecha simbólica, hasta 1964, año de redacción de la Carta de Venecia” (Choay, 2007: 113-115), cuyo marco teórico continúa siendo deudor del que se construye en el ochocientos.

Ese periodo comprende las contribuciones de distintos países europeos a la teoría y práctica de conservación de los monumentos históricos. En este contexto, destaca el avance de la reflexión británica, inspirada en el movimiento romántico y representada por John Ruskin, y la apuesta de Italia y los países germánicos por la innovación (Choay, 2007). También, tienen lugar el descubrimiento de las ciencias físicas y químicas, la invención de técnicas aplicadas y el progreso de la historia y de la arqueología, acontecimientos que marcan conjuntamente el desarrollo de la restauración de monumentos como disciplina autónoma.

Es importante subrayar que justamente el año de 1964 supone el cierre de un largo periodo de renovación conceptual y, al mismo tiempo, la apertura de otro muy relevante consistente en el debate sobre los bienes culturales en la Italia de los setenta del siglo XX con la Comisión Franceschini como protagonista. Esta profunda transformación implica la entrada de la ciencia y la técnica en el ámbito del patrimonio de forma planificada, al tiempo que se adopta la nueva denominación de “bien cultural” y aparece en escena un aspecto complejo y necesario relativo a su gestión: la plena implicación de la economía en la cultura y, con ella, la posibilidad de utilizar los recursos financieros, generalmente obtenidos de la visita turística, para producir el cambio. Si los bienes culturales producen riqueza, esta debe utilizarse para preservarlos dentro de un entorno innovador.

A mediados del siglo XIX se produce un debate de interés que se encadena con las transformaciones de la era industrial y la producción de objetos de uso. Es, en cierto modo, una puerta “lateral” del cambio que tiene lugar desde el comienzo de la centuria y que conduce por otro camino, algo más distante del patrimonio inmueble, a un marco estético desenfadado y renovador basado en aspectos técnicos apoyados en la traza y en el dibujo geométrico. La inspiración de partida es la decoración alhambresca que proyecta a un registro diferente los recursos estilísticos utilizados en la producción de objetos. Tonia Raquejo recalca los esfuerzos de la primera escuela de diseño inglesa, fundada en 1832, por implantar los diseños basados en la abstracción geométrica:

Ante los positivos, pero insuficientes resultados obtenidos de la enseñanza artística en las escuelas, se acordó llevar a cabo un reforma que enfocase las actividades de este centro más hacia las necesidades industriales, es decir, hacia la creación de diseños estéticamente bellos, de utilidad práctica y capaces de ser reproducidos mecánicamente (1990: 117).

Ciertamente, esta idea renovadora, en confrontación permanente con motivos decorativos naturalistas, logra afianzar un modelo alternativo que tiene logros destacables, incluso en la Exposición Internacional celebrada en Londres en 1862 en plena producción de materiales para ambientar los hogares ingleses y europeos.

Este cambio que se produce en la enseñanza de las artes decorativas en las escuelas de diseño en Inglaterra y su enfoque preferente hacia las necesidades industriales prepara la llegada de un movimiento renovador más profundo. Concretamente la aparición del Departamento de Arte y Ciencia, creado en 1852, y el papel que juega Henry Cole y su periódico *The Journal of Design and Manufactures* (Raquejo, 1990) son aspectos destacables que reflejan un clima de cambio muy importante para la aplicación de una mirada basada en la técnica, el trazado geométrico y los estudios de proporciones para producir materiales seriados, hecho que tiene hondas repercusiones en el panorama de la forma y la función a lo largo de todo el siglo.

El revival nazarí, con las indagaciones sobre las decoraciones de la Alhambra, suscita un debate de fondo que interesa para el propósito de este trabajo, ya que se producen dos posicionamientos: uno romántico y otro progresista. El primero se desarrolla en la literatura y en contextos como la jardinería, la arquitectura doméstica y otras propuestas de recreación contextual, y el segundo que se ocupa de adaptar el ornamento alhambresco a las posibilidades mecánicas virando, más tarde, hacia las artes decorativas. Este retraso en la adopción plena de este cambio figurativo está justificado por el gran apego a la tradición en la enseñanza de las Escuelas de Bellas Artes (Raquejo, 1990), pero al final resulta decisivo y se establece un vínculo entre la producción de objetos y la investigación técnico-científica de la Europa inmediata a la Segunda Guerra Mundial con la aparición de la Bauhaus que hace gala de una enseñanza fuertemente experimental.

La llegada de la revolución industrial constituye un proceso de transformación en lo que respecta a los modos tradicionales de producción e intervención, pero también de degradación del entorno humano, aspecto que contribuye a invertir la jerarquía de valores atribuidos a los monumentos históricos y a privilegiar particularmente los estéticos. Para entonces, como afirma Françoise Choay “el mundo consumado del pasado pierde su continuidad y la homogeneidad que le confiere la permanencia del quehacer manual de los hombres” (2007: 120). El monumento histórico se concibe como una herencia irremplazable.

Atrás queda, por tanto, el pasado como continuidad del devenir desarrollada por el presente y por el futuro. Esta nueva consideración de los objetos del pasado como elementos inmutables requiere la gestación de una práctica específica desempeñada por profesionales especializados: “los arquitectos de los monumentos históricos que el siglo XIX tuvo que inventar” (Choay, 2007: 121).

Esta incisiva reflexión sirve para apostillar un cambio importante en el tratamiento de los monumentos. La entrada de estos arquitectos especializados añade complejidad y, en algunos casos confusión, al proceso evolutivo que sufre la intervención del patrimonio inmueble la cual se va desgranando como una actividad volcada sobre los edificios antiguos que produce posicionamientos, controversias y, finalmente, distintas metodologías aplicadas para su recuperación.

En el transcurso del siglo XX, los estudios preparatorios para la conservación y la restauración de los monumentos históricos requirieron la adquisición de conocimientos científicos y técnicos nuevos relacionados, en particular, con las patologías de los materiales (Choay, 2007).

Según Ignacio Represa, el análisis de dichas patologías constituye una tarea previa a cualquier intervención, si bien:

No basta con la atenta y fina observación visual para poder establecer un diagnóstico preciso, es necesario acudir a sistemas de información complementarios que confirmen o no las conclusiones provisionales tradicionalmente obtenidas. Haciéndose precisa la colaboración de los distintos campos de investigación historiográfica y científico-técnica (1992: 181).

Marian del Egidio otorga gran importancia a la controvertida, pero válida clasificación que el filósofo alemán Heinrich Ricket realiza de las ciencias conforme al método que emplean en su artículo “Reflexiones sobre las ciencias aplicadas y la conservación del patrimonio”. Como resultado, surgen dos grupos claramente diferenciados:

Las que aplican el método naturalista, buscando leyes para el conocimiento general, y las que se valen del método histórico para el conocimiento de lo singular. A las primeras pertenecen las ciencias exactas, fisicoquímicas y biológicas que analizan el universo natural con especial énfasis en el uso del método científico en su versión más positivista. Las segundas se ocupan de las manifestaciones materiales e inmateriales de las sociedades y de la interpretación del sentido de la acción humana. Entre ellas, se encuentra la historia, la arqueología y la antropología (2008: 13).

Como al ámbito del patrimonio se han incorporado nuevos parámetros de valoración superando los anclajes tradicionales de las intervenciones relacionados con los aspectos artísticos e históricos de los bienes objeto de proyecto, se ha producido una entrada en escena de nuevas disciplinas interesadas en desplegar todo su saber para alcanzar, de manera más integral y avanzada, los fines ahora perseguidos. Tanto es así, que cualquier propuesta metodológica actual plantea la imbricación de las cien-

cias naturales y culturales aplicadas a la conservación y restauración del patrimonio histórico, así como la interdisciplinariedad como característica intrínseca de progreso (Egido, 2008).

Esta mirada indagadora ha incorporado de forma importante los estudios técnico–científicos en la restauración. La complejidad ha aumentado considerablemente, debido a que la ciencia tiene desarrollada ampliamente una metodología que se puede aplicar al patrimonio cultural, si bien hay que extremar el cuidado para que este esfuerzo conduzca a mejorar los procedimientos de intervención.

Los ejemplos de interés proceden también de la conservación de los bienes muebles en aquellos contextos en los que se custodian como museos u otros inmuebles que los albergan, aunque no sean en sí mismos instituciones museísticas. Resulta un ejemplo revelador por la interacción mueble–inmueble que da como resultado una casuística de gran riqueza para el patrimonio cultural. Seguramente este interés por la comprobación de las condiciones de conservación de bienes de gran valor material e inmaterial ha hecho que la vertiente preventiva se desarrolle con tanta naturalidad en el entorno de los profesionales que atienden a los bienes muebles en los museos y centros afines.

Un enfoque de interés en este ámbito corresponde al mundo anglosajón, que tiene instituciones pioneras en el campo de la museística. Garry Thomsom plantea en *The Museum Environment* un interesante discurso sobre los tres grandes factores que inciden en la conservación (1986):

- Luz.
- Humedad.
- Calidad del aire.

Lo novedoso del planteamiento, teniendo en cuenta que la primera edición de esta obra se produce en 1976, es su eminente carácter práctico, ya que cuenta con una sugerente división establecida en dos grandes partes: la primera concebida como un manual y dirigida a los restauradores y conservadores; y la segunda, con un alcance científico mayor, destinada a los profesionales especializados con mayores conocimientos en la ciencia básica. Otro aspecto innovador es el brevísimo apéndice concebido como un sumario de las especificaciones técnicas usuales en materia de iluminación, humedad relativa, temperatura y calidad del aire. En este apartado se concentran, además, los límites que debe presentar el ambiente de un lugar en el que se custodien obras de arte. Traslada al apéndice la división de los ambientes en “Clase 1” y “Clase 2” (Thomson, 1986: 268-269): los primeros característicos de los museos más importantes y los segundos propios de edificios históricos y templos menos preparados para un control exhaustivo y con piezas muebles adaptadas a condiciones menos predecibles que los museos. Es obvio que las condiciones de conservación en ambos casos tienen diferentes exigencias, pero en todos ellos está presente la correcta salvaguarda del patrimonio cultural.

El autor habla de la necesidad creciente de una medicina preventiva de la conservación (Thomsom, 1986), términos con los que incide explícitamente en un lenguaje que tiene un paralelo con la medicina y se aplica con éxito en la restauración. Con esta expresión, hace referencia a un dispositivo que cambia la forma de enfocar la conservación del patrimonio cultural en todos los ámbitos, ya que las actuaciones más interesantes para el futuro del bien cultural se dirigen a prevenir las causas, a tratar que sus condiciones de conservación sean las más adecuadas desplegando, al mismo tiempo, toda una serie de comprobaciones y medidas que permitan tomar decisiones, adoptar pautas de revisión periódica, corregir los factores de deterioro y, en cualquier caso, actuar sobre el medio (sobre las causas) con un conocimiento preciso de lo que sucede. En el prólogo de la segunda edición (Thomsom, 1986) se apunta cómo la conservación preventiva se encuentra en pleno proceso de crecimiento, hecho que avala la aparición de numerosos estudios que siguen la misma dirección.

De esta forma, centra muy bien la última década del siglo XX, periodo en el que convergen la ciencia y la técnica para construir un enfoque multidisciplinar que no solo se concentra en el bien cultural, sino en el ambiente que lo rodea, en su contexto. Este hecho tendrá, poco más tarde, una importancia fundamental en la construcción del discurso del territorio en relación con el patrimonio cultural. El salto de escala es un hecho y aparecen las cartas de riesgo para entronizar aquellos aspectos que condicionan a los bienes inmuebles de forma importante. Se utiliza la predicción de los fenómenos naturales y su incidencia en dichos bienes para prevenir sus efectos, para defender a las estructuras construidas dotándolas de una mayor estabilidad o para actuar sobre el medio hasta donde lo permite cada circunstancia particular y los medios disponibles.

Las dificultades encontradas en el camino son numerosas, debido a la distinta naturaleza de las metodologías de trabajo. Por este motivo, en opinión de Marian del Egido:

Para superar estos problemas sin necesidad de renunciar a ningún principio básico, el acercamiento terminológico a un lugar común entre los profesionales implicados debe ser objetivo principal. Por ello, las ciencias y técnicas aplicadas a la conservación deben conjugar la necesaria descripción de los procesos con la comunicación en un marco interdisciplinario. No obstante, esto se convierte también en acicate para el aumento de un continuo interés por parte de los profesionales de la conservación por mejorar y completar nuevas tecnologías y metodologías técnicas aplicables a este campo (2008: 15).

Complementariamente, partiendo de los presupuestos básicos de esta tesis, se recalca la necesidad no sólo de incorporar depurados dichos avances, sino también de perfeccionar los mecanismos de trabajo mediante el establecimiento de sistemáticas claras que permitan ordenar los procedimientos dándoles coherencia en el contexto. De esta forma y partiendo de la experiencia, también se clarifican e innovan las propias metodologías optimizando su convergencia en el marco del sistema.

Como no podía ser menos, “el incremento de la actividad científica y tecnológica de las últimas décadas ha afectado también a la conservación, produciendo nuevos materiales y adaptando tecnologías que dibujan un estimulante panorama de novedades” (Egido, 2008: 21). Asimismo, se ha pasado “de experiencias numerosas, aisladas, deshilvanadas, tímidamente iniciadas en el siglo XVIII y XIX a una disciplina que se perfila progresivamente como una magnífica posibilidad para la conservación” (Nieto, 1970: 26). Pero este grado de desarrollo de las ciencias aplicadas a la intervención no solo ha dado lugar al perfeccionamiento metodológico o a la aplicación de tecnologías conocidas y ensayadas por otras disciplinas, sino también al desarrollo de investigaciones científicas experimentales enmarcadas en este ámbito (Egido, 2008). A este rico y cambiante panorama, se suma el principal propósito de este trabajo: incrementar la calidad metodológica de las intervenciones.

Los protocolos constituyen un método que propicia la comunicación entre la ciencia y la restauración, ya que pueden considerarse un instrumento para normalizar e integrar la información técnico-científica, los patrones de medición, los estudios previos y análisis, las actuaciones, y su seguimiento en un ámbito complejo de trabajo en el que intervienen numerosos agentes. Estas relaciones ordenadas permiten concebir la conservación preventiva como una actividad organizada en la que pueden integrarse los diferentes actores que trabajan en la conservación de los bienes inmuebles.

Se trata de poner de manifiesto la importancia del protocolo en el sector empresarial superando la estricta noción del término dirigida a integrar normativas y disposiciones internas capaces de ordenar su proyección pública. Es decir, los protocolos también pueden configurarse como magníficos instrumentos para organizar la forma de actuar de dicho sector en los quehaceres propios de su día a día y en la relación que mantienen los profesionales que pertenecen a él.

Empleando las palabras de Miguel Díaz (1995), Sierra y Sotelo refieren, de la siguiente manera, las actitudes y carácter de estos profesionales:

Una de las características básicas del profesional que aplique el protocolo ha de ser la flexibilidad y la sensatez, precisamente porque el protocolo no es una ciencia exacta y debe amoldarse a cada acto en particular. Su condición dinámica y, en muchos casos innovadora, hace indispensable que el profesional encargado de aplicar el protocolo tenga la formación adecuada y los conocimientos fundamentales para obtener como resultado el buen desarrollo de los actos (2008, p. 14).

Estas reflexiones inspiran algunos de los aspectos que centran los objetivos y el desarrollo de esta tesis: la utilización de procedimientos técnico-científicos que se optimizan para insertarlos en la conservación preventiva con la intención de trabajar en base a una serie de pautas que sirvan a los diferentes actores implicados en la restauración del patrimonio inmueble.

02 El marco de referencia/Antecedentes

Partiendo de la importancia otorgada a los precedentes como hechos indispensables para entender la compleja y rica evolución temporal de un asunto y posicionarse en el presente, este capítulo se dirige principalmente a cumplir este propósito en lo que respecta a la intervención en el patrimonio cultural. Para ello, se realiza un recorrido elemental por las motivaciones y experiencias relacionadas con la necesidad de perpetuar la herencia cultural del pasado desde épocas distantes en el tiempo hasta el momento en el que la restauración nace como disciplina científica a mediados del siglo XIX. A partir de entonces, es posible realizar un seguimiento más preciso de la aplicación de la técnica y de la ciencia en los procedimientos de trabajo, debido a la introducción de ambas en escena de manera más consciente.

Sentadas las bases de la profesionalización técnico-científica de la restauración y conservación, resulta ineludible acudir al caso de Italia, debido a su carácter precursor en relación a los modos de proceder en el ámbito objeto de estudio. Seguidamente, se incide en España de la mano de Leopoldo Torres Balbás y Francisco Prieto-Moreno, arquitectos excepcionales que desarrollan su trabajo antes y después de la Guerra Civil en la Séptima Zona, gracias a los cuales es posible constatar la voluntad constante de preservar el patrimonio inmueble en base a coyunturas diferentes, y a motivaciones y perspectivas, en ocasiones coincidentes.

El capítulo se cierra con un recorrido que parte de la profesionalización técnico-científica de la disciplina y su correspondiente apoyo doctrinal y normativo, se desarrolla en torno a experiencias profesionales recientes de acercamiento a la materialidad del objeto y finaliza otorgando una significación especial a la conservación preventiva como eje de las acciones sobre los bienes objeto de estudio, en las que entran plenamente en juego los desarrollos tecnológicos y científicos más innovadores, para anticiparse a posibles daños.

2.1. Aproximación al inicio de la restauración del patrimonio inmueble desde perspectivas científicas

Partiendo de la existencia de actitudes contrapuestas conservativas o irrespetuosas hacia el patrimonio mueble e inmueble a lo largo del tiempo y dejando a un lado sus cualidades formales, puede afirmarse que su vocación de permanencia está presente, generalmente de manera preventiva y sutil, en la forma de trabajar de los artífices desde épocas remotas.

No es tanto objeto de esta investigación realizar un análisis exhaustivo de esta rica experiencia y sus motivaciones en materia de intervención, sino desentrañar, de manera

sintética, las principales claves de este devenir incidiendo especialmente en la voluntad de innovación propia de cada momento. De esta manera, es posible constatar la acción transformadora de la técnica y de la ciencia hasta llegar al presente, tiempo caracterizado no solo por un amplio y variado abanico de posibilidades, sino por el concurso de numerosas disciplinas en busca de una acción integradora.

2.1.1. Experiencias pioneras

El análisis de la evolución histórica de la intervención desde el punto de vista técnico presenta una gran complejidad, debido a la escasez de datos existentes y a la dificultad que implica recurrir a la toma y análisis de muestras de materiales, práctica relativamente reciente hasta hace poco.

En el Antiguo Egipto el tratamiento de los elementos heredados del pasado constituye una forma de conseguir la renovación como respuesta a la búsqueda constante de la eternidad (Macarrón, 2002). Los artesanos y artistas emplean los materiales y las técnicas más avanzadas a su alcance para prolongar, todo lo posible, la vida de los objetos relevantes para su cultura.



Acuarela del Teatro de Epidauro (Grecia).

En las antiguas civilizaciones griega y romana también se constata un interés conservacionista en las creaciones artísticas. Según Ana María Macarrón, dicha inclinación “se manifiesta en una cuidadosa elección de los materiales y las técnicas empleadas en la producción y en la aplicación de medidas posteriores para evitar o ralentizar la degradación de los objetos” (Macarrón, 2002: 23). Concretamente, en el ámbito de la edificación, el arquitecto romano Marco Vitruvio Polión recoge en su obra *Los Diez Libros de Arquitectura* una serie de observaciones sobre el comportamiento de los materiales y los factores que los degradan, así como recomendaciones sobre la mejor manera de construir un edificio.

Esta aportación vitruviana hay que situarla, entre otros ámbitos, en el contexto crítico en el que se desarrolla la teoría y estudios sobre los tratados de arquitectura, ya que el discurso sobre la técnica de construir lleva a una interesante revisión de los principios sobre los cuales se asienta la forma de proyectar y edificar a lo largo del tiempo.

Se difunde a través de múltiples traducciones desde la edición “princeps” de 1486 publicada por Giovanni Sulpicio de Verola. Como dato significativo, destacan las dificultades de comprensión de un texto de por sí complejo, del que han surgido lecturas opuestas y contradictorias que han generado una rica controversia. Quizá el aspecto más destacable sea la triada propuesta por el autor: “firmitas, venustas y utilitas” correspondiente al Capítulo III del Libro Primero (Vitruvio, 1970: 16-17), que se convierte en referencia obligada para los estudiosos de su obra y que, sin embargo, en opinión de José Luis González no presenta un carácter tan determinante en el conjunto (González, 1993).

Se deducen varios aspectos que interesa comentar por el curso que toma la relación arquitectura–construcción hasta prácticamente la entrada del siglo XX. La primera cuestión es el reconocimiento de la triada del Capítulo III del Libro Primero “De las partes en que se divide la arquitectura” como principio inspirador de una obra arquitectónica que debe perdurar en el tiempo en condiciones idóneas, ya que se habla de firmeza, comodidad y hermosura (Vitruvio, 1970). La segunda se deduce del Capítulo II “En qué consiste la Arquitectura” en el que se establecen seis categorías:

Orden de las partes con una magnitud justa en relación a su uso, disposición de suerte que formen un conjunto elegante, euritmia para garantizar el bello y grato aspecto de las partes, la simetría o proporción, el decoro en relación con las costumbres y la distribución con el debido y mejor uso posible de los materiales y de los terrenos (Vitruvio, 1970: 12-16).

En ninguna de estas partes hay un reconocimiento explícito de la materialidad de la arquitectura, “salvo que se la considere como fuente de gastos” (González, 1993: 37). La tercera es una lectura crítica del planteamiento global del tratado y de su desarrollo, ya que el saber constructivo descansa sobre los oficios y la maestría de los operarios, pero no se traslada al proyecto, a la concepción del ente arquitectónico, disociación que se mantiene en los tratados durante largo tiempo.

Un aspecto importante, a modo de ejemplo revelador, que produce una gran confusión y un uso incorrecto del procedimiento constructivo es la forma en la que se detalla la fabricación de un muro con la técnica romana del “opus caementicium”, de la que se derivan tres versiones principales: “opus incertum”, “opus reticulatum” y “opus testaceum”. En la técnica romana todas las opciones tienen una gran ventaja: las dos caras externas y la interna están solidarizadas gracias a la irregularidad expresamente buscada de la cara posterior de las dos hojas exteriores sean mampuestos sin concertar, piezas escuadradas de piedra o ladrillo, trabajando incluso ese reverso en forma piramidal o puntiaguda para conseguir la trabazón del conjunto.



Panteón de Roma.

La forma en la que expresa Vitruvio esta técnica en el Libro II, Capítulo VIII “De las Clases de edificación” (Vitruvio, 1970), es confusa a pesar de la experiencia probada de este sistema en el mundo romano. En las traducciones se interpreta de muchas formas induciendo a un error importante de construcción que se perpetúa en las edificaciones con este tipo de fábricas, ya que se difunde una versión mucho más inestable que es el muro de tres hojas independientes donde las dos caras externas carecen de traba con el núcleo central que hace de relleno, lo que aumenta las posibilidades de deterioro y la separación literal de las capas, provocando serios problemas de estabilidad y conservación. El primer testimonio gráfico que interpreta la composición del muro de Vitruvio parte de las descripciones de Alberti, haciendo un flaco favor a la técnica del “opus caementicium” al reflejar una visión irreal de este procedimiento constructivo.

Este hecho prueba la dificultad de transmisión del saber en la construcción, dado el peso que adquieren otros aspectos relativos a la organización, la composición o la estética y la confianza en los oficios como depositarios del saber.

Durante el periodo vinculado a las incursiones bárbaras y a la caída del Imperio Romano, el panorama de la intervención se caracteriza tanto por la reutilización de materiales como por el aprovechamiento y transformación de los edificios preexistentes para adaptarlos a las nuevas pautas constructivas y a las ideas religiosas, estéticas y políticas imperantes (Macarrón, 2002).

En la Edad Media lo más significativo en lo que respecta al panorama de la intervención es la reutilización de materiales, debido a la pobreza tecnológica, comercial y económica, hechos que llevan aparejada la recurrente destrucción de monumentos, cuyo último destino es, en muchos casos, la conversión en canteras de piedra. Otros, en cambio, son reparados con el objeto de reutilizarlos adaptándolos a nuevos usos y gustos, lo cual suele implicar modificaciones estructurales y ampliaciones considerables.

Como dato revelador, destaca la forma de concebir la intervención como medio para transformar la dimensión estética de la obra, y el desarrollo complementario de la técnica y la artesanía. Como resultado, se redactan “los primeros documentos o tratados relacionados con el arte, fundamentalmente dedicados a la pintura, que recogen las severas pautas técnicas, fruto de la experiencia, en los monasterios y talleres seculares” (Macarrón, 2002: 57).



Catedral de Sevilla desde el Patio de los Naranjos.

En lo que se refiere al ámbito de la arquitectura, los gremios y las logias masónicas ejercen un fuerte control sobre los oficios vinculados con las obras. La piedra se escoge cuidadosamente por el maestro de cantería, atendiendo a su resistencia, facilidad de labra, adherencia de los morteros y comportamiento ante los factores climáticos, eliminando los defectos como grietas fósiles, nudos y vetas. Incluso las piezas se cortan en paralelo al estrato de formación (Martínez, 1998).

El Renacimiento constituye un movimiento dorado para las artes, debido a la simultaneidad de la excelente producción artística desarrollada, fiel reflejo del espíritu humanista e independiente, los avances del pensamiento racionalista y de las ciencias.

El ámbito de la tratadística arquitectónica se caracteriza por la influencia de Vitruvio. En este marco destaca *De Re Aedificatoria* (1452) de Leon Battista Alberti, obra que constituye una temprana y acertada forma de integrar el conocimiento de la construcción en la teoría arquitectónica. La preocupación de Alberti por la comodidad térmica y acústica o por la salubridad, dotan a su propuesta de una modernidad que ha sido escasamente reconocida en lo que respecta al comportamiento de los materiales.

Precisamente, como señala José Luis González, su visión sobre la construcción le predispone para establecer una temprana consideración sobre patología y restauración, aspecto que se relacionará más adelante con los objetivos que emergen en la restauración científica a partir del siglo XIX:

Los vicios de los edificios, tanto públicos como particulares, pueden ser unos del arquitecto, cuyo carácter formará parte de su esencia, y otros que serán originados por otros factores. Unos pueden ser enmendados con arte e ingenio y otros no pueden enmendarse de ninguna manera (González, 1993: 57).

Otra experiencia importante en lo que respecta a la relación entre construcción y arquitectura es la obra de Vincenzo Scamozzi (1552-1616): *Dell'idea dell'architettura universale*, resultado de su experiencia real como arquitecto. Es el primer tratado escrito por un profesional de la arquitectura con dilatada experiencia, junto con el de Fray Lorenzo Arte y uso de la Arquitectura (1639), ya que Alberti redacta el suyo cuando aún no ha construido. Siguiendo al citado autor, se puede considerar a Alberti como:

Un intelectual que teoriza sobre el origen de la forma arquitectónica, mientras que Scamozzi es un arquitecto que muestra su experiencia sobre las dificultades de su realización. Cualquiera de las dos son opciones útiles para reflexionar sobre la construcción arquitectónica. Pero la historia se encarga de demostrar que son dos opciones sin ningún tipo de continuación (González, 1993: 80).

Es especialmente interesante la visión de la construcción como proceso que se deduce de los trabajos de Scamozzi, por la forma de ordenar y sistematizar la presentación de los mismos. Dora Wiebenson considera, citando a Lorenzana Olivato Puppi, que el



Danzante ~33 a.C.



torso de Artemisa
(Figurita terracota)



Juguetes



propio arquitecto, en la búsqueda de una afirmación objetiva e indiscutible, entiende la arquitectura como “una ciencia que cuenta con sus propias leyes, ciertas e indiscutibles, y que puede enseñarse y demostrarse, al igual que las matemáticas y otras disciplinas aprendidas” (Wiebenson, 1988: 83).

Dejando a un lado la tratadística arquitectónica, también es un periodo propicio para las innovaciones técnicas que preceden a los ingenios ópticos, artificios capaces de captar y proyectar la imagen, entre las que cabe destacar la cámara oscura. Dicho ingenio, oficialmente descrito en el libro *Magia Natural* (1558) por Giovanni Battista della Porta, es utilizado por los pintores del siglo XVII para resolver problemas de perspectiva, pues “resulta más sencillo transcribir la imagen en dos dimensiones que proyecta la cámara oscura, que trabajar con la tridimensionalidad” (Garrido, 2007: 37-38). En realidad, los artificios basados en este y otros principios permiten a los pintores abocetar con precisión, tanto en los retratos como en los paisajes, y llegar a una perfección en el encaje de la figura humana, los objetos de geometría compleja y los ambientes, con una rotundidad imposible de conseguir con el registro del ojo. Esta nueva dimensión que alcanza la pintura es analizada con bastante finura por David Hockney (2001), autor que distingue los trabajos de diferentes pintores, a partir del uso de instrumentos auxiliares basados en la ciencia y la técnica, especialmente la óptica.

La admiración por la cultura de los clásicos provoca una búsqueda y recuperación de aquellos vestigios vinculados a ella a través de la arqueología y la historia (Macarrón, 2002), al tiempo que se produce una contradicción entre la conservación del pasado y el desarrollo de la nueva sociedad. Las destrucciones y alteraciones de elementos precedentes están a la orden del día en un contexto en el que priman intereses materiales y políticos muchas veces contrapuestos. Pero, también, se producen intervenciones tendientes a reparar los daños que ocasiona el paso del tiempo en los elementos y actitudes de sumo cuidado relacionadas con la prevención; sobre todo, en lo que respecta a los objetos muebles.

Las disposiciones del Concilio de Trento también motivan transformaciones y destrucciones en arquitectura. En lo que respecta a la intervención monumental y pictórica, también se tiende a la imitación cuando se producen aportaciones coetáneas. Tampoco faltan, como en el caso anterior, partidarios y detractores de este proceder. Paralelamente, aparecen una serie de disposiciones relativas no solo al empleo de determinados motivos en las representaciones, sino también al uso de materiales y técnicas específicas dirigidas a favorecer una mejor conservación de las obras.

Con posterioridad, se da un paso más allá en lo que respecta al progreso científico vinculado al mundo artístico y, por ende, a la intervención. Como subraya Ana María Macarrón, la lógica racionalista que impera durante el siglo XVII otorga un papel destacado a la observación y experimentación científica, así:

Mientras Galileo progresa en mecánica y establece las leyes del péndulo y de la gravedad, Toricelli y Pascal descubren la presión atmosférica, al tiempo que Boyle y Mariotte las leyes de la presión de los gases. A todos ellos, se suman Huyghens, que realiza los primeros análisis sobre electricidad y magnetismo, y Newton dedicado al estudio de la gravitación de la luz. En este brillante contexto científico destaca especialmente la construcción y perfeccionamiento de instrumentos ópticos (telescopios y microscopios), hecho que amplía notablemente la generación de conocimiento especialmente en el campo de la biología (Macarrón, 2002: 106).

En línea con esto destaca la creación de la linterna mágica, artificio diseñado por el jesuita Athanasius Kircher en 1645 para la catequización religiosa, que pronto se convierte en entretenimiento popular de gran difusión en toda Europa (Garrido, 2007). Como es de esperar, estos progresos científicos influyen notablemente en la práctica artística, por entonces, muy condicionada por la filosofía y la religión. La búsqueda y experimentación de nuevos materiales para una mejor conservación de las obras constituye una tendencia de este periodo.

El coleccionismo y el desarrollo de la arqueología adquieren un carácter internacional fruto de “un interés más objetivo por los vestigios del pasado que ahora son considerados como material científico” (Macarrón, 2002: 107). En este marco, se incita la experimentación con nuevos materiales, y la discusión técnica y teórica buscando una mayor calidad y durabilidad de las obras. Fruto de esta coyuntura, se produce un avance importante en materia de investigación con importantes logros técnicos y metodológicos, especialmente en pintura.

En este contexto del mercado internacional, las integraciones y terminaciones de obras inacabadas, en base a criterios subjetivos, también están a la orden del día motivadas por un deseo de recuperar su legibilidad y proyectarlas en el futuro. Tampoco faltan actitudes críticas frente a la restauración mimética. Éstas preconizan, de algún modo, la necesidad de graduar la intensidad de la intervención en virtud de los siguientes aspectos (Macarrón, 2002):

- Mayor especialización y competencia de los restauradores.
- Diferencias estilístico–culturales de cada obra.
- Variedad de materiales empleados por las distintas artes.

La intervención en los edificios antiguos está caracterizada por transformaciones sustanciales mediante la adición de elementos propios del barroco. Entre los muchos ejemplos que se pueden citar en la ciudad de Granada, destacan los cambios que sufre su Madraza árabe, convertida desde 1500 en Casa del Cabildo, con motivo de su transformación en palacio municipal siguiendo el gusto de la época. La transformación realizada en los inicios del siglo XVIII no afecta solamente a la fachada y a la escenografía urbana, en realidad es una modificación de las pautas que ordenan el inmueble, que queda transformado radicalmente en su organización espacial alterando en profundidad las claves de la madraza nazarí. Seguramente éste sea el aspecto

más controvertido de la actuación barroca porque impide una lectura contrapuesta de los diferentes estratos históricos.

La intervención restauradora, desarrollada a lo largo de una década (1999-2011), tiene como reto presentar las diferentes etapas que caracterizan al inmueble tomando como base este punto crucial de su historia material, pero ofreciendo un contrapunto basado en la transmisión de otros valores que estaban presentes en el edificio o que fueron descubiertos durante la excavación arqueológica o el proceso de restauración (Salmerón et.al., 2013).



Patio del Palacio de la Madraza. FOTOGRAFÍA: Fernando Alda.

En el ámbito de la tratadística, concretamente en lo que concierne a la consideración del proceso constructivo, resulta especialmente reseñable la posición de un arquitecto con una amplia experiencia como Fray Lorenzo de San Nicolás, con su tratado *Arte* y

uso de la *Arquitectura*, en el que preconiza el papel de los precedentes en arquitectura. Según José Luis González, los considera manifestaciones donde encontrar:

Las proporciones en anchos, largos, altos, los gruesos de los arcos, bóvedas, y sus cortes, así para la cantería, como para la albañilería, los lazos con los que se han de adornar los templos y palacios: la disposición de los órdenes, cómo y dónde convengan; el género de las armaduras; y en fin de doy por cierto (benigno Lector) que hallarás un agregado de todo lo que en los edificios te puede suceder, así suntuosos como humildes (González, 1993: 89).

Con ello, sitúa al tratado en una esfera de competencia práctica poco usual otorgándole una visión adelantada al momento respecto a la consideración como proceso secuencial del hecho de construir y la consecuencia que eso implica para su permanencia y comportamiento, aspectos clave para las relaciones físicas que se establecen en la arquitectura como materia. La acertada frase, incluida con perspicacia en su obra: “todo lo que en los edificios te puede suceder”, es un anticipo de una forma de ver en la actualidad los procesos evolutivos vinculados con el bien inmueble para estudiar patologías y soluciones para la conservación.

Otras aportaciones ceñidas a las tesis vitruvianas en este ámbito que llegan a proponer una visión tripartita de los estudios de arquitectura tienen lugar a través de las propuestas formuladas por Claude Perrault (1613-1618) y Jean François Blondel (1705-1774). Perrault reestructura la teoría de Vitruvio en tres grandes capítulos incommunicados entre sí: el de la solidez, que contiene todo lo referente al saber constructivo; el de la comodidad, que recoge lo prescrito sobre la configuración general de los edificios, y el de la teoría de los órdenes. Se ignora completamente el orden tipológico de Vitruvio y “se impone la aplicación literal de los tres vértices de la triada” (González, 1993: 101). Por otra parte, Jean François Blondel en su *Discourse sur la nécessité de l'étude de l'Architecture* (1754) distingue tres tipos de arquitectura: la Civil, la Militar y la Naval. La que aquí es objeto de estudio comprende, a su vez, tres partes principales: “la construcción que tiene como finalidad la solidez, la distribución cuya finalidad es la comodidad y la decoración que asume como propósito la ordenanza del edificio en general” (González, 1993: 106-107).

En *Cours d'Architecture* de Blondel la construcción queda relegada al último lugar. Tras su muerte, Pierre Patte (1723-1814) redacta los volúmenes V y VI. Se trata de un arquitecto coherente, gran conocedor del arte de edificar, cuya aportación implica una lectura sobre la materialidad de la arquitectura sumamente importante para la restauración a partir del siglo XX:

El arte de la construcción está casi totalmente abandonado a los caprichos de las rutinas y, si existieran leyes verdaderamente establecidas para reprimir los errores que se han introducido, tendríamos edificios más sólidos, que sin costar más a los que los hacen construir, durarían tanto como las construcciones antiguas y góticas; porque los clásicos se servían de los mismos materiales que nosotros; sólo es su manera de colocarlos en obra la que hace tan diferente su forma de construir de la de hoy (González, 1993: 158-159).

La aparición de la sociedad ilustrada implica una ruptura con el pensamiento anterior. Como consecuencia, la razón ilumina la realidad o, lo que es lo mismo, “el conocimiento religioso y metafísico es sustituido por el científico” (Macarrón, 2002: 147). Por este motivo, en la cultura occidental y, más concretamente, en el ámbito de la intervención del patrimonio inmueble, la exigencia de investigar el pasado con criterios científicos constituye un hecho relativamente cercano en el tiempo.

En línea con lo anterior, el panorama de la intervención se singulariza por los siguientes factores (Macarrón, 2002):

- Sentimiento de patrimonio cultural colectivo con la intervención del Estado, mediante la creación de museos y academias, y el control y supervisión de las intervenciones.
- Auge de la arqueología, relacionado con una vuelta a los ideales clásicos, y desarrollo del coleccionismo y de los catálogos.
- Experimentación técnico-científica traducida en prácticas físicas y químicas aplicadas a las artes plásticas y a la restauración en base al espíritu racionalista característico.
- Nuevo ideal y concepción del arte que condiciona los criterios y técnicas restauradoras.

La necesidad de verificar los hechos históricos para conocer el pasado y de analizar estos en conjunto para extraer las enseñanzas aplicables al presente se remonta a las primeras décadas del siglo XVIII. Hasta entonces, el conocimiento histórico se encuentra prácticamente ausente (Bellini, 1998). En línea con esto, existen una serie de experiencias precursoras entre las que, sin duda, destaca la *Memorie istoriche della*

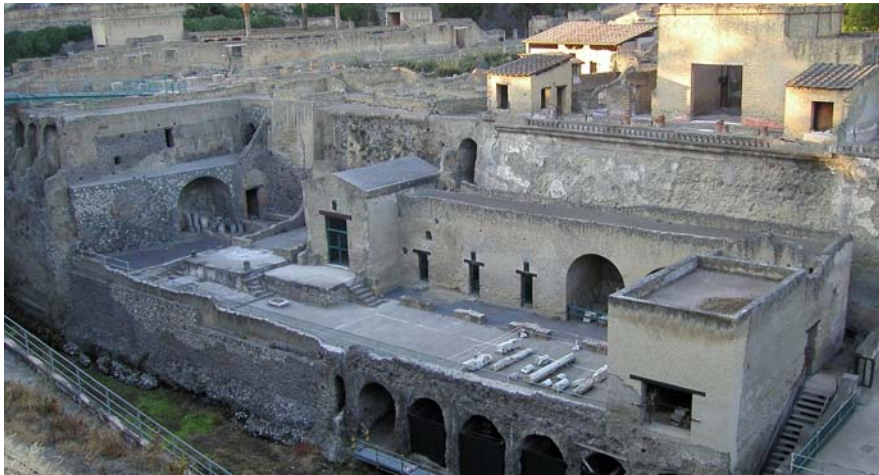


Basilica de San Pedro del Vaticano.

gran Cupola nel Tempio Vaticano e dei danni di essa e de "ristoramenti" loro de Giovanni Poleni redactada por encargo del Papa Benedicto XIV durante la primera mitad del ochocientos. Dicho documento puede considerarse como "ejemplo representativo del hilo conductor de un proceso proyectual de restauración" (Esteban, 1992: 160-161), ya que integra los siguientes contenidos: investigación histórica y técnica (análisis cognoscitivo), identificación de daños y causas de deterioro (diagnosis) y determinación de medidas correctoras (proyecto de consolidación).

Poleni no sólo realiza una investigación histórico–documental de la evolución de la cúpula desde Bramante, sino que lleva a cabo un levantamiento detallado de la estructura, indicando las patologías presentes, y una recopilación de las posturas de distintos técnicos y comisiones sobre las mismas (Esteban, 1992). Concluye la memoria estableciendo las indicaciones necesarias para corregir la problemática existente.

Asimismo, son destacables los descubrimientos de Herculano y Pompeya en 1738 y 1748, respectivamente. El hallazgo de estas dos antiguas ciudades presenta una gran trascendencia "para el conocimiento arqueológico y para las búsquedas y experimentaciones técnicas" (Macarrón, 2002: 109) que se producen en este momento.



Ruinas de Herculano (Italia).

Enlazando con el estudio de la arquitectura romana, debe destacarse la labor del investigador alemán Johann Winckelmann (1711-1768) tradicionalmente considerado como precursor del estudio sistemático del arte. De hecho, como señala Linda Lasky, parte de su afán intelectual se centra en "presentar un sistema que muestre el origen, progreso, cambio y decadencia del arte, junto con los distintos estilos y características de las naciones, periodos y artistas" (Lasky, 2002: 65). Su metodología trasciende porque combina un análisis visual muy preciso con un juicio histórico enormemente depurado. Con Winckelmann, lo clásico se concibe como modelo que trasciende el tiempo.

Por lo que respecta a los tratados de arquitectura, este periodo constituye un momento clave debido a la aparición del primer documento específico de construcción: *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir* (1802-1818) de J. Rondelet (1743-1828) con aportaciones significativas que lo diferencian de los textos precedentes (González, 1993):

- Incorpora todas las materias que se relacionan con la construcción de edificios, ya que además de las actividades propias de los oficios abarca cuestiones que hasta este momento son objeto de publicación aislada, tales como la estereotomía, los procedimientos de dimensionado de muros, bóvedas, etc.
- Concede gran valor a la construcción de la antigüedad remota, egipcia, griega y romana e incluye la traducción completa de pasajes de Vitruvio referidos a construcción.
- Desarrolla extensamente el estudio de los materiales, especialmente la piedra y la madera.

En realidad, la virtud esencial del trabajo de Rondelet es la integración de teoría y práctica, estableciendo una relación de contigüidad, sin llegar a formular un verdadero puente entre ambas:

La arquitectura se divide en tres partes principales, que son la decoración, la distribución y la construcción siendo el objeto de esta última ejecutar todas las partes de una obra proyectada con toda la solidez y perfección que sean susceptibles, empleando para ello los materiales más convenientes, puestos en obra con arte y economía (González, 1993: 198-199).

En general, este periodo se caracteriza por el predominio de un espíritu científico y un interés por los fenómenos naturales, el progreso industrial y las artes. Pero también, se desarrollan ensayos de carácter físico-químico en el ámbito de la pintura y, posteriormente, en el campo de la intervención donde se experimenta con nuevos materiales estudiando científicamente su comportamiento (Macarrón, 2002).

Retomando la intensa y necesaria relación entre arquitectura y construcción, en el siglo XIX destaca el papel como teórico de Viollet le Duc (1814-1879). Apoyado en una larga experiencia práctica sometida, aún hoy, al debate crítico por su apuesta decidida por la reconstrucción, su obra escrita se equipara, por su carácter renovador con la de Alberti, aunque desde perspectivas diferentes. Su independencia respecto a los postulados de Vitruvio resulta del máximo interés:

Las razones en arquitectura no son otras que el programa y los medios materiales. El programa no es más que el enunciado de un deseo. Pero la relación con los medios es diferente; pueden ser escasos o abundantes. Sean los que sean, es necesario conocerlos y tenerlos en cuenta. Se puede satisfacer el mismo programa por medios muy diferentes en razón del lugar, de los materiales y de los recursos de que se dispone (González, 1993: 257).

Este aspecto que relaciona fines y medios de forma tan directa es, en realidad, una forma de expresar esa liberación respecto a los postulados de la triada y abre las puertas para una formulación más decidida y autónoma del saber constructivo, al

igual que ocurre con otro teórico posterior Jean Guadet (1834-1908), que propone tres interesantes niveles: concepción, desarrollo y proceso, y una idea clave de “construibilidad” significada en la capacidad de una forma de ser construida. Su trabajo, considerado como una guía básica antes que como tratado teórico, tiene una gran influencia en la arquitectura que se desarrolla en el primer tercio del siglo XX en Europa y prepara a los arquitectos para recoger la creciente complejidad que asume la arquitectura en relación con la tecnología aquilatando todo el conocimiento posible que exige la concepción de aquella desde los primeros momentos de la acción de proyectar.

La triada en la versión original de Vitruvio o la modificada de Perrault mantiene su pervivencia a pesar de las propuestas renovadoras de Viollet le Duc, Le Corbusier o los teóricos del Movimiento Moderno y reproduce en las escuelas de arquitectura y en el quehacer profesional “el conflicto entre arte y ciencia, o sentimiento y razón” (González, 1993: 282).

2.1.2. La valoración crítica de la arquitectura en España como punto de partida

En España, el siglo XVIII constituye el punto de partida idóneo para abordar brevemente el tema objeto de desarrollo en este apartado porque se asiste por vez primera a la valoración de la arquitectura desde el punto de vista histórico, artístico y arqueológico, con independencia de su uso o estado de conservación, y a su indudable vinculación con la ciencia y la técnica.

En este contexto, destaca la Real Academia de San Fernando, por su labor formadora de futuros profesionales de la arquitectura, y la Real Academia de la Historia, con enorme proyección entre los arquitectos de finales de la Ilustración que, en su propósito de aproximarse al clasicismo, establecen fuertes vínculos con la historia, especialmente con la Antigüedad grecorromana y el Renacimiento, “sin desdeñar las posibilidades que ofrece la ciencia para cualificar su trabajo” (García, 1997: 164).

Pese a estos propósitos, el predominio de lo funcional sobre otros criterios de índole histórica o cultural constituye una constante en la casuística anterior a 1800, ya que es precisamente a partir de entonces cuando se valora la arquitectura desde el punto de vista histórico. Por ello, a juicio de Pedro Navascués, estas intervenciones responden a dos tendencias distintas pero complementarias de actuación: “las adiciones de elementos correspondientes a una historia acumulativa, que a menudo exigen demoliciones parciales del cuerpo al que se agregan y, en segundo lugar, la simple reconstrucción de lo arruinado” (Navascués, 1987: 288).

La llegada del siglo XIX implica la aparición en escena de una gran controversia motivada por las sucesivas políticas desamortizadoras que afectan al patrimonio eclesiástico. Mientras se destruye una parte importante de este legado, destacados intelectuales y eruditos del momento muestran oposición a estas medidas en un contexto

en el que la estética romántica reivindica, a su vez, el valor de dichos elementos (Navascués, 1987). En este contexto, hace su aparición un aspecto novedoso: la estética constituye, junto con la antigüedad, un criterio para la conservación y restauración de edificios. Como resultado, la Real Academia de la Historia comparte con la de Bellas Artes la tutela ejercida sobre ellos.

Ambas instituciones, junto con las Comisiones de Monumentos, se unen para conseguir que el gobierno desista de sus propósitos manteniendo una actitud contraria y activa ante la política desamortizadora y sus consecuencias negativas para el patrimonio. Para ello, existen dos caminos: declarar los edificios de interés “monumentos nacionales” o solicitar al gobierno su excepción (Navascués, 1987: 294). Lamentablemente, esta labor no impide la situación general de deterioro que desencadena la destrucción del patrimonio nacional.

Otro hecho coetáneo de gran transcendencia es la creación de la Escuela de Arquitectura de Madrid en 1844, ya que implica la normalización del aprendizaje de los futuros arquitectos gracias a la introducción de asignaturas dedicadas al estudio de materiales, geotecnia, mecánica aplicada, estereotomía y nuevos sistemas constructivos relacionados con las estructuras de hierro.

En esta escuela se forman arquitectos de referencia en el ámbito peninsular de la restauración arquitectónica como Manuel Aníbal Álvarez, Ricardo Velázquez Bosco o Vicente Lampérez. Además, se produce un acercamiento crítico a la arquitectura del pasado, que tiene su reflejo en la serie *Monumentos Arquitectónicos de España*, catálogo visual del patrimonio histórico inmueble peninsular en estampas de gran calidad.

En general, los profesionales dedicados a la restauración actúan con criterios diversos y libertad de movimientos (Llull, 2005: 143), es decir, movidos por sus propias motivaciones y procedimientos técnicos. En cierto modo, esta heterogeneidad constituye también una constante en el quehacer de los arquitectos restauradores durante buena parte del siglo XX, en el que, condicionados por la herencia legislativa de 1933 y después por la coyuntura propia de la posguerra, se debatirán entre las dos posturas intervencionistas, teóricamente contrapuestas, que cristalizan a finales del siglo XIX: la conservadora y la progresista, cuyos máximos inspiradores a nivel europeo son Ruskin y Viollet Le Duc (Navascués, 1987).

2.2. La restauración del patrimonio edificado durante las primeras décadas del siglo XX

A principios del siglo XX, se produce por un cambio de mentalidad en la intervención del patrimonio, ya que va arraigando una forma de proceder, con el auxilio de la ciencia, en la que es necesario dejar huella de lo realizado tanto a nivel material como documental. Gustavo Giovannoni y Gino Chierici, representantes de la tendencia científica de la res-

tauración en Italia y seguidores de Camilo Boito, son los impulsores de este cambio junto con otros especialistas. Es fundamental su contribución a la Carta de Atenas (1931), documento de referencia para verificar la solidez de este nuevo enfoque, que se verá reforzado por un llamamiento a la cooperación internacional, reflexión muy oportuna cuando han transcurrido algunos años desde el fin de la Primera Guerra Mundial.

Este modo de hacer se desarrolla paulatinamente convirtiéndose en un camino fundamentado y alternativo respecto a la restauración en estilo. Además, aprovecha la corriente imparable de la técnica y la ciencia para situarse en materia de conocimiento preparando la innovación conceptual de los bienes culturales y la participación en los beneficios generados por el patrimonio a través del consumo cultural y del turismo, circunstancias que no adquieren pleno protagonismo hasta la década de 1970.

2.2.1. La Carta de Atenas como documento de referencia

La conferencia internacional que se celebra en Atenas (1931), dedicada a la conservación de monumentos, constituye un acontecimiento fundamental para conocer las problemáticas de la intervención arquitectónica en la Europa de entreguerras (1918-1939).

Como señala Julián Esteban, sus actas publicadas un año después bajo el título *La conservation des monuments d'art e d'histoire* incluyen cuestiones sustanciales como “la doctrina de la intervención, la administración y legislación de los monumentos, su deterioro y su puesta en valor, las técnicas de conservación y los materiales de restauración, la tarea de la educación y la necesidad de la cooperación técnica y moral” (Esteban, 2013: 49). Particularmente, interesa destacar la internacionalización del problema de la conservación y, por ende, la necesidad de cooperación entre especialistas en pos de la elaboración de normas integradas de aplicación en los países.

La Carta de Atenas (1931) se convierte en un documento de referencia para la restauración por abordar, de forma sintética, aspectos clave en la metodología de la intervención como el respeto al original, el reconocimiento de los añadidos o la preservación de los restos arqueológicos. La faceta que más interesa para el planteamiento de esta investigación es el apoyo que se presta a dos vertientes de la problemática de la conservación que se han demostrado fundamentales en el transcurso de todo el siglo XX:

- La vinculación entre conservación y ciencia, al recomendar de forma expresa “la colaboración en cada país de los conservadores de monumentos y de los arquitectos con los representantes de las ciencias físicas, químicas y naturales para lograr resultados seguros de cada vez mayor aplicación”.
- La mención expresa a la comunicación como una herramienta que permite dar a conocer las intervenciones: “la difusión por parte de la Oficina Internacional de Museos de estos resultados, mediante noticias sobre los trabajos emprendidos en los varios países y mediante publicaciones regulares”. Es evidente que en el momento de publicar la Carta esta dimensión tiene una formulación incipiente, pero se convierte, poco

a poco, en uno de los fundamentos de las políticas de gestión del patrimonio cultural y en un anclaje decisivo de la conservación preventiva para conectar con todos los agentes que participan en el proceso. Este nexo se refuerza cuando se expresa como epílogo de la carta una recomendación final para que los educadores pongan empeño en habitar a la infancia y a la juventud a abstenerse de realizar cualquier acto perjudicial para los monumentos, y les induzcan “al entendimiento de su significado y, en general, a interesarse en la protección de los testimonios de todas las civilizaciones”.

Merece una mención especial el posicionamiento de los asistentes a la conferencia respecto al uso de materiales modernos para consolidar edificios antiguos. Su empleo queda especialmente recomendado en los casos en que permitan conservar elementos in situ, evitando los riesgos derivados de la destrucción o reconstrucción. La preservación del aspecto y carácter original del inmueble objeto de intervención constituye una premisa ineludible para realizar con éxito esta integración.

En general, se está a favor del empleo juicioso de todos los recursos de la técnica moderna, especialmente del hormigón armado. Este nuevo material irrumpe en España a principios del siglo XX, momento en el que aún no se conoce plenamente su evolución y funcionamiento. El paso del tiempo ha puesto de manifiesto sus limitaciones en materia de restauración, debido principalmente a los efectos secundarios que causa sobre las estructuras originales de los edificios y otros elementos arquitectónicos.

Los hormigones y morteros realizados con cemento tienen un comportamiento complejo desde el punto de vista físico-químico y alcanzan unas elevadas resistencias en tiempos muy cortos. Los problemas que se derivan de su uso en trabajos de conservación y restauración provienen fundamentalmente del cemento que provoca afecciones en los materiales circundantes hasta producir su degradación o destrucción, como las alteraciones en la transpiración y la capilaridad, la producción abundante de sales o las grandes diferencias en el comportamiento mecánico, por citar las más comunes. Han tenido que pasar varias décadas para disponer de una casuística detallada y un código de buenas prácticas relativo a su uso.

Las afecciones que causa el cemento han vuelto la mirada hacia la cal aérea e hidráulica, un aglomerante tradicional que recupera un protagonismo que nunca debió perder y en torno al cual se han desarrollado nuevas aplicaciones. No obstante, los derivados del cemento, usados en consolidaciones estructurales, revestimientos, reparación y reconstrucción de fábricas pétreas en edificios históricos forman parte de la historia de la restauración en un largo periodo que supera ampliamente los 100 años. Por este motivo, su estudio y tratamiento merece toda la atención como parte indisoluble del progreso de la disciplina. Para ello, ha sido necesario superar “las condenas y ejecuciones hipotecarias e irrevocables” (Petella, 1981: 15) que se le habían impuesto, a favor de una revisión de su papel y, en consecuencia, de un encaje renovado y óptimo.

Al tratar las degradaciones de los monumentos, los estudios científicos y los métodos de tratamiento existe una tendencia común en cuanto a los principios que deben regir las intervenciones y a las técnicas empleadas. Debido a las condiciones de la vida moderna, los monumentos se encuentran más amenazados que en periodos anteriores por los agentes externos. Tanto es así, que en muchas ocasiones su estado de conservación depende más de los factores degradantes característicos de las últimas décadas (contaminación urbana o industrial, principalmente) que de su antigüedad. A este respecto, resulta significativa una observación sobre las esculturas de bronce de Roma cuando se expuso al público la restauración de la escultura ecuestre de Marco Aurelio a principios de la década de 1990: “los bronce de la antigüedad romana y los de la época de Mussolini, previos a la Segunda Guerra Mundial, tenían deterioros muy parecidos debidos a la acción del medio ambiente urbano en los últimos decenios” (Salmerón, 2003: 213). Por este motivo y en base a la especificidad de cada caso, se recomienda realizar una escrupulosa investigación para conocer sus patologías antes de abordar cualquier obra de consolidación o de restauración parcial.

En línea con esto, se insta a la colaboración de los conservadores de monumentos y de los arquitectos con los representantes de las ciencias físicas, químicas y naturales para lograr resultados seguros de cada vez mayor aplicación (Carta de Atenas, 1931). A pesar de ello, en adelante “la conservación monumental deberá más al ámbito político y administrativo que al mundo de la cultura y de la técnica, cuya incidencia, aunque manifiesta, se circunscribirá al orden interno y conceptual” (Esteban, 2013: 49).

2.2.2. España durante la República

Durante el primer tercio del siglo XX, el panorama de la intervención en los bienes inmuebles en España está marcado por la afluencia del “Restauo Filológico o Científico” de la mano de Camilo Boito y Gustavo Giovannoni, si bien durante todo este periodo predomina la corriente restauradora en la praxis de la intervención monumental (Pardo, 2006: 54). Así, mientras Vicente Lampérez y Romea se afilia al grupo de los seguidores de Viollet le Duc, Leopoldo Torres Balbás hace lo mismo, pero unido a los postulados de Camilo Boito.

Es decir, “restauradores frente a conservadores animan el panorama teórico y, sobre todo práctico, de la restauración monumental” (Pardo, 2006: 44). La influencia ejercida por el segundo grupo, especialmente significativa en la década de los 1920, sufre una interrupción con el estallido de la Guerra Civil.

Boito, partidario de enfrentarse a la restauración bajo la óptica de la crítica de la arquitectura buscando reutilizar los inmuebles como garantía para su conservación, plantea una intervención contemporánea de la arquitectura, pero respetuosa con las fases documentales y trayectoria histórica de cada edificio. Esta teoría se considera avanzada en un marco dominado por la restauración estilística que se produce prácticamente en todo el panorama europeo y la posición eminentemente conservadora de Italia. Tanto

en el universo de Boito como en el de su seguidor Giovannoni, “el uso de nuevos materiales y técnicas es lícito para garantizar el mantenimiento de los inmuebles” (Pardo, 2006: 48).

La estructura administrativa responsable de la conservación del patrimonio durante el periodo republicano es fiel reflejo de un estado moderno. Julián Esteban distingue tres tipos de órganos relacionados con este cometido:

Políticos, como el Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes y la Dirección General de Bellas Artes; consultivos, como el Consejo Nacional de Cultura, la Junta Superior del Tesoro Artístico, patronatos vinculados a conjuntos de interés o monumentos y otros, como las Reales Academias, las Escuelas de Arquitectura, el Centro de Estudios Históricos o las Comisiones de Monumentos y, finalmente, aquellos de carácter técnico como el Conservador general del Tesoro Artístico Nacional, el Inspector general de Monumentos, el Inspector general de Jardines Artísticos y los arquitectos conservadores de monumentos. Como complemento ideal de esta estructura, se diseña un marco jurídico evolucionado al que se incorporan los principios de conservación europeos más avanzados (Esteban, 2013: 30).

El cuerpo de arquitectos conservadores de monumentos, fundado en 1929 y sancionado mediante el proyecto de Ley del Tesoro Artístico Nacional publicado en abril de 1932, adquiere un papel fundamental en el marco de la política patrimonial de la República. No obstante, hasta 1936 no se determina el funcionamiento de estos especialistas recogiendo la práctica real (Esteban, 2013).

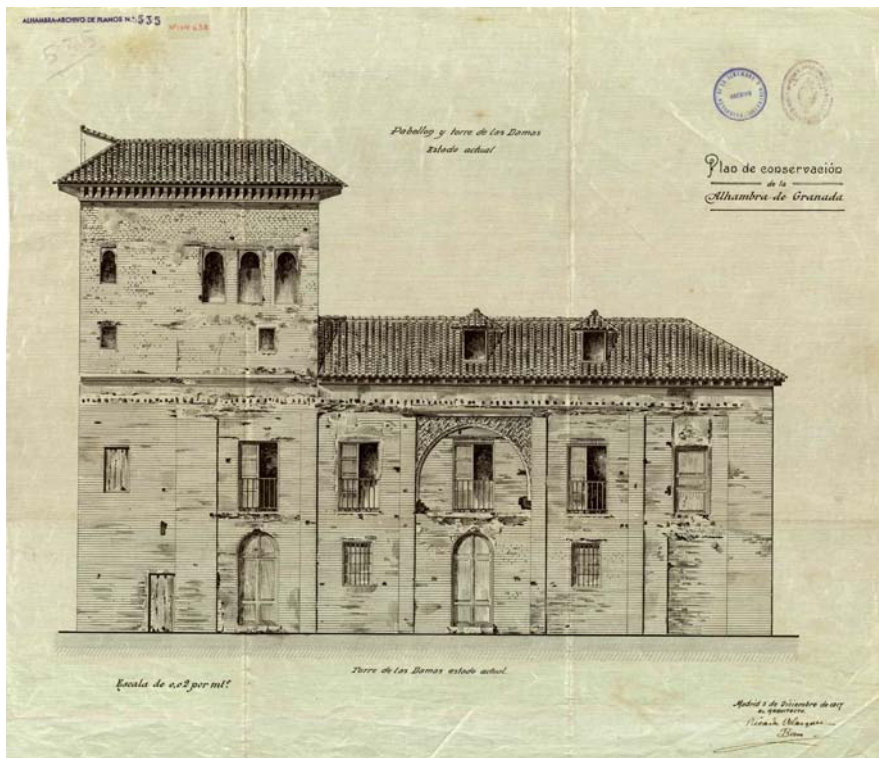
La restauración científica en la Alhambra. Leopoldo Torres Balbás como abanderado de la disciplina

Para establecer un punto de partida en este tema, es necesario relacionar la figura de Leopoldo Torres Balbás con su compañero de profesión Ricardo Velázquez Bosco. Ambos presentan una visión que va más allá del quehacer de la restauración sobre el objeto, ya que consideran necesario establecer unas condiciones objetivas para que adquieran un sentido pleno las acciones sobre él. Por diversas circunstancias y a demanda del curso crítico que toma el monumento durante el primer tercio del siglo XX, con grave riesgo de su integridad, ambos arquitectos trazan un camino determinante para la recuperación de la Alhambra durante toda la centuria. También, constituye una muestra de otro aspecto muy interesante: la tutela ejercida desde la distancia por el Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, organismo capaz de arbitrar medidas correctoras y persistir en su cumplimiento.

En un periodo que abarca desde el primer informe, de carácter civil, titulado *Memoria sobre la Alhambra* –realizado por José Vasco y Vasco en 1875– hasta el redactado por Velázquez Bosco en 1903, se explicita una visión en torno a una forma de conservar el monumento de acuerdo con los patrones académicos de tipo decimonónico (Vílchez, 1990). Las referencias a criterios científicos y al contexto en el que se inserta un determinado bien inmueble o a su relación con otros bienes de la misma naturaleza

no tienen lugar hasta la aparición de una nueva mirada protagonizada por este último arquitecto y Torres Balbás. Ambos establecen una cadena de ideas que no sólo se expresa en la ejecución material de las intervenciones, sino también en el ideario que las sustenta, plagado de planteamientos avanzados y explicitados en escritos, tengan el carácter de informes o de planes. Se trata, en realidad, de un posicionamiento estratégico novedoso que, en el caso particular de la Alhambra, tiene que ver con la llegada de ambos arquitectos.

El informe que redacta Velázquez Bosco en 1917 (Velázquez, 1917) contiene una referencia a otros documentos elaborados por el mismo con anterioridad, en 1903 y 1915 (Plan General de Conservación de la Alhambra), y traza, desde una visión posibilista, las actuaciones prioritarias que se deben emprender, apostando por un análisis objetivo de la realidad a partir del cual implementar, de forma coherente y progresiva, unos medios limitados durante un periodo concreto, que estima en dos o tres años, para resolver las situaciones de peligro. Se trata de una evidencia explícita de buena planificación: la fijación de prioridades, en este caso contener el riesgo grave de deterioro externo o de desaparición. La idea de una Alhambra que desaparece, sobre la que debe actuarse sin propósito



Partial. Pabellón y Torre de las Damas. Alzado (3 de diciembre de 1917). Ricardo Velázquez Bosco. FUENTE: APAG. Colección de Planos/P-000638.

de reinventar nada, sino de evitar la destrucción o la pérdida es recurrente en el arquitecto. En línea con esto, destacan algunas consideraciones de Velázquez Bosco en torno al mal estado de conservación del monumento. Esta situación de ruina y abandono se agrava debido a la acumulación de rellenos y escombros que ocultan los restos de construcciones precedentes en muchos puntos, problemática que requiere la aplicación de “un plan y con sujeción a él actividad, regularidad y constancia en el trabajo a la par que gran conciencia artístico arqueológica” (Velázquez, 1917). La arqueología está presente como herramienta de conocimiento aplicable a la actividad restauradora, lo cual enlaza con una línea fuertemente asentada en la Carta de Atenas (1931) que atribuye a esta disciplina un importante papel en el marco de los trabajos de investigación y recuperación de los bienes inmuebles.

El Decreto de 23 de abril de 1915 relativo a la Conservación y Consolidación de la Alhambra de Granada plantea en su artículo 6 la formación de un “plan general con proyecto y presupuesto para las obras de consolidación y reparación, de investigación y exploración y de expropiaciones. Estos proyectos se formularán en uno solo o separadamente, como partes de un conjunto armónico, siendo expresamente excluida toda obra de restauración” (Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, 1915: 239). El artículo 7 establece, de igual modo, la necesidad de que dicho documento marque detalladamente y razone “la extensión y marcha que deban llevar los trabajos y la prelación que haya de darse a cada uno de ellos” (Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, 1915: 239). En definitiva, se trata de un buen tejido organizativo que marca, de manera brillante, una nueva dirección para el monumento y una adecuada ordenación de las acciones por el Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes que se concretan en una planificación y provisión de medios económicos. El resultado es el Plan General de Conservación de Velázquez Bosco que se redacta en 1915 y se aprueba en 1917.

Asimismo, se puede apuntar que el citado decreto en su artículo 3 establece una visión de los servicios de la Alhambra que anticipa una estructura organizativa en la que se tienen en cuenta las escalas de la intervención en los tres primeros servicios y la investigación y exploración en el cuarto; un papel protagonista propio del momento en el que ya se asume la función que puede ejercer la restauración científica en la recuperación del patrimonio inmueble. Finalmente, se añade un servicio estratégico de expropiaciones, que da un juego vital a los trabajos de Torres Balbás unos años después, ya que Velázquez Bosco centra sus disposiciones planificadoras en evitar la ruina y pérdida de partes importantes y sensibles del monumento. El decreto clasifica acertadamente los servicios en (Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, 1915):

- De conservación y mantenimiento.
- De consolidación y reparación.
- De restauración.
- De investigación y exploración.
- De expropiaciones.

El nexo entre estas dos grandes personalidades, procede de un cambio en la forma de intervenir, que en el caso de Torres Balbás se relaciona directamente con la influencia del Restauo Filológico o Científico, a partir de Camilo Boito y Gustavo Giovannoni (Pardo, 2006), y permite desvelar un criterio que se desarrolla en varias escalas. En esto consiste su novedosa aportación, porque la Alhambra es otra a partir de su contribución gracias a la metodología empleada, atenta al detalle de una construcción y a su espacio circundante.

Particularmente, en lo que respecta a la escala metodológica interesa destacar la vertiente técnico–científica del arquitecto. Para entender este aspecto en su contexto, es necesario aludir a su predecesor Modesto Cendoya, cuya controvertida labor como arquitecto conservador del monumento marca, en palabras de Emilio García Gómez, “una sutil solución de continuidad entre la dirección romántica y suavemente fantástica de unos aficionados distinguidos como los Contreras y la tarea fielmente reconstructora y técnicamente al día de Torres Balbás” (García, 1954: 93). Actualmente, es posible seguir su rastro a través del Diario de Obras y Reparos que redacta de manera continuada entre 1923 y 1936, las cuentas de gastos de conservación y la correspondencia que mantiene con el Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes.

Pero antes, es necesario recalcar la aproximación que se produce entre el arquitecto y el método científico de conocimiento del afamado Centro de Estudios Históricos para la restauración monumental durante su juventud, a partir de su colaboración en el exhaustivo trabajo de campo, desarrollado a lo largo de 1910 en Castilla, León, Galicia, Asturias y Alto Aragón, dirigido a analizar los edificios altomedievales conocidos hasta ese momento bajo la supervisión de D. Manuel Gómez-Moreno. De su mano y en colaboración con el arquitecto Alejandro Ferrant, tiene lugar la renovación del estudio de la historia de la arquitectura aplicado a la conservación monumental.

Pilar García Cuetos expone los criterios metodológicos seguidos por un jovencísimo arquitecto (García, 2008):

- Análisis in situ de los monumentos determinando su aspecto original y su evolución.
- Colaboración interdisciplinar con otros profesionales como archiveros y filólogos para ampliar el estudio de los edificios.
- Formación práctica: la excursión o viaje como base de conocimiento.

La labor restauradora se integra, por tanto, en el proceso científico de conocimiento de los monumentos, de tal forma que Historia de la Arquitectura y Restauración caminan de la mano, hasta que la guerra civil pone fin a esta etapa pionera de la conservación monumental y de la ciencia hispana (García, 2008: 12).

Las actuaciones que dirige Leopoldo Torres Balbás como arquitecto conservador de la Alhambra durante el periodo antes mencionado son registradas cronológicamente en un diario que, según sus propias palabras, realiza “rapidísimamente casi siempre, sin preocupaciones de redacción, aunque sí de exactitud” (Torres, 1923-1936). Participan en su quehacer cotidiano otros cualificados profesionales constituyendo un equipo de trabajo compenetrado que cuenta con la absoluta confianza del maestro.

Su método se basa en esta relación cotidiana, en una minuciosa investigación histórica y en la documentación del estado previo y final de los edificios. La primera tarea consiste en una descripción detallada de las obras de reforma ejecutadas en el monumento. Presenta un carácter heterogéneo, ya que son objeto de registro trabajos de muy distinta índole: obras de emergencia, excavaciones arqueológicas, reparaciones de carácter menor, montaje de medios auxiliares, etc. Como consecuencia, quedan claramente establecidas las distintas fases de los proyectos, con indicación expresa de sus fechas de inicio y finalización.

En general, primero describe el estado previo en el que se encuentra el bien inmueble objeto de intervención. En muchos casos, justifica dicho estado como resultado de su historia material empleando la documentación gráfica y textual que tiene a su alcance (fotografías antiguas, dibujos, grabados, croquis, descripciones literarias, etc.). En las cuentas de gastos de conservación, además de referir las nóminas correspondientes a los trabajadores, gastos corrientes y compras relacionadas con la actividad cotidiana en el monumento (material de oficina, herramientas para los trabajadores y productos de restauración, fundamentalmente), detalla la bibliografía y documentación gráfica que adquiere (Cuentas de gastos de conservación, 1919-1936).

Entre las partidas de libros recibidos, destacan enciclopedias y revistas de arte, arquitectura y arqueología como *Summa Artis*, *Burlington Magazine*, *Revue tunisienne*, *The Architectural Review*, etc. Complementariamente, se constatan suscripciones al *Boletín de la Comisión de Monumentos de Burgos*, de la *Real Academia de la Historia* y a la *Revista Museion*, entre otras. Las monografías tratan principalmente de temas de interés relacionados con el arte medieval de oriente y occidente, la arqueología del mundo clásico y la España musulmana. Este hecho constituye no solo una evidencia de la intensa actividad teórica del arquitecto, sino también de su cultivada especialización profesional, medida que considera esencial para la adecuada conservación del patrimonio monumental, tal y como pone de manifiesto años atrás en el VII Congreso de Arquitectos de Zaragoza (1919), en el que participa presentando la ponencia “Legislación, inventario gráfico y organización de los monumentos histórico-artísticos de España” (Macarrón y González, 2011: 159).

La adquisición de imágenes de la propia Alhambra y de los inmuebles situados fuera de la fortaleza que pasan a ser propiedad del estado es abundante. Este hecho, unido



49

**Patio del Harem. Estado posterior a la reconstrucción de la galería Oeste (1925).
Torres Molina, Manuel. FUENTE: APAG/ Colección de Fotografías/ F-13054.**

a los reportajes fotográficos que se realizan para documentar el estado previo de un inmueble, un proceso de obra o una excavación, confirma la adecuación de este tipo de reproducciones a las exigencias del quehacer científico, es decir, su encaje en los planteamientos historicistas y positivistas (González, 2006: 429).

Hasta el primer tercio del siglo XX no se asiste a una práctica arqueológica que incorpora la fotografía. Aunque en España este quehacer es profundamente irregular y heterogéneo, puede considerarse a Torres Balbás un avanzado en la materia. Prueba de ello, son las fotografías realizadas durante la excavación de la Rauda y del Partal; estas últimas previas a su ajardinamiento.

Seguidamente, expone consecutivamente los trabajos realizados siguiendo el orden estricto de ejecución. Complementariamente y de manera puntual, refiere el descubrimiento de elementos ocultos como resultado del tratamiento de las fábricas y la eliminación de añadidos arbitrarios o perjudiciales para la conservación (Torres, 1923-1936).



Vista de la excavación del Partal Alto (1920-1930?)

FUENTE: APAG. Colección fotográfica del Museo de Arte Hispano Musulmán/ F-007041.

50

Los derribos y remociones de terreno se acompañan generalmente de exploraciones, dada la riqueza de registros arqueológicos del territorio Alhambra. En este sentido, reclama el papel del arquitecto como inspector cuando se prevé realizar “trabajos de apertura de zanjas” (Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, 1927); es decir, reconoce el papel de la cautela orientada a la protección y conservación de entidades en áreas con potencial arqueológico.

Tal es el caso del Proyecto general redactado por el ingeniero José Domenech en 1924 para atender al riego y conservación del bosque de la Alhambra, en el que se contempla la construcción de un “depósito regulador” o albercón en el Generalife que se ejecuta poco después en un lugar distinto, debido a la aparición de “restos de obras de fábrica y una profunda noria” (Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, 1928) en el espacio asignado previamente. Se trata del descubrimiento del sistema hidráulico vinculado al Estanque de las Damas. Con ello, se anticipa a uno de los presupuestos que la Carta de Atenas (1931) recoge pocos años después y que el arquitecto asume plenamente en trabajos posteriores.



Albercones y casa de labor propuesta en el PD como Centro de Interpretación del Itinerario del Agua.

El reconocimiento de la arqueología como herramienta de conocimiento vinculada a la recuperación de los bienes patrimoniales es evidente en trabajos de investigación como el que se centra en reconocer el camino que unía el Puente del Cadí, por entonces “descubierto en gran parte” (Alhambra, 1933), con la Torre de las Armas o el que se dirige a estudiar los restos del Palacio árabe de Dar al-Arusa “en lo alto del Cerro del Generalife” (Alhambra, 1934). Es de suponer que ambos trabajos, realizados en 1933 y 1934 respectivamente, son afrontados por Torres Balbás con una mirada más amplia y experta gracias a la pensión que años atrás se le concede “para estudiar en Italia los métodos y procedimientos para la conservación de los monumentos artísticos” (Alhambra, 1926). Previamente, el arquitecto asiste al Congreso Internacional de Historia del Arte celebrado en París en 1921.



Puente del Cadí, Granada.

Durante su estancia en Italia, “visita Florencia, Roma, Venecia, Sicilia y Pompeya” (Guerrero, 2005: 455). Concretamente, en este último lugar tiene ocasión de conocer no solo los trabajos de reconstrucción desarrollados en la Vía della Abbondanza por el profesor Vittorio Spinazzola durante el desempeño de sus funciones como Superintendente de Pompeya entre 1910 y 1923, sino la continuación de las excavaciones bajo la dirección de su sucesor Amedeo Maiuri.

Según Robert Etienne, el programa de Spinazzola “responde más a un concepto de urbanismo que al espejismo de valiosos descubrimientos” (1996: 46). Su cometido es ilustrar la vida comercial de la ciudad a partir de la recuperación de su arteria principal y del alzado de sus edificios, objetivo que antepone al descubrimiento de nuevas viviendas representativas. Para ello, estudia a fondo las representaciones pictóricas de las casas reconstruidas en las que aparecen edificios de varios pisos. Esta evidencia promueve en Spinazzola una reflexión crítica de las excavaciones realizadas hasta ese momento, en las que se habían desechado los restos de los pisos superiores derrumbados durante la erupción (Romero, 2010). Como resultado, el arqueólogo programa unos trabajos meticulosos, primando la excavación desde los niveles más altos con el objeto de completar las fachadas de los edificios.

“Las fotografías de la época evidencian la magnitud de la tarea abordada por Spinazzola y el acierto de su método de excavación” (Romero, 2010: 144). No obstante, a pesar de su intencionada renuncia a estudiar nuevas viviendas y de los inconvenientes derivados del conocimiento parcial de los inmuebles situados en la calle de la Abundancia, destaca la búsqueda de la unidad en la restauración fruto del interés del arqueólogo por concentrar la investigación en un único sector (Etienne, 1996). Salvador Guerrero advierte como a su regreso a España Torres Balbás aplica los conocimientos adquiridos:

Si bien, durante un primer momento se ciñe a los presupuestos conservacionistas de John Ruskin, posteriormente adopta una manera de operar más moderada y posibilista en sintonía con las tendencias de Camilo Boito y Gustavo Giovannoni, defensores de la utilización de criterios “científicos” en la restauración de los monumentos antiguos (Guerrero, 2005: 456).

Existe una voluntad manifiesta de estudio de los factores que determinan la situación de la herencia recibida. El meticuloso registro de todo el proceso denota un profundo respeto hacia los bienes y la sociedad beneficiaria en el futuro. La puerta se abre a procedimientos afinados que llegan décadas después cuando se dispone de instrumentos técnico-científicos aplicados a la intervención. Como dato significativo, destaca la ausencia de iniciativas de seguimiento posterior de las intervenciones, algo que hoy se relaciona directamente con la conservación preventiva. En contraposición, se subraya la asistencia continua a pequeños problemas que ponen de manifiesto una actitud positiva en relación al mantenimiento y un compromiso continuo con un monumento frágil y delicado. La solicitud de una escalera telescópica “para realizar los

trabajos destinados a colocar y asegurar los pequeños fragmentos que se desprenden de las decoraciones de yeso y escayola en el interior de algunas estancias, así como la ejecución de pequeñas reparaciones en altura, tareas que hasta el momento se ejecutan mediante el frecuente montaje de pesados andamios de elevado coste y difícil manejo” (Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, 1924), constituye una buena muestra de su voluntad de intervenir ágil y periódicamente.

En la comunicación enviada por Torres Balbás al Director General de Bellas Artes en junio de 1936, justo antes de dejar su cargo como arquitecto restaurador de la Sexta zona, no solo se advierte el peligro derivado del ingreso en Hacienda de las cuantías económicas correspondientes a la venta de entradas y, por tanto, de la cuestionable aplicación en su conservación y mantenimiento, sino que permite dar idea del alcance de dicha inversión y sintetizar los resultados fruto de la brillante y avanzada gestión desarrollada por el arquitecto al frente del monumento (Alhambra, 1936).

- Considerable mejora en materia de conservación y sostenimiento gracias a la consignación presupuestaria anual establecida que se destina a cubrir los gastos relativos al personal de vigilancia, jardines, limpieza y a pequeñas obras de reparación.
- Adquisición de edificios de extraordinario mérito histórico y arqueológico en la población que pasan a ser propiedad del Estado: el Bañuelo, el Corral del Carbón, la Casa de los Girones, el Palacio de Daralhorra en Santa Isabel la Real y la Casa del Chapiz.
- Instalación de agua a presión en las alamedas y paseos, limitando con ello los posibles riesgos de incendios.
- Adquisición de objetos de gran importancia arqueológica conservados, por entonces, en el antiguo Museo de la Alhambra.
- Realización de excavaciones arqueológicas que contribuyen a la urbanización y estudio del monumento.

La utilización de los instrumentos de trabajo antes expuestos solo puede entenderse en el contexto de la moderna administración de los bienes culturales propio de la Segunda República, en los avances que, por entonces, se realizan en los métodos y procedimientos de trabajo dentro y fuera de España, y en una visión moderna e integrada de la gestión. Pero, además, Torres Balbás aporta a esta favorecedora coyuntura un valor añadido que se traduce en el entendimiento de su papel como profesional directamente involucrado en todas aquellas acciones preventivas necesarias para anticiparse a cualquier incidencia o problemática evitando el gasto económico extra cuando el daño ya se ha producido. Por ello, las iniciativas que pone en marcha (adquisición de inmuebles de interés, renovación del sistema de riego o compra de dispositivos novedosos para el mantenimiento, entre otras) se anticipan a lo que hoy se entiende por conservación preventiva.

Esta actitud tan avanzada sienta un valioso precedente para las intervenciones posteriores desde el punto de vista técnico–científico, especialmente en aquellas que tienen lugar después de la autarquía que impera durante el franquismo, periodo en el que por

diversos motivos de índole económica e ideológica, la intervención en el patrimonio histórico inmueble se distancia de la innovación.

2.3. El posicionamiento de la disciplina después de los conflictos bélicos

La intervención en los bienes culturales en el último cuarto de siglo XX ha estado condicionada por varios hechos significativos. El final de la Segunda Guerra Mundial y de la Guerra Civil marca el horizonte de la segunda mitad del siglo XX y conduce la suerte del patrimonio cultural por caminos diferentes.

No se trata solamente de un cambio de actitud ante la conservación, sino también de una oportunidad para el establecimiento de un pensamiento renovador desde la perspectiva sociopolítica que cambia la Europa de la posguerra, de una forma drástica, y permite el nacimiento de un proyecto comunitario, del que España estará desconectada. Las nuevas estructuras y el cambio de mentalidad cobran mucha importancia en el desarrollo de las políticas sobre el patrimonio cultural. España resuelve de forma desigual esa disociación hasta la Transición, periodo que culmina con la llegada de la Democracia en 1977.

Justamente al final de la centuria se produce un reencuentro con el nuevo discurso sobre los bienes culturales que incorpora, a nivel mundial, la adopción de criterios y metodologías de forma coordinada y la dotación de recursos para actuar adecuadamente sobre el legado cultural de todos los países. En la escena internacional, esta década resulta significativa, debido a la aparición de las primeras declaraciones de Patrimonio Cultural de la Humanidad por la Unesco para las ciudades de Quito y Cracovia en 1978, reconocimientos que inauguran lo que más tarde se configura como la Lista del Patrimonio Mundial, punto de referencia para los diferentes países que detentan un legado cultural de excepcional valor. Transcurre un tercio de siglo desde el final de la Segunda Guerra Mundial hasta que se produce un hecho de esta naturaleza. Como resultado, se arbitra una forma de reconocer los valores patrimoniales universales y apreciar la memoria de la Humanidad superando la destrucción indiscriminada que desencadenan los conflictos bélicos años atrás.

2.3.1. Europa, diálogos con la memoria

La reconstrucción europea está marcada por un balanceo entre la recuperación mimética del patrimonio perdido para rescatar la memoria, como es el caso de Varsovia, y la concepción de una nueva ciudad, opción elegida en Stuttgart, basada en cambios fundamentales en la estructura urbana a partir de la destrucción. En casos opuestos como estos, las tecnologías disponibles se ponen al servicio de una operación diferente, pero a su vez convergente respecto al discurso de la memoria.

Resaltar el papel de las técnicas de restauración en el resurgir de Varsovia y de la influencia que este modo de hacer ejerció en una buena parte de países europeos, y

vincular la autenticidad con esta reconstrucción implica entrar en el centro del debate de lo que ha sido el panorama restaurador en el mundo occidental durante medio siglo.



Centro urbano de Stuttgart (Alemania).

Este hecho supone confrontar y poner a punto determinados parámetros de la restauración que encuentran, en estos momentos críticos, puntos de inflexión nada desdeñables.

Aunque los resultados de estos trabajos no son homogéneos ni están sometidos de igual modo a una misma metodología, dada la diversidad de casuísticas y medios económicos disponibles, interesa destacar esa posición analítica propia de la recuperación de Italia tras la posguerra y de su inteligente posicionamiento en la reconstrucción europea.

La ciudad de Berlín, otro referente de la posguerra, fue objeto más tarde, en 1989, de una serie de cambios radicales en su organización con la caída del muro que levantó la República Democrática Alemana en 1961 para dividir la ciudad en dos zonas, episodio que marcó definitivamente la forma de establecerse a todos los niveles, y que tuvo un coste moral y de vidas humanas que ha sido debatido profusamente y con apasionamiento.

La Isla de los Museos de Berlín, incluida en la lista de Patrimonio Mundial, experimenta una renovación importante basada en la recuperación de la imagen de algunos edificios antiguos gracias a la puesta en marcha de una operación de reconstrucción, que recuerda los esfuerzos tempranos realizados en Varsovia. En 2009 se terminará una interesante operación de recuperación selectiva de la memoria de la museografía alemana, de ascendencia neoclásica, tras la reconstrucción de los Nuevos Museos destruidos parcialmente en la contienda, y creados para albergar las colecciones prehistóricas y antiguas.



Interior de la cúpula del Reichstag, Berlín (Alemania).

Este doble pulso de Berlín, basado en la recuperación de la ciudad mediante la edificación de flamantes inmuebles y de reconstrucciones fieles a los originales destruidos, viene a ser un símbolo destacado de esta actitud ambivalente, pero bastante lógica al convertirse en un anclaje con un mundo perdido trágicamente.

2.3.2. El panorama de la restauración durante la posguerra española

En España, el periodo de la Guerra Civil supone un paréntesis en las intervenciones de restauración que se interrumpen porque el interés prioritario de las instituciones es atender las necesidades que demanda la contienda.

El abanico de actividades se reduce a las tareas derivadas de esta coyuntura (Esteban, 2013):

- Medidas de salvaguardia.
- Protección de bienes en peligro.
- Construcción de depósitos refugio para almacenamiento de bienes muebles y traslado de las colecciones más importantes, fundamentalmente las que estaban en Madrid.
- Desmontajes, protecciones y traslados de bienes situados en el frente o afectados por bombardeos.

Los protagonistas de la defensa del patrimonio ya no son los arquitectos conservadores de zona como grupo, en todo caso lo son a título individual, sino las Comisiones de Trabajo (Esteban, 2013).

Tras la guerra, se abre un largo periodo autárquico en el que la reconstrucción depende de la Dirección General de Regiones Devastadas y Reparaciones, órgano establecido en 1939 a partir del servicio creado con el mismo nombre por Decreto de 25 de marzo de 1938. Este organismo mantiene sus competencias hasta 1951, año en el que las comparte con la Dirección General de Arquitectura, adscrita al Ministerio de la Gobernación, hasta su transformación en una jefatura de servicio dependiente del recién creado Ministerio de la Vivienda en 1957. La Dirección General de Arquitectura tiene una larga trayectoria integrada, según las épocas, a los Ministerios de Vivienda, Obras Públicas y Fomento.

La Comisaría General del Servicio de Defensa del Patrimonio Artístico Nacional, creada como Servicio de Defensa en abril de 1938, asume las competencias de las Juntas Superiores y Delegadas del Tesoro Artístico, y desarrolla su actividad hasta 1974 junto a la Comisaría General de Excavaciones Arqueológicas.

Durante la dictadura franquista, la unidad política de España se traduce en la promoción de un sentimiento patriótico. El nacionalismo se convierte en un aglutinante ideológico a partir del cual se reinterpreta el pasado histórico con el propósito de destacar episodios y personajes que se identifican con la orientación política del país. Se establece una dinámica basada en la reconstrucción y la vuelta a los postulados historicistas como tónica dominante (Pardo, 2006). Destaca la precariedad técnica, la escasez de materiales y el maltrecho estado en el que se encuentra una buena parte del patrimonio monumental tras la guerra. Prima “el empleo de los materiales disponibles –normalmente los utilizados en la obra original– y la recuperación de las técnicas artísticas tradicionales” (Romero, 2010: 4).

Con la llegada de la democracia, el patrimonio monumental español adquiere una singular relevancia como símbolo de la nueva situación política y social. La restauración de monumentos entra en una fase diferente en la que se constata también una cierta lectura idealizada e interesada de algunas obras de arte que son utilizadas para construir y reforzar la identidad de las comunidades autónomas, sobre todo, en aquellos lugares donde los nacionalismos son fuertemente reprimidos en el período precedente (Hernández, 2008).

En 1974 se crea la Dirección General del Patrimonio Artístico y Cultural integrada por una Comisaría Nacional del Patrimonio Artístico que se encarga de “los asuntos relativos a la conservación, restauración y defensa de los monumentos, ciudades y conjuntos histórico-artísticos, y de los parajes pintorescos” (Boletín Oficial del Estado, 1969: 8094) a través del Servicio de Conservación y Revalorización del Patrimonio Artístico.

Las primeras restauraciones presentan un carácter urgente y están condicionadas por la ley del Suelo, la Ley de Contratos del Estado y otros mecanismos como la contratación por concurso o la libre designación (Rivera, 2001). Por entonces, los arquitectos restauradores redactan sus proyectos sin haber realizado una labor de documentación previa, dirigida al conocimiento del edificio y de su entorno, ni análisis precisos sobre sus patologías o los nuevos materiales a utilizar.

El oficio, tradicionalmente minoritario, autodidacta y voluntarista, sufre un rápida y profunda evolución a partir de la década de los años setenta, debido a la extinción de las tradicionales figuras del conservador y restaurador, compendio de historiador, arquitecto y arqueólogo, y el surgimiento del arquitecto inmerso en un complejo proceso de intervención marcado por la rigurosidad teórica y científica, y la presencia de la tecnología en continuo avance (Esteban, 1992). Hasta este momento, los criterios que prevalen, marcados por la Dirección General de Bellas Artes y por los grandes arquitectos de las siete zonas, determinan un modo de hacer tendente a la “recuperación del sentido del monumento en sus características originarias, buscando la pureza del estilo y la recomposición de las lagunas en el estilo original de la parte a la que se otorga mayor valor histórico” (Rivera, 2001: 140). Como mucho los estudios sobre los bienes culturales se basaban en el análisis de su naturaleza histórico-artística. De este modo, al acometerse una intervención restauradora, se establecían unos patrones de actuación configurados de una forma empírica (Matteini y Moles, 1986), aplicando modelos que tradicionalmente eran compatibles de forma global, pero que generalmente no entraban en detalle sobre su materialidad física relacionada con las actuaciones a desarrollar sobre el bien cultural.

Este panorama unido a la relectura de la Carta de Venecia (1964) y al influjo procedente de Europa en torno a la necesidad de realizar estudios previos a los proyectos de intervención trasciende en los círculos profesionales del momento.

Finalmente, la creación del Ministerio de Cultura en 1977 y la transferencia a las Comunidades Autónomas de las competencias en materia de cultura supone una nueva reorganización en el mapa de la conservación del Patrimonio. Este mismo año se instaura la Dirección General del Patrimonio Artístico, Archivos y Museos que incluye una Subdirección General del Patrimonio Artístico y una Subdirección General de Arqueología que posteriormente pasa a formar parte del Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.

Francisco Prieto-Moreno y Pardo. El método empírico en la restauración de bienes inmuebles

Debido a las consecuencias que tiene la Guerra Civil en el patrimonio arquitectónico, numerosos monumentos españoles son restaurados durante el primer franquismo. Como señala Ascensión Hernández:

A pesar de existir una concordancia tendente a la ejecución de actuaciones intervencionistas y modificadoras, no se pueden establecer escuelas o grupos porque la preferencia a la adopción individualista de los criterios de restauración convive o no, según el caso, con el respeto adoptado por la administración española antes del conflicto. Este aparente tono homogéneo se torna variado cuando se desciende a una escala de detalle y se estudia el arquitecto por arquitecto (Hernández, 2012:131).

Por lo que respecta a los materiales, la autora sostiene que la carestía existente en este momento influye, entre otros factores, en la recomendación generalizada de retomar prácticas constructivas tradicionales (Hernández, 2012). Existen muchos ejemplos en los que el uso de dichas técnicas se pone al servicio de buenas intervenciones. Sin embargo, no faltan problemas derivados de la baja calidad de las obras, fruto de la escasez de materiales anteriormente aludida; las dificultades de suministro, y la especulación alentada por los contratistas, entre otros.

María Esther Almarcha dedica un amplio capítulo de su tesis (1997) a exponer la problemática de la reconstrucción y restauración durante la autarquía. Para ello, parte del discurso que ofrece Moreno Torres, Director General de Regiones Devastadas al Congreso de Técnicos de la Reconstrucción Nacional en 1941. De sus reflexiones, extrae las dificultades que se sintetizan brevemente a continuación:

- Dificultades económicas para la construcción que se traduce en la falta de crédito, en la dificultad para elaborar unos presupuestos anuales sin conocer las necesidades reales a cubrir, y en el requerimiento de realizar expropiaciones forzosas. La contención del gasto y la realización de una correcta administración constituyen las armas más eficaces para combatir la penuria económica de los primeros momentos.
- Medios humanos. Escasez de mano de obra y, sobre todo, de personal técnico cualificado. El empleo de mano de obra “penada y barata”, tanto obreros como técnicos, al tiempo que descongestiona los centros penitenciarios, da una imagen benevolente del nuevo estado.
- Transporte. Falta de medios para regular la transferencia de materias primas y elaboradas desde los lugares de producción a los puntos de demanda. Como dificultades añadidas, deben destacarse la pésima situación de muchos de los vagones de ferrocarril y la escasez de gasolina. Estos contratiempos determinan la búsqueda de abastecimiento en zonas cercanas y el empleo preferente de la tracción animal y mano de obra en las tareas de desescombro. Los vehículos se reservaban para el desplazamiento de materiales a otras localidades.
- Materiales y técnicas. Máxima explotación de los recursos que ofrece cada comarca y en el empleo de procedimientos tradicionales. Los conflictos surgen cuando se necesita un material que escasea en la zona o que requiere un complejo proceso de elaboración imposible de realizar in situ. Los materiales más conflictivos son el hierro, el hormigón y, en ocasiones, la madera. Su escasez trae consigo transformaciones constructivas importantes, ya que en un esfuerzo por evitar su utilización se retorna a la piedra y tierra cocida como elemento estructural. Como resultado se produce

un considerable distanciamiento de las propuestas de la arquitectura moderna impulsada por los nuevos materiales. Otro aspecto destacable, que pone de manifiesto Carmen Ortiz, es la clasificación de los materiales constructivos en función de su significación política. Mientras la piedra, especialmente el granito, y el hierro son identificados con el fascismo; el ladrillo se relaciona con el comunismo y movimiento obrero, y el cemento con la modernidad. En este contexto, se establece la elección de determinados estilos arquitectónicos como “representantes del alma, genio o raza hispánica: el románico y gótico de los castillos medievales (La Mota), el herreriano (Monasterio del Escorial) o el neoclasicismo de Villanueva (Ortiz, 2012).

- Problemática social consecuencia de las transformaciones que supuso la política de reconstrucción en el medio rural, sobre todo, en relación con sus viviendas. Esta se traduce en el descontento y falta de identificación con las nuevas edificaciones proyectadas y el desarraigo que ocasiona el traslado de las poblaciones autóctonas a otro lugar.

Para dar soporte a la ingente tarea de reconstrucción, se prevé una estructura administrativa suficiente que comienza a perfilarse, a partir de la Ley de 30 de enero de 1938 de la Administración del Estado, con la creación del Ministerio de Interior del que depende el Servicio Nacional de Regiones Devastadas y Reparaciones. Las funciones de este último, definidas en el Decreto de 25 de marzo de 1938, se concretan en “la dirección y vigilancia de cuantos proyectos generales o particulares de obras de restauración o reconstrucción de bienes dañados por efecto de la guerra se encarguen” (Almarcha, 1997: 91).

Como la actividad rectora de los aún sublevados se centraliza en este servicio, deben buscarse en él las normas y tipologías propias de una forma de proceder marcada por las incertidumbres ideológicas propias del momento. En este marco, mediante Real Decreto de 22 de abril de 1938, nace el Servicio de Defensa del Patrimonio Artístico Nacional, dependiente de la Jefatura Nacional de Bellas Artes, más vinculado a la protección de los monumentos.

Finalizada la contienda en agosto de 1939, el primero de los servicios pasa a denominarse Dirección General de Regiones Devastadas y Reparaciones y a depender del Ministerio de la Gobernación. Este organismo, junto con la Dirección General de Arquitectura, es el encargado de la reconstrucción del país, especialmente de aquellos lugares y monumentos que son significativamente dañados durante la contienda.

Como señala María Esther Almarcha, las actuaciones que recaen bajo la responsabilidad de la citada dirección se encuadran en dos conjuntos distintos según su naturaleza: “poblaciones en conjunto o sectores aislados incluidos en ellas y edificaciones históricas” (Almarcha, 1997: 110).

La reconstrucción de la postguerra se convierte en un escenario de rivalidad y representatividad mediante la elección de distintos elementos como epítomes de la ruina (Belchite o el Alcázar de Toledo, ambos sometidos a un proceso lento, pero de rápida mitificación) y de la constitución de nuevos asentamientos que renacen de las cenizas de la guerra como Brunete o Gernika (Ortiz, 2012).

En medio de este heterogéneo panorama “no faltan los profesionales que continúan manteniendo metodologías de restauración rigurosas basadas en exhaustivas investigaciones documentales, exploraciones arqueológicas y registros documentales de sus actuaciones” (Hernández, 2012: 100). No obstante, con independencia del modo de hacer de estos protagonistas, la tónica general en materia de restauración en este momento es insoluble de los siguientes aspectos:

- Valor simbólico del patrimonio monumental en la construcción de la identidad nacional.
- Aproximación más individualista y arriesgada a la restauración.
- Desaparición de órganos consultivos.
- Escasa actitud crítica.
- Peso del historicismo. Restauración al servicio de determinadas fases de la historia del monumento.
- Interpretación maniquea de los efectos de la guerra llevada a cabo por el régimen durante más de una década.

Al analizar los tópicos relativos al dominio de la restauración de estilo, se requiere aclarar que estas actuaciones no son exclusivas de este periodo, ya que según la antes citada Ascensión Hernández “el lugar común que caracteriza la intervención española en monumentos durante más de un siglo es la búsqueda del edificio original, idea que se convierte en una constante en muchos arquitectos restauradores antes, durante y después del primer franquismo” (Hernández, 2012: 117).

Al igual que en otras ciudades, la situación del patrimonio histórico inmueble granadino tras la guerra es muy delicada. En la monografía que Alfonso Muñoz Cosme dedica a la figura de Leopoldo Torres Balbás se consagran algunos párrafos a perfilar el destino del legado arquitectónico de la ciudad (Muñoz, 2005).

El 25 de agosto de 1936 el nuevo comandante militar de las tropas sublevadas, el coronel de infantería Basilio León Maestre, destituye al citado profesional de sus cargos de arquitecto conservador de la Alhambra y de Zona nombrando director de la Conservación de Monumentos Nacionales y, en especial, del famoso monumento granadino, a Fidel Fernández Martínez, delegado de la autoridad militar que será auxiliado por el arquitecto Francisco Prieto–Moreno (Muñoz, 2005: 128). Su labor restauradora como arquitecto conservador de la Alhambra se desarrolla entre 1936 y 1978, y supone una clara alineación con las iniciativas anteriores de gestión del monumento estableciendo

una continuidad de tareas o, como diría Jesús Bermúdez, “una transición que prolonga la impecable tarea inacabada por su antecesor Leopoldo Torres Balbás” (Bermúdez, 2012: 239). Dicho autor recoge la voluntad continuista del arquitecto expresada en la memoria, de carácter técnico, que redacta pocos meses después de su llegada, en febrero de 1937:

Teniendo en cuenta la continuidad que debe presidir en la labor técnica a desarrollar en cuanto se refiere a la conservación de monumentos, especialmente en la Alhambra, cuyos trabajos de conservación y restauración han sido cuidadosamente estudiados y atendidos por los Arquitectos Directores que precedieron al firmante de esta memoria, es por lo que se ha concretado la labor de estos últimos meses a la continuación de las obras ya emprendidas y a la ejecución de las que ya estaban proyectadas y en vías de aprobación por los organismos superiores [...].

Aparte de esta consideración de carácter general, hay que tener en cuenta que en la Alhambra se ha seguido a partir del año 1915 un plan metódico y razonado cuyo resultado ha sido la consolidación de todas las partes ruinosas pudiendo asegurarse que la Alhambra no ofrece hoy día peligro de hundimiento en sus partes fundamentales (Bermúdez, 2013: 239).

Complementariamente, Prieto–Moreno expone su plan de obras consistente en la mera conservación, siguiendo como su antecesor el Plan de Velázquez-Bosco; es decir, finalizar los trabajos iniciados y comenzar los previstos. Entre sus cometidos se encuentra la consolidación de las murallas y de algunas torres, la restauración del techo de la Sala de la Barca y la continuación de las excavaciones iniciadas por su antecesor, entre otros aspectos.

En la correspondencia que recibe procedente de la Delegación de la Autoridad Militar se pone de manifiesto la difícil coyuntura de estos primeros años de la posguerra. La necesidad de intervención del monumento al Cristo de los Favores en el Campo del Príncipe, la reparación del Arco de entrada a la ciudad de Santa Fe por su parte oriental y de su ermita aneja, y el peligro de hundimiento en el que, por entonces, se halla el muro longitudinal norte de la Iglesia de San Juan de los Reyes constituyen las principales problemáticas del momento (Delegación de la autoridad militar, 1937).

En una carta que dirige el Delegado de Bellas Artes al ingeniero Jefe de Montes del Distrito Forestal de Granada, se perfila uno de los primeros asuntos relacionados con el territorio Alhambra en el que se ve involucrado Prieto–Moreno. Con motivo de la terminación de la carretera que parte de la entrada al Generalife, sube a la Silla del Moro y continúa hasta la meseta superior del Llano de la Perdiz, se insta al Distrito Forestal a proporcionar las facilidades necesarias para que puedan concluir las obras del tramo que falta por ejecutar, que es justamente el que pasa por los terrenos propiedad del Estado cedidos a dicha demarcación, y cuya administración y conservación compete a la Alhambra y Generalife, debido al “interés primordialmente turístico y arqueológico que presenta la vía” (Alhambra, 1937).



**Imagen aérea de la Alhambra, el Generalife y la Silla del Moro, Granada.
FOTOGRAFÍA: Javier Callejas.**

A pesar de estos beneficios, la construcción de la carretera implica una transformación importante a su paso por las proximidades de la Silla del Moro, ya que anula su conexión con el Palacio de Dar al-Arusa. Esta actuación es indicativa de una forma de actuar centrada en el elemento, en detrimento de los aspectos relacionados con su implantación territorial.

El Castillo de Santa Elena, conocido popularmente como Silla del Moro, es una construcción de carácter militar integrada en la red defensiva de Granada diseñada en el siglo XIV. Además, constituye un vestigio de los edificios medievales vinculados con la Alhambra y el Generalife junto con los Palacios de Dar al-Arusa y los Alijares.

Se disponía de forma escalonada sobre la pendiente del Cerro de Santa Elena o del Sol hacia el Darro. Su cuerpo central, constituido por una torre realizada en tapial hormigonado rico en cal, se ubicaba sobre una plataforma asentada sobre el terreno. Entre ambos elementos, se localizaba la plaza de armas y el camino de ronda del complejo. Probablemente, se accedía a la plataforma por su lado sur, mientras que la entrada a la torre se producía por el norte, a través de unas escaleras construidas sobre tramos de bóvedas de medio cañón.



**Silla del Moro después de la restauración de 2010, Alhambra de Granada.
FOTOGRAFÍA: Javier Callejas.**

Pocos años después de la conquista de la ciudad, los Reyes Católicos disponen la reparación del castillo, por entonces en estado ruinoso, y la creación de nuevos espacios donde situar máquinas de artillería. Tras estas intervenciones, el edificio entra en un prolongado periodo de abandono. Por entonces, sus ruinas se asemejan a la forma de una silla vistas desde la ciudad, razón por la que se emplea el término “Silla del Moro” para designarlo.

Con la Guerra de la Independencia, se produce la ejecución entre 1810 y 1812 de distintas baterías de artillería y la excavación de trincheras por los franceses, hecho que altera aún más los restos de la edificación, que finalmente sufre una voladura provocada por las tropas napoleónicas en su retirada. De nuevo, el edificio cae en el olvido hasta que en el primer tercio del siglo XX se inician las actuaciones para su estudio y recuperación.

Aunque Leopoldo Torres Balbás es el primer arquitecto conservador que estudia y consolida los restos de la Silla del Moro en el siglo XX, las actuaciones que presentan mayor calado en el lugar se realizan bajo la dirección de Francisco Prieto–Moreno. Como señala Alberto García, la intención del arquitecto desde un primer momento es dar acceso al edificio y restaurarlo, sin embargo, únicamente continúa con las labores de exploración entre 1936 y 1937 posponiendo su intervención para más adelante (García, 2010).

Su principal objetivo fue recuperar este espacio como lugar de recreo, por lo que primero se planteó la creación de un mirador (1942) y después de un restaurante (1966). Este último uso supuso la reconstrucción del castillo, partiendo de los testimonios documentales de Ambrosio de Vico (ca. 1613), Anton Van den Wyngaerde (1567) y Joris

Hoefnagle (1563), con la ejecución de una gran torre central, obra que finalizó en 1970 y que careció de cierres y de puesta en funcionamiento.

En 1995, debido a la mala calidad de la construcción, se produjo la caída y desprendimiento de la parte de sus fábricas situada en levante (García, 2010: 15). Este hecho hizo necesario eliminar aquellos muros levantados por Prieto–Moreno en serio peligro de desprendimiento durante la última intervención. El principal objetivo era acercarse en lo posible a los restos que quedaban del antiguo Castillo de Santa Elena en los años 30, vestigios que se habían conservado siendo utilizados por Prieto para asentar las nuevas fábricas.

Como contrapunto de esta intervención, dirigida a la creación de un nuevo volumen para poner en funcionamiento un elemento que se conservaba con carácter de ruina y convertirlo en activo turístico, existen otro tipo de actuaciones tendentes a la búsqueda del edificio original. Es el caso de la Restauración de las Cubiertas de la Capilla Real.

El primer trabajo que realiza en la Capilla Real corresponde a la Reforma del acceso y pavimento de la cripta de los Reyes Católicos. Seguidamente, en enero de 1942, se publica la Orden por la que se aprueba el Proyecto de bóveda en la Sacristía de la Capilla de los Reyes Católicos (Boletín Oficial del Estado, 1942), redactado un año antes por el mismo arquitecto.

Gracias a la información contenida en la Memoria del proyecto, custodiado en el Archivo General de Alcalá de Henares, se puede conocer en profundidad la intervención, cuyos pormenores se resumen a continuación (Prieto, 1941):

Situación de partida

Por entonces, la Sacristía se encuentra cubierta por una bóveda de medio cañón, con cupulín semiesférico en el centro, que oculta los ventanales primitivos. Dicha bóveda, enlucida y blanqueada al igual que los paramentos de la nave, se ejecuta probablemente en 1835 sin tener en cuenta la disposición anterior. Se trata de una bóveda encamonada realizada sobre un armazón ligero de madera formando las envolventes con cañizo revestido de yeso.

Objeto y justificación del proyecto

Restablecimiento de la bóveda de crucería que cubría la Sacristía de la Capilla de los Reyes Católicos y que desapareció por hundimiento a mediados del siglo XIX; según Gallego y Burín, concretamente en 1827.

El picado de parte de los muros de la sacristía, con motivo de la reparación efectuada en uno de sus ángulos, permite apreciar claramente las huellas de la primitiva bóveda y el trazado de sus arcos, operación que prosigue con el levantamiento del revoco de los muros. Como era de esperar, aparecen los primitivos ventanales tapiados correspondientes al centro de los tramos de la bóveda (Prieto, 1941).

Las prospecciones efectuadas permiten al arquitecto avalar la construcción de una nueva bóveda en armonía con la unidad de estilo de todo el edificio recuperando el carácter de la sacristía.

Ejecución material

La bóveda de crucería consta de dos tramos separados por un arco apoyado sobre los contrafuertes que fueron construidos a tal efecto.

El sistema constructivo se proyecta a base de una estructura de hormigón armado que evite toda clase de empujes que, al parecer, fueron la causa del hundimiento, y una molduración superpuesta con perfiles análogos a los que aparecen en las bóvedas actuales de la capilla. Asimismo, se prevé construir las plementerías de bóveda de ladrillo de tres hiladas, y la molduración de los nervios a base de piedra de Santa Apudía (Pudía), material este último del que está construida toda la capilla. En línea con esto, los arcos quedan de piedra vista y las plementerías enlucidas y pintadas en un tono armónico con el resto del local. Para lograr las proporciones más convenientes, se confeccionan modelos de escayola a tamaño natural (Prieto, 1941).

Paralelamente, se lleva a cabo la reparación de la armadura de cubierta, que queda aligerada del peso de la bóveda encamionada.



Interior de la cubierta de la sacristía de la Capilla Real de Granada en la que se aprecia la bóveda ejecutada bajo la dirección de Prieto–Moreno.

Como resultado, Prieto–Moreno restituye el plano de la cubierta ejecutando una nueva bóveda nervada. Para ello, construye un casco autoportante en hormigón al que se adosan las dovelas de piedra. En lo que respecta a la armadura, reutiliza parte de la madera existente, hoy fácilmente identificable en el armazón actual al igual que los restos de antiguos ensambles inconexos.

Lo revelador es que, décadas después, esta práctica de la reconstrucción en estilo se continúa documentando, puesto que se siguen produciendo restauraciones similares realizadas en los años sesenta y setenta, décadas en las que existen tendencias renovadas en el marco de la restauración monumental, a pesar de que esto no se note demasiado en España (Hernández, 2012). Debe recordarse que en 1964 se publica la Carta de Venecia (1964) en la que se establecen criterios de intervención más respetuosos con todas las fases históricas de los monumentos.

En estas primeras intervenciones como Arquitecto conservador de la Alhambra y de la Séptima Zona, Prieto–Moreno denota una fuerte vinculación con la herencia recibida de su maestro y antecesor Leopoldo Torres Balbás. Esta voluntad continuista se irá diluyendo en años sucesivos, sin duda, debido a la distinta coyuntura que rodea al arquitecto: variedad de casuísticas a tratar desde la precariedad económica, posicionamiento propio en materia de intervención y sometimiento de sus actuaciones a la supervisión de nuevos organismos competentes, fundamentalmente. Como subraya Aroa Romero:

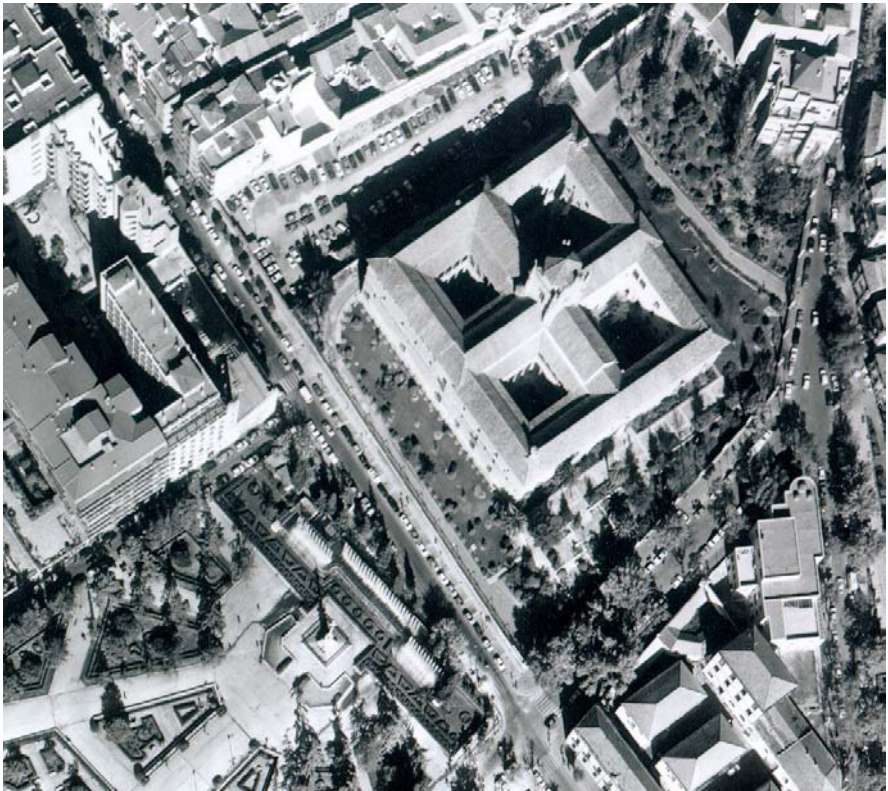
Es necesario distinguir entre sus actuaciones por encargo de la Dirección General de Regiones Devastadas, en las que se acometen reconstrucciones con un fuerte carácter simbólico, y aquellos otros trabajos para la Dirección General de Bellas Artes como Arquitecto de Zona que, en ocasiones, presentan similares criterios de intervención pero que, en otros muchos casos, se atienen a la mera conservación y mantenimiento (Romero, 2010: 12).

Su ámbito de trabajo es muy amplio, ya que interviene edificios de carácter civil, militar o religioso, también en restos arqueológicos. Sus obras se encuentran dispersas por un extenso territorio geográfico que integra las provincias de Almería, Granada, Jaén, Málaga, Ceuta y Melilla. Respecto al carácter de sus actuaciones, son numerosos los proyectos de reconstrucción y muy significativos los de desmontaje (Casa de las Torres, Úbeda), terminación (Palacio de Carlos V) o integrales programados (Hospital Real). Atención aparte merecen las labores de mera consolidación y las campañas restauradoras de largo recorrido que desarrolla en la Alcazaba de Almería (1940-1976) y en la Alcazaba de Málaga (1941-1968).

La autora trata ampliamente la figura del Prieto–Moreno en todas sus vertientes profesionales, dedicando una parte importante a las intervenciones que dirige en la Alhambra y Generalife de Granada. Por suerte, el monumento no sufre las consecuencias de la guerra, al contrario que otros inmuebles de inestimable valor situados en la Séptima Zona, a los que Prieto–Moreno debe atender por encontrarse bajo la jurisdicción de su competencia (Romero, 2010).

Particularmente, en lo que se refiere a la escala metodológica del arquitecto su vertiente técnico–científica no tiene, como en el caso de Torres Balbás, un reflejo tan claro en su trabajo a título individual. La sistemática de sus proyectos se ciñe básicamente

a cubrir los requerimientos que definen los organismos que los supervisan en materia de contenidos: memoria, presupuesto, (mano de obra, materiales, transporte y acopio, etc.) y documentación gráfica.



Fotografía aérea del Hospital Real, Granada.

En el caso de la Alhambra, antes de que el arquitecto intervenga en cualquier elemento del conjunto monumental, sus propuestas son supervisadas por el Patronato. Ocasionalmente, dichas intervenciones se acompañan con un programa de excavaciones arqueológicas que cuenta con el asesoramiento de Jesús Bermúdez Pareja y, durante un amplio intervalo temporal, con las valiosas contribuciones de Manuel Gómez-Moreno Martínez (Romero, 2010: 15).

Sin duda, su contribución más notable en este campo es el sistema de trabajo que, bajo su iniciativa, empieza a consolidarse en la Alhambra. Se trata de la creación de “talleres de restauración, a los que los aprendices se incorporaban a edad muy temprana, con la finalidad de constituir una cadena de aprendizaje de los oficios artesanales sumamente consolidada en la actualidad” (Romero, 2010: 11). En este sentido, los talleres constituyen un eje fundamental del Plan director de la Alhambra (2007-2015), instrumento

de planificación en el que la conservación tiene una inspiración general que destaca el plano científico y técnico para dar sentido a una intervención especializada capaz de aunar dos factores necesarios: “la rigurosidad de los procedimientos y la presencia de una nueva sensibilidad en las actuaciones, que permita acompañar el bien con el valor de contemporaneidad” (Villafranca y Salmerón, 2010, p. 22). Su nueva formulación responde a un enfoque innovador del trabajo especializado, reconociendo una tradición en la que la Alhambra es referente y potenciando una evolución decidida hacia modelos asentados en los institutos nacionales y extranjeros de patrimonio cultural, donde el taller es el que define el mejor entorno para intervenir y controlar el proceso mediante una infraestructura científica y unos equipos de especialistas cualificados.



Taller de restauración de yeso y cerámica antes de su renovación, Alhambra (Granada).

A los talleres, se suma una Oficina Técnica consolidada gracias a la presencia de profesionales cualificados que contribuyen decisivamente, aún hoy, a conservar el monumento. Finalmente, destaca la realización de maquetas de los distintos sectores de la Alhambra como “instrumento de estudio previo a las actuaciones, muchas de las cuales se conservan todavía” (Romero, 2010: 15).

En suma, Francisco Prieto–Moreno constituye un ejemplo representativo de la restauración monumental española inmediata a la posguerra que se prolonga hasta la década de los años setenta del siglo XX, periodo que la historiografía tradicional ha caracterizado por “la proliferación de reconstrucciones, la recuperación simbólica del patrimonio perdido y el desvío de los rigurosos principios de la Carta de Atenas de 1931, debido a la masiva destrucción del patrimonio arquitectónico” (Romero, 2010: 8).

En medio de un panorama caracterizado por la heterogeneidad, en el que también tienen cabida modos rigurosos de proceder, la metodología científica constituye muchas veces una opción personal que el profesional no siempre está en disposición de adoptar.

2.4. La profesionalización técnico-científica de la disciplina

Las intervenciones de emergencia y mimesis realizadas en la primera década de la reconstrucción monumental europea cuestionan y se alejan de los métodos de la Restauración Científica y de la Carta de Atenas. Los avances metodológicos deben esperar en la práctica a la segunda posguerra mundial, concretamente a los años sesenta, para alcanzar una cierta profundidad sin las urgencias de las reconstrucciones reparadoras en estilo relacionadas con las exigencias de la identidad nacional (Rivera, 2001).

En este contexto, interesa destacar la presencia de una cierta resistencia profesional a esa actitud casi automática. Así, en el caso de las intervenciones desarrolladas en Génova como consecuencia de las pérdidas causadas por los bombardeos aliados en la ciudad, Carlo Ceschi rechaza la posibilidad de reproducir los nuevos edificios en estilo antiguo, ya que son privados absolutamente de su fascinación artística y reducidos a un valor meramente documental y de copia (Ceschi, 1970).

Posicionamientos como el citado están en la encrucijada que representa una actitud inquisitiva sobre el hecho arquitectónico. En línea con esto, Antón Capitel recalca la importancia de los postulados de Camilo Boito, ya que dicho autor plantea “con corrección y lucidez la cuestión básica de la calidad y el papel a jugar por los añadidos posteriores que rompen la unidad estilística o modifican la estructura formal primitiva” (Capitel, 1988: 36). Esta observación incide en el cambio de mirada y de actitud ante la obra, hechos que requieren una actitud investigadora basada en el uso de procedimientos científicos para estudiar la complejidad de las estructuras materiales y su evolución en el tiempo. Los arquitectos, restauradores e investigadores que se suman a esta corriente analítica constituyen una verdadera alternativa profesional que se asienta firmemente en la segunda mitad del siglo XX y conforma una seña de identidad apoyada en las cartas de restauración y en los institutos especializados dedicados al patrimonio cultural en sus diferentes vertientes.

2.4.1. Italia, precursora del método

Como resultado de lo expuesto anteriormente, se plantea un debate para responder a una nueva coyuntura en materia de intervención en el patrimonio. Surge la Carta de Venecia de 1964, la nueva teoría de la Restauración Crítica, defendida por Bonelli y Pane, y el método de restauración propuesto por Cesare Brandi para obras de arte. También, se suscita la necesidad de “luchar contra las restauraciones en estilo que habían reaparecido destruyendo los edificios, al eliminar sus añadidos históricos y reintegrarlos arbitrariamente” (Rivera, 2001: 138).

Hasta la década de 1970, la aplicación de las cartas del restauro es siempre relativa, debido a que se entienden más como recomendaciones y no presentan un carácter vinculante (Feliu, 2002). En línea con esto, el Ministerio de Instrucción Pública italiano lanza la circular 117, elaborada por Cesare Brandi y conocida como la Carta del Restauro de 1972. A partir de ella, se establece la obligatoriedad de que los responsables de las intervenciones cumplan las pautas establecidas. Además, se requiere que los proyectos de restauración incluyan “investigaciones exhaustivas realizadas desde todas las disciplinas posibles, además de contar con un presupuesto fijado que permita la intervención de empresas especializadas” (Feliu, 2002: 118).

Pioneros son también los trabajos de la Comisión Franceschini, creada en 1964 por el gobierno italiano con el fin de dotar de contenidos jurídicos a los bienes culturales del país, como actividad preparatoria de la renovación del patrimonio cultural hacia el fin de siglo. La reflexión que se produce pocos años después de la creación de esta comisión, gracias al discurso conocido como *Memorabilia il futuro della memoria*, pone a punto la política de los bienes culturales en Italia y su eco se extiende a toda Europa. La intervención en el patrimonio se establece en torno a tres ejes fundamentales (Perego, 1987):

- Superación de la actitud tradicional de la tutela, excesivamente conservacionista, a favor de otra más dinámica que supone la definición de las acciones a través de un instrumento científico-técnico.
- Respuesta a las demandas de una sociedad desarrollada con acciones que tienen el suficiente calado y suponen la cualificación de la gestión con nuevas perspectivas en investigación, desarrollo tecnológico y comunicación.
- Implicación del bien en el contexto a todos los niveles definiendo situaciones de ambiente, exposición a los riesgos y relación con el territorio.

Esta nueva metodología implica una importante reflexión y la participación de ramas de la ciencia tradicionalmente apartadas del patrimonio cultural, dando pie a una relación sin complejos que tiene una repercusión directa en la filosofía de la intervención y en el desarrollo tecnológico de los países que emprenden esta vía cualificada de acción sobre el patrimonio cultural.

Años después de la Carta del Restauro de 1972, se redacta la “Carta della Conservazione e del Restauro degli Oggetti d’Arte e di Cultura”, también conocida como la Carta

del Restauo de 1987, con disposiciones adicionales y complementarias a la anterior, en la que se revisan y actualizan algunas técnicas de conservación y restauración, y se completan con los nuevos procedimientos y modificaciones técnicas fruto del avance científico acontecido entre ambos documentos. Concretamente, en lo que se refiere a la metodología y técnica de las intervenciones:

Se hace especial mención a los procedimientos empleados en la consolidación de muros, sustituciones o reintegraciones de paramentos, intervenciones en decoraciones y policromías, operaciones sobre piedra, consolidaciones de estructuras lígneas, restauraciones de pinturas murales y mosaicos, intervenciones en esculturas, conservación y restauración de libros y bienes archivísticos, principalmente (Feliu, 2002: 122).

Esta última carta perfecciona y proyecta internacionalmente los criterios establecidos por su predecesora.

2.4.2. Estudio de antecedentes en España Cataluña: el método de la restauración objetiva

El Servei de Patrimoni Arquitectònic Local de la Diputació de Barcelona, institución que se remonta a 1911, año en el que es fundada por Jeroni Martorell (Rivera, 2001), constituye un organismo de referencia en lo que respecta a la aplicación de planteamientos técnico-científicos en la intervención de bienes inmuebles.

Antoni González, director de dicho servicio durante un dilatado periodo de tiempo, diseña su Método SCCM de Restauración Monumental, denominación que proviene del antiguo nombre del Servei de Catalogació i Conservació de Monuments del que fue director dicho arquitecto. Lo denomina la “restauración objetiva”, a partir de los principios establecidos por Renato Bonelli, Roberto Pane, y otros importantes teóricos italianos caracterizados por superar la “restauración científica” de Gustavo Giovannoni, que marcó a Europa durante más de treinta años y que en España sólo conoció el periodo más que sugestivo de los años de la República con personalidades como Torres Balbás y sus seguidores, Jeroni Martorell, el primer Iñiguez Almech, etc. (Rivera, 2001).

En este método se señalan cuatro grandes fases o etapas. Las tres primeras son las habituales en los procesos de restauración, incluyendo desde el conocimiento a la intervención.

La restauración objetiva-Método SCCM de Restauración Monumento [Síntesis]

- Etapa I. Conocimiento
 - Prediagnóstico
 - Diagnóstico
- Etapa II. Reflexión
 - Evaluación del objeto
 - Programación de la actuación
- Etapa III. Intervención
 - Proyecto
 - Ejecución
 - Seguimiento
 - Participación
- Etapa IV. Conservación preventiva
 - Custodia y divulgación
 - Verificación y prevención
 - Mantenimiento

Andalucía a partir del Primer Plan General de Bienes Culturales

Previo reconocimiento de las autonomías regionales por la Constitución Española, Andalucía recibe plenas competencias en materia de protección y conservación de los bienes culturales. Por entonces, está vigente la Ley de Patrimonio Histórico Español 16/1985, de 25 de Junio, y el Real Decreto 111/1986 de 10 de Enero, disposiciones de carácter estatal. En este contexto, nace el Primer Plan General de Bienes Culturales para racionalizar los procesos de intervención en los bienes del patrimonio histórico andaluz. Además de protegerlo, conservarlo y restaurarlo, se contemplan entre sus objetivos generales su difusión como clave de identificación colectiva y el ajuste de las instituciones culturales competentes (Martínez y Espinosa, 2000).

Para ello, se diseña una metodología consistente en el análisis del estado de los bienes culturales, seguido de un diagnóstico, y el establecimiento de una programación adaptada a sus necesidades y a las posibilidades reales de intervención. Con todo ello, se busca racionalizar las actuaciones superando la dispersión existente.

En lo que respecta a la sistemática establecida y en el contexto de la fase de diagnóstico, destaca la realización en 1987 de un estudio sobre el estado de conservación de los bienes inmuebles que cristaliza en una ficha diagnóstico con datos descriptivos, urbanísticos y análisis por capítulos constructivos. Todos se informatizaron para poder estudiar estadísticamente algunos aspectos de la situación del patrimonio y diseñar un Plan de Inversiones adaptado a las necesidades existentes (Martínez y Espinosa de los Monteros, 2000).

La programación anual ordinaria constituye el instrumento clave para la organización de la práctica diaria. Partiendo de los criterios de priorización antes mencionados y de las peticiones de las delegaciones que canalizan las necesidades de la provincia, a instancia de particulares y propia, se elabora un plan para abordar nuevos proyectos de restauración y continuar con los que están en marcha.

Los objetivos del Programa de conservación y restauración de bienes culturales son los siguientes:

- Conservación de Monumentos, Conjuntos, Sitios, Jardines Históricos y Zonas Arqueológicas.
- Conservación y restauración de los bienes muebles integrantes del Patrimonio Documental y Bibliográfico.
- Creación de una línea de investigación como el necesario soporte científico a las tareas de conservación y restauración.

En este contexto destaca el Plan de Catedrales de Andalucía (1988), instrumento pionero en la política estatal de los bienes culturales, a partir del cual desarrollar las acciones sobre las trece catedrales andaluzas. Como aspecto significativo destaca el interés por:

Trascender al objeto e implicar a la propia ciudades en el devenir de sus catedrales porque estas forman parte esencial de los cascos históricos y su deterioro, como proceso lógico de envejecimiento y transformación de las estructuras físicas, se convierte en un recorrido de influencias mutuas, donde la decadencia o la vitalidad de la ciudad y sus gentes tienen un reflejo y respuesta incuestionables en estos grandes edificios (Salmerón, 2004: 53).

Los aspectos básicos definidos para su desarrollo, en función de cada caso, fueron los siguientes:

- Levantamiento fotogramétrico.
- Diagnóstico previo.
- Definición y ejecución de las intervenciones de emergencia.
- Definición de intervenciones ordinarias.



Capilla Mayor de la Catedral de Granada.

Enlazando con este propósito general de organizar las acciones sobre el patrimonio inmueble andaluz, se prevé integrar plenamente el soporte científico y técnico inherente a las tareas de conservación y restauración mediante la creación en 1989 de una nueva y ambiciosa entidad vinculada con la administración cultural: el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico (IAPH).



Restauración del Giraldillo en el IAPH.

Se trata de un centro concebido para integrar todas las disciplinas del patrimonio cultural que ha evolucionado al ritmo que marcan los nuevos tiempos al pasar de la atención inicial focalizada en la investigación, intervención, difusión y formación en patrimonio histórico a la integración de los avances científicos y tecnológicos en estos ámbitos, destacando la colaboración en intervenciones de referencia para el ensayo de metodologías innovadoras y el compromiso con los patrimonios emergentes y paisajes culturales.

Precisamente, el Laboratorio del Paisaje Cultural (<http://www.iaph.es/paisajecultural/>), dependiente del Centro de Documentación y Estudios del IAPH constituye una muestra evidente de este compromiso. Actualmente, dicho laboratorio aborda las cuestiones relacionadas con el paisaje y el patrimonio cultural desde una aproximación multidisciplinar. Su actividad se articula en torno a tres líneas de actuación (Identificación y caracterización, Criterios de actuación y Fomento de los Paisajes Culturales), a las que en ocasiones se incorporan recomendaciones técnicas y pautas en forma de protocolos normalizados referidos bien a la realización de registros, inventarios o catálogos, bien a la definición de estrategias para la preservación y valoración del patrimonio cultural inmueble a través de la ordenación urbanística.

Valencia: integración reciente en el panorama de la intervención especializada

El Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales (IVC+R [<http://www.ivcr.es/>]), entidad pública dependiente de la Generalitat Valenciana, aparece en escena en 1999 para salvaguardar el legado cultural de dicha comunidad

autónoma, pero no inicia su actividad hasta 2005. A día de hoy, se ha transformado en una Unidad de Conservación, Restauración e Investigación dedicada a la Cultura y Arte valencianos.

Su ámbito de actuación se ciñe a los bienes muebles fundamentalmente y parte de los principios de mínima intervención, respeto de la autenticidad del original y reversibilidad de los procedimientos aplicados. El desarrollo de los estudios dirigidos a la recuperación de dichos bienes se realiza desde una perspectiva interdisciplinar gracias a la colaboración de distintos profesionales, cuyas aportaciones resultan fundamentales tanto para la comprensión de los fenómenos de deterioro como para la solución de los problemas diagnosticados.

Destaca la presencia de un Servicio Científico dedicado al desarrollo de estudios avanzados complementarios a los tradicionales de carácter histórico-artístico y a la elaboración de protocolos de actuación, ensayos de materiales e investigaciones en continuo proceso de revisión y perfeccionamiento. Asimismo, se subraya la promoción de proyectos de investigación y desarrollo con cargo a sus propios recursos fundamentalmente dirigidos al estudio de la materialidad de los objetos deteriorados y a la aplicación de las nuevas tecnologías en las intervenciones.

El Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universidad de Valencia (IRP [<http://www.irp.webs.upv.es/>]), coetáneo al anterior y dedicado también a la conservación y restauración del patrimonio histórico arquitectónico, tiene un carácter distinto, ya que surge como estructura no convencional de investigación dependiente de la citada universidad. Entre sus objetivos específicos, interesa destacar dos porque enlazan directamente con el propósito de esta tesis: el desarrollo de metodologías, proyectos e intervenciones en el campo de la conservación y restauración de los bienes culturales y el diseño de métodos de análisis científicos para el estudio y caracterización de los materiales artísticos y el control y seguimiento de los procesos de trabajo.

En lo que respecta a los proyectos especiales emprendidos por esta institución, debe recalarse su labor pionera en la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en tareas de catalogación del patrimonio cultural, y sus trabajos de producción cartográfica. Tampoco debe olvidarse su papel activo en la formación especializada de futuros profesionales de la intervención gracias a la organización de máster y cursos de posgrado en torno a la conservación y restauración del patrimonio cultural.

2.5. Disposiciones que favorecen el desarrollo científico y técnico de los procesos de intervención

No es objeto de este estudio delimitar de forma exhaustiva las disposiciones que promueven el desarrollo de las técnicas de conservación en el último cuarto del siglo XX, pero sí facilitar la comprensión de los mecanismos a partir de los cuales los organis-

mos e instituciones del panorama internacional han acrecentado su preocupación por los bienes culturales y diseñado actuaciones de gran calado e interés para la comunidad científica.

2.5.1. Cartas y textos doctrinarios

La Convención de la Haya de 1954 es un punto de partida fundamental no sólo para reflexionar sobre la protección del patrimonio cultural en relación directa con la devastación de Europa por la Segunda Guerra Mundial, sino también para trabajar en tiempos de paz, prever la minoración de los daños y diseñar una actuación preventiva adecuada, que vuelve a plantearse en el *Segundo Protocolo de la Convención de La Haya* de 1999 a partir de la revisión que se impone en el ámbito internacional tras los serios conflictos y la destrucción que tiene lugar en Europa a finales de los años ochenta y principios de los noventa, debido al inicio del conflicto bélico de los Balcanes (1992-95) en el que Dubrovnik, ciudad declarada Patrimonio de la Humanidad, se convierte en símbolo de las pérdidas irreparables y reiteradas del patrimonio cultural a causa de la guerra.

Es interesante recordar el texto del artículo 5 de este último protocolo, en el que se indican aspectos concretos relacionados con inventarios y con la adopción de medidas de protección desarrolladas de manera detallada en el propio articulado:

Las medidas preparatorias adoptadas en tiempo de paz para salvaguardar los bienes culturales contra los efectos previsibles de un conflicto armado conforme al artículo 3 de la Convención comprenderán, en su caso, la preparación de inventarios, la planificación de medidas de emergencia para la protección contra incendios o el derrumbamiento de estructuras, la previsión del traslado de bienes culturales muebles o el suministro de una protección adecuada in situ de esos bienes, y la designación de autoridades competentes que se responsabilicen de la salvaguardia de los bienes culturales (Unesco, 1999).

Es importante recalcar que en este momento, situado en las postrimerías del siglo XX, se otorga gran importancia al papel de la técnica y de las medidas de protección en la preservación del patrimonio frágil y amenazado, y se reconoce que sin unas acciones explícitas de carácter técnico-científico, las recomendaciones de tipo general son solamente una declaración de intenciones.

Esta revisión transcurre casi al mismo tiempo que la reunión de una comisión de expertos en Valladolid (abril 2000) para preparar la *Conferencia Internacional de Conservación de Patrimonio* (Cracovia, octubre 2000), documento que incluye los “Principios de Restauración en la Nueva Europa”, entre los que destacan los puntos que se citan a continuación.

Probablemente, estos apartados contienen los aspectos que se han consolidado en el panorama de la restauración en Europa después de ese apasionante y no cerrado del todo periodo de posguerra en el que se han producido los ecos de la reflexión sobre las

consecuencias de los conflictos armados, las estrategias de prevención y de represión del incumplimiento del mandato de La Haya, y la disposición de medidas positivas de reconstrucción e incluso de planificación urbana que miran hacia el futuro.

- Los conceptos
 - La restauración como acto extraordinario y necesario de la conservación de la arquitectura.
 - Los criterios como resultado del proyecto elaborado a partir de la metodología de conocimiento e intervención del objeto (la arquitectura o la ciudad histórica).
 - La restauración como instrumento.
 - La terminología de la actuación proyectual en la arquitectura del pasado. Los nuevos lenguajes.
- Definición del marco general del proyecto de conservación y restauración
 - Los estudios previos en el proceso de elaboración.
 - El papel de los equipos interdisciplinarios.
 - La diagnosis: métodos y aplicaciones.
- Las técnicas
 - Las técnicas conservadoras: métodos y aplicaciones.
 - La conservación de los materiales.
- La estructura
 - La consolidación estructural como acto del proyecto.
 - La conservación de los materiales y de la estructura como química y física de la restauración.
- El proyecto de restauración
 - Historia, presente y proyecto. Los nuevos lenguajes.
 - La escala.
 - Los métodos.
 - Los modos de análisis.
 - El carácter proyectual de la restauración como elección conservadora.
 - El proyecto de restauración como:
- Consecuencia de la elección conservadora.
- Elección coherente y funcional de la técnica.
- Previsión de los resultados.
 - Integraciones y rehabilitaciones.
- El mantenimiento
 - Su importancia como praxis normal de la conservación de la arquitectura y cultura del tratamiento continuado de las ciudades y de los edificios históricos.
 - Metodología.

Aunque en este apunte no se hace ninguna alusión al contexto del bien, en el texto final de la Carta de Cracovia (2000) si se trata en relación a la ciudad histórica y al paisaje. Este documento tiene aspectos muy directos que inciden en las técnicas de

restauración y constituyen una referencia muy interesante por su capacidad de síntesis de la problemática restauradora de todo un siglo (Unesco, 2000):

- El patrimonio arquitectónico, urbano y paisajístico, así como los elementos que lo componen son el resultado de una identificación con varios momentos asociados a la historia y a sus contextos socioculturales. La conservación de este patrimonio puede responder a diferentes tipos de intervenciones: control medioambiental, mantenimiento, reparación, restauración, renovación y rehabilitación.
- El mantenimiento y la reparación constituyen una parte fundamental del proceso de conservación del patrimonio. Estas acciones deben ser organizadas a partir de una investigación sistemática, inspección, control, seguimiento y pruebas.
- La conservación del patrimonio edificado es llevada a cabo según el proyecto de restauración que incluye la estrategia para su conservación a largo plazo. Este proyecto debe basarse en una gama de opciones técnicas apropiadas y organizadas en un proceso cognitivo que integre la recogida de información y el conocimiento profundo del edificio y del emplazamiento.
- Debe evitarse la reconstrucción de partes enteras en “el estilo del edificio”. La reconstrucción de partes muy limitadas, con un significado arquitectónico, puede ser excepcionalmente aceptada a condición de que esta se base en una documentación precisa e indiscutible.

Por lo que respecta a los riesgos, su consideración ha tenido una influencia decisiva en la evolución de los métodos de intervención. Los antecedentes se pueden establecer al comienzo del periodo 1975-2000.

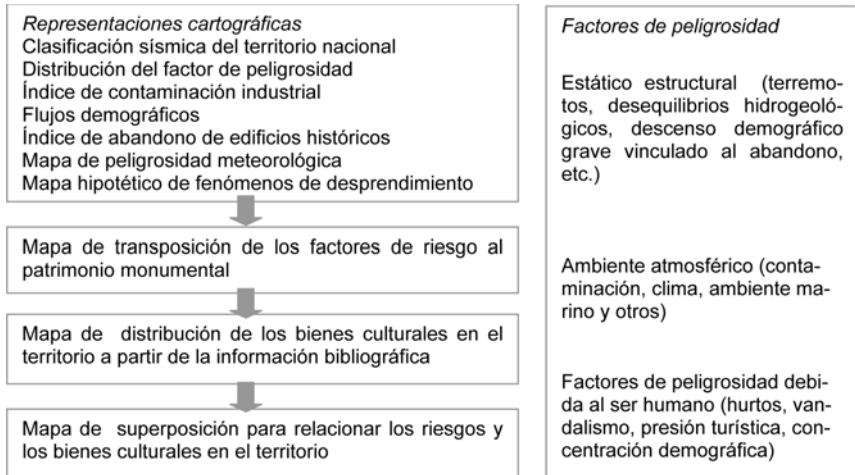
En 1976 se publica el *Plan Piloto para la conservación programada de los bienes culturales en Umbría* que tiene una aplicación directa en desarrollos teóricos, metodología y planes operativos (Baldi, 1992). En ese mismo año tuvo lugar un importante terremoto en Friuli, pero fue el intenso seísmo de la región de Campania central (1980) el que provocó junto con las propias recriminaciones del Presidente Pertini por la confusión generada en Italia, una interesante experiencia en la protección del patrimonio monumental del riesgo sísmico hacia 1983.



Afluencia de público en el Patio de Comares de la Alhambra.

Esta labor se completa con una *Carta del Riesgo del Patrimonio Cultural* (Perego, 1987) redactada en el ámbito de Memorabilia bajo los auspicios del ISCR italiano y de una sociedad perteneciente al IRI-ITALSTAT.

Esquemas de la Carta de Riesgo italiana:



Para elaborar estos instrumentos técnicos con una intención preventiva y, en cierto modo, predictiva se produce una clara integración de la ciencia en el ámbito del patrimonio cultural. Esta implicación caracteriza todo el periodo analizado hasta llegar al momento actual, representativo de la aplicación de los dispositivos más refinados apoyados en técnicas infográficas y cartográficas avanzadas en materia de prevención de riesgos.

2.5.2. Contenidos de interés presentes en la legislación española y andaluza reciente

En España, desde el punto de vista urbano-rehabilitador, cabe destacar tanto la Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español con su apoyo a la relación entre patrimonio cultural y ciudad histórica, a través del planeamiento especial, y la Ley 1/1991, de 3 de julio, de Patrimonio Histórico de Andalucía en la que se reafirma este vínculo.

En relación a la restauración de los bienes inmuebles, la primera de ellas establece en su artículo 39.2 la necesidad de que en cualquier intervención (conservación, consolidación y rehabilitación) se eviten los intentos de reconstrucción, salvo cuando se utilicen partes originales de los edificios y pueda probarse su autenticidad. En caso de que se añadan materiales o partes indispensables para su estabilidad o mantenimiento, las adiciones deben ser reconocibles con la finalidad de evitar confusiones miméticas. Asimismo, según el artículo 39.3, se requiere respetar las aportaciones de todas

las épocas existentes, sólo en los casos que determina la ley y bajo una autorización con carácter excepcional podrá producirse la sustracción de algún elemento (Boletín Oficial del Estado, 1985).

En la ley andaluza de 1991 no se especifican como en la anterior los criterios y normas aplicables en materia de conservación. Esta disposición se centra en establecer la necesidad de que los Proyectos de Conservación sean sometidos al visado previo de la Consejería de Cultura y Medio Ambiente (artículo 23.1) con el fin de garantizar un correcto planteamiento de las actuaciones (Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, 1991).

Por el contrario, en la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía (artículo 20.3) se introducen referencias concretas a la intervención que inciden en la necesidad de que los materiales empleados en la conservación, restauración y rehabilitación sean compatibles con los del bien (Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, 2007). En su elección se seguirán criterios de reversibilidad, debiendo ofrecer comportamientos y resultados suficientemente contrastados. Asimismo, los métodos constructivos y los materiales a utilizar deberán armonizar con la tradición constructiva. Como novedad, se establecen los requisitos que debe cumplir el proyecto de conservación.

2.6. El acercamiento a la materialidad del objeto

El progreso extraordinario de la ciencia a lo largo de todo el siglo XX crea un sustrato que resulta de gran ayuda a la hora de abordar las intervenciones, sólo faltaba impulsarla con actitudes y planteamientos que ya estaban implícitos en la importante reflexión a la que conducen las consecuencias de la Segunda Guerra Mundial sobre la recuperación del patrimonio europeo.

Los bienes culturales se insertan en un mercado de valores que no debe verse exclusivamente desde el punto de vista económico, sino también y especialmente en conexión con el panorama técnico–científico y de la cultura en general.

Actualmente, se entiende como algo ineludible que la ciencia profundice en la naturaleza material de la obra. Este aspecto crucial cambia todo el panorama de trabajo en la restauración, que se abre a especialidades y sectores de la cultura científica que estaban prácticamente alejados del ámbito patrimonialista. Puede considerarse que esta entrada es algo tardía, pero la forma en la que la obra de arte se percibe en pleno siglo XXI depende ineludiblemente de las exigencias del proceso de conservación y restauración de los bienes culturales, aceptando plenamente la confrontación del disfrute colectivo con la materialidad del objeto.

Obviando las peculiaridades específicas de los bienes culturales inmateriales, es posible afirmar que el mensaje artístico de una obra solamente se constata si existe

una garantía de su existencia material, y esto tiene lugar a partir de su composición físico-química. De manera recíproca, la ciencia debe dar una respuesta adecuada a la hora de intervenir y satisfacer una alta exigencia estética (Matteini y Moles, 1986).

Desde este doble enfoque, es posible establecer una metodología científica que cumpla con los requisitos conceptuales de la intervención, procurando la salvaguarda del bien cultural. El planteamiento se completa con un discurso paralelo fuertemente entrelazado.

El proceso restaurador establece un lenguaje, una forma de actuar progresivamente depurada, renovada y sometida al debate crítico. La ciencia, por su parte, presta todo su bagaje para garantizar ese fin superior. Este aspecto exige que esa colaboración implique al ambiente, ya que la obra no se inserta en un medio ideal, sino en uno concreto que influye de manera decisiva en su evolución.

Para el análisis de la materialidad del objeto, desde el punto de vista científico, se pueden establecer los siguientes parámetros (Matteini y Moles, 1986):

Análisis de los materiales constitutivos y de la técnica de ejecución

Favorece una relación entre la materia, los procedimientos de una escuela o periodo artístico y las exigencias del proceso restaurador.



Catas realizadas en muros en el Palacio de Bibataubín, Granada.

Datación y autenticación

Puede resolverse aunando criterios estilísticos e investigación científica.

Acercamiento al estado de degradación del objeto

La acción del tiempo es fundamental en la evolución de esa presencia material, especialmente en su relación con el medio ambiente. La obra no se concibe como algo *ausente* y esa evolución forma parte de su valoración. Al mismo tiempo, este planteamiento hace posible la preparación de procesos adecuados y solventes de mantenimiento, conservación y restauración.

Acercamiento a eventuales restauraciones precedentes

Muchos bienes culturales han sufrido intervenciones a lo largo del tiempo que han influido de manera importante en su presencia y han causado efectos no previstos. Generalmente, esos materiales han evolucionado de forma diferente y más rápida que el original, cambiando la apariencia estética respecto al momento en el que fueron introducidos y haciéndose, al mismo tiempo, más evidentes. Actualmente, se suele proponer la remoción de esas actuaciones cuando son inadecuadas, verificando con la máxima cautela las nuevas propuestas. El método científico es de gran interés para estudiar la fiabilidad futura del procedimiento empleado.

Uso de nuevos materiales para la restauración

Este es un aspecto fundamental de la intervención en el último cuarto del siglo XX, ya que la industria ha desarrollado materiales específicos para la restauración, muchas veces transferidos de otras actividades industriales y técnicas, causando no pocos problemas y desorientación a los diferentes actores del proceso restaurador. El problema principal se encuentra en el uso de esos productos, a partir de sus cualidades fundamentales según el fabricante o el aplicador, causando no pocos problemas de degradación. El procedimiento asentado paulatinamente en la restauración se basa en:

- El uso de materiales probados.
- La existencia de estudios científicos sobre los mismos que sean plenamente fiables.
- La publicación por los organismos competentes de listados completos y objetivos con recomendaciones de uso que no provoquen equívocos de ningún tipo, al igual que ocurre con la farmacopea.

Suspensión de una bóveda de madera de la Sala de los Reyes de la Alhambra para realizar el saneamiento del apoyo perimetral.



Control de la intervención por el personal capacitado técnica y científicamente

Inspección tanto de los materiales como del proceso aplicado al objeto concreto situado en su propio ambiente, analizando la relación con el original para evitar cualquier problema de incompatibilidad o de interacción. Estos aspectos se han convertido en el verdadero “caballo de batalla” de las intervenciones en las que está ausente ese control y no se arbitran medidas específicas que son habituales o están normalizadas en la construcción de nueva planta.



Medición de las condiciones de temperatura y humedad de los restos arqueológicos del Palacio de la Madraza.

Puesta a punto y control de las condiciones de conservación

Este es un aspecto delicado de la intervención restauradora porque supone un reto con implicaciones complejas, pero resulta ineludible para garantizar la idoneidad de un trabajo. Los aspectos que se pueden destacar son los siguientes:

- Las condiciones de conservación son mejorables en ambientes cerrados o interiores como los que se dan en un museo. Se pueden controlar determinados parámetros de los bienes inmuebles relacionados con su contacto con el exterior o su dependencia de las condiciones medioambientales, pero otros son muy difíciles de cambiar. Se abre paso un tema que caracteriza las intervenciones de los últimos años: la *conservación preventiva* a la que se le dedicará un apartado específico de esta exposición. Con una observación bien programada de las condiciones de conservación de un bien a restaurar o ya intervenido, se pueden corregir determinados parámetros negativos y adoptar medidas correctoras.
- El control de esas condiciones exige procedimientos de análisis que deben ser no destructivos o, en todo caso, micro-destructivos. La auscultación por medio de

energías electromagnéticas, acústicas, magnéticas y otras pueden satisfacer determinados objetivos de observación, pero al no ser suficientes en muchos casos, es necesario conocer los fenómenos de alteración y el efecto sobre los materiales constituyentes a través del análisis físico-químico. Existen bastantes procedimientos de laboratorio para los que valen muestras de pequeña entidad que pueden tomarse en localizaciones que afecten de forma mínima a la obra e incluso con fragmentos pequeños desprendidos que no vayan a ser reimplantados. La forma de tomar una muestra se ha convertido en una parte decisiva de la especialidad de la analítica científica aplicada al patrimonio cultural y tiene grandes parecidos con las técnicas médicas que usan la biopsia para establecer un cuadro de diagnóstico más certero. En numerosas ocasiones, la muestra que se analiza tiene aportaciones posteriores al original como consecuencia de las sucesivas intervenciones sufridas. Las reglas básicas para esta confrontación “mini traumática” con el objeto son:

- Solo se tomarán las muestras indispensables.
 - Se aconseja un tamaño pequeño.
 - Se requiere que la representación del problema a analizar sea máxima en cada una.
 - La selección se realizará causando la menor afección posible al contenido expresivo de la obra.
 - Mínima alteración de la muestra, tanto en la extracción como en el periodo que antecede al análisis de laboratorio.
- La realización de un análisis cuantitativo en profundidad presenta otro dilema: es desaconsejable tomar un número extenso de muestras, ya que si no se da este requerimiento y no se acompaña de una atenta interpretación de los resultados, el esfuerzo habrá sido doblemente inútil. El acuerdo al respecto remite también a la analítica biomédica y a otros sectores de la ciencia en los que el muestreo, bien escogido y analizado, es suficiente para detectar el comportamiento general siempre que se acompañe de un buen estudio del objeto con métodos de observación y auscultación no destructivos.
 - Algunas de las técnicas más recomendadas y usadas en la analítica científica de apoyo a la restauración en la actualidad son las siguientes (Matteini y Moles, 1986; Pardo y Cultrone, 2003; González, 2006):

Radiación en el campo visible

- Iluminación tangencial o rasante.
- Luz transmitida.
- Luz monocromática de sodio.
- Fotografía visible.
- Macrofotografía.
- Microfotografía.
- Luz rasante.
- Luz transmitida.
- Colorimetría.
- Holografía.

- Fotogrametría (fotografía métrica que puede estar seguida de restitución por medios analógicos o digitales).

Radiación en el campo invisible

- Radiación infrarroja.
- Radiación ultravioleta.
- Rayos X.
- Gammagrafía.

Examen microscópico

- Microscopía óptica.
- Microscopía electrónica.
- De barrido (SEM).
- Microsonda electrónica (SEM + EDX).

Microanálisis químicos

Métodos instrumentales

- Ópticos:
 - Espectroscopia atómica: fluorescencia X, fluorescencia no dispersiva RX, espectrometría de absorción atómica.
 - Espectroscopia molecular: absorción UV visible, absorción IR, dispersiva IR.
 - No espectroscópicos: difracción RX.
- Técnicas de separación
- Cromatográficas.
- Espectrografía de masas.

Métodos térmicos

- Análisis térmico diferencial.
- Análisis termogravimétrico.

Otros métodos

- Microsonda láser.
- Activación neutrónica.
- Ultrasonidos.
- Dendrocronología.
- Envejecimiento artificial.
- Análisis del ataque o contaminación biológica.
- Estudios climáticos realizados para determinar las condiciones de temperatura y humedad, principalmente.
- Estudios medioambientales, calidad del aire recomendados para objetos expuestos a la polución atmosférica y efectos degradantes del medio ambiente.
- Estudios higrométricos.
- Estudios geotécnicos y estructurales.

Esta enumeración, indicativa del apoyo técnico–científico a la restauración, es un hecho incuestionable en la actualidad y supone uno de los aspectos más interesantes del cambio de signo. Esta actitud analítica que ayuda a cualificar los procesos de inter-

vención se consolida a lo largo del periodo analizado 1975–2000 y se aplica con mayor intensidad en el último decenio. Este dato confirma con claridad el posicionamiento de la actividad restauradora a partir de la posguerra y la renovación del discurso que tiene lugar a partir de los años setenta del siglo XX, momento en el que se establecen orientaciones precisas respecto a la integración de los bienes culturales en la sociedad. Éstos se insertan en un mercado de valores que no debe verse exclusivamente desde el punto de vista económico, sino también y, especialmente, en la conexión con el panorama científico técnico y de la cultura en general.

Desarrollo de los estudios previos

Los siguientes apartados abren un tema de gran relevancia para las intervenciones. Se trata de los estudios previos desde los que se aporta una información esencial sobre el objeto y el contexto (Salmerón, 2008):

- Historia material del objeto. Análisis de las intervenciones precedentes.
- Articulación con los bienes muebles relacionados.
- Levantamiento fotogramétrico.
- Arqueología.
- Análisis de materiales.
- Estudio de estratos decorativos y pictóricos.
- Medioambiente.
- Planificación urbana o territorial que le afecta.
- Geotecnia y estabilidad estructural.
- Paisaje.
- Otros.

En lo que se refiere a los estudios previos dirigidos a la analítica de materiales, existe un trabajo representativo de normalización del que se deducen aspectos que clarifican su realización en el caso de los bienes inmuebles y que es consecuencia del extenso periodo de experimentación que transcurre en 1975-2000 (Ontiveros, 2006).

La novedad consiste en el intento tipificador de estas nuevas aportaciones, lo cual es una ayuda imprescindible para el que interviene porque orienta de manera clara los documentos que hacen posible estos trabajos, como son las especificaciones para los contratos de los estudios previos y los seguimientos de obra previstos en los pliegos de condiciones de los proyectos, con destino a laboratorios homologados y especializados. Este salto cualitativo es posible gracias a lo acontecido en la etapa anterior.

La publicación a la que se hace referencia establece un doble canal para centrar la problemática de los materiales pétreos. Esta presenta una trascendencia de primer orden en las intervenciones arquitectónicas (Ontiveros, 2006):

- Recomendaciones para el estudio los materiales y sistemas constructivos.



- Definición de las condiciones que deben cumplir los estudios previos. Aplicaciones propuestas sobre:
 - Piedra natural.
 - Morteros.
 - Ladrillos.
 - Tapial.

Esta actividad de normalización enlaza con otra demandada por los profesionales de la restauración: los repertorios de productos con una ficha técnica evaluada para disponer de una información fiable a la hora de intervenir. En este aspecto, se pueden señalar interesantes iniciativas como las que recogen algunas publicaciones técnicas en las que es posible encontrar un “Repertorio de productos” (Gelsomino, 1984: 105-216) que aportan una descripción detallada con los siguientes datos:

- Denominación.
- Tipología: adhesivo, consolidante, mortero, etc.
- Nombre comercial.
- Dirección completa del fabricante.
- Características técnicas.
- Recomendaciones de uso.
- Aplicaciones.

Esta acción sistemática de conocimiento sobre la metodología de análisis y medida de diversos procesos relacionados con la restauración se incluye en el ISCR italiano dentro de la línea NorMal, pero en lo que se refiere al estudio específico de materiales solamente se han desarrollado varias aplicaciones para el caso de los materiales de tipo pétreo (Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, 2012).

2.7. La conservación preventiva como eje de las acciones sobre los bienes objeto de estudio

La experiencia en restauración aconseja establecer una conexión intensa entre la intervención y el conocimiento, entendiendo a éste en todas las facetas que atañen al bien cultural. Desde los organismos que tienen competencias en el patrimonio cultural se advierte esta preocupación y es la Carta de Cracovia una de las más interesantes para centrar el marco en el que se desarrolla este planteamiento de optimización de los procesos científico-técnicos. Concretamente, dicha carta establece varios puntos de interés entre los que interesa subrayar los siguientes por su relación con la conservación preventiva:

El mantenimiento y la reparación constituyen una parte fundamental del proceso de conservación del patrimonio. Estas acciones deben ser organizadas a partir de una investigación sistemática, inspección, control, seguimiento y pruebas. Se debe informar y prever el posible deterioro del patrimonio inmueble, y tomar las adecuadas medidas preventivas.

La conservación del patrimonio edificado es llevada a cabo según el proyecto de restauración que incluye la estrategia para su conservación a largo plazo. Este proyecto debe basarse en una gama de opciones técnicas apropiadas y organizadas en un proceso cognitivo que integre la recogida de información y el conocimiento profundo del edificio y su emplazamiento (Unesco, 2000).

El documento establece una tipología amplia de intervenciones entre las que se incluyen el mantenimiento y la reparación, para las que recomienda una investigación sistemática, inspección, control, seguimiento y pruebas, cuestiones que habitualmente no se tienen en cuenta porque son consideradas como actuaciones menores, que vienen determinadas por necesidades muy directas del bien o debido al cumplimiento de programas de mantenimiento a medio y largo plazo para conservar la integridad del objeto.

El problema está en la difícil asimilación de las pautas de tipo técnico-científico en unas dinámicas en las que no se suelen incluir este tipo de comprobaciones. Sin embargo, la posibilidad de ser consideradas como tareas propias de la conservación preventiva abre oportunamente la entrada a pautas de investigación que permitan contemplar con seguridad la evolución del bien. Desde este punto de vista, serán más adecuadas aquellas directrices de mantenimiento y reparación que contemplen estas acciones.

La conservación preventiva requiere un cambio profundo de mentalidad: quien pensaba ayer objeto, hoy debe pensar colecciones; quien pensaba sala, debe pensar edificio; quien pensaba semanas, debe pensar años; quien pensaba persona, debe pensar equipo; quien pensaba gasto a corto plazo, debe pensar inversión a largo plazo; quien pensaba estrecho, debe pensar amplio; quien pensaba en el día a día, debe pensar programa y prioridades. La conservación preventiva consiste en tomar un seguro de vida sobre el porvenir de las colecciones (Guichen y Antomarchi, 2009: 13).

Aunque este mensaje está dirigido fundamentalmente al personal de los museos, hay una transposición muy clara a los bienes inmuebles, ya que éstos forman parte, junto con las colecciones, de las principales estrategias de conservación preventiva.

Como antecedente del auge de dicha conservación a principios de 1990, destaca la incansable labor desarrollada por el ICCROM, organización cuyo esfuerzo en pro de la misma se inicia en 1975 mediante la celebración del primer curso de Conservación Preventiva en los Museos. A partir de entonces, administradores, arquitectos y conservadores-restauradores, entre otros agentes, analizan el clima, la iluminación, los robos y los incendios en las instituciones culturales. Asimismo, se debe subrayar la importancia del Programa PREMA (Conservación Preventiva en Museos Africanos), desarrollado entre 1985-2000, decisivo en el desarrollo de este tipo de conservación que en la actualidad “sigue siendo una de las orientaciones estratégicas del organismo y su prioridad, porque incumbe, conecta y motiva a todos los que participan en el patrimonio cultural, más allá de sus especialidades y su cultura” (Guichen y Antomarchi, 2009: 13).

Se puede establecer un grupo de factores de deterioro, de acuerdo con los criterios vinculados al concepto de conservación preventiva, que resuman de forma básica el ámbito extenso en el que se mueve este eje fundamental de la conservación de los bienes culturales.

Factores principales de deterioro

Acciones físicas directas
Robo y vandalismo
Incendios
Inundaciones y filtraciones
Sismos
Biodeterioro
Contaminación ambiental
Iluminación
Microclima

Otro aspecto de interés a resaltar en la Carta de Cracovia es la relación que se establece entre el proyecto de restauración y las estrategias de conservación a largo plazo. La sistemática de proyecto debe implantar ciertamente este vínculo, lo cual no es habitual. Lo normal es que los documentos contractuales, por los que se establece el encargo del proyecto de restauración y la ejecución de la obra, terminen en la actuación programada y no exista ninguna extensión hacia criterios de conservación preventiva que aseguren el conjunto de medidas adoptadas en la intervención global.

El término acuñado como conservación preventiva se ha asentado con bastante fuerza en el panorama de la tutela de los bienes culturales por la capacidad que tiene para abrirse hacia el conocimiento del objeto no de una forma abstracta, sino basada en su problemática concreta. Con ello, se introduce poco a poco una relación entre conservación y planificación y se fijan objetivos a medio y largo plazo, ya que en estas distancias pueden desarrollarse factores de riesgo y materializarse agresiones que en periodos más cortos tienen menos relevancia. Esta medida del tiempo es acorde con el carácter de los bienes culturales como no reproducibles, de forma que no se considera aceptable la reposición o la mixtificación y la pérdida o deterioro se consideran, en todo caso, de extrema gravedad.

Esta conciencia tiene una relación directa con las acciones del ser humano que resultan cada vez más incisivas, de forma que sin tratarse de actos vandálicos los propios procesos de recuperación y restauración pueden introducir factores de alteración por el clima, la iluminación, las soluciones constructivas incorrectas y otros. La filosofía de la conservación preventiva convierte el proceso restaurador en un bucle interesante que interroga al objeto a partir de un conjunto de factores que se resumen en el siguiente esquema:

Conservación Preventiva

Ítems fundamentales que integran la conservación preventiva

Acercamiento técnico – científico al objeto

Observación del contexto

- Parámetros medioambientales
- Factores de riesgo

Determinación de los riesgos

Planificación de las actuaciones

Aplicación de técnicas de conservación para prevenir los riesgos

Participación y formación de los agentes: especialistas y público

Seguimiento

- Control
- Mantenimiento
- Reparación

Buena parte de esos factores considerados son comunes con la conservación genérica. En realidad, la aportación más interesante al proceso complejo de la conservación viene protagonizada por un mayor acento en los parámetros medioambientales en la fase de estudio del contexto y, sobre todo, por la consideración y valoración de los riesgos para situar al objeto en el punto de mira de los factores de degradación, teniendo en cuenta incluso los que actúan con gran poder destructivo como inundaciones, sismos, incendios y otros, pero también los que proceden de la acción del ser humano como el desgaste causado por las visitas intensivas en aquellos destinos que constituyen un punto de referencia del turismo cultural. En este sentido, la participación del público es decisiva y, de hecho, se están desarrollando interesantes ensayos experimentales que se dirigen no sólo al diseño de barreras más eficaces, sino a la educación de los visitantes para evitar conductas automáticas como apoyarse, rascar, pellizcar, etc. que son determinantes en el desgaste de materiales, revestimientos, soportes, vegetación de bajo porte y otros elementos y sistemas constructivos que definen las envolventes físicas de los espacios.

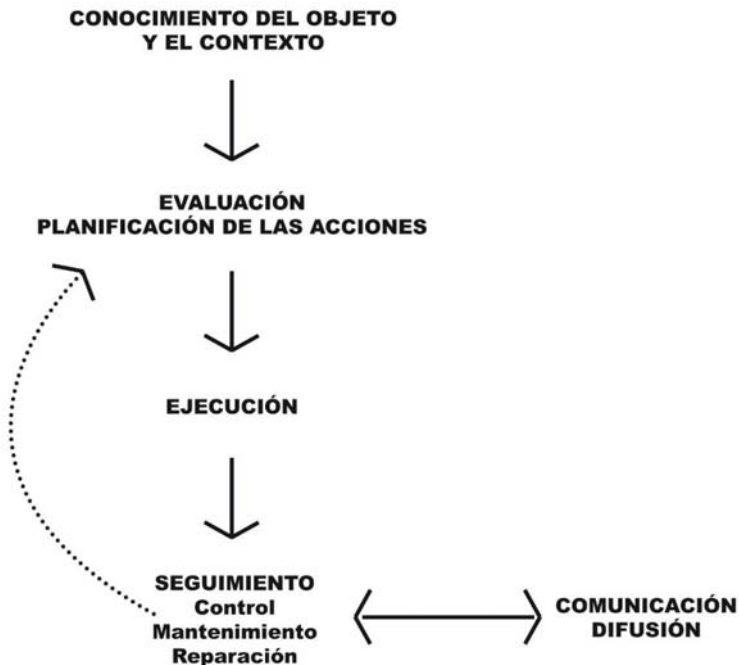
La etapa final del Método SCCM de Restauración Monumental contempla la conservación preventiva como una acción continua sobre el bien cultural. Se trata de un avance muy importante en el panorama de la sistemática de la restauración. El auge de este planteamiento se debe a la reflexión que realiza la sociedad a principios del siglo XXI y tiene sus paralelos en las disciplinas medioambientales y en la medicina, esta última con un campo de aplicaciones de gran calado en el que se exige, de forma prioritaria, prevenir las enfermedades, algo decisivo para la salud de la ciudadanía y para el equilibrio económico de los servicios prestados. El Método SCCM aplicado por la Diputación de Barcelona tiene la doble ventaja de controlar la evolución de los bienes culturales en general atribuyendo a la conservación preventiva un papel de gran calado.

Así lo ha entendido el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte que desarrolla en la actualidad el *Plan Nacional de Conservación Preventiva* a través del Instituto del Patrimonio Cultural de España, cuya repercusión destaca en el territorio nacional, debido a la amplitud de colaboraciones que integra dicho documento. También, hay que subrayar un programa veterano de formación en conservación preventiva desarrollado por el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico en colaboración con otros agentes como el Colegio Oficial de Doctores y Licenciados de Bellas Artes en Andalucía, iniciativa que ha servido para desarrollar esta importante disciplina en el ámbito de los bienes muebles.

La conservación preventiva no constituye un añadido de la genérica, sino una filosofía integradora de la intervención en la que el contexto está presente desde el principio.

El gráfico que se adjunta es una aproximación a esa visión integral de la conservación preventiva que permite establecer y planificar con claridad las acciones. En la columna derecha pueden visualizarse tanto aquellos factores que la hacen distinguirse de la conservación genérica como las importantes relaciones que existen entre ambas.

Esquema síntesis de la conservación genérica



Esquema síntesis con las aportaciones de la conservación preventiva



La conservación preventiva adquiere protagonismo en un momento de reflexión sobre las intervenciones en el patrimonio cultural inmueble. Disminuyen los recursos puestos a su alcance, debido a las profundas transformaciones que tienen lugar en la economía mundial desde el comienzo de siglo, pero también se implantan criterios basados en la sostenibilidad de las acciones y en la necesidad de prever el deterioro antes que atajarlo, una vez que se ha producido en gran escala. Esto supone adoptar medidas que superan al objeto cuando se trata de los riesgos, es decir, implica una solidaridad territorial importante y la implantación de modelos de planificación de gran alcance que, en muchas ocasiones, tiene carácter supranacional. Esta forma de actuar diferente, reflexiva y con mucho calado respecto al objeto y al entorno sitúa a la sociedad en una frontera donde es incuestionable la implementación de la técnica y de la ciencia para racionalizar los procesos y producir prácticas ejemplares.

La ciudadanía o el público visitante, generalmente ausente de los procesos especializados que tienen que ver con el patrimonio cultural, son reclamados para hacerles partícipes y corresponsables de la conservación del legado cultural, lo que obliga a una saludable modernización de las tareas de la gestión que debe permearse y revitalizarse en el contexto.

03 Objetivos de la investigación

OBJETIVO GENERAL

Utilizar una dilatada experiencia en restauración del patrimonio inmueble para plantear un corpus de información especializada que integre la vertiente técnico–científica inherente a las intervenciones de forma ordenada y sistemática. El sistema creado debe presentar una versatilidad de uso suficiente para ser aplicado por los diferentes agentes que intervienen en los procesos de trabajo con distinto grado de especialidad: técnicos facultativos y jefes de obra, restauradores, operarios especializados, promotores, gestores, contratistas, fabricantes, laboratorios, grupos de investigación y otros.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OBJETIVO 1

Plantear la aplicación de los procesos técnico–científicos en la restauración del patrimonio cultural a través de ejemplos contrastados.

OBJETIVO 2

Proporcionar una aplicación flexible que se enriquezca con el tiempo gracias a la suma de nuevas experiencias.

OBJETIVO 3

Producir un catálogo de buenas prácticas que tenga aplicación en diferentes contextos.

OBJETIVO 4

Facilitar la adopción de pautas de conservación preventiva.

OBJETIVO 5

Integrar el sistema de protocolos en los proyectos de intervención, de forma que se pueda constatar la relación entre sus previsiones y la aplicación real.

04 Metodología aplicada a la intervención de bienes inmuebles

04 Metodología aplicada a la intervención en bienes inmuebles [Gestión y organización de la información]

4.1. Las bases de una experiencia

Esta investigación tiene por objeto sistematizar un corpus de estudios de tipo técnico-científicos aplicados a los bienes inmuebles para asentar prácticas recomendadas en materia de conservación o restauración. Es decir, equivale a la organización de lo que en el argot del patrimonio cultural se conoce como “buenas prácticas” integradas convenientemente por la “conservación preventiva”, que recoge tanto la analítica científica, como el contexto, los riesgos y la planificación de las acciones, con especial incidencia en la idea clave de mantenimiento.

Se pretende demostrar que es posible normalizar determinadas prácticas para hacerlas aplicables a casos concretos, y que esa forma de actuar acrecienta el valor de las intervenciones y facilita una aplicación óptima y rentable del procedimiento científico. Para ello, se parte de la experiencia como principal soporte de conocimiento.

Una práctica individual prolongada en el tiempo en materia de restauración no solo implica una forma de operar consciente y depurada, con sus luces y sombras, sino también un conocimiento profundo de las problemáticas propias de un ámbito participativo en el que concurren distintas disciplinas. En línea con lo anterior, es posible aprovechar este rico bagaje para normalizar y armonizar los procesos de trabajo añadiendo un plus de calidad a las intervenciones.



Visita con el equipo de biólogos a las cubiertas de la catedral de Jaén.

4.1.1. El punto de partida

La propuesta se articula en base a unos criterios que permiten establecer enlaces de elementos de diferente complejidad actuando como un universo finito de posibilidades, pero muy rico en expectativas que puede ampliarse con cierta facilidad y aplicarse a casos diferentes a los tratados gracias a un enfoque que tiene una amplia vocación de aplicabilidad. Se está hablando, en definitiva, de su versatilidad en una sociedad cambiante y abierta a las aportaciones de la ciencia y de la técnica, tanto en lo que respecta a la investigación como en al uso de sus aplicaciones.

El diálogo que se plantea establecer con el objeto o bien inmueble permite, por su estructura abierta y ramificada, el uso de las nuevas tecnologías, de modo que puedan utilizarse canales telemáticos, específicamente internet y dispositivos de visualización, transmisión de la información y retroalimentación basados en los ordenadores, los teléfonos móviles o las tabletas digitales. Estas últimas constituyen un instrumento muy interesante para las aplicaciones estudiadas, por su mayor formato de pantalla y posibilidad de conexión alternativa con los teléfonos móviles.

En las intervenciones de conservación se realizan frecuentemente ensayos y comprobaciones alejadas de la dinámica propia de las obras de nueva planta, cuya sistemática está fijada por decretos o leyes e incluso cuantificada en su intensidad dependiendo del tipo y envergadura que presenten. Sin embargo, la asistencia prestada por los laboratorios y equipos científicos a los trabajos de conservación requiere un apoyo logístico desde el proyecto cuando se trata de estudios previos o, desde el tajo de obra, cuando se lleva a cabo la intervención que requiere organizar la demanda que se hace a los expertos y obtener una respuesta adecuada para poder aplicar los beneficios que aporta esta colaboración. Este trabajo pretende establecer un puente entre los diferentes agentes que intervienen en las actuaciones sobre patrimonio cultural, con diferentes cometidos y especialización, de forma que se beneficie el bien sobre el que se actúa con un coste medido, propio de una sociedad que debe utilizar convenientemente los medios que pone en juego para conseguir la máxima eficacia.



Toma de muestras de madera en las cubiertas de la Capilla Real, Granada.

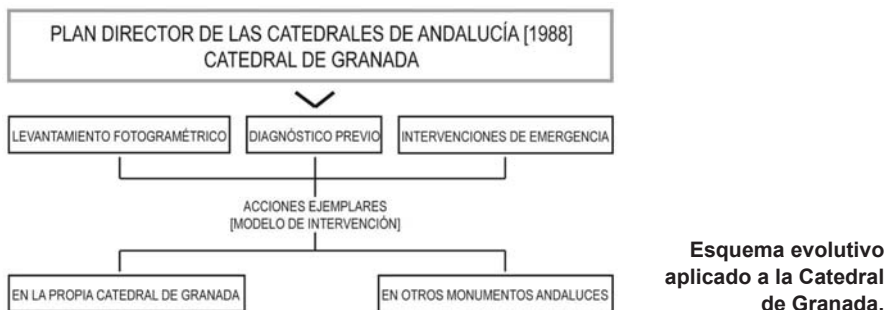
Los casos son limitados para probar su eficacia en un periodo razonable de tiempo. Esta es una parte importante que tiene un carácter decididamente experimental, pero que ha sido probado en diferentes intervenciones y por distintos actores o agentes.

En la experiencia concreta que se describe en este apartado, la integración de la restauración de bienes inmuebles y la investigación técnico-científica arranca con los primeros trabajos que se desarrollan en la Catedral de Granada, a partir de 1989, siguiendo las pautas establecidas por el Plan de Catedrales de Andalucía de 1988 que parte de un esquema basado en los siguientes aspectos (Salmerón, 2004):



El acercamiento a estos grandes apartados en los que se dividió la acción de ese temprano Plan Director, que ha tenido continuación en el formulado en el año 2000, supuso aplicar una metodología que ayudase a racionalizar las acciones sobre el monumento.

El proceso emprendido tuvo como apoyo fundamental el levantamiento fotogramétrico que en ese momento era un instrumento aplicado en España con bastantes limitaciones, debido al coste y a la falta de equipos materiales y humanos especializados (Almagro y Salmerón, 1990). Pero no fue este el único planteamiento innovador. También, se realizó un diagnóstico previo y, de forma simultánea, un avance práctico gracias a las intervenciones de emergencia que se efectuaron, en las cuales se pudo iniciar una dirección ejemplar para atajar problemas urgentes y servir como referencia para otras acciones de tipo sistemático realizadas en la propia catedral o en otros inmuebles de interés de la comunidad andaluza.



El diagnóstico previo pretendía aportar conocimiento sobre los problemas fundamentales de las catedrales mediante estudios sectoriales que, en el caso de Granada, se describen en el cuadro siguiente:

DIAGNÓSTICO PREVIO APLICADO A LA CATEDRAL DE GRANADA
1988



- Estudio histórico y propuestas de investigación
- Análisis urbanístico: relación con el entorno del conjunto catedralicio
- Arqueología: determinación de los trabajos a incluir en futuras intervenciones
- Ensayo geotécnico
- Análisis de los materiales pétreos
- Examen constructivo
- Estudio básico de las Instalaciones
- Memoria general del diagnóstico
- Estimación económica

**Diagnóstico previo aplicado
a la Catedral de Granada.**

La realización de estos trabajos se encomendó a diferentes especialistas con la intención de diagnosticar los problemas del Conjunto Catedralicio fuese el resultado de la interacción de diversas disciplinas y orientase el camino a seguir respecto a posteriores intervenciones.



Vista aérea de la Catedral de Granada.

Uno de los aspectos más interesantes fue la implicación de equipos interdisciplinares en el estudio de los materiales pétreos por la incidencia decisiva de las patologías de la piedra, morteros y revestimientos en el estado de conservación de las fábricas catedrales de Andalucía. En concreto, Granada fue el lugar donde desarrolló un primer diagnóstico el Grupo de Trabajo de la Universidad de Sevilla para la Conservación de Obras Monumentales en Piedra dirigido por Emilio Galán y Antonio Martín.

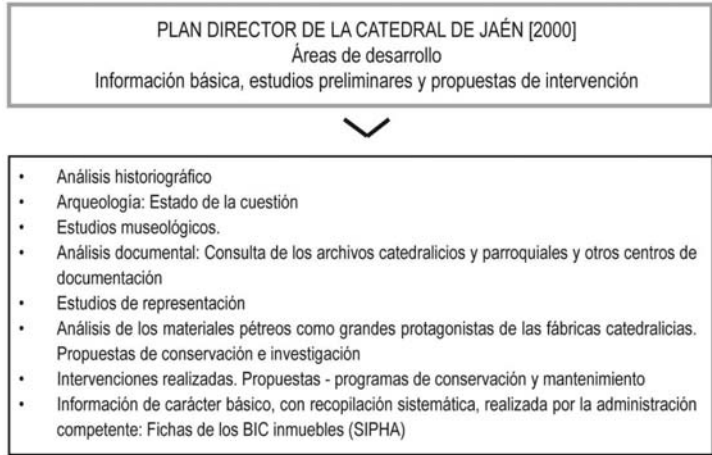
Ese estudio sobre los materiales pétreos aportó una serie de conclusiones que han permanecido como criterio general a lo largo de más de dos décadas. Las más significativas fueron las siguientes (Galán y Martín, 1988):

- La causa más importante del deterioro se debe a la acción del agua y a los ciclos de hielo y deshielo que se producen en Granada.
- La utilización de calcarenita, piedra sedimentaria de origen marino, como material básico del conjunto catedralicio ha determinado una problemática parecida en todos los edificios que lo componen: pérdidas de material cementante, formación de depósitos de sales en el exterior de los elementos constructivos, disgregación generalizada de las piezas más expuestas con fisuraciones extensas y profundas, etc.
- Limitación de las sustituciones de los elementos con responsabilidad constructiva importante.
- Necesidad de la recuperación de todo el material original posible, consolidando las piezas fracturadas o disgregadas.
- Mantenimiento de las pátinas existentes, salvo donde se requiera un trabajo de recuperación más profundo.
- Limpieza de paramentos y zonas sin deterioros mediante procedimientos no agresivos.
- Eliminación progresiva de los anclajes de hierro, originales o procedentes de restauraciones anteriores, cuando se hayan producido oxidaciones y roturas de los materiales pétreos, debido a la expansión originada por aquellas.
- Empleo de fijaciones de acero inoxidable u otros materiales inertes.
- Análítica y caracterización continuada de los materiales existentes y propuestos a medida durante las intervenciones.
- Comprobación de resistencias de morteros (presentes o de nueva confección), con distintas dosificaciones, a través de un laboratorio homologado.

A partir de ese momento, se establece una correlación entre los estudios de los materiales pétreos, el análisis de sus características y causas de alteración, y el desarrollo de medidas correctoras durante la intervención. Arranca una metodología que se ha ido desarrollando y perfeccionando durante más de 20 años hasta desembocar en el planteamiento que se presenta.

Como muestra de lo anterior, respecto a la forma en la que se integran los estudios técnico-científicos en la planificación de las intervenciones, es interesante referir las etapas básicas que define el primer Plan de Catedrales de Andalucía de 1988 partiendo de la

experiencia del Plan Director de la Catedral de Jaén (Salmerón, 2000), incluido en el marco del Plan Nacional de Catedrales de España, que unifica las actuaciones en el territorio peninsular. En este marco destacan varios apartados fundamentales que conducen finalmente a las determinaciones del Programa de Conservación y Mantenimiento.



Áreas de desarrollo del plan director de la Catedral de Jaén 2000.

Para el desarrollo de una investigación aplicada, se proponen unos Estudios Específicos que sirvan de apoyo técnico–científico a las intervenciones. Algunas propuestas sufren cambios por diversas causas. La relativa al control sísmico, con un estudio comparado entre las catedrales de Granada y Jaén queda aplazada por cuestiones presupuestarias. Sin embargo, la posición de esta última ante las demandas medioambientales ha mejorado con la introducción de estudios sobre la compatibilidad de las aves protegidas con el monumento y el desarrollo de medidas concretas dirigidas a su protección durante y después de las obras.

El programa de conservación del Plan Director de la Catedral de Jaén (2000) se elabora con las premisas que se citan a continuación, las cuales se han cumplido parcialmente en las intervenciones de la cubierta, que sigue estando necesitada de finalización para evitar filtraciones en la fábrica, y en la recuperación de espacios bajo la Lonja perimetral que envuelve la catedral, expresión de la compleja implantación de aquella en el tejido urbano, como lo atestigua su evolución a partir del S. XIV y la formación en pleno Renacimiento de la relación con la plaza de Santa María. (Pérez, 1992: 30).

La relación entre las administraciones y la Iglesia, a través de la Comisión Mixta Iglesia – Estado – Autonomías, se ha ceñido a los aspectos relativos a la conservación de los conjuntos catedralicios respetando las prioridades de intervención establecidas en los Planes Directores. Sin embargo, otros aspectos como los relativos al uso y gestión de los templos catedralicios han sido prácticamente olvidados.

PROPUESTAS DE ESTUDIOS ESPECÍFICOS
PLAN DIRECTOR DE LA CATEDRAL DE JAÉN 2000



Deben responder, al mismo tiempo, a la filosofía de un estudio específico, y al análisis de las patologías y corrección o minoración de las acciones del medio:

- Estudios de control sísmico.

Estudio sistemático y comparativo de las Catedrales de Jaén y Granada en colaboración con el Instituto Andaluz de Geofísica. La provincia de Jaén presenta una importante sismicidad, viéndose también afectada por los terremotos de las provincias vecinas (Granada y Córdoba), esto unido al efecto destructor de los movimientos sísmicos, hace que sea de enorme interés el análisis de la peligrosidad sísmica de la ciudad.

La propuesta existente recoge dos fases de actuación: una primera de instalación, adaptación y mantenimiento de los equipos y sistemas de detección, y una segunda de mantenimiento y análisis de los registros. Los resultados obtenidos pueden aportar la caracterización de la respuesta de elementos singulares de las estructuras de la catedral ante el sismo. Esto permitiría evaluar el origen de ciertos daños, las situaciones que puedan darse en un futuro, así como diseñar una política de prevención de riesgos y medidas correctoras.

- Estudios ambientales.

Contaminantes atmosféricos: suponen una agresión moderada, afectando a zonas puntuales de la catedral, dadas las características urbano-industriales de Jaén. No existe ningún tipo de información referida a estos agentes, por lo que resulta de gran interés su estudio. Un análisis profundo de la calidad ambiental podría determinar las medidas a tomar para reducir la repercusión de estos factores de alteración.

Humedad relativa, pluviometría, heladas y vientos: constituyen agentes de alteración que determinan las patologías que se presentan en el conjunto catedralicio. Existen datos referidos a la ciudad de Jaén, pero no datos microclimáticos concretos sobre la catedral. Resulta de interés conocer las características y alcance de estos fenómenos, que pueden mejorar las soluciones a adoptar en la intervención de las cubiertas.

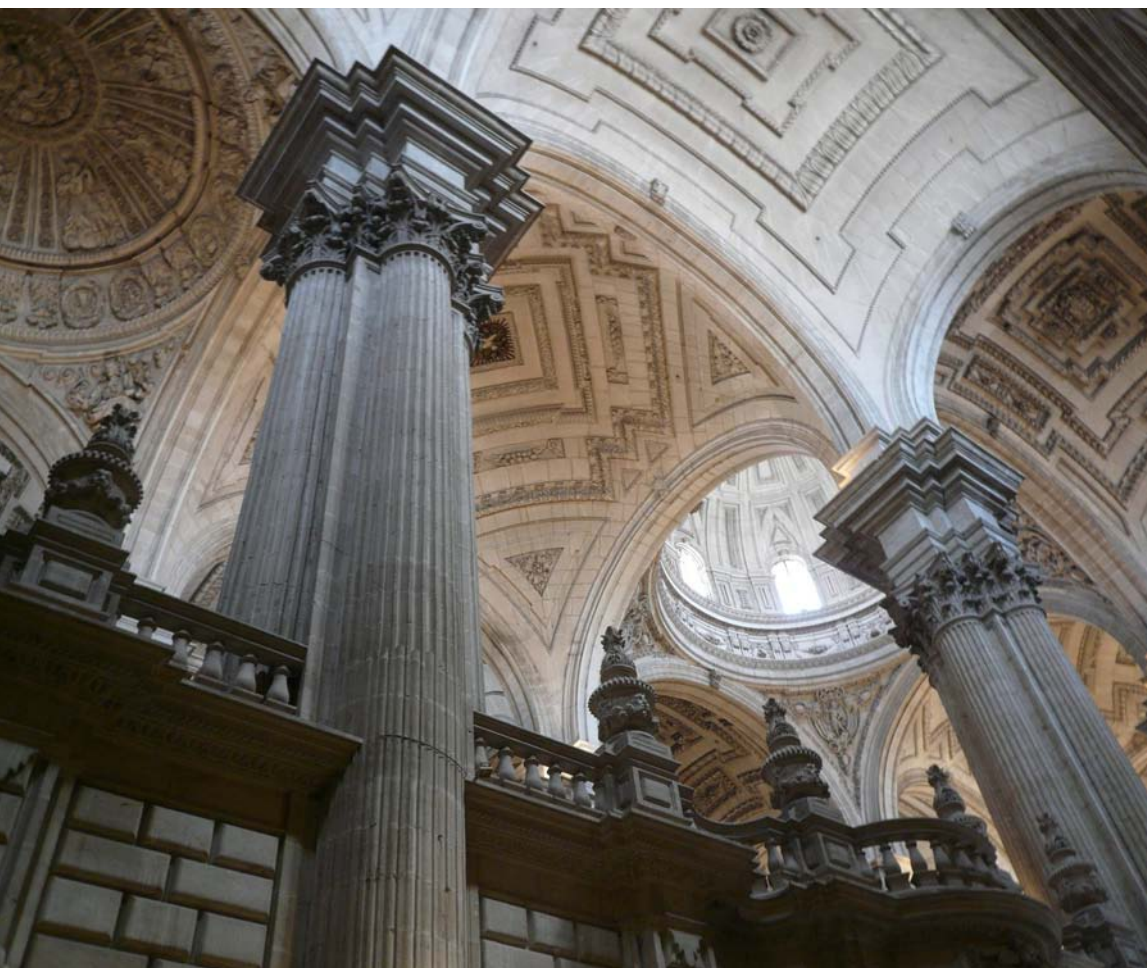
- Otros estudios.

Materiales pétreos: fundamentalmente piedra y morteros, de los que ya existen algunos trabajos realizados por el grupo de investigación de la Universidad de Granada. Interesa profundizar en las formas de alteración que presentan los correspondientes a los paramentos y en sus posibles tratamientos. Estudio sobre los tipos de morteros y su estado de conservación.

Metales: hierro forjado y fundido presente en el edificio en cancelas, remates, fijaciones etc. Es preciso conocer los datos sobre composiciones, características físico-mecánicas, soldabilidad, etc.

Estudio de la función estructural y funcional de los muros de ladrillo que dividen los espacios abovedados bajo la Lonja, de modo que se obtengan los datos necesarios para proceder a su demolición recuperando el espacio original.

En el caso de la Catedral de Jaén, se carece de un levantamiento fotogramétrico que la equipare con lo realizado en el resto de catedrales de Andalucía, por lo que se propone su ejecución prioritaria. Esta demanda se planteó en la ficha diagnóstico del edificio, realizada en abril de 1990. Hasta el momento se ha trabajado con los escasos planos que recoge Fernando Chueca en su libro sobre Andrés de Vandelvira (levantados por él mismo), así como algunos otros elaborados por los arquitectos Luis Berges y Antonio Ortega Suca. La obtención de una planimetría exhaustiva del conjunto, principalmente plantas, alzados y secciones, es fundamental para la realización de los proyectos de intervención, así como para un posterior seguimiento de las obras realizadas, proporcionando a su vez datos sobre los espacios existentes que no se pueden conocer de otro modo.



Interior de la Catedral de Jaén.

El aspecto más positivo de estos planes es el establecimiento de una línea de trabajo que conduce de modo paulatino, aunque sea a velocidades variables, a la conservación de los inmuebles y a la modernización de su gestión. En lo relativo a la conservación, es cada vez mayor la implicación económica de los cabildos ante el progresivo descenso de la inversión pública que ha estado presente, de forma importante, durante las dos últimas décadas, pero se ha debilitado notablemente en los cinco últimos años a causa de la crisis económica. La referencia a la Catedral de Jaén en el marco de los avances producidos en materia de conservación preventiva y en la aplicación de criterios técnico-científicos ha sido posible gracias a la existencia de los planes de 1988 y 2000, y a la aportación económica del Estado y de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO
PLAN DIRECTOR DE LA CATEDRAL DE JAÉN [2000]



Objetivos

- Mejora del estado de conservación del conjunto catedralicio
- Sostenibilidad de las actuaciones en el tiempo

Propuestas

- Actuaciones prioritarias para corregir deficiencias puntuales urgentes
- Aplicación de criterios de conservación preventiva para evitar acumulación de riesgos y deterioros
- Formulación de pautas de mantenimiento

Instrumentación / Desarrollos

- Intervención en la totalidad de las cubiertas de la catedral y de la Iglesia del Sagrario
- Intervención sistemática en la piedra actuando sobre las cuatro fachadas
- Intervención en las vidrieras
- Programa de conservación preventiva en los interiores (fundamentalmente limpieza)
- Programa de conservación puntual de pavimentos
- Programa de conservación preventiva respecto al sismo. Instrumentación sísmica
- Proyecto de mejora de las instalaciones existentes
- Programa de mantenimiento: albañilería-cubiertas, materiales pétreos, pavimentos y bienes muebles
- Plan de seguridad, prevención y extinción de incendios. Nuevas instalaciones de detección de incendios. Acciones coordinadas con Parque Municipal de Bomberos

Programa de conservación y mantenimiento. Plan director de la Catedral de Jaén, 2000.

Actualmente, la inversión económica en conservación realizada por el Cabildo Catedralicio de Jaén es reducida, algo que puede cambiar gracias al cobro de entrada para la visita establecido desde 2011, con un retraso notable respecto a otras catedrales andaluzas.

4.1.2. Organización inicial de la metodología para el seguimiento de las intervenciones

A partir de la experiencia obtenida durante los primeros años, se definen unas pautas comunes para determinados procedimientos o métodos de ejecución que se repiten en todas las intervenciones. Se persigue unificar los informes relativos a una intervención, tanto los que se reciben como los que se emiten por parte de las administraciones competentes, ordenando la información y señalando unos mínimos exigibles para cada caso. Los resultados se han ido incorporando a los proyectos de futuras intervenciones produciendo un corpus organizado que se puede aplicar, de forma versátil, en otras actuaciones.

Originalmente se diseña un sistema de fichas que cubre las necesidades más usuales derivadas del desarrollo de la intervención, donde se organizan los datos generales de la obra y los agentes que participan, los envíos de muestras al laboratorio, la recepción de analíticas y el seguimiento de obra. Las fichas desarrollan una serie de epígrafes que sistematizan las recogidas de datos.

Al comienzo de esta investigación las fichas, equivalentes a un sistema de procedimientos ordenados, se dividen en: generales, de laboratorio, analíticas y de seguimiento.

G 00	L 00	A 00	S 00
<ul style="list-style-type: none"> • FICHA GENERAL • Datos generales de la obra 	<ul style="list-style-type: none"> • FICHA DE LABORATORIO • Envío muestra a laboratorio 	<ul style="list-style-type: none"> • FICHA DE ANALÍTICA • Analítica recibida de laboratorio 	<ul style="list-style-type: none"> • FICHA DE SEGUIMIENTO • Seguimiento de obra

Esquema de organización de las fichas.

En las fichas generales se consignan los datos de los agentes que intervienen en la obra de restauración. Esta recopilación de información es, en realidad, un punto de partida y se realiza siempre de la misma forma.

Las fichas de laboratorio y analítica tienen como cometido principal facilitar la comunicación entre los laboratorios y los diferentes agentes que intervienen en una obra y caracterizar los materiales analizados para realizar una clasificación que pueda ayudar en otras intervenciones. Por ejemplo, si una cal hidráulica tiene caracterización positiva y su resultado en obra es bueno, se deja constancia de sus cualidades para ser requerida en otras intervenciones pudiendo proseguir con un seguimiento posterior de sus características en el tiempo.

Muestra identificada con la “Ficha de Laboratorio”.



Las fichas de seguimiento evidentemente corresponden a un guión pautado para observar el desarrollo de la obra de una forma ordenada y completa, algo decisivo en la tarea restauradora, ya que uno de sus cometidos es dejar constancia de los diferentes procedimientos emprendidos y forjar una experiencia compartida entre los agentes que intervienen en estos trabajos complejos.

Esta investigación trata de definir un método de orden práctico donde queden archivadas y localizables las buenas prácticas de la restauración, amparadas por el conocimiento aplicado y obtenido a través de procedimientos técnico-científicos. Precisamente, este cometido se considera la contribución más importante de esta tesis, a la que además ha pretendido otorgársele una proyección previa, de carácter práctico, dirigida a optimizar dicho método para que sea lo más eficiente posible.

Al realizar una ficha de seguimiento de obra se consignan todos los pasos de una actividad determinada, con sus errores y éxitos, pero no se individualizan las acciones, por lo que es más difícil su posterior localización. De esta forma, si se lleva a cabo una sustitución de morteros inadecuados en un muro de tapial y hay una ficha de seguimiento de obra donde se consigna todo el procedimiento, la información está completa, pero no ha sido filtrada para servir en una eventual intervención posterior donde sólo hagan falta indicaciones relativas a su consolidación. Es decir, se almacena información para organizar el seguimiento de una intervención, pero la búsqueda de datos y la aplicación a otro caso se hace más complicada porque las fichas carecen de flexibilidad para ser utilizadas de forma continua o exportar conocimiento para contrastar los resultados. Este hecho obliga a iniciar las rutinas de información en cada caso concreto, debido a sus escasas posibilidades de transformación.

A partir de esta reflexión, se reconoce la necesidad de organizar y relacionar los pasos correspondientes a los diferentes procedimientos de la manera más sintética posible, con una información secuenciada y accesible por diferentes patrones que faciliten su uso y actualización, al margen de que se creen documentos completos de seguimiento de la intervención para cumplir con otros objetivos que se demandan desde los diferentes agentes que intervienen en el proceso.

4.2 Organización de la información. Un sistema relacionado de protocolos

Este apartado se dedica fundamentalmente a explicar en qué consiste el sistema de protocolos diseñado y cómo se aplica. Para ello, se definen previamente los términos clave vinculados a él y la base que lo articula. Posteriormente, se describen los protocolos que lo constituyen y sus relaciones, y finalmente se presentan las peculiaridades derivadas de la aplicación del sistema a una intervención con carácter global.

4.2.1. Definiciones

El primer paso es establecer con claridad y precisión la significación de aquellas palabras esenciales para comprender el sistema objeto de estudio.

Gestión por procesos

Este modelo de gestión permite el manejo de situaciones en las que se produce y manipula gran cantidad de información y se implica a muchos agentes en la realización de las acciones. Su cercanía a la problemática del sistema de protocolos propuesto

para ordenar el uso de los procedimientos técnico–científicos en las intervenciones restauradoras de los bienes inmuebles hace aconsejable definir con claridad los diversos términos que se utilizan en esta aproximación metodológica. El uso de estas palabras, que engloban matices de la gestión de elementos complejos en un entorno especializado, se presenta a continuación en un cuadro sintético que expresa las relaciones entre ellas.

Sistema

El planteamiento de un corpus organizado y relacionado de protocolos requiere acotar el término sistema, de forma similar a la definición de la Real Academia Española, considerándolo como “conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí” (Diccionario de la Lengua Española, 2001). El planteamiento es tratar la información a partir de un sistema que tiene muchas ramificaciones bien ordenadas, relacionadas y dispuestas facilitando su acceso por medio de entradas múltiples. De esta forma, se coincide con la planificación estratégica actual, donde el establecimiento de jerarquías no constituye un fin en sí mismo, sino un medio para poner orden.

Procedimiento

Para la Real Academia Española procedimiento es el “método de ejecutar algunas cosas” (Diccionario de la Lengua Española, 2001). En este caso, se entiende como una modalidad específica de la manera de trabajar en el campo de la ciencia y de la técnica. De esta definición, destaca la mención al método para establecer su condición organizativa.

Proceso

La Real Academia Española define proceso como “conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial” (Diccionario de la Lengua Española, 2001). El proceso también se concibe, por tanto, como compuesto por una secuencia ordenada de actividades. Según el profesor José Rodríguez de Rivera “los protocolos atraviesan normalmente varias áreas, se desarrollan como flujos físicos, de trabajo o de operaciones y también de decisiones o de informaciones concernientes al flujo de trabajo” (1999: 16).

Protocolo

La definición anterior introduce este término que describe como una herramienta de articulación. Es un interesante desarrollo del significado que establece la citada Real Academia para protocolo: “Plan escrito y detallado de un experimento científico, un ensayo clínico o una actuación médica” (Diccionario de la Lengua Española, 2001). En línea con esto, trata de establecerse un sistema ordenado de protocolos que permita secuenciar las acciones, ordenarlas y relacionarlas.



Marco definitorio.

4.2.2. Fundamentos

El diseño de una estructura versátil y el uso de la información de una manera ordenada, aplicable a casos similares de forma sistematizada, se basa en el sistema seguido recientemente en la organización por procesos con unas rutinas encadenadas en relación con la actuación que se va a llevar a cabo y con un orden jerárquico que facilite su establecimiento.

La implantación de protocolos aplicados a la restauración puede suponer unas ventajas análogas a los beneficios de la organización por procesos (Rodríguez, 1999):

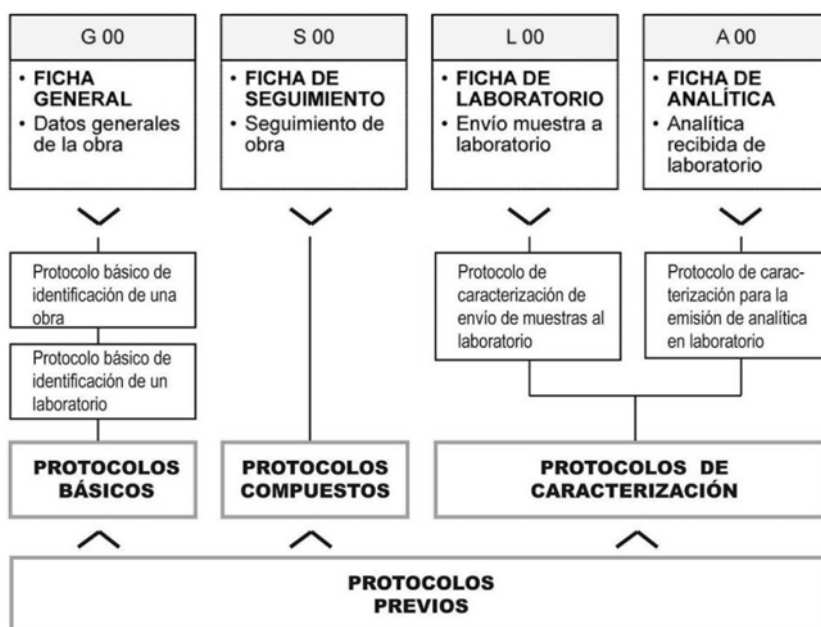
- Mejora de la eficiencia del sistema y del nivel de calidad de la intervención.
- Optimización de los recursos utilizados.
- Aumento del grado de servicio de los subsistemas de información (datos e informaciones).
- Uso adecuado de las tecnologías de la información y los procedimientos técnico-científicos.
- Unidad y convergencia de los agentes implicados.

Las rutinas que se ensayan están en línea con los protocolos adoptados en el mundo técnico-científico y en el ámbito médico en particular, donde las instrucciones son fundamentales para el desarrollo adecuado de una acción en la que confluyen instalaciones, instrumentos, componentes prefabricados y personal con diferentes conocimientos y competencias, bajo un régimen normativo y legal, y de recomendaciones establecidas por las buenas prácticas.

Para que cualquier protocolo sea fácilmente localizable, tiene que haberse clasificado primero, es decir, deben existir unas pautas muy claras que dicten cómo y con qué nombre se puede archivar u ordenar. Con estas pautas se facilita el mecanismo de protocolizar, incluso la redacción, ya que la clasificación por niveles define las claves de partida de cada protocolo. Es importante que la estructura de organización presente un número reducido de niveles claramente diferenciados. En opinión de José Rodríguez, continuar

con este planteamiento implica disponer de un lenguaje para formular las ideas (1999: 22), por lo que se requiere contar con un corpus de conceptos bien definidos.

De acuerdo con la reflexión anterior, el conjunto de fichas de seguimiento de obra evoluciona y se transforma en la organización de protocolos que integra, de forma clara, los contenidos de las mismas. Como principio básico, se persigue compatibilizar la división del trabajo que establece un árbol jerárquico de tareas, cada vez más elementales, con su agrupación o síntesis en niveles de protocolos.



Esquema evolutivo de la transformación de las fichas de seguimiento en un sistema ordenado de protocolos.

El nombre con el que se designa cada grupo de protocolos es muy importante para el sistema, ya que es representativo de su nivel o categoría y facilita su clasificación y comprensión en el conjunto. Tras varios ajustes de los nombres, número y orden de los grupos, se adopta un sistema en el que los protocolos se dividen en: previos, de caracterización, básicos y compuestos. El nivel más alto responde a las intervenciones completas que abarcan un sistema complejo formado por protocolos compuestos.

“El trabajo organizativo no se realiza sobre lo físico, sino en la dimensión de información” (Rodríguez, 1999: 17), así el sistema planteado divide los protocolos en grupos según la información que albergan. Su importancia radica en el contenido de los protocolos y en las posibilidades de uso que ofrecen, por lo que es crucial la información que contienen y la que los caracteriza.

INFORMACIÓN
DE UN PROTOCOLO =



Esquema de la organización de la información.

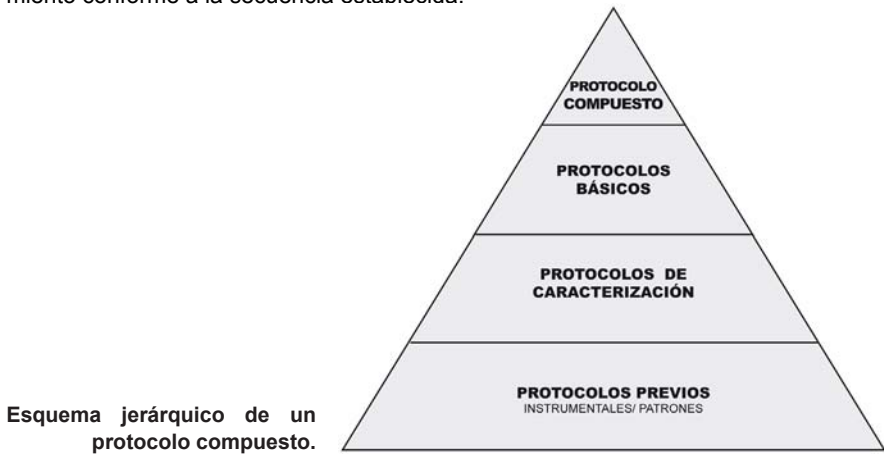
Clasificación de protocolos según la información

- Previos: albergan información reglada que sirve de soporte a la intervención restauradora y generalmente se utiliza antes de que se desarrolle.
- De caracterización: se limitan al análisis y caracterización de materiales antes, durante y después de la intervención.
- Básicos: representan las acciones fundamentales de la intervención y se producen de forma paralela a la misma.
- Compuestos: son un conglomerado ordenado de los anteriores y establecen las secuencias de procedimientos completos.
- Sistema integrado: formado por los protocolos compuestos que definen una intervención de manera completa.



Visita de obra en el interior del cimborio del Hospital real, Granada.

La estructura debe revelar las relaciones internas de los protocolos, por lo que “hay que considerar la forma de agrupar distintas unidades mínimas informacionales según criterios que deben ser derivados racionalmente desde los objetivos del proceso” (Rodríguez, 1999: 17). La unidad mínima informativa en este caso es el protocolo, que representa la parte más pequeña divisible para que la información sea útil e intercambiable y genere mejoras en el proceso restaurador. La estructura agrupa dichas unidades en cuatro niveles claramente diferenciados que se relacionan entre ellos en el marco de una estructura muy ordenada y flexible, ya que permite diversos modelos de relación entre los diferentes protocolos. Seguidamente, se representa su ordenamiento conforme a la secuencia establecida:

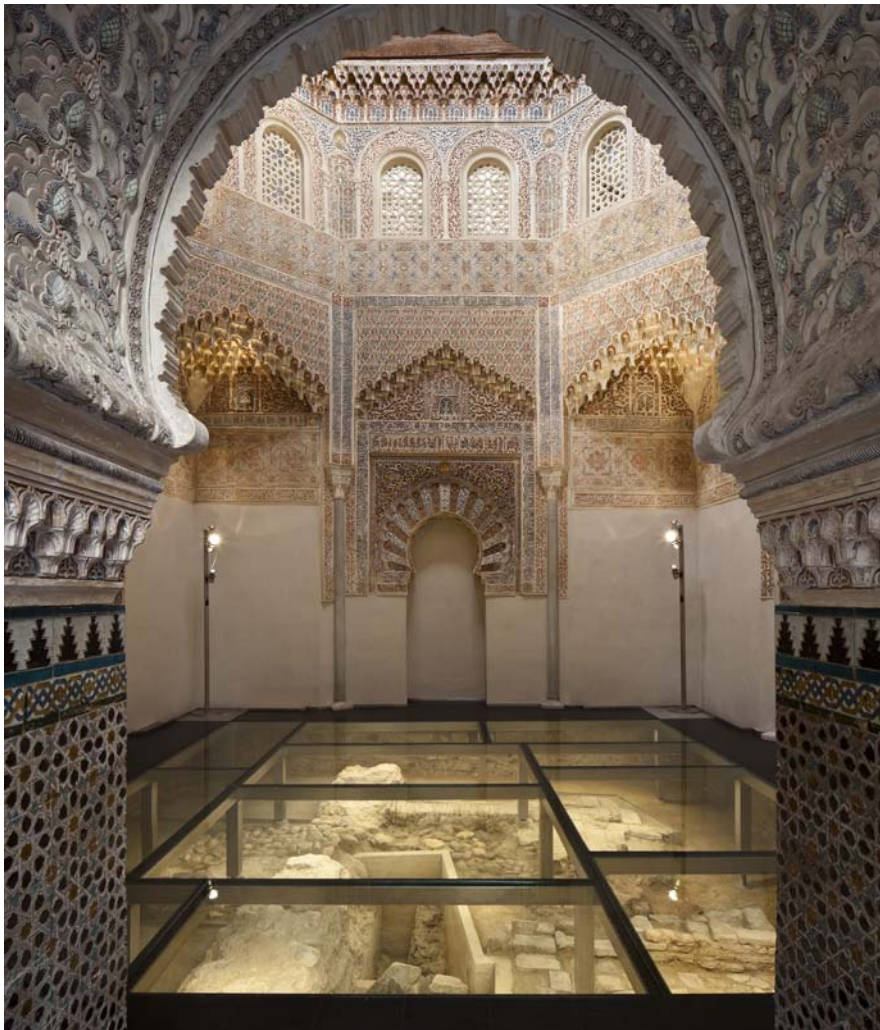


El paralelismo establecido entre la organización de procesos y el sistema de protocolos plantea una estructura de tipo piramidal donde la base está ocupada por los protocolos previos, que son los más sencillos o los que contienen la información más elemental, y el vértice por el protocolo compuesto, que representa la agrupación gradual del resto. Los niveles superiores no constituyen un mero agregado de los inferiores, sino que se configuran a partir del flujo de la intervención reuniendo paulatinamente las tareas, desde las más elementales a las más complejas (Rodríguez, 1999):

Hay que superar la tentación de pensar que en una estructuración de procesos cada nivel superior es un mero agregado de los elementos del inferior. Puestos, secciones, departamentos y áreas de la empresa deberían configurarse a partir de un análisis del flujo o proceso de actividades realizando una gradual agrupación de dichas tareas en sucesivos niveles: desde las más elementales a las más complejas en dirección ascendente (Rodríguez, 1999: 8 y 23).

Buscando ejemplos de protocolos y su organización en otros campos, se observa que la clasificación se establece a través de una temática común. En muchos casos ni siquiera existe un sistema de organización y solo un listado que enumera los protocolos existentes. Al prescindir de una clasificación, surge la dificultad para conseguir un nexo entre la racionalidad del sistema y la búsqueda de contenidos, incluso la que hace

partícipe a la intuición (Rodríguez, 1999). Así, tanto la distinción por procedimientos dentro de una temática común como los materiales o la época de construcción del inmueble son difícilmente clasificables a través de protocolos, ya que no atienden sólo a un material o a una etapa de construcción. La toma de muestras de un material pétreo es igual que la de morteros históricos y en edificios patrimoniales lo habitual es que se encuentren etapas de construcción de distintas edades y estilos. Esta dualidad puede crear confusión y dificultades a la hora de clasificar por materiales o épocas, por lo que no es conveniente adoptar este tipo de sistema.



Convivencia de restos arqueológicos y yeserías con intervención historicista. Palacio de la Madraza, Granada. FOTOGRAFÍA: Fernando Alda.

El protocolo abarca la información que le es propia y las consecuencias que ésta tiene en la intervención. Es decir, su redacción debe prever las variables que pueden aparecer en la práctica desde un punto de vista teórico:

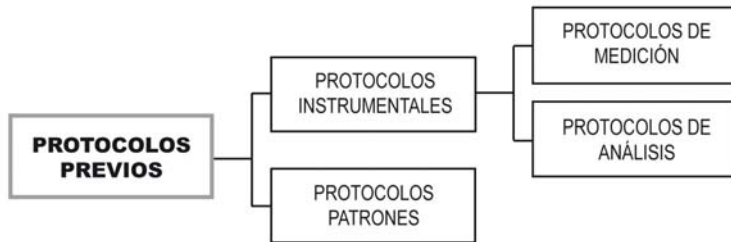
La complejidad del campo obliga a “seleccionar” y a identificar no sólo los procesos clave para el sistema a mejorar, sino también a identificar los factores condicionantes: necesidades y problemas a tratar en el proceso, condicionantes y restricciones a aceptar, variables modificables, medios disponibles a nivel procesual, etc. (Rodríguez, 1999: 22).

4.2.3. Descripción del sistema de organización basado en protocolos

Sin duda, uno de los retos más importantes para esta investigación ha sido explicar los componentes del sistema planteado: jerárquico, flexible y diseñado en base a la experiencia. Para ello, se ha realizado un recorrido secuencial por los distintos tipos de protocolos y sus derivados en función de su papel en el proceso. Destacan los de tipo compuesto por su carácter integrador y concluyente.

Protocolos previos

Dentro de la organización propuesta, representan la base del sistema porque generalmente son anteriores a la intervención o a la acción restauradora en sí, ya que dan las claves para tomar las decisiones adecuadas. Se dividen en protocolos patrón y protocolos instrumentales. Estos últimos a su vez integran a los de medición y análisis.



Esquema de organización de protocolos previos.

Los protocolos de medición reflejan el método a seguir cuando se realiza la toma de datos de algún factor ambiental o artificial que influye sobre el patrimonio directa o indirectamente. Por ejemplo, control de humedad y temperatura, iluminancia, nivel de rayos UVA que inciden sobre una superficie y otros.

Los protocolos de análisis requieren la colaboración de un laboratorio externo para su desarrollo. Se refieren a la forma en la que se deben seleccionar y plantear los muestreos necesarios en cada caso y su adaptación al presupuesto establecido, además de indicar los ensayos más convenientes, por orden de importancia, según los materiales.

PROTOCOLOS PREVIOS

Dan las claves para tomar las decisiones adecuadas y generalmente son previos a la intervención

INSTRUMENTALES

Medición y control de las intervenciones

MEDICIÓN

Valoración de la incidencia de los factores ambientales o artificiales que influyen sobre el patrimonio, directa o indirectamente

ANÁLISIS

Selección y planteamiento de los muestreos necesarios y su adaptación al presupuesto, definición de los ensayos más prácticos, ordenados jerárquicamente según los materiales

PATRONES

Recogen normas o maneras de proceder con independencia de una intervención restauradora concreta

Esquema de organización de protocolos previos y definiciones

Los protocolos previos instrumentales se redactan a partir de consultas a expertos, bibliografía y experiencia propia. Así, en el caso de los protocolos de medición, cuenta tanto el propio manual de uso del instrumento como los consejos de los especialistas que llevan años utilizándolo. También, deben planificarse las tareas de medición en diversas situaciones y con diferentes propósitos. Por ejemplo, se puede leer y comprender el manual de un termohigrómetro, entrevistar a técnicos especializados, pero al enfrentarse a una medición siempre surgen dudas que sólo se subsanan con la práctica. El hecho de que exista un protocolo indicando cómo hacer estas mediciones ayuda en ese primer contacto con la medición y, también, a conocer las diversas posibilidades que un equipo ofrece de una forma más directa.



Medición de iluminancia sobre tejido del siglo XV en vitrina. Capilla Real, Granada.

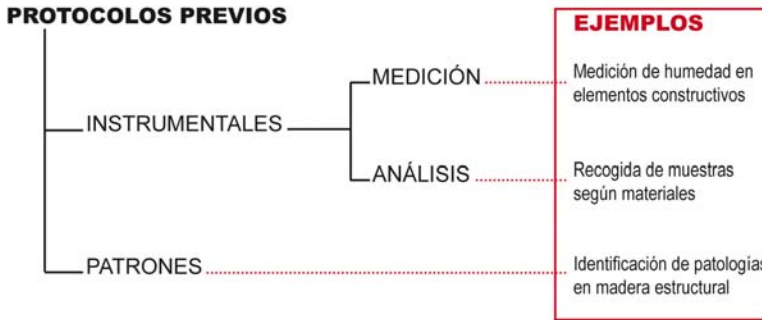
Los protocolos instrumentales de análisis se han creado en estrecha colaboración con el Grupo de Investigación “Estudio y conservación de materiales de construcción del patrimonio arquitectónico” de la Universidad de Granada. Desde este grupo de investigación y desde los laboratorios se traslada una queja común: la mayoría de las muestras llegan mal identificadas y en cantidades excesivas o insuficientes. Por esta razón, este grupo de protocolos se inicia especificando los tamaños, embalajes, formas de recogida, etc. apropiadas para la toma de muestras. También, surge dentro de este nivel de clasificación la necesidad de crear un protocolo que contemple una aproximación a las tarifas de análisis de laboratorio, ya que habitualmente los diferentes agentes que intervienen en una obra de restauración no tienen una idea precisa de la influencia que tiene en el presupuesto la demanda de análisis especializados.



Muestras de mortero nuevo recogidas según el protocolo correspondiente. Silla del Moro, Alhambra de Granada.

Los protocolos previos que se clasifican como patrones recogen normas o maneras de proceder independientes de una intervención restauradora concreta. Son muy importantes porque reflejan condicionantes externos que deben tenerse en cuenta. Pueden recoger las buenas prácticas recomendadas por una organización internacional, normas dispuestas de forma legal o pautas establecidas por el organismo competente en materia de medio ambiente para la conservación de flora o fauna asociada al bien inmueble. Estos protocolos aúnan las claves externas al proceso restaurador que deben observarse para asegurar determinados factores imprescindibles como el confort de los futuros usuarios y usuarias o la pervivencia de los ecosistemas protegidos del inmueble, entre otros aspectos.

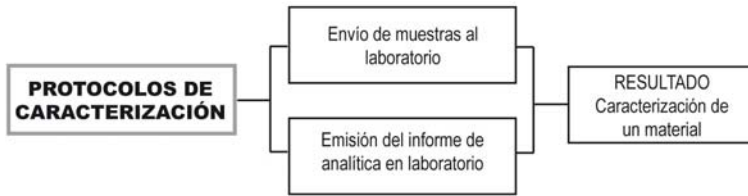
Los protocolos previos son los más teóricos del sistema y, sobre todo, los que actúan como patrones. Se construyen a partir de la consulta a expertos y de bibliografía especializada, sintetizan los puntos más relevantes y guían durante el proceso, sin eximir de consultar la normativa aplicable a cada caso.



Ejemplos de protocolos previos.

Protocolos de caracterización

Se encuentran en el siguiente nivel y sirven para conocer un material determinado, existente en obra o susceptible de introducir en la misma. Se reducen a dos: protocolo relativo al envío de muestras a laboratorio y protocolo para la emisión de analítica en laboratorio.



Esquema de organización de los protocolos de caracterización.

El primero se construye a partir de los datos básicos que describen la procedencia de un material, su uso, el estado de la muestra y los análisis requeridos, reuniendo toda la información útil que lo caracteriza, tanto para el laboratorio como para su posterior identificación en relación con la toma de decisiones o como información adicional de la intervención. Indica, en resumen, los datos necesarios para identificar correctamente una muestra antes de enviarla al laboratorio.

En la experiencia profesional es muy común ver muestras de materiales mal identificadas, tanto las que se envían desde el tajo de obra como las remitidas por distribuidores o fabricantes para el uso de sus productos o con datos insuficientes para diferenciar unas de otras. Por este motivo los ítems del protocolo han sido consensuados con el laboratorio, valorando los datos que se necesitan para que la información sea completa para ambas partes.

El Protocolo para la emisión de analítica en laboratorio es una herramienta para estructurar la respuesta del laboratorio tras realizar su trabajo. Se concibe como un guión que facilita la elaboración de un informe completo y, sobre todo, práctico de cada muestra recibida.



Muestras de mortero identificadas mediante rotulación y ficha de envío a laboratorio. Patio de los Leones, Alhambra de Granada.

El laboratorio suele redactar un informe general en el que se incluyen todos los muestreos realizados, de manera que el manejo no es muy ágil y, además, sucede a menudo que los documentos emitidos son exhaustivos, pero no se traducen fácilmente en conclusiones con influencia directa en la intervención restauradora. Por ello, se pretende que la emisión de los resultados analíticos figure de forma individual y asociada a una muestra en concreto identificada por el protocolo de envío. El objetivo es vincular cada muestra a su resultado y que esta información sea localizable automáticamente. En consecuencia, los dos protocolos de caracterización están siempre ligados.



Esquema de la relación entre el protocolo de envío a laboratorio y de analítica.

Es necesario que el informe no obstaculice la comunicación entre los técnicos del laboratorio y los encargados de interpretarlo. Las conclusiones aplicables o de interés deben quedar siempre claras, para lo cual los contenidos se habrán acordado con el laboratorio, a través del estudio de distintos informes de análisis y de entrevistas con los profesionales implicados. Este punto de vista combinado lleva a un resultado consensuado que favorece a todas las partes implicadas.

PROTOCOLOS DE CARACTERIZACIÓN



Ejemplo de protocolos de caracterización.

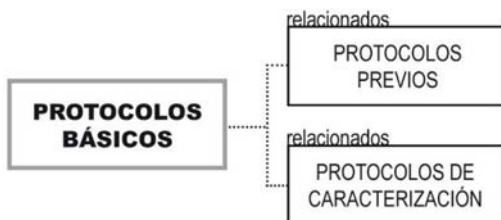
Protocolos básicos

Son los más difíciles de acotar porque abarcan un campo extenso y heterogéneo. Detallan cualquier proceso singular que se realice en una obra de restauración, ya sea la limpieza de policromía sobre la madera de una armadura o la construcción de un nido para la protección de las colonias de cernícalo primilla en una intervención de cubiertas habitadas por esta especie.



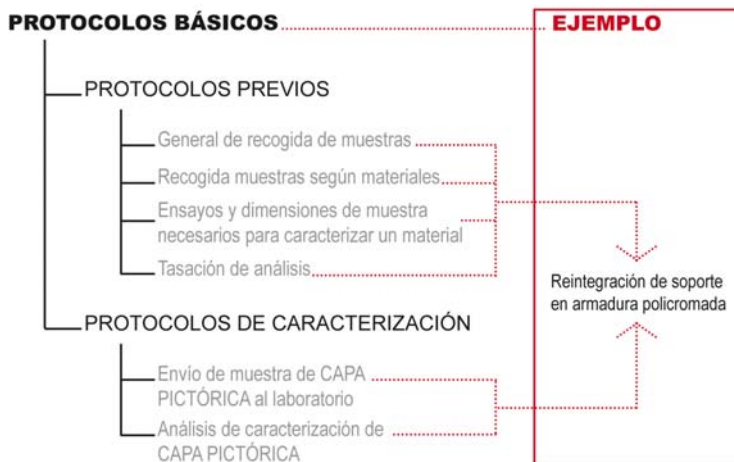
Limpieza de tirante de madera policromada. Palacio de la Madraza, Granada.

Estos protocolos tipifican y describen cada una de las acciones dando lugar a un amplio abanico de posibilidades de respuesta dentro de un proceso restaurador. La dificultad reside en individualizar los procesos correctamente, sin las posibles interferencias de otros procesos paralelos que puedan enmascarar el desarrollo ordenado de las acciones.



Esquema de organización de protocolos básicos.

Dichos protocolos deben servir para el mayor número de casos posible, por lo que un proceso de cierta complejidad puede organizarse con una secuencia de la misma categoría que represente una unidad mínima perfectamente identificable. Por ejemplo, para la restauración de una policromía sobre madera se sigue un protocolo básico de consolidación previa de policromía, otro de limpieza y un último de fijación de piezas sueltas de madera.



Ejemplo teórico (prototipo) de un protocolo básico.

Los protocolos básicos aportados como ejemplo en este documento nacen en su mayoría de la práctica y del seguimiento en obra de los procedimientos descritos en los mismos. Es importante remarcar que la consulta a los profesionales implicados en la intervención ha sido indispensable para comprender, de forma global, la naturaleza de ciertas acciones y sus tiempos. El contacto con el profesional responsable resulta esclarecedor, tanto si se trata de un técnico especializado que instala un complejo sistema de control higrotérmico informatizado como de un operario que prepara un mortero de cal. En muchos de los protocolos se han comparado las fases seguidas por diferentes profesionales durante el desempeño de sus funciones en distintas intervenciones, ratificando los pasos esenciales.

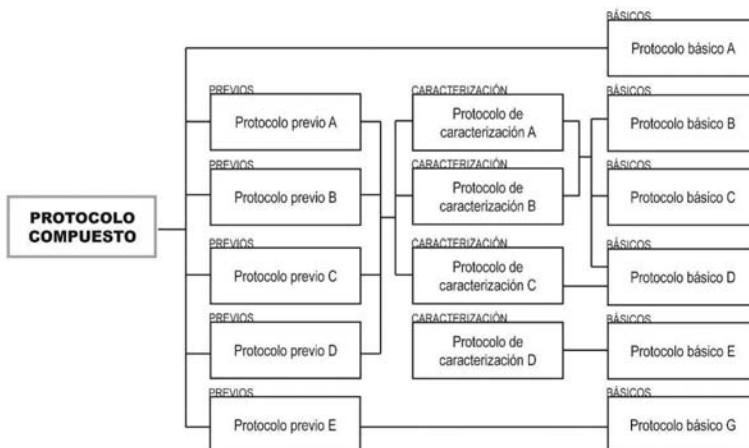


Textura de mortero base anti-humedad y aplicación de mortero en fase previa a la de acabado. Zócalo de la iglesia de Santo Domingo, Granada.

La sistematización del proceso incluye, en el transcurso de un trabajo, la constatación de imperfecciones en la ejecución, siendo exigible para su conversión en protocolo que el camino seguido esté depurado para evitar posibles fallos de ejecución. De los errores cometidos se aprenden pautas que se convierten en advertencias, por lo que es importante reflejar todo lo que sucede durante la ejecución, mientras se recopila la información para la redacción del protocolo, independientemente de que aparezca o no en el texto final. El protocolo resultante es una herramienta pulida que recoge el adecuado desarrollo de un proceso. La experiencia adquirida en la práctica de la restauración es determinante a la hora de señalar e individualizar los procesos singulares.

Protocolos compuestos

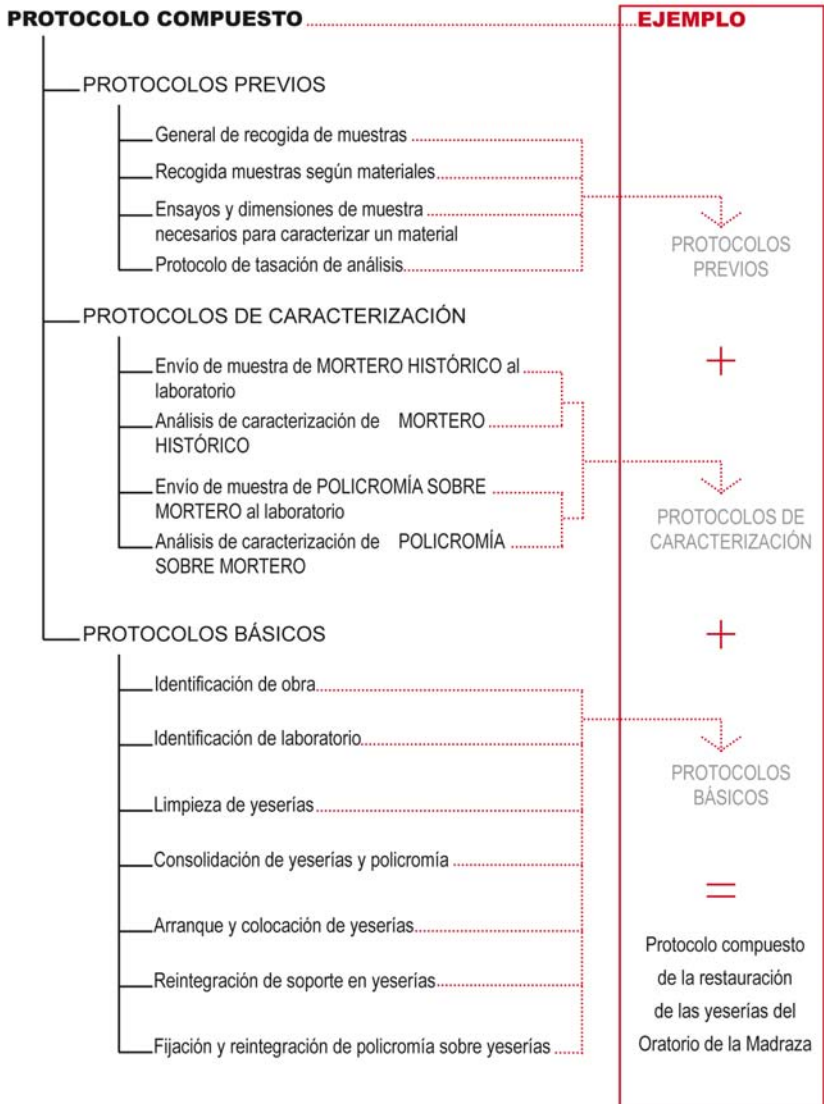
Integran a los básicos, de caracterización y previos, que llevan al resultado final del proceso restaurador. Atienden soluciones precisas, estructurando el conjunto de protocolos integrados en los diferentes niveles de organización que se necesitan para completar una intervención.



Esquema teórico de organización de un protocolo compuesto.

Es muy importante el reflejo de estos procesos en fotos y datos para que el hilo de los protocolos autónomos sea continuo. Estos sirven para ordenar la información recopilada, mostrar casos excepcionales y tener una visión más global de la intervención, ya que se refieren a actuaciones con un alto grado de complejidad.

El resto de protocolos acompañan a cada acción antes y durante su realización, mientras que el compuesto recoge cada uno de los pasos desarrollados en el conjunto.



Ejemplo teórico (prototipo) de un protocolo compuesto.

Este último se define también como una secuencia ordenada de actividades que se materializa en protocolos de otros niveles, convenientemente relacionados, que atraviesan la estructura con un flujo de trabajo determinado por la intervención y que pueden variar dependiendo de los casos. Sin embargo, los protocolos que constituyen los diferentes niveles se entienden como unidades mínimas informativas y se mantienen invariables, a excepción de posibles actualizaciones.

Este recorrido sistemático ha sido, en realidad, una forma de reconducir el primer estadio de esta relación entre la intervención restauradora y la sistemática técnico-científica para transformar un conjunto de informaciones y de relaciones en un sistema ordenado y secuenciado que facilita el trasvase de conocimiento, la participación de los agentes y la modificación (actualización y rectificación) de las pautas en función de las experiencias desarrolladas.



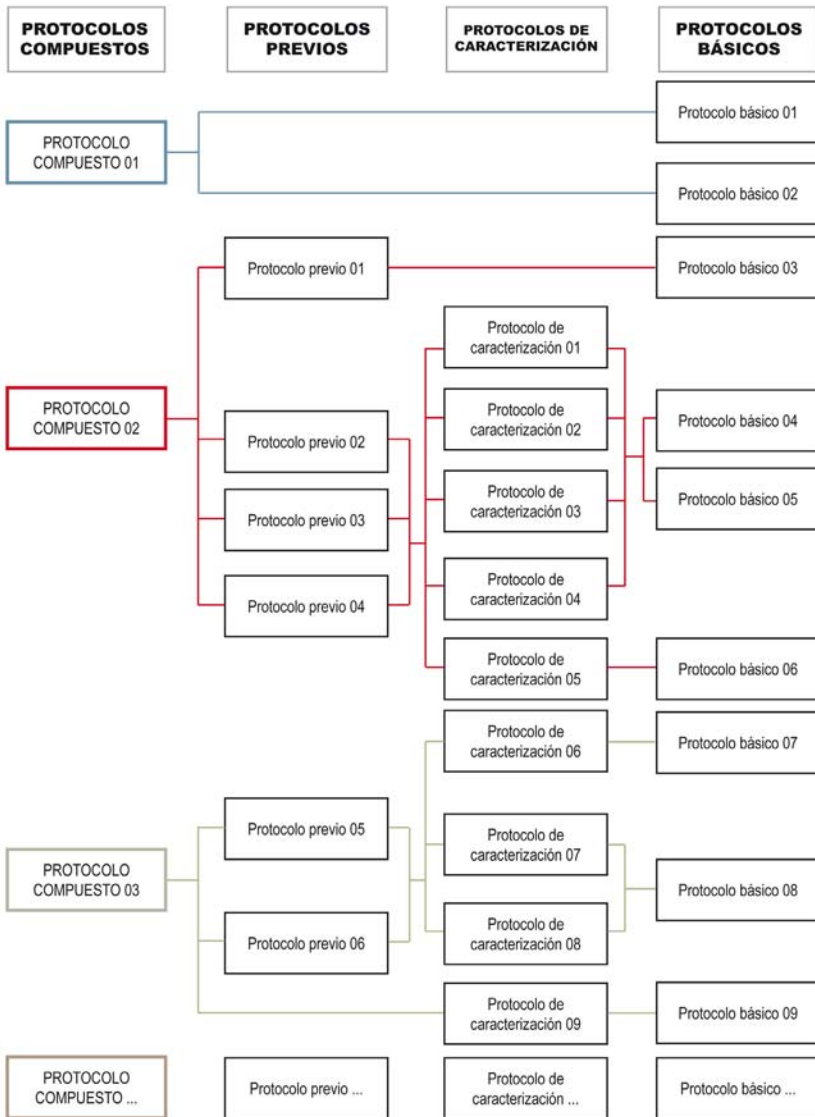
Estado de las yeserías antes de la intervención.



Proceso de restauración y resultado final. Palacio de la Madraza, Granada.
FOTOGRAFÍAS: Julia Ramos.

4.2.4. Aplicación del sistema de protocolos

Representa la implantación del conjunto de estudios que definen una intervención completa. Integra las diferentes categorías de protocolos utilizadas durante la intervención. Por lo tanto, agrupa acciones con vínculos precisos que dibujan de forma integral el proceso seguido en una determinada obra y son expresión del resultado final alcanzado. Se parece a un seguimiento de obra o a un “cuaderno de bitácora”, y puede aplicarse a una obra completa formando una superestructura de protocolos con un interés singular y una complejidad destacable.



La representación gráfica de las posibilidades que ofrece la estructura diseñada mediante esquemas y cuadros constituye uno de los medios más adecuados para analizar los problemas que presenta el sistema y las posibles mejoras respecto a la situación actual. Por un lado, es importante delimitar las necesidades más relevantes, como el orden de los protocolos y la importancia que tiene elegir bien su nombre para que sea representativo en un contexto resumido y, por otro, se ponen en evidencia las relaciones entre los distintos niveles de organización y entre los propios protocolos (Rodríguez, 1999).

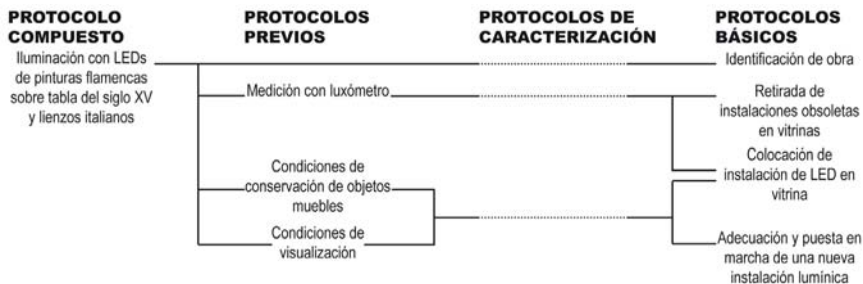
4.3 Propuesta metodológica

Desglosado el sistema de protocolos objeto de estudio, esta investigación se centra específicamente en formular una metodología dirigida a implementarlo, organizando la actividad práctica e integrando las competencias profesionales de los agentes implicados en las intervenciones de conservación y restauración. Asimismo, se ha realizado un breve recorrido por las experiencias desarrolladas por otras disciplinas que presentan una mayor andadura en este ámbito constatando el escaso y diferente tratamiento de este tipo de instrumentos en el mundo de la intervención.

4.3.1. Recomendaciones para la construcción de un sistema unificado de protocolos

Para crear un protocolo hay que tener en cuenta la jerarquía de organización. En el nivel correspondiente a los previos tipo patrón el número que se podría obtener es muy elevado, ya que cualquier norma o condición que afecte a un proceso restaurador puede convertirse en un patrón. En el caso de los protocolos previos instrumentales, no es tan amplio como el anterior, pero también es considerable, ya que la variedad de procedimientos científicos, técnicos y de medición que pueden formar parte de una intervención es amplia y con tendencia al alza, debido a los avances que se producen en el campo técnico-científico. El nivel más abierto a la redacción de nuevos protocolos es, sin duda, el correspondiente a los básicos. Las acciones que se desarrollan en cada intervención dependen, en gran medida, del estado de conservación y de los factores ambientales y de uso del inmueble, por lo que la variedad de casos es muy amplia, incluso tratándose de intervenciones en principio similares. Aquellos de tipo compuesto se crean en cada intervención a partir del desarrollo de la misma.

Es muy importante tener presentes las normas de organización de los protocolos y las relaciones que se crean entre ellos. Cobran sentido los previos y de caracterización que se complementan con la información que aportan a los que se encuentran en niveles superiores. Para que uno de tipo compuesto se considere terminado, no es necesario que contenga de todos los niveles de organización, aunque la fórmula más completa sea una combinación de todas las fases. Dependiendo de la intervención, ciertos trabajos se describen sin la necesidad de protocolos previos o de caracterización. Sin embargo, los básicos componen el cuerpo principal de los compuestos, por lo que dicho nivel siempre está presente.



Ejemplo teórico (prototipo) de protocolo compuesto sin protocolos de caracterización.

La regla fundamental para crear nuevos protocolos es sintetizar las acciones que describen un proceso determinado. Es importante que el lenguaje sea claro y directo prescindiendo de todo lo accesorio. También, se requiere definir muy bien los puntos fundamentales y realizar las advertencias necesarias para evitar cometer errores básicos. La división en puntos o fases ayuda a mantener el protocolo ordenado facilitando su comprensión, ya que funciona como un guión-resumen. Las fotografías deben ser lo más representativas posible de la acción. Se aconseja reducir al máximo la aparición de elementos ajenos como andamios, materiales acopiados o exceso de personal. Por otro lado, en caso de que eventualmente tenga que aparecer para ilustrar el proceso de trabajo debe ir convenientemente equipado, respetando las medidas de seguridad propias de una obra y el cuidado añadido que conlleva la intervención en el patrimonio.



Selección de zonas para muestreo de microbiología. Capilla Real, Granada.

Suele ser de gran ayuda la planimetría para indicar aspectos generales o de situación de acciones. Los cuadros y esquemas también facilitan enormemente la comprensión de algunos aspectos, por lo que son altamente recomendables. Se considera fundamental la aportación de dibujos o esquemas interpretativos en dos o tres dimensiones, aspecto que se ha cuidado especialmente en los protocolos que se desarrollan en este trabajo. La selección de imágenes, planos y esquemas es una tarea crucial para que el protocolo esté bien ilustrado. Se aconseja huir de repeticiones y redundancias. A continuación, se expresa una secuencia ordenada como expresión de este proceso:

BASES / RECOMENDACIONES PARA LA CREACIÓN DE NUEVOS PROTOCOLOS

- 1 Resumen del contenido y objeto del protocolo
- 2 Definición de los puntos fundamentales
- 3 Realización de las advertencias necesarias
- 4 Selección cuidadosa de las fotografías
- 5 Inclusión de planimetría
- 6 Apoyo con cuadros y esquemas

Cuadro resumen del método de confección de un protocolo.

La plantilla general de los protocolos ordena la información clave que debe aparecer para que sean fácilmente identificados y su contenido se reconozca de forma instintiva.

Se plantea el siguiente esquema de contenidos para un protocolo tipo:

- Código
- Título
- Descripción + advertencias de uso (si existen)
- Palabras clave
- Objetivos
- Desarrollo dividido en puntos bien diferenciados con texto, cuadros, imágenes, etc.
- Anexos
- Observaciones generales
- Bibliografía específica

En el cuerpo central del protocolo o desarrollo generalmente se incluyen las fases en las que se divide por orden de ejecución, de forma que las instrucciones sean muy claras y concisas.

4.3.2. Comparación con otros sistemas de protocolos

Conforme a la cuarta definición de protocolo recogida en el Diccionario de la Lengua Española y detallada en el apartado 4.2.1. Definiciones de esta investigación, la acepción del término puede asimilarse a un conjunto de procedimientos o estrategias seriadas. Por tanto, es prácticamente aplicable a cualquier campo del trabajo técnico-científico, no obstante su uso no está extendido aún en sectores como la restauración arquitectónica.

De hecho, en el ámbito objeto de estudio los ejemplos que pueden servir de precedente –como el Protocolo para la Protección de los Bienes Culturales en caso de Conflicto Armado, redactado en la Haya en 1954, revisado en 1999 y desarrollado por la Unesco–encajan en la segunda acepción que la Real Academia Española presenta del término: “acta o cuaderno de actas relativas a un acuerdo, conferencia o congreso diplomático” (Diccionario de la Lengua Española, 2001). En este caso, se describen una serie de convenios legales y recursos para la protección de los bienes, pero no un procedimiento único y directo para actuar en caso de conflicto armado. Los contenidos que se describen, se dividen en los siguientes capítulos (Unesco, 1954):

- Capítulo 1. Disposiciones generales sobre la protección
- Capítulo II. De la protección especial
- Capítulo III. Del transporte de bienes culturales
- Capítulo IV. Del personal
- Capítulo V. Del emblema
- Capítulo VI. Campo de aplicación de la Convención
- Capítulo VII. De la aplicación de la Convención
- Disposiciones finales
- Reglamento para la aplicación de la Convención para la protección de los bienes culturales en caso de conflicto armado

Como apuntan Javier Sierra y Joaquín Sotelo (2008), hoy los protocolos han roto las barreras que los encorsetaban y su uso se ha extendido a diferentes ámbitos de aplicación. Además, su aplicación ya no se ciñe exclusivamente a la organización de actos públicos y privados (definición del término en sentido estricto), sino que se han convertido en un excelente instrumento metodológico para ordenar o instruir procedimientos en ámbitos complejos de trabajo.

Ambos autores subrayan la ambigüedad terminológica existente cuando se define un protocolo atribuyéndola principalmente a dos factores: “los planteamientos normativistas carentes de fundamentación científica con los que ha sido tradicionalmente abordada esta realidad” y su propia interdisciplinariedad (Sierra; Sotelo, 2008: 6).

Según López Pérez, la causa principal de que el término “protocolo” aún no se haya clarificado, ni siquiera en el propio Diccionario de la Real Academia Española, se debe a que en la ley “no existe una definición [...], y esto ha motivado que los distintos autores que han escrito sobre el tema hayan formulado sus propias propuestas que responden, como es lógico, a la idea que cada uno tiene sobre la materia” (1990: 157).

Acertadamente, Sierra y Sotelo apuntan el carácter flexible de la acepción de protocolo haciendo hincapié en su esencia, con independencia de su naturaleza y proyección. En este sentido, cobra especial importancia el protocolo como ceremonial o forma de comunicación creativa, entendido bajo los parámetros propios del siglo XXI, tal y como es concebido por López Nieto:

“El protocolo es una actividad, un quehacer, un acto o sucesión de actos, y éstos pueden estar sujetos a las normas de protocolo que dicte el poder público o que se dé a sí misma una entidad organizadora” (1985:20).

En el ámbito de la intervención de bienes inmuebles puede decirse que el protocolo es justamente lo mismo que describe este autor, pero con una sujeción distinta: por un lado, la que proporciona la legislación vigente, las recomendaciones nacionales e internacionales y los códigos de buenas prácticas y, por otro, la derivada de la experiencia y buen hacer del equipo interdisciplinar implicado en los trabajos.

Como experiencias precursoras de un modo de hacer organizado en restauración pueden citarse los estudios desarrollados en Italia, a partir de la segunda mitad del siglo XX, cuyos contenidos son desglosados por Julián Esteban Chapapría (1992), de forma sintética, en su contribución científica “Estudios previos a la restauración de monumentos”. Entre ellos, cabe destacar el *Discorso sulla metodologia generale del restauro dei monumento* (1977) de P. Sanpaolesi, uno de los más exhaustivos e integradores de los avances realizados hasta ese momento; la obra denominada *Contributo per una metodologia nella ricerca archeologica e nel restauro dei monumenti antichi* de G. Ioppolo, dirigida a centrar la investigación de los agentes implicados en aspectos básicos para la intervención (1971); *Il restauro statico dei monumenti: alcune considerazioni poer la metodologia d'intervento* de A. Buti y G. Galliani (1983), síntesis de la experiencia profesional de ambos autores; el método operativo propuesto por el Instituto de la Ciencia y Técnica de la Construcción del Politécnico de Milán, y la contribución de G.; Foglino, P.L.; Fontana, M. titulada *Indagini non distrittive per il riuso edilizio* (1980) dedicada específicamente a las técnicas de diagnóstico no destructivas (Esteban, 1992). El abanico de experiencias presentadas por Esteban se cierra con la metodología específica propuesta por R. Marata, en su obra *Appunti per una metodologia del restauro conservativo dei monumento* (1982), consistente en “un análisis cognoscitivo y en una reflexión crítica con síntesis y propuestas operativas” (1992:167).



Castellvechio, Verona (Italia).

Entre las últimas experiencias recientes destacan los “Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio Arquitectónico” (Icomos, 2003) donde se enumeran las cuestiones generales para abordar un proyecto de restauración desde el punto de vista estructural. Es un ejemplo precursor del sistema de protocolos alejado de la intervención en sí; de hecho, se puede considerar como un protocolo previo tipo patrón, cuyos puntos fundamentales son:

- Criterios generales
- Investigación y diagnóstico
- Medidas correctoras y de control

El tratamiento de la vertiente técnico–científica del proceso restaurador constituye un objetivo común de las publicaciones recientes dedicadas a la intervención de los bienes culturales, no obstante, escasean los estudios destinados a la sistematización y codificación de los procedimientos más habituales en este ámbito. Este aspecto puede extrapolarse a otros sectores porque el estudio del protocolo presenta un desarrollo muy escaso a nivel científico y académico (Sierra y Sotelo, 2008). A tenor de esta realidad, López Nieto afirma en relación al protocolo como objeto de análisis en sí mismo: “es una materia que tropieza con la dificultad de estar poco tratada, tanto doctrinal como legalmente, y en uno y otro caso, a través de una terminología confusa y poco definida” (1985:11).

La organización de un entramado que responda a la necesidad de un sistema integrado y participativo en el ámbito de la restauración arquitectónica es lo que propone esta investigación, de manera que no sólo se definan sus protocolos de actuación, sino que se atesore toda la documentación generada. Asimismo, contempla la posibilidad de crear protocolos de carácter general o particular, según convenga, y recoger los casos integrales de estudio o seguimientos de obra de forma ordenada y clara.

Sin duda, la medicina es el campo en el que el sistema de protocolos está más extendido. Como ejemplo de organización y desarrollo, se analiza el sistema de clasificación de los “Protocolos diagnósticos y terapéuticos en Pediatría”. Estos se han incorporado a la base de datos de la página web de la AEPED (Asociación Española de Pediatría, 2001-2011) y publicado por especialidades, durante años, ya que constituyen procesos complejos que evolucionan según los avances de la tecnología y la investigación. En ese sentido, el camino de esta investigación es paralelo, ya que el destino final es sentar los cimientos para la construcción de una gran base de datos que recoja todos los protocolos referentes a la restauración arquitectónica, proceso de lento desarrollo que requiere la colaboración de distintos equipos interdisciplinares.

En el caso de la pediatría o la medicina en general es más fácil dividir por especialidades, pero en el ámbito de la restauración es un tema complicado, ya que las grandes familias en las que se podría organizar el sistema generan controversia cuando se

unen. Por ejemplo, si se divide por tipologías de edificación se generan protocolos repetidos, ya que las distintas clases de edificios comparten algunos sistemas constructivos y patologías asociadas a los mismos. Lo mismo sucede si se produce una ordenación por épocas o estilos e incluso por zonas geográficas. Desde este punto de vista, la opción más certera es la clasificación por materiales, pero las barreras entre ellos desaparecen cuando se estudian las intervenciones a fondo, donde se superponen los morteros con diferentes aglomerantes o se regenera la piedra natural con mortero. Estos campos de clasificación se pueden absorber como “palabras clave” para facilitar la búsqueda o agrupación de protocolos.



Pináculo con partes originales de piedra y reposiciones de mortero de dos intervenciones realizadas en épocas diferentes. Hospital Real, Granada.

En el ámbito latinoamericano del Medio Ambiente los protocolos de restauración también han iniciado su andadura en un sentido similar al que se les otorga en este trabajo. El Protocolo de Restauración de coberturas vegetales afectadas por incendios forestales, promovido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia y con aplicación en algunas corporaciones Autónomas Regionales, constituye un buen ejemplo de ello. Este se define como “una generalización conceptual de una serie de procedimientos técnico–científicos y sociales, que se pueden implementar para conseguir el restablecimiento de las coberturas vegetales o los ecosistemas deteriorados por causa de los incendios forestales” (Nieto, 2006: 9).

Un aspecto importante de este protocolo es que está formulado en base a experiencias y acciones desarrolladas en el contexto nacional e internacional, a fin de identificar patrones y tendencias en el tratamiento de áreas incendiadas. El fin perseguido es eminentemente práctico y se dirige a la obtención de líneas de actuación “de fácil aplicación y consulta por parte de los entes territoriales regionales y locales, institu-

ciones privadas, así como personas naturales, en el momento de adelantar acciones de control o mitigación de los impactos producidos por el fuego en sus jurisdicciones o propiedades” (Nieto, 2006: 30). Puede decirse que el ámbito de aplicación de este instrumento es coincidente con el que se plantea en el terreno de la restauración del patrimonio arquitectónico, pero su carácter es más generalista y preventivo, ya que en ningún momento trata de organizar procedimientos de trabajo a modo de guía técnica, sino que se centra en determinar líneas ordinarias de actuación para controlar el fuego y restaurar adecuadamente comunidades o ecosistemas afectados por él.

Volviendo al tema del protocolo aplicado al ámbito del patrimonio histórico, es importante recalcar el papel de algunas experiencias internacionales como *Protocol for the care of the government historic 2009 estate* promovido por el Departamento de Cultura, Comunicación y Deporte (DCMS, 2009) para afirmar el compromiso del gobierno inglés con el legado histórico, arqueológico, arquitectónico y artístico del país. Concretamente, interesa destacar el punto 4 del protocolo, titulado *Implement a planned programme of repairs* (Implementación de planes programados de restauración), en el que se recalca la importancia de mantener adecuada y regularmente esta herencia cultural. Para ello, es necesario planificar sistemáticamente dicha actividad. El cumplimiento de los preceptos legales que regulan los procedimientos de trabajo (punto 8 [*Comply with the statutory procedures that regulate works to heritage assets*]) y la necesidad de que la documentación generada durante el proceso se transfiera a un archivo adecuado (punto 11 [*Records and Archives*]) constituyen otros aspectos a tener muy en cuenta para el propósito de este trabajo. Como en otros casos, este protocolo presenta un carácter general al establecer unas pautas claras de actuación encaminadas a garantizar la salvaguarda de este patrimonio.

También en este año, la Unesco promueve un documento consistente en el establecimiento de directrices profesionales para asegurar y conservar la autenticidad de los sitios patrimoniales heredados de las culturas asiáticas denominado *Hoi An Protocols for best conservation practice in Asia* (Unesco, 2009). Dicho documento destaca especialmente por prestar una atención especial a las amenazas que comprometen la autenticidad de esta herencia cultural. Como resultado, se expresa la conveniencia de que protocolos específicos para cada región determinen las directrices prácticas que deben guiar a los profesionales implicados en los trabajos de conservación, pero este aspecto solo constituye un propósito, ya que en realidad el protocolo continúa estableciendo unas directrices generales de actuación ordenadas en las siguientes categorías (Unesco, 2009):

- Paisajes Culturales.
- Sitios Arqueológicos.
- Patrimonio Arqueológico Subacuático.
- Sitios Históricos Urbanos.
- Monumentos, edificios y estructuras.

Esta clasificación permite tratar de los siguientes aspectos aplicados a cada caso (Unesco, 2009):

- Definiciones.
- Conceptualización.
- Amenazas a la preservación.
- Instrumentos para la conservación de su autenticidad.
 - Identificación y documentación.
 - Salvaguarda de los aspectos tangibles.
 - Salvaguarda de los aspectos intangibles.
- Herencia cultural y comunidad.

Como viene recalándose a lo largo de este capítulo, es más común encontrar protocolos aplicados a la ordenación o sistematización de actos y eventos de diversa índole o a las conclusiones generales derivadas de ellos que a la normalización de procedimientos o modos de operar en entornos complejos de trabajo. Sin embargo, no hay duda de su capacidad para ser utilizados con este último fin. Por este motivo, dado que la experiencia en esta vertiente es propia de disciplinas como la medicina, la contribución de esta tesis se considera novedosa porque implica una optimización de los procedimientos de trabajo propios de la intervención en el patrimonio abriendo nuevos caminos vinculados a la ordenación, mejora y convergencia de las disciplinas implicadas en base a una experiencia a la que pueden sumarse otras en el futuro gracias a la flexibilidad del sistema.

05 Desarrollo de la investigación

5.1. Planteamiento general

El acercamiento a la problemática de la intervención desde el punto de vista técnico-científico se ha producido de un modo experimental, tal y como se ha señalado en el apartado de metodología.

Elegidos los temas de interés, la selección se aplica a una casuística determinada lo suficientemente variada y explícita como para ser enriquecedora respecto al conocimiento, clasificación y aplicación de las técnicas empleadas, aportando material suficiente para obtener unas conclusiones que permitan contrastarlas y ponerlas en práctica científicamente.

Para obtener una secuencia acabada relativa a una intervención en un bien inmueble, debe realizarse un planteamiento completo de los protocolos que se van a implementar, ya que se trata de un procedimiento aplicado, es decir, que tiene un correlato real en el desarrollo y ejecución de un trabajo de conservación o restauración arquitectónicas. Para que los procesos que definen la intervención se desarrollen adecuadamente, se proyectan una serie de protocolos como planes escritos, secuenciados y detallados de las acciones que se programan.



Secuencia de fragmentos para restituir en la basa de un pináculo. Catedral de Jaén.

El esquema general de organización de la intervención para la aplicación del método propuesto es el siguiente:

MÉTODO DE APLICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS ORGANIZACIÓN GENERAL

COORDENADAS DE LA INTERVENCIÓN

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

Se aportan las referencias más importantes de la intervención que se va a ejecutar

IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES PRINCIPALES QUE INTERVIENEN

Se describen los agentes que es necesario coordinar y relacionar: contratista general, subcontratistas especializados en restauración, laboratorios y empresas homologadas de control de calidad, dirección técnica de la intervención y otras instancias técnicas que intervienen en el control de la obra.

PROTOCOLOS

ENUMERACIÓN

Cada intervención está compuesta por los protocolos principales, que son diferentes en cada caso. Se identifican como protocolos compuestos.

Se deben enumerar o listar para tener consignados los procedimientos científico - técnicos que integran cada caso concreto.

DESCRIPCIÓN

Los protocolos, como tales planes secuenciados de los trabajos, tienen instrucciones para su ejecución y deben ser descritos con detalle.

Se dividen en cuatro apartados relacionados ya que existen vínculos funcionales y de jerarquía entre los mismos, siendo los previos los que ocupan el escalón inferior:

- Compuestos
- Básicos
- Caracterización
- Previos

EJECUCIÓN

Los protocolos se van ejecutando en el transcurso de la intervención, explicitando en todos los casos su sujeción y apoyo a las prescripciones del proyecto del que se convierten en herramientas para su materialización.

Los protocolos que se llevan a cabo quedan documentados en esta fase ya que es necesario relacionar todo tipo de información de planimetría y de tipo analítico, fotográfico y documental.

La información queda estructurada a través de los vínculos establecidos entre los diferentes protocolos y en su relación con las determinaciones del proyecto y de la ejecución de la obra.

SEGUIMIENTO

Se proponen medidas de seguimiento de los trabajos realizados que se reflejan ordenadamente en la sistemática de los protocolos ejecutados que pueden llevar pautas de seguimiento y mantenimiento e indicadores del cumplimiento de sus fines específicos.

142

Desde un punto de vista teórico, el sistema de protocolos planteado acompaña a toda la intervención incluso antes de redactar el proyecto, teniendo en cuenta que los estudios previos que dan lugar a su desarrollo forman parte del mismo. Se puede seguir toda la intervención aplicando integralmente el sistema de protocolos. Desde el punto de vista práctico, puede utilizarse en cualquier punto del proceso como apoyo a una parte concreta en desarrollo o durante un ciclo de tiempo que requiera actuaciones más complejas, si bien se recomienda emplear dicho sistema de manera global y metódica para obtener los mejores resultados.

Hay que tener en cuenta que la organización del sistema puede alterarse iniciada la obra, debido a la aparición de imprevistos. Los protocolos que se deriven de esta coyuntura pueden modificar el esquema organizativo e incluso el proyecto. Esta situación no debe plantear problemas de aplicación del sistema, dada su flexibilidad.



Esquema del desarrollo de una intervención con soporte de protocolos de restauración.

5.2. Enunciado de los protocolos que integran la experiencia

Se propone una selección de procedimientos técnico-científicos, en forma de protocolos, que tienen una aplicación práctica y metodológica interesante para los fines de este estudio. Algunos requieren una instrumentación simple que puede realizarse sin equipos complejos y otros necesitan un laboratorio adecuado para su desarrollo. Una parte de los protocolos planteados está enfocada a la toma de datos para la preparación de un proyecto y otra a la intervención restauradora propiamente dicha.

De acuerdo con la propuesta metodológica, los protocolos que se citan a continuación forman una estructura jerarquizada de la que pueden extraerse combinaciones o integraciones cuando el caso lo demande. En un supuesto que abarque más casos los protocolos de todos los tipos pueden aumentar considerablemente, pero la estructura se mantiene como criterio de organización, con procesos lógicos de búsqueda cuando se utilizan medios de tipo informático o telemático y aplicaciones basadas en las nuevas tecnologías.

Los protocolos desarrollados para este trabajo son los siguientes, ordenados por categorías:

PROTOCOLOS PREVIOS

ANÁLISIS

- A01 Recogida de muestras
- A02 Recogida de muestras según materiales
- A03 Ensayos y dimensiones de muestra
- A04 Tasación de análisis de muestra

MEDICIONES

- M01 Temperatura y humedad relativa
- M02 Humedad en elementos constructivos

PATRONES

- P01 Identificación de patologías en madera
- P02 Calendario de anidación del cernícalo primilla en España
- P03 Censo del cernícalo primilla
- P04 Directrices para la restauración y conservación de vidrieras

PROTOCOLOS DE CARACTERIZACIÓN

- R01 Análisis petrográfico: SILLAR
- R02 Análisis petrográfico: MORTERO ANTIGUO
- R02 Análisis petrográfico: MORTERO ANTIGUO VIDRIERA
- R03 Análisis petrográfico: MORTERO DE CAL
- R03 Ensayo de control de calidad: MORTERO DE CAL
- R07 Análisis petrográfico: ÁRIDO
- R08 Ensayo de control de calidad: LADRILLO
- R09 Análisis de microbiología: TIRANTE
- R09 Análisis de microbiología: PAR
- R09 Análisis de microbiología: TRONERA
- R09 Análisis de microbiología: TABLAZÓN
- R09 Ensayo de control de calidad: MADERA ESTRUCTURAL
- R14 Análisis metales: PLOMO
- R14 Análisis metales: ESTAÑO
- R14 Análisis metales: HIERRO
- R15 Ensayo de control de calidad: ESCAYOLA
- R15 Ensayo de control de calidad: FIBRA DE VIDRIO

PROTOCOLOS BÁSICOS

- B01 Identificación de una obra
- B02 Identificación de un laboratorio
- B03 Toma de datos y representación de patologías en cubiertas de madera
- B04 Actuación en caso de lluvia durante la intervención en cubiertas
- B05 Actuación en estructuras de cubiertas de madera
- B06 Cubrición en cubiertas de madera
- B07 Seguridad de las tareas de mantenimiento de cubiertas inclinadas con armadura de madera
- B08 Instalaciones de protección en cubiertas de madera
- B09 Evacuación de aguas pluviales en cubiertas inclinadas
- B10 Mantenimiento de cubiertas de armadura de madera
- B11 Estudio de una colonia de cernícalo primilla en un edificio patrimonial
- B12 Protección del cernícalo primilla desde el proyecto
- B13 Construcción de nidos de cernícalo primilla y vencejo
- B14 Mantenimiento de cubiertas con cernícalo primilla
- B15 Instalación de sistemas de control poblacional de palomas urbanas
- B16 Intervención en pináculos y elementos esbeltos deteriorados por la acción del viento y los movimientos sísmicos
- B17 Intervención en verja monumental
- B18 Consolidación por zunchado de estructuras arquitectónicas esbeltas afectadas por sismo y viento
- B19 Restauración de piezas pétreas fracturadas por acciones mecánicas
- B20 Estudio previo de vidrieras
- B21 Intervención en taller del soporte de vidrieras contemporáneas
- B22 Difusión de las intervenciones

PROTOCOLOS COMPUESTOS

- C01 Protocolo de identificación
- C02 Protocolo de intervención integral en cubiertas inclinadas con estructura de madera
- C03 Protocolo compuesto de gestión de aves en cubiertas patrimoniales
- C04 Protocolo compuesto de restauración de elementos pétreos esbeltos afectados por el sismo y el viento
- C05 Protocolo compuesto de restauración de vidrieras
- C06 Protocolo compuesto de difusión

NOTA: Los protocolos del listado están directa o indirectamente relacionados con la Catedral de Jaén, por lo que forman parte de la aplicación del sistema de protocolos a dicho inmueble.

5.3. El sistema de protocolos aplicado a la Catedral de Jaén

En el caso práctico desarrollado se toma como unidad integradora o columna vertebral el ejemplo de la Catedral de Jaén, inmueble en el que a lo largo de los años se han realizado varias intervenciones que abarcan un abanico muy completo de problemáticas y soluciones.

Aunque los protocolos ejemplificados tienen como base este conjunto catedralicio, algunos de ellos se han elaborado a partir de la experiencia de intervención en otros edificios, dado su carácter ejemplificador, lo cual enriquece las aportaciones y completa las posibles carencias que implica el uso de una única fuente o ejemplo.

Relación de inmuebles seleccionados para completar la casuística de la Catedral de Jaén:

- Baño Real de la Alhambra, Granada
- Capilla Real, Granada
- Castillo de Vélez-Blanco, Almería
- Catedral de Granada
- Catedral de Jaén
- Hospital Real, Granada - Rectorado de la Universidad de Granada
- Museo de la Capilla Real, Granada
- Palacio de Bibataubín, Granada - Consejo Consultivo de Andalucía
- Palacio de la Madraza, Granada
- Palacio de las Columnas - Facultad de Traducción e Interpretación, Granada
- Palacio de San Pablo - Facultad de Derecho, Granada
- Patio de los Leones de la Alhambra, Granada
- Ruinas de la Antigua Iglesia de Santa María, Cazorla (Jaén)
- Sala de los Reyes (Palacio de los Leones) de la Alhambra, Granada
- San Gabriel de Loja, Granada
- Silla del Moro, Granada
- Tabernáculo de la Catedral de Granada

El sistema aplicado a la Catedral de Jaén estructura los protocolos compuestos que definen la secuencia de intervenciones que el monumento ha sufrido a lo largo del tiempo. La división en protocolos compuestos, que a su vez se clasifican en niveles inferiores, permite agrupar las actuaciones por sectores específicos pertenecientes a intervenciones globales.

Seguidamente, se realiza una breve descripción de las acciones restauradoras que desencadenan los protocolos asociados.

Protocolo compuesto 01: Identificación de la obra

El primer protocolo compuesto es común a todas las intervenciones y comprende la información básica que identifica a los agentes principales implicados y las referencias más importantes del proyecto. Se forma a partir de tantos protocolos básicos de identificación como sean necesarios. En este caso se definen tres: uno para identificar el inmueble y las intervenciones, y dos para registrar los datos de los laboratorios que realizan los análisis requeridos.



Esquema de organización del protocolo compuesto de identificación.

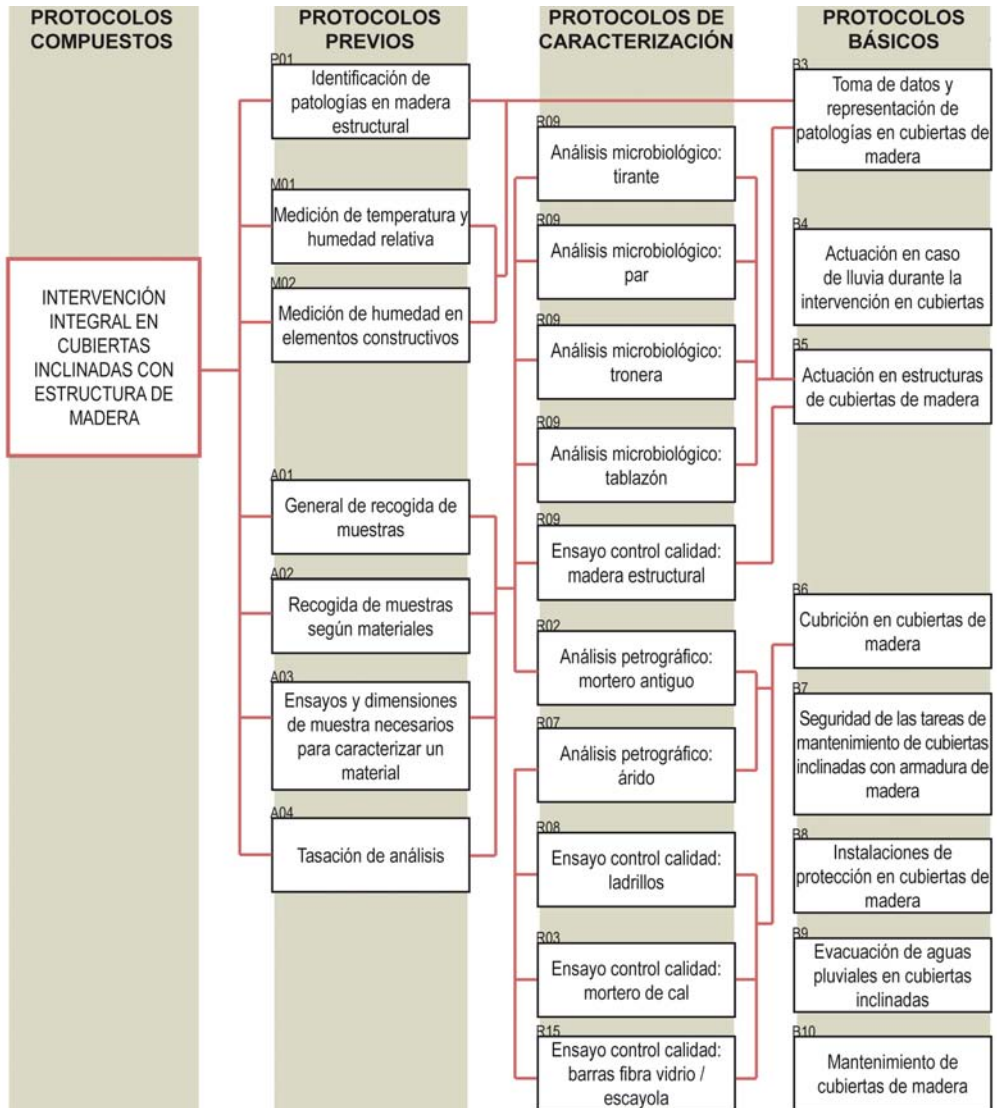
Como las intervenciones han sido varias y repartidas a lo largo del tiempo, se presenta como ejemplo el protocolo básico de identificación de la intervención más reciente, llevada a cabo entre los años 2011 y 2012.



Cubierta lateral de la calle Campanas tras la intervención de 2011-2012.
Catedral de Jaén.

Protocolo compuesto 02: Intervención integral en cubiertas inclinadas con estructura de madera

Abarca un tema primordial en los edificios patrimoniales. Al tratarse de una actuación con muchas implicaciones, el protocolo presenta un carácter complejo y concluyente, ya que integra todos los niveles de la estructura teórica de organización, los cuales se ordenan según el siguiente esquema:



Esquema de organización del protocolo compuesto de intervención integral en cubiertas inclinadas con estructura de madera.

Como puede observarse en el gráfico anterior, la principal rama se conecta con los protocolos previos, que agrupan los de recogida de muestras y guían el proceso para su correcta toma según las variantes propias de una intervención, indicando el agente adecuado para recogerlas, las cantidades apropiadas y los embalajes de protección para su envío a laboratorio, entre otros aspectos. Asimismo, se aborda la adecuación de los ensayos requeridos a cada material, dependiendo de las necesidades de la intervención y los costes aproximados de cada uno de ellos con el objeto de optimizar el 1% del presupuesto que se dedica a este tipo de análisis, tanto a nivel económico como informativo. En relación con la Catedral de Jaén, estos protocolos son absolutamente generales y aplicables a cualquier tipo de intervención en la que sea necesario realizar analíticas o ensayos de diversa consideración.

Por otro lado, se desarrolla el protocolo previo de identificación de patologías en madera, en el que se describen las alteraciones más frecuentes en este material constructivo, para ayudar a su detección e identificación como parte imprescindible del proyecto. Un apoyo fundamental es la medición de las condiciones de temperatura y humedad relativa y absoluta de los elementos constructivos. Se vinculan así los protocolos de toma de medidas con termohigrómetro e higrómetro dirigidos a completar los estudios del ámbito de cubierta y el conocimiento de los problemas asociados, que en este caso están siempre ligados a la presencia de humedades.



Estructura del pabellón P5 de cubierta. Intervención 2011-2012. Catedral de Jaén.

Los protocolos de caracterización asociados se generan a partir de los análisis realizados para determinar el estado de conservación o la composición de diversos materiales que forman parte de la cubierta, por lo que se incluye una selección representativa de resultados para mostrar el método. Se determinan las características de algunos morteros, árido, ladrillo y el análisis microbiológico de distintos elementos de madera estructural.

Con los protocolos básicos que se incluyen en este compuesto, se definen todos los pasos de una intervención en cubiertas de esta magnitud. Se describe la toma de datos para su inserción y representación gráfica en el proyecto, las medidas necesarias para proteger el inmueble de la lluvia cuando la cubierta esté levantada, las acciones más comunes en la estructura, la nueva cubrición para garantizar la impermeabilización, las posibles soluciones para la evacuación de aguas pluviales y las normas generales para la protección y el mantenimiento de la cubierta, una vez que la intervención ha concluido.

Protocolo compuesto 03: Gestión de aves en cubiertas patrimoniales

Aúna los protocolos relacionados con el control de aves. Se trata de un problema común en los edificios históricos, donde suelen habitar clases dañinas como la paloma o la grajilla, que causan deterioro con la secreción de excrementos y la fabricación de nidos con materiales de desecho. No obstante, también existen colonias de aves protegidas cuya preservación hay que tener en cuenta al realizar una intervención que pueda interferir con su ecosistema.



Cernicalo primilla en un páño de cubierta antes de la intervención. Catedral de Jaén.

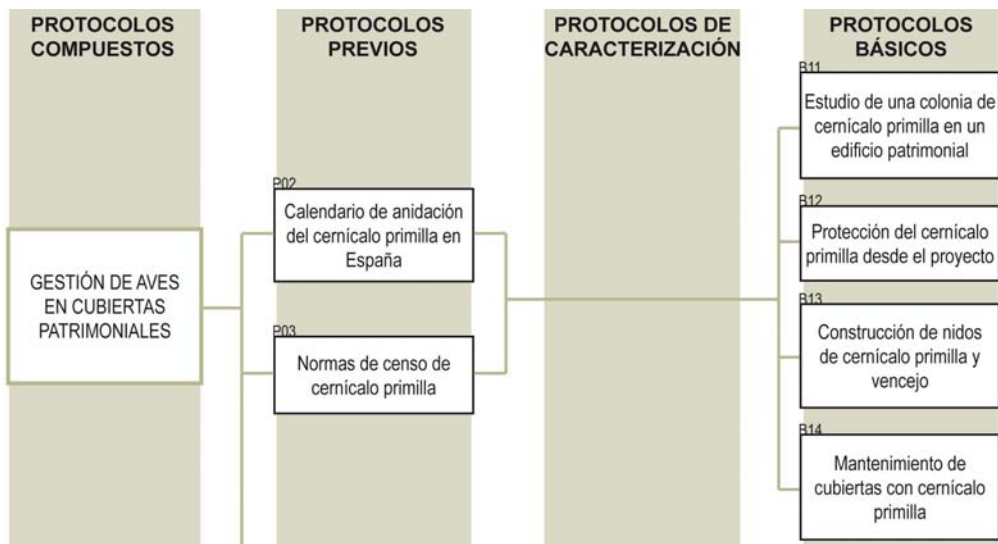
En ambos casos es conveniente programar las acciones necesarias desde el proyecto y ejecutarlas con un control adecuado, ya que la ausencia de estos cuidados puede llevar a la detención de la obra por parte de la administración competente (Medio Ambiente).

Como patrones pertenecientes a la clasificación de protocolos previos, se incluyen el calendario de anidación del cernicalo primilla en España y las normas de censo del ave. Son externos al proceso de restauración, ya que vienen dados por expertos en

la fenología del ave. En el primer caso, el uso es restringido para el territorio español, por lo que cualquier consulta externa debe tener en cuenta la información a modo de ejemplo.

El grupo de protocolos básicos está constituido por una serie de recomendaciones fundadas en la práctica, para contemplar en el proyecto la atención a las aves integrando los siguientes aspectos: el estudio de la colonia para medir las actuaciones que se deben articular en torno a ella, la definición de estas últimas, la construcción y colocación de nidos en caso necesario, y el establecimiento de normas respetuosas para el mantenimiento de la cubierta, una vez terminada la intervención. También, se incluyen recomendaciones para la construcción y colocación de nidos de vencejo, ave protegida y con una problemática de anidación muy singular, ya que necesita caída libre para iniciar el vuelo. Esta serie de protocolos necesita la supervisión del equipo de biólogos para ser desarrollada en cualquier intervención.

Por otro lado, se incluye un protocolo básico de control poblacional de palomas, ave competidora del cernicalo primilla; si bien, en un edificio con una colonia de este último no se deben tomar ciertas medidas de rechazo contra las primeras, ya que podrían afectar al equilibrio de los cernicalos. No obstante, en zonas del edificio en las que se haya constatado que no hay presencia de éste se pueden poner en marcha estas medidas siempre con la conformidad de los biólogos o especialistas que acompañen el caso concreto.



Esquema de organización del protocolo compuesto de gestión de aves en cubiertas patrimoniales.

Protocolo compuesto 04: Restauración de elementos pétreos esbeltos afectados por el sismo y el viento

La problemática que desencadena el sismo y el viento es de gran importancia en determinadas ciudades. Concretamente, la Catedral de Jaén constituye un buen ejemplo de la variada casuística producida por ambos. Los elementos pétreos que normalmente sufren las inclemencias meteorológicas y agresiones producidas por la contaminación ambiental, la vegetación y otros organismos soportan, además, el sismo y el viento, acciones con una componente horizontal que introducen unas alteraciones que se suman a las ya comunes de la piedra.

Los protocolos previos de recogida de muestras ya se han definido en el compuesto de "Intervención integral en cubiertas inclinadas con estructura de madera". En definitiva, se trata de obtener el mayor grado posible de generalidad para que sean aplicables en la mayoría de los casos.

Se incluye como protocolo de caracterización el análisis petrográfico que completa la visión de conjunto desde el estudio de la piedra, material constituyente de la fábrica catedralicia, cuyo protagonismo es decisivo en el comportamiento de estos grandes inmuebles.

Los protocolos básicos se concentran en la problemática producida por el sismo y el viento. Entre las patologías más habituales, se encuentran las operaciones de zunchado y grapado que se han sucedido a lo largo del tiempo y sus consecuencias.

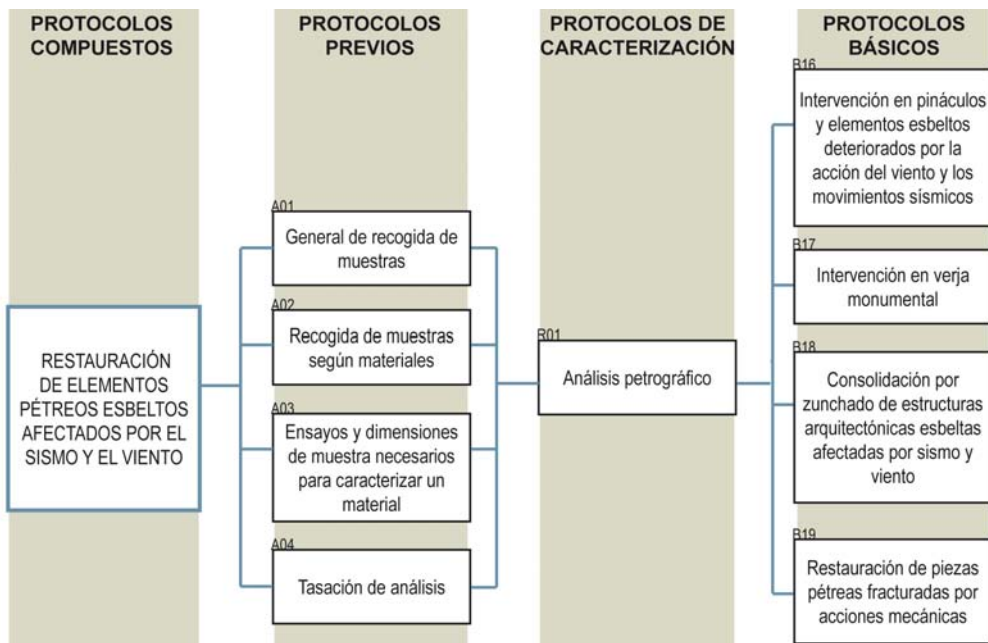


Detalle de zunchado con acero inoxidable y neopreno en un pináculo. Intervención 1991-92. Catedral de Jaén.

El protocolo compuesto se completa con las experiencias de intervención en verjas monumentales, a las que, además del sismo y el viento, hay que añadir los problemas derivados del hierro y la acción del ser humano.

También, se incluye el proceso de zunchado de un elemento arquitectónico esbelto de gran tamaño para ejemplificar el estudio del comportamiento de las grandes estructuras frente a las acciones horizontales mencionadas.

El protocolo básico de restauración de piezas pétreas fracturadas por acciones mecánicas se dedica a explicar las técnicas de cosido y reposición de piedra desgranando un proceso general de actuación para la restauración del material. Particularmente, se centra en solventar los problemas causados por acciones mecánicas, conectando con el resto de protocolos básicos relacionados.



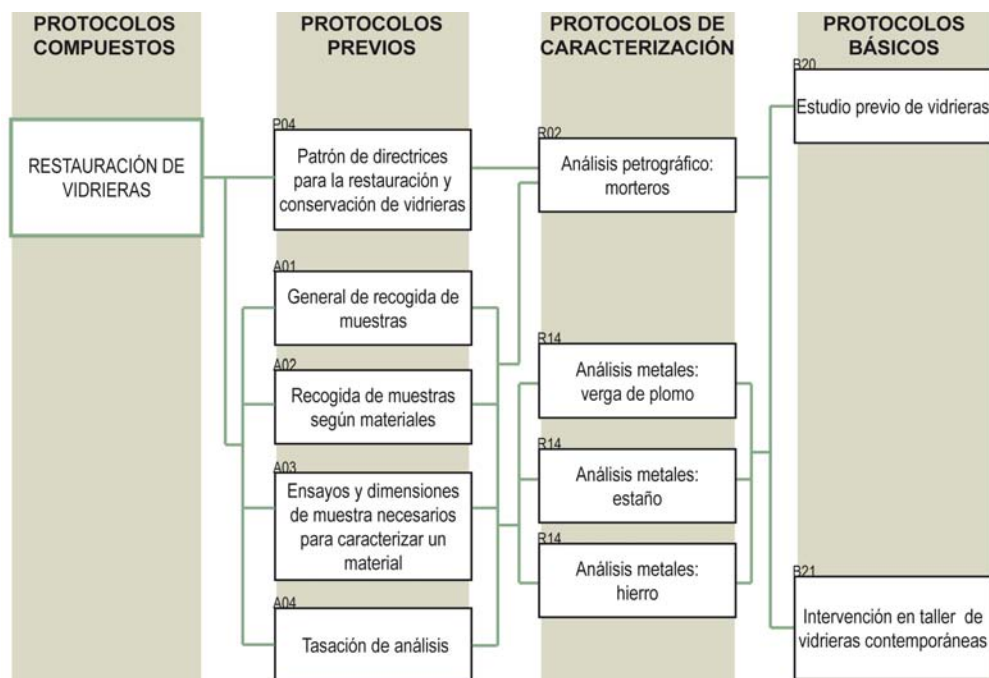
Esquema de organización del protocolo compuesto de la restauración de elementos pétreos esbeltos afectados por el sismo y el viento.

Protocolo compuesto 05: Restauración de vidrieras

Reúne el estudio y las intervenciones llevadas a cabo en vidrieras, sobre todo contemporáneas.

El protocolo patrón de “Directrices para la restauración y conservación de vidrieras” se basa en los preceptos del *Corpus Vitrearum Medii AEVI* (CVMA), organización para la

investigación de las vidrieras europeas fundada en 1952 durante el Congreso Internacional de Historia del Arte celebrado en Ámsterdam. Resume, a grandes rasgos, los procesos fundamentales para la restauración y conservación de vidrieras, como su propio nombre indica.



Esquema de organización del protocolo compuesto de restauración de vidrieras.

Los protocolos previos de recogida de muestras ya se han definido en los compuestos de "Intervención integral en cubiertas inclinadas con estructura de madera y de Conservación de elementos esbeltos de piedra ante el sismo".

En el caso de las vidrieras, se dispone de análisis realizados a morteros de encuentro con el muro y sellado de paños, y a metales que conforman la estructura portante y de unión del panel.

El protocolo básico para el estudio previo de vidrieras recoge los pasos fundamentales para realizar este trabajo indispensable fundándose en el Corpus Vitrearum y en la experiencia derivada de las propuestas de intervención, en este caso para la Catedral de Granada.

El protocolo de intervención en taller describe el proceso básico de intervención, una vez retiradas las vidrieras de su emplazamiento. Se aplica al caso de las vidrieras

contemporáneas, por tanto, no recoge los trabajos necesarios para la conservación y restauración de las grisallas o vidrios coloreados, con una problemática singular en los ejemplares góticos y renacentistas principalmente.



Detalle del exterior de las vidrieras de la catedral de Granada.

Protocolo compuesto 06: Difusión

Realiza un recorrido por diferentes proyectos de difusión y puesta en valor tanto de los bienes objeto de intervención como de los procesos dirigidos a su recuperación. Este protocolo no versa sobre la Catedral de Jaén, principal caso elegido para ejemplificar la aplicación del sistema, debido a la ausencia de experiencias prácticas vinculadas a este monumento. No obstante, se incluye una casuística amplia centrada en otros inmuebles por la creciente importancia que la divulgación de las intervenciones en todas sus formas está cobrando en el ámbito del patrimonio. Tanto es así, que estas acciones conforman uno de los ejes principales de la conservación preventiva al favorecer la implicación del público y resto de agentes en el proceso restaurador.



Esquema de organización del protocolo compuesto de difusión.

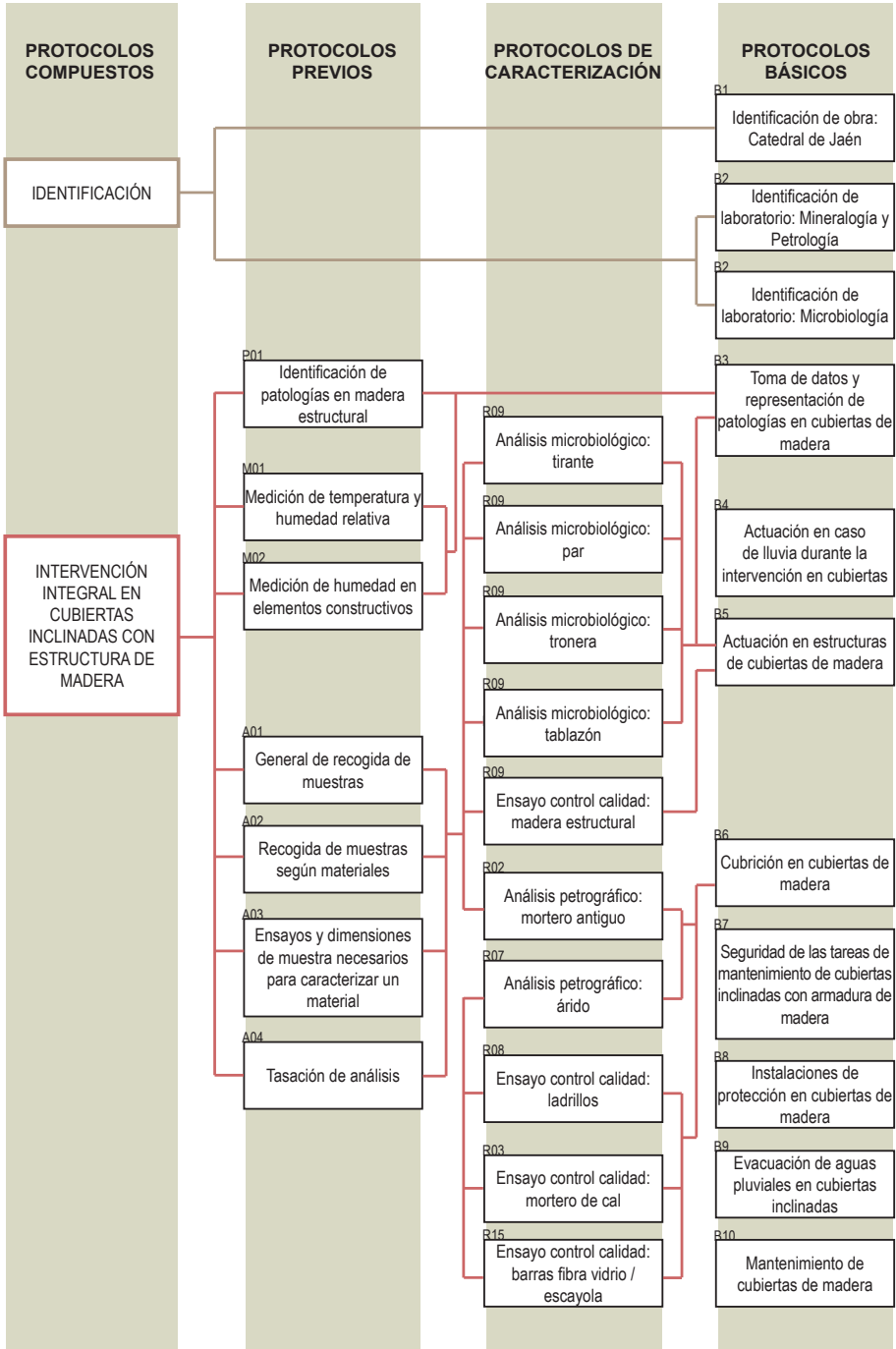
Como resultado, se presentan cada una de las experiencias desarrolladas y se reflexiona sobre sus claves, y proyección pública y participativa. Se especifican los principales parámetros del proyecto: presupuesto, grado de difusión, dificultad de realización y dispositivos de difusión, entre otros aspectos.

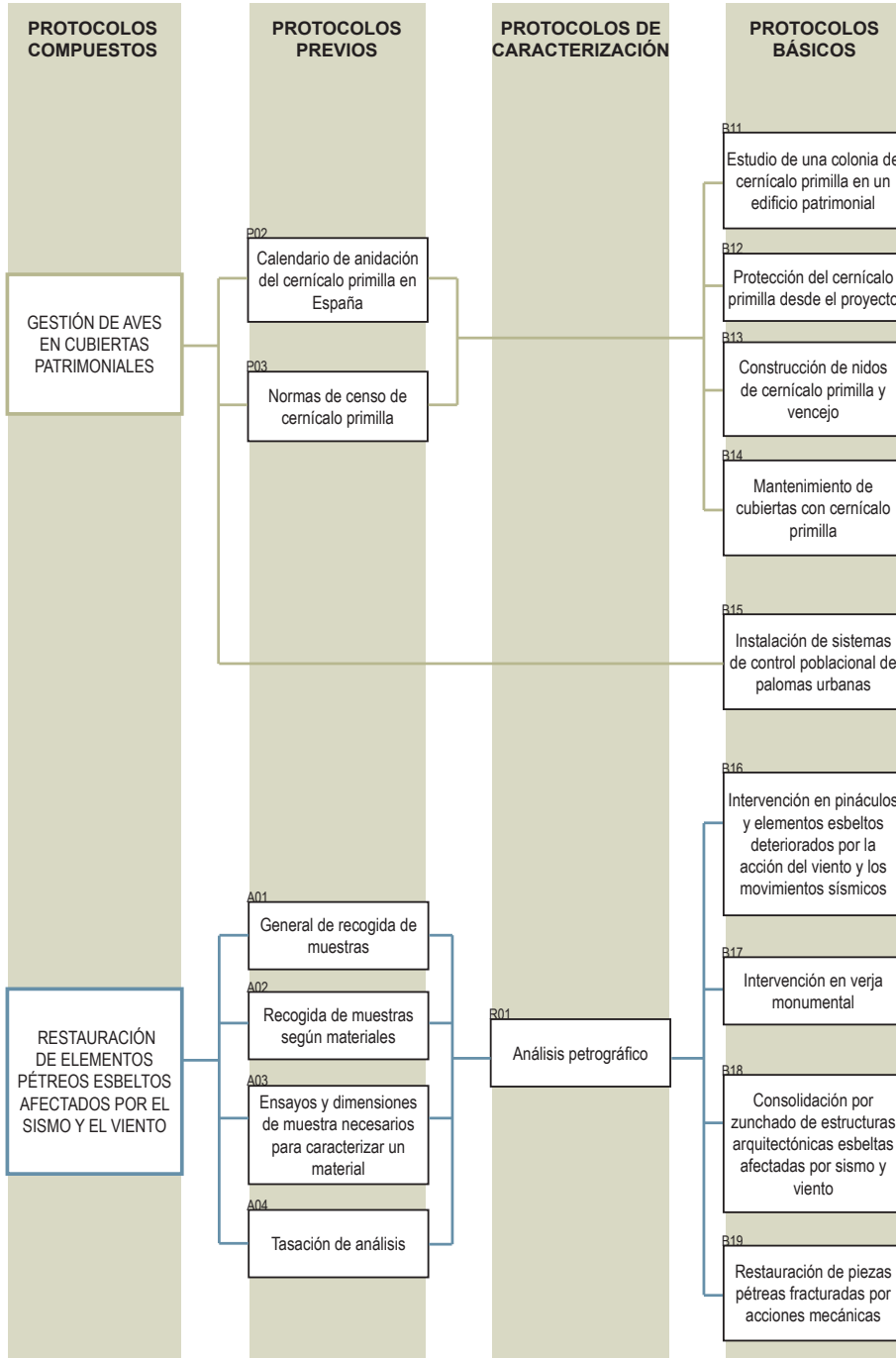


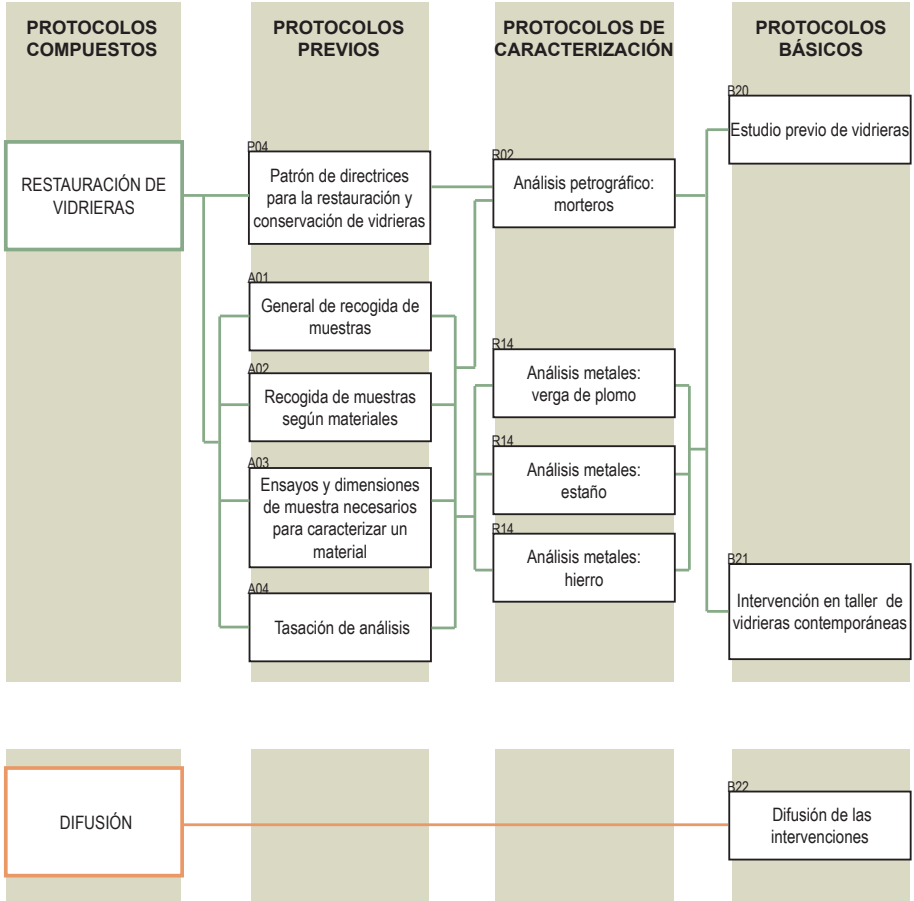
Inauguración el 11 de mayo de 2011 del Palacio de la Madraza de la Universidad de Granada, tras la restauración realizada durante el periodo 1999-2011.

Según la valoración realizada, los sistemas de difusión más óptimos son los que utilizan internet como herramienta. Se trata de un medio muy potente de divulgación con gran capacidad de facilitar un buen encaje en el panorama técnico-científico actual.

El sistema de protocolos aplicado a la Catedral de Jaén







CO1/

PROTOCOLO DE IDENTIFICACIÓN

B01

Protocolo Básico de Identificación de Obra

DESCRIPCIÓN

Relación de los datos principales referentes a un inmueble para preparar una intervención o identificar una ya realizada. Se recogen las características principales, planimetría e incluso un breve resumen del estudio histórico-documental y de sus conclusiones, así como fotografías de la evolución del edificio en el tiempo.

PALABRAS CLAVE

Catedral de Jaén

OBJETIVOS

Identificación del inmueble, de la intervención referida y de los protocolos que se relacionan.

A. IDENTIFICACIÓN

NOMBRE Iglesia Catedral de la Asunción de la Virgen

MUNICIPIO/PROVINCIA Jaén (Jaén)

CÓDIGO POSTAL 23002

LOCALIZACIÓN Plaza de Santa María s/n

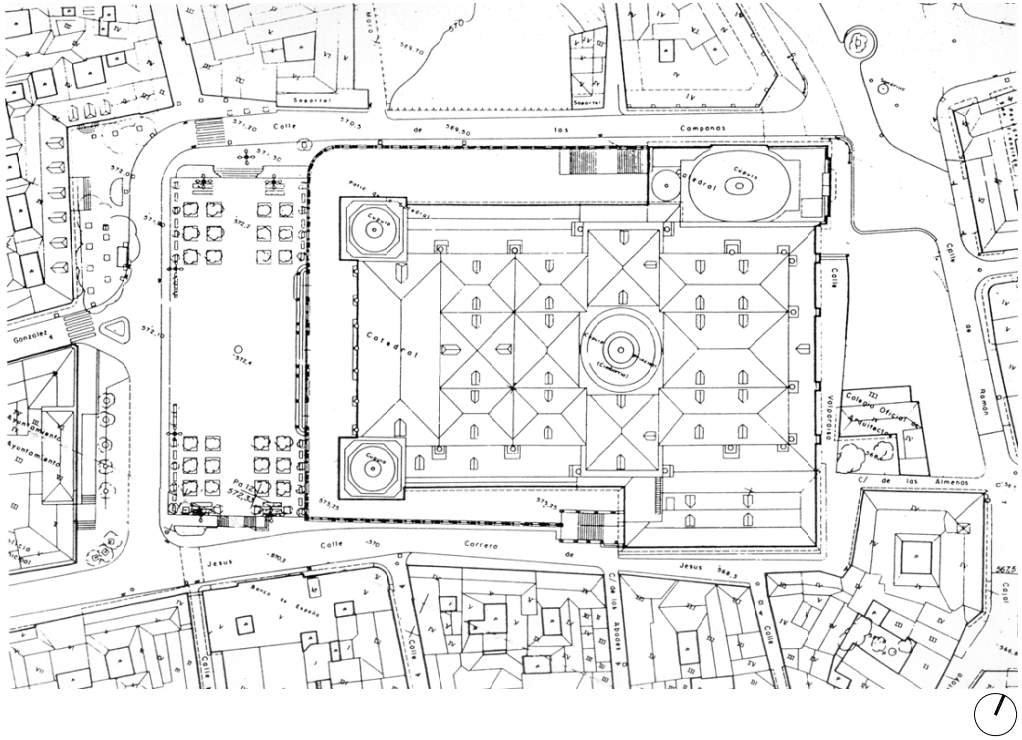
TIPO DE EDIFICIO Religioso

CARACTERIZACIÓN URBANÍSTICA Clasificación según el PGOU 2012: dotacional en suelo urbano, dentro de los sistemas generales. Protección: BIC

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La Catedral de Jaén tiene un papel destacado en la ciudad como templo principal y como monumento religioso. Se encuentra ubicada en una posición privilegiada de su centro histórico. Cuenta con buenos accesos, tanto peatonales como rodados: calles y espacios públicos de gran relevancia histórica, comercial y monumental rodean el conjunto catedralicio. El solar donde se sitúa tiene una superficie aproximada de 7.525 m², y presenta una forma regular. Al norte linda con la calle de las Campanas, al sur con Carrera de Jesús, al este con Valparaíso y al oeste, en la fachada principal, con la Plaza de Santa María, lo cual permite contemplar la catedral desde una distancia mayor.

PLANO DE SITUACIÓN



FOTOGRAFÍAS DEL ESTADO ACTUAL



Imagen de la fachada principal de la Catedral de Jaén

Perspectiva de la parte trasera de la catedral. En primer plano, la Iglesia del Sagrario de Ventura Rodríguez



Perspectiva de la cubierta de las naves y cúpula del transepto



BREVE RESEÑA HISTÓRICO-DOCUMENTAL

En la gestación del proyecto y la obra de la Catedral de Jaén participaron los siguientes maestros por orden cronológico:

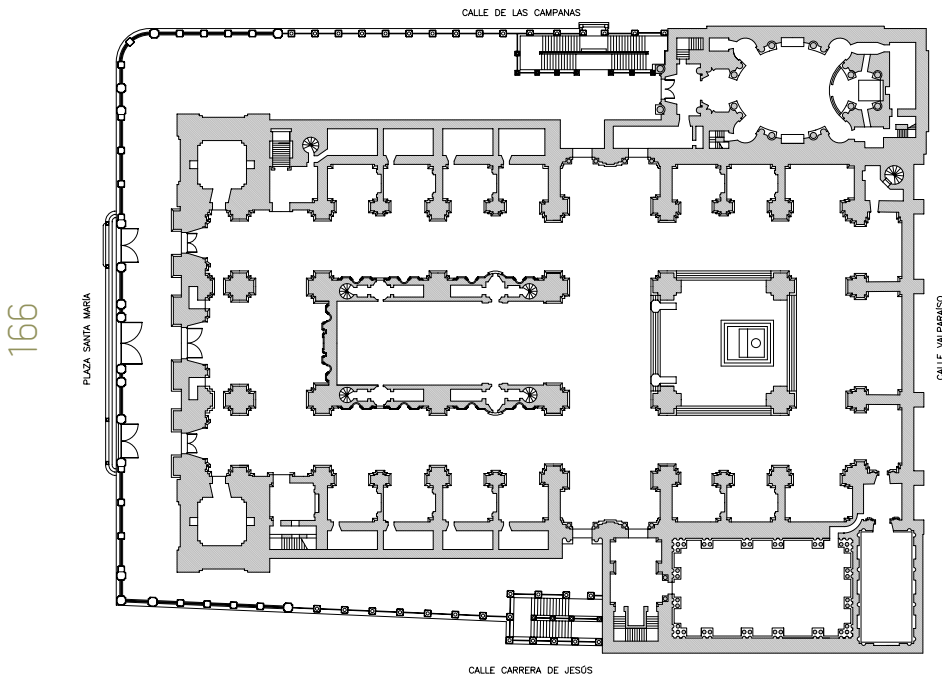
- Andrés de Vandelvira. Diseñó el templo. Su obra se circunscribió al sector sureste, entre los años 1555 y 1575.
- Juan de Aranda y Salazar. Realizó la portada oeste en 1642.
- Eufrasio López de Rojas. Diseñó la portada principal terminada en 1686.
- José Gallego y Oviedo de Portal. Interviene finalizando los primeros tramos de la nave del templo, desde la fachada al crucero y elimina definitivamente la parte de la catedral medieval en 1726.
- Ventura Rodríguez. Realiza el nuevo sagrario en 1755. La iglesia se consagra en 1801.
- Manuel Marín Rodríguez. Termina definitivamente la obra. Interviene en los espacios perimetrales.

PROPIEDAD Arzobispado de Jaén

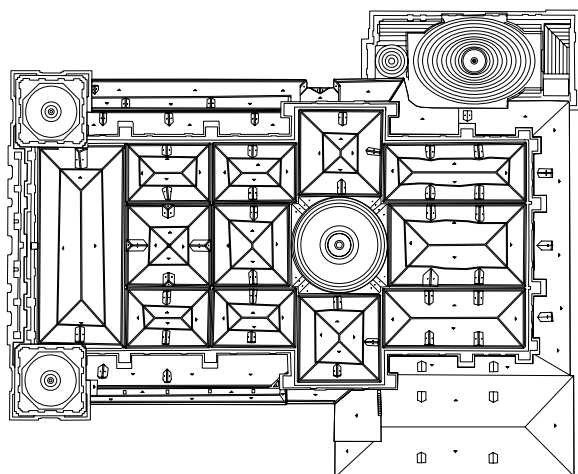
CATALOGACIÓN BIC (Declarada monumento con fecha 4 de junio de 1931 [Gaceta de Madrid, nº 155, p. 1183])

PLANIMETRÍA ESTADO ACTUAL

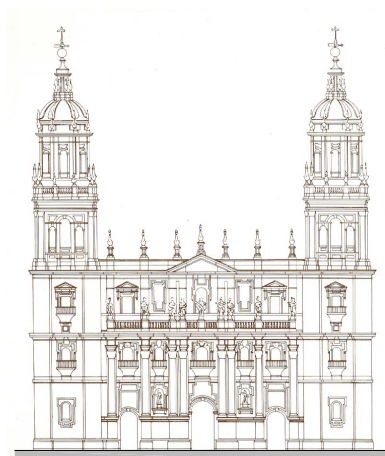
Se adjuntan planta, cubierta, secciones longitudinal y transversal, y alzado principal]



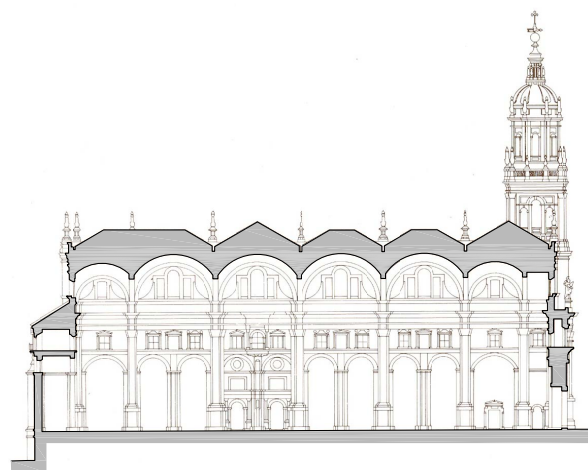
Planta



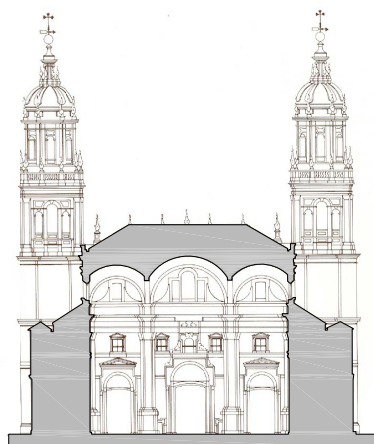
P. Cubiertas



Alzado principal



Sección longitudinal



Sección transversal

OBSERVACIONES

La planimetría de la Catedral de Jaén ha sido redibujada en el Estudio de Arquitectura de Pedro Salmerón Escobar, a partir de los planos facilitados por el Colegio de Arquitectos de Jaén, Antonio Ortega Suca y Yamur S.L.

B. PROYECTO DE ACTUACIÓN

NOMBRE DEL PROYECTO Restauración de las cubiertas de la Catedral de Jaén a calle Campanas. La intervención contemplada en el proyecto abarca las cubiertas bajas hacia dicha calle y el Pabellón P5 de la cubierta principal.

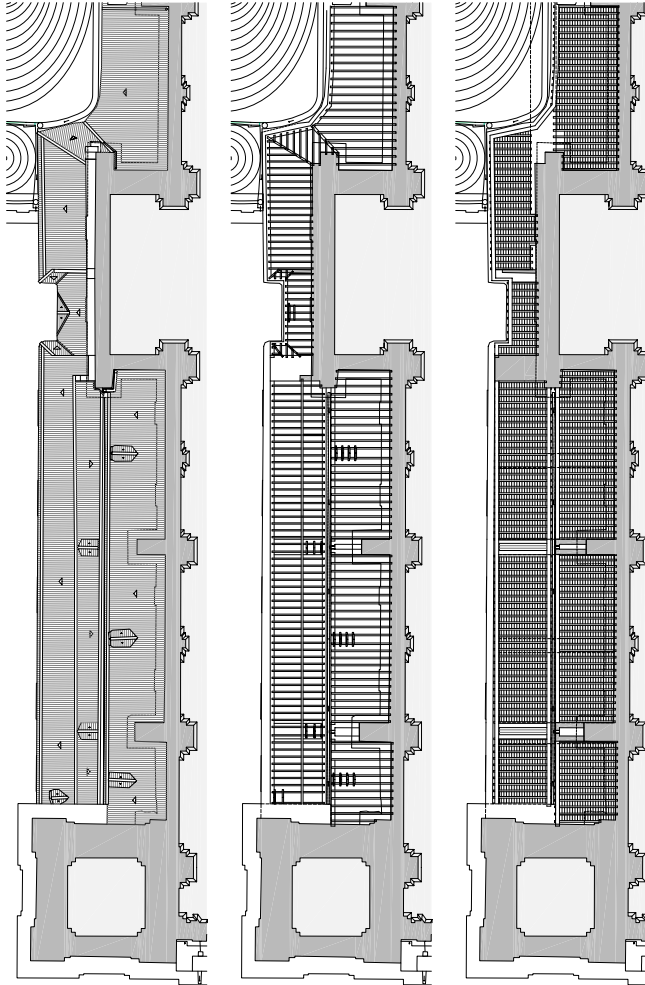
ARQUITECTO Pedro Salmerón Escobar

EQUIPO COLABORADOR Ignacio Pascual Martínez y Paloma Vázquez del Rey Hervás (Arquitectos), Francisco Campos Fernández, Teresa Gómez Galisteo y Laura Martínez García (Arquitectos Técnicos), Manuel Martín López (Biólogo), Rosa María Pérez de la Torre y Blas Molina Reyes (Historiadores del Arte)

FECHA DEL PROYECTO Septiembre de 2008

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Análisis de la forma, estado y patologías presentes en las estructuras que conforman las cubiertas y redacción de propuesta de actuación encaminada a solucionar el mal estado generalizado de las mismas. La entidad de esta patología deriva en otras secundarias referentes a humedades interiores y afección de sales en la piedra.

PLANIMETRÍA DEL PROYECTO



Planta de los diferentes niveles de cubierta

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 680.594,20 €

PROMOTOR Ministerio de Cultura y Deporte. Instituto del Patrimonio Cultural de España

EMPRESA ADJUDICATARIA Técnicas para la Restauración y Construcciones S.A. (TRYCSA)

SUBCONTRATISTAS

LISTADO DE EMPRESAS COLABORADORAS EN OBRA Y ENSAYOS DE CONTROL

TAREA	PROVEEDOR / INSTALADOR	NOMBRE EMPRESA	PROVINCIA	COMENTARIOS
METALES	Suministro e instalación de recubrimientos de láminas de plomo y cobre	FER - AL BIERZO	LEÓN	Realiza la cubrición de cornisas, canales y remates varios
INSTALACIONES	Instalación eléctrica y de alumbrado	ELECTRICIDAD AYMAR	JAÉN	Mantenimiento de la Catedral
INSTALACIONES	Electricidad y alumbrado. Sistemas contra incendios	EXTINTORES BALLESTEROS	JAÉN	Llevar el mantenimiento de la Catedral
IMPERMEABILIZACIÓN	Suministro e instalación de tela asfáltica y geotextil	AISLAMIENTOS PELÁEZ	JAÉN	Distribuidor de TEXSA en Jaén
ACABADOS	Fabricación y colocación de bóvedas de escayola. Pintura	AVILA DECORACIÓN	JAÉN	
MEDIOS AUXILIARES	Andamio multidireccional	ALQUISER	HUESCA	
TRATAMIENTOS	Aplicaciones sobre las estructuras de madera	WATERWOOD	MADRID	Empresa especializada
LABORATORIO	OCA	LABORATORIO CONTROLEX	JAÉN	Laboratorio de control acreditado
BIÓLOGOS	Equipo de biólogos	DEMA	BADAJOS	Biólogos especialistas en el cernícalo primilla
CONTROLES	Ensayos del estado de la madera original y de la composición de áridos y morteros	UNIVERSIDAD DE GRANADA	GRANADA	

FECHA INICIO DE OBRA 12 de abril de 2011

FECHA FINAL DE OBRA 12 de junio de 2012

C. PROTOCOLOS RELACIONADOS

Ref.	Tipo	Nombre
A 01	Previo	General de recogida de muestras
A 02	Previo	Recogida de muestras según materiales
A 03	Previo	Ensayos y dimensiones de muestra
A 04	Previo	Tasación de análisis
M 01	Previo	Medición de temperatura y humedad relativa
M 02	Previo	Medición de humedad en elementos constructivos
P 01	Previo	Patrón para la identificación de patologías en madera
P 02	Previo	Patrón de calendario de anidación del cernícalo primilla en España
P 03	Previo	Patrón de normas de censo del cernícalo primilla
P 04	Previo	Patrón de directrices para la restauración y conservación de vidrieras
R 01	Caracterización	Análisis petrográfico: SILLAR
R 02	Caracterización	Análisis petrográfico: MORTERO ANTIGUO
R 02	Caracterización	Análisis petrográfico: MORTERO ANTIGUO VIDRIERA
R 03	Caracterización	Análisis petrográfico: MORTERO DE CAL

R 03	Caracterización	Ensayo de control de calidad: MORTERO DE CAL
R 07	Caracterización	Análisis petrográfico: ÁRIDO
R 08	Caracterización	Ensayo de control de calidad: LADRILLO
R 09	Caracterización	Análisis de microbiología: TIRANTE
R 09	Caracterización	Análisis de microbiología: PAR
R 09	Caracterización	Análisis de microbiología: TRONERA
R 09	Caracterización	Análisis de microbiología: TABLAZÓN
R 09	Caracterización	Ensayo de control de calidad: MADERA ESTRUCTURAL
R 14	Caracterización	Análisis metales: PLOMO
R 14	Caracterización	Análisis metales: ESTAÑO
R 14	Caracterización	Análisis metales: HIERRO
R 15	Caracterización	Ensayo de control de calidad: ESCAYOLA / FIBRA DE VIDRIO
B 01	Básico	Identificación de una obra
B 02	Básico	Identificación de un laboratorio
B 03	Básico	Toma de datos y representación de patologías en cubiertas de madera
B 04	Básico	Actuación en caso de lluvia durante la intervención en cubiertas
B 05	Básico	Actuación en estructuras de cubiertas de madera
B 06	Básico	Cubrición en cubiertas de madera
B 07	Básico	Seguridad en el mantenimiento de cubiertas con armadura de madera
B 08	Básico	Instalaciones de protección en cubiertas de madera
B 09	Básico	Evacuación de aguas pluviales en cubiertas inclinadas
B 10	Básico	Mantenimiento de cubiertas de armadura de madera
B 11	Básico	Estudio de una colonia de cernícalo primilla en un edificio patrimonial
B 12	Básico	Protección del cernícalo primilla desde el proyecto
B 13	Básico	Construcción de nidos de cernícalo primilla y vencejo
B 14	Básico	Mantenimiento de cubiertas con cernícalo primilla
B 15	Básico	Instalación de sistemas de control poblacional de palomas urbanas
B 16	Básico	Intervención en pináculos y elementos esbeltos deteriorados por la acción del viento y los movimientos sísmicos
B 17	Básico	Intervención en verja monumental
B 18	Básico	Consolidación por zunchado de estructuras arquitectónicas esbeltas afectadas por sismo y viento
B 19	Básico	Restauración de piezas pétreas fracturadas por acciones mecánicas
B 20	Básico	Estudio previo de vidrieras
B 21	Básico	Intervención en taller del soporte de vidrieras contemporáneas
C 01	Compuesto	Identificación
C 02	Compuesto	Intervención integral en cubiertas inclinadas con estructura de madera
C 03	Compuesto	Gestión de aves en cubiertas patrimoniales
C 04	Compuesto	Restauración de elementos pétreos esbeltos afectados por el sismo y el viento
C 05	Compuesto	Restauración de vidrieras

BO2

Protocolo básico de identificación de laboratorio

DESCRIPCIÓN

Protocolo que reúne los principales datos referentes al laboratorio que va a realizar el estudio, caracterización y control de materiales constituyentes y deterioros relativos a los morteros y fábricas pétreas. Dicho estudio se extiende a los nuevos materiales que se aportan y utilizan en el transcurso de la obra.

PALABRAS CLAVE

Laboratorio / mineralogía / petrología

OBJETIVOS

Identificación del laboratorio que realiza los análisis

A. IDENTIFICACIÓN

NOMBRE Departamento de Mineralogía y Petrología, Universidad de Granada

DIRECCIÓN POSTAL Facultad de Ciencias, Fuentenueva, s/n

MUNICIPIO/PROVINCIA Granada (Granada)

CÓDIGO POSTAL 18007

TELÉFONOS + 34 958 243340

DIRECCIÓN ELECTRÓNICA: rolando@ugr.es

TITULAR Eduardo Sebastián Pardo, Dr. en Geología

EQUIPO COLABORADOR Luis M. Ortega Rodríguez y Eduardo Molina Piernas, Licenciados en Geología

TRABAJOS QUE REALIZAN Análisis interior y exterior de morteros, revestimientos, piedra natural, eflorescencias y pátinas. Este trabajo lleva aparejada la redacción de un informe en el que se expongan sus resultados y conclusiones de la forma más clara posible.

B. OBSERVACIONES

Realización de análisis y muestreo con técnicas instrumentales variadas para determinar la mineralogía y petrología, tanto de materiales pétreos como de morteros y demás productos.

C. TRABAJOS DESTACADOS

Portada del Perdón, Catedral de Granada.

Hospital Real de Granada.

Palacio de la Madraza en Granada.

Planes Directores de las Catedrales de Granada y Jaén.

Ruinas de la Iglesia de Santa María de Cazorla (Jaén).

Ruinas de la Iglesia de Sto. Domingo de Silos en la Iruela (Jaén).

Poblado Ibérico de Puente Tablas (Jaén).

BO2

Protocolo básico de identificación de laboratorio

DESCRIPCIÓN

Reúne los principales datos referentes al laboratorio que realiza el estudio y control de materiales constituyentes y deterioros relativos a las maderas y sus afecciones bióticas.

PALABRAS CLAVE

Laboratorio / microbiología

OBJETIVOS

Identificación del laboratorio que realiza los análisis

A. IDENTIFICACIÓN

NOMBRE Departamento de Microbiología, Universidad de Granada

DIRECCIÓN POSTAL Facultad de Ciencias, Fuentenueva, s/n

MUNICIPIO/PROVINCIA Granada (Granada)

CÓDIGO POSTAL 18007

TELÉFONOS +34.958.242.388

DIRECCIÓN ELECTRÓNICA: inesms@ugr.es

TITULAR Inés Martín Sánchez, Dr.^a en Biología

EQUIPO COLABORADOR María del Mar López Miras, Dr.^a en Biología

TRABAJOS QUE REALIZAN Toma de muestras, cultivo, análisis y redacción de informe

B. OBSERVACIONES

Realización de un estudio microbiológico de las maderas que componen la cubierta lateral de la Catedral de Jaén, orientada a la calle Campanas, con resultado positivo de microorganismos, hongos y bacterias, posibles responsables de su deterioro biológico, ya que las circunstancias ambientales permiten su crecimiento.

C. TRABAJOS DESTACADOS

Catedral de Jaén

Hospital Real de Granada

Tabernáculo de la Catedral de Granada

Capilla Real de Granada

CO2/

PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN INTEGRAL EN
CUBIERTAS INCLINADAS CON ESTRUCTURA
DE MADERA

DESCRIPCIÓN

Las cubiertas de madera están presentes en muchos edificios históricos cuya conservación depende, en buena parte, de su correcto funcionamiento y mantenimiento. La vulnerabilidad al deterioro de los grandes inmuebles se asocia con bastante frecuencia al plano de cubierta por su exposición a los agentes ambientales. Los daños que suele presentar una estructura de madera pueden tener, principalmente, varios orígenes: biótico, cuando están relacionados con los organismos xilófagos; abiótico, siempre que se encuentren vinculados a su exposición a la intemperie, el fuego o la acción del ser humano, y de origen estructural, en respuesta a un defecto de cálculo o de construcción a cambios en las sollicitaciones u otras acciones combinadas vinculadas a varias causas.

Los efectos del ataque de organismos xilófagos sobre la madera pueden alterar, de forma importante, el equilibrio de una estructura de cubierta causando pérdidas en su sección portante y generando un debilitamiento en la formación leñosa de los paños.

El examen de una cubierta realizada con estructura de madera, que presenta problemas de estanqueidad, requiere un análisis previo de sus condiciones generales de tipo ambiental. La combinación de una humedad relativa alta que supere el 65% y temperaturas medias por encima de los 20 °C favorecen generalmente la exposición al daño biológico por la facilidad de crecimiento de las colonias de insectos xilófagos y microorganismos, fundamentalmente hongos. Los ambientes de las cubiertas no son fácilmente controlables como los de los museos o espacios que albergan obras de arte u otros usos, sin embargo es posible actuar limitando el crecimiento de estos organismos. El acceso de la humedad a los elementos constructivos, debido a la entrada directa del agua (infiltración), la ascensión de esta última por capilaridad, los episodios de condensación y otros fenómenos habituales suponen la impregnación de las piezas de madera con la consiguiente dificultad de evaporación que presentan algunas soluciones constructivas.

Por estos motivos, la inspección de una cubierta para estudiar eventuales patologías debe prestar una atención especial al desarrollo biótico ya que, en muchas ocasiones, es el origen de la cadena destructiva de las estructuras de madera. Los procedimientos para acercarse a un diagnóstico de posibles afecciones se agrupan en tres grandes apartados:

- Patologías de origen biótico.
- Deformaciones aparentes en el plano de cubierta, remates, aleros y otros.
- Alteraciones de los enlaces, uniones o encuentros de tipo estructural.

PALABRAS CLAVE

Alero / conservación / durmiente / estribo / hongo / insecto / par / preventiva / tirante / ventilación / xilófago

OBJETIVOS

Establecer un procedimiento para detectar las patologías y plantear las condiciones de partida para ejecutar una intervención de saneamiento, consolidación y conservación preventiva de los deterioros.

A. CONSULTA DE LA DOCUMENTACIÓN EXISTENTE

Documentación que se debe consultar:

- Intervenciones realizadas con anterioridad

B. PATOLOGÍAS DE ORIGEN BIÓTICO

Circunstancias que indican o favorecen el ataque por agentes bióticos y su estimación

Condiciones

Ambiente:

Temperatura T > 20 °C

Humedad relativa HR > 65%

Elemento:

Contenido en humedad > 65%

Limpieza defectuosa, acumulación de detritus

Ventilación inexistente o inadecuada

Presencia de orificios en las piezas estructurales causadas por las larvas de los insectos xilófagos y restos de madera en forma pulverulenta

Descomposición de la madera en formas de pudrición blanca, parda o blanda en un avance progresivo que se ve favorecido por la impregnación de humedad de la pieza durante largo periodo de tiempo

Detección / Valoración

Termohigrómetros autónomos de registro continuo que pueden dejarse colocados en la cubierta.

Medición puntual con una estación portátil

> Ver protocolo M01

Medición puntual con un higrómetro portátil con cabezal que penetra en el elemento para medir el contenido de humedad

> Ver protocolo M02

Visual. Debe comprobarse además de la acumulación de polvo, la existencia de detritus de aves y otra fauna.

Visual. Medición de la superficie de transmisión y emplazamiento de las troneras u otros mecanismos de ventilación, así como su abertura o cierre.

Los orificios, galerías abiertas, serrín, detritus de madera, cuerpos de larvas o insectos, etc. deben ser inspeccionados por expertos. Se puede hacer una primera valoración a partir de su apariencia y finalmente realizar una toma de muestras para su análisis

> Ver protocolo A01/A02/A03/A04/R09

Se puede hacer una primera valoración a partir de su apariencia y finalmente realizar una toma de muestras y su análisis

> Ver protocolo A01/A02/A03/A04/R09

Las patologías más comunes son las que se ilustran a continuación:

Ataque biológico por insectos xilófagos

Causan pérdidas de material que merman la capacidad portante de las secciones de madera. La localización de esta patología es indiferente de la posición o carácter de la pieza, pero existe un factor coadyuvante cuando se producen retenciones de humedad del elemento constructivo por una defectuosa ventilación de la pieza.



Ataque de insectos en madera. Biblioteca de la Facultad de Derecho de Granada (imagen superior) y Tabernáculo de la Catedral de Granada (imagen inferior). Ataque por insectos y hongos en durmiente de la Catedral de Granada (imagen de la derecha)

Identificación del ataque por insectos:

La madera presenta orificios redondeados y alargados. Su tamaño y forma dependen de los diferentes insectos xilófagos. También, se pueden encontrar residuos de la colonia como serrín e incluso pupas o cuerpos de insectos. Dado que las larvas salen de la pieza infectada en su fase adulta, momento en el que es reconocible el ataque, debe tenerse en cuenta que este puede haberse realizado en el periodo del ciclo vital (de 1 a 5 años) que depende del tipo de insecto.



Trozo de madera atacado por insectos xilófagos encontrado en el interior del Tabernáculo de la Capilla Mayor de la Catedral de Granada. Al manipularlo, se rompe dejando ver varias “pupas” de insectos.

Putridión producida por hongos

Su actividad se condiciona a la presencia de agua. Los daños son muy importantes llegando, en algunos casos, a la destrucción total de las piezas estructurales. Esta patología se localiza en los elementos que forman los encuentros de la armadura de madera con el muro y en la formación del alero, debido a la acumulación de rellenos de tierra, arena y cascotes que retienen por largo tiempo la humedad cuando se han producido filtraciones. Suele ser el inicio de un proceso progresivo de ruina de la armadura.



Putridión de las cabezas de los tirantes. Hospital Real, Granada



Putridión del durmiente y las cabezas de los pares. Hospital Real, Granada

Identificación del ataque por hongos:

Es difícil encontrar signos de ataque por hongos antes de levantar la cubierta, ya que se desarrollan en las zonas en contacto directo con la humedad. Las esporas de los hongos pueden estar en el ambiente desde el momento de la construcción o depositarse en la construcción con el paso del tiempo, pero siempre se activan con la presencia de humedad.

A continuación se presentan los tres tipos de putridión más comunes. El análisis microbiológico es el método más adecuado para individualizar los ataques, no obstante, existen una serie de características que también pueden ayudar a identificarlos:



Ataque por hongos en un durmiente de la Catedral de Granada. En la segunda imagen, los hongos están activos por el agua filtrada en las lluvias de días precedentes. No es común apreciar estos signos de ataque tan evidentes desde el interior, esto sólo sucede en casos muy avanzados de deterioro.

PUDRICIÓN BLANCA. Apariencia fibrosa y blanquecina. El ataque suele concentrarse en la superficie del elemento.



Durmiente atacado por pudrición blanca en el Hospital Real de Granada. Obsérvese la apariencia fibrosa de la parte atacada correspondiente a la superficie en contacto con los rellenos del alero.

PUDRICIÓN BLANDA. Aparece un craquelado en forma de cubitos. Sólo está blanda si se encuentra mojada. Se concentra también en la superficie.



Tablazón atacada por pudrición blanda en el Hospital Real de Granada. Se puede apreciar el craquelado característico en forma de cubos y las deformaciones que ha sufrido la tabla cuando la madera ha estado mojada y, por tanto, blanda en la zona de ataque.

PUDRICIÓN PARDA. Aparecen también cubitos. La madera está muy blanda, se puede romper con la mano y en el interior tiene una textura parecida a la harina. Es muy característico el color pardo anaranjado del interior de la madera atacada. Este tipo de pudrición suele atacar a toda la sección del elemento.



“Cubitos” en durmiente retirado del Hospital Real de Granada.



Pudrición parda en durmiente del Hospital Real de Granada. En este caso, el color blanquecino se debe a los morteros y rellenos del alero (imagen izquierda). Color pardo anaranjado y textura harinosa en un durmiente desechado del Hospital Real de Granada (imagen derecha).

C. PATOLOGÍAS DE ORIGEN CONSTRUCTIVO Y ESTRUCTURAL

La apariencia de la cubierta es determinante para descubrir posibles deterioros relacionados con problemas en la estructura, cuyo origen puede deberse a efectos combinados de tipo biótico y abiótico.

Es posible detectar problemas, bien con una inspección ocular del exterior de la cubierta, bien realizando un análisis desde el interior para evaluar las condiciones de apoyo de la estructura y el estado en el que se encuentran sus enlaces.

Es conveniente proveerse de un equipamiento complementario que facilite la inspección. Este dependerá de las condiciones de acceso a las cubiertas (escalera de mano, focos y otros).

> Ver protocolo B11

Afecciones generales visibles desde el exterior **Afecciones puntuales o generales visibles en el interior**

Deformaciones experimentadas por el plano de cobertura con apariencia de hundimiento parcial de sector o sectores de un paño de cubierta

Deterioro acusado de la tablazón: deformaciones, manchas generalizadas de sales y humedades persistentes

Deformaciones de las líneas de cumbrera y limas principales, en general fácilmente detectables

Deformación acusada de la hilera

Alineación deficiente de los aleros

Zona de alero tradicional con rellenos envolviendo el durmiente, con acumulación visible de humedades, sales y restos de escombros

Deformaciones de las troneras por debilitamiento de la propia estructura o de los elementos que la sustentan

Enlace deficiente de pares, durmientes y nudillos, con presencia de separaciones, roturas, deformaciones y giros significativos

Deslizamiento del plano de cobertura por inestabilidad del soporte dejando vista la tablazón.	Deterioro de los elementos en contacto con el plano del cubierta, especialmente tablazón, lima y pares
Rotura generalizada del material de cobertura	Deterioro de los elementos en contacto con el plano del cubierta, especialmente tablazón, lima y pares
Rotura o deformación grave de pasarelas o pasillos de mantenimiento	Fallos generalizados en la unión de pares y tirantes con el durmiente
Fallos en los encuentros del plano de cobertura con los paramentos verticales	Afección visible del durmiente, del apoyo de los pares y de los tirantes
Afecciones en canalones: estrechamientos, interrupciones y otros	Presencia evidente de humedades en los elementos más cercanos como durmientes y tirantes

C.1. RECONOCIMIENTO DE AFECCIONES GENERALES DE LA CUBIERTA

La complejidad de una cubierta requiere establecer un criterio de acercamiento a los problemas de tipo estructural basado en un reconocimiento de los parámetros que se presentan habitualmente. La observación desde el exterior aporta información tanto estructural como de detalle acerca de la conservación de la cubierta.

Deformaciones en la cubierta

- Indican problemas estructurales en la armadura, como fracturas o flexiones de los pares que provocan rotura en la tablazón y desplazamiento del material de cobertura o incluso de la pasarela de mantenimiento, si la deformación de la estructura es mayor.



Deformaciones en los paños de las cubiertas de la Catedral de Jaén.



Deformación en faldón de la cubierta, Palacio de las Columnas de Granada (imagen izquierda) y vista exterior de la cubierta con deformaciones en uno de sus paños, Torre de la Catedral de Granada (imagen derecha)

Deformaciones en troneras y accesos

- Las troneras indican, de forma clara, las deformaciones de la estructura de cubierta. Su deterioro afecta a sus condiciones de ventilación.
- Las deficiencias en la estanqueidad y en los dispositivos que discriminan el paso al interior influyen decisivamente en la entrada de agua y en el acceso de aves que provocan la degradación acelerada de la armadura de madera.
- En ocasiones, las troneras trabajan como diques de sustentación de los paños de tejas cuando entre estos y la tablazón no hay una correcta adhesión. Este esfuerzo sobre su estructura se evidencia en el desacople de los nudos y en la pérdida de plomada de los elementos soportantes.



Los pasillos de mantenimiento y las troneras aportan información de las condiciones de conservación de las cubiertas.

Deterioro en aleros y canalones que favorece la entrada de agua pluvial al interior de la cubierta

En este caso, conviene constatar previamente si la ejecución de los aleros se ha realizado con rellenos porque este hecho, sumado a las deformaciones, indica deterioros en la madera de la estructura sustentante.

- Aumento de humedad en los puntos de apoyo de la armadura de cubierta afectando con pudrición a los durmientes.
- Los pares y tirantes en contacto con el durmiente dañado sufren pudrición en sus cabezas.

Rotura del material de cubrición

- Entrada de agua de lluvia al interior de la cubierta afectando a la tablazón y a la armadura.
- Puntos de la armadura más afectados por la humedad: los apoyos y los ensambles de las piezas.



Canal exterior de recogida de pluviales, de difícil mantenimiento, con ancho insuficiente. La rotura del material de impermeabilización provoca infiltraciones de agua al interior. Cubiertas laterales de la Catedral de Jaén.



Canal exterior oculta de recogida de pluviales, de difícil mantenimiento, con ancho insuficiente. La presencia de vegetación produce infiltraciones del agua al interior en el área correspondiente a los durmientes. La humedad se manifiesta también en la fachada. Palacio de las Columnas de Granada.



Vista exterior de las cubiertas de la Catedral de Jaén. Obsérvese la rotura y el desplazamiento del material de cobertura. Las filtraciones de aguas pluviales provocan humedades y pudrición en la armadura.

Desplazamiento del material de cubierta

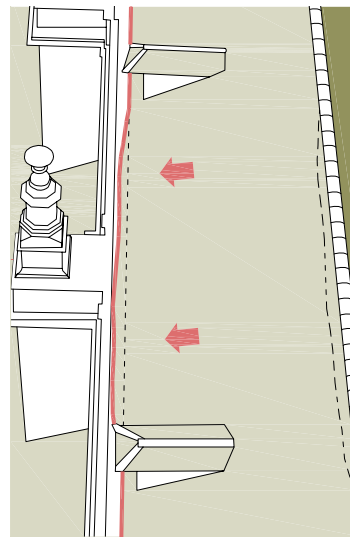
- Levantamiento por efecto del viento. Se produce por un defecto en la sujeción de la teja ante solicitaciones puntuales debidas al viento.
- Deslizamiento por exceso de peso, debido a la acumulación de tejas y a la falta de sujeciones especiales para casos de grandes formatos o pendientes excesivas.



Tejas desplazadas por efecto del viento. Catedral de Jaén.



Vista y esquema gráfico del descenso del plano de cubierta, debido a la ausencia de traba entre el tablero y los pares por exceso de pendiente. Catedral de Granada.



Estado de conservación de los encuentros de los faldones

- La impermeabilización defectuosa o inexistente en estos puntos provoca infiltración de agua, afectando a los elementos estructurales que conforman los encuentros.



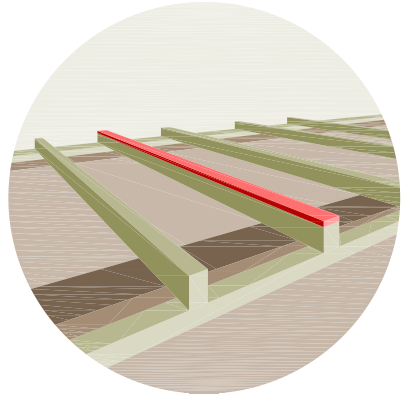
Encuentro del faldón de las cubiertas laterales con el muro. El material de impermeabilización no es continuo. Catedral de Jaén.



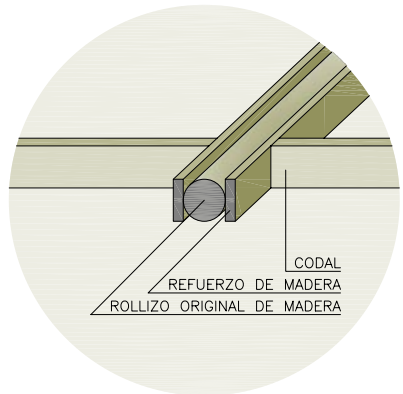
Unión de faldones en el encuentro con un contrafuerte. Catedral de Jaén

C.2. RECONOCIMIENTO DE AFECCIONES ESPECÍFICAS EN LA CONSTRUCCIÓN Y ESTRUCTURA

- Reparaciones inapropiadas o defectuosas: intervenciones de elementos estructurales de madera realizadas mediante aportes de material, sin ejecutar las conexiones necesarias con las piezas originales, obteniendo secciones que no trabajan solidariamente. En ocasiones, la reparación contribuye a la fatiga del elemento porque aporta mayor carga por peso propio.



Reparación indebida con aporte de madera formando secciones compuestas no solidarias. La pieza añadida por superposición no se vincula estructuralmente a la sección existente. Palacio de las Columnas, Granada.



Reparaciones con un aporte defectuoso de madera formando secciones compuestas no solidarias en los laterales de la pieza (rollizo) que actúa como tirante. Para paliar este problema, se añade un codal que sirve de apeo a otros elementos. Palacio de Bibataubín, Granada.

- Ensamble defectuoso: discontinuidad de los elementos estructurales que presentan un apoyo deficiente. En otros casos, los enlaces se ejecutan sin acoples adecuados.



Lima sin continuidad. Hospital Real, Granada.

- Fendas. Separaciones de fibras en el sentido longitudinal del elemento estructural de madera provocadas por alteraciones ambientales de luz, humedad y temperatura. Son frecuentes en las construcciones de madera. Cuando su profundidad afecta a más de $1/3$ de la sección, debe evaluarse su repercusión en el comportamiento mecánico de la pieza estructural.



Fenda longitudinal en viga de forjado. Palacio de las Columnas, Granada.



Fenda longitudinal en vigueta de rollizo de chocho detectada en una cata de forjado. Palacio de las Columnas, Granada.

- Rotura. Agotamiento de la sección de madera a flexión, debido a la incorrecta ejecución de los enlaces con otras piezas estructurales, defectos en la morfología de la pieza y ambos factores combinados.



Rotura de viga de forjado debido a las cargas, morfología de la madera (presencia de nudos) y fendas longitudinales. Palacio de las Columnas, Granada.

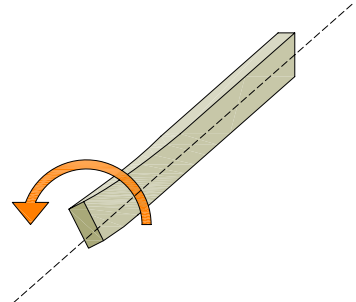


Rotura de cabeza de par por agotamiento de la sección y unión defectuosa del encuentro con la hilera. Catedral de Jaén.

- Torsiones: patología producida por la combinación de varias solicitaciones en la misma sección de madera, normalmente una carga y un momento flector.



Torsión de viguetas de forjado. Palacio de las Columnas, Granada.



Esquema de torsión de un elemento estructural.



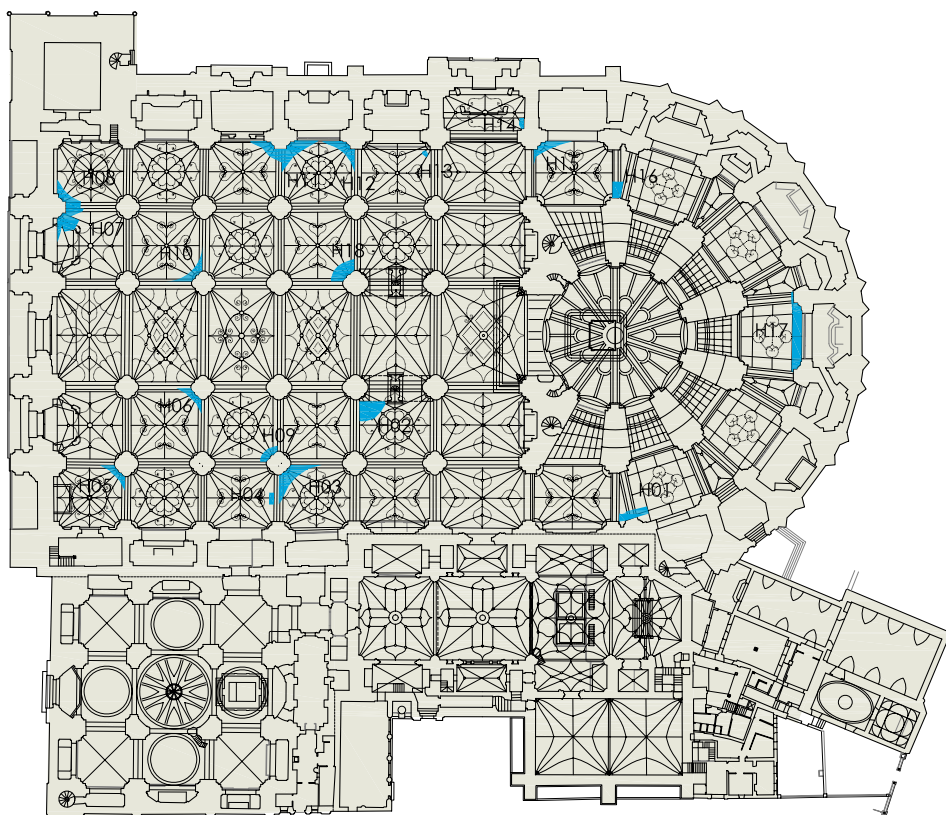
Torsión de un tirante. Catedral de Jaén.

C.3. DETECCIÓN DE FILTRACIONES EN CUBIERTA

En edificios con sistemas mixtos de cierre del plano de cubierta, armaduras de madera y material de cobertura de teja árabe que protegen los dispositivos estructurales a base de bóvedas en climas extremos como los de Granada y Jaén, se produce una cierta dilación entre las filtraciones por falta de estanqueidad de la cubierta, con la consecuente aparición de manchas en la cara inferior de las bóvedas.

En un lapso de tiempo variable, según la persistencia de las lluvias y los problemas de funcionamiento de la propia cubierta, suelen aparecer manchas en el plano inferior de las bóvedas, cuya evolución conviene observar tanto para ejercer un control adecuado de las tareas de mantenimiento como para determinar las futuras prioridades de intervención.

La filtración de humedades hacia el interior del edificio puede generar el deterioro, el menoscabo o la destrucción de revestimientos, acabados y elementos ornamentales interiores. Una vez producida la filtración, existe la certeza de que los elementos de cubrición y evacuación de pluviales tienen un deficiente funcionamiento y las afecciones de cubierta se pueden trasladar a elementos estructurales de la propia armadura del tejado y a los embovedados de piedra y fábricas de diversas características.



Planta de bóvedas con registro e identificación de manchas producidas por filtraciones. Catedral de Granada.

Para detectar filtraciones, se aconseja inspeccionar visualmente techos y bóvedas registrando en planimetría precisa el emplazamiento y dimensión de las humedades. Para el correcto estudio de esta patología, se asigna un código alfanumérico a cada mancha, el cual se vincula con sus fotografías y dibujos correspondientes ordenados cronológicamente. Esto permite estudiar la evolución en el tiempo de la patología y valorar posibles actuaciones de reparación.



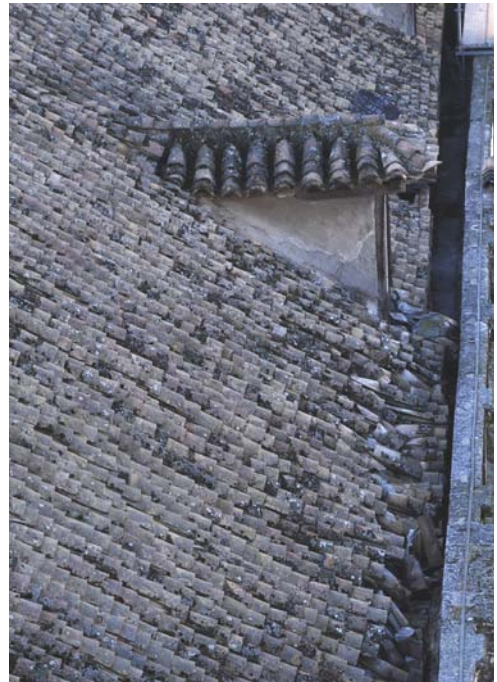
Mancha general producida por filtración en el arranque de una bóveda. Catedral de Granada.



Mancha en la superficie inferior de la bóveda producida por una filtración puntual. Catedral de Granada.



Vista general de las afecciones interiores producidas por las humedades. Catedral de Granada



Desplazamiento de tejas hacia la canal maestra y presencia de filtraciones en las inmediaciones de una tronera de ventilación. Catedral de Granada.



Remoción del material de relleno en el seno de una bóveda afectada por la humedad para producir el desecado de los aportes y aminorar el tiempo de recuperación de la zona afectada.

A continuación, se efectúa el reconocimiento bajo cubierta de las zonas afectadas por filtraciones. Esta inspección permite localizar el origen de la filtración y adoptar las medidas preventivas oportunas para subsanar el problema. Si el material acumulado en los senos de las bóvedas se encuentra impregnado de agua, conviene orearlo en una zona inmediata, protegida con una lámina de polietileno, para acelerar el secado de las manchas. Posteriormente, se devuelve al seno eliminando los residuos contaminantes, los cuales se retiran a un vertedero autorizado. Los rellenos más voluminosos permanecen con el objeto de que la operación sea menos costosa.

Las labores de detección y registro de filtraciones de cubierta se deben realizar, al menos, dos veces al año coincidiendo con el inicio y final del periodo de lluvias, de manera que sea posible estudiar la evolución de las patologías y reducir de manera preventiva la afección de las filtraciones de agua. Al racionalizar estos trabajos con una sistemática de este tipo, se produce una mayor rentabilidad del presupuesto disponible para el mantenimiento.

M01

Protocolo previo de medición de temperatura y humedad relativa

DESCRIPCIÓN

La medición de la temperatura y la humedad relativa es determinante para la toma de decisiones en espacios afectados por humedades o por una ventilación deficiente. El uso de equipos portátiles facilita la toma de estas medidas y la comparación de los valores correspondientes a los lugares estudiados y a sus zonas adyacentes.

>Protocolo relacionado: M 02

IMPORTANTE

Se requiere llevar a cabo la toma de datos sin la presencia de público para no enmascarar los resultados.

PALABRAS CLAVE

Humedad / relativa / temperatura / termohigrómetro

OBJETIVOS

Describir el uso de un termohigrómetro y la obtención de resultados

A. PREPARACIÓN DEL EQUIPO

Colocar la sonda termohigrométrica para efectuar la medición ambiental. No tocarla con los dedos. Esperar entre 5 y 10 minutos para que la sonda se aclimate al ambiente.



Termohigrómetro Humytester 993B.

B. PLANIFICACIÓN

Las mediciones deben programarse en el interior del espacio objeto de estudio de manera uniforme, concretamente en su centro y paredes envolventes, a unos 40 o 50 cm de separación de las mismas. En todos los casos, se aconseja mantener una distancia adecuada.

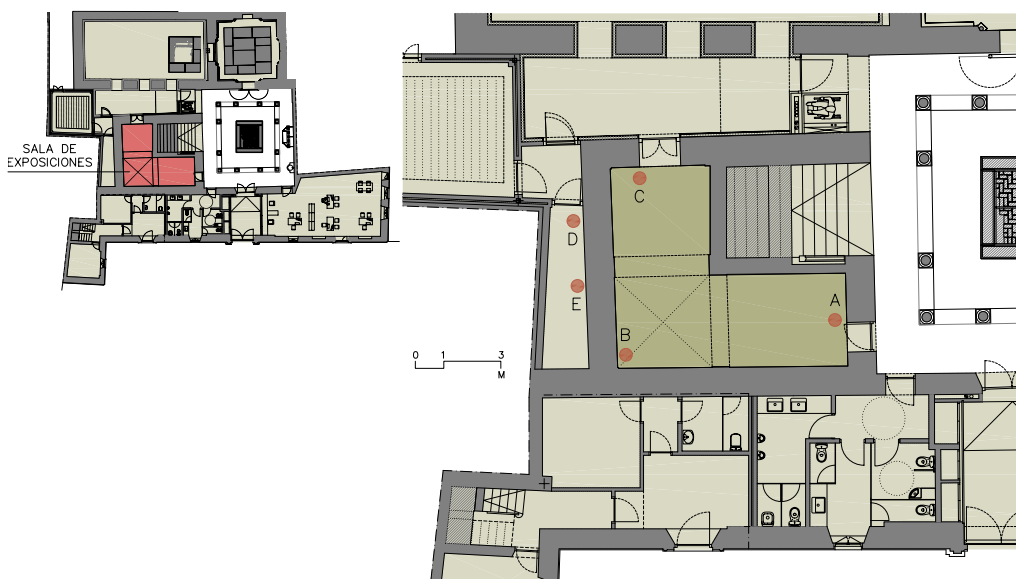
El número de puntos dependerá de la forma y superficie de la estancia.

Debe tenerse en cuenta la orientación [Ejemplo: el norte es más frío y húmedo. Se puede usar una brújula en caso necesario]

Cuando se produzcan variaciones grandes en los resultados obtenidos, es necesario crear una cuadrícula de 1x1m, o 2x2m, para la toma sistemática de datos.

Repetir el proceso en los espacios restantes a estudiar.

Debe realizarse siempre una medición en el exterior del inmueble para controlar la temperatura y humedad relativa del ambiente.



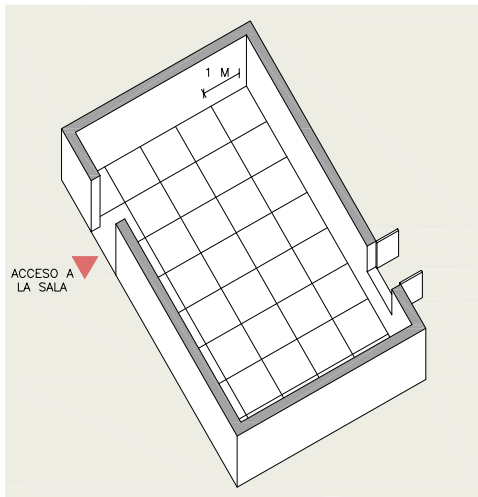
Planta preparada para la toma de datos con termohigrómetro en la Sala de Exposiciones III del Palacio de la Madraza de Granada.

C. MEDICIÓN

Debe realizarse siempre en la misma postura, con la sonda separada del cuerpo y, aproximadamente, a 1,5 m de altura. Se requiere que todas las puertas y ventanas se encuentren en idéntico estado, es decir, abiertas o cerradas mientras se produce la medición. Este hecho permite comprobar la posible existencia de corrientes de aire.

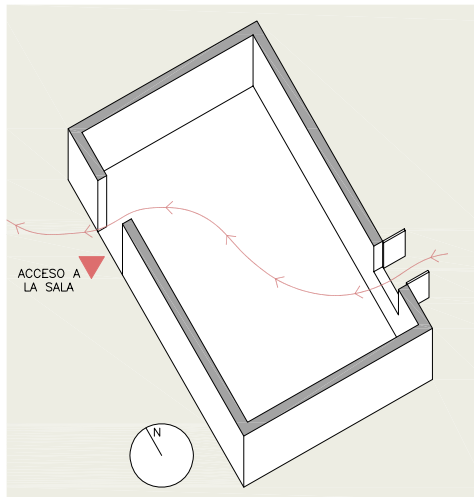
Repetir el proceso de toma de datos durante varios días, siempre a la misma hora y, a ser posible, en las mismas condiciones. Comparar los resultados obtenidos con los que aporten otras medidas realizadas en el exterior.

CUADRICULA DE 1x1 O 2x2 M



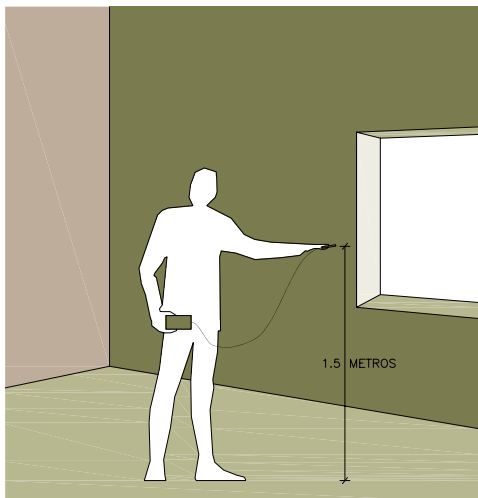
EN CASO DE DIFERENCIAS IMPORTANTES ENTRE MEDICIONES, SE PROCEDE A REALIZAR UNA CUADRICULA PARA LA TOMA SISTEMÁTICA DE DATOS.

COMPROBACIÓN DE CORRIENTES DE AIRE Y ORIENTACIÓN



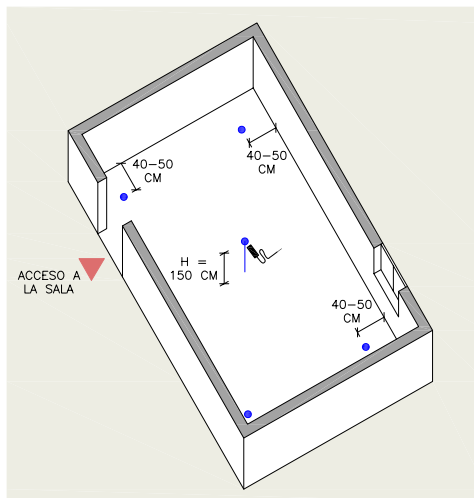
SE PONDERA EN LOS RESULTADOS LA POSIBILIDAD DE QUE EXISTAN CORRIENTES DE AIRE EN EL INTERIOR DE LA SALA.

SEPARACIÓN DE LA Sonda DEL CUERPO



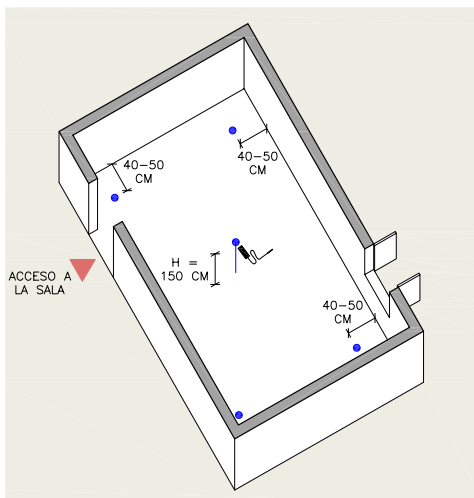
LA MEDICIÓN SE REALIZA CON LA SONDA SEPARADA DEL CUERPO Y SIN TOCARLA CON LOS DEDOS. ADEMÁS, SE DISPONE A UNA ALTURA APROXIMADA DE 1.5 METROS DEL SUELO.

REALIZACIÓN DE MEDICIÓN CON VENTANAS CERRADAS



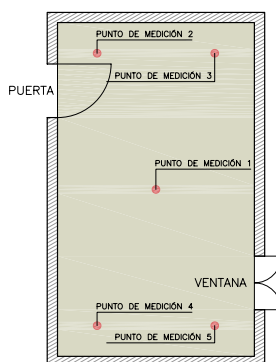
SE TOMARÁN LAS MEDIDAS A 50 CM DE LOS PARAMENTOS Y A UNA ALTURA CONSTANTE DE 150 CM DEL PAVIMENTO.

REALIZACIÓN DE MEDICIÓN CON VENTANAS ABIERTAS



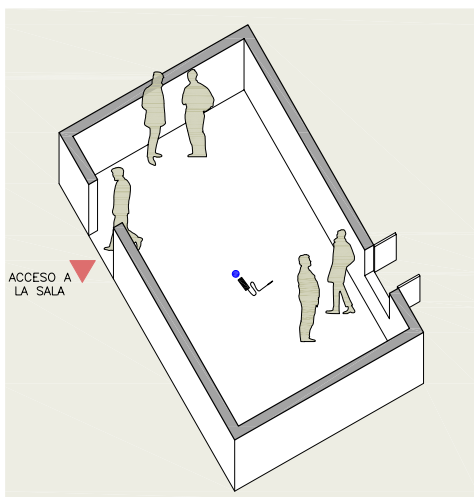
SE TOMARÁN LAS MEDIDAS A 50 CM DE LOS PARAMENTOS Y A UNA ALTURA CONSTANTE DE 150 CM DEL PAVIMENTO.

SITUACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN SOBRE PLANO



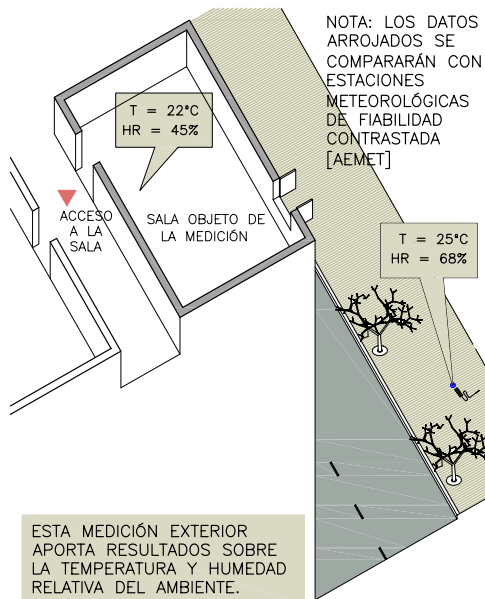
DE ESTA MANERA, SE FACILITA EL ORDEN Y EXACTITUD DE DATOS DESPUÉS DE VARIOS DÍAS DE REPETICIÓN SOBRE LOS MISMOS PUNTOS.

REALIZACIÓN DE MEDICIÓN SIN PRESENCIA DE PÚBLICO



SI EXISTEN VISITANTES EN LA SALA OBJETO DE LA MEDICIÓN SE PUEDEN PRODUCIR VARIACIONES EN LOS RESULTADOS.

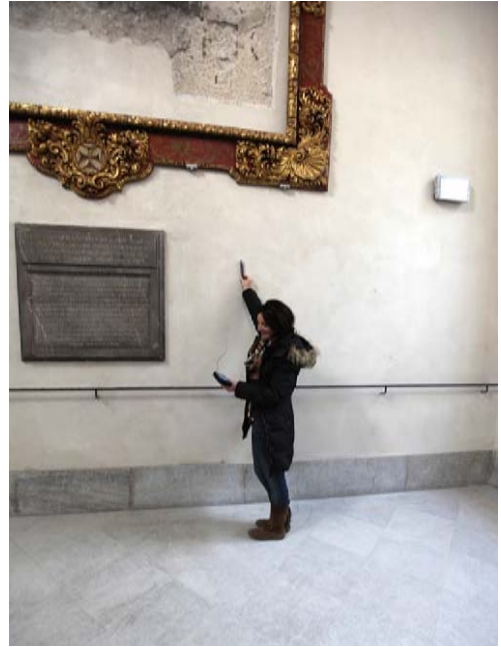
REALIZACIÓN DE MEDICIÓN EXTERIOR AL INMUEBLE



ESTA MEDICIÓN EXTERIOR APORTA RESULTADOS SOBRE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE.



Toma de datos con termohigrómetro en la escalera del Palacio de la Madraza de Granada. Control de humedad y temperatura en el lugar donde se prevé colocar una pintura sobre lienzo de gran tamaño.



Toma de datos directamente en la pared destinada para el lienzo.



Toma de datos en el interior de cubierta afectada por filtraciones. Catedral de Granada.

D. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Representar los datos obtenidos en una gráfica.

Situar los puntos de medición en la planimetría siempre que sea posible.

Comparar los datos exteriores con estaciones meteorológicas de fiabilidad contrastada [Ejemplo: AEMET].

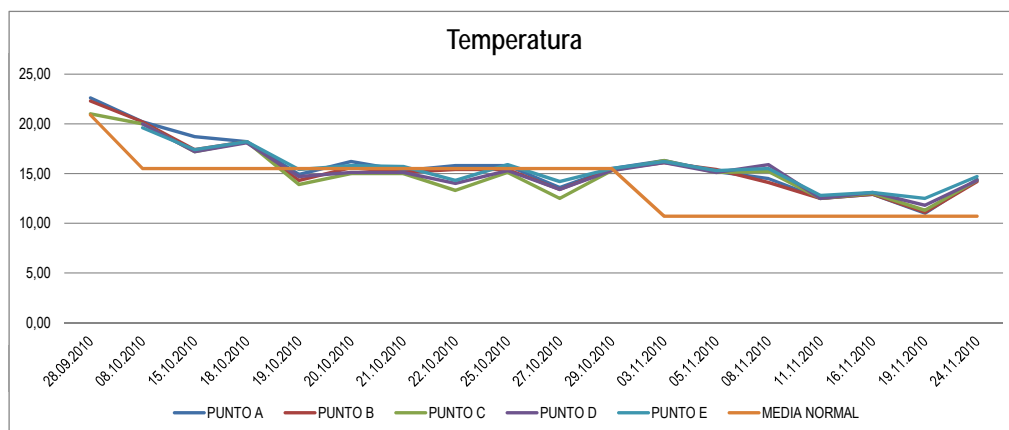
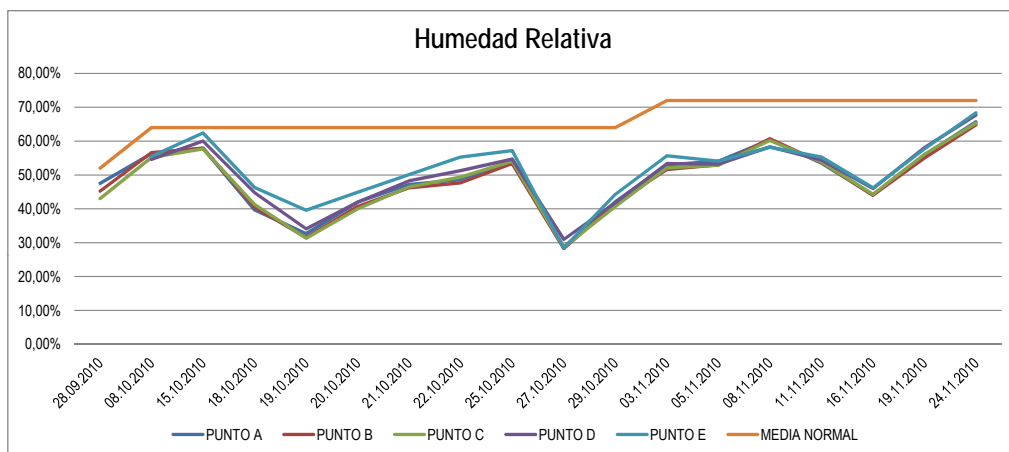


Gráfico en el que se reflejan los datos de las mediciones realizadas en la Sala de Exposiciones III del Palacio de la Madraza de Granada. Los datos se comparan con la media mensual normal que presenta la ciudad, según la AEMET.

M02

Protocolo previo de medición de humedad en elementos constructivos

DESCRIPCIÓN

En las intervenciones de restauración es muy común encontrar elementos constructivos que presentan alteraciones de humedad de diversa consideración. El estudio de los valores correspondientes a la humedad absoluta de la madera y otros materiales constructivos constituye una herramienta de gran utilidad para detectar el origen del problema.

> Protocolo relacionado: M 01

PALABRAS CLAVE

Higrómetro / humedad / material

OBJETIVOS

Describir el uso de un higrómetro y la obtención de resultados

A. PREPARACIÓN DEL EQUIPO

Colocar la sonda higrométrica para medir la presencia de humedad en elementos constructivos. Se requiere no tocarla con los dedos y limpiarla de posibles restos cuando finalice cada toma.

Elegir el tipo de sonda apropiado según el material. A continuación, se debe seleccionar en el menú del higrómetro el material objeto de medición o su porcentaje de humedad [Ejemplo: tipo de madera, revoco de cal, 0-100%].



Termohigrómetro Humytester 993B con las diferentes sondas higrométricas.

B. PLANIFICACIÓN

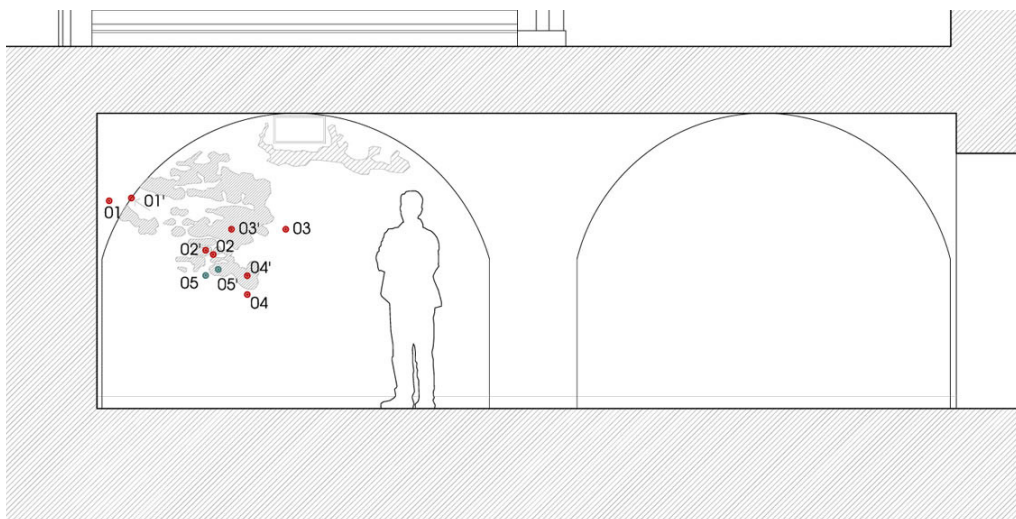
Programar las mediciones de manera uniforme distribuyéndolas adecuadamente por la zona a estudiar. Decidir si es necesario completar la medición con la sonda superficial.

El número de puntos depende de la forma y superficie de la estancia elegida.

Tener en cuenta su orientación [Ejemplo: el norte es más frío y húmedo. Se recomienda usar una brújula en caso necesario]

Cuando se produzcan variaciones grandes en los resultados obtenidos, es necesario crear una cuadrícula de dimensiones apropiadas a la zona de estudio, para la toma sistemática de datos.

Debe realizarse siempre una medición de temperatura y humedad relativa en el espacio objeto de estudio y en el exterior del inmueble para contrastar los datos obtenidos.



Sección preparada para toma de datos en las manchas de humedad de la sala de Exposiciones III del Palacio de la Madraza, Granada.

C. MEDICIÓN

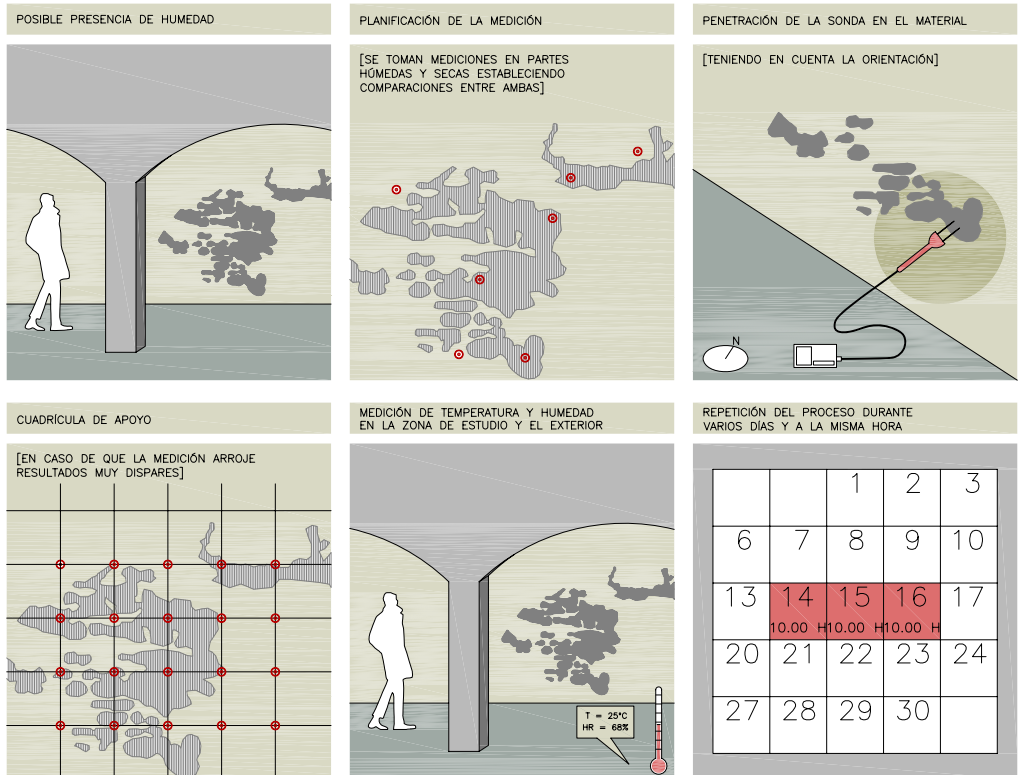
Debe realizarse procurando que la sonda penetre correctamente en el material. Es importante respetar la altura planificada. Cuando se lleve a cabo la medición en una estancia estándar, se recomienda tomar todas las medidas a 1 m del suelo. Por el contrario, si lo que se pretende es medir la humedad de un paramento, se aconseja realizar tres tomas repartidas por su superficie, por ejemplo: a 10 cm, a 110 cm y a 210 cm respecto al suelo.

Se sugiere repetir el proceso de toma de datos durante varios días, siempre a la misma hora y, a ser posible, en las mismas condiciones.

En el caso de mediciones en elementos estructurales de madera, las recomendaciones generales son idénticas.



Toma de datos con sonda de penetración higrométrica en el Palacio de la Madraza. En este caso, se estudia una de las salas de exposiciones que presenta manchas de humedad en uno de sus paños. Obsérvese la diferencia de humedad que existe entre la zona seca (izquierda 0,5) y la manchada (derecha 10,6).



Cuadro resumen del procedimiento de uso y aplicación del higrómetro.



Medida de humedad en un durmiente afectado (78,3). Catedral de Granada.

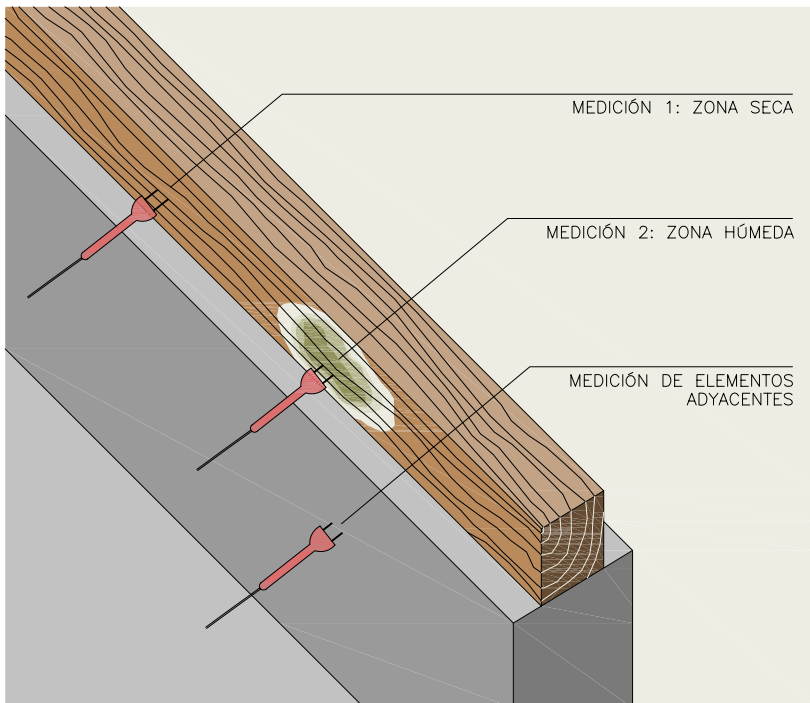


Medida de humedad en un tirante en contacto con el durmiente afectado (15,8). Catedral de Granada.



Medida de humedad en la parte seca del durmiente. Catedral de Granada.

Se deben hacer varias mediciones distribuidas en las zonas húmedas y secas para poder obtener parámetros comparativos y establecer conclusiones.



Medidas a realizar en un elemento estructural de cubierta afectado por humedades.

Es importante recoger los datos de forma ordenada. Para ello, se aconseja diseñar tablas que permitan registrar los datos "in situ".

observación: SUELO PEGADO

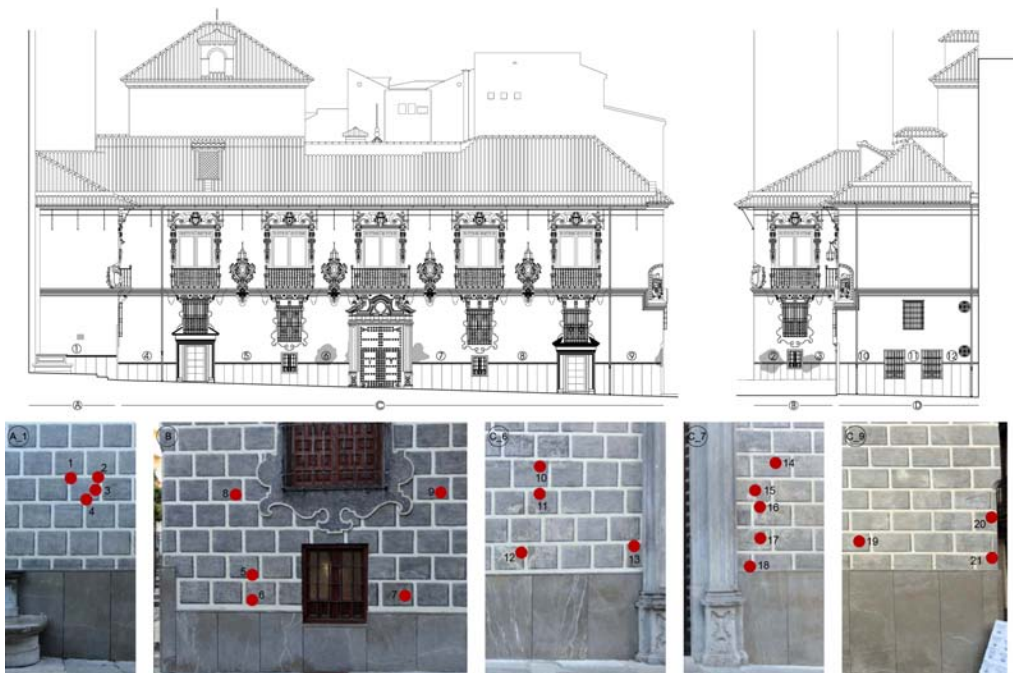
FECHA		TEMPERATURA				HUMEDAD RELATIVA				HUMEDAD SUPERFICIAL															
28.11.11		A	B	C	D	A	B	C	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
HORA		9.15	4.			4.2	3.9	4.4	3.8	20.5	20.8	26.4	25.5	0.6	1.1	1.1	0.6	1.0	1.2	1.2	0.7	1.2	1.2	0.6	1.6
A_1 PENETRACIÓN				B_2-3 PENETRACIÓN				C_6 PENETRACIÓN				C_7 PENETRACIÓN				C_9 PENETRACIÓN				D PENETRACIÓN					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
1.2	1.1	1.1	1.2	4.6	9.1	3.0	1.0	0.7	2.0	5.3	13.2	4.1	2.0	11.8	13.2	7.0	4.3	3.4	9.8	4.9	5.9	0.8	0.6		

FECHA		TEMPERATURA				HUMEDAD RELATIVA				HUMEDAD SUPERFICIAL														
02.12.11		A	B	C	D	A	B	C	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
HORA		9.15	4.			8.3	8.3	8.2	8.3	20.4	20.3	20.4	20.7	0.8	1.4	1.2	0.8	1.3	1.3	0.7	1.3	1.4	0.7	1.1
A_1 PENETRACIÓN				B_2-3 PENETRACIÓN				C_6 PENETRACIÓN				C_7 PENETRACIÓN				C_9 PENETRACIÓN				D PENETRACIÓN				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1.5	1.2	1.3	1.0	9.6	10.8	4.1	1.1	0.8	4.9	14.6	12.3	9.1	2.8	12.3	12.5	12.5	6.3	9.1	16.8	11.2	9.4	0.9	0.4	

observación: medidas más tarde pq me llamaron cuando ya debía que estaban midiendo con la cámara bromática (?)

FECHA		TEMPERATURA				HUMEDAD RELATIVA				HUMEDAD SUPERFICIAL															
07.12.11		A	B	C	D	A	B	C	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
HORA		10.30				6.6	6.6	4.9	7.0	20.8	20.8	20.1	20.7	0.9	1.2	1.1	0.7	1.0	1.3	1.3	0.4	1.2	1.3	0.6	0.6
A_1 PENETRACIÓN				B_2-3 PENETRACIÓN				C_6 PENETRACIÓN				C_7 PENETRACIÓN				C_9 PENETRACIÓN				D PENETRACIÓN					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
1.6	1.1	1.5	1.0	11.8	13.2	5.1	1.1	0.8	8.4	14.4	14.1	8.7	2.8	11.8	5.1	12.9	7.9	10.0	16.6	12.9	9.2	0.8	0.4		

Medidas tomadas en la fachada del Palacio de la Madraza. Su localización se representa en el alzado adjunto.



Puntos de medición recogidos en las anotaciones de campo. Palacio de la Madraza, Granada.

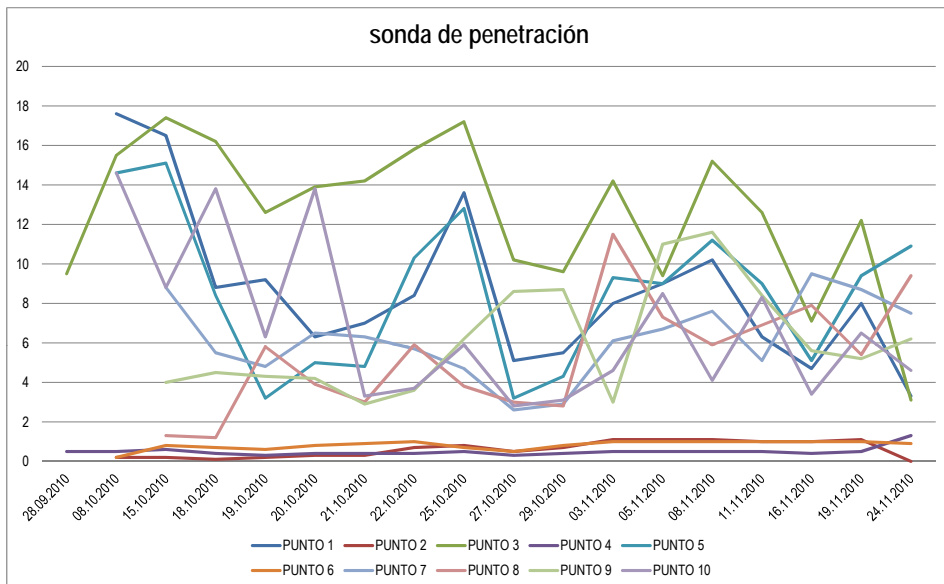
Ejemplo del Palacio de la Madraza:

Es una medición complicada porque atiende a unas manchas de humedad que se concentran en diversos puntos de la fachada. En este caso, se realizan unas medidas generales de humedad relativa y temperatura en cada uno de los alzados (alzados A-D), se evalúan las superficies en sus sectores (1-12) y se llevan a cabo sondeos de penetración distribuidos por las manchas de humedad y zonas secas adyacentes (A_1-1...)

D. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

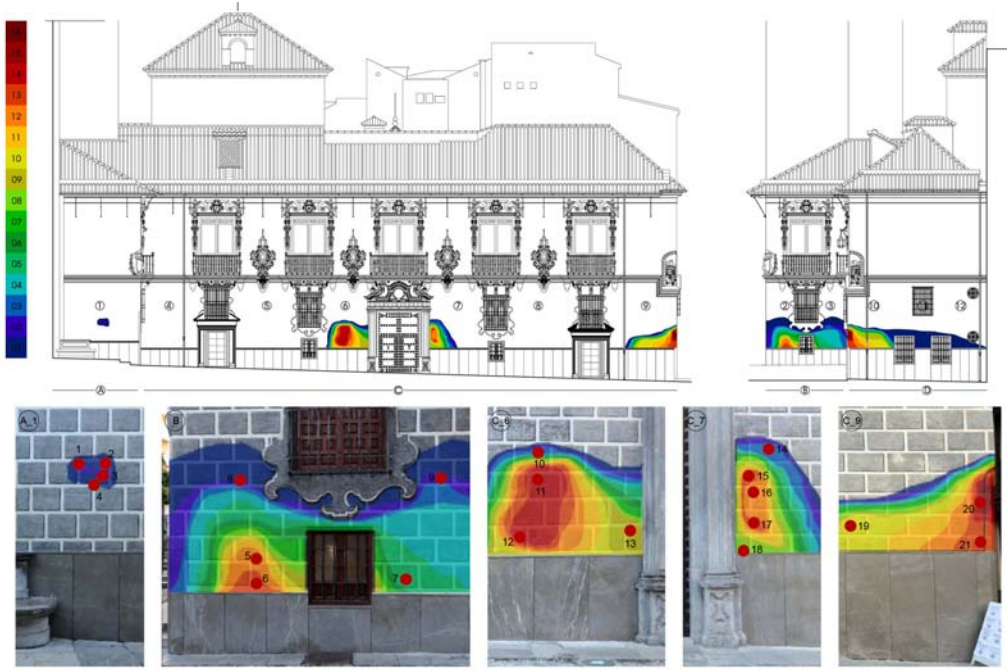
Recomendaciones:

- Representación de los datos obtenidos en una gráfica.
- Situación de los puntos de medición en planimetría siempre que sea posible.
- Interpretación de los resultados según las tablas de conversión del equipo en las que se refleje la humedad de equilibrio de los diferentes materiales, dependiendo de las condiciones exteriores de temperatura y humedad relativa.
- Comparación de los datos exteriores con estaciones meteorológicas de fiabilidad contrastada [Ejemplo: AEMET]



Datos de las mediciones realizadas en la Sala de Exposiciones III del Palacio de la Madraza, Granada. Los puntos 2, 4 y 6 no presentan apenas cambios al situarse fuera de las manchas de humedad.

La interpretación y representación gráfica de los datos obtenidos en fotografías y planos de alzado puede ser muy útil para detectar el origen de las humedades o localizar focos de evaporación.



Interpretación de los datos obtenidos en la fachada del Palacio de la Madraza.

A01

Protocolo previo general de recogida de muestras

DESCRIPCIÓN

Establecimiento de pautas para que la localización, cantidad o tamaño de las muestras sea representativa del objeto de estudio.

> **Protocolos relacionados:** A 02, A 03, A 04

PALABRAS CLAVE

General / embolsado / etiquetado / fotografía / identificación / laboratorio / muestra / recogida

OBJETIVOS

Maximizar el rendimiento de los muestreos y de los resultados que ofrecen.

A. ELECCIÓN DE LA MUESTRA

De acuerdo con las indicaciones establecidas por la Dirección Facultativa, se recomienda extraer una cantidad adecuada del material, según se encuentre en la obra o sea de nueva factura. Sus dimensiones deben ser mínimas y suficientes en función del ensayo.

> **Ver protocolo:** A 03



Extracción de muestra de mortero histórico. Patio de los Leones de la Alhambra, Granada.



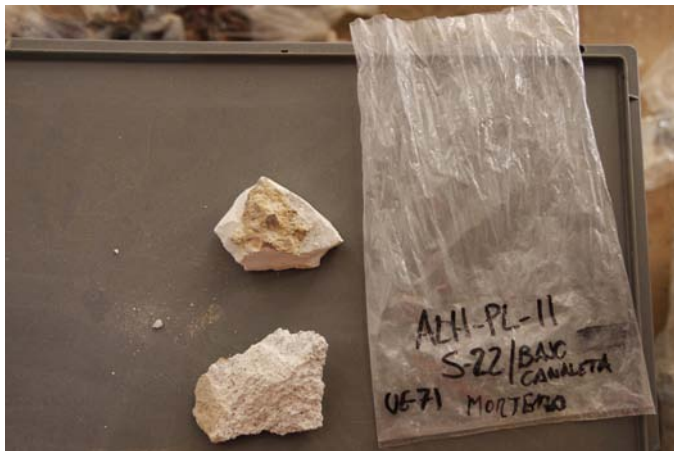
Recogida de muestra con cinta adhesiva en superficie de madera con ataque biológico. Tabernáculo de la Catedral de Granada.

B. IDENTIFICACIÓN

El laboratorio homologado o la empresa constructora deben asignar libremente una referencia exclusiva a una determinada muestra. Para ello, se coloca una etiqueta con el nombre elegido para identificar dicha muestra y distinguirla en su contexto.



Útiles para la recogida e identificación de muestras.



Identificación de muestra de mortero. Patio de los Leones, Alhambra de Granada.

C. FOTOGRAFÍA Y LOCALIZACIÓN

- Toma de fotografías generales y de detalle de la muestra:
 - Debe aparecer también el contexto para facilitar su localización.
 - Conviene situar una escala u objeto de uso común para tener una referencia del tamaño en la fotografía.



Situación y detalle de la muestra. Fragmento de madera atacado por insectos xilófagos. Tabernáculo de la Catedral de Granada.



- Croquis de localización del lugar donde se extrae la muestra. Se describe la localización incluyendo datos como la altura y la orientación

D. EMBOLSADO Y ETIQUETADO

- Introducción de la muestra en una bolsa de plástico transparente, de dimensiones suficientes y con cierre. Son adecuados también los tubos de ensayo, botes de plástico, placas de Petri, etc.
- Identificación exterior con un rotulador indeleble o etiqueta adherida, indicando el nombre de la muestra y su localización.



Muestra identificada en el lugar de extracción con referencia de escala (post-it). Patio de los Leones de la Alhambra, Granada.



Muestra embolsada y etiquetada, acompañada de la ficha de envío al laboratorio.

E. ENVÍO A LABORATORIO

Para el envío al laboratorio, es imprescindible rellenar adecuadamente la correspondiente ficha con todos los datos que se conozcan, de modo que la muestra quede perfectamente identificada. Ambas deben guardarse juntas.

> Ver ANEXO al final de este protocolo

Si el envío se realiza a través de empresas de mensajería, correo postal o mediante cualquier otro procedimiento en el que no participe personal de laboratorio, se tendrá especial cuidado en la elección del embalaje:

- Muestras en pasta: debe ser obligatoriamente hermético para conservar el grado de humedad de la muestra.
- Muestras en fragmentos: debe impedir que la muestra se quiebre o desmenuce.
- Muestras en polvo: debe evitar la pérdida de material.
- Muestras en polvo de AGLOMERANTE: se requiere abrir un saco nuevo para extraer la muestra y colocarla, en el menor tiempo posible, en una bolsa hermética con cierre evitando el contacto con el aire para que el material no carbonata. Si hay un saco abierto desde hace poco tiempo, se puede tomar la muestra retirando previamente la capa superior. La ausencia de observación de estas pautas tiene como consecuencia la petición de nuevas muestras por parte del laboratorio o la obtención de resultados erróneos que corroboren la escasa calidad del material. Este punto es extensible a los morteros preparados en fábrica.
- Muestras en probeta: las probetas de mortero fraguado que se envíen al laboratorio deben ejecutarse con un aglomerante siguiendo las mismas pautas que en el punto anterior. Este caso también es extrapolable a los morteros preparados en fábrica.
- Muestras en placas, tubos, cajas: debe impedir que se abran con facilidad.
- Muestras biológicas: debe mantenerlas estériles.

En cualquier caso, el embalaje protegerá la muestra para que llegue al laboratorio en las mismas condiciones en las que deja la obra o su lugar de almacenamiento.

F. ANEXO: FICHA DE ENVÍO DE MUESTRAS AL LABORATORIO

DATOS GENERALES

OBRA

SITUACIÓN [dirección postal, número, código postal y localidad]

CONTRATISTA

TELÉFONO

DIRECCIÓN DE CORREO-E

1. DATOS

Se aconseja cumplimentar todos los campos posibles para aportar el máximo de información y facilitar el correcto análisis de la muestra, sobre todo, si la selección no ha sido realizada por un laboratorio homologado.

REFERENCIA DE LA MUESTRA [el laboratorio o la empresa constructora deben asignarle libremente una referencia exclusiva]

TIPO DE MATERIAL [piedra, mortero, pintura, etc.]

ZONA GEOGRÁFICA/PROCEDENCIA

FECHA DE FABRICACIÓN En el caso de que el material sea nuevo, indicar la fecha de fabricación en el orden siguiente: año (dos últimos dígitos), mes y día. Si por el contrario se trata de un material "in situ", señalar su pertenencia a la obra]

NOMBRE DEL FABRICANTE

SUMINISTRADOR [nombre de la empresa proveedora cuando sea distinta del fabricante]

USO Y UBICACIÓN DENTRO DE LA OBRA [Funcionamiento previsto: acabado exterior o interior, pavimento u otros. Cuando la muestra provenga de un material colocado o existente en la obra, debe indicarse su ubicación, exterior o interior, y altura respecto al forjado, entre otros aspectos. Siempre que sea posible, se incluirá un plano o croquis de la situación de la muestra]

MUESTREO [indicar si se ha realizado conforme al protocolo establecido. En caso contrario, hacer constar el método y materiales utilizados]

ESTADO DE LA MUESTRA [polvo, pasta, bloque, fraguado, etc.]

COMPOSICIÓN DE LA MUESTRA [datos de la composición que se conozcan antes de que se produzca la analítica]

MODO DE APLICACIÓN [cuando la muestra sea de un material colocado o existente en la obra, indicar si se conoce el método con el que ha sido colocado y la fecha o época de aplicación]

ANÁLITICA A REALIZAR

FECHA DE MUESTREO [año, mes, día].

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO [año, mes, día].

FECHA DE RECEPCIÓN EN LABORATORIO [campo a rellenar por el laboratorio: año, mes, día]

NOMBRE DEL LABORATORIO

2. OBSERVACIONES

[Breve comentario de aquellos aspectos que se estimen oportunos y no se mencionen en los apartados anteriores]

A02

Protocolo previo de recogida de muestras según materiales

DESCRIPCIÓN

Establecimiento de pautas para que la recogida de muestras sea adecuada a las necesidades y objetivos de su estudio, distinguiendo categorías en función del material.

El siguiente protocolo no exige de observar las indicaciones referidas en su homólogo A 01
> Protocolos relacionados: A 01, A 03, A 04

PALABRAS CLAVE

Aglomerante / árido / cerámico / costra / dorado / eflorescencia / ensacado / estuco / fraguado / laboratorio / madera / material / mortero / muestra / pátina / pétreo / pictórico / pigmento / recogida / salina

OBJETIVOS

Maximizar el rendimiento de los muestreos y de sus resultados.

A. MUESTRAS DE CARÁCTER INORGÁNICO EXISTENTES EN OBRA

MATERIAL PÉTREO, MORTERO HISTÓRICO, ESTUCO Y MATERIAL CERÁMICO

Teniendo en cuenta la planificación del trabajo y las indicaciones establecidas por la Dirección Facultativa, la muestra se toma utilizando herramientas adecuadas como martillo y cincel, sin causar daños a los materiales adyacentes.

La dimensión adecuada para la realización de los ensayos básicos es, aproximadamente*, de 4x4x1 cm**

*La medida es orientativa del volumen recomendable, ya que las muestras son generalmente irregulares.

**En casos de reservas de tipo patrimonial y materiales de valor excepcional, se debe estudiar la dimensión de la muestra ponderando los daños derivados de su extracción. En este sentido, puede utilizarse un bisturí quedando su tamaño condicionado, de manera importante, por el valor intrínseco del objeto.



Extracción de material pétreo de un sillar del cimborio del Hospital Real de Granada.



Extracción de morteros en el exterior del cimborrio.

CAPA PICTÓRICA Y DORADO

Teniendo en cuenta la planificación del trabajo y las indicaciones establecidas por la Dirección Facultativa, la muestra se toma con bisturí y se utilizan pinzas y guantes, extrayendo la mínima cantidad indispensable.

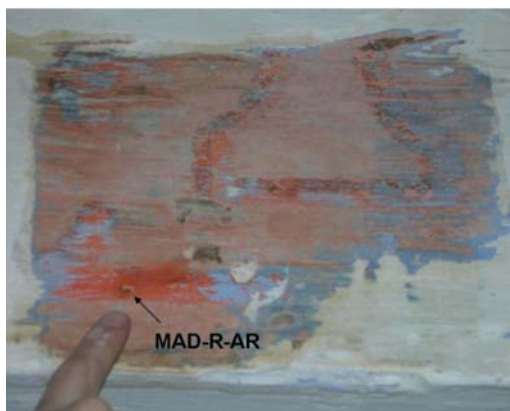
La toma de muestras se ejecuta siempre por personal cualificado.

La dimensión adecuada para la realización de los ensayos básicos es, aproximadamente*, de 1 mm² o el equivalente a 1 g de muestra**

La muestra debe abarcar todas las capas incluyendo el soporte.

*La medida es orientativa del volumen recomendable, ya que generalmente las muestras son irregulares.

**Siempre se valoran sus dimensiones ponderando los daños que su extracción pueda causar.



Localización de sondeos de pintura sobre madera y mortero en el Palacio de la Madraza de Granada.

PÁTINAS Y COSTRAS

Teniendo en cuenta la planificación del trabajo y las indicaciones establecidas por la Dirección Facultativa, la muestra se toma utilizando herramientas adecuadas como bisturí o cincel de pequeñas dimensiones, sin causar daños a los materiales adyacentes.

La toma de muestras se ejecuta siempre por personal cualificado.

La dimensión adecuada para la realización de los ensayos básicos es, aproximadamente*, de 2x2x0.5 cm.

*La medida es orientativa del volumen recomendable, ya que generalmente las muestras son irregulares.



Muestra de costra de una gárgola del cimborio del Hospital Real de Granada

EFLORESCENCIAS SALINAS

Teniendo en cuenta la planificación de las tareas y las indicaciones establecidas por la Dirección Facultativa, la muestra se extrae utilizando herramientas adecuadas como una cuchara–espátula de laboratorio.

La toma de muestras se ejecuta siempre por personal cualificado.

La dimensión adecuada para la realización de los ensayos básicos es, aproximadamente, de 5 g o el equivalente a medio sobrecito de azúcar.



Recogida de muestras de eflorescencias salinas en el Baño Real de la Alhambra de Granada

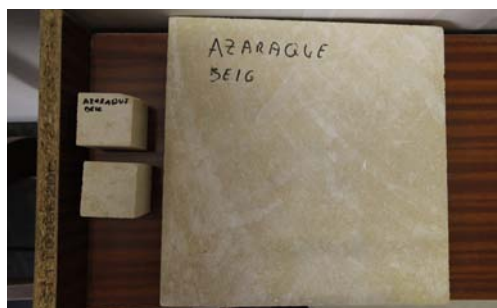
B. MUESTRAS DE CARÁCTER INORGÁNICO APORTADAS A LA OBRA

MATERIAL PÉTREO, MORTERO FRAGUADO Y MATERIAL CERÁMICO

La muestra se toma teniendo en cuenta la planificación del trabajo y las indicaciones establecidas por la Dirección Facultativa.

La dimensión adecuada para la realización de los ensayos básicos es, aproximadamente, de:

- Material pétreo: un volumen equivalente a 15x15x15 cm en 2 piezas o varias piezas de 5x5x5 cm.
- Mortero fraguado: 3 probetas de tamaño normalizado, 4x4x16 cm, por grupo de ensayos.
- Material cerámico: 2 piezas de ladrillo.



Muestras de piedra natural enviadas a la obra por el fabricante. En la imagen de la izquierda pueden observarse varias piezas de tamaño insuficiente para realizar todos los ensayos, mientras que en la derecha se aprecian tres piezas de la misma piedra, dos de ellas probetas normalizadas para los ensayos.

MORTERO ENSACADO, AGLOMERANTE, ÁRIDO FINO Y GRUESO Y PIGMENTO

La muestra se toma teniendo en cuenta la planificación del trabajo y las indicaciones establecidas por la Dirección Facultativa.

La dimensión adecuada para la realización de los ensayos básicos es, aproximadamente, de 250 g para mortero*, aglomerante* y áridos y 10 g, el equivalente a un sobrecito de azúcar, para el pigmento.

* Es muy importante observar las normas de envío a laboratorio de estos materiales.

> Ver protocolo: A 01



Muestras de mortero dosificado en fábrica aportadas por el fabricante. En la fotografía de la izquierda se presenta una muestra preparada con una cantidad y embalaje inadecuados.

C. MADERAS

Teniendo en cuenta la planificación del trabajo y las indicaciones establecidas por la Dirección Facultativa, la muestra se extrae siempre con guantes utilizando alguno de los métodos descritos a continuación.

La toma de este tipo de muestras se ejecuta siempre por personal cualificado.

Con hisopo estéril: se desliza por la superficie del material que se quiere analizar. Seguidamente, se introduce en un tubo estéril para su traslado al laboratorio. Posteriormente se siembran en estrías o placas de Petri con los medios de cultivo adecuados.

Con cinta adhesiva: se pone en contacto con la superficie de la madera a estudiar. Se hace una ligera presión para que queden adheridas las posibles esporas o células microbianas existentes. Se depositan en placas de Petri estériles para su traslado al laboratorio y se inoculan en los medios de cultivo adecuados.



Toma de muestras de ataque microbiológico en maderas con cinta adhesiva e hisopo. Cubierta lateral de la Calle Campanas de la Catedral de Jaén

Fragmentos de material para determinar el tipo de madera: Se toman dos muestras con bisturí, una en sentido longitudinal y otra en sentido transversal utilizando la fibra de la madera como eje principal.

Fragmentos de material para obtener otra información: Se toman pequeños fragmentos del material con la ayuda de pinzas estériles y se depositan en tubos eppendorf. Posteriormente, se introducen en placas de Petri con los medios de cultivo adecuados.

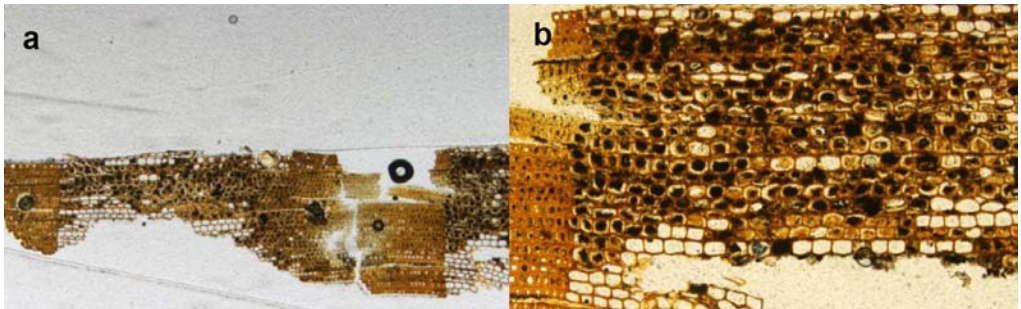


Imagen general y en detalle del leño temprano y tardío. Palacio de la Madraza, Granada



Extracción de fragmentos de madera en el Tabernáculo de la Catedral de Granada

Serrín o material de detritus de insectos xilófagos: Se toman pequeñas cantidades del material con ayuda de una espátula y se depositan en tubos eppendorf estériles.



Toma de serrín y detritus en el Tabernáculo de la Catedral de Granada

A03

Protocolo de ensayos y dimensiones de muestra necesarios para caracterizar un material

DESCRIPCIÓN

La cantidad de material contenido en una muestra que llega al laboratorio es determinante. Una porción excesiva puede generar molestias al personal del laboratorio, pero una aportación insuficiente posiblemente suponga la realización de un menor número de ensayos o la emisión de un nuevo encargo, con el consecuente retraso que ello conlleva.

Los técnicos de laboratorio son depositarios de un conocimiento detallado de los ensayos más adecuados para cada tipo de material. Sus prescripciones deben ser atendidas por la Dirección Facultativa. Para el aprovechamiento máximo del presupuesto destinado a su realización, es fundamental que los análisis solicitados aporten la información demandada.

Este protocolo pretende dar las claves básicas para determinar las cantidades adecuadas de los materiales que se vayan a enviar al laboratorio y los ensayos que deben realizarse para obtener un conocimiento útil.

>Protocolos relacionados: A 01, A 02, A 04

PALABRAS CLAVE

Aglomerante / análisis / árido / cerámico / costra / dorado / eflorescencia / ensacado / ensayo / estuco / fraguado / laboratorio / lámina / madera / material / mortero / muestra / pátina / pétreo / pictórico / pigmento / probeta / salina

OBJETIVOS

Maximizar el rendimiento de los ensayos y análisis y, por lo tanto, de los resultados que estos ofrecen.

A. PREPARACIÓN DE PROBETAS Y LÁMINAS PARA LOS ENSAYOS

Para la realización de la mayoría de los ensayos, es necesaria la preparación de las muestras en el laboratorio.

Ejemplos:

- Cortes de rocas, minerales y otros materiales, y realización de probetas de formas y tamaños definidos.
- Utilización de láminas delgadas para su estudio óptico y microanalítico (LD).
- Empleo de láminas delgadas y pulido para su estudio por reflexión (LDP).
- Obtención de muestras ultrafinas para microscopía electrónica de transmisión mediante bombardeo iónico.
- Molienda previa.
- Metalización de muestras.

B. CLASIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS

Para facilitar dicha clasificación, se atribuye una letra a cada nivel:

- GRUPO A: ensayos imprescindibles en el estudio de un material.
- GRUPO B: ensayos recomendables que ayudan a su caracterización.
- GRUPO C: ensayos que determinan sus características particulares.
- GRUPO D: ensayos complementarios que aportan información adicional.




C. ENSAYOS Y DIMENSIONES ADECUADAS DE MUESTRAS SEGÚN MATERIALES

En casos de reservas de tipo patrimonial y materiales con valor excepcional, se debe valorar la dimensión de la muestra ponderando los daños que su extracción pueda causar.



Los ensayos que se presentan a continuación están descritos en el Protocolo básico de tasación de análisis.

>Ver protocolo: A 04

MATERIAL PÉTREO [R01]



Clasificación ensayos	Ensayos	Preparación muestras	Volumen recomendable	Volumen orientativo
GRUPO A	MO / DRX	LD / Molienda	4x4x1 cm (equivalente a una caja de cerillas)	
GRUPO B	FRX / POROSIMETRÍA			
GRUPO C	ENSAYOS HÍDRICOS ENSAYOS MECÁNICOS ENSAYOS ENVEJECIMIENTO	Probetas	15x15x15 cm en 2 piezas o 3 piezas de 5x5x5 cm / cada grupo de ensayos	
GRUPO D	ENSAYOS DINÁMICOS COLORIMETRÍA TERMOGRAVIMETRÍA	Se usan las preparaciones anteriores	No es necesario aportar más material	

MORTERO HISTÓRICO [R02]


Clasificación ensayos	Ensayos	Preparación muestras	Volumen recomendable	Volumen orientativo
GRUPO A	MO / DRX / FRX	LD / Molienda	4x4x1 cm (equivalente a una caja de cerillas)	
GRUPO B	FRX / POROSIMETRÍA			
GRUPO C	ENSAYOS DINÁMICOS* COLORIMETRÍA	Se usan las preparaciones anteriores	No es necesario aportar más material	
GRUPO D	ENSAYOS HÍDRICOS* TERMOGRAVIMETRÍA		3 cubos de volumen aproximado de 4x4x4 cm	

*Consultar con el laboratorio si procede realizar estos ensayos.



MORTERO FRAGUADO [R03]

Clasificación ensayos	Ensayos	Preparación muestras	Volumen recomendable	Volumen orientativo
GRUPO A	MO / DRX	LD / Molienda	2 cubos de volumen aproximado de 4x4x4 cm	
GRUPO B	FRX / POROSIMETRÍA			
GRUPO C	ENSAYOS HÍDRICOS ENSAYOS MECÁNICOS ENSAYOS ENVEJECIMIENTO	Probetas	4x4x16 cm (tamaño normalizado, 3 probetas / cada grupo de ensayos)	
GRUPO D	COLORIMETRÍA TERMOGRAVIMETRÍA	Se usan las preparaciones anteriores	No es necesario aportar más material	

MORTERO ENSACADO [R04]


Clasificación ensayos	Ensayos	Preparación muestras	Volumen recomendable	Volumen orientativo
GRUPO A	DRX / FRX	Molienda	10 g (equivalente a un sobrecito de azúcar)	

ESTUCO [R05]



Clasificación ensayos	Ensayos	Preparación muestras	Volumen recomendable	Volumen orientativo
GRUPO A	MO / DRX	LD / Molienda	4x4x1 cm (equivalente a una caja de cerillas)	
GRUPO B	FRX / POROSIMETRÍA			
GRUPO C	COLORIMETRÍA	Superficie lisa		
GRUPO D	ENSAYOS HÍDRICOS* ENSAYOS MEC.: FLEXIÓN	Probetas	4x4x16 cm (tamaño normalizado, 3 probetas / cada grupo de ensayos)	

*Consultar con el laboratorio el tamaño de las probetas teniendo en cuenta la dimensión diferente requerida para ensayos de "permeabilidad al vapor de agua".




AGLOMERANTE [R06]

Clasificación ensayos	Ensayos	Preparación muestras	Volumen recomendable	Volumen orientativo
GRUPO A	DRX / FRX	Molienda	10 g (equivalente a un sobrecito de azúcar)	
GRUPO B	GRANULOMETRÍA			
GRUPO C	TERMOGRAVIMETRÍA			


ÁRIDO [R07]

Clasificación ensayos	Ensayos	Preparación muestras	Volumen recomendable	Volumen orientativo
GRUPO A	DRX / FRX GRANULOMETRÍA	Molienda	250 g (equivale a una lata de refresco)	
GRUPO B	-	-		
GRUPO C	MO (de la roca de procedencia)	LD	es necesario un trozo de la roca de al menos 3x3x3 cm	

MATERIAL CERÁMICO [R08]

Clasificación ensayos	Ensayos	Preparación muestras	Volumen recomendable	Volumen orientativo
GRUPO A	MO / DRX	LD / Molienda	4x4x1 cm (equivale a una caja de cerillas)	
GRUPO B	FRX / POROSIMETRÍA ENSAYOS HÍDRICOS	Molienda / Probetas	2 piezas de ladrillo	
GRUPO C	TERMOGRAVIMETRÍA ENSAYOS MECÁNICOS	Probetas	2 piezas de ladrillo	

MADERA [R09]


Clasificación ensayos	Ensayos	Preparación muestras	Volumen recomendable	Volumen orientativo
GRUPO A	MO	LD	2x2x0,5 cm máximo - 1x1x1 cm mínimo (equivale a un sacapuntas)	
GRUPO B	A.INSECTOS XILOFAGOS A.MICROBIOLÓGICO		[Toma de muestras por personal cualificado]	

CAPA PICTÓRICA / DORADO / ESTAÑO [R10]


Clasificación ensayos	Ensayos	Preparación muestras	Volumen recomendable
GRUPO A	SEM-EDX / MO / GC-MS	LDP / LD / Metalización	1 mm ² o el equivalente a 1-2 g, incluyendo el soporte [Toma de muestras por personal cualificado]
GRUPO B	-		
GRUPO C	DRX*	Molienda	5 g

*Sólo en caso de muestras toscas y de cantidad abundante.


PIGMENTOS / MINERALES (INCLUIDO ORO) [R11]

Clasificación ensayos	Ensayos	Preparación muestras	Volumen recomendable	Volumen orientativo
GRUPO A	DRX / FRX	Molienda	10 g (equivalente a un sobrecito de azúcar)	
GRUPO B	-			
GRUPO C	SEM-EDX			

PÁTINAS / COSTRAS [R12]

Clasificación ensayos	Ensayos	Preparación muestras	Volumen recomendable	Volumen orientativo
GRUPO A	MO / DRX	LD / Molienda	2x2x0,5 cm (equivalente a un sacapuntas)	
GRUPO B	SEM-EDX / FRX	LD / LDP / Metalización		
GRUPO C	GC-MS	-		

EFLORESCENCIAS SALINAS [R13]

Clasificación ensayos	Ensayos	Preparación muestras	Volumen recomendable	Volumen orientativo
GRUPO A	DRX / FRX	Molienda	5-10 g [Toma de muestras por personal cualificado]	
GRUPO B	-	-		
GRUPO B	SEM-EDX	Metalización		

D. CUADRO RESUMEN

LEYENDA

CLASE A CLASE B CLASE C CLASE D

1 MATERIAL PÉTREO	MO	DRX	FRX	POROSIM.	E HÍDRICOS	E MECÁNICOS	E ENVEJEC.	E DINÁMICOS	COLORIM.
2 MORTERO HISTÓRICO	MO	DRX	FRX	POROSIM.	E DINÁMICOS	COLORIM.	E HÍDRICOS	TERMOGRAV.	
3 MORTERO FRAGUADO	MO	DRX	FRX	POROSIM.	E HÍDRICOS	E MECÁNICOS	E ENVEJEC.	COLORIM.	TERMOGRAV.
4 MORTESO ENSACADO	MO	DRX							
5 ESTUCO	MO	DRX	FRX	POROSIM.	COLORIM.	E HÍDRICOS	E MECÁNICOS		
6 AGLOMERANTE	DRX	FRX	GRANULOM.	TERMOGRAV.					
7 ÁRIDO	DRX	FRX	GRANULOM.	MO					
8 MATERIAL CERÁMICO	MO	DRX	FRX	POROSIM.	E HÍDRICOS	E MECÁNICOS	TERMOGRAV.		
9 MADERA	MO	A. INSECTOS XILÓFAGOS	A. MICROBIOLOGÍA						
10 CAPA PICTÓRICA	MO	SEM-EDX	GC-MS	DRX					
11 PIGMENTO	DRX	FRX	SEM-EDX						
12 PÁTINAS/COSTRAS	MO	DRX	FRX	SEM-EDX	GC-MS				
13 EFLORESCENCIAS	DRX	FRX	SEM-EDX						

A04

Protocolo de tasación de análisis

DESCRIPCIÓN

La realización de ensayos y análisis en una obra de restauración es imprescindible en la mayoría de los casos. No obstante, existe un desconocimiento generalizado de su alcance en el presupuesto de la intervención. Este protocolo pretende dar una idea aproximada de los precios que pueden tener los más comunes, para que se realice un aprovechamiento máximo del 1% del presupuesto de ejecución material de la obra (PEM) destinado a los mismos.

> **Protocolos relacionados: A 01, A 02, A 03**

PALABRAS CLAVE

Análisis / barrido / colorimetría / difracción / dinámico / electrónica / envejecimiento / fluorescencia / granulometría / hídrico / insecto / laboratorio / mecánico / microbiológico / microscopía / óptica / porosimetría / presupuesto / rayos X / tarifa / termogravimetría / xilófago

OBJETIVOS

Adecuar el tipo y número de análisis y ensayos necesarios para caracterizar la intervención desde el presupuesto de proyecto.

A. ANÁLISIS EN EL PRESUPUESTO DE UNA OBRA DE RESTAURACIÓN

El plan de control de calidad de una obra debe incluirse como anexo dentro del contenido del proyecto, tal y como establece el Código Técnico de la Edificación (CTE).

En las obras promovidas por particulares el plan de control de calidad se debe definir en el pliego general de condiciones, haciendo partícipes a contratista y promotor de las exigencias señaladas. También, puede añadirse como cláusula especial en el contrato de adjudicación de la obra.

El pliego de prescripciones técnicas particulares, donde se hace la descripción de las obras y se regula su ejecución, expresa las obligaciones de orden técnico que corresponden al contratista y, por lo tanto, la forma en la que se debe llevar a cabo el control de calidad, según lo dispuesto en el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

Según el Artículo 115 de la citada norma, “los contratos se ajustarán al contenido de los pliegos particulares, cuyas cláusulas se consideran parte integrante de los mismos”.

En el caso de las obras de la Administración Pública, el control de calidad se enmarca en las opciones que se describen a continuación. Concretamente, la b) recoge los ensayos especiales que no se incluyen en los precios de proyecto:

a) El de aquellos materiales, elementos o unidades de obra sujetos a normas o instrucciones de obligado cumplimiento promulgadas por la Administración que versen sobre las condiciones u homologaciones que han de reunir los mismos.

Los costes de ejecución de los ensayos, análisis, pruebas o controles preceptivos para verificar tales condiciones se considerarán incluidos en los precios recogidos en el proyecto, de acuerdo con el presupuesto desglosado, en su caso, a tales efectos, en el programa de control de calidad que figure en el proyecto aprobado.

b) Aquellos otros controles y análisis que no vengan impuestos por norma alguna, pero que estén incluidos en el Plan de Control de Calidad del Proyecto aprobado o que la Dirección Facultativa o Responsable del Contrato estimen pertinentes, hasta un límite máximo del 1% del presupuesto de ejecución material de la obra vigente en cada momento o del porcentaje que, en su caso, la empresa constructora hubiese ofertado como mejora en la licitación.

Esta disposición determina la aplicación del 1% del PEM a los ensayos especiales que obligadamente deben constar en la memoria justificativa del proyecto, a la que se hará referencia desde el pliego de condiciones particulares. Es un medio seguro para no dejar una obra de restauración asistida únicamente por los ensayos habituales que por decreto se incluyen en las partidas del presupuesto (resistencia de hormigones, pruebas de instalaciones, resistencia al desgaste y otras). No obstante, al tratarse de una disposición particular, depende del órgano promotor y conviene repasar las cláusulas relacionadas por si las exigencias son otras.

Ejemplo de la Diputación Provincial de Jaén

Pliego tipo de cláusulas administrativas particulares que ha de regir en el contrato de obras a adjudicar por procedimiento negociado sin publicidad por dicha diputación y sus organismos autónomos. Ensayos y análisis de materiales y unidades de obra.

1. El Programa de Control de Calidad de Recepción será realizado por la Administración a través de la Dirección Facultativa. Para ello, la Administración designará a la entidad pública o privada que haya de subcontratar la empresa adjudicataria de la obra, a los efectos de los ensayos, controles, pruebas y análisis previstos en esta cláusula.

2. El control de calidad de la obra incluirá aquellos controles y análisis incluidos en el Plan de Control de Calidad de Recepción del Proyecto aprobado, o que la Dirección Facultativa o el Responsable del Contrato estimen pertinentes, siendo de cuenta del contratista hasta un límite máximo del 2% del presupuesto de ejecución material de la obra vigente en cada momento o del porcentaje que, en su caso, la empresa adjudicataria de la obra hubiese ofertado como mejora en la licitación. El contratista deberá facilitar los cometidos de la Dirección Facultativa y de las entidades acreditadas asesoras de ésta, relativos a los ensayos, pruebas y controles de calidad que se estimen pertinentes, a cuyos efectos proporcionará los medios que sean necesarios para su desarrollo, tales como: medios auxiliares, productos, energía y agua. Asimismo, habrá de disponer un lugar apropiado, habilitado al efecto en la obra, para los instrumentos de medida de dimensiones, temperatura, humedad y velocidad del viento, que habrá de mantenerse en condiciones para cumplir sus funciones. En dicho lugar se guardarán las muestras de materiales y productos aceptados por la Dirección facultativa, debiendo ser custodiados por el contratista. Los gastos que todo ello origine serán de cuenta del contratista.

B. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS MÁS COMUNES

MO - MICROSCOPIA ÓPTICA

Es el método analítico más utilizado en el reconocimiento de rocas, minerales y materiales de obra, ya que también permite realizar un análisis textural. Es un procedimiento rápido y de bajo coste utilizado para caracterizar petrográficamente y texturalmente los materiales de construcción.

Además, constituye una de las técnicas más importantes para detectar el grado de deterioro de las rocas y controlar la ejecución y los resultados de las operaciones que se realizan durante los procesos de conservación y restauración.

DRX - DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Método del polvo cristalino desorientado. Determina la composición mineralógica de la matriz de los materiales que constituyen muros, revestimientos y otros. Asimismo, detecta la presencia de sales solubles que afecten negativamente a la conservación de los elementos constructivos. Esta técnica es resolutive para los diferentes materiales a utilizar durante la restauración: calidad e idoneidad de la cal, composición de los áridos, materiales inorgánicos como pigmentos o aglomerantes de cualquier tipo. En el caso de la analítica de arcillas, es recomendable utilizar el método del agregado desorientado.

FRX - FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Es una técnica espectroscópica que utiliza la emisión secundaria o fluorescente de radiación X. Tiene como finalidad principal el análisis químico elemental, tanto cualitativo como cuantitativo de muestras sólidas y líquidas.

SEM-EDX - MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

El Microanálisis Puntual (EDX), proporciona información textural y permite identificar las fases minerales que constituyen un producto de construcción. Es una técnica adecuada para estudiar la estratigrafía de los revestimientos, pátinas y policromías, tanto su composición como su textura. Sirve también para conocer la porosidad (tamaño, forma y conectividad de accesos de los poros y fisuras) de los materiales.

POROSIMETRÍA

Cálculo del volumen poroso y de la distribución de tamaño de acceso de poros y fisuras mediante porosimetría de inyección de mercurio y adsorción de nitrógeno.

ENSAYOS HÍDRICOS

Determinan la porosidad accesible al agua, es decir, el volumen poroso o comunicado del material en sí mismo y con el exterior. Aunque existen gran número y variedad de ensayos, los más utilizados en la caracterización de rocas ornamentales y otros materiales de construcción son:

- Absorción de agua por inmersión total: saturación libre y forzada (bajo vacío).
- Absorción libre de agua.
- Succión capilar.
- Desorción libre de agua: secado.
- Permeabilidad al vapor de agua.

ENSAYOS MECÁNICOS

Permiten caracterizar los materiales desde el punto de vista de su respuesta a la deformación plástica, endurecimiento y resistencia a la fractura.

- Ensayos de resistencia mecánica a compresión, flexión y tracción.
- Ensayos de desgaste.
- Ensayos de dureza superficial.
- Ensayos de rotura por impacto.
- Adherencia (en el caso de morteros).

ENSAYOS DINÁMICOS

Consisten en la observación de la velocidad de propagación de ondas ultrasónicas en los materiales. Permiten evaluar el estado interno, fisuras, alteraciones, etc. de forma no destructiva.

GRANULOMETRÍA

Establece la distribución de tamaño de partículas de los áridos o materiales sólidos dispersos. Consiste en determinar la métrica de los elementos básicos que los forman separando el material en diferentes fracciones de partículas dentro de determinados límites y hallando el porcentaje que hay de cada uno. Este estudio se hace cribando a través de una serie de tamices normalizados. Para partículas más pequeñas, es necesario recurrir a la técnica láser.

Por tanto, analiza cualquier tipo de material en un rango comprendido entre 0.5 y 600 micras y permite evaluar la calidad de los áridos y las cales de forma acertada.

COLORIMETRÍA

Existe una necesidad de estandarizar y cuantificar el color para poder clasificarlo y reproducirlo. El procedimiento utilizado en su medida consiste sustancialmente en cuantificar, mediante colorímetro y espectrofotómetro, los valores de los parámetros cromáticos (a^* , b^* , L^* y otros).

ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO

Con este tipo de ensayos, las probetas de material son sometidas a diferentes ciclos de factores de deterioro para obtener información sobre el comportamiento que cada material presenta a la intemperie, pero en un periodo de tiempo más corto y bajo condiciones controladas. Se aplica a tratamientos de consolidación y protección, así como a morteros de nueva fabricación. Es conveniente utilizar también la Porosimetría de Inyección de Mercurio para conocer el valor absoluto de la porosidad, distribución y acceso de los poros, así como la variación de estos parámetros en los materiales después de someterlos a los diversos tratamientos.

El número y tipo de ensayos a realizar se decide dependiendo de las condiciones, la aplicación, el tipo de soporte, la función, etc. Ensayos de envejecimiento acelerado son:

- Hielo / deshielo.
- Humedad / Sequedad.
- Choque térmico.
- Niebla salina.
- Atmósfera de contaminación de distintos componentes.

TERMOGRAVIMETRÍA

A partir del calentamiento gradual y constante de un material en un horno, se obtienen respuestas que permiten su caracterización. En el caso de las calizas y cales, se puede determinar la cantidad de sustancias químicas que se desprenden a temperaturas concretas durante el calentamiento; entre ellas, el porcentaje de H₂O y CO₂, dato importante, por ejemplo, para cuantificar con exactitud el grado de carbonatación de morteros.

GC-MS - CROMATOGRAFÍA DE GASES

Es una técnica en la que la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatográfica. La elución se produce por el flujo de una fase móvil de gas inerte. La GC tiene dos importantes campos de aplicación: por una parte, permite separar mezclas orgánicas complejas, compuestos organometálicos y sistemas bioquímicos y, por otra, determinar cuantitativa y cualitativamente los componentes de una muestra.

En el caso de capas pictórica o dorados, constituye un método imprescindible para determinar la cronología de los diferentes estratos a través de su composición química.

ANÁLISIS DE ATAQUE DE INSECTOS XILÓFAGOS A LA MADERA

Con este ensayo, que requiere de un muestreo de la madera atacada, se determina el tipo de ataque que sufre, el insecto que lo produce, su periodo de actividad y el estado larvario o de latencia que presenta. Además, permite establecer el grado de afección estructural que presenta una pieza valorando los daños ocasionados en una estructura.

ANÁLISIS DE ATAQUE MICROBIOLÓGICO A LA MADERA

Este ensayo, al igual que el anterior, identifica las posibles colonias de hongos y bacterias presentes en una madera atacada determinando el grado de afección de la sección útil de una pieza.

C. TARIFAS INDICATIVAS DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS MINERALES

Para la realización de algunos ensayos se requiere la preparación de la muestra en el laboratorio y la disposición de láminas y probetas, según las técnicas de análisis y ensayos aplicables.

PROBETAS Y LÁMINAS

	PRECIO [2012-2013]
Probetas cilíndricas [máximo de 30 mm]	40 €
Probetas cúbicas [máximo de 50 mm]	40 €
Probetas prismáticas [máximo de 70 mm de altura]	40 €
Lámina delgada con cubreobjetos [28 x 46 mm]	15 €
Lámina delgada con cubreobjetos manual [28 x 46 mm]	35 €
Lámina delgada pulida [28 x 46 mm]	40 €
Lámina delgada cubre previamente consolidada [28 x 46 mm]	25 €
Molienda previa a tamaño <50 µm	20 €
Metalización de muestras	20 €
Muestra de bombardeo iónico	50 €

D. TARIFAS INDICATIVAS DE ANÁLISIS EN LABORATORIO

Listado orientativo de precios correspondiente a los ensayos más comunes en una obra de restauración.

ENSAYO	PREPARACIÓN	PRECIO
	MUESTRA	[2012-2013]
MO – MICROSCOPIA ÓPTICA	LD	150 €
DRX – DIFRACCIÓN DE RAYOS X	Molienda	150 €
FRX – FLUORESCENCIA DE RAYOS X	Molienda	150 €
SEM-EDX – MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO	LDP, molienda	150 €
POROSIMETRÍA	-	220 €
ENSAYOS HÍDRICOS	Probetas	400 €
ENSAYOS MECÁNICOS	Probetas	45 €/h
ENSAYOS DINÁMICOS	Probetas	45 €/h
GRANULOMETRÍA	-	150 €
COLORIMETRÍA	-	50 €
ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO	Probetas	540 €
TERMOGRAVIMETRÍA	Molienda	150 €
GC-MS – CROMATOGRAFÍA DE GASES	-	90 €
ANÁLISIS DE ATAQUE DE INSECTOS XILÓFAGOS A LA MADERA	-	110 €
ANÁLISIS DE ATAQUE MICROBIOLÓGICO A LA MADERA	-	110 €

D. ANEXO

Se adjunta la hoja de presupuesto de los ensayos específicos realizados en el Hospital Real con motivo de la Restauración de las cubiertas del Patio de los Inocentes y el Cimborio en 2011-2012. La suma de todos los ensayos realizados no supera el 1 % del PEM. En este caso se realizan numerosos análisis de piedra, mortero y ataque microbiológico de maderas, debido a las características particulares de los elementos objeto de intervención. Este ejemplo puede servir de pauta para enumerar y valorar detalladamente los ensayos en el proyecto, tales como la memoria y el pliego de condiciones, de forma que sea vinculante para el adjudicatario de la obra.

ENSAYOS ESPECÍFICOS VALORADOS - PATIO DE LOS INOCENTES. HOSPITAL REAL

UD.	ENSAYO	PARCIAL (€)	TOTAL (€)
Análisis de ataque microbiológico a la madera			
Toma de muestras de la madera atacada por unidad de cubierta. Análisis del tipo de ataque, identificación de los hongos y bacterias que lo producen y actividad del proceso. Grado de afección a la estructura de cubierta. Evaluación de los daños.			
9	AMB Ensayo a un elemento de madera	110,00	990,00
SUMA PARCIAL			990,00
Difracción de rayos X (DRX)			
Método del polvo cristalino desorientado. Determina la composición mineralógica de la matriz de los materiales que constituyen muros, revestimientos etc. Detecta la presencia de sales solubles que afectan negativamente a la conservación de los elementos constructivos. Esta técnica es resolutive para los diferentes materiales a utilizar durante la restauración: calidad e idoneidad de la cal, composición de los áridos, materiales inorgánicos como pigmentos u aglomerantes de cualquier tipo; en el caso de la analítica de arcillas es recomendable utilizar el método del agregado desorientado.			
32	ML50 Preparación de molienda previa <50 µm	20,00	640,00
32	DRX001 Estudio e interpretación de difractogramas de DRX. Análisis cuantitativo	150,00	4.800,00
SUMA PARCIAL			5.440,00
UD.	ENSAYO	PARCIAL (€)	TOTAL (€)
Microscopía óptica (MO)			
Es el método analítico más comúnmente utilizado en el reconocimiento de rocas, minerales y la mayoría de los materiales de obra, permitiendo además el análisis textural. Es un método que presenta rapidez y bajo coste operacional. Utilizado para caracterizar petrográfica y texturalmente los materiales de construcción. Además constituye una de las más importantes técnicas para la detección del grado de deterioro de las rocas y para controlar la ejecución y los resultados de las operaciones que se realizan durante los procesos de conservación y restauración.			
10	LD001 Preparación de lámina delgada con cubreobjetos (28x46 mm)	15,00	150,00
4	LD002 Preparación de lámina delgada cubreobjetos manual (28x46 mm)	35,00	140,00
2	LD003 Preparación de lámina delgada cubreobjetos consolidada (28x46 mm)	25,00	50,00
16	MO001 Interpretación crítica de resultados. Fotografías de microscopía óptica	150,00	2.400,00
SUMA PARCIAL			2.740,00
Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)			
El Microanálisis Puntual (EDX) proporciona información textural y permite identificar las fases minerales que constituyen un producto de construcción. Es una técnica adecuada para estudiar la estratigrafía de los revestimientos, pátinas y policromías, tanto en composición como textura. Sirve también para conocer la porosidad (tamaño, forma y conectividad de accesos de los poros y fisuras) de los materiales.			
3	ML50 Preparación de molienda previa <50 µm	20,00	60,00
3	LDP001 Lámina delgado-pulida (28x46 mm)	40,00	120,00
3	LDP002 Lámina delgado-pulida adel. man. (28x46 mm)	50,00	150,00
3	SEM001 Interpretación crítica de resultados. Fotografías de microscopía electrónica	150,00	450,00
SUMA PARCIAL			780,00
Porometría (PM)			
Cálculo del volumen poroso y de la distribución de tamaño de acceso de poros y fisuras mediante porometría de inyección de mercurio y adsorción de nitrógeno. Cálculo del área específica y densidad específica.			
3	ML Preparación de muestra / molienda	20,00	60,00
3	PM001 Interpretación crítica de resultados. Registro curva TG	220,00	660,00
SUMA PARCIAL			720,00
TOTAL			10.670,00 €
P.E.M		1.075.953,67	
1% P.E.M		10.759,54	

EL NÚMERO Y EL TIPO DE ENSAYOS PROPUESTOS ES APROXIMADO, PUDIENDO VARIAR SEGÚN LAS NECESIDADES DE LA OBRA. SIN SOBREPASAR EN NINGÚN CASO EL 1% DEL PEM

R09

Ficha de analítica. Microbiología

Madera del pabellón de cubierta P5, tirante 1. Faldón Norte. Catedral de Jaén

DATOS GENERALES

OBRA Restauración de las cubiertas de la Catedral de Jaén. Fase I

SITUACIÓN C/ Campanas, Jaén

CONTRATISTA TRYCSA

A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA 1B

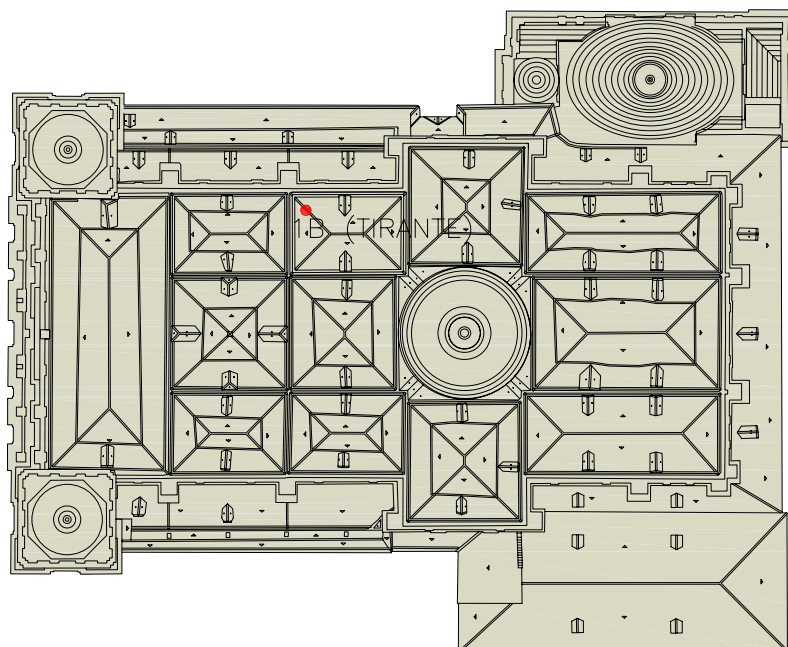
FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 2011/11/08

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Toma de superficie con cinta adhesiva (1Bf) e hisopo (1Bh) conforme al protocolo establecido de toma de muestras.

a) 1Bf. La cinta adhesiva con la muestra perteneciente al tirante deteriorado se deposita en una placa de Petri estéril para su posterior inoculación en los medios de cultivo adecuados.

b) 1Bh. El hisopo con una muestra de idénticas características que en el caso anterior se coloca en un tubo estéril para su ulterior inoculación en los medios de cultivo adecuados.

SITUACIÓN Zona A. Centro extremo Terminal del tirante 1, cubierta 5



Emplazamiento de la muestra. Planta de cubiertas. Catedral de Jaén.

FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA

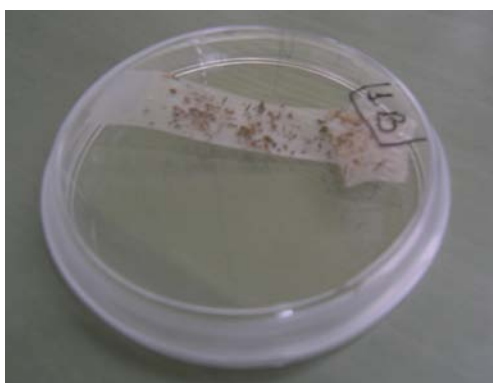


Imagen de la superficie objeto de análisis y muestras adecuadamente preparadas.

B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Departamento de Microbiología de la Universidad de Granada

FECHA DEL INFORME Marzo de 2012

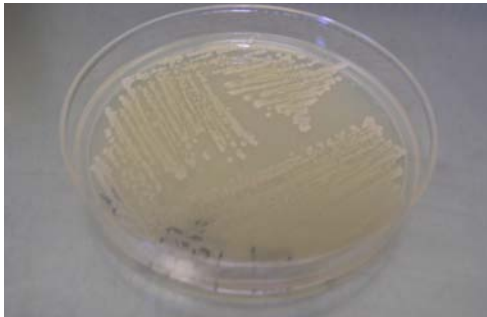
ANALÍTICA REALIZADA 1Bf

Siembra por deposición de la cinta adhesiva en medios de cultivo para el crecimiento de bacterias (TSA) y hongos (Agar patata y medio Basidiomicetos). Análisis macroscópico de las colonias aparecidas en dichos medios y observación microscópica de los microorganismos aislados para su identificación fenotípica.

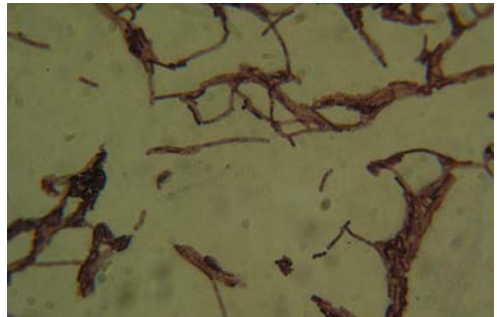
INFORME 1Bf

Colonias bacterianas aparecidas en medio TSA

Observación Macroscópica de colonias bacterianas



Observación microscópica con tinción de Gram (100X)



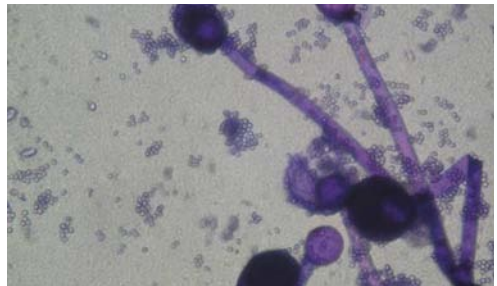
Bacteria 1: BACILO GRAM POSITIVO muy mucoso (Bacillus)

Colonias de hongos crecidas en Agar patata

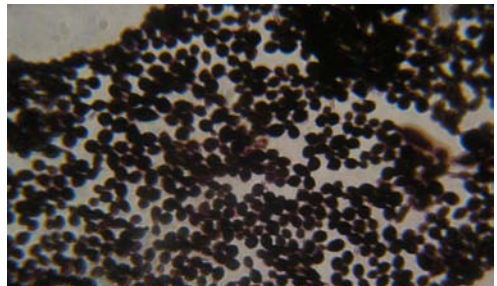
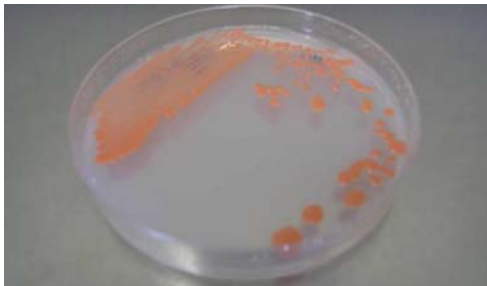
Observación Macroscópica de colonia de hongo



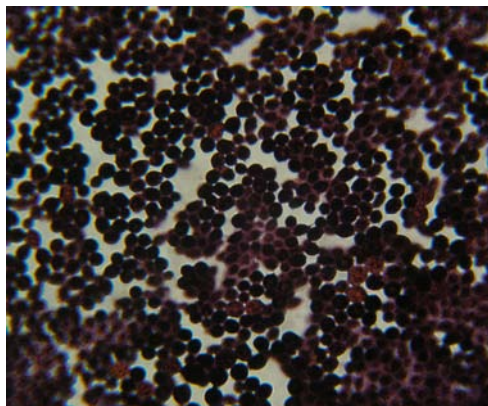
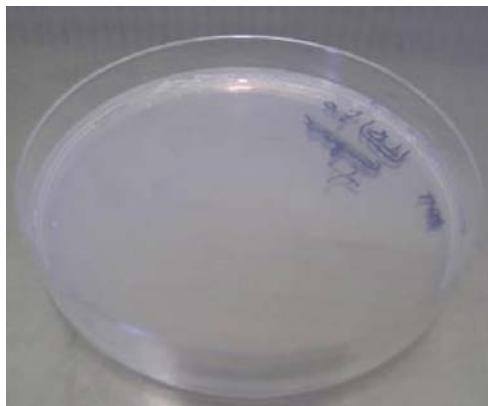
Observación microscópica (Tinción con Azul Metileno): Hifas, esporas, esporangióforos (40X)



Hongo 1: HONGO FILAMENTOSO ZIGOMYCETO (Mucor)



Hongo 2: LEVADURA (HONGO ASCOMYCETO UNICELULAR)



Hongo 3: LEVADURA (HONGO ASCOMYCETO UNICELULAR)

ANALÍTICA REALIZADA 1Bh

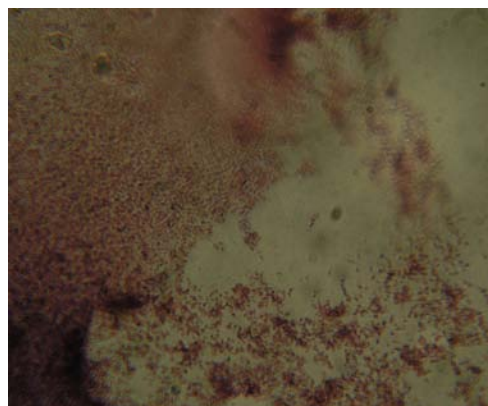
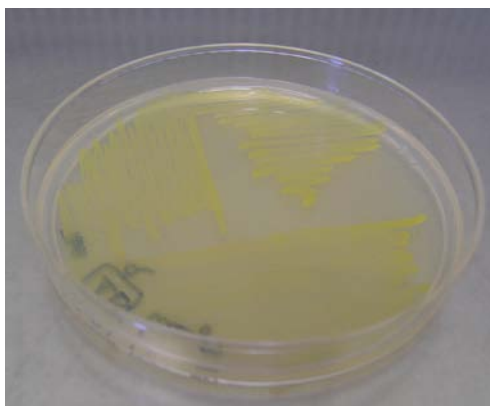
Siembra en estría con el hisopo en medios de cultivo para el crecimiento de bacterias (TSA) y hongos (Agar patata y medio de Basidiomicetos). Análisis macroscópico de las colonias aparecidas en dichos medios y observación microscópica de los microorganismos aislados para su identificación fenotípica.

INFORME 1Bh

Colonias bacterianas aparecidas en medio TSA

Observación Macroscópica de colonias bacterianas

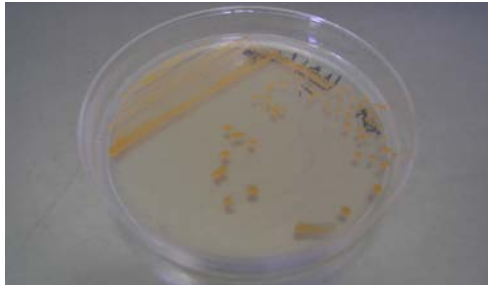
Observación microscópica con tinción de Gram (100X)



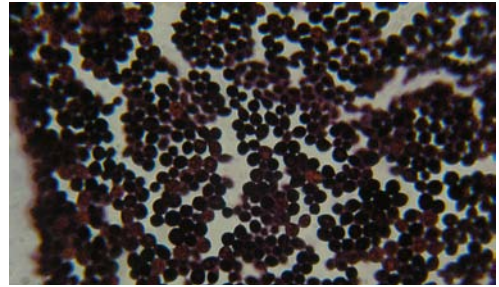
Bacteria 1: BACILO GRAM POSITIVO CAPSULADO

Colonias de hongos crecidas en MB

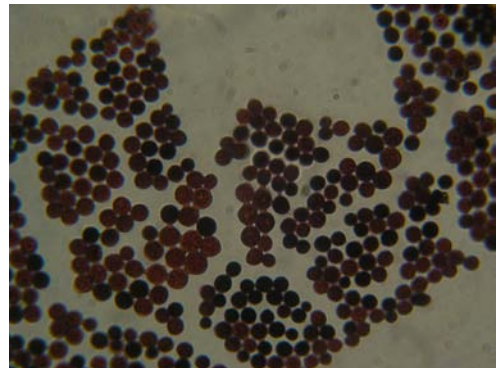
Observación Macroscópica de colonia de hongo



Observación microscópica (Tinción con Azul Metileno): Hifas, esporas, esporangióforos (40X)



Hongo 1: LEVADURA (HONGO ASCOMYCETO UNICELULAR)



Hongo 2: LEVADURA (HONGO ASCOMYCETO UNICELULAR)

C. CONCLUSIONES

En esta muestra se han aislado bacilos Gram positivo del género *Bacillus*, formador de endosporas y abundantes colonias del hongo filamentoso *Zigomyceto Mucor*. Igualmente, han aparecido gran número de levaduras. En esta sección de la madera no se han aislado los hongos más frecuentes causantes de la pudrición, pero el aspecto de la madera evidencia que episodios de este tipo han tenido lugar anteriormente. La abundante presencia de levaduras corrobora este hecho, ya que suelen acompañar a los hongos cuando las condiciones de humedad son favorables.

R09

Ficha de analítica. Microbiología

Madera. Zona colindante con la iglesia del Sagrario, par 14. Catedral de Jaén

DATOS GENERALES

OBRA Restauración de las cubiertas de la Catedral de Jaén. Fase I

SITUACIÓN C/ Campanas, Jaén

CONTRATISTA TRYCSA

A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA 2F

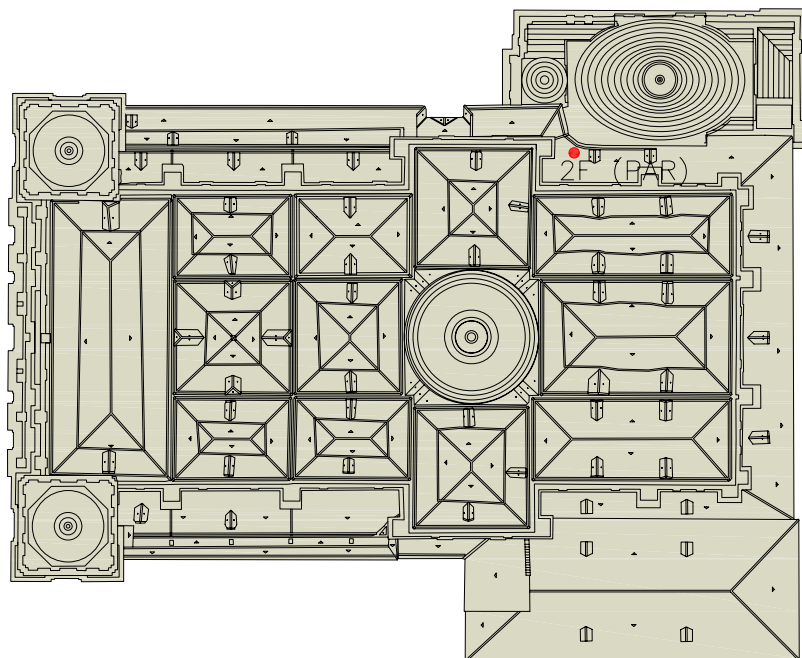
FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 2011/11/08

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Toma de superficie con cinta adhesiva (2Ff) e hisopo (2Fh) conforme al protocolo establecido de toma de muestras.

a) 2Ff. La cinta adhesiva con la muestra de la madera se deposita en una placa de Petri estéril para su posterior inoculación en los medios de cultivo adecuados.

b) 2Fh. El hisopo con una muestra de idénticas características que en el caso anterior se coloca en un tubo estéril para su ulterior inoculación en los medios de cultivo adecuados.

SITUACIÓN Zona B. Colindante con la iglesia del Sagrario, par 14.



Emplazamiento de la muestra. Planta de cubiertas. Catedral de Jaén

FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA



Imagen de la superficie objeto de análisis y muestras adecuadamente preparadas.

B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Departamento de Microbiología de la Universidad de Granada

FECHA DEL INFORME Marzo de 2012

ANALÍTICA REALIZADA 2Ff

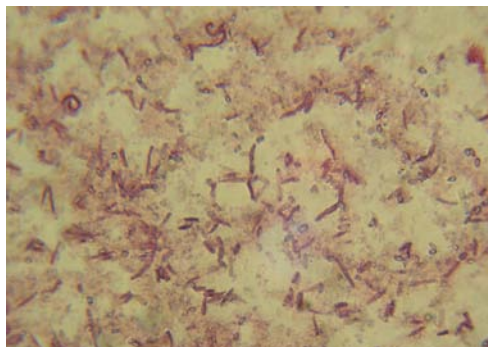
Siembra por deposición de la cinta adhesiva en medios de cultivo para el crecimiento de bacterias (TSA) y hongos (Agar patata y medio Basidiomicetos). Análisis macroscópico de las colonias aparecidas en los medios de cultivo y observación microscópica de los microorganismos aislados para su identificación fenotípica.

INFORME 2Ff*Colonias bacterianas aparecidas en medio TSA*

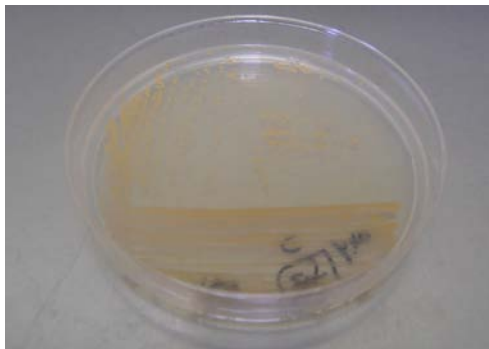
Observación Macroscópica de colonias bacterianas



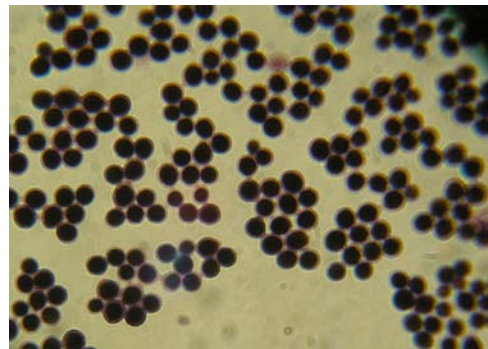
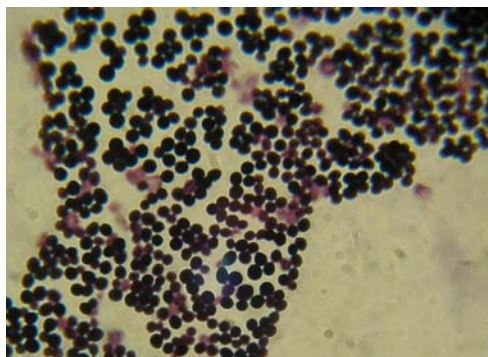
Observación microscópica con tinción de Gram (100X)

**Bacteria 1: BACILOS GRAM POSITIVOS MUCOSOS (Bacillus)***Colonias de hongos crecidas en Agar patata / MB*

Observación Macroscópica de colonia de hongo

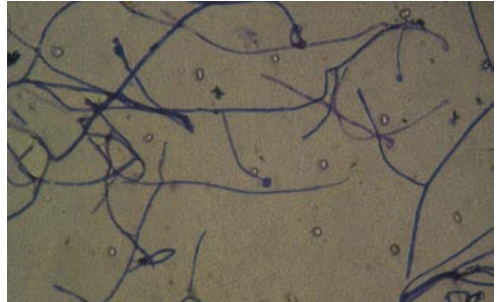


Observación microscópica (Tinción con Azul Metileno): Hifas, esporas, esporangióforos (40X)

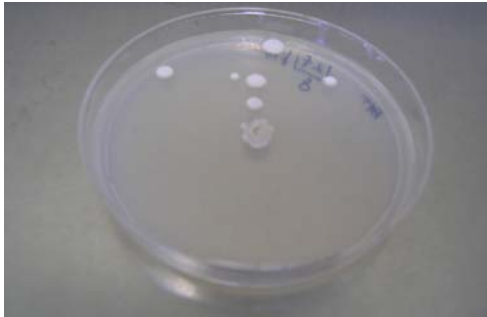
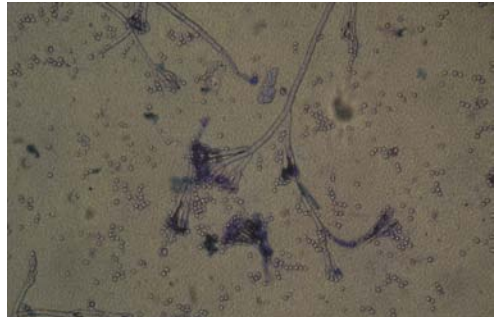
**Hongo 1: LEVADURA. HONGO UNICELULAR ASCOMYCETO****Hongo 2: LEVADURA. HONGO UNICELULAR ASCOMYCETO**



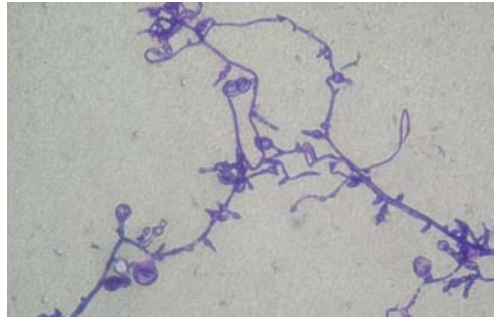
Hongo 3: HONGO FILAMENTOSO



Hongo 4: HONGO FILAMENTOSO ASCOMYCETO (*Penicillium*) MB



Hongo 5: HONGO NO IDENTIFICADO



Hongo 6: HONGO NO IDENTIFICADO



ANALÍTICA REALIZADA 2Fh

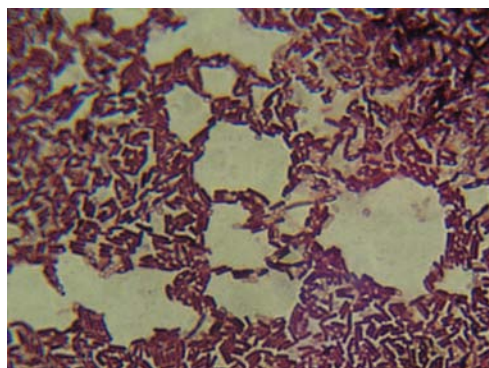
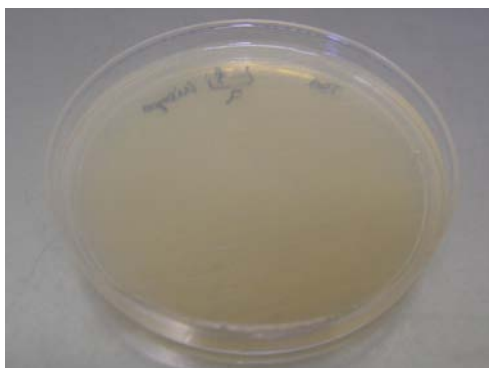
Siembra en estría con el hisopo en medios de cultivo para el crecimiento de bacterias (TSA) y hongos (Agar patata y medio de Basidiomicetos). Análisis macroscópico de las colonias aparecidas en los medios de cultivo y observación microscópica de los microorganismos aislados para su identificación fenotípica.

INFORME 2Fh

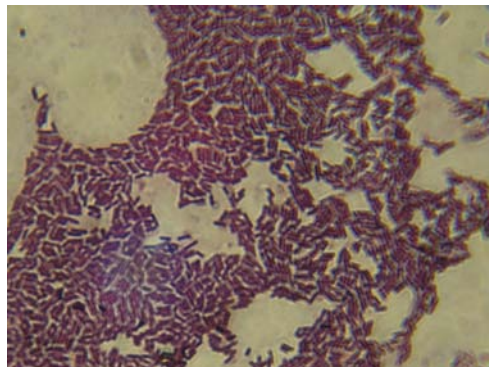
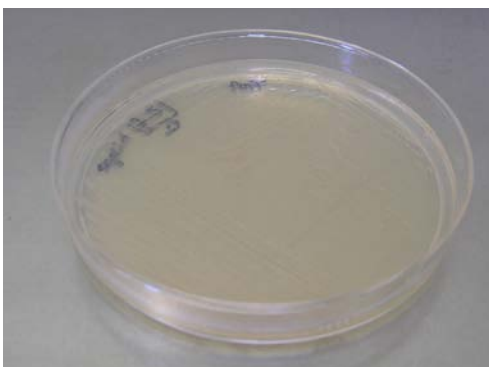
Colonias bacterianas aparecidas en medio TSA

Observación Macroscópica de colonias bacterianas

Observación microscópica con tinción de Gram (100X)



Bacteria 1: BACILOS GRAM POSITIVOS (*Bacillus*)



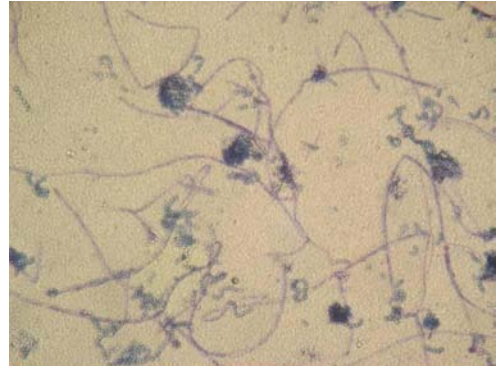
Bacteria 2: BACILOS GRAM POSITIVOS (*Bacillus*)

Colonias de hongos crecidas en Agar patata

Observación Macroscópica de colonia de hongo



Observación microscópica (Tinción con Azul Metileno): Hifas, esporas, esporangióforos (40X)



Hongo 1: HONGO FILAMENTOSO (*Penicillium*)

CONCLUSIONES

En las tomas de estas muestras con cinta adhesiva e hisopo, se han aislado bacilos Gram positivos formadores de endosporas, levaduras, hongos Ascomycetos del género *Penicillium* y otros de tipo filamentoso, todos ellos característicos de afecciones por pudrición blanda. Por tanto, son responsables, junto con las condiciones ambientales, del deterioro que presenta la pieza de madera.

R09

Ficha de analítica. Microbiología

Madera de la estructura de tronera. Catedral de Jaén

DATOS GENERALES

OBRA Restauración de las cubiertas de la Catedral de Jaén. Fase I

SITUACIÓN C/ Campanas, Jaén

CONTRATISTA TRYCSA

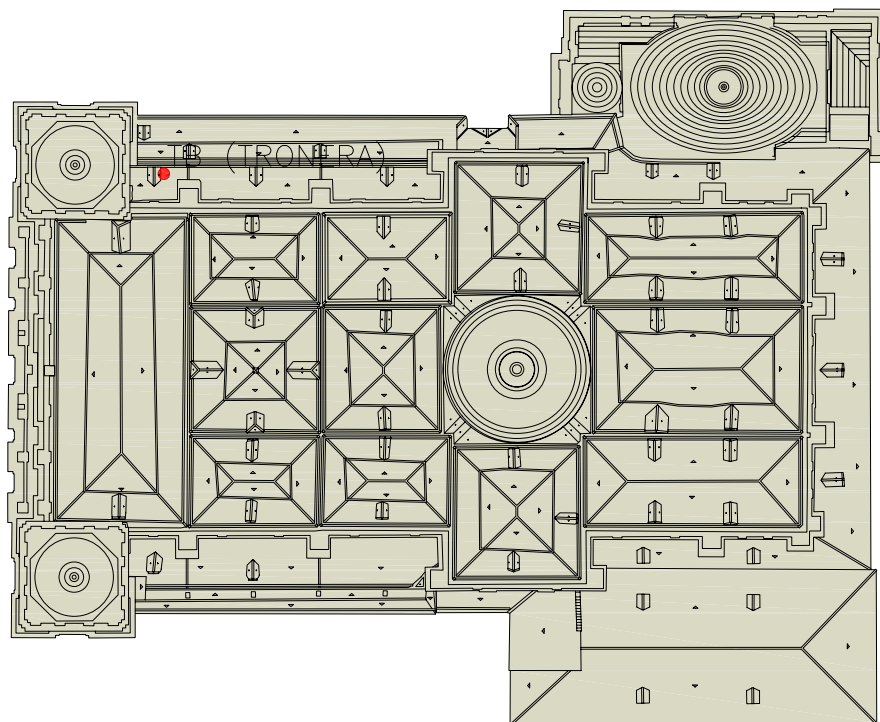
A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA TB

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 2011/05/20

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Siguiendo las instrucciones del protocolo de toma de muestras, se toman pequeños fragmentos de madera con la ayuda de pinzas estériles, y se depositan en tubos eppendorf. Posteriormente, se introducen en placas de Petri con los medios de cultivo adecuados.

SITUACIÓN Zona B. Fragmento de madera de la estructura de tronera B



Emplazamiento de la muestra. Planta de cubiertas. Catedral de Jaén.

FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA



B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Departamento de Microbiología de la Universidad de Granada

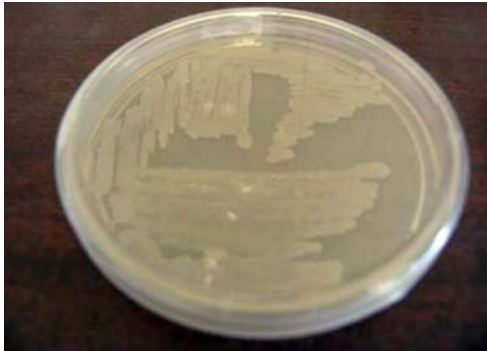
FECHA DEL INFORME Octubre de 2011

ANALÍTICA REALIZADA Siembra por deposición de un fragmento interior de la madera en medios de cultivo para el crecimiento de bacterias (TSA) y hongos (Agar patata y medio Basidiomicetos). Análisis macroscópico de las colonias aparecidas en dichos medios y observación microscópica de los microorganismos aislados para su identificación fenotípica.

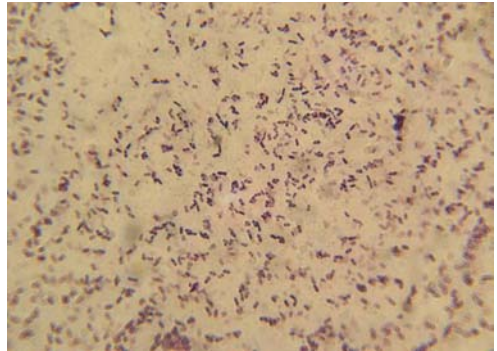
INFORME

Colonias bacterianas aparecidas en medio TSA

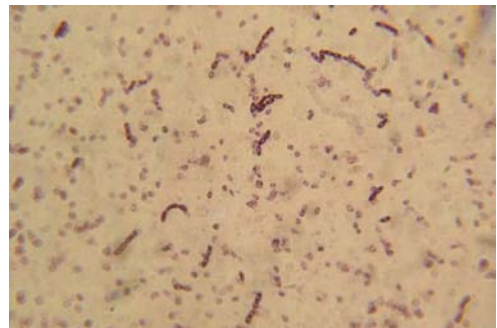
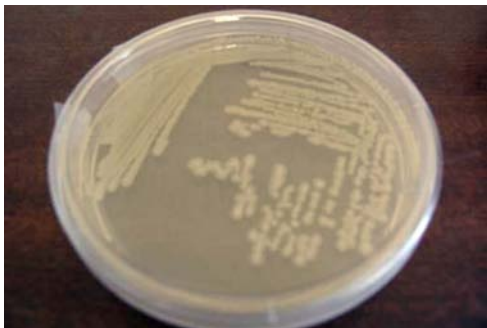
Observación Macroscópica de colonias bacterianas



Observación microscópica con tinción de Gram (100X)



Bacteria 1: BACILO GRAM POSITIVO ESPORULADO



Bacteria 2: BACILO GRAM POSITIVO ESPORULADO

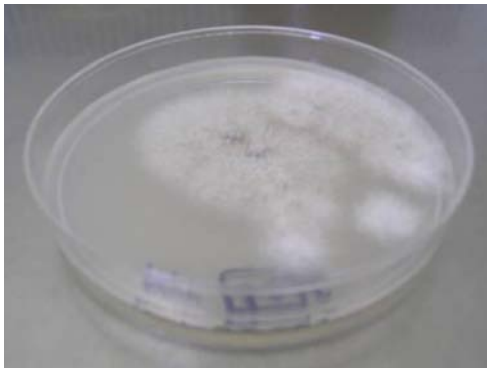
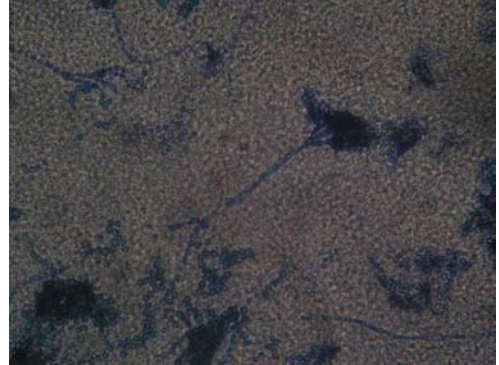
Colonias de hongos crecidas en Agar patata

Observación Macroscópica de colonia de hongo

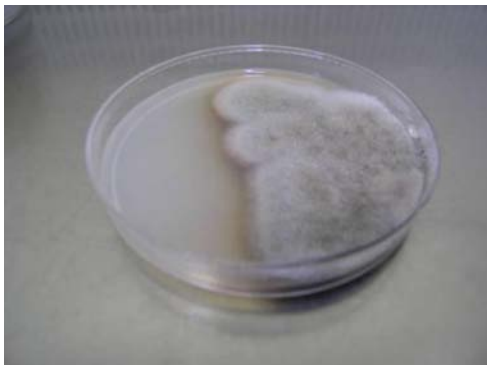


Hongo 1. Hongo filamentoso ASCOMYCETO (*Penicillium*)

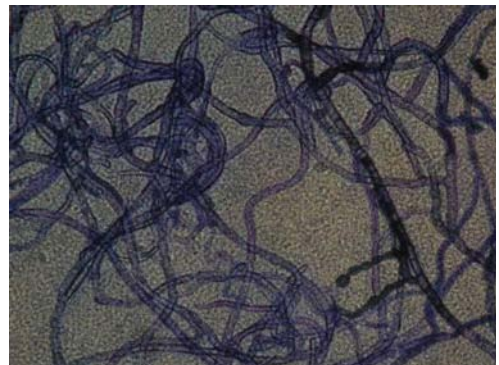
Observación microscópica (Tinción con Azul Metileno): Hifas, esporas, esporangióforos (40X)

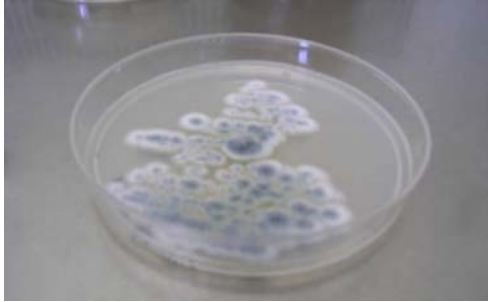


Hongo 2: Hongo filamentososo

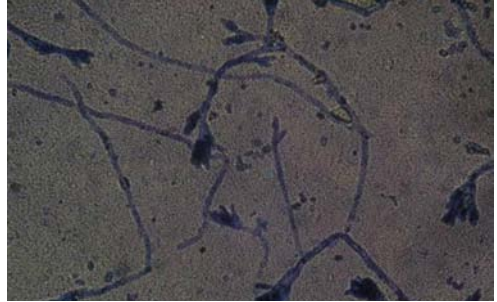


Hongo 3: Hongo filamentososo

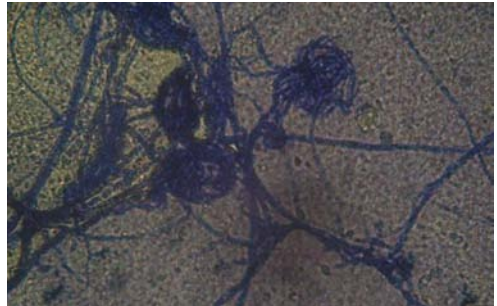




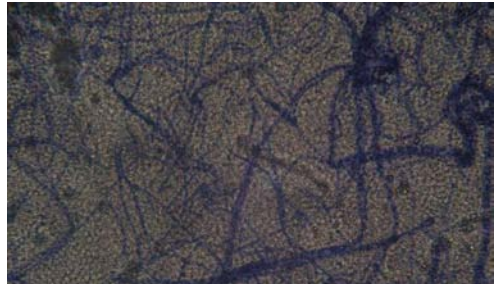
Hongo 4: Hongo filamentoso ASCOMYCETO (*Penicillium*)



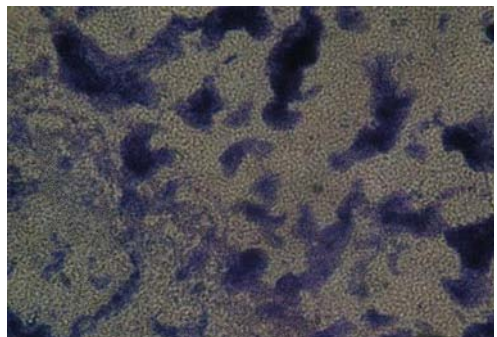
Hongo 5: Hongo filamentoso ASCOMYCETO

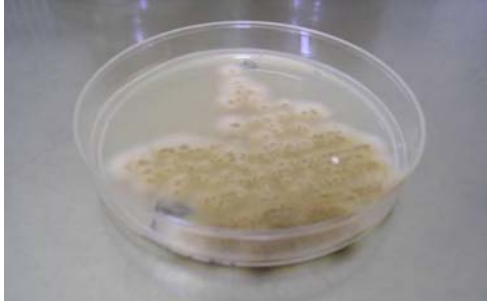


Hongo 6: Hongo filamentoso ASCOMYCETO

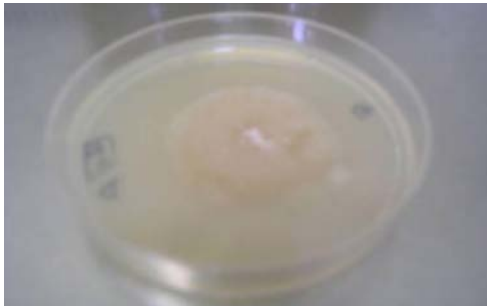
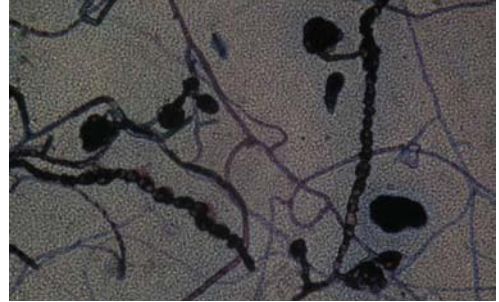


Hongo 7: Hongo filamentoso ASCOMYCETO





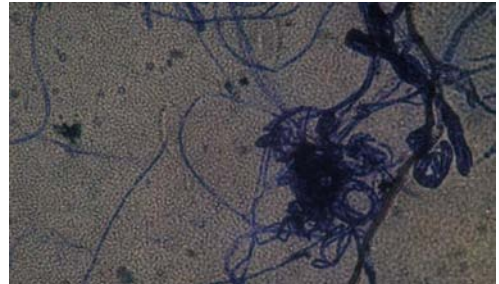
Hongo 8: Hongo filamentoso ASCOMYCETO (*compatible con Aureobasidium*)



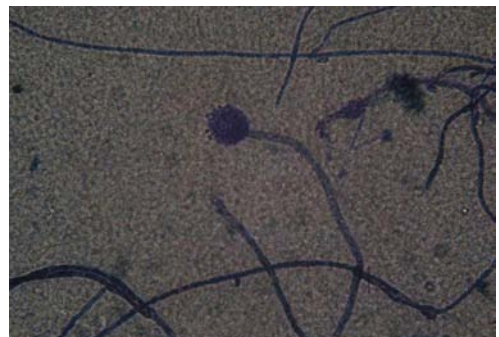
Hongo 9: Hongo filamentoso ASCOMYCETO

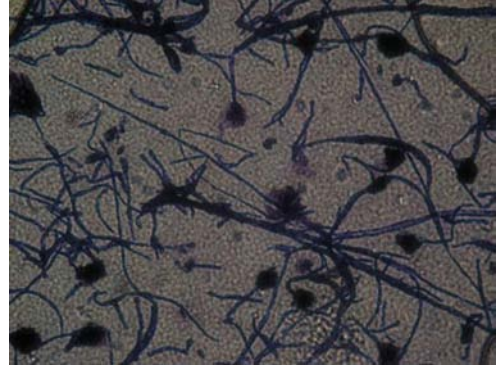


Hongo 10: Hongo filamentoso ASCOMYCETO



Hongo 11: Hongo filamentoso ASCOMYCETO





Hongo 12: Hongo filamentoso ASCOMYCETO (*Aspergillus*)

C. CONCLUSIONES

Aparecen en la muestra Bacilos Gram positivos esporulados y gran variedad de hongos filamentosos Ascomycetos, entre ellos *Penicillium* y *Aspergillus*, muy frecuentes en hábitats sometidos a altos niveles de humedad y elevadas temperaturas. Todos ellos son responsables de la pudrición blanda. El *Aureobasidium* produce el manchado azul de la madera.

No se han encontrado Basidiomicetos.

R09

Ficha de analítica. Microbiología

Madera. Zona colindante con la iglesia del Sagrario, tabla 7. Catedral de Jaén

DATOS GENERALES

OBRA Restauración de las cubiertas de la Catedral de Jaén. Fase I

SITUACIÓN C/ Campanas, Jaén

CONTRATISTA TRYCSA

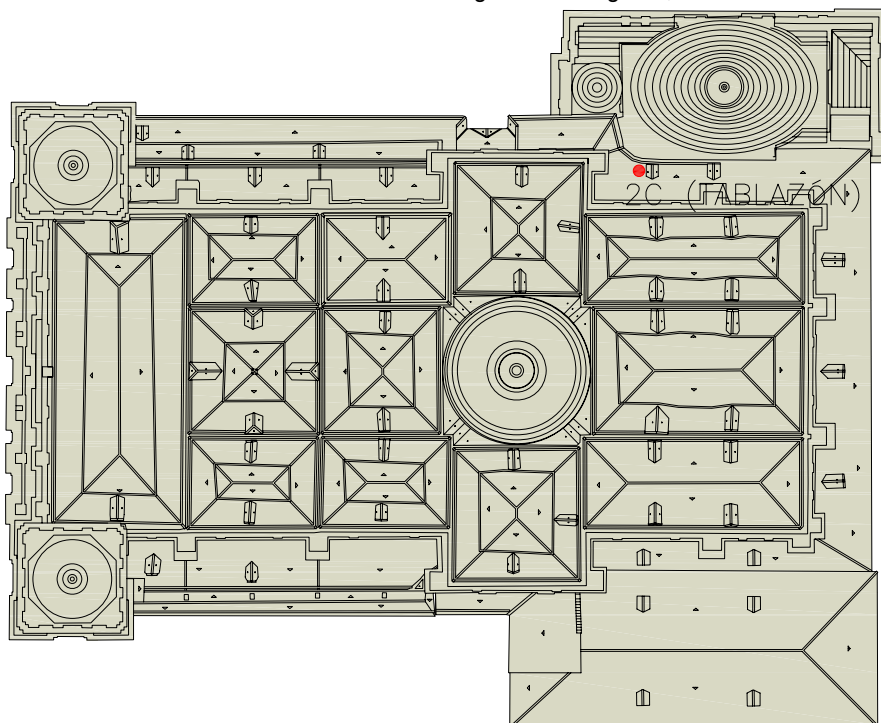
A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA 2C

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 2011/11/08

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Siguiendo las instrucciones del protocolo de toma de muestras, se toman pequeños fragmentos de madera con la ayuda de pinzas estériles, y se depositan en tubos eppendorf. Posteriormente, se introducen en placas de Petri con los medios de cultivo adecuados.

SITUACIÓN Zona B. Zona colindante con la iglesia del Sagrario, tabla 7.



Emplazamiento de la muestra. Planta de cubiertas. Catedral de Jaén.

FOTOGRAFÍAS DE LA MUESTRA



Vista inferior de la tablazón objeto de análisis e imagen de la muestra en placa de Petri.

B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Departamento de Microbiología de la Universidad de Granada

FECHA DEL INFORME Marzo de 2012

ANALÍTICA REALIZADA

Siembra por deposición de un fragmento de la madera en medios de cultivo para el crecimiento de bacterias (TSA) y hongos (Agar patata y medio Basidiomicetos). Análisis macroscópico de las colonias aparecidas en dichos medios y observación microscópica de los microorganismos aislados para su identificación fenotípica.

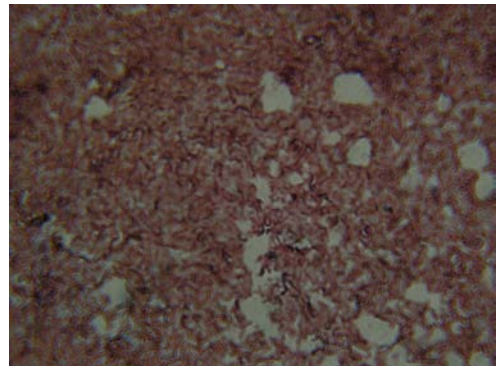
INFORME

Colonias bacterianas aparecidas en medio TSA

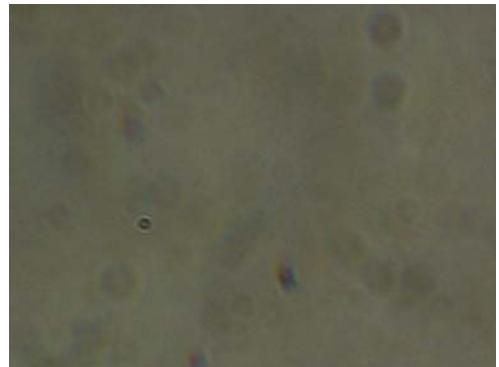
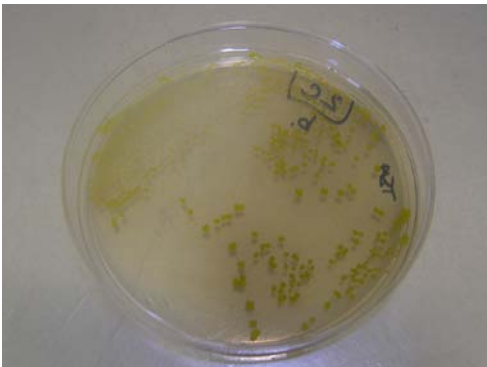
Observación Macroscópica de colonias bacterianas



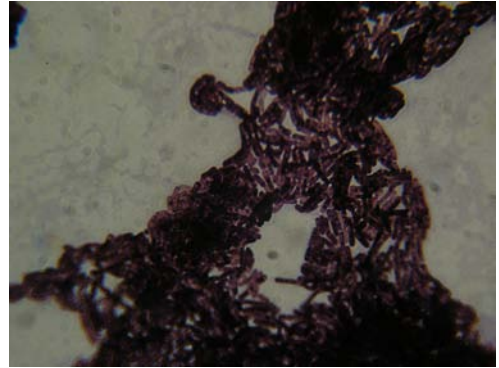
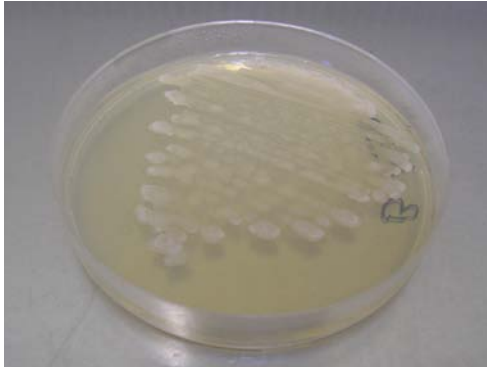
Observación microscópica con tinción de Gram (100X)



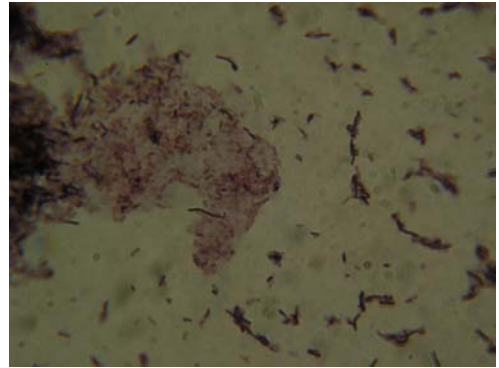
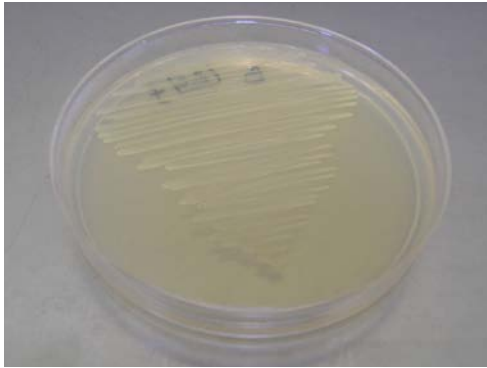
BACTERIA 1: BACILO GRAM POSITIVO (*Bacillus*)



BACTERIA 2: BACILO GRAM POSITIVO



BACTERIA 3: BACILO GRAM POSITIVO (*Bacillus licheniformis*)



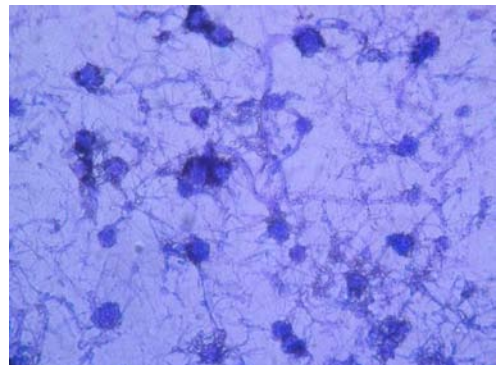
BACTERIA 4: BACILO GRAM POSITIVO muy mucoso (*Bacillus*)

Colonias de hongos crecidas en Agar patata / MB

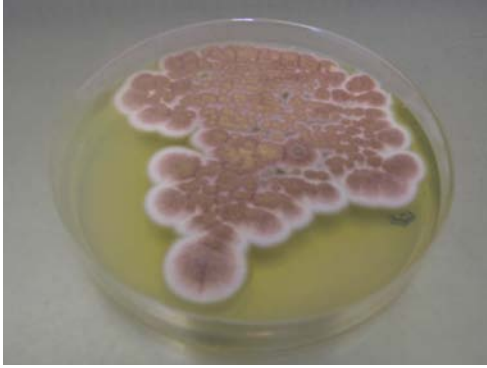
Observación Macroscópica de colonia de hongo

Observación microscópica (Tinción con Azul Metileno): Hifas, esporas, esporangióforos (40X)

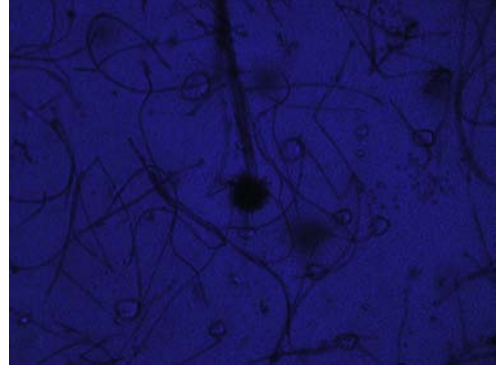
248



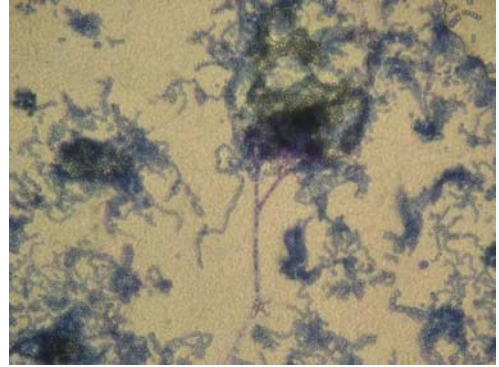
Hongo 1: HONGO FILAMENTOSO MB



Hongo 2: HONGO FILAMENTOSO ASCOMYCETO (*Aspergillus*) / MB

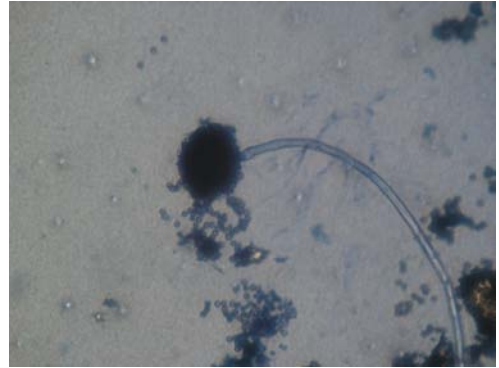


Hongo 3: HONGO FILAMENTOSO ASCOMYCETO (compatible con *Penicillium*)

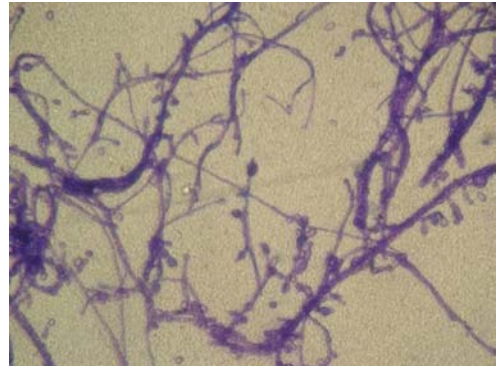


Hongo 4: HONGO FILAMENTOSO MB





Hongo 5 : HONGO FILAMENTOSO ASCOMYCETO (*Aspergillus*)



Hongo 6: HONGO FILAMENTOSO

C. CONCLUSIONES

En esta muestra se han aislado varias especies de bacilos Gram positivos formadores de endosporas, hongos Ascomycetos de los géneros *Penicillium*, y *Aspergillus* y otros de tipo filamentoso, algunos crecidos en MB. Estos últimos ocasionan pudrición blanda. El aspecto astillado de la madera evidencia la presencia de estos microorganismos que, junto con las condiciones ambientales, son responsables de su deterioro.

R09

Ficha de analítica. Madera estructural

Par cubierta lateral. Catedral de Jaén

DATOS GENERALES

OBRA Restauración de las cubiertas de la Catedral de Jaén. Fase I

SITUACIÓN C/ Campanas, Jaén

CONTRATISTA TRYCSA

A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA NA 1221/11

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 2011/10/20

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Par cubierta lateral. Madera laminada de Maderas Moral

SITUACIÓN Material a introducir en obra

FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA No se adjunta

B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Controlex

FECHA DEL INFORME 2011/12/10

ANALÍTICA REALIZADA Determinación de humedad / Densidad / Resistencia a flexión axial
INFORME

ENSAYO REALIZADO	RESULTADO			
Determinación de la Humedad UNE EN 408/11	Contenido en humedad H (%)			
	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Media
	5.13	5.07	5.10	5.10
Densidad. UNE EN 408/11	Kg/m ³			
	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Media
	458	460	456	458
Resistencia a la Flexión axial UNE EN 408/11	N/mm ²			
	Probeta nº 1	Probeta nº 2	Probeta nº 3	Media
	43.75	45.25	42.71	43.90

C. CONCLUSIONES

El material ensayado es APTO.

R02

Ficha de analítica. Mortero antiguo

Mortero antiguo de forjado. Catedral de Jaén

DATOS GENERALES

OBRA Restauración de las cubiertas de la Catedral de Jaén. Fase I

SITUACIÓN C/ Campanas, Jaén

CONTRATISTA TRYCSA

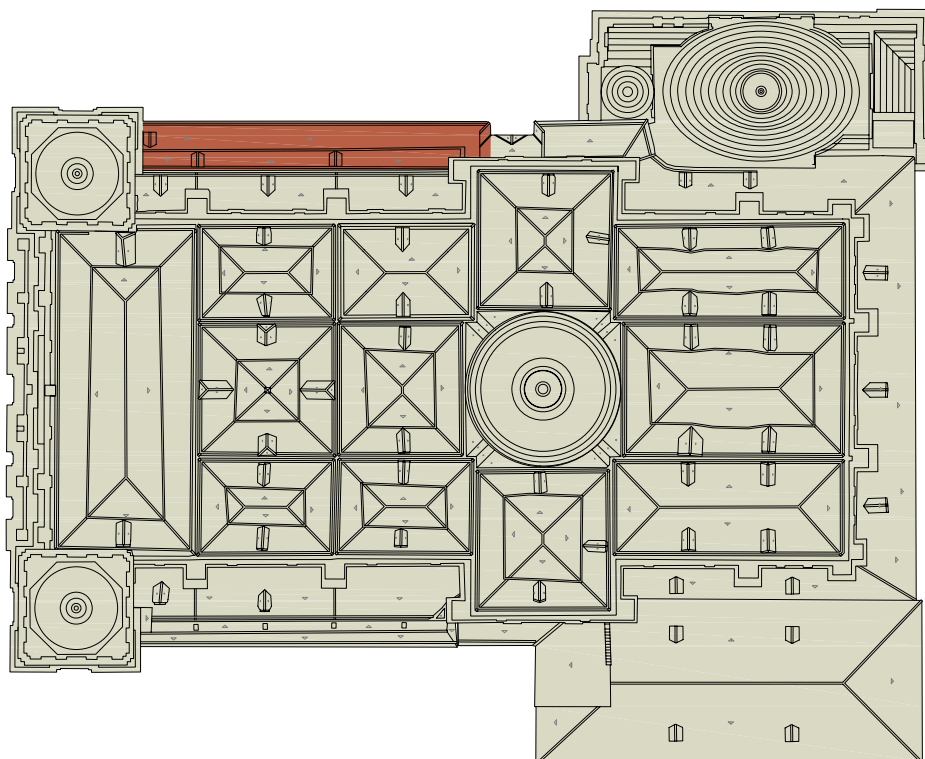
A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA CAT JAÉN 2

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 2011/12/09

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Mortero de forjado formado por tirantes de madera y bovedilla de escayola para crear un techo plano de cierre de los espacios bajo cubierta

SITUACIÓN Cubierta lateral de la calle Campanas



FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA



B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Grupo de Investigación “Estudio y conservación de materiales de construcción del patrimonio arquitectónico”, Universidad de Granada

FECHA DEL INFORME Diciembre de 2011

ANALÍTICA REALIZADA Examen con microscopio óptico (MO); difractograma de rayos X (DRX) y LD

INFORME

Macroscópicamente la muestra es de color gris y presenta una capa superficial blanca de 3 mm de grosor. En la parte gris se observan granos redondeados, de tamaño variable, que constituyen el árido del mortero. El material objeto de examen no parece ser muy resistente.

Difracción de rayos x

Se lleva a cabo en toda la pieza. Mediante esta técnica, se observa como la composición de las dos porciones es casi idéntica. En ambos difractogramas se identifica el yeso como fase mineral principal y cantidades muy bajas de cuarzo, calcita y anhidrita, esta última probablemente procedente de la deshidratación del yeso. Asimismo, se detectan trazas de clorita en ambas muestras, aunque son ligeramente más abundantes en la parte gris. No existen evidencias de que fases minerales hayan contribuido al desarrollo de un color más oscuro en una de las dos porciones analizadas (parte interna).

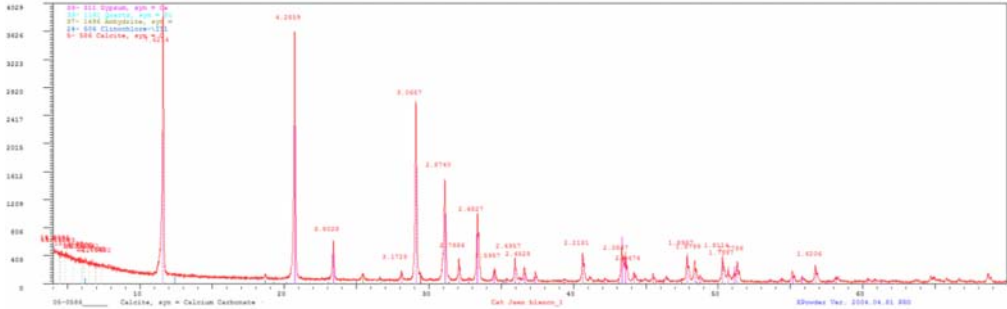


Figura 1. Difractograma de la muestra “Catedral de Jaén blanco”.

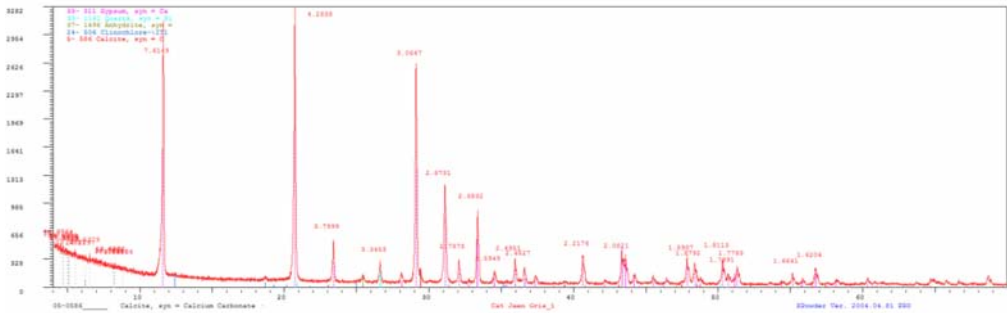
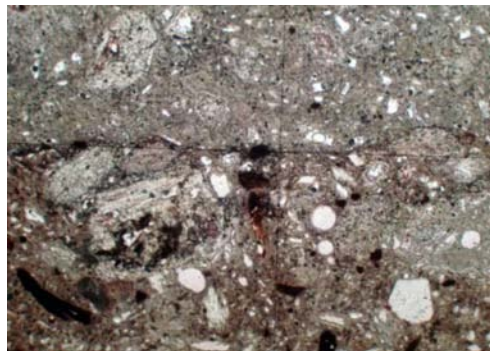
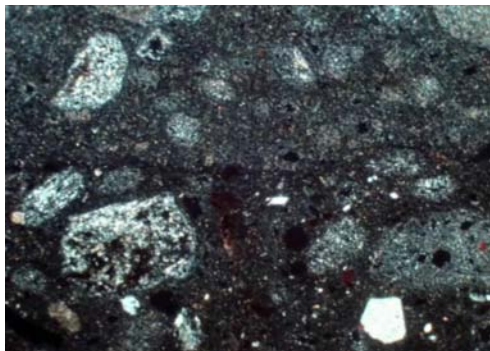


Figura 2. Difractograma de la muestra “Catedral de Jaén gris”.

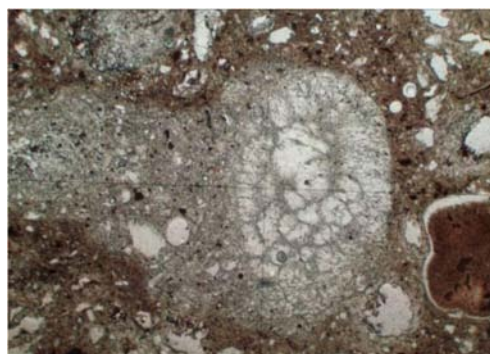
Microscopía óptica de polarización

El análisis realizado empleando un microscopio óptico confirma que el mortero se compone mayoritariamente de yeso. Esta fase mineral constituye el árido y el aglomerante de la muestra. Los granos de yeso tienen forma redondeada y, en algunos casos, alcanzan cierto grado cristalino. Es el caso de los incoloros con un solo polarizador que alcanzan el blanco–amarillo del orden. Además del yeso, el árido se compone de algunos granos de cuarzo con morfología angular y presenta, en nicols cruzados, extinción ondulante, lo que evidencia su origen metamórfico. Más escasa aún, resulta la presencia de carbonatos de composición calcítica. Los granos de árido no son abundantes, ni están en contacto, sino que se encuentran rodeados por una matriz (aglomerante) compuesta por yeso. En dicha matriz se observan algunas partículas opacas, de tamaño pequeño, que son probablemente las responsables del color gris del mortero. No es posible identificar su composición. La unión árido–aglomerante es buena, sin aparentes fisuras de retracción. Los poros presentan morfología redonda y tamaño variable. La conjunción entre este mortero y la capa superficial de revoco es prácticamente continua, ya que en un solo punto de la lámina se observa un poro alargado entre las dos capas de morteros. Una burbuja de aire quedó atrapada al aplicar el revoco. La matriz de este último es más blanca que la del mortero subyacente y no se observan en ella granos opacos ni de cuarzo; por el contrario, si se distinguen los de yeso.

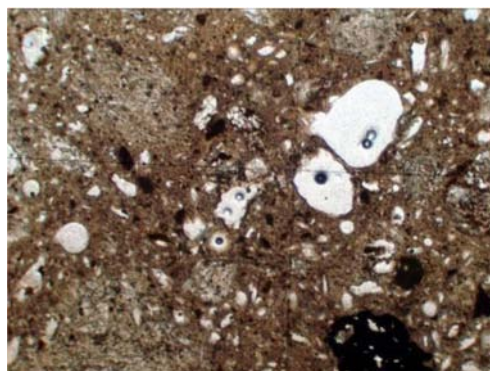
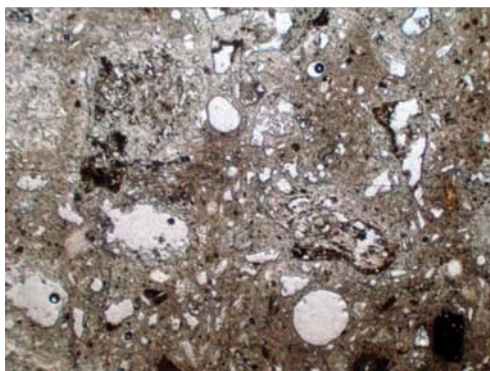
A continuación se presentan algunas imágenes de microscopía óptica de la muestra CAT JAÉN 2.



Imágenes generales con dos polarizadores (izquierda) y un polarizador (derecha). En la muestra se distingue la parte superior más clara que corresponde al revoco aplicado sobre el mortero. El árido se compone mayoritariamente por yeso, aunque ocasionalmente se observan también cristales de cuarzo (cristal de color blanco abajo a la derecha).



Imágenes con dos polarizadores (izquierda) y un polarizador (derecha) de un grano de yeso, el árido más común en este mortero.



Dos imágenes con un solo polarizador. Se pueden apreciar los poros de forma redondeada, así como la presencia de partículas de color opaco que probablemente son las que confieren el color gris al mortero.

C. CONCLUSIONES

El análisis realizado empleando un microscopio óptico ratifica que el mortero se compone mayoritariamente de yeso. Esta fase mineral constituye el árido y el aglomerante de la muestra. La unión árido-aglomerante es óptima, sin fisuras de retracción aparentes. Los poros presentan morfología redonda y tamaño variable. La unión entre este mortero y la capa superficial de revoco es prácticamente continua.

El material puede ser clasificado como un mortero grueso de yeso, posiblemente empleado para guarnecidos, sobre el cual ha sido aplicado un revoco de yeso.

RO7

Ficha de analítica. Árido

Arena de la Imora. Catedral de Jaén

DATOS GENERALES

OBRA Restauración de las cubiertas de la Catedral de Jaén. Fase I

SITUACIÓN C/ Campanas, Jaén

CONTRATISTA TRYCSA

A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA CAT JAÉN 1

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 2011/09/22

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Árido, granulometría de arena

SITUACIÓN Material a introducir en obra

FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA No se adjunta

B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Grupo de Investigación "Estudio y conservación de materiales de construcción del patrimonio arquitectónico", Universidad de Granada

FECHA DEL INFORME Septiembre de 2011

ANÁLITICA REALIZADA Examen con difractograma de rayos X (DRX)

INFORME

Mediante DRX se ha identificado dolomita e indicios de calcita. Se trata de un árido dolomítico.

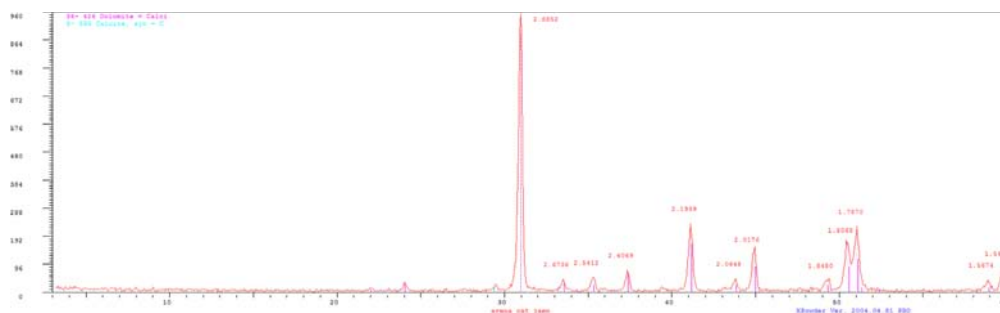


Figura 1. Difractograma de la muestra "Catedral de Jaen 1"

C. CONCLUSIONES

Como el material requerido es un árido calcítico y el análisis da como resultado otro de tipo dolomítico, se procede a rechazar el material.

Ficha de analítica. Ladrillos

Ensayo de ladrillos. Catedral de Jaén

DATOS GENERALES

OBRA Restauración de las cubiertas de la Catedral de Jaén. Fase I

SITUACIÓN C/ Campanas, Jaén

CONTRATISTA TRYCSA

A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA 2726/11

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 2011/10/20

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA 10 unidades. Pieza de arcilla cocida. Tipo HD, maciza, según UNE-EN 771-1

SITUACIÓN Material a introducir en obra

FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA No se adjunta

B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Controlex

FECHA DEL INFORME 2011/11/07

ANALÍTICA REALIZADA Determinación de las dimensiones y resistencia de las piezas de fábrica de albañilería a la compresión, y tasa de absorción de agua de las realizadas en arcilla cocida, entre otros aspectos.

INFORME

DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES PARA PIEZAS DE FÁBRICA DE ALBAÑILERIA	EN 772-16:2000
---	----------------

Ladrillo n°	Dimensiones (mm)		
	Largo	Ancho	Alto
1	231,5	111,0	34,5
2	230,5	112,5	35,5
3	229,5	109,0	35,0
4	230,5	110,0	35,5
5	230,0	111,0	35,0
6	229,5	110,5	35,0
Media	230	111	35

Espesor de Pared (mm)	
Exterior	Interior
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION PARA PIEZAS DE FÁBRICA DE ALBAÑILERIA	EN 772-1:2000
---	---------------

Preparación de la superficie	Refrentado con mortero	Factor de forma	0,63
Acondicionamiento de las probetas:	Secado al aire		

Ladrillo Nº	Carga de rotura (N)	Área bruta (mm ²)	Resistencia a compresión (Mpa)		
			Directa de ensayo	Media	Normalizada
1	1016000	25696,5	39,5	38,7	24,4
2	962100	25931,3	37,1		
3	945600	25015,5	37,8		
4	1000400	25355,0	39,5		
5	1012500	25530,0	39,7		
6	981200	25359,8	38,7		

DETERMINACION DE LA TASA DE ABSORCION DE AGUA INICIAL DE LAS PIEZAS DE ARCILLA COCIDA PARA FÁBRICA DE ALBAÑILERIA	EN 772-11:2001
--	----------------

Ladrillo nº	Valor individual (Kg/m ² x min en 1 minuto)	Valor Medio (Kg/m ² x min en 1 minuto)
1	0,8	0,9
2	1,0	
3	0,9	
4	0,9	
5	0,8	
6	1,0	

DETERMINACION DE LA ABSORCION DE AGUA	EN 771-1, Anexo C
--	-------------------

Ladrillo nº	Absorción de Agua "Wm" (%)
1	23,1
2	24,6
3	24,0
4	23,9
5	23,9

Ladrillo nº	Absorción de Agua "Wm" (%)
6	23,8
7	24,0
8	23,7
9	23,2
10	23,8

Absorción agua media de la muestra "Wm" (%)
23,8

C. CONCLUSIONES

Los ladrillos ensayados son aptos.

R03

Ficha de analítica. Mortero fraguado

Hormigón de cal para solera. Patio de los Leones. Alhambra de Granada

DATOS GENERALES

OBRA Pavimentación del Patio de los Leones

SITUACIÓN Alhambra, Granada

CONTRATISTA Construcciones Otero S.L.

A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA O/1201471/11 (8 PROBETAS)

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 2012/05/29

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA 8 cilindros de 30 x 15 cm. Mezcla de árido 0-18 mm con cal hidráulica. Árido procedente de cantera Sierra Elvira y cal hidráulica LAFARGE, tipo NHL-3,5. Dosificación: 1cal / 2 árido

SITUACIÓN Solera de hormigón de cal

FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA No se adjunta

B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Cemosa

FECHA DEL INFORME 2012/08/27

ANALÍTICA REALIZADA Resistencia a compresión (UNE 83304) de morteros endurecidos.

INFORME

Probeta Nº	Fecha de rotura	Edad días	Tensión rotura MPa	Valor medio MPa	Valor medio kp/cm ²
1	05/06/12	7	0,47	0,48	4,9
2			0,48		
3	26/06/12	28	1,00	1,0	10,2
4			1,00		
5	28/07/12	60	0,99	1,0	10,2
6			1,01		
7	27/08/12	90	1,01	1,0	10,2
8			1,00		

Las probetas se conservan en ambiente de laboratorio

C. CONCLUSIONES

Los materiales ensayados son aptos para el uso previsto.

R15

Ficha de analítica. Otros

Barras de polímero fibro-reforzado. Catedral de Jaén

DATOS GENERALES

OBRA Restauración de las cubiertas de la Catedral de Jaén. Fase I

SITUACIÓN C/ Campanas, Jaén

CONTRATISTA TRYCSA

A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA 1220/11

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 2011/10/20

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Barra de polímero fibro-reforzado Aslan 100, 6Ø y 12 Ø mm

SITUACIÓN Material a introducir en obra

FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA No se adjunta

B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Controlex

FECHA DEL INFORME 2011/12/15

ANALÍTICA REALIZADA Valoración de las características mecánicas y geométricas de las barras de polímero citadas.

INFORME

CARACTERÍSTICAS MECANICAS

Diametro Nominal (mm)		6	12
Carga Máxima "F _m " (kN)		27,4	88,5
Resistencia a tracción "R _m " (MPa)		864	699
Alarg. bajo carga máx. "A _{gt} " (%)		2,7	4,1

CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS

Altura/profundidad de gráfila "h" (mm)		0,21	0,73
Separacion de gráficas "c" (mm)		11,92	11,77
Inclinación de gráficas "β" (°)		60	73
Marca		FORTIUS	FORTIUS

C. CONCLUSIONES

El material ensayado es apto.

R15

Ficha de analítica. Otros

Placas de escayola. Catedral de Jaén

DATOS GENERALES

OBRA Restauración de las cubiertas de la Catedral de Jaén. Fase I

SITUACIÓN C/ Campanas, Jaén

CONTRATISTA TRYCSA

A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA VLE-6251/ VLE-6252 / VLE-6253 / VLE-6254 / VLE-6255

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 2011/09/13

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS SOLICITADAS PARA LAS BÓVEDAS DE LA CATEDRAL

- VLE-6251 Muestra 0. Placa de escayola estándar procedente de Almacenes Cámara (Valladolid).
- VLE-6252 Muestra A. Placa compuesta de 60% de escayola + 40% de cal aérea fabricada a solicitud del contratista.
- VLE-6253 Muestra B. Placa compuesta de 50% de escayola + 50% de cal aérea + malla de fibra de vidrio fabricada a solicitud del contratista.
- VLE-6254 Muestra C. Placa compuesta de 40% de escayola + 60% de cal aérea + malla de fibra de vidrio fabricada a solicitud del contratista.
- VLE-6255 Muestra D. Placa compuesta de 60% de escayola + 40% de cal aérea + malla de fibra de vidrio fabricada a solicitud del contratista.

SITUACIÓN Material a introducir en obra

FOTOGRAFÍA



Uso del material ensayado. Catedral de Jaén.

B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Etipsa (Valladolid)

FECHA DEL INFORME 2011/09/16

ANALÍTICA REALIZADA Medición de la resistencia de las muestras anteriormente citadas a flexión e impacto, de acuerdo con las normas UNE-102.030:1998 y 102.030:1998, respectivamente.

INFORME

La Dirección Facultativa de la obra plantea un estudio sobre la idoneidad de diferentes combinaciones de escayola y cal, con o sin inclusiones de malla de fibra de vidrio, para elegir la opción más conveniente con destino a la fabricación de unas bovedillas de escayola para la cubierta baja de la Catedral de Jaén. Con objeto de responder a este requerimiento, se producen unos paneles planos con las diferentes opciones de materiales y se ensaya su resistencia a flexión e impacto.

VLE-6251 Muestra 0

PANEL DE ESCAYOLA LISO
MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
NORMA DE ENSAYO: UNE-102.030:1998

Probeta nº	Muestra 0
------------	------------------

Altura (cm)	44
Espesor (cm)	1,6
Distancia entre rodillos de apoyo (cm)	40,8
Carga de rotura (kp)	23
Resistencia a flexión (kp/cm ²)	12,5

MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO
NORMA DE ENSAYO: UNE-102.030:1998

Altura de caída de la bola (cm)	50	50
Diámetro huella (cm)	10	10,5
Distancia huella medio (cm)	10,5	

VLE-6253 Muestra B

PANEL DE ESCAYOLA LISO
MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
NORMA DE ENSAYO: UNE-102.030:1998

Probeta nº	Muestra B
------------	------------------

Altura (cm)	44
Espesor (cm)	2,2
Distancia entre rodillos de apoyo (cm)	39,6
Carga de rotura (kp)	21
Resistencia a flexión (kp/cm ²)	5,9

VLE-6252 Muestra A

PANEL DE ESCAYOLA LISO
MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
NORMA DE ENSAYO: UNE-102.030:1998

Probeta nº	Muestra A
------------	------------------

Altura (cm)	44
Espesor (cm)	2,2
Distancia entre rodillos de apoyo (cm)	39,6
Carga de rotura (kp)	18
Resistencia a flexión (kp/cm ²)	5

MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO
NORMA DE ENSAYO: UNE-102.030:1998

Altura de caída de la bola (cm)	50	50
Diámetro huella (cm)		
Distancia huella medio (cm)		

Es imposible medir el diámetro de huella porque al caer la bola se rompe la placa.

VLE-6254 Muestra C

PANEL DE ESCAYOLA LISO
MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
NORMA DE ENSAYO: UNE-102.030:1998

Probeta nº	Muestra C
------------	------------------

Altura (cm)	44
Espesor (cm)	2,2
Distancia entre rodillos de apoyo (cm)	39,6
Carga de rotura (kp)	20
Resistencia a flexión (kp/cm ²)	5,6

VLE-6253 Muestra B

MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO

NORMA DE ENSAYO: UNE-102.030:1998

Altura de caída de la bola (cm)	50	50
Diámetro huella (cm)	11	11,5
Distancia huella medio (cm)	11,5	

VLE-6254 Muestra C

MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO

NORMA DE ENSAYO: UNE-102.030:1998

Altura de caída de la bola (cm)	50	50
Diámetro huella (cm)	12,5	12,5
Distancia huella medio (cm)	12,5	

VLE-6255 Muestra D

PANEL DE ESCAYOLA LISO

MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA DE ENSAYO: UNE-102.030:1998

Probeta nº	Muestra D
------------	-----------

Altura (cm)	44
Espesor (cm)	2,2
Distancia entre rodillos de apoyo (cm)	39,6
Carga de rotura (kp)	21
Resistencia a flexión (kp/cm ²)	5,9

MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO

NORMA DE ENSAYO: UNE-102.030:1998

Altura de caída de la bola (cm)	50	50
Diámetro huella (cm)	12,5	12
Distancia huella medio (cm)	12,5	

C. CONCLUSIONES

El material de la muestra 0, VLE-6251 se considera el más adecuado al presentar mayor resistencia a flexión.

B03

Protocolo básico de toma de datos y representación de patologías en cubiertas de madera

DESCRIPCIÓN

Las cubiertas de madera presentan una sistemática constructiva que debe tenerse en cuenta en los trabajos de información dirigidos al reconocimiento de sus características, y a la organización y sistematización de los datos obtenidos para facilitar el diagnóstico de los deterioros que sufren y el desarrollo adecuado del proyecto de intervención y de las medidas de conservación que deban aplicarse.

PALABRAS CLAVE

Canal / croquis / durmiente / estribo / foto / fotografía / fotogrametría / fotogramétrico / hilera / nave / nudillo / par / planimetría / tirante / topográfico / tronera

OBJETIVOS

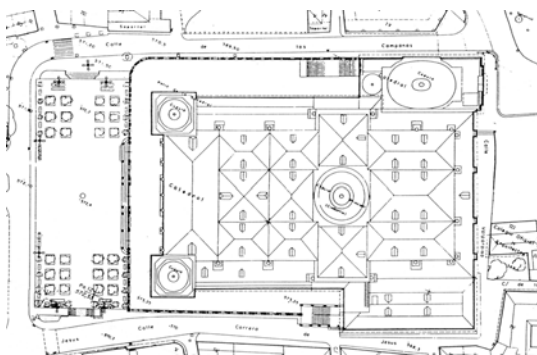
Establecer pautas para una toma de datos ordenada que permita proyectar los trabajos de restauración, reparación, conservación y mantenimiento.

A. CONSULTA DE LA DOCUMENTACIÓN EXISTENTE

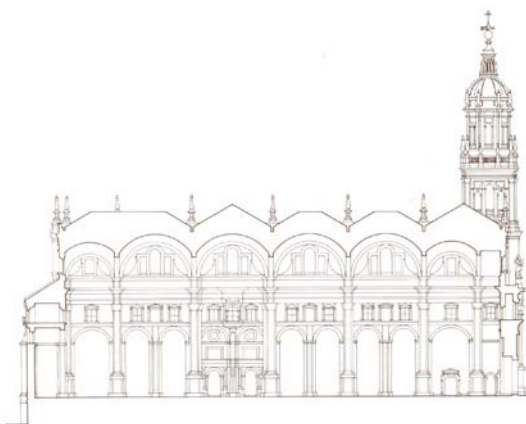
Documentación que se debe consultar:

A.1. PLANIMETRÍA EXISTENTE

A través de una investigación documental debe realizarse un análisis riguroso de la planimetría existente. Dicho estudio puede aportar datos de gran valor sobre las características de la cubierta y su evolución a lo largo del tiempo.



Planta de las cubiertas de la Catedral de Jaén.



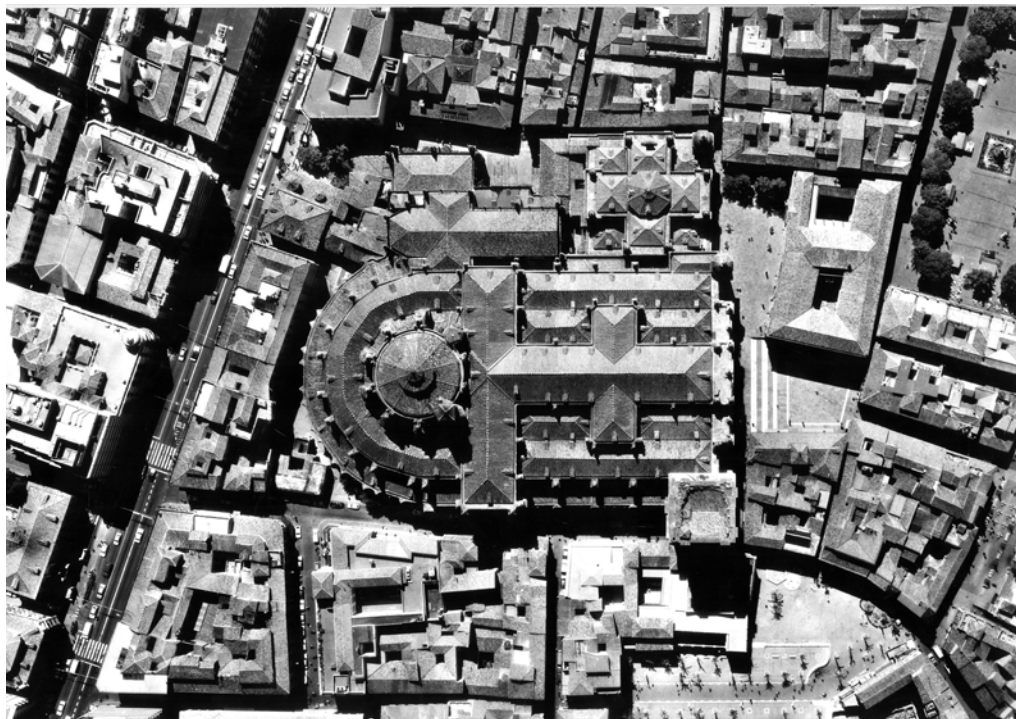
Sección longitudinal de la Catedral de Jaén.
Planimetría de A. Ortega Suca.

A.2. FOTOS AÉREAS

Contienen información de la organización general de las cubiertas, disposición de los faldones, elementos de ventilación y accesos. Eventualmente, pueden aportar datos sobre aspectos globales de conservación y daños o problemas de cierta escala. Son un instrumento de gran utilidad para conocer su evolución y para apoyar levantamientos parciales. Las fotografías cenitales son especialmente adecuadas para estos fines. Se pueden usar globos aerostáticos y otros dispositivos autorizados para obtener una buena proyección.



Vista aérea de la Catedral de Granada.



Fotografía cenital de la Catedral de Granada (1986), a partir de la cual se elabora el levantamiento fotogramétrico de las cubiertas.



Vista aérea de la Catedral de Jaén

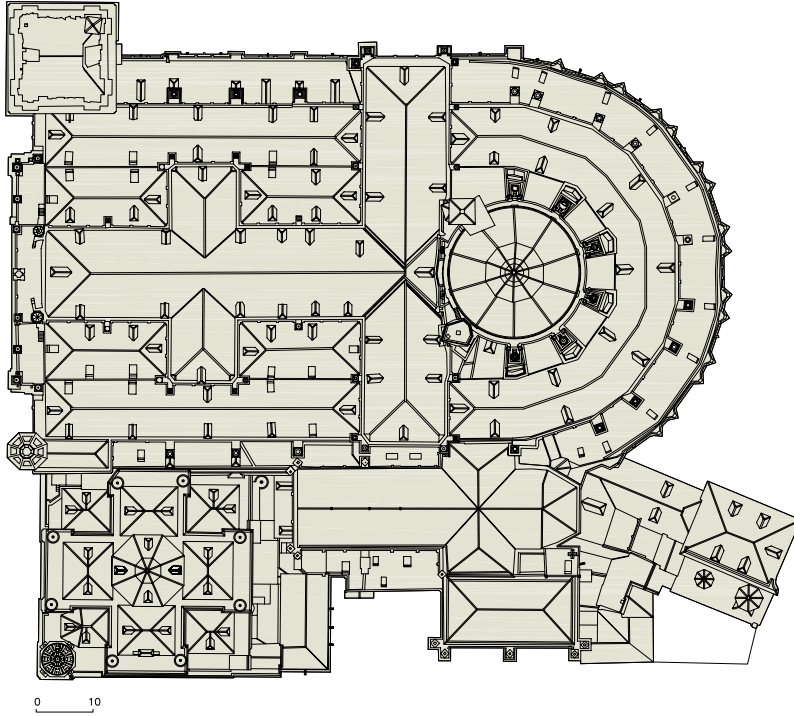


Vista aérea del Palacio de las Columnas de Granada.

A.3. LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICO / FOTOGRAMÉTRICO

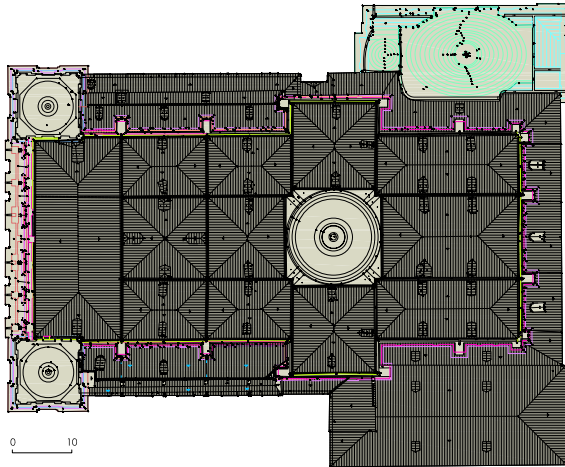
Cuando el levantamiento de una cubierta es muy complejo, resulta difícil llevar a cabo una toma de datos con las técnicas habituales: medidor láser, cinta métrica, restitución fotográfica y otras.

En el caso de grandes inmuebles, debe recurrirse a un levantamiento específico utilizando la fotografía métrica o topografía. La restitución, a partir de esta toma de datos, permite disponer de una planimetría precisa para el proyecto de intervención.



Planta de cubiertas obtenida a partir de restitución fotogramétrica. Catedral de Granada.

268



Planta general de cubiertas. Levantamiento topográfico de la Catedral de Jaén (2008) realizado por Yamur. Arquitectura y Arqueología S.L.

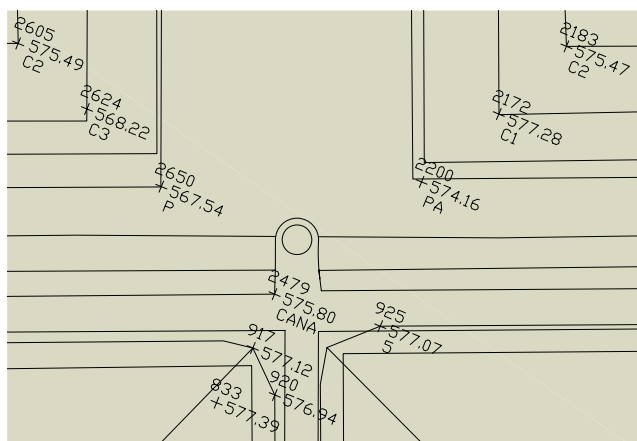
A partir del levantamiento topográfico, es posible obtener una planimetría precisa del conjunto de las cubiertas y las coordenadas $x/y/z$ de sus puntos. La altimetría de las canales permite estudiar con detalle las pendientes existentes para la evacuación de las aguas pluviales, aspecto fundamental de

la conservación derivado de los movimientos de las fábricas catedralicias y, sobre todo, de reformas inadecuadas que alteran las condiciones iniciales de diseño. Los datos aportados, difíciles de obtener con medios convencionales, facilitan la toma de decisiones de cara al proyecto de intervención.

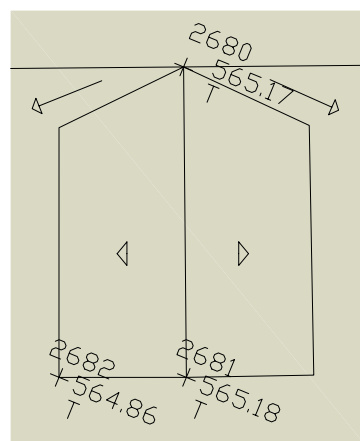
B. TRABAJO DE CAMPO / TOMA DE DATOS

B.1. IDENTIFICACIÓN DE PAÑOS DE CUBIERTA

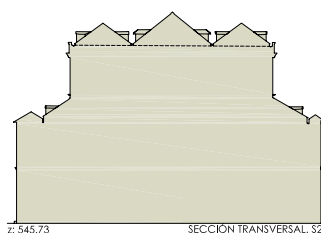
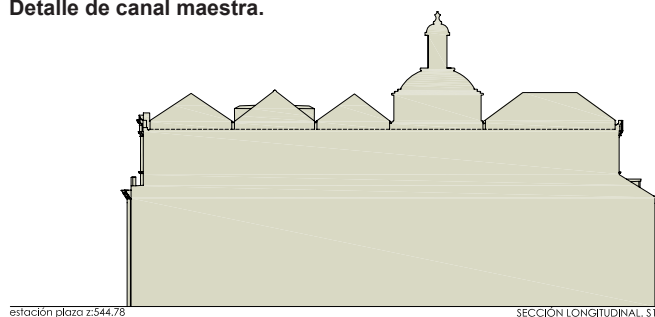
Para organizar el trabajo en cubiertas de gran extensión, es conveniente preparar un plano de identificación o nomenclatura. Los nombres designados se utilizan para situar fotografías, nombrar los croquis y detalles del levantamiento e incluso para el trabajo en obra.



Detalle de canal maestra.



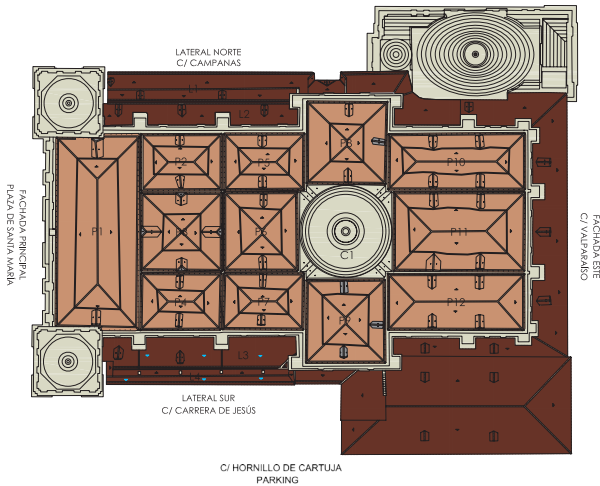
Detalle de una trona.



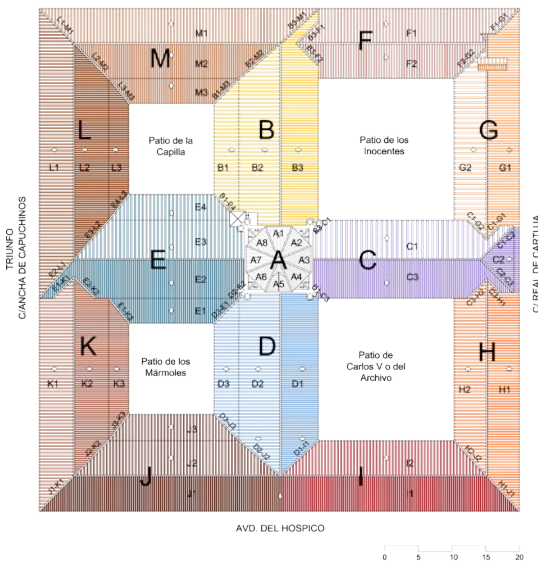
Secciones esquemáticas (envolventes) de las cubiertas.

Levantamiento topográfico de la Catedral de Jaén (2008) Yamur. Arquitectura y Arqueología S.L.

Se emplea un sistema de números y letras que se puede complementar con colores. La representación depende de la complejidad de la cubierta y de la necesidad de individualizar pabellones, paños o encuentros. La nomenclatura presenta una gran utilidad para el desarrollo de los trabajos y mejora la interlocución entre los diferentes agentes que participan en ellos.



Plano de identificación de pabellones y cubiertas laterales. Catedral de Jaén.



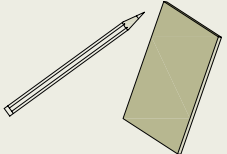
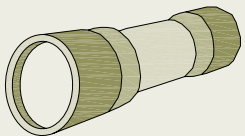
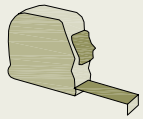
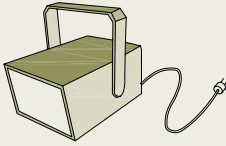
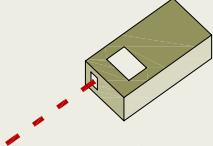


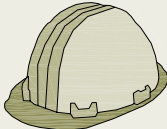
Plano de identificación de paños de cubierta y encuentros. Hospital Real de Granada.

B.2. RECONOCIMIENTO PREVIO DE LAS CUBIERTAS

El examen interno de las cubiertas permite tomar contacto con su estructura y comprender su sistema constructivo y elementos constituyentes. Por su parte, el reconocimiento exterior aporta también información del estado de conservación de la armadura de madera.

- Deformaciones en la cubierta.
- Ventilación defectuosa o inexistente.
- Deterioro en aleros y canalones que favorece la entrada de agua de lluvia en el interior.
- Rotura de material de cubrición.
- Estado de conservación de los encuentros de los faldones.

Es importante tener en cuenta que para desarrollar estas tareas y tomar datos de forma adecuada se requiere preparar cada visita llevando el equipamiento adecuado.

TABLERO RÍGIDO LÁPIZ O BÓLÍGRAFO 	LINTERNA 
CINTA MÉTRICA 	FOCO FIJO, SI HUBIESE TOMA DE CORRIENTE ELÉCTRICA 
DISTANCIÓMETRO LÁSER 	ROPA Y CALZADO CÓMODOS 
TUBO DE COMPROBACIÓN DE NIVEL 	CASCO 

Equipo recomendable para el reconocimiento y toma de datos.

B.3. REALIZACIÓN DE CROQUIS

Dibujo a mano alzada, rápido, limpio, completo y preciso. No es necesario que tenga escala, aunque si debe guardar las proporciones en cuanto a formas y medidas.

Un croquis está completo cuando recoge todos los datos necesarios para realizar posteriormente el levantamiento de planimetría (dimensiones, cotas, materiales, etc.)

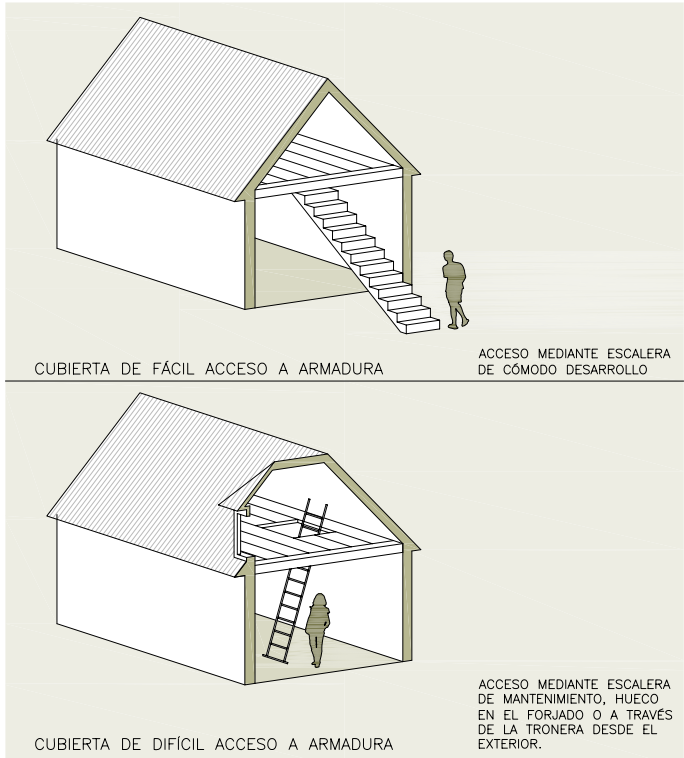
Croquis de cubierta

Su realización depende, en gran medida, de las posibilidades de acceso que ofrezca. La mayoría de cubiertas inclinadas de edificios históricos son accesibles con mayor o menor dificultad.

En las cubiertas de fácil acceso suele existir una escalera de desarrollo cómodo. Los espacios que albergan suelen ser amplios e incluso pueden contar con iluminación artificial o natural. En caso de que la toma de datos de algunos puntos resulte ardua, pueden utilizarse medios auxiliares como escaleras de mano para aproximarse al punto objeto de análisis.

En las cubiertas de difícil acceso es frecuente encontrar diferentes vías de entrada como escaleras de caracol muy estrechas, troneras o trampillas a las que se suele llegar mediante una escalera de mano. En este caso, se considera importante llevar el equipo antes señalado olvidándose de transportar elementos de gran tamaño que puedan dificultar la llegada al lugar de destino seleccionado. Un caso especial son las catas realizadas para la inspección de una cubierta sin acceso, tarea para la que se aconseja tener en cuenta los siguientes factores:

- Acceso restringido en tiempo y espacio, no permanente.
- Carencia de ventilación e iluminación natural o artificial.
- Necesidad de uso de medios auxiliares para acceder y realizar la medición (foco con alargadera para iluminar).
- Dificultad de medición de todas las piezas de la armadura. Se recomienda tomar las medidas generales y puntuales posibles y realizar las notas aclaratorias necesarias.

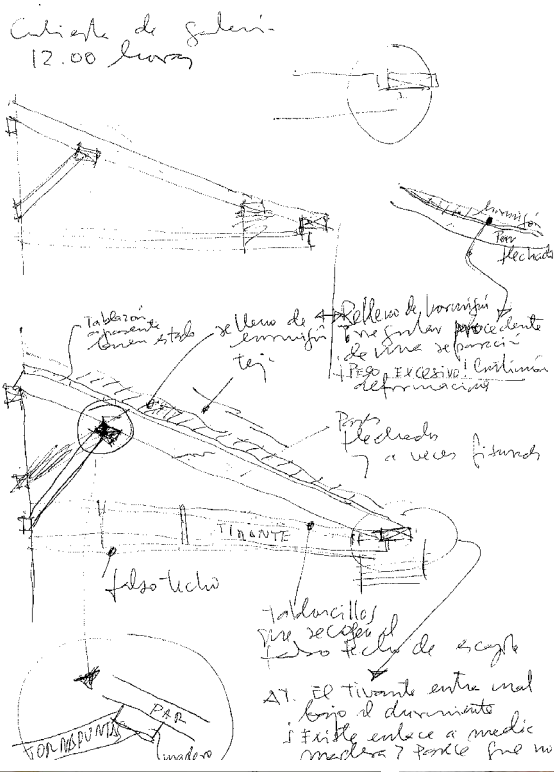


Alternativas de acceso a cubiertas.

272

Dibujo de la armadura sobre el papel

- Una vez realizado el análisis de la estructura, se dibuja la armadura reflejando todas las piezas (plantas, secciones y perspectivas).
- El punto de partida es una planta general para la toma de medidas, después se añaden detalles a menor escala para definir toda la estructura e incluso, si se considera necesario, pueden realizarse a escala 1:1



Croquis sin cotas correspondiente a la inspección de la Cata 1. Palacio de las Columnas de Granada.



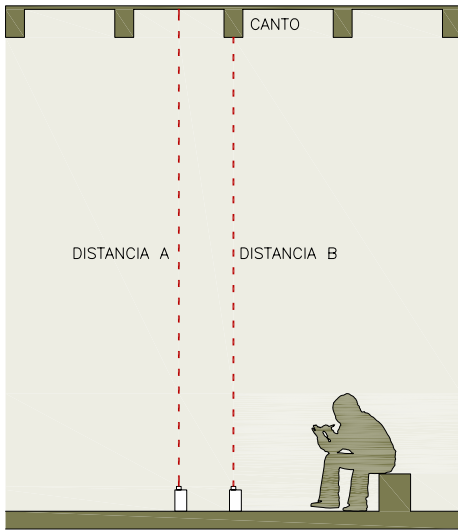
Toma de datos en la cata realizada en la cubierta. Palacio de las Columnas de Granada.

Apertura de cata para acceder a las cubiertas. Palacio de las Columnas de Granada.

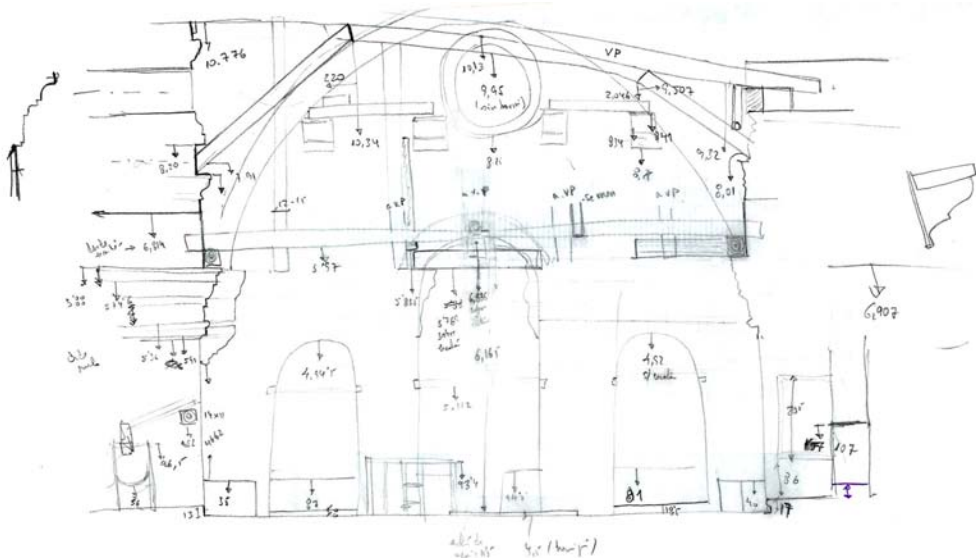
- Situación de los elementos principales de la armadura, conteo y referencia de las demás piezas (pares, nudillos y tirantes), y anotación de sus dimensiones y separación

Anotaciones: Dibujos y notas aclaratorias

- Dibujos y croquis acotados de ensambles de piezas.
- Anotaciones que sirvan de ayuda cuando se levante planimetría con referencia a instalaciones, materiales y otros.



Uso del medidor láser para medir piezas de forjado con dificultad de acceso.



Croquis de la armadura de la cubierta. Torre de la Catedral de Granada.

Reportaje fotográfico

- Fotografías generales y de detalle que sirvan de apoyo para el levantamiento indicando en el croquis el lugar desde el que se realizan.



Medición de las piezas de la armadura de la cubierta. Iglesia de San Gabriel de Loja. Granada



Realización de croquis de las piezas de la tronera. Palacio de las Columnas de Granada.

C. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO

Los planos son la representación gráfica en dos dimensiones de la armadura de la cubierta. Todas las piezas deben estar definidas de una manera concreta y precisa.

Tomando como base los croquis, se realiza el levantamiento de planimetría. La armadura de la cubierta se dibuja empezando por las medidas generales, después se comprueban las diagonales y, finalmente, se representan todas y cada unas de las piezas que la componen.

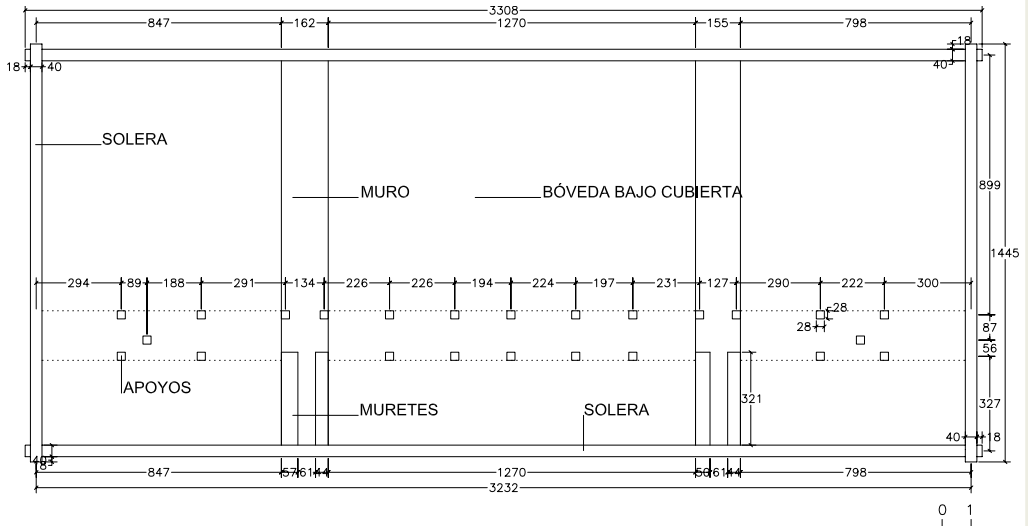
Para trazar en un papel con dimensiones limitadas el plano de una cubierta, aparecen dibujados a una escala determinada los elementos de la armadura. Es conveniente emplear una escala gráfica.

C.1. PLANOS EN DOS DIMENSIONES

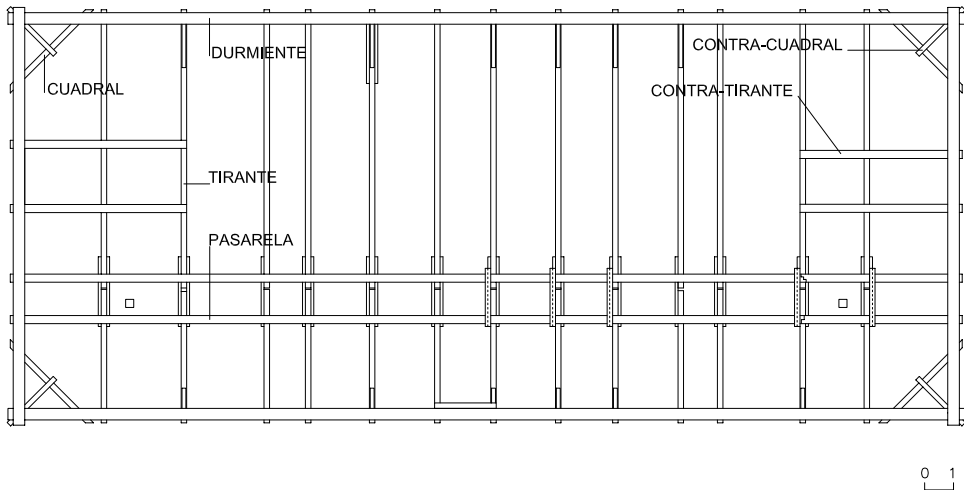
Plantas

Representación gráfica bidimensional de la armadura que define geoméricamente la cubierta. Las plantas se pueden representar por niveles que aporten información de forma gradual seccionando con planos horizontales a distintas cotas para facilitar la comprensión de la cubierta. Es importante adjuntar un esquema en sección para referenciar cada uno de los cortes que se obtengan.

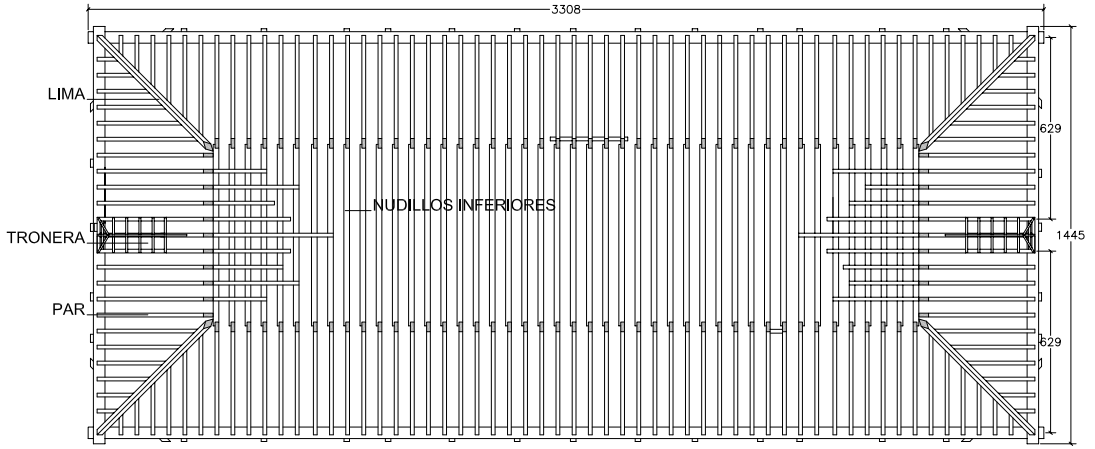
Ejemplo de representación de la cubierta del Pabellón 1 de la Catedral de Jaén mediante plantas por niveles.



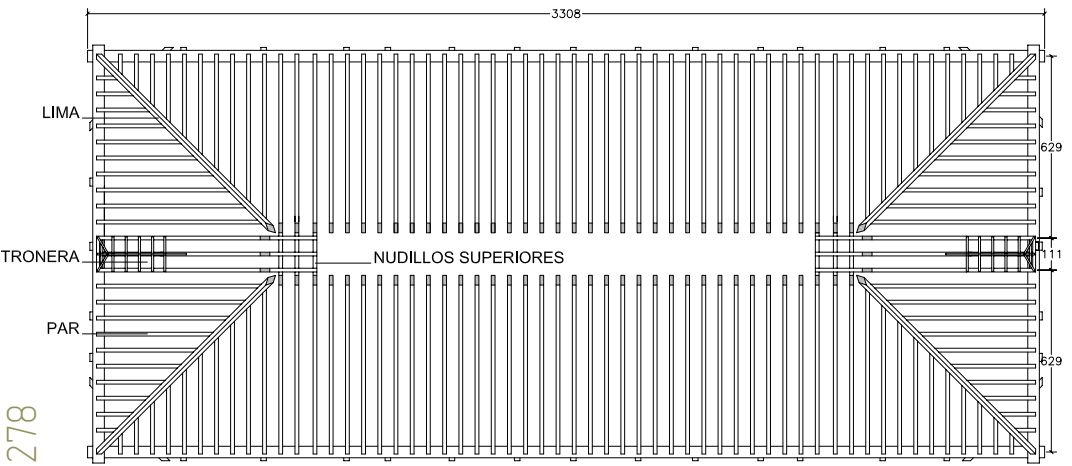
Planta nivel de durmientes y muros



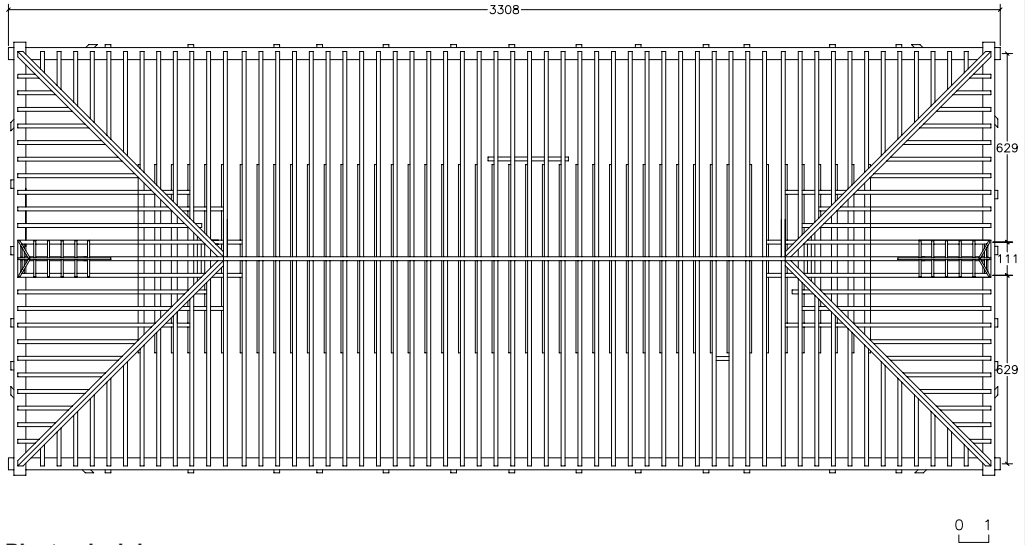
Planta nivel de tirantes.



Planta nivel de nudillos inferiores.



Planta nivel de nudillos superiores.

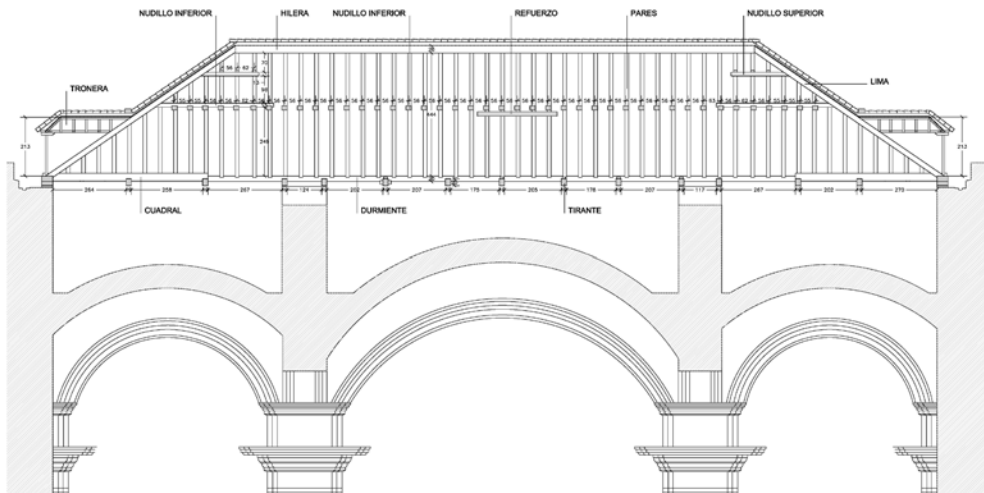


Planta nivel de pares.

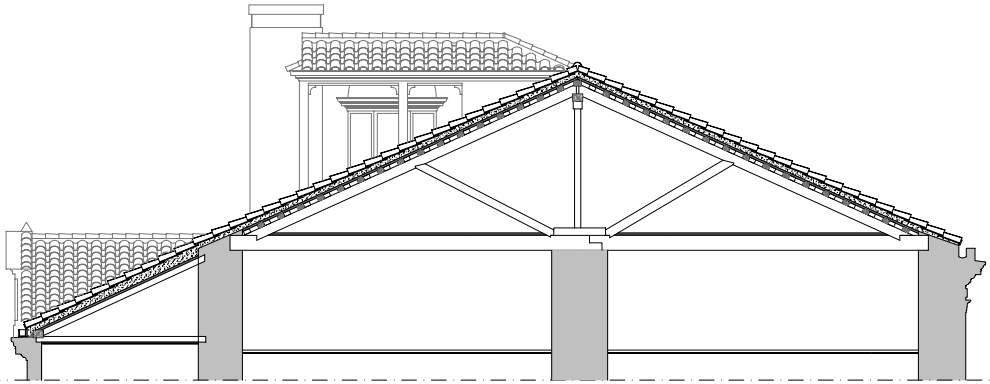
Secciones- Alzados

El alzado es la proyección de los elementos de un edificio desde el exterior sobre un plano vertical paralelo. Son necesarios cuatro alzados, paralelos dos a dos y ortogonales entre ellos, para definir completamente una cubierta.

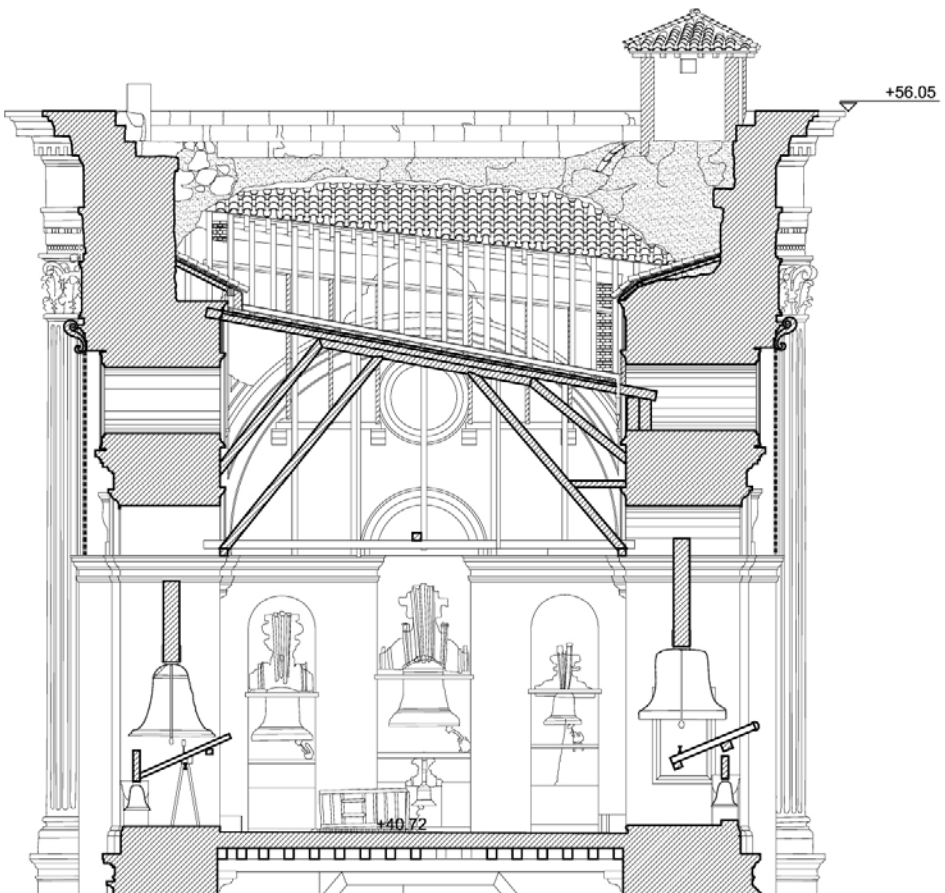
La sección es la representación de la intersección de un plano vertical con el inmueble. Hay dos tipos esenciales: longitudinal, cuando el plano de corte es paralelo al eje principal del edificio, y transversal, en caso de que sea perpendicular a su eje principal.



Sección longitudinal esquemática de las cubiertas. Catedral de Jaén pabellón P1.



Sección transversal de la cubierta de la nave central. Palacio de las Columnas de Granada.

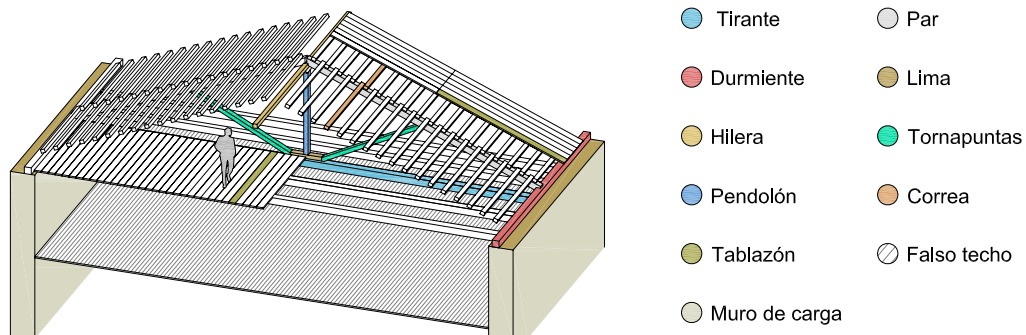


Sección de la cubierta. Torre de la Catedral de Granada.

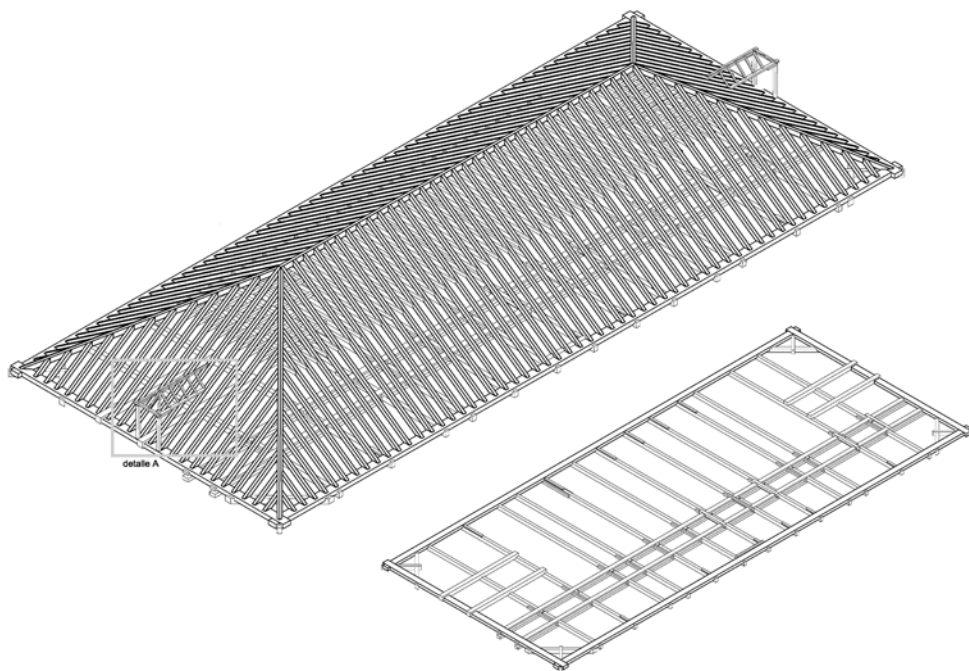
C.2. PLANIMETRÍA EN TRES DIMENSIONES

Las representaciones gráficas de las estructuras de cubiertas en tres dimensiones permiten visualizar la profundidad y posición relativa de las piezas que integran la armadura. Al igual que las plantas, pueden mostrar el total de los elementos de la cubierta o hacerse por niveles aportando información, de forma gradual, mediante secciones con planos horizontales a distintas cotas.

Ejemplo de perspectiva general de la cubierta representando todos sus elementos



Perspectivas de armaduras de cubierta. Palacio de las Columnas de Granada.



Perspectiva de armadura completa de una nave de cubierta. Catedral de Jaén pabellón P1.

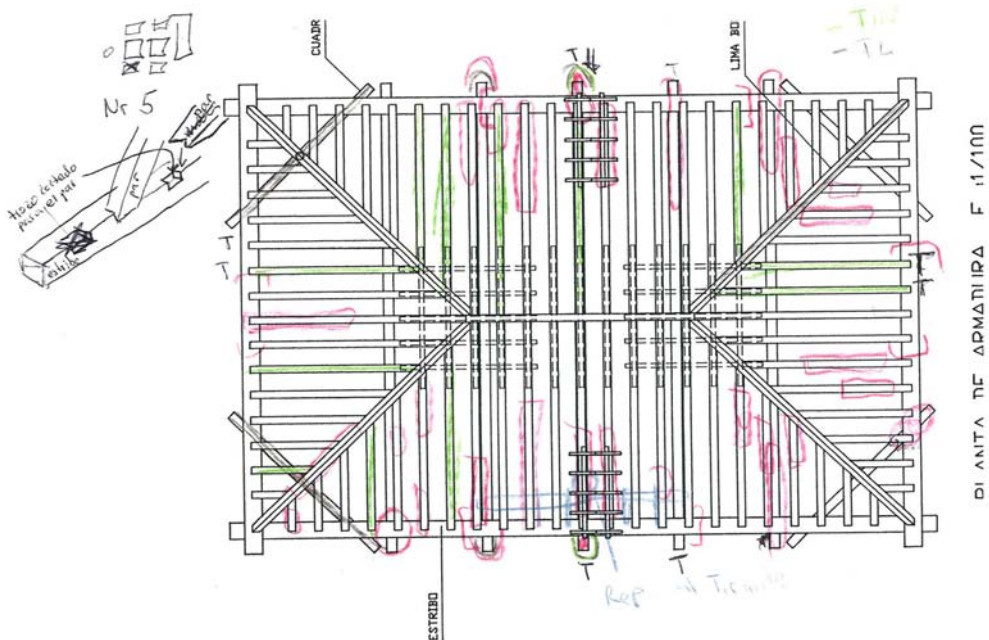
D. REPRESENTACIÓN DE LOS DETERIOROS EXISTENTES

Se reconocen las afecciones que presenta la estructura de una cubierta según el protocolo previo patrón P01-Patologías en madera estructural.

>Ver protocolo: P01

Su representación toma como base la planimetría realizada que debe completarse con los datos siguientes:

- Piezas afectadas: identificación de las distintas patologías por colores o siglas.
- Dibujos y notas aclaratorias.
- Localización de las fotografías como apoyo fundamental para perfilar posteriormente el plano final de patologías existentes.

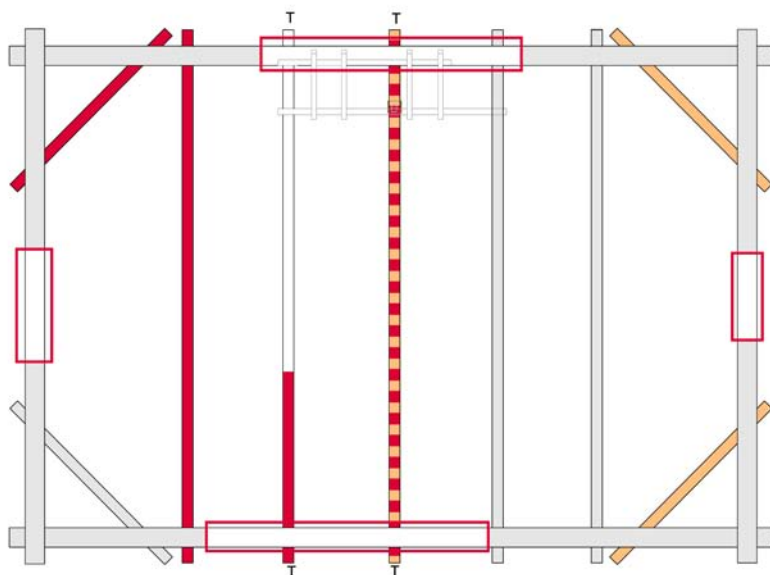


Croquis de patologías. Catedral de Jaén pabellón 5.

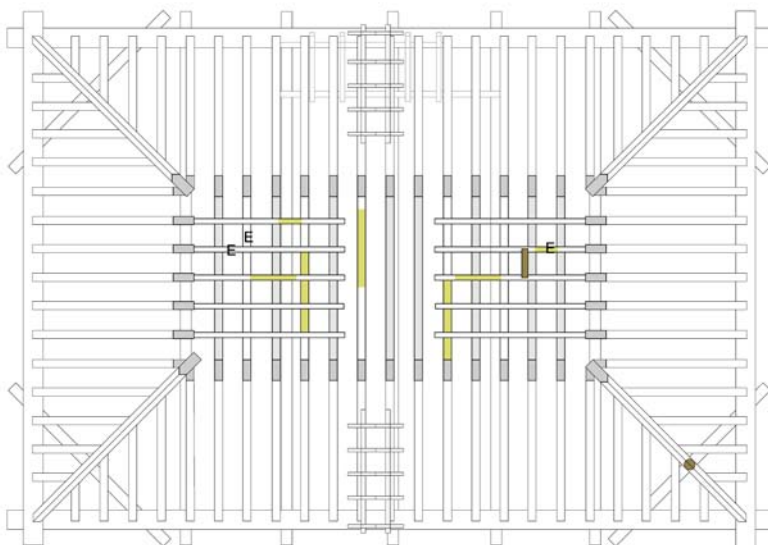
Las últimas planimetrías se elaboran a partir de la información de campo expresando las patologías detectadas en las diferentes piezas que componen la armadura. Estas representaciones permiten identificar con claridad su deterioro.

Las patologías detectadas se distinguen con códigos y nomenclatura específicos con el objeto de que sean fácilmente legibles en la intervención restauradora.

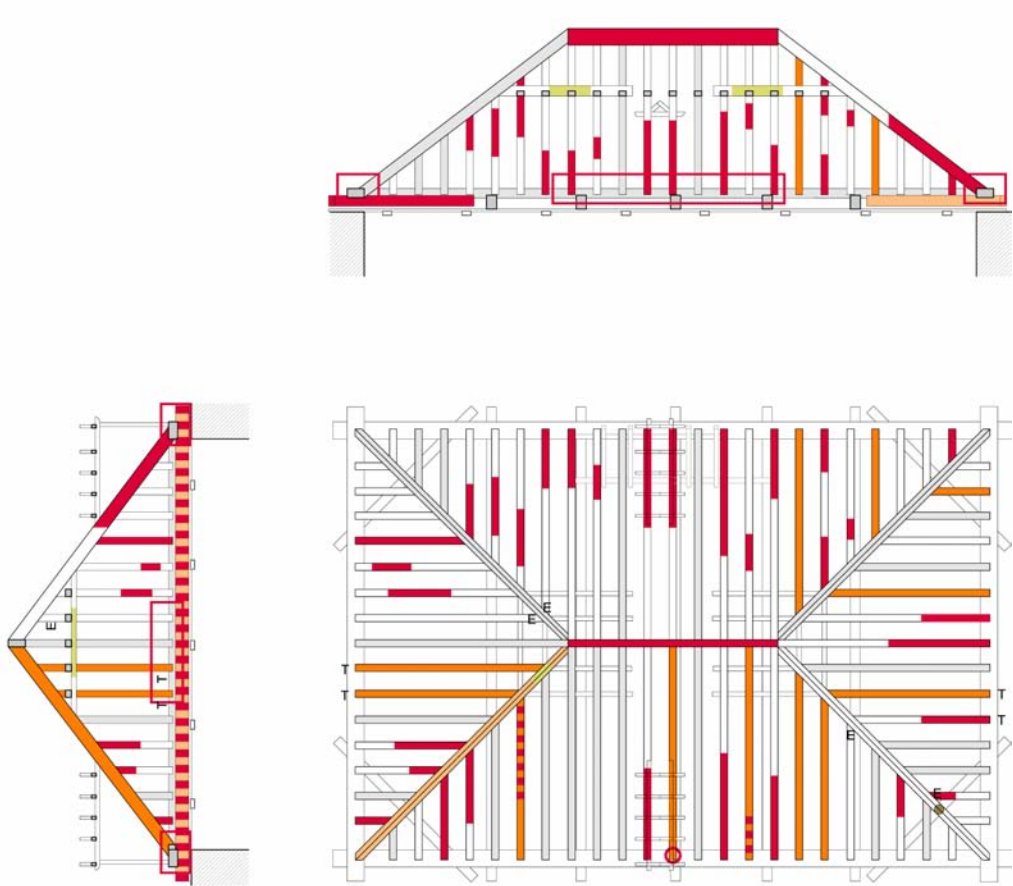
Estudio de patologías en el Pabellón 5 de las Cubiertas de la Catedral de Jaén (secciones y plantas por niveles).



Planta del nivel de durmientes y tirantes.



Planta del nivel de nudillos.



Planta del nivel pares. Secciones transversal y longitudinal.

PATOLOGÍAS EXTENDIDAS DE CARÁCTER MEDIO QUE IMPLICAN REPARACIÓN-RECONSTRUCCIÓN

COMBINACIÓN DE FENDAS, ENLACES DEFECTUOSOS Y ATAQUE BIOLÓGICO MODERADO

PATOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE CARÁCTER SEVERO QUE IMPLICAN SUSTITUCIÓN

FENDAS LATERALES PROFUNDAS

PÉRDIDAS PARCIALES DE SECCIÓN

REPARACIONES

PIEZAS ROTAS

PUDRICIÓN DEL DURMIENTE

PUDRICIÓN DEL ENCUENTRO

PUDRICIÓN EXTENDIDA

COMBINACIÓN DE PUDRICIÓN Y FENDAS

E ENSAMBLE DEFECTUOSO

T TORSIONES PRODUCIDAS EN CABEZAS

G GIROS PRODUCIDOS EN CABEZAS

NOTA: SE SUSTITUIRÁ POR COMPLETO LA TABLAZÓN, TODAS LAS HILERAS Y LOS PIES DERECHOS DE LAS TRONERAS

Legenda que acompaña los planos de patologías.

BO4

Protocolo básico de actuación en caso de lluvia durante la intervención en cubiertas

DESCRIPCIÓN

En las intervenciones de cubierta las lluvias siempre son un factor de riesgo. Este protocolo se redacta para minimizar los daños que estas puedan producir y mantener en alerta al personal de obra. Se recomienda aplicarlo con carácter preventivo en sintonía con las previsiones meteorológicas. Del mismo modo, se incluyen las pautas a seguir para subsanar los problemas que conlleva una inesperada aparición de las lluvias.

PALABRAS CLAVE

Cubierta / lona / lluvia / obra / sobrecubierta / toldo

OBJETIVOS

Evitar los daños que puedan causar las lluvias en cubiertas con armaduras de madera durante su restauración.

A. NORMAS GENERALES DE ACTUACIÓN EN CASO DE LLUVIAS

- 1. Equipo responsable de prevención y actuación en caso de riesgo de lluvia:**
 - Se propone el nombramiento de una cuadrilla destinada a este fin e integrada por tres personas, dos de las cuales deben visitar diariamente las zonas protegidas cuando concluya la jornada de trabajo.
- 2. Funciones principales de la cuadrilla:**
 - Consulta de la información meteorológica y puesta en marcha de las actuaciones que se derivan de este protocolo.
 - Colocación y revisión de toldos y protecciones en el tajo de obra.
 - Revisión de la idoneidad de todos los componentes del sistema de protección.
 - Ejecución u orden de ejecución de las tareas que se deriven de la revisión al personal de obra.
 - Comprobación de la realización de las medidas propuestas.
 - Redacción de partes de incidencia para notificar a la propiedad y Dirección Facultativa.
- 3. Consulta diaria de la información meteorológica utilizando las páginas web disponibles que se consideren más fiables:**
 - www.aemet.es/es/portada (información diaria y avisos)
 - www.eltiempo.es (información de precipitaciones)
- 4. Previsión de lluvias en horario laboral.**
 - Suspensión de la jornada de trabajo con 30 minutos de antelación cuando la superficie a cubrir sea grande (>de 300 m²) o con 15 minutos en caso de que la extensión sea inferior (< de 300 m²). [NOTA: cada toldo puede tener una superficie aproximada de 80 m².

Estos tiempos se aplican a situaciones en las que se encuentren previamente colocados y fijados. En tal caso, para proseguir con la labor, deberán levantarse por partes. Si los toldos aún no han sido dispuestos sobre las superficies a proteger, la duración de las operaciones se triplica: mínimo 90 minutos para superficies mayores de 300 m² y 45 minutos para superficies inferiores a esta cantidad]

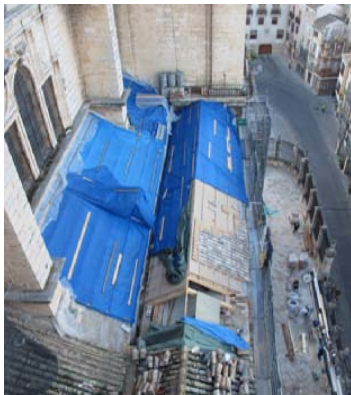
- Cualquier operario de la cuadrilla debe acudir con relativa frecuencia a los lugares donde se está actuando para comprobar que las protecciones funcionan adecuadamente.
- Si la información meteorológica ofrece un porcentaje de precipitaciones importante durante todo el día, se plantea suspender los trabajos en los tajos afectados.

5. Previsión de lluvias fuera del horario laboral.

- Con independencia de las previsiones meteorológicas, la obra debe permanecer protegida ante la lluvia en los tiempos no comprendidos dentro del horario laboral cuando existan posibilidades de lluvia.
- Compete a la cuadrilla revisar la buena colocación de las protecciones al acabar la jornada de trabajo para evitar posibles movimientos o roturas. La fractura no reparable de alguna protección requerirá su sustitución de forma inmediata.
- En caso de lluvia extrema y dando por supuesta la colocación de las protecciones, el Jefe de obra está obligado a realizar una visita, en cualquier horario, para comprobar su adecuado funcionamiento. Si el caso lo requiere, debe ordenar la reparación que proceda con carácter urgente.
- Se aconseja facilitar al promotor un teléfono de contacto para que pueda dar cuenta al responsable de la contrata de cualquier incidencia acaecida en su ausencia.

6. Previsión de lluvia extrema. Alerta Naranja o Roja (Instituto Nacional de Meteorología).

- Aviso anticipado al personal de la promotora y a la dirección técnica de la situación prevista.
- Convocatoria de una breve reunión para organizar el dispositivo de protección prestando una atención especial a las zonas más susceptibles.
- Determinación de las medidas adicionales a tomar en materia de protección.



Colocación de sistemas de protección de lluvias durante la ejecución de las obras en las cubiertas de la Catedral de Jaén. Cubiertas bajas hacia calle Campanas 2011 (izquierda). Cubierta Pabellón 5, nivel superior 2012 (derecha).

B. COLOCACIÓN DE SOBRECUBIERTA DE PROTECCIÓN

Otro sistema de protección de cubiertas en la fase de ejecución de obras de levantado, reposición de elementos estructurales y tejado es la sobrecubierta. Consiste en una cubierta artificial, realizada con estructura metálica, que envuelve la techumbre original dejando el suficiente espacio para facilitar el desarrollo de todas las operaciones de obra.

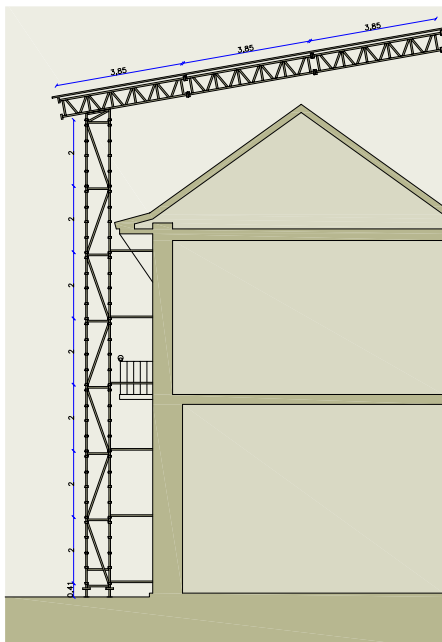
Este dispositivo también protege eficazmente de las inclemencias meteorológicas la superficie objeto de intervención. Es especialmente indicado para preservar cubiertas de gran valor que requieren trabajos delicados de carpintería y ornamentación, algo bastante frecuente en las armaduras mudéjares. Del mismo modo, favorece el confort de los trabajadores al impedir la radiación térmica directa y el desarrollo de las tareas con lluvia.



Realización de trabajos bajo sobrecubierta de estructura tubular y chapa metálica ondulada. Palacio de la Madraza. Granada 2001.



Sobrecubierta metálica de tipo mixto y material de cobertura a base de chapa metálica ondulada. Sala de los Reyes, Alhambra 2010.



Esquema de sobrecubierta para la realización de obras.

B05

Protocolo básico de actuación en estructuras de cubiertas de madera con deterioros debidos a diversos agentes

DESCRIPCIÓN

Planteamiento metodológico para la correcta resolución de los problemas más habituales que presentan las cubiertas de estructura de madera con deterioros causados principalmente por agentes biológicos, de origen abiótico o resultantes de la frecuente combinación de ambos.

>Protocolos relacionados: P01, B03, B04, B06, B07, B08

PALABRAS CLAVE

Cubiertas / deterioro / estructura / hongos / inclinada / madera / prótesis / sustitución / xilófago

OBJETIVOS

Definir las acciones para el saneado de la estructura de madera de una cubierta.

A. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LA ESTRUCTURA

El reconocimiento de la estructura se realiza para valorar los daños producidos por insectos xilófagos con el fin de determinar su repercusión en el comportamiento estructural.

Una vez levantado el material de cobertura para que la estructura quede vista, se procede a realizar una inspección ocular para corroborar la información previa sobre el estado de la cubierta y aportar nuevos datos.

>Protocolos relacionados: P01, B03

Para una correcta evaluación de los daños, se puede organizar la inspección según el siguiente orden:

- Evaluación de los daños de origen abiótico.
- Estimación de los daños de origen biótico:
 - Hongos de pudrición.
 - Insectos de ciclo larvario.
 - Insectos sociales: termitas.
- Valoración de la capacidad resistente de la estructura.

Una vez evaluada la cubierta y contrastada la información de proyecto, se adoptan las decisiones oportunas para desarrollar las acciones necesarias en cada caso según el nivel de degradación que presente cada zona.

B. TRATAMIENTOS PREVENTIVOS Y DE PROTECCIÓN

Este tipo de tratamientos se realizan tanto sobre las nuevas piezas de madera que se incorporan a la obra como sobre las viejas que ya están colocadas y no presentan signos de ataques.

B.1. TRATAMIENTO DE CONSOLIDACIÓN

Si los daños existentes son muy superficiales, después de comprobar que la degradación no alcanza las zonas internas del elemento, es aconsejable consolidar la madera con un tratamiento superficial tipo PARALOID B 72 (resina muy estable).

Como la porosidad de las maderas es variable, se recomienda trabajar con concentraciones básicas repitiendo, en caso necesario, las aplicaciones sin dejar que la superficie se seque durante el tratamiento. El tiempo de secado es prolongado y, en algunos casos, de días o semanas hasta que el solvente se evapora completamente. Los excedentes de resina o de brillo pueden ser eliminados con tolueno.

Para consolidar la madera, se suele trabajar con soluciones de 5-10%, en tolueno o en 1,1,1-tricloroetano.



Durmiente impregnado con Paraloid B 72. Hospital Real, Granada

B.2. TRATAMIENTO PREVENTIVO SUPERFICIAL

Se efectúa contra el ataque de los agentes xilófagos con las siguientes condiciones:

- Cuando se añadan piezas nuevas, se les debe aplicar un tratamiento igual o superior al requerido por los elementos que sustituyen.
- Las piezas viejas se protegen superficialmente.

Antes de administrar el producto protector sobre las superficies de estas últimas, se eliminan los materiales que las recubren y que puedan impedir su penetración.

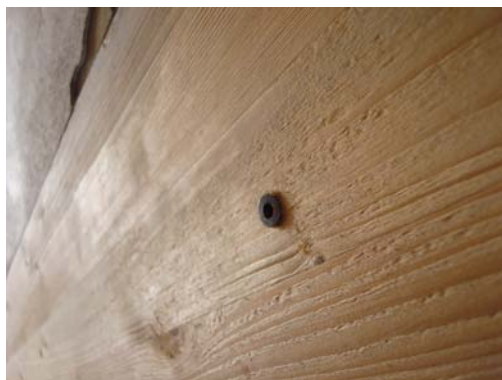
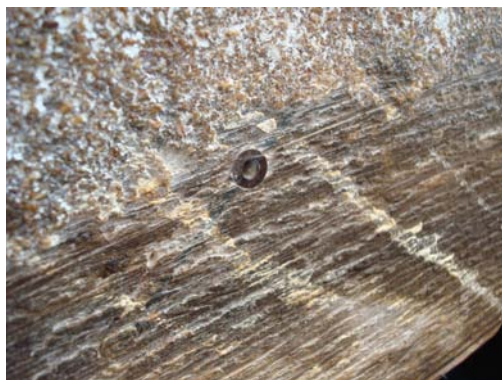
Es aconsejable elegir un producto insecticida-fungicida que actúe sobre insectos y hongos xilófagos como basidiomicetos y hongos cromógenos de azulado y de pudrición.



Pares nuevos de madera laminada y pares viejos con tratamiento de protección CORPOL PF3 PROFESIONAL aplicado. Catedral de Jaén.

B.3. TRATAMIENTO PREVENTIVO MEDIANTE INYECCIÓN

El tratamiento anterior se completa a través de válvulas inyectoras implantados en la pieza. El producto químico se presenta en cartuchos y se inyecta en el interior de la madera a través de orificios previamente preparados al efecto. Los principios activos penetran en la madera por difusión cuando aumenta su contenido de humedad evitando que se produzca un ataque de hongos xilófagos. Dichas aplicaciones son poco tóxicas para el ambiente, ya que su deslavado es muy limitado y su difusión solo tiene lugar en el interior de la madera



Válvulas de inyección insertadas tanto en los pares originales como en los nuevos de madera laminada. Catedral de Jaén.

C. SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS

Se suplantán los elementos que presenten una o varias de las siguientes características:

-Hileras. Se reemplazan en la mayor parte de los casos por ser un elemento muy expuesto que acusa de forma singular las deformaciones de la estructura. Esta operación es imprescindible para regularizar los niveles de las cubreras, en muchos casos deformadas por diferentes acciones.



Hilera degradada. Catedral de Jaén.



Sustitución de la hilera y algunos pares. Catedral de Jaén.

-Tablazón. Se renueva siempre que no presente ningún tipo de decoración o particularidad. Es un elemento de menor sección que se deteriora mucho con la humedad.



Tablazón muy deteriorada. Catedral de Jaén



Sustitución completa de la tablazón. Catedral de Jaén.

-Elementos débiles o de secciones muy pequeñas como las estructuras de troneras.



Sustitución de la armadura de tronera. Catedral de Jaén.



-Elementos rotos o con pérdida de sección importante.



Tirante partido. Palacio de Bibataubín, Granada.



Par con pérdida de sección importante. Catedral de Jaén

-Elementos con fendas de consideración.



Fendas longitudinales en un tirante. Catedral de Jaén



Fenda longitudinal en una lima. Hospital Real, Granada

-Elementos con más del 30 % del volumen degradado por ataque biológico.



Sustitución casi completa de elementos con alto grado de descomposición, sobre todo en las cabezas de los pares y en toda la sección del estribo. Catedral de Jaén.

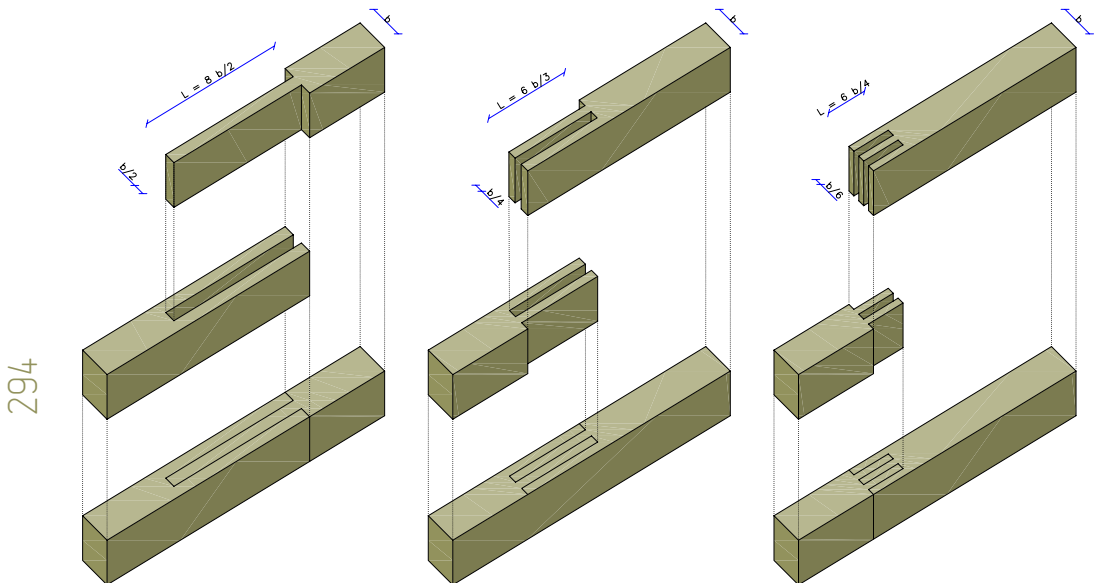




Sustitución de una parte del estribo en las zonas con una pérdida de sección importante. Catedral de Jaén

D. PRÓTESIS DE MADERA

La unión por empalme de caja y espiga recta puede realizarse con uno o varios solapes. Su eficacia es del orden de 0'50 a 0'60 manteniendo la relación entre la longitud l y el ancho de la viga b , mayor o igual a 8 (ver gráficos). Por lo tanto, en la reparación de zonas de apoyo de vigas pueden utilizarse este tipo de soluciones, siempre que sus requisitos de resistencia a flexión sean moderados.



Soluciones de empalmes de caja y espiga recta.

Precauciones para el uso de resinas de encolado:

- Control de la temperatura del local: mínima recomendable 20° C.
- Contenido de humedad de la madera: no deberá superar el 15 %.
- Presión de encolado: se recomienda una presión mínima de 0'5 N/mm².



Prótesis de madera encolada con empalme de caja y espiga recta. Catedral de Jaén.

En casos especiales, pueden ejecutarse prótesis de madera por pérdidas superficiales localizadas de tipo parcial. Dependen del elemento y de su localización.



Prótesis de madera en una costilla curva del cimborrio del Hospital Real, Granada

E. PRÓTESIS DE RESINA

Sustitución de la parte dañada de un elemento por un mortero de formulación epoxi conectado a la madera sana a través de barras de fibra de vidrio.

La resina epoxi ofrece la posibilidad de rellenar todas las cavidades y no presenta problemas de retracción. También, presenta una gran adherencia, lo que permite utilizar refuerzos de materiales compuestos y metales, además de madera.

E. 1. PÉRDIDAS SUPERFICIALES

En elementos afectados por pérdidas de maderamen, se realiza una prótesis superficial.

El primer paso es la limpieza y saneamiento eliminando todo el material inestable hasta llegar al sano.

En segundo lugar, siempre que sea necesario, se abren taladros y se colocan barras de fibra de vidrio para fortalecer el ensamble.

Por último, se consolida y reconstruye mediante relleno con mortero de resina encofrando el elemento en los casos en que sea preciso.

Para preparar el mortero se agrega árido de sílice seco con una granulometría entre 0,1 y 1 mm a la formulación epoxi. La dosificación ligante árido oscila entre 1:2 y 1:6. La más utilizada presenta 1:5 con árido de granulometría entre 0,2 y 0,4 mm.



Árido de sílice para utilizar como carga y preparación del mortero epoxi en el Palacio de las Columnas de Granada

En la formulación epoxi se integran al menos, una resina epoxi y un endurecedor que componen la mezcla que actúa de ligante. El compuesto de completa con una carga compuesta por materiales inertes que no reaccionan con los otros componentes y permiten fabricar una masa dócil que se adapta muy bien al contorno del encofrado.



Par saneado con encofrado a la espera del vertido de mortero epoxi. Catedral de Jaén.

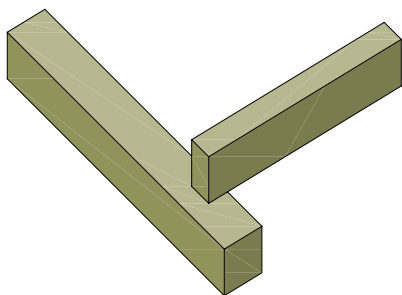


Par saneado con barras de fibra de vidrio a la espera del vertido de mortero epoxi. Catedral de Jaén.

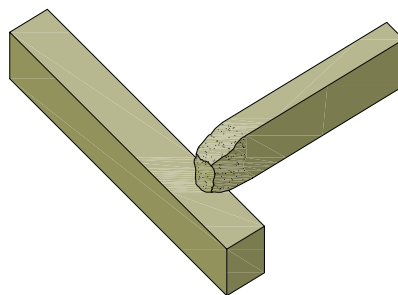
E.2. PÉRDIDA DE LAS CABEZAS DE LOS ELEMENTOS

Puede implicar las siguientes operaciones:

- Si la sección no se encuentra muy deteriorada y queda área suficiente para garantizar el apoyo, se procede a eliminar con hacha o azuela la parte destruida hasta llegar a la madera sana. En caso contrario, se corta la zona degradada de la cabeza llegando a la madera sana.

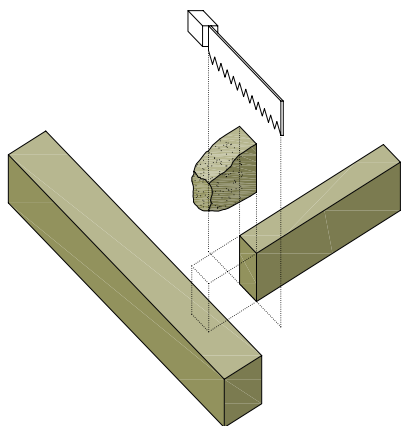


ESTADO ORIGINAL

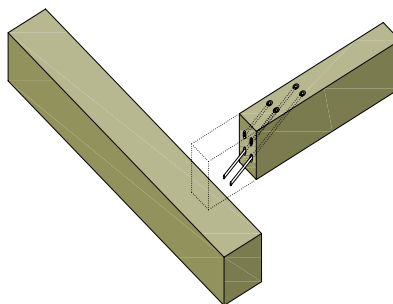


ESTADO PATOLÓGICO

- Realización de taladros en la parte sana de la madera para el alojamiento de las barras de refuerzo. Estas últimas deben tener un diámetro ligeramente superior al que presente la barra para el llenado con la formulación. Los taladros se inician desde la cara superior de la viga, por facilidad de ejecución, con un ángulo de 20 a 30°.
- Instalación de las barras de refuerzo en los orificios teniendo la precaución de limpiar su superficie para no perjudicar la adherencia.

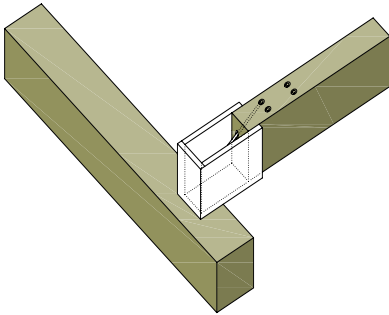


CORTE DE ZONA DEGRADADA

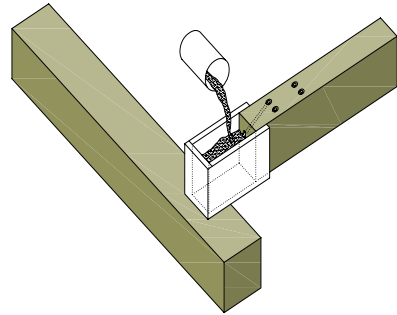


INTRODUCCIÓN DE VARILLAS DE REFUERZO

- Montaje de un encofrado que restituye la parte perdida de la madera.
- Vertido de mortero epoxi en el encofrado. Dicho mortero está constituido por la resina epoxi y el endurecedor mezclado con arena y gravilla de cuarzo en las dosis convenientes.

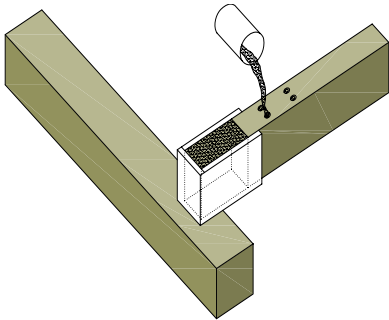


MONTAJE DE ENCOFRADO PARA
RESTITUIR LAS PÉRDIDAS

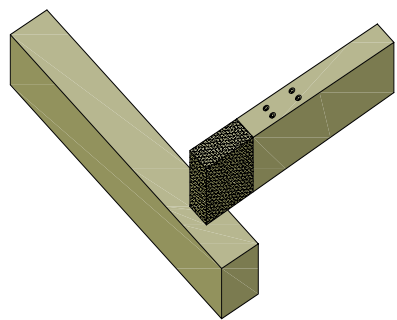


VERTIDO DE MORTERO EPOXI EN
EL ENCOFRADO

- Rellenado de las holguras que quedan entre las barras de conexión y la madera utilizando una formulación epoxi más fluida (sin cargas) para garantizar el anclaje de las barras.



LLENADO DE HOLSURAS CON EPOXI
MÁS FLUIDO



ESTADO FINAL TRAS LA REPARACIÓN



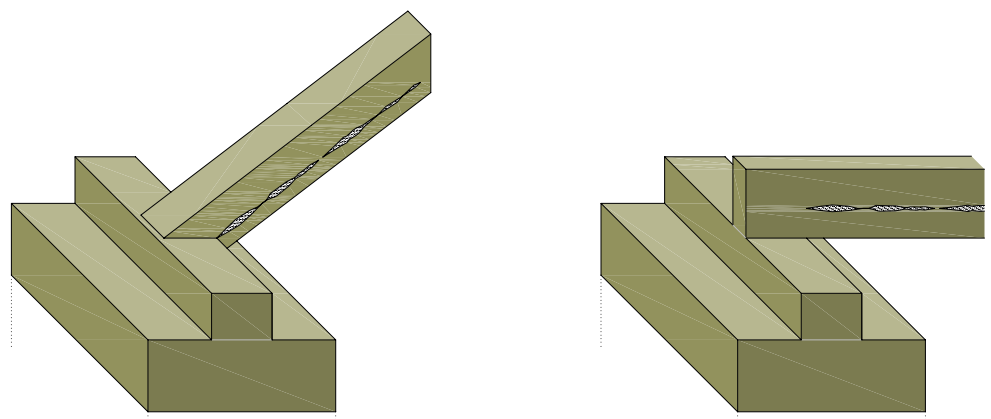
Ejemplos de encofrado preparado y ejecución de prótesis con mortero de resina epoxi en la cabeza deteriorada de un tirante. Catedral de Jaén



Prótesis de mortero epoxi ejecutadas en las cabezas de los tirantes. Catedral de Jaén

F. COSIDO CON VARILLA DE FIBRA DE VIDRIO

En las secciones de grandes escuadrías es inevitable la aparición de fendas considerables que tienden a dividir la sección original. Se producen como consecuencia del secado de la madera que provoca contracciones y la posible aparición de grietas que pueden afectar al plano medio de sección.



Tipo de apoyo y aparición de fendas

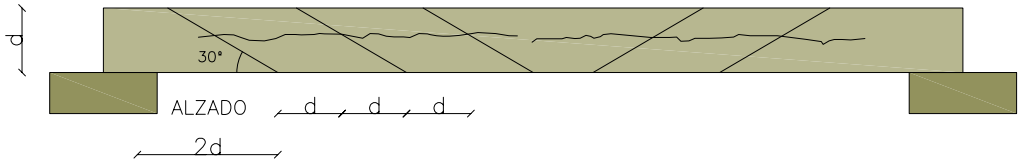
El sistema de cosido de fendas para reforzar las piezas afectadas consiste en la colocación de barras inclinadas de fibra de vidrio o acero inoxidable (con ángulos comprendidos entre 20 y 30°) uniendo las partes del elemento. Para ello, se realizan taladros al tresbolillo desde la cara superior de la viga, se sellan las fendas, se vierte o inyecta una formulación epoxi, normalmente sin cargas y de viscosidad media y finalmente se insertan las barras de refuerzo.



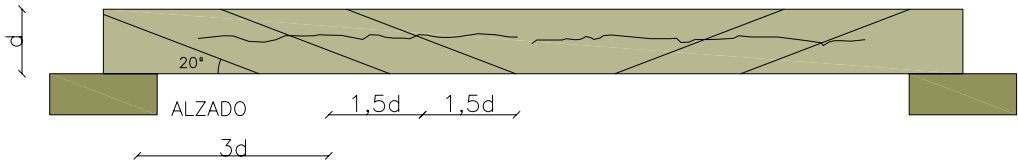
Cosido con varilla de fibra de vidrio y resina epoxi y detalle de viga intervenida. En todos los casos, se puede ver el sellado lateral de las fendas con mortero de yeso. Palacio de las Columnas, Granada.

Esta formulación debe penetrar en las cavidades de las barras y de las fendas. De esta manera, se consigue que la pieza recupere una sección solidaria. La aplicación debe realizarse cuidadosamente, ya que la resina puede escaparse por cualquier fenda u orificio que no haya sido sellado perfectamente.

INTERVENCIÓN A



INTERVENCIÓN B



Esquemas de cosido en caso de fendas profundas



Cosido de viga de forjado con varillas de fibra de vidrio. Palacio de las Columnas, Granada.

G. REFUERZO DEL APOYO MEDIANTE PERFILES METÁLICOS

Reparaciones puntuales de las cabezas de los elementos colocando pletinas o perfiles en ángulo para alargar la longitud de las vigas. Estas piezas metálicas se atornillan a la madera. Se utilizan en caso de emergencia.

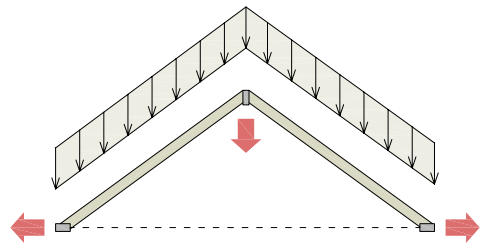
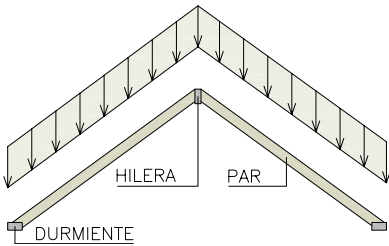


Prótesis metálicas deficientemente ejecutadas en una de las cubiertas laterales de la Catedral de Jaén. En la imagen de la derecha, se han mejorado.

El empleo de tirantes metálicos de apoyo a los existentes es una práctica muy extendida.

ESTRUCTURA DE PAR E HILERA: CARGA

TENDENCIA A DEFORMAR

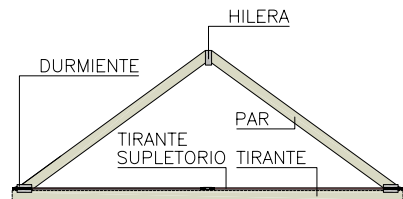
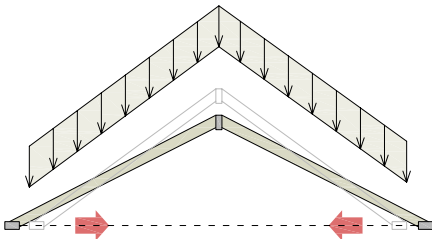


Esquema de carga de cubierta sobre estructura de par e hilera

Estructura en servicio: movimiento de los nudos estructurales.

NECESIDAD DE ATIRANTADO INFERIOR

ESTRUCTURA RESULTANTE: PAR, HILERA Y TIRANTE

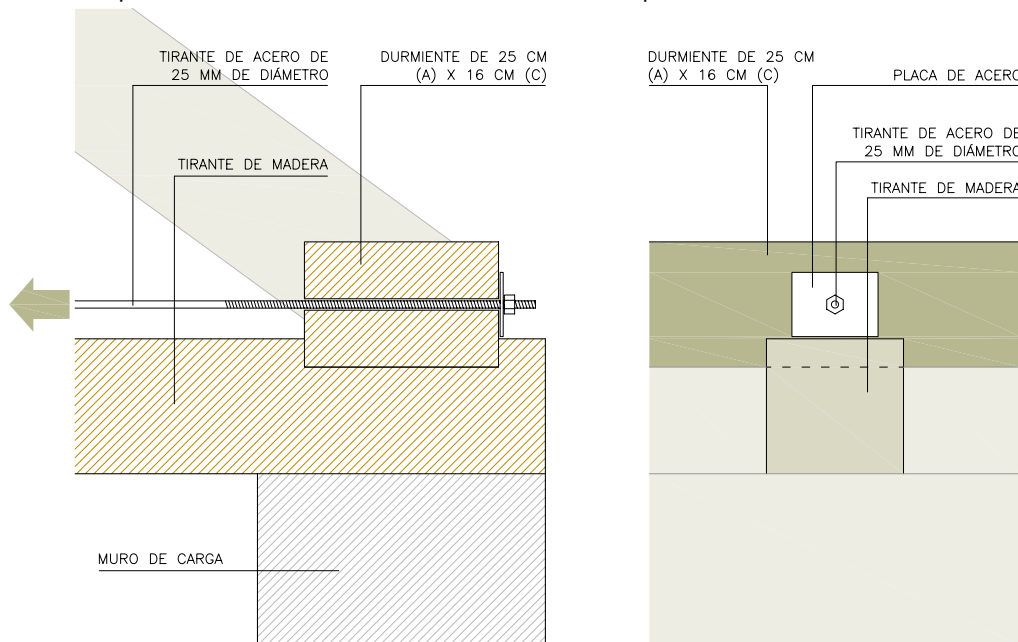


Necesidad de atirantado inferior para la obtención de la forma triangular sin movimiento de nudos.

Estructura triangular resultante de par, hilera y tirante inferior trabajando entre durmientes

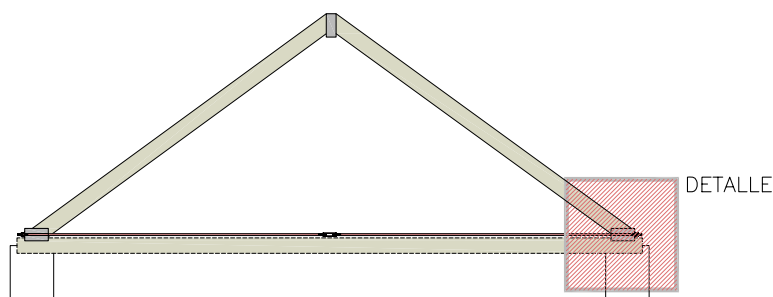
Cuadro indicativo de funcionamiento de tirantes y tensores en cubiertas de estructura de madera.

El tirante metálico se empotra en el durmiente y realiza su trabajo en paralelo al de madera ayudando a controlar los esfuerzos que causan la deformación. Su diámetro se debe calcular con una sección capaz de asimilar las tensiones de tracción máximas previstas.

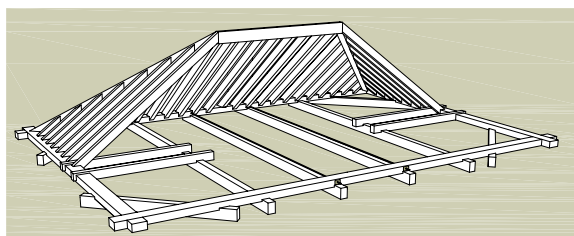


DETALLE DE SECCIÓN

DETALLE DE ALZADO



Perspectiva de cubierta con tensores metálicos de apoyo a los tirantes existentes.



Perspectiva de cubierta con tensores metálicos de apoyo a los tirantes existentes.

En algunos casos, puede ser necesario colocar un refuerzo al durmiente en el que se anclan los tirantes y sus tensores.



Colocación de un encamisado continuo del durmiente con una platabanda de acero de $e = 10$ mm para anclar los tensores. Catedral de Jaén.



Durmiente con encamisado metálico. Catedral de Jaén



Tirantes metálicos con tensores. Catedral de Jaén.

H. BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

Arriaga, F., Pedraza, F., Esteban, M., Bobadilla, I. y García, F. 2002. *Intervención en estructuras de madera*, AITIM, Madrid.

B06

Protocolo básico de cubrición en cubiertas de madera

DESCRIPCIÓN

Tras la restauración de las estructuras de madera, mediante los procesos de reparación o sustitución correspondientes, se procede a la cubrición colocando la tablazón o un sistema compuesto de tableros y aislamiento térmico, y el material de cobertura, generalmente teja árabe.

>Protocolos relacionados: B03, B04, B05, B07, B08

PALABRAS CLAVE

Aislamiento / alero / cornisa / cubierta / sándwich / tablazón / tablero / teja / tronera / ventilación

OBJETIVOS

Dotar a la edificación de unas condiciones idóneas de estanqueidad y habitabilidad garantizando la correcta evacuación de las aguas de lluvia.

A. COLOCACIÓN DE LA TABLAZÓN

Para cerrar la cubierta, se cubre la estructura portante utilizando tablas con ensamble a media madera de pino con un espesor mínimo de 30 mm y un ancho variable similar al de la tablazón original.



Tablazón machihembrada de madera de pino con aristas biseladas de 30 mm de espesor atornillada a la estructura. Previamente, a la madera se le ha aplicado un tratamiento protector insecticida-fungicida. Catedral de Jaén.

Si la estructura de madera queda vista hacia el interior, se debe prestar especial cuidado a la entonación cromática del acabado, ya sea pintura o barniz, de modo que el aspecto final se integre con el acabado original del material.



Tablazón de madera de pino con ensamble a media madera, de 30 mm de espesor. Se observa la entonación cromática (fotografía derecha). Hospital Real de Granada.

B. AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACÚSTICO

Para mejorar las condiciones de habitabilidad del espacio bajo cubierta, se coloca sobre la tablazón una capa de aislamiento.

B1 PANEL DE LANA. PANEL SÁNDWICH ELABORADO IN SITU

Se puede emplear como aislante panel de lana de roca que se caracteriza por ser estable, impu-trescible e ignífugo. El espesor mínimo recomendable es 50 mm y debe disponerse sobre la tablazón dentro de un entramado formado por rastreles de madera, preferiblemente en dos direcciones. Esta capa se remata con un tablero hidrófugo de 21 mm de espesor mínimo.



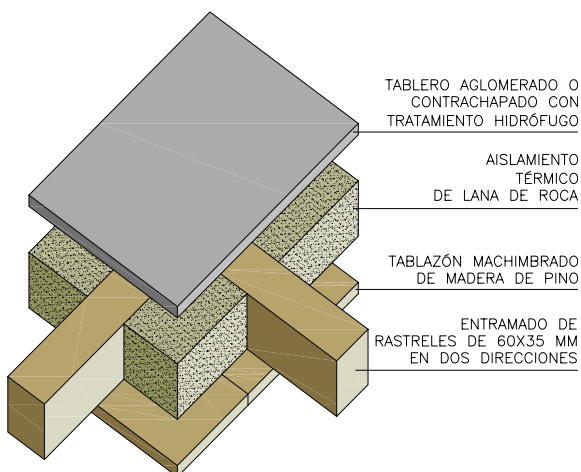
Entramado de rastreles de 60x35 mm en dos direcciones para colocación del aislante.



Aislamiento térmico-acústico formado por paneles de lana de roca aglomerada con resinas de 50 mm de espesor colocado sobre la tablazón.



Tablero hidrófugo sobre rastreles confinando una lámina aislante de lana de roca. Hospital Real de Granada.



Perspectiva de los elementos que componen la cubrición.

B2. PANEL SÁNDWICH PREFABRICADO

Se pueden utilizar como aislante los tableros sándwich, con alma de poliestireno extruido, de dimensiones similares a las indicadas en el apartado anterior y acabado a elegir, en función de los requerimientos estéticos y ambientales del espacio a cubrir. Es una solución de montaje rápido en cubiertas que no son visibles desde el interior del inmueble, ya que difícilmente los tableros disponibles en el mercado se adaptan a los requerimientos de tamaño de tabla de un inmueble con armadura vista.

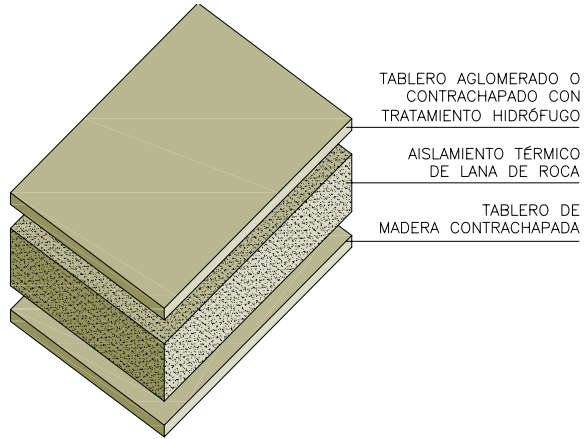


Tablero sándwich prefabricado. Palacio de Bibataubín de Granada.





Tablero sándwich prefabricado. Palacio de la Madraza de Granada



Perspectiva del tablero sándwich prefabricado, con variantes de acabado según patentes y modelos.

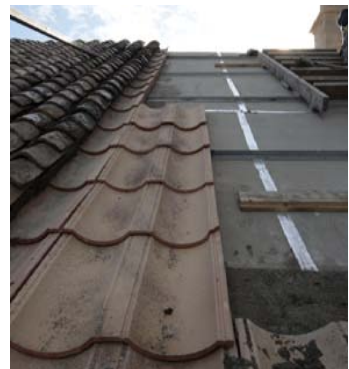
C. CUBRICIÓN

Para una mayor sostenibilidad de la intervención, se aconseja la recuperación y limpieza del mayor número posible de tejas que se encuentren en buen estado.

Una vez fijada la tablazón y el aislamiento, si procede, se coloca el material de cobertura tratando de conseguir la máxima protección de las estructuras portantes y la correcta ventilación de la madera.

C1 PIEZAS CERÁMICAS ESPECIALES

Una solución eficaz en las grandes cubiertas de los edificios históricos es el empleo de piezas cerámicas exclusivas, como las tejas especiales de restauración (placas inferiores machihembradas). Por su forma, permiten una cubrición completa del paño de cubierta, y una rápida y fácil puesta en obra. Como material cerámico tradicional, responden a los criterios básicos de intervención en edificios históricos, especialmente cuando se actúa en grandes paños de cubierta.



Detalle de pieza especial y perfil metálico en L. A la derecha, imagen ilustrativa de su colocación en paño de cubierta. Hospital Real. Granada.

Es necesario colocar una serie de perfiles angulares metálicos atornillados al sistema inferior de tablero y rastrel cada 115–150 cm aproximadamente (3-4 piezas) para fijar la posición de las piezas.

[Ejemplo: angulares de acero inoxidable L 40.4 fijados mediante tortillería de idéntico material y alta resistencia]



Colocación de cobijas. Cubierta C/ Campanas. Catedral de Jaén



Colocación de angulares para evitar el deslizamiento de la placa cerámica prefabricada. Hospital Real de Granada

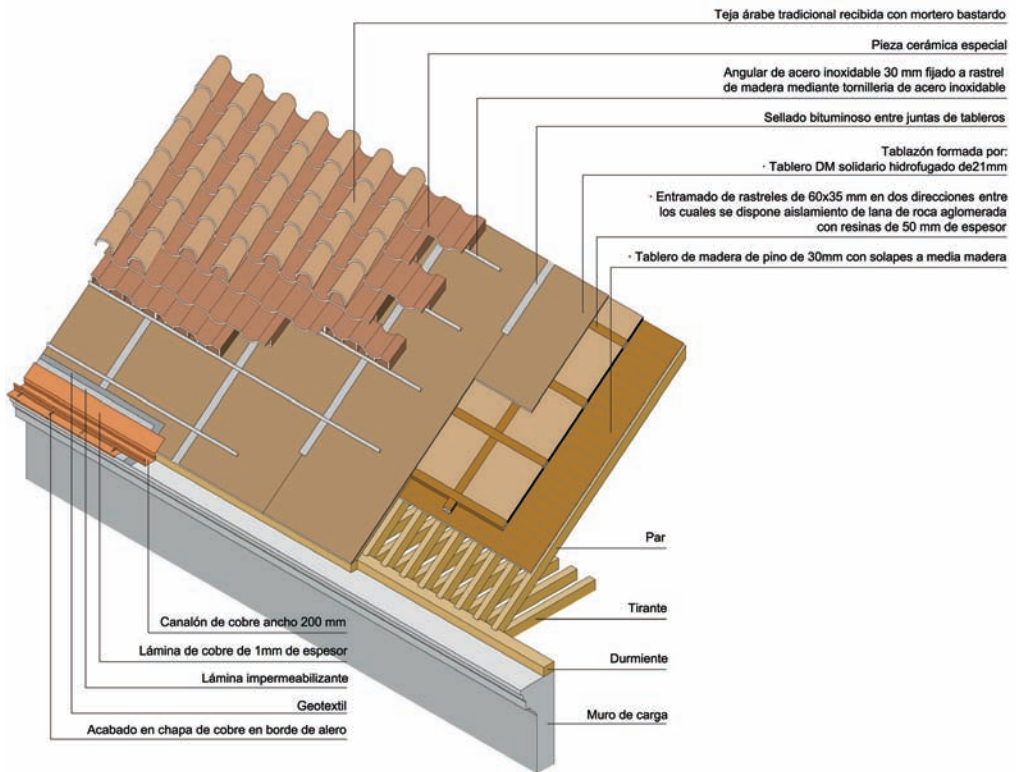
Sobre estas piezas prefabricadas se colocan las tejas árabes recuperadas formando las cobijas, según el método tradicional sobre mortero bastardo de cal hidráulica o aérea y con solapes no inferiores a 1/3 de la longitud de la teja, e insertando unos ganchos de acero inoxidable al tresbolillo cada 5–6 tejas para evitar el deslizamiento.



Gancho de acero inoxidable para sujeción de las tejas.



Vista frontal de paño de tejas con ganchos de acero inoxidable. Hospital Real de Granada.



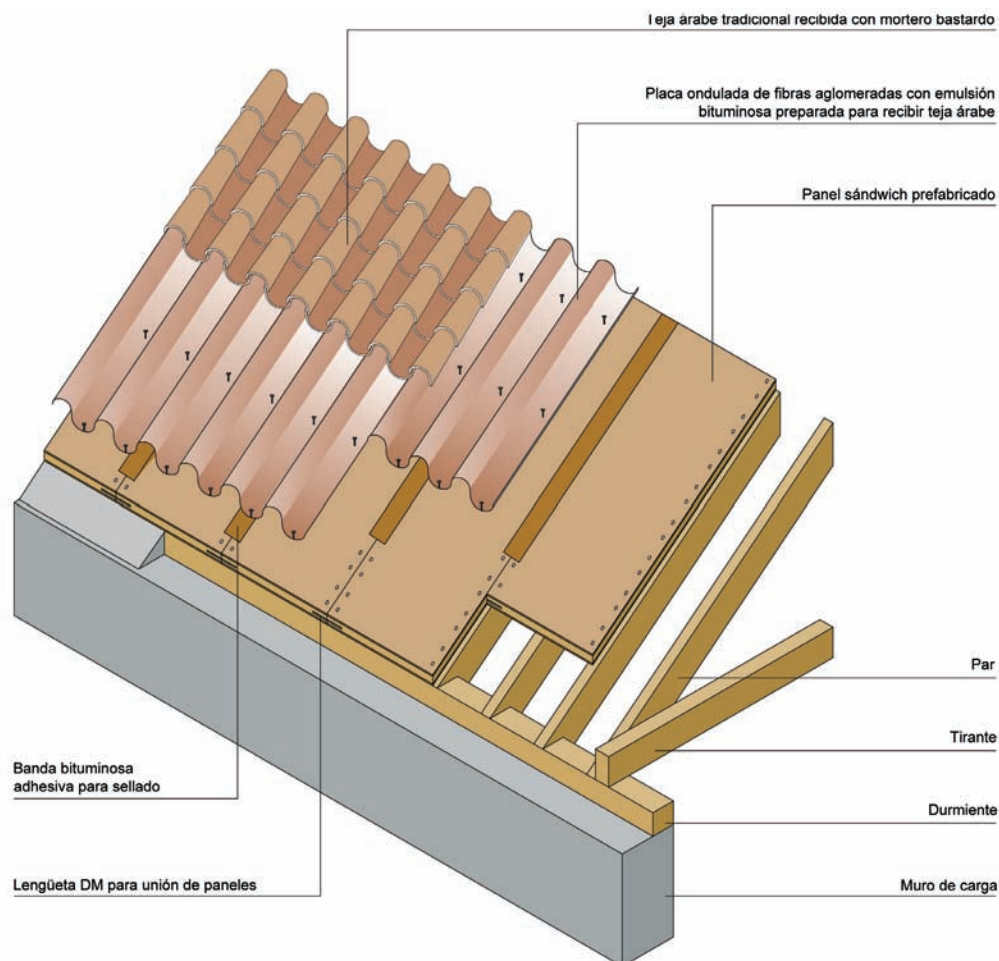
Sección constructiva tipo con sistema de pieza especial cerámica bajo teja. Proyecto de intervención en el Palacio de las Columnas de Granada

C2. MATERIAL IMPERMEABILIZANTE

Existen soluciones diferentes para el recibido de las tejas sobre la tablazón o cualquier soporte inclinado de cubierta. Destaca el uso de placas formadas por fibras minerales y vegetales aglomeradas, con una emulsión bituminosa a altas temperaturas (Onduline), y otras modalidades patentadas.



Placa ondulada bituminosa sobre un panel sándwich prefabricado colocado sobre los pares de madera. La teja se coloca sobre esta placa al modo tradicional con un mortero bastardo. Palacio de Bibataubín de Granada.



Sección constructiva tipo con sistema de placas onduladas bajo teja. Palacio de Bibataubín de Granada.

C3. TEJA TRADICIONAL

Otra solución de cobertura es disponer la teja árabe al modo tradicional formando canales y cobijas sobre la tablazón empleando un mortero bastardo para su recibido. Se puede colocar un fieltro bituminoso, sin función impermeabilizante, clavado sobre esta última para evitar el contacto directo del agua de condensación o de pequeñas filtraciones.

Para cubiertas con mucha inclinación, es recomendable colocar una malla metálica sobre la tablazón para que el mortero tenga un mayor agarre y los operarios puedan moverse y realizar los trabajos ágilmente sobre la cubierta.

En el caso de pendientes importantes, se recomienda clavar o atornillar las canales directamente a la tablazón para impedir el deslizamiento de las hiladas de teja y sujetar las cobijas mediante ganchos de acero inoxidable fijados al mortero.



Colocación de teja tradicional sobre tablero aglomerado hidrófugo. Las piezas que forman la canal, de teja nueva, se atornillan al tablero. Las cobijas de teja vieja recuperada se reciben con mortero bastardo y ganchos de acero inoxidable. Sala de los Reyes. Palacio de los Leones de la Alhambra, Granada.



Fijación de la cobija de teja vieja mediante ganchos de acero inoxidable. Sala de los Reyes. Palacio de los Leones de la Alhambra, Granada.

D. ALEROS Y CORNISAS

El encuentro entre el faldón de cubierta y la fachada del edificio se denomina alero. Este elemento permite disponer el vuelo de las tejas respecto al muro para evacuar el agua de lluvia.

El alero se puede resolver mediante canes de madera o con una cornisa de material pétreo o cerámico. Si presentan una sección pequeña, las ménsulas de madera que salvan el vuelo se denominan canecillos.



Alero de teja sobre canecillos de madera. Estos últimos presentan una inclinación pronunciada respecto al plano de fachada. Sala de los Reyes. Palacio de Los Leones de la Alhambra.



Alero de teja sobre una cornisa de ladrillo de tejar dispuesto según la modalidad conocida como pico de gorrión. Hospital Real de Granada.



Alero de teja sobre cornisa de piedra. Hospital Real de Granada



Formación de alero interior con evacuación a una canal oculta. Palacio de las Columnas de Granada.

En las armaduras de madera, el apoyo sobre muros mediante el sistema habitual de un durmiente descansando sobre la fábrica y unos pares apoyados en éste origina en el alero un encuentro complejo que se resuelve, en la mayoría de los casos, con alcatifa o relleno irregular compuesto de arena, tierra y cascotes. Este material es el principal causante de buena parte de los deterioros de las estructuras de madera, ya que favorece la persistencia de humedades y la creación de un ambiente óptimo para el desarrollo biótico (insectos y hongos).



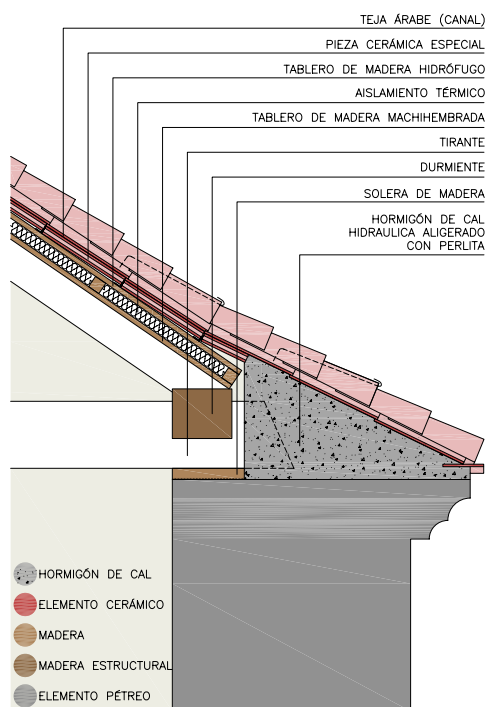
Rellenos de cascote (alcatifa) entre la armadura de madera y la cornisa de piedra. Hospital Real de Granada.

Dichos rellenos, normalmente heterogéneos y pesados, deben ser eliminados y sustituidos por un sistema más ligero y que proteja la estructura de las acumulaciones de humedad. Para solucionar este encuentro, se emplean diferentes materiales y métodos:

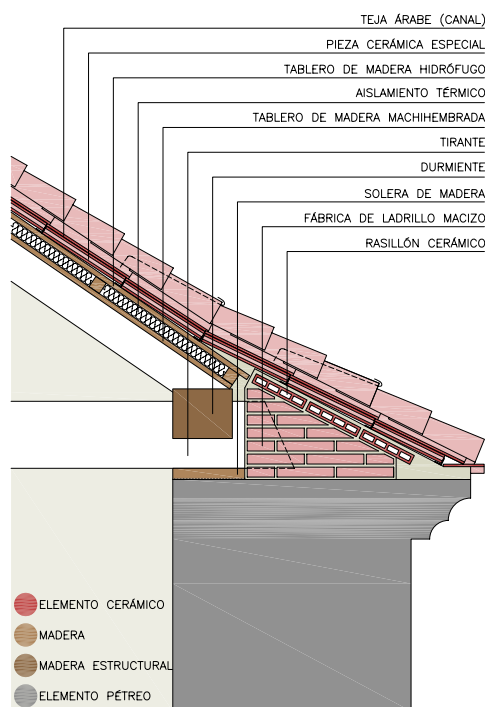
- Morteros aligerados de cal hidráulica y arcilla expandida. Es necesario crear una cámara de 2 a 4 cm en la envolvente del durmiente para evitar su contacto con las piezas de madera.



Relleno de mortero de cal hidráulica y arcilla expandida. Se observa la colocación de una pieza de poliestireno expandido para su separación del durmiente. Esta pieza se retira una vez iniciado el fraguado. Iglesia de San Gabriel de Loja.



Formación de alero sobre relleno de cal hidráulica aligerada con perlita. Hospital Real de Granada.



Formación de alero sobre tabiquillos de ladrillo macizo y rasillones cerámicos. Hospital Real de Granada.

- Tableros cerámicos o rasillones apoyados sobre muretes de ladrillo, sistema que crea una cámara de aire favoreciendo la ventilación de las piezas de madera que apoyan sobre el muro.



Tabiquillos para la formación de alero. Hospital Real de Granada.



Rasillones sobre los tabiquillos. Hospital Real de Granada.



Mortero bastardo de cal y cemento sobre los rasillones. Hospital Real de Granada.



Secuencia de las tres fases. Hospital Real de Granada.

La formación del alero se hace siempre con teja árabe reutilizada, independientemente de que se hayan empleado piezas especiales en la formación del sistema de cobertura, de manera que su visión se integre con la solución de toda la cubierta.



Detalles del encuentro entre las piezas especiales del sistema de cobertura y la teja tradicional que forma el alero. Hospital Real de Granada.



Formación de alero mediante teja árabe tradicional. Hospital Real de Granada.

E. ELEMENTOS DE VENTILACIÓN

En las cubiertas de madera es muy importante garantizar la ventilación del interior de la estructura para evitar humedades por condensación que puedan desencadenar problemas de pudrición.

E1. TRONERAS

El elemento de ventilación habitual en los edificios antiguos es la tronera o “perro sentado”, castillete que emerge sobre el plano inclinado del faldón de cubierta y presenta un ventanuco frontal que permite la ventilación y el acceso al interior para su mantenimiento.

Estos elementos se suelen renovar por completo en las intervenciones, ya que al presentar escuadrías de pequeñas dimensiones y tener muchos encuentros delicados con los paños de cubierta, es frecuente encontrarlos gravemente afectados por las patologías de tipo biológico (humedades, pudrición, xilófagos y otros) que acaban provocando su colapso.

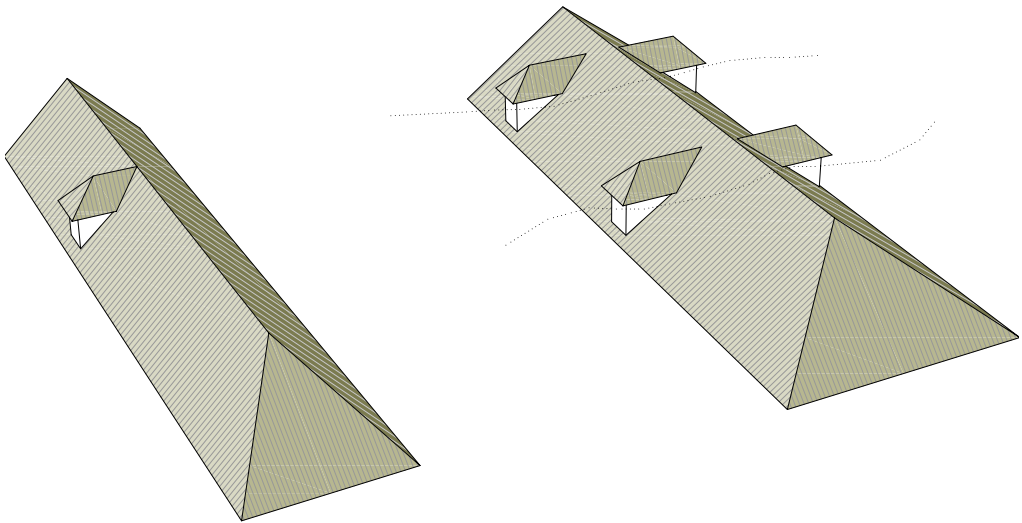


Reconstrucción de tronera. Cubierta C/ Campanas. Catedral de Jaén.

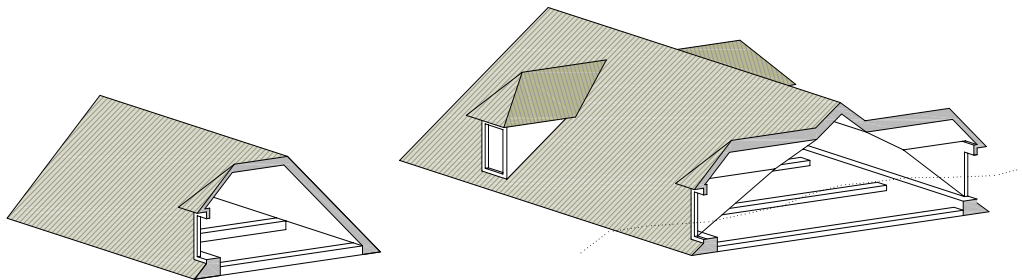


Colocación de rejilla para evitar la entrada de aves. Pabellón P12. Catedral de Jaén.

Es muy importante colocar rejillas o elementos que permitan la ventilación e impidan la entrada de aves y otros pequeños animales porque pueden ocasionar patologías en la estructura, si anidan en el interior de las cubiertas.



Naves de cubierta con una o varias troneras enfrentadas para la circulación del aire.



Sección transversal por tronera aislada y parejas enfrentadas favoreciendo la ventilación cruzada

Puede haber casos en los que exista una tronera o hueco que no sirva de acceso a la cubierta, ni facilite la ventilación de la misma por su posición u orientación. En caso de que se den estas circunstancias, el proyecto debe valorar su continuidad realizando un estudio de su origen y cometido, ya que pueden suponer riesgos para la adecuada conservación de la estructura de cubierta.

E2. TEJAS DE VENTILACIÓN

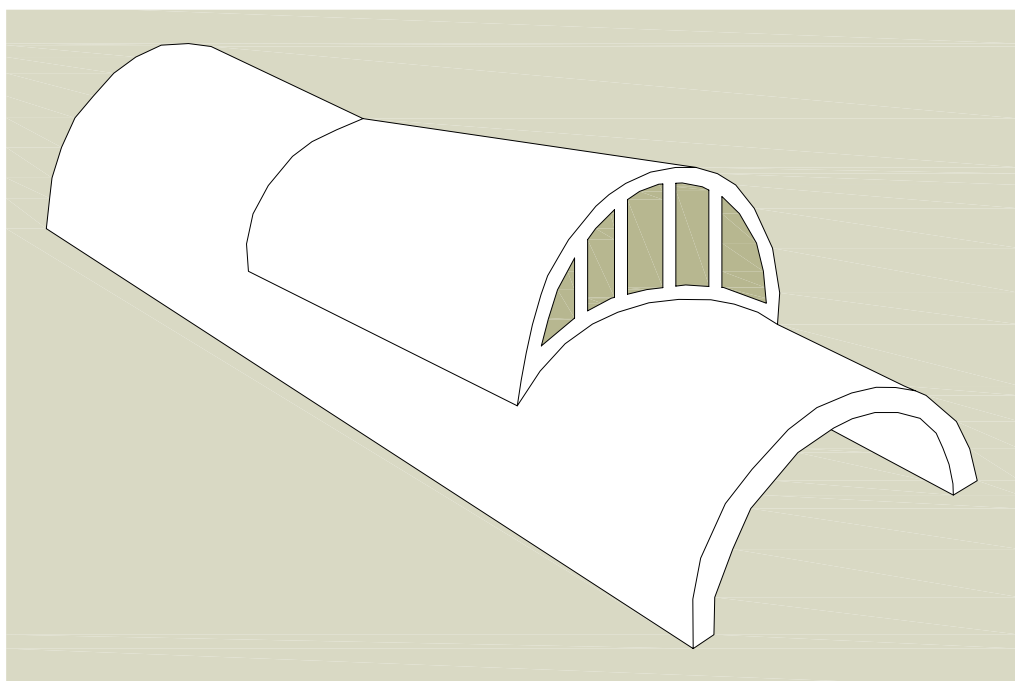
Cuando la cubierta no disponga de troneras, ni sea posible ejecutar de nueva planta, debido a las prescripciones de la normativa aplicable, se aconseja emplear tejas de ventilación. Se trata de piezas prefabricadas con una abertura que permite la entrada de aire al interior del espacio bajo la cubierta. Para su correcto funcionamiento, es necesario dejar preparado un hueco en la tablazón.



Tejas de ventilación nuevas y viejas. Iglesia de San Gabriel de Loja



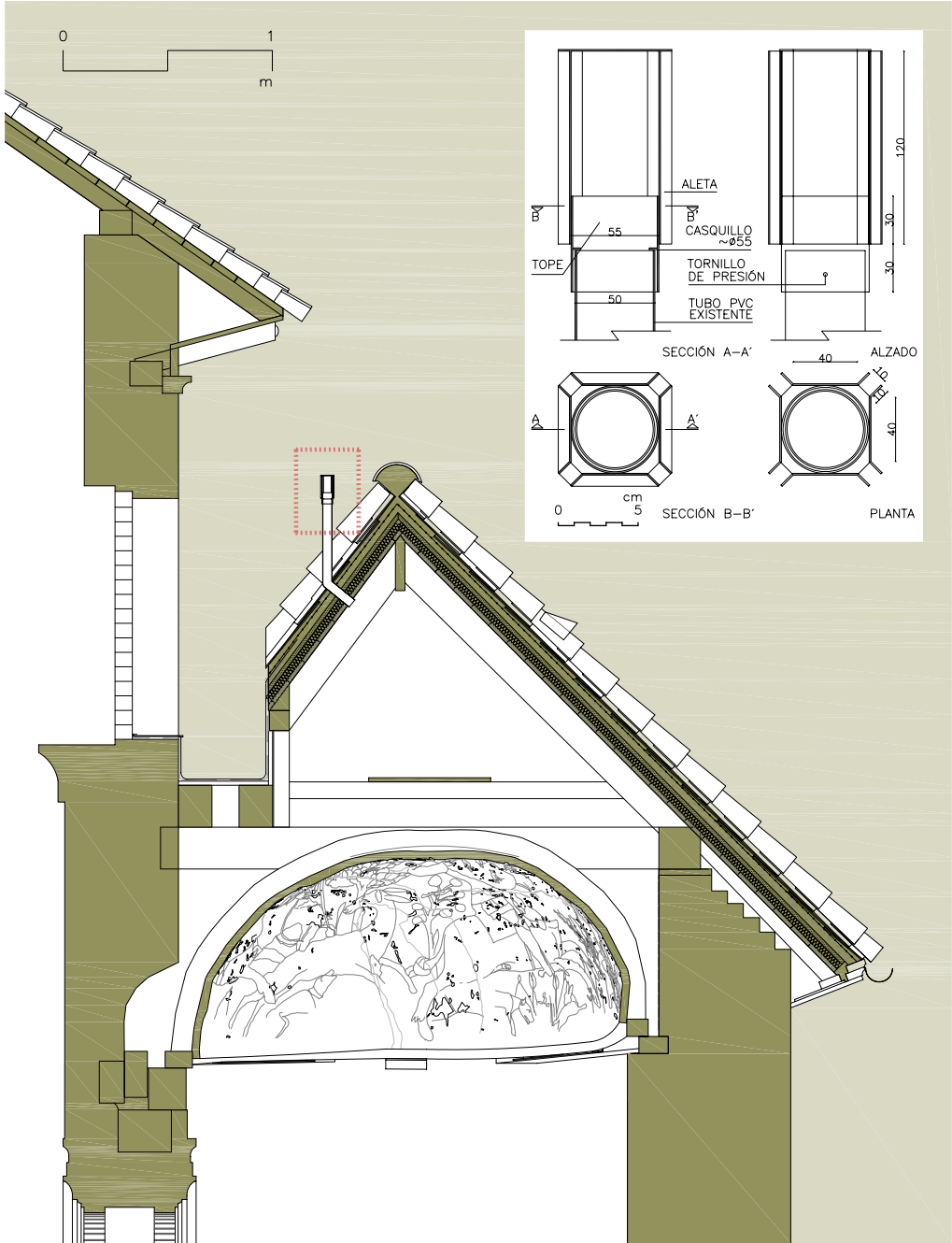
Teja de ventilación colocada. Sala de los Reyes en la Alhambra de Granada



Modelo de teja de ventilación

E3. SOLUCIONES SINGULARES

Las tejas de ventilación tienen una eficacia moderada, por ello, deben emplearse sistemas alternativos de ventilación cuando lo exijan las condiciones de conservación del edificio. En ese caso, se puede recurrir a sistemas pasivos similares a las chimeneas tipo shunt estudiando su emplazamiento para evitar impactos visuales.



Ejemplo de sistema de ventilación complementaria a las troneras a través de chimeneas de cobre. Sala de los Reyes. Palacio de los Leones de la Alhambra, Granada.

Ejemplo de la Sala de los Reyes, Palacio de los Leones de la Alhambra de Granada:

La problemática de ventilación que presentan las cubiertas de este conocido espacio se resuelve con este sistema. Las chimeneas de aireación son de cobre realizadas específicamente para ese fin, de forma que se consigue una ventilación controlada climáticamente evitando que se produzcan condensaciones sobre las bóvedas de madera revestidas interiormente por pinturas y varias capas de preparación de yeso sobre cuero. Las pinturas del siglo XIV, coetáneas al palacio, tienen un valor excepcional y han sido las humedades, filtraciones y condensaciones las causantes de su deterioro.



Disposición de chimeneas de cobre para la ventilación forzada del espacio bajo cubierta en respuesta a demandas especiales de conservación. Sala de los Reyes. Palacio de los Leones de la Alhambra, Granada.



Tubo de la chimenea de ventilación durante la colocación del tejado. Sala de los Reyes. Palacio de los Leones de la Alhambra, Granada.



Detalle del interior de la cubierta con orificio de ventilación. Sala de los Reyes. Palacio de los Leones de la Alhambra, Granada.

B07

Protocolo básico para la seguridad de las tareas de mantenimiento de cubiertas inclinadas con armaduras de madera

DESCRIPCIÓN

Las cubiertas con armaduras de madera tienen una conservación preventiva que puede someterse a unas pautas regladas para garantizar su eficacia. Del cuidado de las cubiertas, depende en gran medida la conservación de todo el inmueble. Como los posibles perjuicios que se ocasionen en ellas tienen una repercusión económica muy importante, su supervisión y puesta a punto constituyen tareas altamente eficaces para una gestión sostenible del patrimonio inmueble.

PALABRAS CLAVE

Cubierta / línea de vida / mantenimiento / pasarela / seguridad

OBJETIVOS

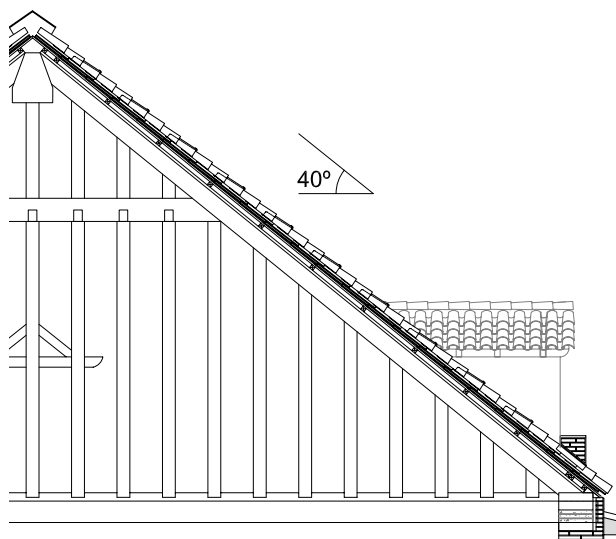
Dotar a la cubierta de unas condiciones básicas de seguridad para facilitar las labores de mantenimiento.

A. PROBLEMÁTICA DE MANTENIMIENTO

En edificios históricos es habitual encontrar soluciones de cubierta inclinada sustentadas por estructuras de madera. Esta tipología exige realizar trabajos de mantenimiento periódicos cuyas coordenadas más importantes son:

1. Accesibilidad compleja: Los accesos a la cubierta son difíciles y suelen realizarse a través de pasos estrechos, trampillas o pequeños huecos. La entrada se complica, aún más, para los equipos encargados de llevar a cabo las labores de mantenimiento, pues suelen ir acompañados de las herramientas necesarias para ello. Como resultado, aumentan los riesgos para los operarios, especialmente en las cubiertas con paños muy inclinados y espacios de paso reducidos.
2. Necesidad de planificación de los trabajos de mantenimiento. Las labores de puesta a punto de las cubiertas deben ser desarrolladas por especialistas, los cuales estudiarán previamente las zonas objeto de intervención, los riesgos que presentan y el tipo de trabajo a realizar. Para ello, se requiere aplicar los dispositivos de prevención de riesgos previstos en la legislación vigente. Lo mejor es disponer de un plan flexible que pueda implantarse de forma sistemática y adaptarse a circunstancias excepcionales e imprevistas.

3. Frecuencia de las tareas de mantenimiento. No debe ser inferior a dos revisiones anuales. Una de ellas debe coincidir con el periodo previo a la temporada de lluvias que sea propia del emplazamiento geográfico del edificio.
4. Examen prioritario de sistemas que tienen mayor incidencia en la conservación:
 - Material de cubrición.
 - Funcionamiento del sistema de evacuación: canalones y bajantes.
 - Estado del sistema de ventilación (troneras y conductos).
 - Incidencia de deterioro por agentes bióticos.
 - Funcionamiento de los dispositivos para el control de las aves.
 - Estado de instalaciones diversas de iluminación, protección contra incendios, pararrayos y otras.
5. Comportamiento de las reparaciones realizadas con anterioridad para evaluar la eficacia de los trabajos y evitar la incidencia de conflictos.
6. Estado de los sistemas que permiten la conservación: pasarelas, escaleras, líneas de vida, anclajes y otros.



Cubierta con paños de gran inclinación que complican las tareas de mantenimiento haciendo indispensable la articulación de pasillos y líneas de vida para garantizar la seguridad. Catedral de Jaén.



Escalera exterior de acceso a cubierta con ausencia de protecciones y crecimiento incontrolado de vegetación. Catedral de Granada.

Las tareas de mantenimiento deben estar previstas en la gestión de los bienes inmuebles como aspecto primordial de la conservación preventiva. Los edificios suelen estar dotados de sistemas para facilitar dichos trabajos y permitir su ejecución con garantías suficientes de seguridad. Se recomienda examinar los protocolos que se citan a continuación porque describen los diferentes sistemas objeto de inspección:

>Protocolos relacionados: B08, B09, B10, B14, B15

B. SISTEMAS PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD EN EL MANTENIMIENTO

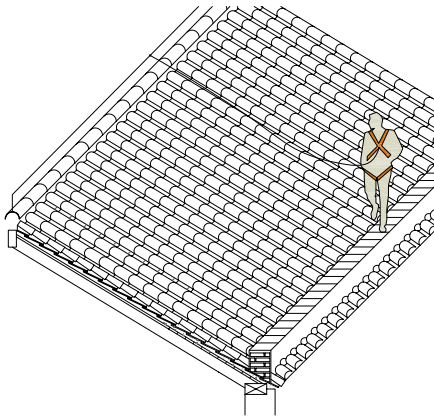
B1 LÍNEAS DE VIDA

Son sistemas anti caída instalados en zonas donde no está previsto ningún medio de protección colectiva tales como barandillas, antepechos o andamios.

Se trata de un dispositivo flexible de anclaje formado por un cable de acero o fibra fijado a puntos sólidos del edificio que, unido al cinturón de seguridad del personal trabajador, permite un desplazamiento por cubiertas o zonas en altura sin riesgo de caída. Puede ser fija o temporal, en función de su presencia en el tiempo.

En obras de construcción, generalmente se utilizan tendidos horizontales. No obstante, mediante el auxilio de dispositivos especiales, también se pueden emplear tendidos verticales. Las disposiciones más usuales son:

- En cumbrera.
- En paramentos.
- Argollas en cornisas y puntos críticos.
- Aéreas.



Esquema de funcionamiento de línea de vida en cumbrera.



Línea de vida en cumbrera con sistema de corredera continua en apoyos. Hospital Real de Granada.

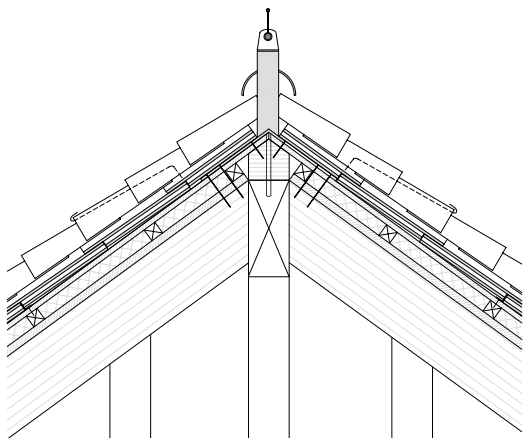


Línea de vida con continuidad en el cambio de dirección de la cumbrera. Hospital Real de Granada.



Línea de vida con dispositivo de amortiguamiento en caso de caída. Hospital Real de Granada.

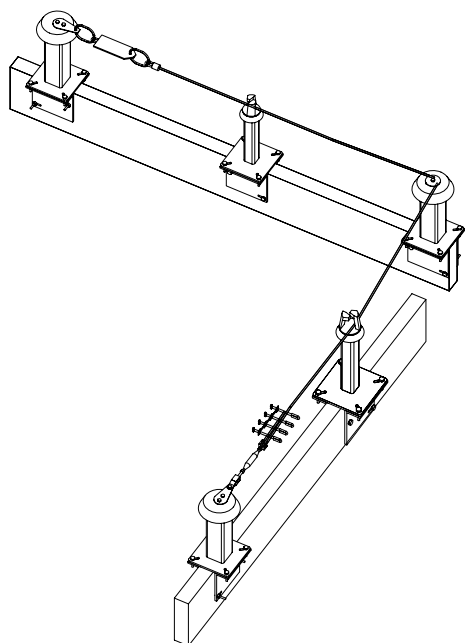
Ejemplo Catedral de Jaén:



Detalle de la instalación de la línea de vida en la cumbrera de cubierta.



Pletinas de anclaje de la línea de vida a los pares de cubierta.



Detalle de la instalación de la línea de vida



Detalle de la línea de vida colocada en la Catedral de Jaén.

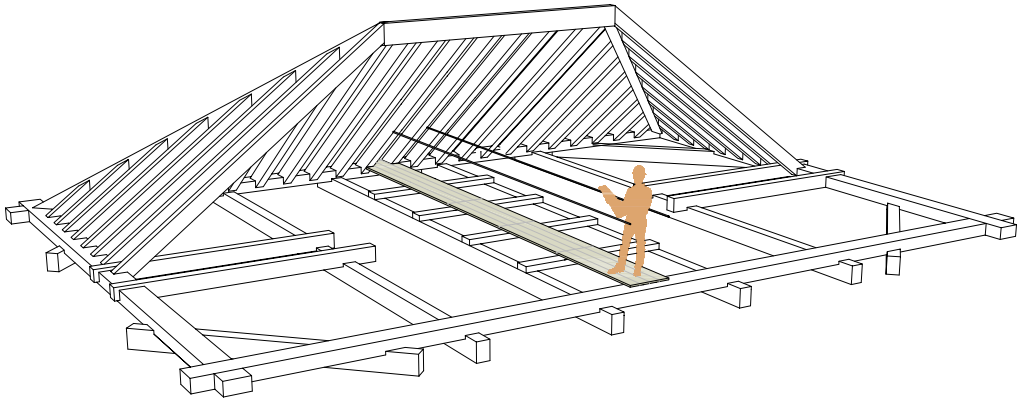
Para que el anclaje a la estructura de cubierta sea totalmente solidario, la línea de vida se construye al tiempo que se va cerrando la cubierta. Su colocación debe estar incluida en proyecto.

B2. PASARELAS DE MANTENIMIENTO

Se trata de planos horizontales, de uso restringido, diseñados para facilitar el tránsito del personal de mantenimiento por las cubiertas. Según su posición respecto a la cubierta inclinada, pueden ser:

- Interiores: pasarelas de madera, normalmente apoyadas sobre los tirantes de la estructura, que conducen hasta las troneras y proporcionan el acceso a la parte exterior de la cubierta. Sus protecciones son quitamiedos de cable.
- Exteriores: pasarelas de fábrica de ladrillo acabada en piezas cerámicas, con canal inferior para el paso de aguas. Son horizontales y se sitúan en las proximidades de los aleros, con directriz paralela a éstos.

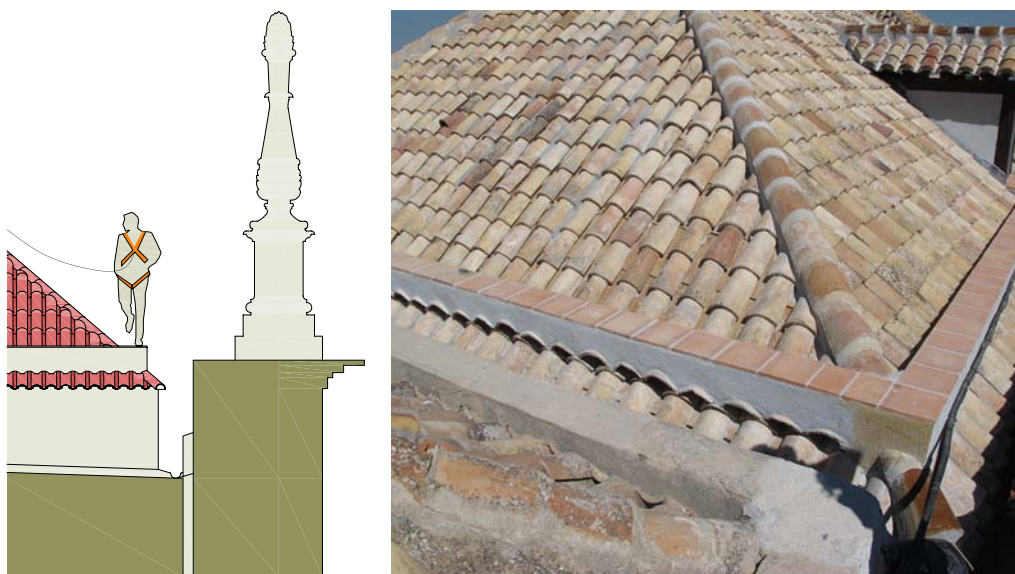
Ejemplo Catedral de Jaén:



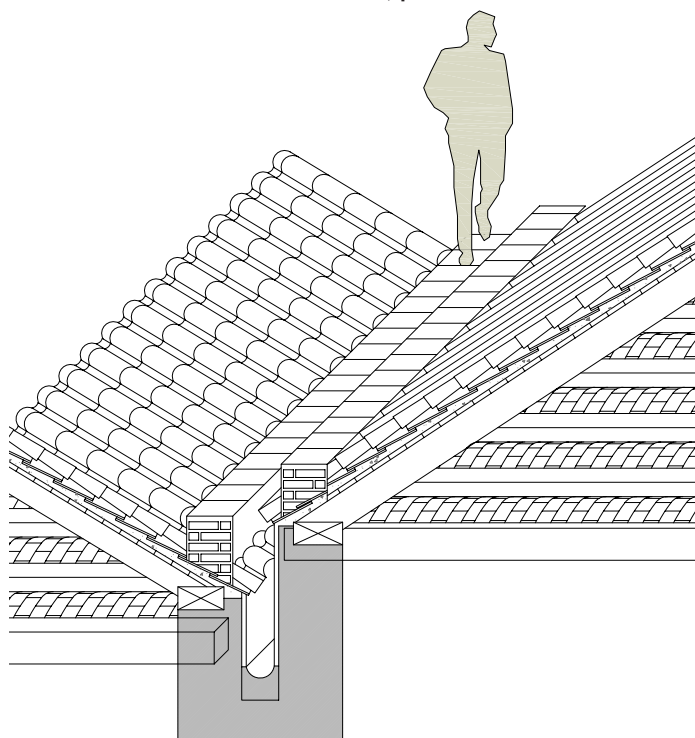
Pasarela interior de mantenimiento de madera apoyada sobre los tirantes. Catedral de Jaén



Pasarela interior de mantenimiento, pabellón P5. Catedral de Jaén.



Pasarela de mantenimiento exterior de fábrica de ladrillo y acabado con piezas cerámicas antideslizantes. Catedral de Jaén, pabellón P5.



Perspectiva de uso de pasarela entre pabellones en la Catedral de Jaén.

Protocolo básico de instalaciones de protección en cubiertas de madera

DESCRIPCIÓN

Las cubiertas de los edificios patrimoniales son receptoras de instalaciones de protección, debido a su carácter estratégico. Por este motivo, se dotan progresivamente de instalaciones contra el rayo y el fuego. Dichos dispositivos se complementan con otros de detección conectados a una centralita situada en el inmueble.

Complementariamente, se disponen las instalaciones de iluminación, bien para atender labores de mantenimiento e inspección en el interior de las cubiertas, bien para resaltar y ambientar sus elementos. En este último caso, los trazados suelen ser improvisados suponiendo una fuerte interferencia para la accesibilidad a las cubiertas. Este protocolo presenta, por su naturaleza y contenido, un carácter eminentemente preventivo.

PALABRAS CLAVE

Detección / extinción / fuego / incendio / instalación / pararrayos / protección / rayo

OBJETIVOS

- Dotar a la cubierta de las adecuadas condiciones de seguridad contra el fuego o la acción del rayo.
- Consolidar rutinas de inspección y mantenimiento dentro de pautas de conservación preventiva.

A. PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

En el ámbito del territorio español, las condiciones de protección frente al rayo vienen determinadas por el Código Técnico de la Edificación:

- DB SUA8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.
- Anejo B Características de las instalaciones de protección frente al rayo.

A1 PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

(Según Código Técnico de la Edificación, Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad.)

Instalación de protección frente al rayo cuando la frecuencia esperada de impactos sea mayor que el riesgo admisible.

Según la normativa española (CTE SU-8), los edificios cuya altura sea superior a 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo.

Sin embargo, como indican las diferentes normativas, ningún sistema de protección de este tipo puede evitar la formación de rayos, ni representa una garantía de protección absoluta contra ellos.

No obstante, proporciona los medios para reducir, de manera significativa, los riesgos por daños en las estructuras protegidas.

La relación entre el riesgo admisible y la frecuencia de impactos determina la eficacia de la instalación y su nivel de protección. La frecuencia de impactos viene definida por la situación del edificio, su forma y volumen, y su relación con el entorno. El riesgo admisible se establece en función del tipo de construcción, de su contenido y de sus usos.

A2 CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES

Según la normativa, las instalaciones de protección contra el rayo deben constar de un sistema externo, otro interno y una red de tierra.

Sistema externo

Está formado por dispositivos captadores y por derivadores o conductores de bajada.

Los primeros pueden ser puntas Franklin, mallas conductoras y pararrayos con dispositivo de cebado.

Los segundos conducen la corriente de descarga atmosférica desde el dispositivo captador a la toma de tierra, sin calentamientos ni elevaciones de potencial peligrosas. Además, todo elemento de la instalación discurre sin riesgo de electrocución y está protegido adecuadamente.

Sistema interno

Comprende los dispositivos que reducen los efectos eléctricos y magnéticos de una corriente de descarga atmosférica dentro del espacio a proteger.

La estructura metálica del edificio, las instalaciones metálicas, los elementos conductores externos, los circuitos eléctricos y de telecomunicaciones del espacio a proteger y el sistema externo de protección, si lo hubiera, deben unirse con conductores de equipotencialidad o protectores de sobretensiones a la red de tierra.

Red de tierra

Su función es dispersar en el terreno la corriente de las descargas atmosféricas.



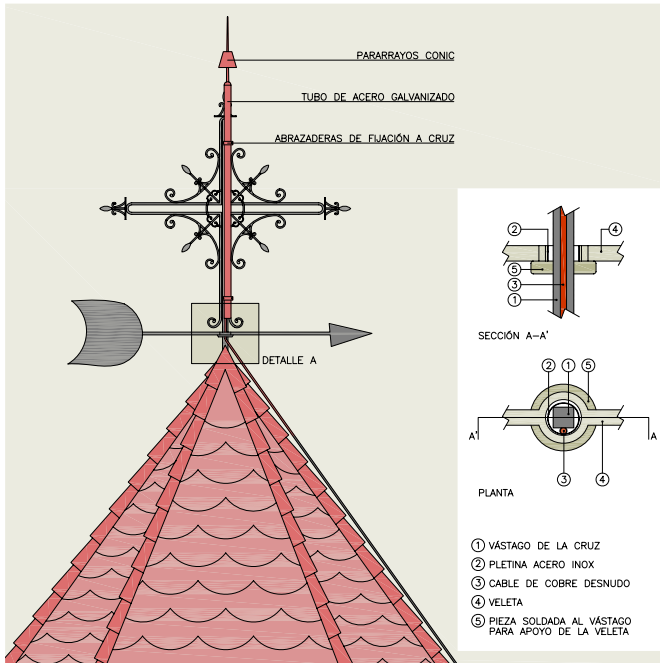
Conductor de cobre de puesta a tierra de la instalación. Iglesia de San Gabriel de Loja (Granada).

A3. COLOCACIÓN

El pararrayos se coloca en el punto más alto de la cubierta, donde proporcione mayor volumen de protección.



Instalación de pararrayos integrado en la veleta del campanario. Iglesia de San Gabriel de Loja (Granada)



Detalle de instalación de pararrayos compatible con un elemento en movimiento (veleta). Iglesia de San Gabriel de Loja (Granada)

B. PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO

Dada la gran dificultad que implica extinguir el incendio de una cubierta, generalmente de acceso complejo, es muy importante anticiparse a cualquier riesgo, de forma que se pueda activar lo más rápido posible una respuesta óptima y la asistencia del Servicio Bomberos. Por esta razón, es importante intervenir con medios técnicos y económicos suficientes aunando los factores de protección y detección dirigidos a impedir o reducir posibles daños.

En España, las condiciones de protección contra el fuego vienen determinadas por el Código Técnico de la Edificación:

- DB SI Seguridad en caso de incendio.
- Anejo E Resistencia al fuego de las estructuras de madera.

B1. PROTECCIÓN

Según la normativa vigente, no es necesario proteger las estructuras de madera, ya que los métodos de cálculo contemplan el sobredimensionado de las piezas de modo que, en caso de incendio, la capa exterior de su sección se carboniza proporcionando una protección, que permanece inalterada durante el tiempo necesario para favorecer la extinción del fuego, sin que se produzca el colapso de la estructura. Este aspecto es especialmente importante en las estructuras de madera que quedan vistas. Habitualmente, las armaduras de edificios antiguos suelen estar bien dimensionadas y admiten un ataque moderado del fuego.

Para proteger dichas estructuras, se pueden emplear pinturas o revestimientos intumescentes que deben aplicarse con el espesor y las características apropiadas conforme al grado de protección deseado. Los barnices son poco efectivos. Siempre que una estructura carezca de valor patrimonial y quede oculta, se puede preservar mediante la proyección de mortero de vermiculita-perlita con yeso.



Estructura de madera protegida mediante pintura intumescente. Palacio de Bibataubín de Granada.



Estructura de madera protegida mediante proyectado de vermiculita-perlita con yeso. Palacio de Bibataubín de Granada.

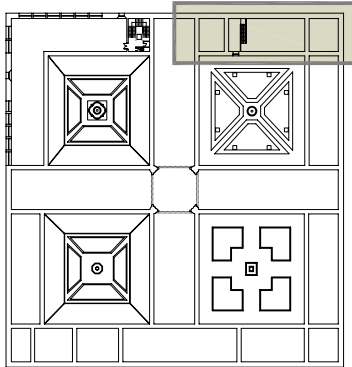
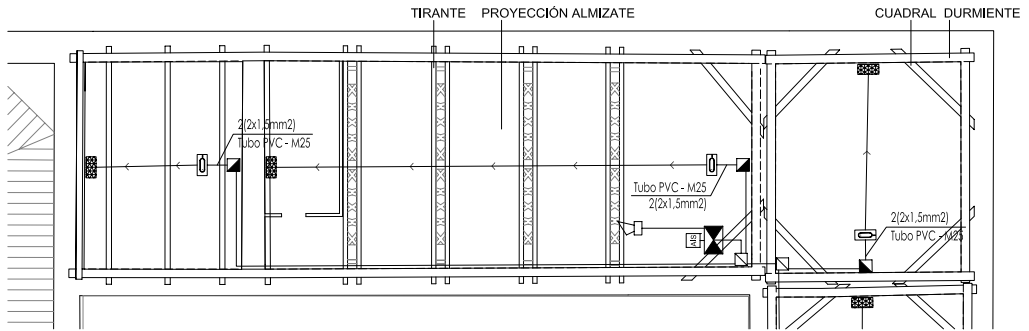
B2. DETECCIÓN

La instalación de detección de incendios puede ser de tipo lineal o volumétrico.

Se utilizan detectores lineales de infrarrojos para proteger espacios bajo cubierta de grandes dimensiones. El dispositivo emisor lanza un rayo que incide sobre un espejo reflector colocado en el

otro extremo. Cuando el rayo se interrumpe por la presencia de humo, se dispara una señal que activa la alarma de incendios.

Estos dispositivos también sirven como instalación anti-intrusos.



LEYENDA

- DETECTOR LINEAL DE HUMO POR INFRARROJOS. EMISOR+RECEPTOR
- ESPEJO REFLECTOR PARA DETECTOR LINEAL DE HUMO
- SIRENA CONVENCIONAL. 24 Vcc
- AISLADOR
- CENTRAL DE DETECCIÓN DE INCENDIOS.
- MÓDULO MONITOR DE 1 ENTRADA.
- CAJA DE DERIVACIÓN
- LAZO ANALÓGICO EMPOTRADO EN PARED. 3X1,5MM2, TUBO PVC-M20
- _____ LAZO ANALÓGICO 3X1,5MM2, TUBO PVC-M20

Instalación contra incendios (detección lineal por infrarrojos). Hospital Real de Granada.

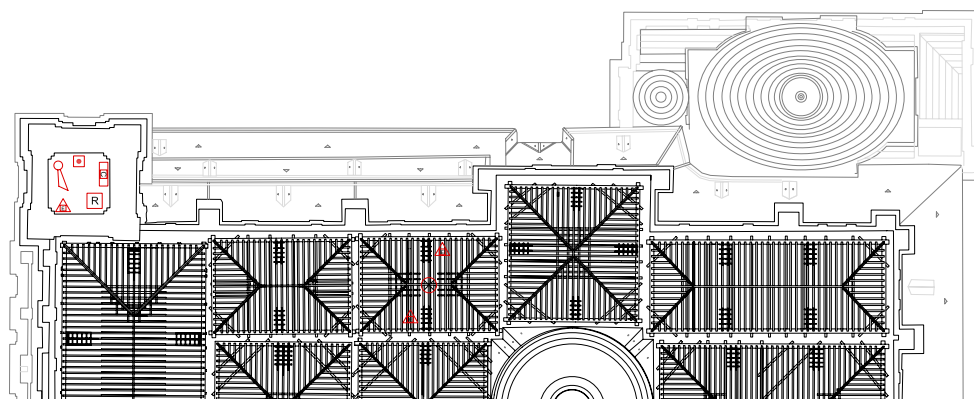
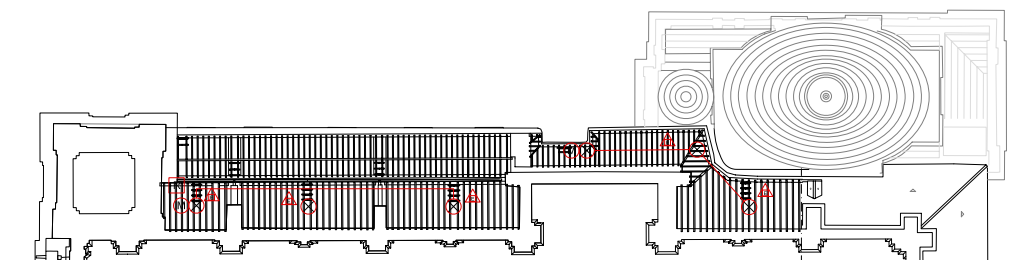


Detector lineal por infrarrojos. Armadura mudéjar del Salón Caballeros XXIV. Palacio de la Madraza de Granada.

Los detectores volumétricos cubren una determinada distancia en un ámbito de 360°, de manera que son aptos para cubiertas de reducidas dimensiones.

Ejemplo Catedral de Jaén:

Dada la imposibilidad de tender cableado por la cubierta de la Catedral de Jaén, se colocan detectores ópticos y térmicos de humos vía radio, con un alcance al aire libre de 150 m, nivel de sensibilidad auto ajustable y frecuencia infrarrojo 433 MHz.



SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS (DETECCIÓN)

- C CENTRAL DE DETECCIÓN PARA LA CUBIERTA
- R RECEPTOR VÍA RADIO
- M MONITOR DETECTORES
- X DETECTOR ÓPTICO Y TÉRMICO DE HUMOS VÍA RADIO
- LÍNEA DESDE MASTER A CONVENCIONALES
- S PULSADOR DE ALARMA
- S SIRENA
- E EXTINTOR

Instalación contra incendios (detección volumétrica vía radio). Catedral de Jaén.



Detector óptico volumétrico y central de detección vía radio. Catedral de Jaén

B3. EXTINCIÓN

Una forma sencilla y efectiva de apoyar la extinción de un incendio en el interior de una cubierta de madera es colocando extintores junto a sus puntos de acceso interiores. Se trata de una medida limitada, pero muy versátil ante circunstancias imprevistas. La extinción a nivel global por procedimientos automatizados depende de un proyecto específico contrastado.

Ejemplo Catedral de Jaén:

En la Catedral de Jaén se colocan extintores móviles de polvo ABC de 6 Kg en el interior de los pabellones y en las pasarelas de mantenimiento, junto a las troneras de acceso.



Extintores en el interior de la estructura de madera. Pabellón P5 Catedral de Jaén.

C. INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

Los espacios bajo cubierta en edificios históricos suelen estar sin uso, motivo por el que, a la dificultad de acceso, se añade la ausencia de instalaciones de iluminación que permitan la inspección de unos espacios de morfología compleja a los que no suele llegar iluminación natural o esta es escasa. Por este motivo es recomendable la dotación de instalaciones de iluminación que permitan el registro y la inspección ante situaciones de riesgo para el edificio o la realización de labores de mantenimiento.

Al tratarse de espacios sin uso, no existe normativa que regule la dotación de instalaciones de cualquier índole. Para instalaciones de iluminación se puede optar por dotar a los espacios interiores de alumbrado capaz de proporcionar una iluminancia mínima de 50 lux a nivel del plano de circulación, dotación marcada para garajes en el DB-SUA 5, de seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada, del CTE.

C1. INSTALACIÓN

Las instalaciones deben ser simples, de forma que no impliquen un aumento del mantenimiento del edificio o de los riesgos que presenten las cubiertas y no produzcan sobrecarga de circuitos y artefactos en unos espacios de accesibilidad y mantenimiento complejos.

La instalación se producirá en las zonas de circulación y donde existan elementos de otros sistemas de protección como cuadros de control o extintores.

Otro factor importante a tener en cuenta es el mantenimiento. Se recomienda disponer de equipos robustos y simples, con escasa necesidad de revisión, instalados en lugares accesibles.



Instalación de luminarias bajo cubierta en la Catedral de Jaén.

D. OBSERVACIONES GENERALES

>Ver Protocolo B07, B10
>Ver CTE Documento Básico SUA – Seguridad de Utilización y Accesibilidad

B09

Protocolo básico de evacuación de aguas pluviales en cubiertas inclinadas

DESCRIPCIÓN

Las principales patologías de los inmuebles por falta de estanqueidad de las cubiertas están relacionadas con el mal funcionamiento del sistema de evacuación de las aguas pluviales. El fallo de los elementos que componen dicho sistema puede ocasionar problemas graves al facilitar la entrada de agua de forma masiva, especialmente durante las lluvias torrenciales. Por tanto, su adecuado funcionamiento se considera una tarea clave de la conservación preventiva de un inmueble.

Los elementos horizontales más comunes para la evacuación de pluviales son los canalones suspendidos bajo las cornisas y las canales ocultas en el plano de cubierta. En los grandes inmuebles, estas últimas suelen constituir el sistema de recorridos para la inspección y mantenimiento de las propias cubiertas. Para expulsar el agua al exterior, pueden existir gárgolas y bajantes adosadas a la fachada o embutidas en el interior del muro.

>Ver los protocolos B03, B04, B05, B06, B07, B08, B15

PALABRAS CLAVE

Agua / bajante / canal / conservación / cubierta / evacuación / gárgola / lluvia / mantenimiento / pluvial / preventiva.

OBJETIVOS

Controlar, evaluar y asegurar la adecuada evacuación de aguas pluviales de las cubiertas inclinadas en inmuebles históricos.

A. EL SISTEMA GENERAL DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Para la conservación de un inmueble, es determinante conocer el funcionamiento del sistema completo de evacuación de aguas pluviales. Su complejidad suele estar relacionada con la propia superficie de cubiertas, ya que aumenta cuanto mayor sea esta última. En línea con esto, se recomienda analizar la organización que presenta dicho sistema mediante su representación en una planimetría fidedigna incidiendo, especialmente, en las soluciones constructivas y encuentros que se repitan de forma sistemática.

A1 SISTEMAS EXTERNOS

Es el más común en casas, palacios y otros edificios de tamaño pequeño o mediano. Consiste en un conjunto de canales y bajantes, generalmente de zinc o cobre, fijado al alero y a las fachadas. Para anclarlo, se usa el mismo material por razones de compatibilidad. La ventaja de esta disposición es la menor afección al inmueble en caso de deficiencia. Los problemas suelen localizarse en los encuentros y soldaduras de los diferentes tramos que componen los canalones y en su unión con las bajantes.



Detalle de canalón de cobre suspendido bajo el alero. Sala de los Reyes en la Alhambra de Granada.



Bajantes de cobre adosadas a la fachada. Palacio de Bibataubín de Granada.



Detalle de gárgola de cinc para evacuación de aguas en los canalones suspendidos bajo las cornisas. Hospital Real de Granada.

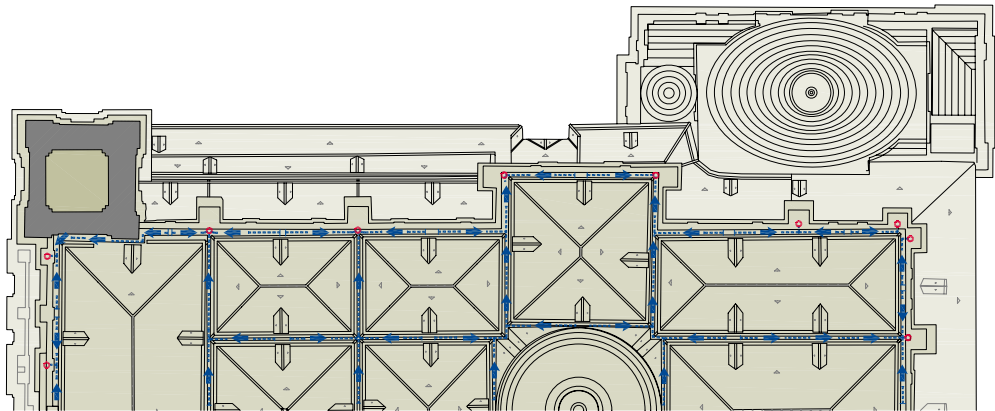
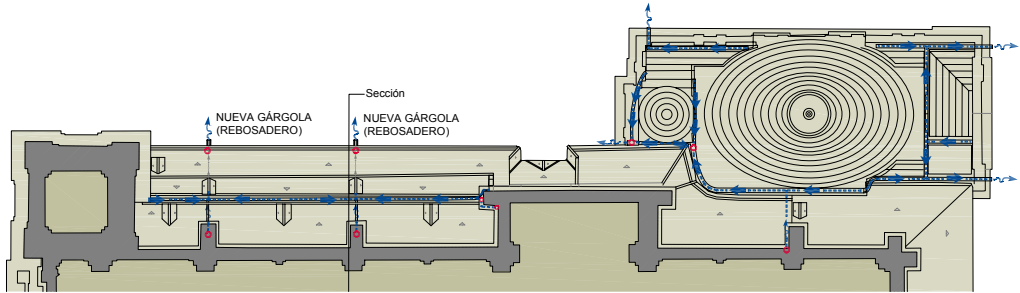
A2 SISTEMAS OCULTOS

Se integran en las cubiertas alojando canales y bajantes en su perímetro interior empotrado o alojado en muros y cornisas.

Los problemas vinculados a esta tipología pueden tener mucha relevancia, debido a su dificultad de reparación. Por este motivo, es aconsejable un mantenimiento periódico que garantice su óptimo funcionamiento.

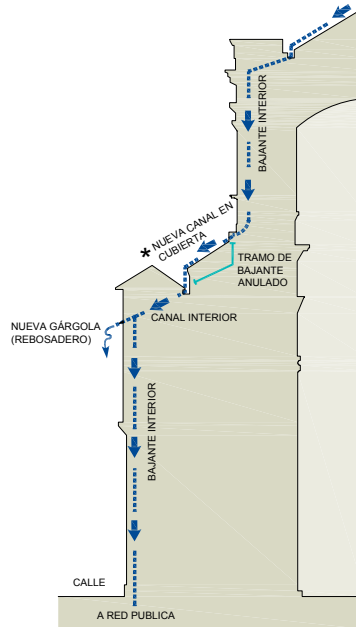
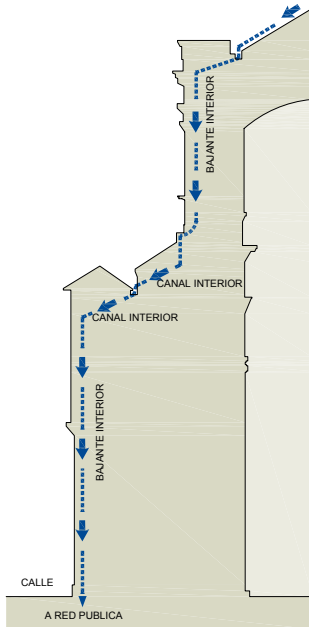
Se aconseja inspeccionar el trazado completo de los recorridos horizontales y verticales hasta la evacuación final del agua para detectar y tipificar posibles problemas. En muchas ocasiones, basta con optimizar dichos recorridos y garantizar su limpieza. Según el Código Técnico de la Edificación, la adición de aliviaderos constituye una buena alternativa para mejorar la evacuación del agua ante una emergencia, solución que no siempre es compatible con las características del inmueble.

En cualquier caso, se recomienda incluir estas operaciones en el programa anual de conservación del edificio estableciendo las rutinas de mantenimiento y su incidencia en el presupuesto de gestión.



Plano de evacuación de aguas pluviales. Cubiertas bajas correspondientes a C. Campanas y lateral norte de la cubierta principal. Catedral de Jaén

338



Plano de evacuación de aguas pluviales. Cubiertas bajas correspondientes a C. Campanas y lateral norte de la cubierta principal. Catedral de Jaén

B EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES: TRAMOS HORIZONTALES

B1 CANALES SUSPENDIDAS

Canalones de cobre o cinc colgados de la cornisa o anclados a la fachada con sujeciones del mismo material. Son de gran eficacia para evitar el vertido de agua directa desde las cubiertas hacia la calle.

Su problemática más común viene determinada por deformaciones o descuelgues, faltas de mantenimiento y sección o bajas pendientes.

Los canalones que sufran alguno de estos problemas pueden provocar vertidos incontrolados de agua y patologías en muros y cornisas.

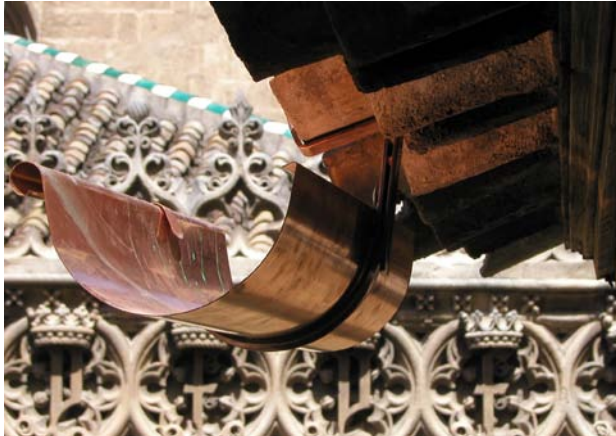


Problemas de humedad ocasionados fundamentalmente por la inexistencia de una canal horizontal para recoger las aguas del alero. Palacio de la Madraza, Granada.

Medidas correctoras para canales de este tipo con problemas de evacuación:

- Sustitución completa del sistema si existen deformaciones, corrosión o el material es inadecuado.
- Adecuación de las pendientes y los diámetros en caso necesario.

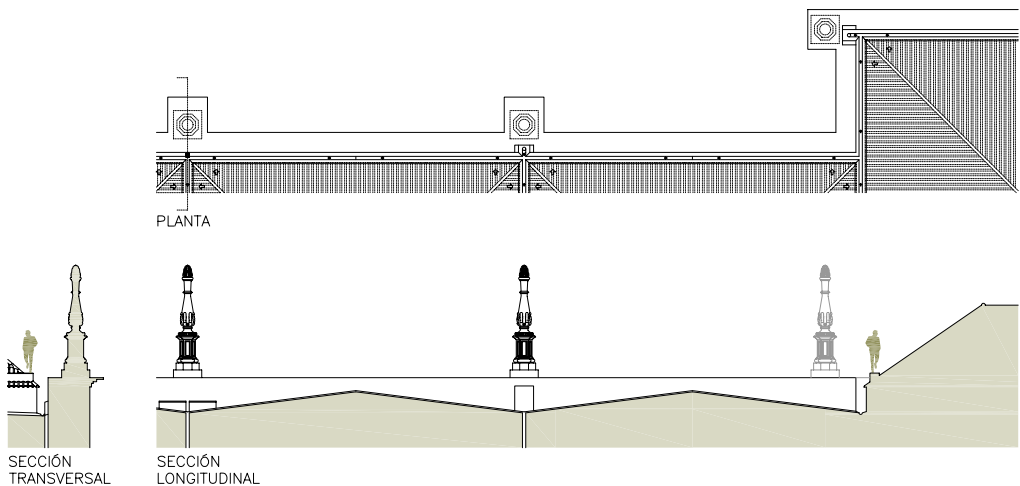
Cuando las patologías se deban a la inexistencia de canales, se plantea su implantación en el edificio con carácter preferente. En tal caso, la propuesta debe estudiarse con detenimiento en función de las características del inmueble y de las ordenanzas municipales. Asimismo, se requiere realizar pruebas a escala natural para comprobar los siguientes aspectos: colocación, fijaciones, acabado, secciones de los elementos y otros aspectos fundamentales para la percepción de la fachada.



Pruebas para la colocación de un canalón de cobre en el Palacio de la Madraza, Granada.

B2 CANALES OCULTAS

Este sistema de recogida de aguas se suele encontrar integrado en la cubierta de grandes inmuebles, de modo que queda oculto desde la calle.



Planta y secciones de un tramo de canales ocultas de la Catedral de Jaén.

Las canales ocultas suelen ser también “calles interiores” para la organización de la propia cubierta facilitando su acceso y mantenimiento.

La problemática de este sistema puede estar ocasionada por:

- Obstrucciones que suponen a veces inundación.
- Acumulaciones de materiales que propician la creación de un sustrato en el que proliferan los organismos vivos, animales y vegetales, que producen daños en la cubierta, revestimientos, ornamentación y estructura del inmueble.
- Diseño inadecuado de las canales y pasillos de mantenimiento o intervenciones que han alterado los originales.

- Deslizamiento del material de cobertura que restringe las secciones del sistema.



Canal con falta de mantenimiento. Catedral de Jaén.



Canal con espacio insuficiente para el mantenimiento. Catedral de Jaén.

El dimensionado insuficiente de los dispositivos de evacuación de una cubierta y la acusada falta de mantenimiento de la misma pueden ser los causantes de la presencia de cascotes, tierra y elementos vegetales en sus canales dificultando o impidiendo el discurrir del agua hacia el exterior y, por tanto, su evacuación por caminos inadecuados.



Canal obstruida por vegetación produciendo humedades en fachada. Palacio de las Columnas de Granada.

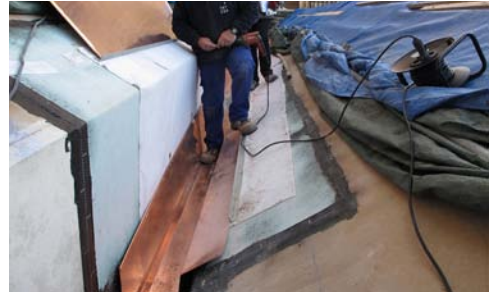


En este caso, pueden implantarse distintas medidas correctoras. Cuando es posible realizar un proyecto de reparación de las cubiertas, los sistemas de evacuación deben recibir una dedicación preferente:

- Ampliación de la sección útil de la canal.
- Adecuación de las pendientes.
- Sellado de las juntas de la canal cuando esté resuelta con piedra.
- Impermeabilización de la canal en casos de fallo grave de la misma.

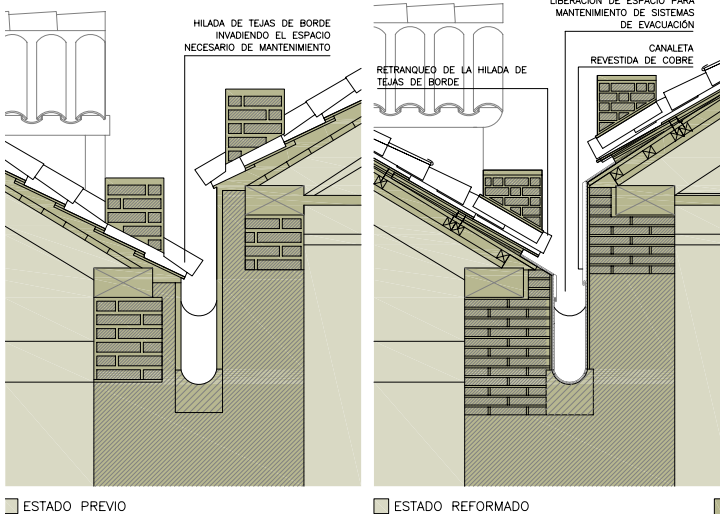


Tela asfáltica de alta durabilidad protegida con lámina de plomo de 2 mm en la canal del cimborio del Hospital Real, Granada.

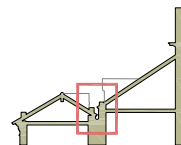


Tela asfáltica de alta durabilidad protegida con chapa de cobre de 1 mm en una canal de las cubiertas laterales de la Catedral de Jaén.

ESQUEMA DE ACTUACIÓN Y MEJORA DE CANALES DE EVACUACIÓN EN CUBIERTA



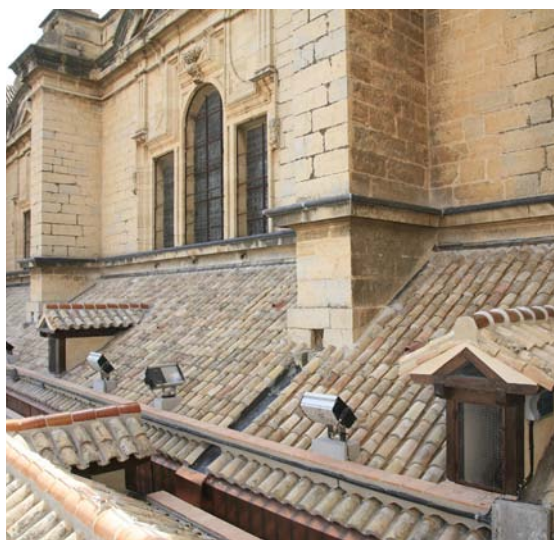
342



Sección constructiva de una canal oculta. Estado previo y reformado para favorecer el mantenimiento. Catedral de Jaén.



Canal oculta, estado previo y reformado. Las tejas se han retranqueado para facilitar el mantenimiento. Cubierta c/ Campanas. Catedral de Jaén.



Canal oculta, estado previo y reformado. Se puede observar el espacio liberado para facilitar el mantenimiento. Cubierta C/ Campanas. Catedral de Jaén

C EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES: TRAMOS VERTICALES

C1 BAJANTES EXTERIORES

En el caso de sistemas exteriores, la evacuación se realiza normalmente mediante bajantes del mismo material que las canales, adosadas a la fachada para verter el agua directamente a la calle o al sistema de alcantarillado. Se disponen abrazaderas cada 2 o 3 m.

La problemática que se deriva de este tipo de instalaciones se reduce a roturas, deformaciones o fallos de colocación. En general, se deben sustituir por completo siempre que presenten daños o sean de un material inadecuado como PVC proveniente de intervenciones poco cuidadosas.



Bajantes exteriores de cobre. El sistema combinado de canales y bajantes evita la caída directa del agua en el plano inferior de fachada. Palacio de la Madraza, Granada. FOTOGRAFÍA: Fernando Alda.

C2 BAJANTES OCULTAS

La evacuación se realiza a través de bajantes embutidas en los muros, con o sin encamisado, de forma paralela a la fachada.

Este sistema suele presentar problemas a medio plazo en los edificios históricos, debido a la frecuente aparición de filtraciones. A veces, las obstrucciones son difíciles de situar de forma precisa y su resolución resulta compleja por la interferencia de las bajantes con las estructuras de fábrica. Además, su limpieza requiere un utillaje adecuado. En algunos casos, es común encontrarlas anudadas por la dificultad de reparación o mantenimiento que presentan.

Medidas correctoras para canales de este tipo con problemas de evacuación:

- Desatranque de la bajante completa.
- Entubado con material impermeable para proteger la piedra de futuras filtraciones.
- Mejora de las conexiones con otros tramos del sistema y forrado de encuentros con plomo u otro material maleable.
- Creación de registros para facilitar la limpieza en caso de atranque.



Entrada a una de las bajantes embutidas en contrafuertes con escaso mantenimiento. Catedral de Jaén.



Entrada a una de las bajantes embutidas en contrafuertes protegida con rejilla después de la intervención. Catedral de Jaén.



Encuentro entre bajante oculta y canal de evacuación de aguas, antes y durante de la intervención. Catedral de Jaén.





Registro para inspección y manipulación de una de las bajantes ocultas después de la intervención. Cubiertas de la C/ Campanas. Catedral de Jaén.

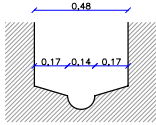


Forrado de plomo de la entrada de una bajante oculta paralela a un contrafuerte. Catedral de Jaén.

Ejemplo de la Catedral de Jaén:

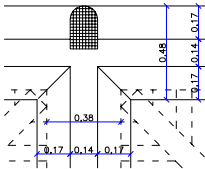
En su nivel superior, la cubierta de la Catedral de Jaén está compuesta por pabellones a cuatro aguas que vierten las aguas pluviales a una red de canales de recogida formando una retícula que conduce las aguas a través de unas bajantes empotradas en los contrafuertes al nivel intermedio de las cubiertas. El recorrido del agua hasta la calle atraviesa la cubierta en niveles inferiores mediante un sistema complejo que intercepta muros y contrafuertes como se puede ver en el esquema adjunto. El mantenimiento de esta red es complejo, ya que la mayor parte del trayecto se encuentra oculto y es complicado acceder a sus componentes. Las canales presentan un ancho insuficiente para realizar labores de mantenimiento.

9



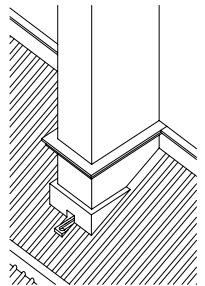
- 1 BAJANTE POR FACHADA
- 2 TRAMO HORIZONTAL BAJO CUBIERTA
- 3 CANAL EXTERIOR DE RECOGIDA
- 4 TRAMO HORIZONTAL EN LA PARTE BAJA DEL CONTRAFUERTE
- 5 BAJANTE EN LA PARTE BAJA DEL CONTRAFUERTE
- 6 SALIDA DE AGUAS Y SUMIDERO
- 7 TRAMO HORIZONTAL EN EL CONTRAFUERTE
- 8 BAJANTE EN EL CONTRAFUERTE
- 9 CANAL DE RECOGIDA DE LAS CUBIERTAS SUPERIORES

8



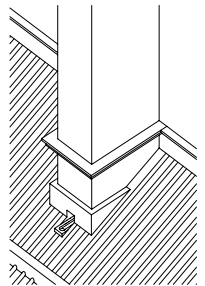
NIVEL SUPERIOR DE CUBIERTAS

7

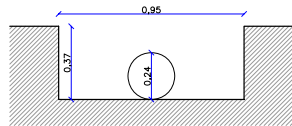


NIVEL INTERMEDIO DE CUBIERTAS

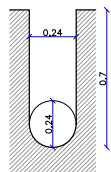
6



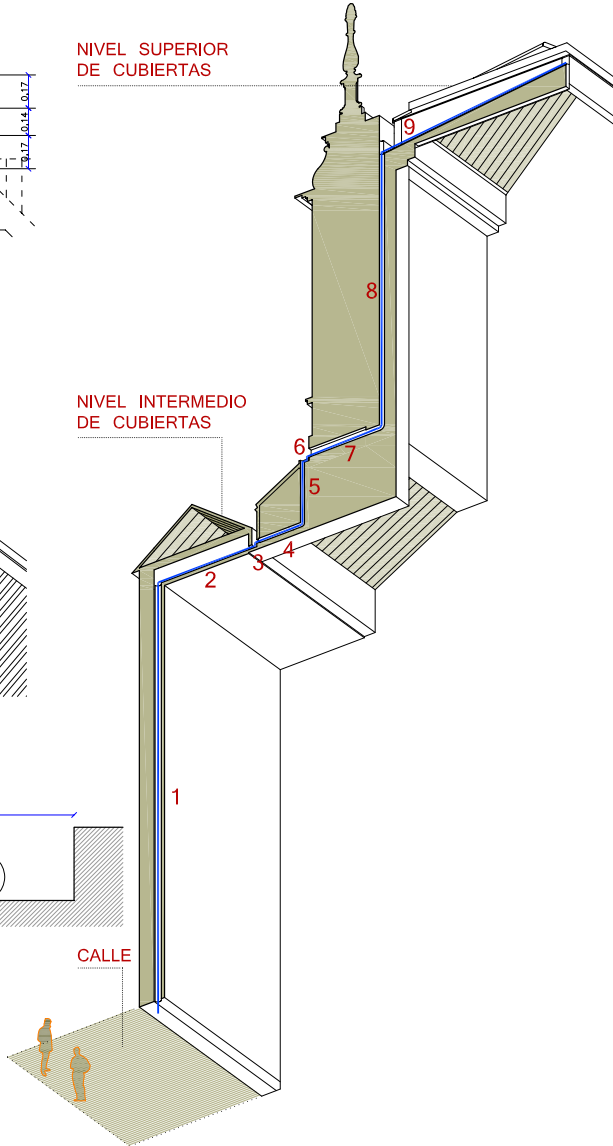
5



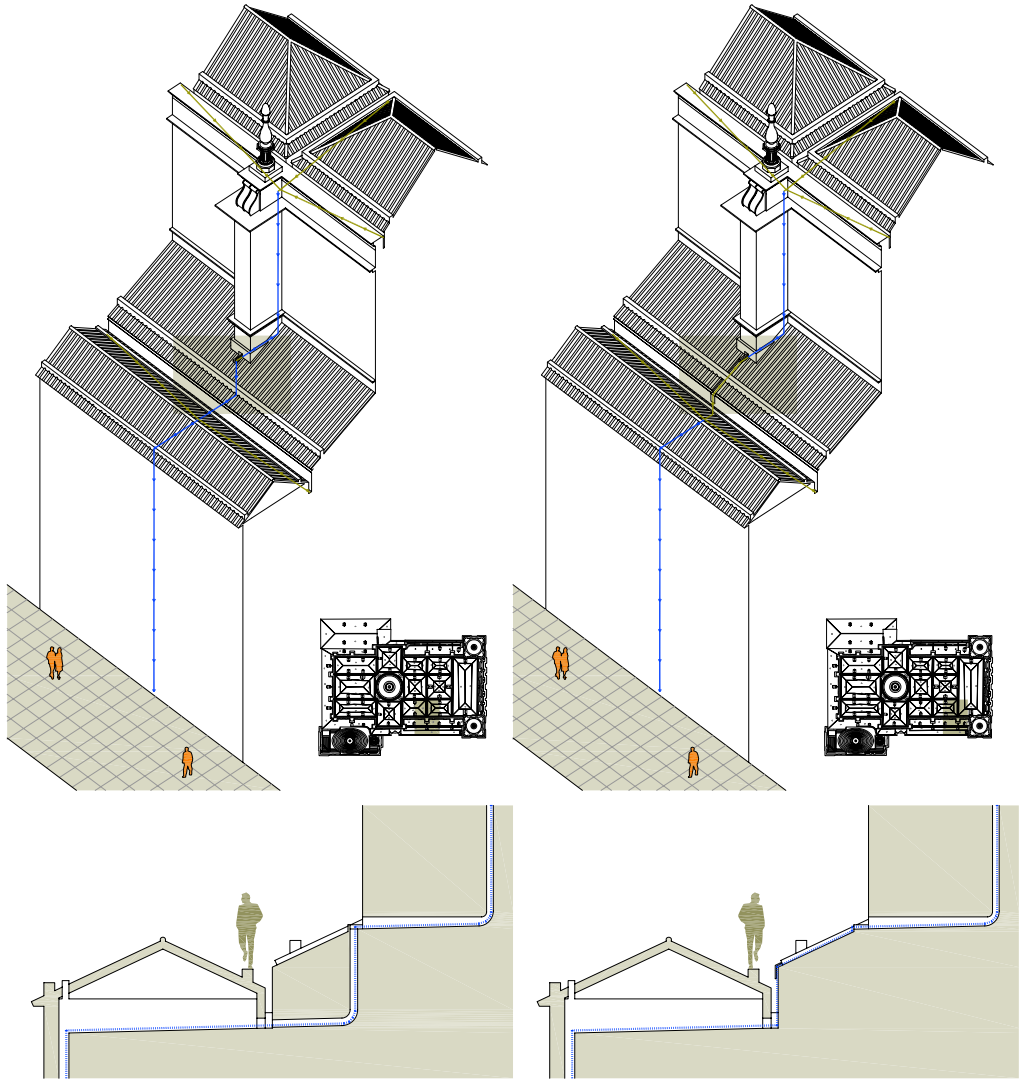
4



CALLE



Esquema en tres dimensiones del sistema de evacuación de aguas pluviales. Cubiertas de la Catedral de Jaén.



Distintas soluciones previstas para la evacuación de pluviales en contrafuertes. Cubiertas de la Catedral de Jaén.

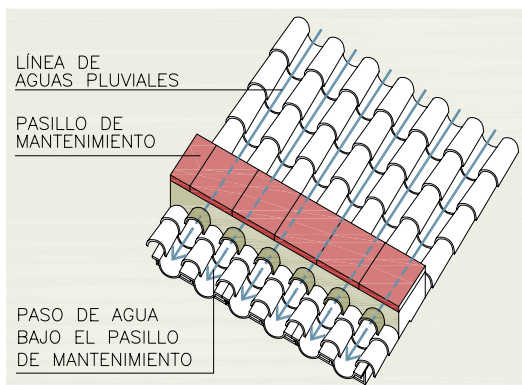
D. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Se recomienda poner a punto el sistema cada seis meses o cada año según las circunstancias. En algunos casos, la revisión debe hacerse cada cuatro meses:

- Eliminación de cualquier tipo de vegetación y de los materiales acumulados por el viento.
- Retirada periódica de los sedimentos que puedan formarse en la cubierta por retenciones ocasionales de agua.
- Conservación en buen estado de los elementos de albañilería relacionados con el sistema

de estanqueidad, tales como aleros o petos.

- Revisión general de encuentros de faldones con paramentos verticales.
- Comprobación del estado de baberos y piezas de impermeabilización de juntas y encuentros con chimeneas o conductos.



Pasillo de mantenimiento, esquema de evacuación de aguas pluviales y fotografía de estado tras la actuación. Cubierta C/ Campanas. Catedral de Jaén.

E. OBSERVACIONES GENERALES

Una parte de las recomendaciones básicas de mantenimiento del sistema de evacuación de cubiertas inclinadas proceden del Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio, según el Código Técnico de la Edificación.

B10

Protocolo básico de mantenimiento de cubiertas inclinadas con armadura de madera

DESCRIPCIÓN

Programación de tareas de mantenimiento en cubiertas inclinadas, realizadas con armaduras de madera, para minimizar las patologías debidas a su funcionamiento, las acciones dinámicas, la climatología u otros agentes externos. Se trata de establecer una sistemática o rutina de trabajo para asegurar su adecuada conservación y buen comportamiento.

PALABRAS CLAVE

Alero / ave / bajante / canal / evacuación / humedad / instalación / lima / limpieza / lluvia / paño / peto / pluvial / seguridad / tejado / tronera / vidriera.

OBJETIVOS

Garantizar el buen estado de las cubiertas siguiendo unas medidas programadas de mantenimiento.

A. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS A REVISAR EN LA CUBIERTA

A.1. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS BÁSICOS QUE DEBEN REVISARSE

La inspección para el registro de defectos o carencias en tejados y elementos de evacuación, así como el descubrimiento de posibles taponamientos, roturas o deslizamientos, debe producirse sistemáticamente en los elementos que se describen a continuación y que dependen de cada caso concreto:.

- Techos y bóvedas desde el interior.
- Medios de seguridad y salud.
- Sistema de evacuación de pluviales.
- Paños y material de cobertura.
- Aleros y limas.
- Sistema estructural de madera.
- Protecciones y elementos decorativos.
- Vidrieras.
- Instalaciones y tendidos aéreos.
- Dispositivos de control de aves.

A.2. DEFICIENCIAS GENERADAS EN LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

A.2.1. TECHOS Y BÓVEDAS. ACABADOS INTERIORES

Los defectos del sistema de cobertura se acaban traduciendo en filtraciones de agua al interior del edificio, cuyos primeros síntomas se manifiestan en forma de manchas en sus techos y bóvedas. Las humedades originan deterioros en los revestimientos y acabados.



Filtraciones de agua. Catedral de Jaén.

A.2.2. MEDIOS DE SEGURIDAD Y SALUD

Antes del inicio de cualquier operación, es necesaria la revisión de los medios auxiliares y pasos habilitados que permiten el acceso y tránsito para realizar las inspecciones en adecuadas condiciones de seguridad y salud.



Pasarela de mantenimiento. Hospital Real, Granada.

A.2.3. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE PLUVIALES

El deterioro y mal funcionamiento de los sistemas de evacuación de pluviales ocasiona la pérdida de estanqueidad de sus elementos generando filtraciones al interior o el vertido incontrolado de agua hacia áreas imprevistas.

Las pautas de mantenimiento afectan a los siguientes elementos de las redes de evacuación horizontal y vertical:

- Canales de piedra y juntas.
- Canales de chapa de cinc o cobre.
- Limahoyas.
- Protección de canales con chapa de plomo, cinc, cobre o láminas asfálticas.
- Protecciones asfálticas accesorias.
- Bajantes de piedra.
- Bajantes metálicas.
- Sumideros.
- Gárgolas.



Canal protegida con chapa de cobre. Catedral de Jaén.

A.2.4. MATERIAL DE COBERTURA, ALEROS Y LIMAS

La eficacia del sistema de cobertura con teja árabe está basada en la capacidad de adaptación que presenta a los agentes climáticos, gracias a su libertad de movimiento. No obstante, la acción del viento y de las aves, la alteración de la estructura subyacente, la disgregación del mortero de asiento y otros factores pueden generar el deslizamiento o rotura de las tejas exponiendo la cubierta a la entrada de agua.

Las deformaciones de los paños se manifiestan en el material de cobertura y en los perímetros deformando aleros y limas.



Deformación de alero por deslizamiento del paño de tejas. Catedral de Granada.

A.2.5. SISTEMA ESTRUCTURAL DE MADERA

Las afecciones a los elementos que componen la estructura, generalmente de madera, y su pérdida de funcionalidad originan deformaciones en la tablazón que sustenta el material de cobertura alterando los sistemas de evacuación y distribución de instalaciones integrados en la cubierta.



**Apuntalamiento provisional bajo cubierta.
Catedral de Granada.**

A.2.6. PROTECCIONES Y ELEMENTOS DECORATIVOS

En los edificios históricos es muy frecuente la presencia de elementos de protección, decorativos y conmemorativos de cierta fragilidad en el nivel de cubiertas.

Estos dispositivos deben revisarse, debido a la inestabilidad que pueden presentar y al peligro de pérdida y caída a la vía pública o al interior del inmueble:

- Petos, pretilas o antepechos.
- Aleros.
- Cresterías.
- Pináculos.
- Esculturas.
- Cartelas y lápidas.



**Revisión de petos de piedra.
Catedral de Granada.**



Cresterías protegidas provisionalmente con redes, debido a su fragilidad. Capilla Real, Granada.

A.2.7. VIDRIERAS

Están presentes en los lienzos emergentes de las fábricas monumentales y requieren una inspección cuidadosa. Son elementos especialmente vulnerables por su fragilidad. En su revisión, debe tenerse en cuenta el estado de los morteros de recibido, sus protecciones, roturas y posibilidad de caída o desprendimiento.



Vidriera de la nave central. Catedral de Granada.

A.2.8. INSTALACIONES Y TENDIDOS AÉREOS

La pérdida de estabilidad de las instalaciones, sus desplazamientos, caídas y trazados inadecuados de canalizaciones y tendidos ocasionan, además de la pérdida de eficacia, deficiencias en los paños y en el sistema de evacuación de pluviales.

Las pautas de mantenimiento afectan a las siguientes instalaciones:

Electricidad:

- Tendidos.
- Canalizaciones.
- Cajas de derivación.
- Anclajes.
- Dispositivos de protección.
- Dispositivos de corte de energía.



Tendido eléctrico atravesando una canal.
Catedral de Granada.

Iluminación:

- Cableado.
- Luminarias.
- Anclajes



Instalación de luminarias.
Catedral de Jaén.

Protección contra el rayo:

- Tendidos.
- Elementos de captación.
- Conductibilidad de las tomas de tierra.
- Anclajes.



Pararrayos.
Cimborio del Hospital Real, Granada.

Protección contra incendios:

- Sistemas de detección y extinción.
- Centralitas.
- Alarmas.
- Elementos de seguridad pasiva: Señalización y alumbrado de emergencia.



**Sistema de detección de incendios.
Palacio de las Columnas, Granada.**

A.2.9. DISPOSITIVOS DE CONTROL DE AVES

Control de los sistemas de captura de aves asegurando su anclado, el correcto cierre de sus rejillas y su disposición en lugares en los que no sufran desperfectos graves por el vertido de excrementos. Se debe contemplar la revisión de instalaciones como nidales artificiales, que favorecen las colonias de fauna protegida. Esta inspección debe realizarse por el correspondiente equipo de biólogos implicado en las tareas que debe ser informado de cualquier incidencia relacionada con las aves o su entorno.

>Ver protocolos: P02 y B14



Revisión de los nidales artificiales instalados en las cubiertas de la Catedral de Jaén.

Las anomalías en otros sistemas de control de aves, como los utilizados para el rechazo de las palomas mediante corriente eléctrica, generan interferencias análogas al resto de los tendidos de instalaciones.





Jaula para palomas con varios ejemplares. Catedral de Granada.



B. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

B.1. ESTABLECIMIENTO DE LOS PERIODOS DE REVISIÓN

Secuencia recomendada:

- Consulta de las condiciones meteorológicas anuales para programar las inspecciones.
- Establecimiento del periodo habitual de lluvias en función de la localización geográfica del edificio.
- Estimación de la frecuencia de mantenimiento para conseguir unas condiciones aceptables de conservación para una cubierta inclinada de madera. Generalmente, se establecen dos revisiones anuales.
- Valoración del comportamiento de la cubierta ante los agentes atmosféricos al finalizar el periodo de lluvias anual.
- Posible revisión del calendario de pautas de mantenimiento.

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
	R				

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
	R			V	

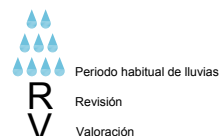


Gráfico de secuencias de mantenimiento de una cubierta. Posición geográfica: Catedral de Jaén.

- En los casos de edificios con colonias detectadas de fauna protegida, se debe adecuar el calendario y horario de las labores e inspecciones de mantenimiento a la fenología de la especie o especies presentes.

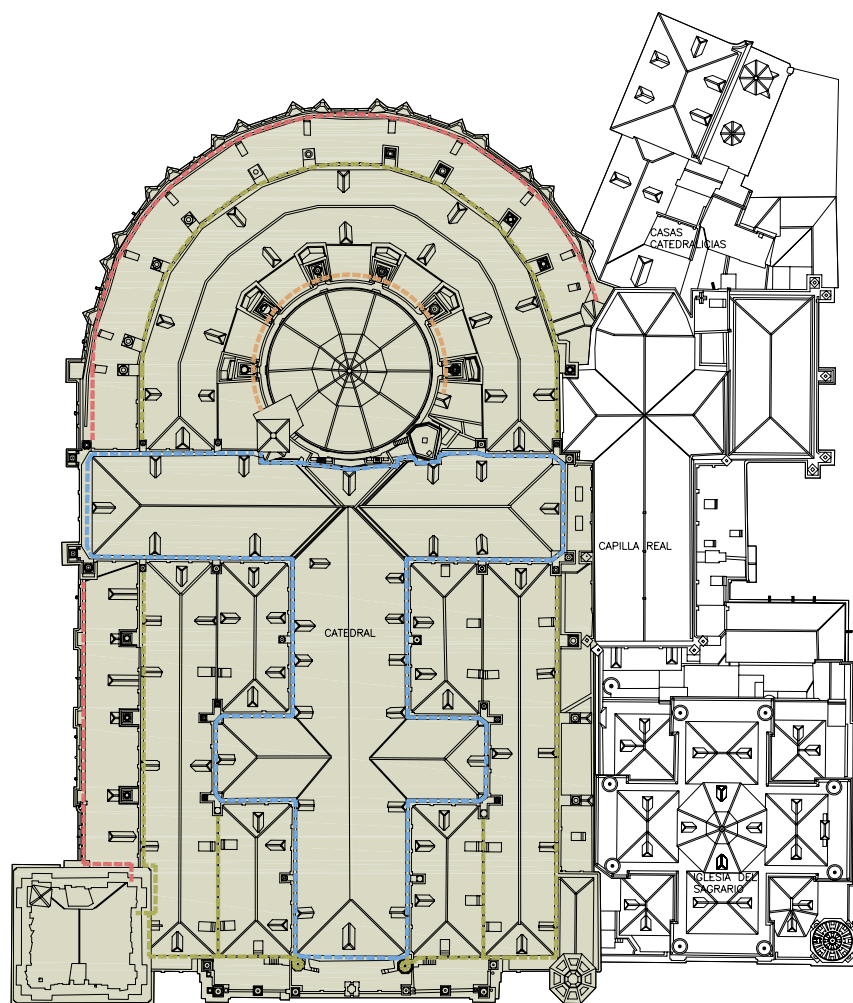
>Ver protocolos: P02 y B14

B.2. ESTABLECIMIENTO DE UN ITINERARIO PREFERENTE PARA REVISIÓN DE LA CUBIERTA

Programación de un itinerario óptimo para cubrir todos los sectores de una cubierta comenzando por aleros a fachadas y bóvedas o techos interiores. Después, se prevé acceder a dicha cubierta. Su trazado debe basarse en los recorridos principales apoyados en canales maestras accesibles y en pasarelas o pasillos de mantenimiento. En las intervenciones desarrolladas se procurará mejorar, en la medida de lo posible, estos recorridos y sus medidas de seguridad asociadas.

>Ver protocolo: B07

Se pretende acercar a los responsables del mantenimiento de las cubiertas al estado de conservación de los elementos e instalaciones descritos en los apartados previos de este protocolo con el objeto de revisar los aspectos puntuales urgentes que se hayan detectado durante el periodo de lluvias, tras la inspección interior del edificio.



- ITINERARIO 1 CUBIERTA BAJA
- ITINERARIO 2 CUBIERTA INTERMEDIA
- ITINERARIO 3 CUBIERTA ALTA
- ITINERARIO 4 GIROLA

Plano de itinerarios principales de revisión en los diferentes niveles de cubierta. Catedral de Granada

B.3. FICHA DE REGISTRO SISTEMÁTICO REALIZADO EN EL MANTENIMIENTO

Para agilizar el mantenimiento de las cubiertas inclinadas de madera, se puede sistematizar la recogida de datos y las tareas previstas en una ficha resumen, de cara a la realización de un informe anual.

Es importante hacer constar los siguientes datos: fecha, persona encargada de la inspección, recorrido realizado, problemáticas detectadas, trabajos a acometer (recomendaciones, mantenimiento o reparaciones urgentes) o actuaciones de relevancia para acometer patologías de mayor entidad.

INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO
OBRA:
CONTRATISTA:

FECHA:
ITINERARIO:
OPERARIO:

01. INSPECCIÓN INTERIOR DEL EDIFICIO

<input type="checkbox"/> REVISIÓN	<input type="checkbox"/> HUMEDADES	<input type="checkbox"/> ZONAS HÚMEDAS
<input type="checkbox"/> Bóvedas	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> Se aporta documentación gráfica
<input type="checkbox"/> Falsos techos	<input type="checkbox"/> No	

02. MEDIOS DE SEGURIDAD INSPECCIONADOS

<input type="checkbox"/> LÍNEAS DE VIDA	<input type="checkbox"/> PASARELAS EXTERIORES	<input type="checkbox"/> PASARELAS INTERIORES
<input type="checkbox"/> Fijaciones	<input type="checkbox"/> Pavimento	<input type="checkbox"/> Estructura
<input type="checkbox"/> Cables	<input type="checkbox"/> Fábricas	<input type="checkbox"/> Barandillas
<input type="checkbox"/> Mecanismos	<input type="checkbox"/> Deformaciones	<input type="checkbox"/> Iluminación

03. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE PLUVIALES

<input type="checkbox"/> CANALES: Problemas detectados		<input type="checkbox"/> MATERIAL	<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deterioro	<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Piedra	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Suciedad	<input type="checkbox"/> Juntas	<input type="checkbox"/> Metal	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> Obstrucción	<input type="checkbox"/> Vegetación		<input type="checkbox"/> Sustitución
<input type="checkbox"/> BAJANTES: Problemas detectados		<input type="checkbox"/> MATERIAL	<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deterioro	<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Piedra	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Suciedad	<input type="checkbox"/> Juntas	<input type="checkbox"/> Metal	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> Obstrucción	<input type="checkbox"/> Vegetación		<input type="checkbox"/> Sustitución
<input type="checkbox"/> SUMIDEROS: Problemas detectados			<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Obturación	<input type="checkbox"/> Obstrucción		<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Juntas	<input type="checkbox"/> Vegetación		<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> GÁRGOLAS: Problemas detectados			<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Obturación	<input type="checkbox"/> Obstrucción		<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Juntas	<input type="checkbox"/> Vegetación		<input type="checkbox"/> Reparación

04. PAÑOS Y MATERIAL DE COBERTURA

<input type="checkbox"/> TEJA CERÁMICA: Problemas detectados		<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Mortero disgregado	<input type="checkbox"/> Deslizamiento	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Suciedad	<input type="checkbox"/> Roturas	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Vegetación	<input type="checkbox"/> Sustitución

05. ALEROS Y LIMAS

<input type="checkbox"/> ALEROS: Problemas detectados		<input type="checkbox"/> MATERIAL	<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Pérdida		<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Deslizamiento	<input type="checkbox"/> Rotura		<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> CUMBREERAS Y LIMATESAS: Problemas detectados		<input type="checkbox"/> MATERIAL	<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Pérdida	<input type="checkbox"/> Teja	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Deslizamiento	<input type="checkbox"/> Rotura	<input type="checkbox"/> Teja vidriada	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> LIMAHOYAS: Problemas detectados		<input type="checkbox"/> MATERIAL	<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Pérdida de junta	<input type="checkbox"/> Teja	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Obstrucción	<input type="checkbox"/> Deterioro	<input type="checkbox"/> Metal	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> Suciedad	<input type="checkbox"/> Vegetación		

06. SISTEMA ESTRUCTURAL DE MADERA

<input type="checkbox"/> DURMIENTES: Problemas detectados		<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Humedad	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Ataque biológico	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> TIRANTES: Problemas detectados		<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Humedad	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Ataque biológico	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> CUADRALES: Problemas detectados		<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Humedad	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Ataque biológico	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> PARES: Problemas detectados		<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Humedad	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Ataque biológico	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> HILERAS: Problemas detectados		<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Humedad	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Ataque biológico	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> CERCHAS: Problemas detectados		<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Humedad	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Ataque biológico	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> CORREAS: Problemas detectados		<input type="checkbox"/> ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Humedad	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Ataque biológico	<input type="checkbox"/> Reparación

JABALCONES: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Humedad	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Ataque biológico	<input type="checkbox"/> Reparación

07. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y DECORATIVOS

PINÁCULOS: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Pérdidas	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Vegetación	<input type="checkbox"/> Reparación

CRESTERÍAS: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Pérdidas	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Vegetación	<input type="checkbox"/> Reparación

ESCULTURAS: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Pérdidas	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Vegetación	<input type="checkbox"/> Reparación

ANTEPECHOS: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Pérdidas	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Vegetación	<input type="checkbox"/> Reparación

LÁPIDAS: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Pérdidas	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Vegetación	<input type="checkbox"/> Reparación

08. VIDRIERAS (PROTECCIONES / RELACIÓN CON EL HUECO)

PROTECCIONES: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Pérdidas	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Corrosión	<input type="checkbox"/> Anclajes	<input type="checkbox"/> Reparación

ENTREGAS: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Pérdida de anclajes		<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Pérdida de revestimiento		<input type="checkbox"/> Reparación

ALFÉIZARES: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Pérdidas	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Deterioro	<input type="checkbox"/> Juntas	<input type="checkbox"/> Reparación

09. INSTALACIONES

CABLEADO AÉREO: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Deterioro	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Anclajes	<input type="checkbox"/> Reparación

CAJAS Y DERIVACIONES: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Deterioro	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Anclajes	<input type="checkbox"/> Reparación

LU MINARIAS: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Deterioro	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Anclajes	<input type="checkbox"/> Reparación

PARARRAYOS: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deformación	<input type="checkbox"/> Deterioro	<input type="checkbox"/> Limpieza
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Anclajes	<input type="checkbox"/> Reparación

DETECTORES DE INCENDIOS: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Funcionamiento	<input type="checkbox"/> Deterioro	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> Pérdida	<input type="checkbox"/> Anclajes	<input type="checkbox"/> Sustitución

EXTINTORES: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Presión	<input type="checkbox"/> Deterioro	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> Pérdida	<input type="checkbox"/> Anclajes	<input type="checkbox"/> Sustitución

10. DISPOSITIVOS PARA AVES

JAULAS AVES: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Situación	<input type="checkbox"/> Pérdidas	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> Suciedad	<input type="checkbox"/> Acceso	<input type="checkbox"/> Aviso a biólogos

ANTIPALOMAS: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Deterioro	<input type="checkbox"/> Pérdidas	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> Desplazamiento	<input type="checkbox"/> Anclajes	<input type="checkbox"/> Aviso a biólogos

NIDALES: Problemas detectados		ACTUACIONES
<input type="checkbox"/> Accesibilidad	<input type="checkbox"/> Pérdidas	<input type="checkbox"/> Reparación
<input type="checkbox"/> Suciedad	<input type="checkbox"/> Anclajes	<input type="checkbox"/> Aviso a biólogos

OPERACIONES ESPECIALES**OBSERVACIONES**

C. REVISIONES Y ACTUACIONES

C.1. DETECCIÓN Y REGISTRO DE PROBLEMAS PUNTUALES PRODUCIDOS POR FALTA DE ESTANQUEIDAD DE LA CUBIERTA

Antes de iniciar las tareas de mantenimiento, deben observarse techos, bóvedas interiores y fachadas para localizar las afecciones producidas por las filtraciones.

La detección de manchas de humedad por filtraciones en el interior del edificio se realiza mediante la inspección ocular de techos y bóvedas.



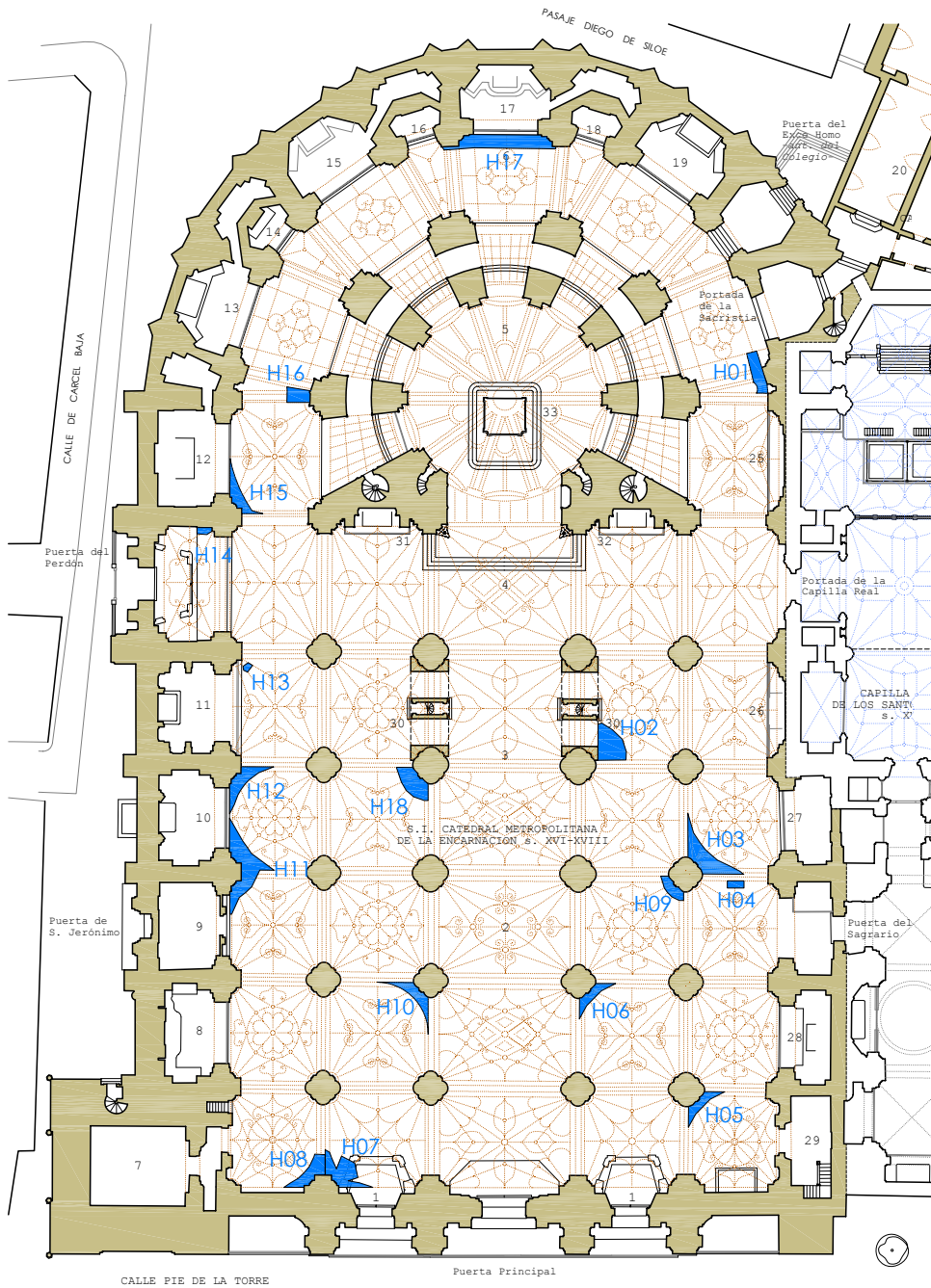
DetECCIÓN DE HUMEDAD DESDE EL INTERIOR. CATEDRAL DE GRANADA.

Su reflejo y anotación en la planimetría puede ser muy útil para plasmar los problemas de filtraciones de manera sistemática (posición y extensión) y para establecer las pautas de mantenimiento o las medidas de mayor envergadura que se requiera adoptar. La realización de un reportaje fotográfico sirve para establecer un estudio comparativo respecto al crecimiento o disminución de las manchas observado en visitas anteriores. También, permite detectar la incorporación de nuevos episodios patológicos.

La apariencia de la humedad en el interior es más acentuada en periodos continuados de lluvia. Los espacios bajo cubierta suelen ser accesibles y permiten, con cierta facilidad, la observación de las incidencias y, por tanto, la posterior adopción de soluciones eficaces.



DETECCIÓN DE FILTRACIONES CONTINUADAS DEBIDAS AL AGUA DE LLUVIA EN EL INTERIOR DE LA CUBIERTA. CATEDRAL DE GRANADA.



Registro de afecciones por humedad en una planta de bóvedas. Catedral de Granada.

C.2. MEDIOS DE SEGURIDAD

El segundo paso fundamental para la revisión es inspeccionar los medios instalados en las cubiertas para garantizar la seguridad a los trabajadores durante las operaciones de mantenimiento. El deterioro de las instalaciones citadas puede generar la pérdida de las condiciones mínimas exigidas para la ejecución de los trabajos, por lo que deben examinarse sistemáticamente.

En pasillos de mantenimiento en superficie se revisa el correcto estado de las baldosas y de la fábrica que los soporta. La pérdida de adherencia de una baldosa o el fallo de la fábrica portante puede generar la caída del personal.

Deben revisarse los anclajes de las líneas de vida antes del uso de la instalación.

>Ver protocolo: B07



Pasarela de mantenimiento en mal estado. Catedral de

C.3. REVISIÓN Y LIMPIEZA DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE PLUVIALES

- CANALES

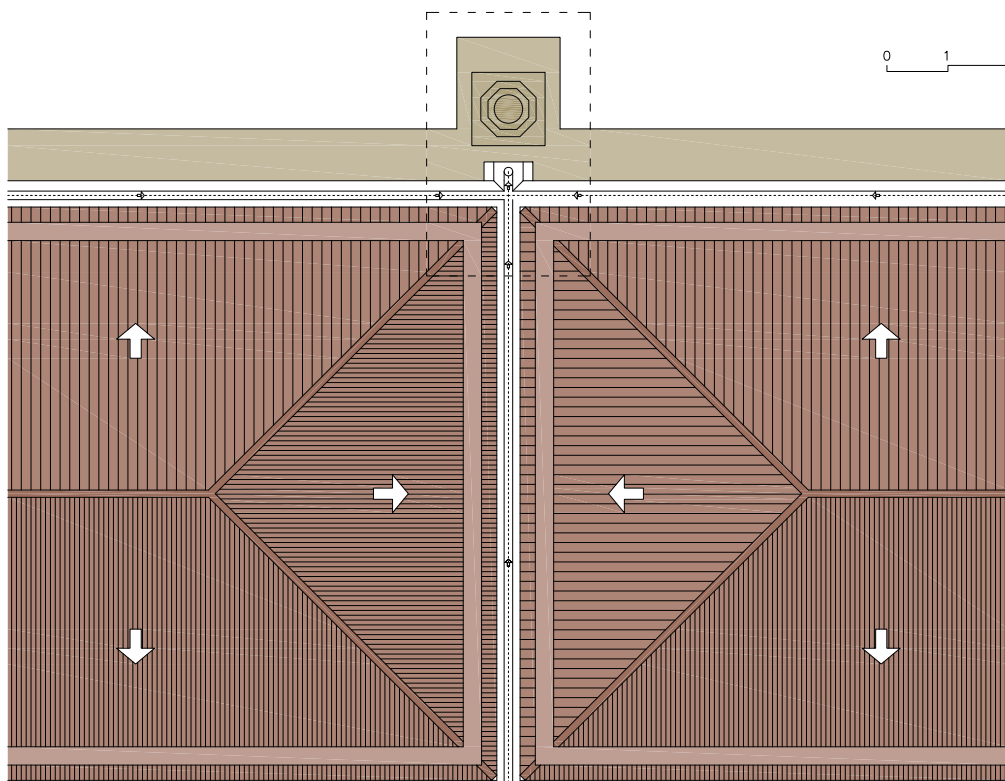
Observación y limpieza sistemática de las canales interiores y perimetrales en su longitud. Liberación de obstáculos en toda su sección y visualización de los problemas más relevantes. La acumulación de material de arrastre puede producir deficiencias en la evacuación.



Revisión de elementos de evacuación. Catedral de Jaén.

- BAJANTES

Constituyen uno de los puntos críticos de las cubiertas. Son especialmente sensibles al asiento y acumulación de material granular, detritos o cadáveres de aves, ya que se encuentran en la cota más baja del nivel de las canales que reciben.



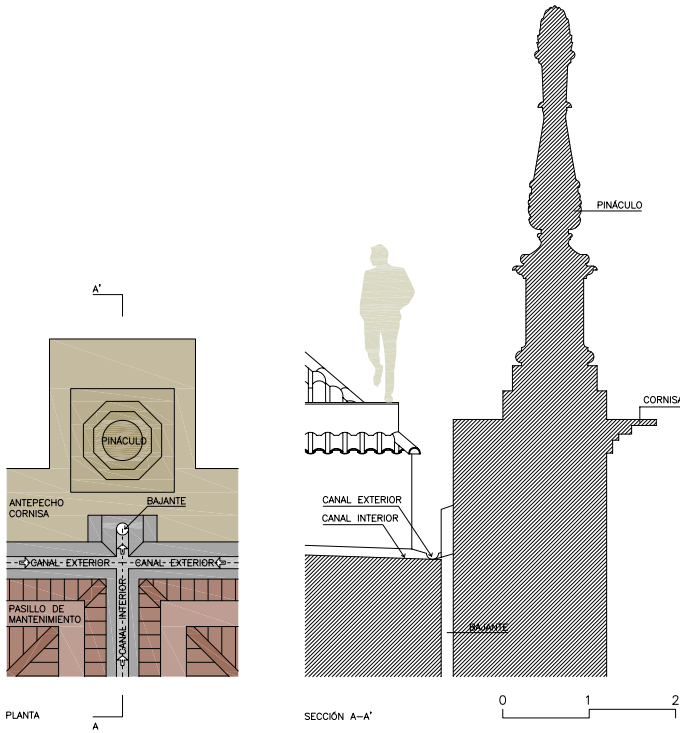
Planta de detalle de dos naves, canales, antepecho de protección y pináculo. Catedral de Jaén.



Bajante con restos vegetales y animales en la desembocadura. Catedral de Granada.

- ENCUENTROS SINGULARES:

Se revisarán con especial atención los encuentros entre varias canales con cambios de dirección, ya que suelen ser testigos de acumulaciones severas, debido a su posición, de menor cota, y quiebro en el sentido de la circulación de aguas.



Planta y sección de detalle de canales, antepecho de protección, bajante y pináculo.
Catedral de Jaén.



Encuentros singulares de canales y bajantes en el exterior e interior de la cubierta.
Catedral de Granada.

C.4. REVISIÓN Y LIMPIEZA DE PAÑOS DE COBERTURA

Esta tarea consta de las siguientes acciones:

- Comprobación de la planeidad de los paños de cubierta para observar posibles deformaciones de la estructura subyacente que acentúen el desplazamiento de las tejas.



Paño de teja alabeado. Catedral de Granada.

- Recolocación de las tejas que se hayan desplazado realizando la reposición del mortero de asiento, si se han producido pérdidas importantes del mismo.

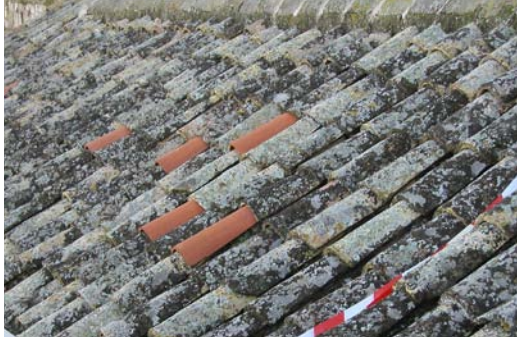


Tejas desplazadas por un deslizamiento importante de todo el paño. Catedral de Granada.



Tejas desplazadas por el viento, inclinación de la cubierta y deformaciones de la estructura. Catedral de Jaén.

- Sustitución de las tejas rotas cuidando la entonación. Para ello, se aconseja emplear preferentemente unidades procedentes de derribo, cuyo tamaño y forma sean similares, por lo que debe acopiarse una cantidad suficiente para su uso. También, puede encargarse un tejar de unidades compatibles con las existentes.



Reposición del material de cobertura con tejas nuevas de tonalidad inadecuada.
Catedral de Jaén.

- Revisión de los paños y eliminación de los materiales que puedan obstruir los sistemas de evacuación:

- Limpieza de vegetación de porte bajo.



Vegetación en las canales del paño de tejas.
Catedral de Granada.

- Limpieza de mortero disgregado de recibido de las tejas. Si no se retira, es arrastrado finalmente al sistema de evacuación de agua.
- Limpieza de detritos de palomas acumulados en los tramos de evacuación y mezclados con los restos de morteros arrastrados desde los paños de cubierta.



Canal perimetral cubierta con lámina de plomo antes y después de la limpieza de detritos de aves.
Hospital Real, Granada.

C.5. REVISIÓN DE ESTRUCTURA

Inspección de armaduras con atención a las posibles afecciones en durmientes, pares, correas y troneras.

- DURMIENTES

Son piezas especialmente vulnerables, ya que se encuentran apoyadas o embutidas en los muros perimetrales de cierre, por lo que absorben su humedad cuando se produce una incorrecta evacuación en los aleros o la impermeabilización del paño u hombrillos de las canales tangentes es defectuosa.

- PARES:

Son elementos sensibles a la humedad en la unión con el durmiente y en el contacto con la tabla, si esta última se ve afectada por la falta de estanqueidad del material de cobertura. En ambos casos, se produce un incremento del ataque biológico.

Pueden recibir directamente la tabla o, por el contrario, presentar correas, que estarán igualmente sujetas a un proceso de deterioro similar al descrito.



Presencia de humedad en el durmiente y las cabezas de los pares. Catedral de Granada.

- TRONERAS

Las troneras, conocidas también como “perros sentados” se protegen por la cara frontal para evitar el acceso de aves mediante rejillas ancladas a su estructura. Son elementos frágiles y, por tanto, vulnerables al agua y viento en su cerramiento lateral y en su cobertura constituyendo una entrada eficaz para el deterioro biológico de las armaduras próximas. A pesar de esta problemática, son indispensables para la ventilación de las cubiertas y el mantenimiento.



Revisión de troneras. Catedral de Granada.

C.6. INSPECCIÓN DE VIDRIERAS

La inspección de las vidrieras y sus elementos adyacentes debe contemplarse en la revisión periódica, durante la cual se recomienda registrar cualquier dato que pueda ser relevante de cara a futuras labores de mantenimiento o intervención. Estas tareas no se recogen en las rutinas normales de mantenimiento, puesto que deben realizarse por especialistas cualificados en este ámbito.

>Ver protocolos: B20 y B21

La pérdida de material de la vidriera y sus posibles deficiencias en el encuentro con las fábricas pueden generar filtraciones al interior.



Zona de contacto entre la cubierta y la vidriera. Catedral de Granada.

C.7. COMPROBACIÓN DE INSTALACIONES

- Protección contra el rayo. Examen de las derivaciones para asegurar su correcto funcionamiento, así como de la estabilidad de los elementos.
- Iluminación. En caso de existir alumbrado perimetral (exterior o interior), se asegura el anclaje de sus componentes y tendidos, de manera que no invadan recorridos peatonales de mantenimiento o canales de evacuación de pluviales.



Tendido de cables. Catedral de Granada.

- Protección contra incendios. Comprobación del estado de señalizaciones y sistemas de detección y extinción, en caso de que existiesen.
- En general, la caída o el desplazamiento de las instalaciones y sus tendidos en cubiertas puede generar tanto la obstrucción del sistema de evacuación como el desplazamiento de materiales de cobertura.

C.8. OTROS: CONTROL DE DISPOSITIVOS DE CAPTURA DE AVES

Revisión integral de los dispositivos accesibles para evitar que generen interferencias con los paños y el sistema de evacuación.

Las instalaciones de control de la población en forma de tendidos lineales deben de revisarse de la misma forma que el resto de los dispositivos.



Antipalomas electrostático. Hospital Real, Granada.

CO3/

PROTOCOLO DE GESTIÓN DE AVES EN
CUBIERTAS PATRIMONIALES

P02

Calendario de anidación del cernícalo primilla en España

DESCRIPCIÓN

El cernícalo primilla (Falco Naumanni) es un pequeño halcón insectívoro, cuya protección se incluye en el Anexo I de la Directiva 2009/147/CE de Aves silvestres, directriz que lleva aparejadas medidas especiales de actuación.

En Andalucía, esta categoría se encuentra en “Riesgo menor: casi amenazada” de extinción (LR, nt). A nivel estatal y mundial, es “Vulnerable” a la extinción (V/VU).

Elige su hábitat en edificios históricos con bastante frecuencia, especialmente en las cubiertas y elementos destacados como las torres y campanarios, debido a las condiciones favorables que ofrecen. Las cualidades de estos elementos se ven reforzadas por las excelentes implantaciones que presentan en las ciudades y las escasas perturbaciones que sufren las colonias de aves que se establecen en ellos. De acuerdo con la normativa ambiental, dichos grupos se deben estudiar planificando las intervenciones para no alterar su desarrollo vital.

> Protocolos relacionados: B05, B06, B07, B08, P04



Cernícalos primilla jóvenes en un pináculo. Catedral de Jaén.
FOTOGRAFÍA: DEMA.


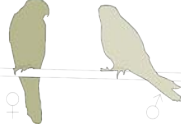
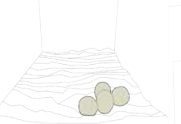


PALABRAS CLAVE

Anidación / calendario / cernícalo / fenología / planificación / primilla / reproducción

OBJETIVOS

Establecer las pautas para la realización de intervenciones en inmuebles ocupados por una colonia de cernícalo primilla respetando su calendario natural.

A. FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL CERNÍCALO PRIMILLA

MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Fenología reproductiva del cernícalo primilla	Inactividad reproductora		Formación de parejas		Puesta, incubación y crianza		Crianza de los pollos		Inactividad reproductora			
												

B. PAUTAS A OBSERVAR [1 DE MARZO AL 15 DE ABRIL]

Los cernícalos están emparejándose y ocupando sus nidos.

Sólo deben permitirse obras hasta las 3 de la tarde, dejando el resto del día libre.

C. PAUTAS A OBSERVAR [15 DE ABRIL AL 15 DE JUNIO]

Los cernícalos están poniendo, incubando o empezando a criar a los pollos.

No debe realizarse ningún tipo de obra en los edificios que tienen colonias. La permanencia del ser humano cerca de los nidos durante aproximadamente 30 minutos puede suponer el abandono de las puestas y la muerte de los pollos pequeños.

D. PAUTAS A OBSERVAR [15 DE JUNIO AL 1 DE AGOSTO]

Los cernícalos están criando a los pollos.

No deben realizarse obras en las inmediaciones de los nidos. Se pueden desarrollar trabajos en otras zonas del edificio, lejos de los nidos. La distancia mínima entre estos últimos y los trabajos puede variar. En cualquier caso, requiere ser determinada por los técnicos de la Consejería de Medio Ambiente.

E. PAUTAS A OBSERVAR [1 DE AGOSTO AL 1 DE MARZO]

Los cernícalos emigran a África, pero algunos se quedan en las colonias.

Pueden realizarse obras, siempre que no se obstruyan los nidos. El empleo de redes de protección para las obras puede suponer riesgos para las aves, si se enganchan en ellas. Por ello, se recomienda utilizar red con luz de malla igual o inferior a 2x2 cm.

F. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS



G. OBSERVACIONES GENERALES

Las pautas reseñadas en los apartados B, C, D y E constituyen una transcripción de las directrices establecidas por la Delegación Provincial de Jaén de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

P03

Normas de censo para el cernícalo primilla

DESCRIPCIÓN

En los edificios históricos que alojan a una colonia de aves protegidas, como es el caso del cernícalo primilla, se debe tener un control de las poblaciones y la situación de sus nidos para disponer de la información pertinente cuando sea necesaria una intervención o para la realización de las labores de mantenimiento.

Los censos y estudios son realizados por profesionales en la materia (ornitólogos, biólogos y otros), siempre en épocas adecuadas y a distancias toleradas por las aves.

PALABRAS CLAVE

Anidación / calendario / censo / cernícalo / primilla / reproducción

OBJETIVOS

Establecer las pautas para el censo de aves en inmuebles ocupados por una colonia de cernícalo primilla.

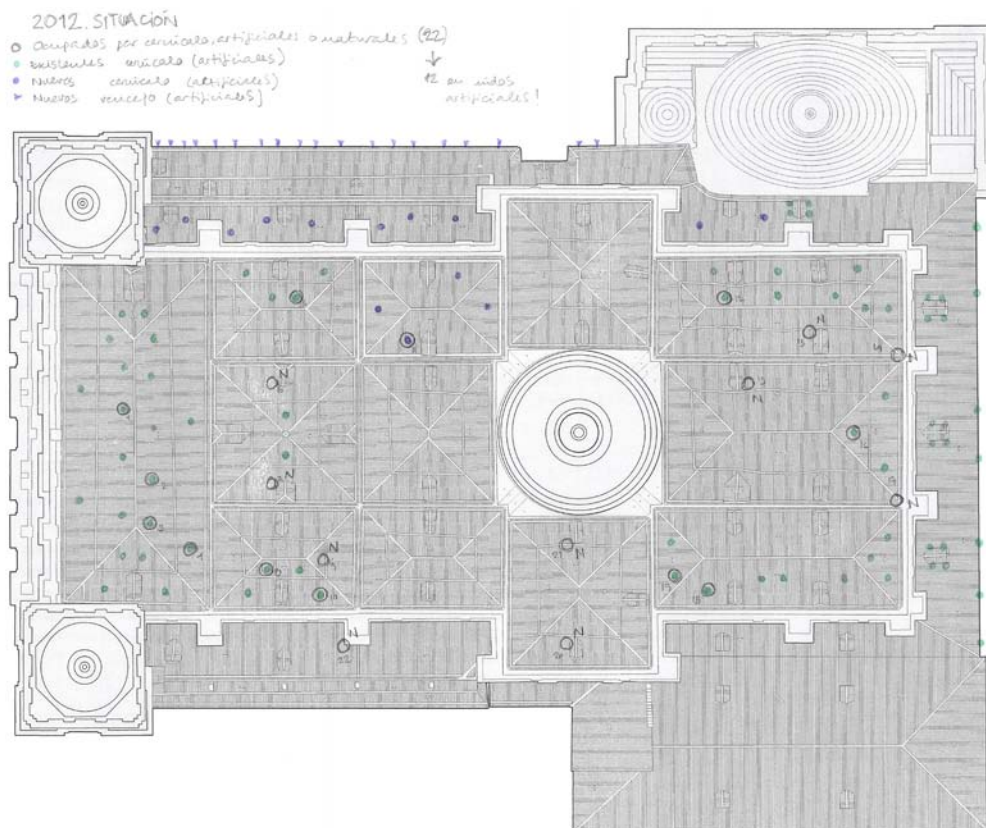
A. TÉCNICAS DE CENSO

La realización de un censo para determinar la población de cernícalo primilla que habita en un edificio histórico debe contemplar sus características biológicas y ecológicas. Para ello, la información recabada por otros autores presenta un gran interés siempre y cuando sea contrastada con los datos recientes, ya que pueden existir colonias nuevas o desplazadas a otros lugares por distintos motivos: molestias relacionadas con la ejecución de obras o reparaciones y expolio o depredación de nidos, entre otros.

Se recomienda prospectar la zona con la ayuda de planos desde que se inicia la época reproductora, a mediados de febrero, ya que para el conteo de parejas resulta de mucha utilidad disponer de información gráfica detallada donde anotar las parejas observadas.

Antes de proceder al control de nidos, se debe contactar con el personal del edificio para explicar con claridad las actividades y el calendario previsto para su desarrollo. Para acceder a los nidos, en la mayor parte de los casos, es necesario utilizar medios auxiliares, por lo que resulta imprescindible planificar la visita con antelación.

Cuando se vayan a iniciar las tareas relativas al censo, se recomienda evitar las horas centrales del día, ya que los cernícalos abandonan las colonias para cazar. Tampoco son aconsejables los días de fuertes vientos y lluvias. En horario diurno, el tiempo máximo adecuado de permanencia en la cubierta ocupada por la colonia es una hora. De noche, la duración de la visita puede ser más prolongada.



La planta de cubiertas del edificio se considera la más indicada para emplazar los nidos y otros aspectos relacionados con el hábitat de las aves. Anotaciones de trabajo de campo. Catedral de Jaén.

En las zonas donde se coloquen los nidos bajo teja, la cubierta no debe cambiar su fisonomía con el objeto de evitar posibles accidentes durante la reocupación. Otra cautela importante es evitar el acceso a los nidos con pollos muy desarrollados, ya que pueden intentar huir o tirarse del nido sin estar preparados. Por este motivo, hay que tener en cuenta la susceptibilidad de los individuos y controlar escrupulosamente la distancia de observación adecuándola a cada caso concreto.

Entre febrero y marzo se hacen los censos. En esta época pueden observarse individuos solitarios deambulando por la colonia, inspeccionando huecos o defendiendo un nido sin pareja. Éstos no se tienen en cuenta en el conteo de parejas reproductoras.

Más tarde, se realiza otro censo entre mediados de abril y principios de mayo, ya que el número de parejas puede haber crecido con la llegada de los individuos más tardíos.

B. PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

La información que proporcionan estos parámetros es un buen complemento para evaluar el estado de la colonia de cernícalos primilla.



Macho anillado. Catedral de Jaén. FOTOGRAFÍA: DEMA.



Pollos dentro de su nido. Catedral de Jaén. FOTOGRAFÍA: DEMA.

Constituye una etapa muy delicada para las aves, por lo que las inspecciones de los nidos deben ser especialmente cuidadosas. En cualquier caso, estos controles deben contar siempre con el permiso y supervisión de la Consejería de Medio Ambiente.

Los parámetros reproductivos que se calculan habitualmente en poblaciones de aves son:

- Tamaño de puesta.
- Proporción de parejas que ponen.
- Tasa de eclosión.
- Proporción de parejas exitosas.
- Tasa de vuelo.
- Productividad.
- N.º medio de huevos en parejas que ponen.
- N.º parejas que ponen / N.º parejas total.

- Porcentaje de huevos que eclosionan.
- N.º parejas que sacan pollos / N.º parejas que ponen.
- N.º pollos que vuelan / N.º parejas que sacan pollos.
- N.º pollos que vuelan / N.º parejas total.



Cernícalos primilla jóvenes a la entrada de un nido bajo cubierta. Catedral de Jaén. FOTOGRAFÍA: DEMA.

C. OBSERVACIONES GENERALES

La información específica sobre la colonia de cernícalos primilla de la Catedral de Jaén ha sido extraída del *Informe preliminar Catedral 2011* realizado por Francisco Javier Pulpillo Ramírez (Técnico Iberus de Medio Ambiente), Francisco Jesús Martín Barranco (Biólogo. Colegiado 02066. Iberus Medio Ambiente), Pedro Antonio Jódar de la Casa (Técnico Iberus Medio Ambiente) y José Antolín (Técnico DEMA. Presidente de la asociación). Las actuaciones en las cubiertas, para las que se redacta este documento, son financiadas por el Ministerio de Cultura y Deporte, y la Consejería de Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía, y están enmarcadas en el Plan Director de la Catedral de Jaén (2000).



Observación de una colonia de cernícalo primilla. Catedral de Jaén.

D. BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

Información general procedente de:

Serrano, D. y Delgado, J. M. (coords.) 2004, *El cernícalo primilla en Andalucía: bases para su conservación. Consejería de Medio Ambiente* [en línea], Junta de Andalucía, Sevilla. Disponible en Internet: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca?vgnextoid=2ced2cc3d1584010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchan nel=4b2fa7aaaf4f4310VgnVCM2000000624e50aRCRD> [Fecha de acceso 20 de octubre de 2012].

B11

Protocolo básico para el estudio de una colonia de cernícalo primilla

DESCRIPCIÓN

El conocimiento de las colonias de cernícalos primilla es imprescindible para hacer una propuesta adecuada dirigida a su conservación y protección.

Los censos y estudios son realizados por profesionales en la materia (ornitólogos, biólogos y otros), conocedores de la biología de la especie y otra fauna urbana, siempre en épocas adecuadas y a distancias toleradas por las aves.

>Protocolos relacionados: B12, B13, B14, P02, P03

PALABRAS CLAVE

Censo / cernícalo / colonia / nidos / primilla

OBJETIVOS

Estudio y descripción de la colonia de Cernícalo Primilla (*Falco Naumanni*) aportando tantos datos como sea posible.

A. REFERENCIAS HISTÓRICAS

Estudio de las referencias históricas que existan sobre la colonia incidiendo especialmente en las intervenciones pasadas que hayan podido interferir en su conservación.

Ejemplo de la Catedral de Jaén:

En la provincia de Jaén, la población de cernícalo primilla se ha reducido a un 20 % desde principios del siglo XX. Los trabajos realizados por las asociaciones conservacionistas, la Diputación Provincial y la Consejería de Medio Ambiente han incrementado la población existente desde el mínimo poblacional constatado en 1995.

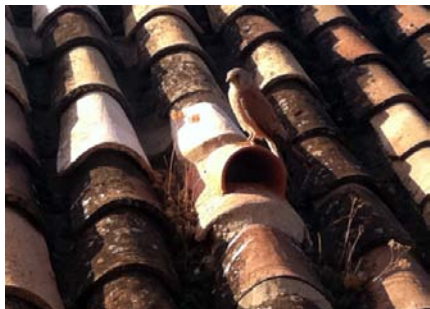
Las primeras referencias cuantitativas de la colonia de la Catedral de Jaén datan de 1950, periodo en el que existe una población abundante, aunque poco documentada (datos obtenidos mediante sondeos realizados a personas de la tercera edad) estimada en varios cientos (200-300) de parejas por la gran disponibilidad de hábitat de la época. En este sentido, hay que subrayar que, por entonces, la extensión de cereal y pastos en Jaén, hábitat idóneo para este ave esteparia, era muy superior a la actual.

Censos en 1975 sitúan entre 45 y 50 las parejas residentes en el Seminario de Jaén y entre 40 y 50 las presentes en la Catedral, más aquellas aisladas en otros edificios, cifrando la población de Jaén en 120-150 parejas. Tras la restauración de las cubiertas del Seminario en 1990, la población disminuye a 60-70 parejas en toda la ciudad. La reforma inadecuada y sin planificación de las cubiertas del Seminario motiva la pérdida de todas las polladas, ya que se actúa en los meses de mayo-junio.

El resultado final es la extinción local del ave en el edificio.

En 2002 se apuesta por la conservación de la especie por parte de las ONG's de la provincia. Como resultado, en la Restauración de las cubiertas de la catedral ejecutada ese mismo año, se tiene presente la conservación de los cernícalos. De este modo, se actúa con prevención en la parte inferior que da a la calle Carrera de Jesús, pero sin implantar mejoras relativas a la nidificación. Como la mayor parte de la colonia se localiza en las cubiertas superiores, las molestias no fueron significativas.

A partir del año 2005, las intervenciones que se desarrolla en relación con estos individuos se describen con detalle en los apartados siguientes de este protocolo.



Cernícalo primilla a la entrada de un nido colocado bajo el plano cubierta. Indica el éxito de ocupación y los buenos resultados que ofrecen en la reproducción.

FOTOGRAFÍA: DEMA.



Interior de un nido bajo cubierta. Tiene una pequeña cama de arena para depositar los huevos y un enrejado que evita el exceso de excrementos en la cámara de cría. FOTOGRAFÍA: DEMA.

B. CENSO DE AVES

Recopilación de los censos de aves correspondientes a distintas épocas.

Realización de censos actualizados de la colonia en caso necesario.

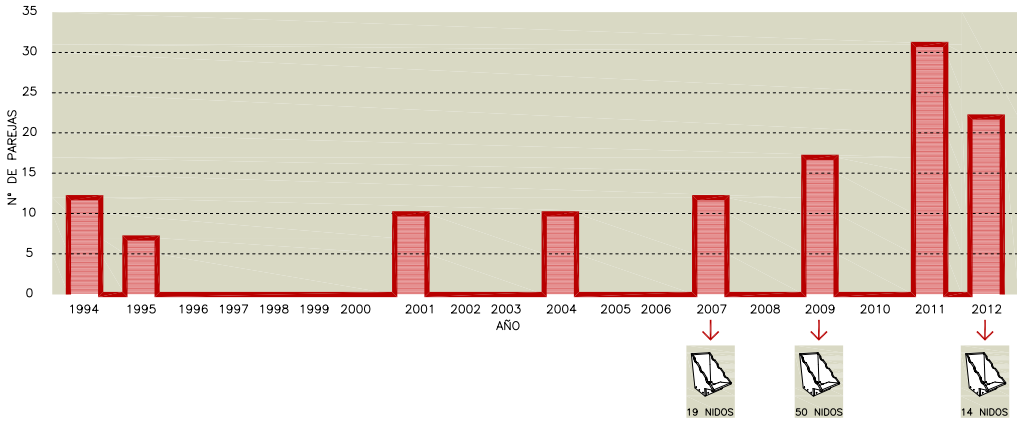
Los censos se realizan siempre por la mañana de 8 a 12 horas. La persona que observa debe mantenerse a una distancia adecuada y controlar a los adultos que acceden al nido para alimentar a los pollos y el intercambio de pareja durante la incubación de los huevos.

>Ver protocolo: P03

Una vez controlada y marcada la ubicación de los nidos en plano, se accede a la cubierta a mediodía para revisar los nidos. Es el mejor momento para causar las mínimas molestias a la colonia.

Ejemplo de la Catedral de Jaén:

Los primeros censos oficiales de la especie se realizan en 1995 (Censo Oficial de Cernícalo primilla de la Consejería de Medio Ambiente) que arrojan una cifra muy baja de población: solo 7 parejas habitan en La Catedral de Jaén. En otro censo realizado en el año 2001 por ONG's se contabiliza un máximo de 10 parejas.



Evolución de la población de cernicalo primilla a partir de los censos existentes. En 2007 se colocan 19 nidos artificiales, 50 en 2009 y, por último, 14 en 2012.

Los censos en 2011 se realizan desde la parte alta de las torres controlando a los adultos que entran a cebar al nido para alimentar a los pollos o el intercambio de pareja durante la incubación de los huevos. Una vez controlada y marcada la ubicación de los nidos en plano, se accede a la cubierta a mediodía para revisar los nidos. Es el mejor momento para no causar molestias a la colonia. Cuando el nido es accesible, sin riesgo para las aves ni el anillador, y los pollos tienen la edad suficiente, se procede al anillamiento. En total se anillan 2 nidos con 3 y 4 pollos, respectivamente. Las marcas utilizadas en un tarso son anillas de metal del Ministerio de Medio Ambiente, mientras que en el otro se emplean de PVC con dígitos blancos de seguimiento a distancia y fondo verde.



Anillamiento de nidos accesibles. Marca con anillas homologadas. Esta operación ofrece información sobre la vida de las aves y sus dispersiones. En la imagen, se observa la anilla de PVC que permite realizar un seguimiento del ave a distancia y facilita su identificación sin necesidad de captura. FOTOGRAFÍAS: DEMA.

Al iniciar la temporada de cría en 2012, no se observan cambios en el desarrollo de la colonia. Pero una vez asentada, se detecta un descenso en el total de parejas que nidifican con respecto al año anterior, debido a las malas condiciones ambientales. Durante este periodo, 22 parejas habitan en la Catedral de Jaén.

La falta de lluvia, las altas temperaturas del mes de marzo y el repentino descenso de las temperaturas a finales del mismo han mermado las cosechas de herbáceas en la provincia, con el consiguiente descenso de los insectos acompañantes, dieta básica de la especie (principalmente langostas, cigarrones, escarabajos, escolopendras, ratones, etc.). Además, el largo estío, acompañado con

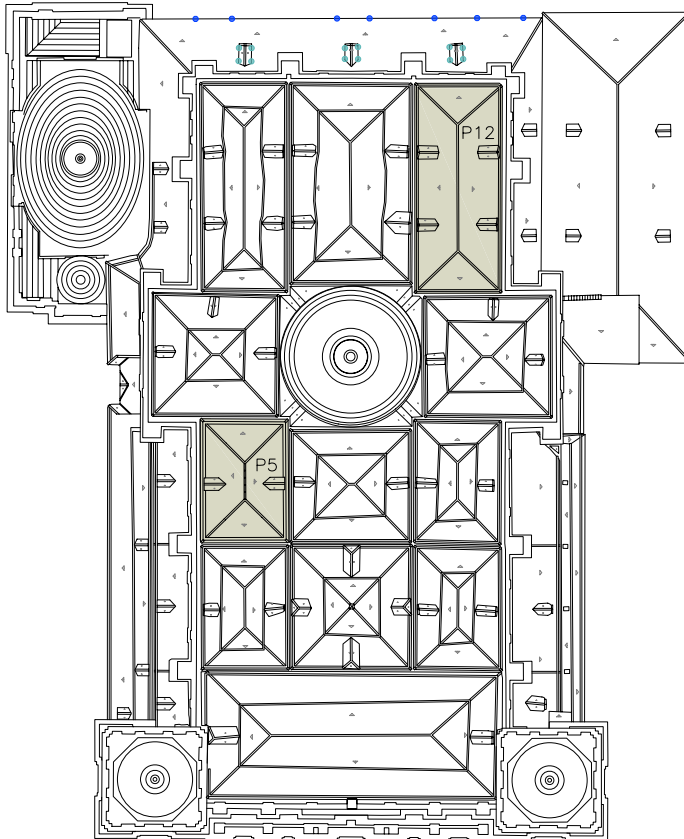
temperaturas extremas próximas a los 54° C, ha motivado la pérdida de polladas completas. Como consecuencia, la productividad no ha superado el pollo por pareja.

C. NIDOS “NATURALES” Y “ARTIFICIALES” EN LAS DISTINTAS ÉPOCAS

Número y tipo de nidos existentes en las distintas épocas, diferenciando entre nidos “naturales” y “artificiales”

Ejemplo de la Catedral de Jaén:

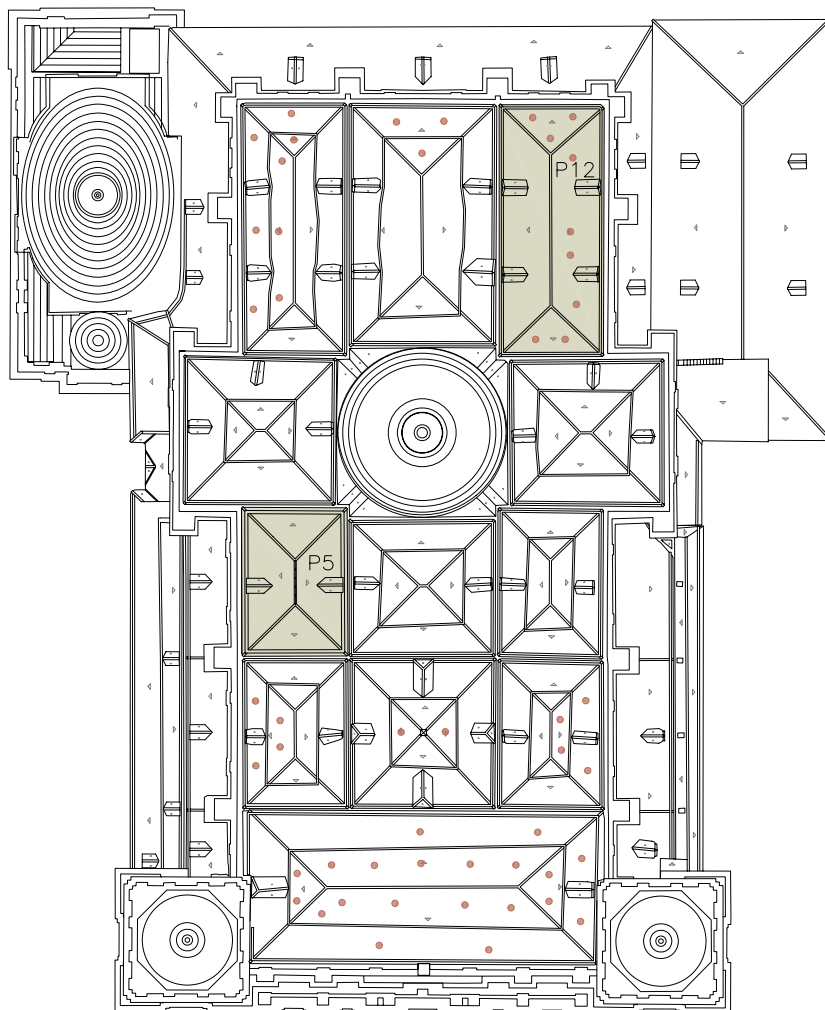
La ocupación de lugares para la nidificación depende, en gran medida, de la disponibilidad de hábitat. La escasez de huecos por el arreglo de las cubiertas motiva que las aves nidifiquen en cornisas, canalones o balcones sin protección. Por consiguiente, se produce un aumento de la depredación por parte de otras especies como la grajilla. La población se ve limitada también por el aumento de palomas en el monumento, ya que compiten directamente por los huecos de nidificación.



- NIDOS ENCASTRADOS EN EL INTERIOR DE LA FORMACIÓN DEL ALERO CON ENTRADA POR LA BOCATEJA
- NIDOS INSTALADOS EN LOS ENCUENTROS CON LOS MURETES LATERALES DE LAS TRONERAS

Situación de nidos artificiales colocados en 2005. Catedral de Jaén.

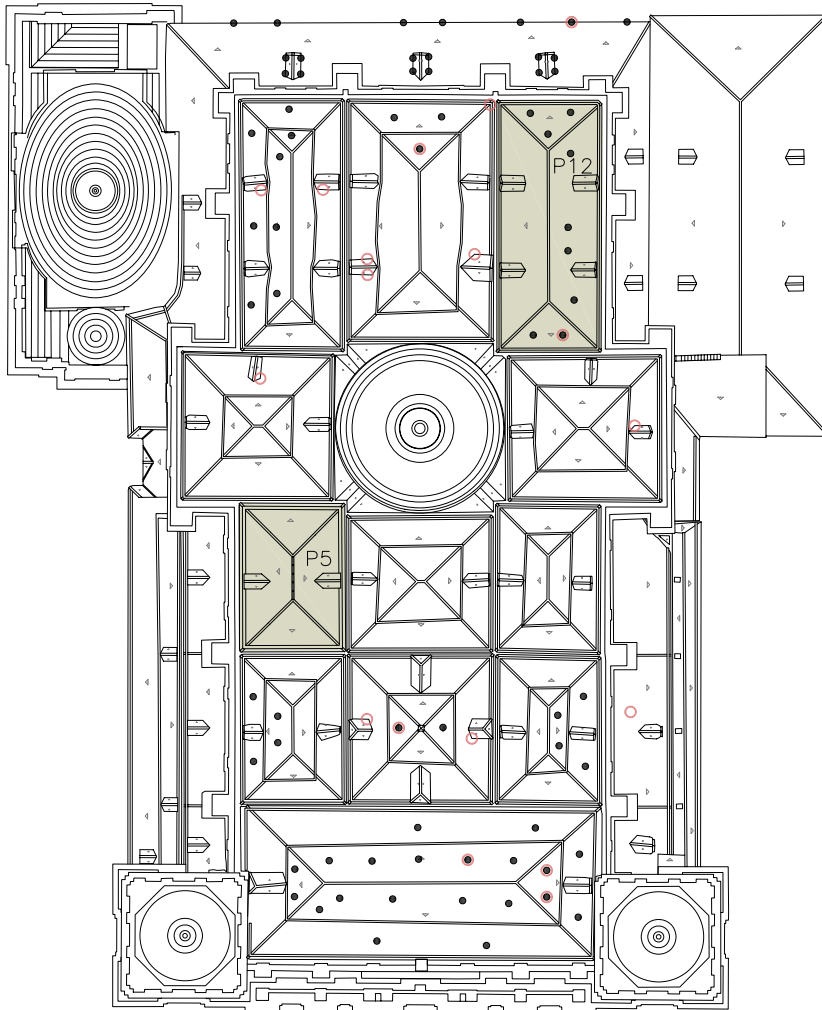
En años anteriores a 2007, las aves crían bajo las tejas levantadas y, principalmente, en los huecos laterales de las capuchinas antiguas, además de en canalones y cornisas. Los nidos de madera colocados en la restauración que se lleva a cabo en 2005 en la cubierta trasera inferior nunca han sido utilizados y de los situados en el alero con entrada por la bocateja solo se ha producido nidificación en 2. En 2007 se instalan 50 nidos bajo cubierta en la parte superior con la supervisión técnica de DEMA. En el primer año sólo se utilizan 5, puesto que se trata de un nuevo sustrato de nidificación y estas aves necesitan un periodo de adaptación.



• NIDOS BAJO CUBIERTA CON TEJA DE ENTRADA Y CAJÓN INTERNO

Situación de los nidos artificiales instalados en 2007. Catedral de Jaén

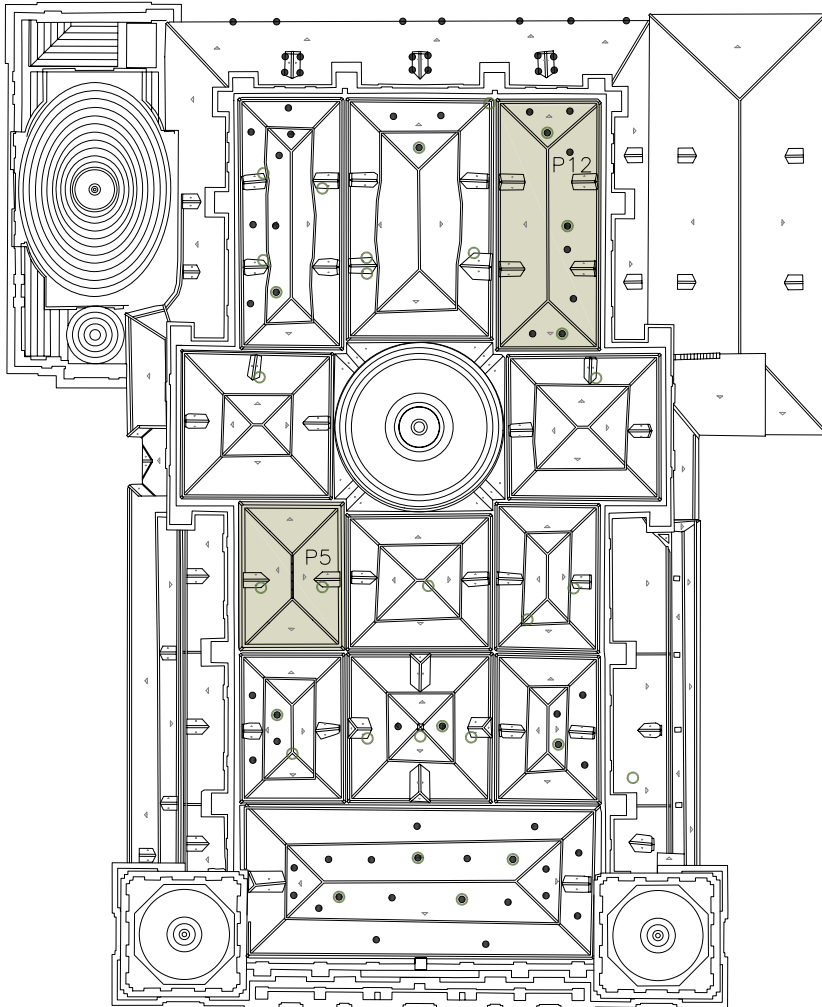
En 2009 se realizan un censo parcial y se contabilizan 17 parejas, de las cuales 6 utilizan nidales artificiales bajo cubierta y el resto naturales bajo teja y en los huecos que se forman en el encuentro de los muretes de las troneras con el paño de cubierta. Por otro lado, como la disponibilidad de huecos es suficiente para la colonia, no se utilizan ni cornisas ni canalones.



- NIDOS ARTIFICIALES COLOCADOS EN ANTERIORES INTERVENCIONES
- NIDOS ARTIFICIALES OCUPADOS
- NIDOS NATURALES OCUPADOS

Situación y ocupación de nidos en la Catedral de Jaén en 2009

La estimación de parejas en 2011 es 31: 30 en las cubiertas altas y 1 en la cubierta baja de la C/ Carrera de Jesús. Los nidos naturales son ocupados por 19 parejas: 6 parejas se localizan en nidos bajo huecos y tejas levantadas y 13 en los espacios libres de las esquinas en capuchinas. Las 12 parejas restantes deciden ocupar los nidales artificiales bajo teja colocados en 2007. Con ello, se constata una mayor colonización de estos últimos año tras año.

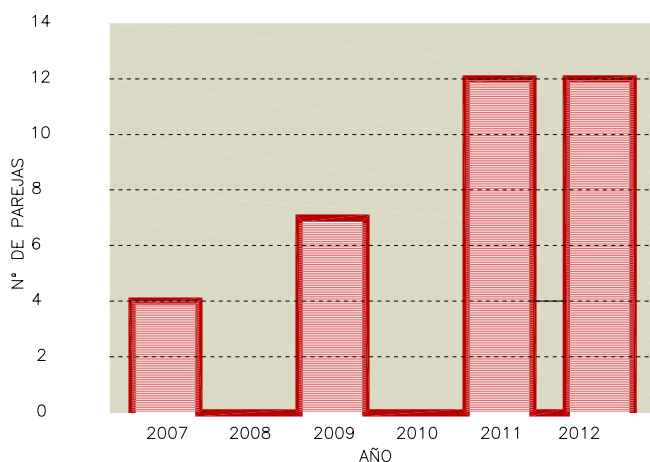


- NIDOS ARTIFICIALES COLOCADOS EN ANTERIORES INTERVENCIONES
- NIDOS ARTIFICIALES OCUPADOS
- NIDOS NATURALES OCUPADOS

Situación y ocupación de nidos en la Catedral de Jaén en 2011

En el plano de situación y ocupación de nidos en la Catedral de Jaén en 2011, se puede observar cómo el uso de nidos artificiales ha cobrado importancia durante los últimos años. La disponibilidad de nidos en toda la cubierta no debe ser limitante y se estima la colocación en base a poblaciones similares a las de 1960, con la ubicación de 100-120 nidos en toda la superficie, incluso en cubiertas bajas, con el fin de soportar la compatibilización en futuras restauraciones.

En 2012, la población sufre un pequeño descenso en el número de parejas, debido a las condiciones climáticas, aunque se trata de causas naturales y asumibles. Este hecho, generalizado en la mayoría de las colonias de Jaén, ha ocasionado una recesión en el incremento de la población a nivel provincial.



El gráfico muestra la evolución del número de parejas que ocupan nidos artificiales entre 2007 y 2012. En 2007 se colocan 19 nidos artificiales, 50 en 2009 y, por último, 14 en 2012.



Nido natural en el encuentro de dos paños de cubierta. Catedral de Jaén. FOTOGRAFÍA: DEMA

D. TIPOS DE NIDOS

Tipos de nidos más comunes:

- Nidos en mechnal.
- Nidos en cornisa o canalones.
- Nido en huecos de tejas.
- Nidos de madera.
- Nidos bajo teja.



**Nido natural en mechina con pollos de 28 días.
FOTOGRAFÍAS: DEMA**



Nido de Cernícalo en repisa. Es muy accesible y fácilmente visible por depredadores.

Ejemplo de la Catedral de Jaén:

- *Nidos en mechina*: por el tipo de construcción, no son muchos los mechinales presentes en la catedral. Se ha detectado un total de 6 huecos con una gran abertura de entrada. Su utilización por el cernícalo es ocasional, ya que implican problemas de competencia con otras especies como la grajilla o la paloma doméstica.
- *Nidos en cornisa o canalones*: normalmente los cernícalos suelen nidificar en repisas cuando hay escasez de huecos, ya que el riesgo de depredación es muy alto. No es conveniente potenciar este tipo de sustrato.
- *Nidos en huecos de tejas*: son utilizados desde hace largo tiempo, sobre todo, los existentes en las uniones con las troneras. En la actualidad, el mal estado del material de cobertura facilita la formación de nidos. Aquí se asienta el grueso de la población. Se considera un lugar no óptimo, ya que si se producen reparaciones en época de reproducción, puede perderse una nidada.



Los huecos bajo tejas desplazadas siempre han sido utilizados por las aves en la Catedral de Jaén. FOTOGRAFÍA: DEMA

- *Nidos de madera*: en 2005 se colocan en encuentros del tejado con los laterales de troneras, pero el éxito de ocupación es nulo.

- *Nidos en la boca teja*: se instalan en huecos habilitados tras la formación de los aleros, en las cornisas bajas a espaldas de la Catedral y con salida bajo la teja. No tienen la aceptación deseada, aunque son utilizados varios años por algunas parejas. El principal problema es que las aves suelen caer a la calle en sus primeros vuelos.



Entrada a un nido desde la bocateja del alero.

FOTOGRAFÍA: DEMA.

- *Nidos bajo teja en el plano inclinado de cubierta*: se construyen y disponen según el prototipo DEMA. El éxito de ocupaciones de estos nidos es cada vez mayor, ya que cumplen las necesidades requeridas por la especie para nidificar limitando, de manera física, el acceso a otras especies competidoras como las grajillas o palomas.



Nido bajo cubierta en proceso de construcción.

Obsérvese el orificio interior de acceso al cajón, el pasillo de acceso entre tejas con tapones superior e inferior y la teja de acceso preparada para su colocación.

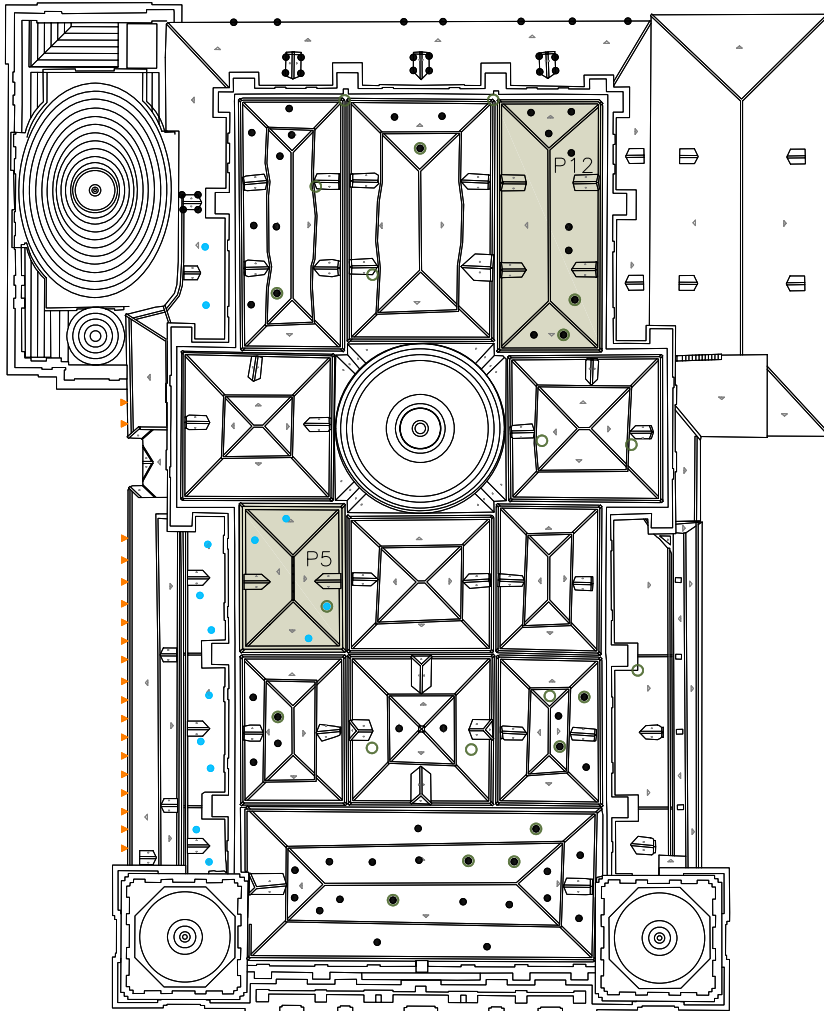
FOTOGRAFÍA: DEMA

F. PLANO DE NIDOS EXISTENTES EN LA ACTUALIDAD Y OCUPACIÓN

Se diferencia entre “naturales” y “artificiales”.

Ejemplo de la Catedral de Jaén:

En 2012 se colocan 14 nidos bajo cubierta, 4 en la cubierta alta y 10 en la baja, todos ellos certificados para la nidificación de la especie.



- NIDOS ARTIFICIALES COLOCADOS EN ANTERIORES INTERVENCIONES
- NIDOS ARTIFICIALES COLOCADOS EN LA INTERVENCIÓN DE 2011-2012
- ▲ NIDOS ARTIFICIALES COLOCADOS PARA VENCEJO
- NIDOS ARTIFICIALES OCUPADOS
- NIDOS NATURALES OCUPADOS

Situación y ocupación de nidos en la Catedral de Jaén en 2012

Es importante remarcar que se ocupa uno de los nidos colocados en el pabellón denominado P5 de la cubierta alta restaurado en la última intervención. Este hecho es indicativo del buen hacer y del cumplimiento de los tiempos en obra para no interferir con la colonia.

G. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL

Las obras de restauración afectan al cernícalo primilla de diversas maneras. Las que pueden perjudicar a la especie de forma más clara son:

1. La disminución de los huecos aptos para nidificar.
2. Las perturbaciones que pueden causar las obras durante la época reproductora, hasta el punto de influir decisivamente en la propia reproducción y provocar, en algunos casos, el abandono de la colonia.

Ejemplo de la Catedral de Jaén:

Resumen del censo:

2002	10-12 parejas
2005	13-15 parejas
2008	16 parejas
2009	17 parejas
2011	31 parejas



La acumulación de excrementos en la entrada de los nidos bajo cubierta es indicativa de su uso.
FOTOGRAFÍA: DEMA.

Este aumento tan pronunciado se produce también en el resto de colonias de la provincia, tanto urbanas como rurales. Las últimas cifras arrojan, por tanto, unos datos interesantes de ocupación de nidos artificiales advirtiendo un ascenso paulatino.

En los planos y diagramas se valora el uso de nidales artificiales desde su colocación. Los sustratos más requeridos son los huecos naturales resultado del encuentro de los tejadillos de las troneras con el plano de cubierta, lugar utilizado durante años. También, se constata la ocupación paulatina y creciente de nidos adaptados. Por su propia biología, el ave imita el lugar donde nace para nidificar, es decir, pollos que provienen de nidos artificiales eligen preferentemente este tipo de hábitat cuando son adultos. No obstante, la ocupación de estos nidos no sucede de forma inmediata. Hay que esperar hasta que, lenta y progresivamente, se vaya cambiando el sistema de cría.

H. OBSERVACIONES GENERALES

Se detecta un crecimiento de las colonias de cernícalo primilla y vencejo consecuencia directa de una buena gestión del monumento y sus restauraciones. Las prácticas que plantea este protocolo pueden constituir un referente provincial y nacional, de hecho existe un proyecto para la creación de una ZEPA urbana (Zona de Especial Protección para las Aves) en la Catedral de Jaén.

La información específica sobre la colonia de cernícalos primilla de la Catedral de Jaén ha sido extraída del *Informe preliminar Catedral 2011* realizado por Francisco Javier Pulpillo Ramírez (Técnico Iberus de Medio Ambiente), Francisco Jesús Martín Barranco (Biólogo. Colegiado 02066. Iberus Medio Ambiente), Pedro Antonio Jódar de la Casa (Técnico Iberus Medio Ambiente) y José Antolín (Técnico DEMA. Presidente de la asociación). Las actuaciones en las cubiertas, para las que se redacta este documento, son financiadas por el Ministerio de Cultura y Deporte, y la Consejería de Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía, y están enmarcadas en el Plan Director de la Catedral de Jaén (2000).

I. BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

Información general procedente de:

Serrano, D. y Delgado, J. M. (coords.) 2004, *El cernícalo primilla en Andalucía: bases para su conservación. Consejería de Medio Ambiente* [en línea], Junta de Andalucía, Sevilla. Disponible en Internet: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portaIweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca?vgnextoid=2ced2cc3d1584010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=4b2fa7aaaf4f4310VgnVCM2000000624e50aRCRD> [Fecha de acceso 20 de octubre de 2012].

B12

Protocolo básico para la protección del cernicalo primilla desde el proyecto

DESCRIPCIÓN

El conocimiento de las colonias de cernícalos primilla es imprescindible para hacer una propuesta adecuada dirigida a su conservación y protección.

>Ver el protocolo básico: B11

Los censos y estudios son realizados por profesionales en la materia (ornitólogos, biólogos y otros), conocedores de la biología de la especie y otra fauna urbana, siempre en épocas adecuadas y a distancias toleradas por las aves.

>Protocolos relacionados: B11, B13, B14, P02, P03

PALABRAS CLAVE

Censo / cernícalo / colonia / nidos / primilla / protección

OBJETIVOS

Planificar las actuaciones a desarrollar en obras de restauración para garantizar la protección de las colonias de Cernícalo Primilla (*Falco Naumanni*).

A. RESTAURACIÓN DE EDIFICIOS Y CONSERVACIÓN DE COLONIAS. PROBLEMÁTICA

La ocupación de bienes inmuebles históricos por cernícalos primilla es bastante usual por las ventajas que ofrecen para la consolidación de un hábitat permanente, con facilidades para ocupar con nidos las oquedades de cubiertas y muros y por la altura que proporcionan las torres y otros elementos esbeltos sobresalientes.

En las restauraciones de monumentos es frecuente eliminar mechinales y huecos, elementos utilizados por los cernícalos para la nidificación.

En la reparación de cubiertas conviene evitar las intervenciones con materiales que supriman los espacios libres aptos para nidificar. Cuando las obras implican necesariamente su desaparición o disminución, es necesario suplir el déficit instalando nidales artificiales.

Todos los trabajos deben estar supervisados por técnicos cualificados que orienten a los responsables de la obra en lo que respecta a la reapertura de huecos y colocación de nidales. En ningún momento debe disminuir la oferta de sustratos adecuados para nidificar.

En algunos edificios, las restauraciones son una oportunidad para aumentar la capacidad de acogida mediante la creación de nuevos espacios de nidificación. En muchos casos, se plantea adaptar el número de huecos a las parejas de cernícalos de la colonia. Esta tarea debe contar con las variaciones al alza que se producen con cierta frecuencia, por lo que en el momento de la intervención conviene disponer un número de nidos superior a las necesidades previstas para la colonia.

B. NORMAS GENERALES PARA ACOMETER RESTAURACIONES EN EDIFICIOS OCUPADOS POR PRIMILLAS

1. Las obras deben acometerse fuera del periodo reproductor de la especie, durante los meses de agosto a febrero. Pueden realizarse trabajos en sectores lejanos a los nidos entre mediados de junio y agosto, y obras a tiempo parcial entre febrero y mediados de abril.

>Ver el protocolo previo: P02

2. Es imprescindible evitar el cegado de huecos existentes. En caso contrario, debe estudiarse la implantación de medidas compensatorias como la colocación de nidos artificiales.

3. De acuerdo con las recomendaciones de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, no debe transcurrir una temporada reproductiva sin la previsión de oquedades para anidar. Los nidos que se instalen de modo artificial deben realizarse como mínimo un año antes.

4. En cualquier caso, está prohibido utilizar mallas en las que puedan quedar atrapadas las aves. Si por alguna razón son imprescindibles, deben usarse de forma contenida y presentar una luz menor de 2 x 2 cm o mayor de 15 x 15 cm.

C. PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA PROPUESTA

Conforme a los datos obtenidos del estudio de la colonia de cernícalo primilla existente en la Catedral de Jaén, la Dirección Facultativa de la obra procede a convocar a los técnicos de la empresa adjudicataria y a los profesionales designados para el control ambiental de la colonia estableciendo las siguientes pautas:

- Planificación de la obra en el tiempo según el calendario de anidación de la especie.

>Ver el protocolo previo: P02

- Limitaciones de acceso y proximidad máxima de los operarios a la zona objeto de protección.
- Limitación desde el proyecto y dirección de obra de los materiales peligrosos para las aves (cuerdas o mallas de protección) especificando las alternativas propuestas.
- Número de nidos a instalar, tipo y localización.



Pollo de cernícalo primilla muerto tras ingerir un trozo de cordón de material sintético parecido a una escolopendra, típico alimento en época de reproducción.

FOTOGRAFÍA: DEMA.

Ejemplo de la Catedral de Jaén:

Se limita físicamente la actuación para evitar la presencia de personal operario en la zona de protección. Como en la intervención de 2011-2012 se trabaja en dos niveles de cubiertas, se planifica una limitación temporal en altura, de forma que entre los meses de abril y septiembre se desarrollan las tareas, a pleno rendimiento, en las cubiertas bajas. En paralelo, el personal técnico de DEMA realiza el conteo de nidos y el seguimiento de la población.

Una vez finalizada la temporada de cría en el mes de septiembre, se deja la cubierta baja y se focaliza el trabajo en el pabellón P5 del nivel superior. En ella se puede trabajar hasta el 15 de marzo de 2012 colocando 10 nidos bajo cubierta preparados para que los cernícalos nidifiquen en 2012. Finalizada la reforma de la cubierta P5, se continúa con la parte baja de la Calle Campanas hasta el final de la obra instalando 12 nidos de cernícalo primilla y 25 de vencejo común en la bocateja del alero hacia la citada calle.

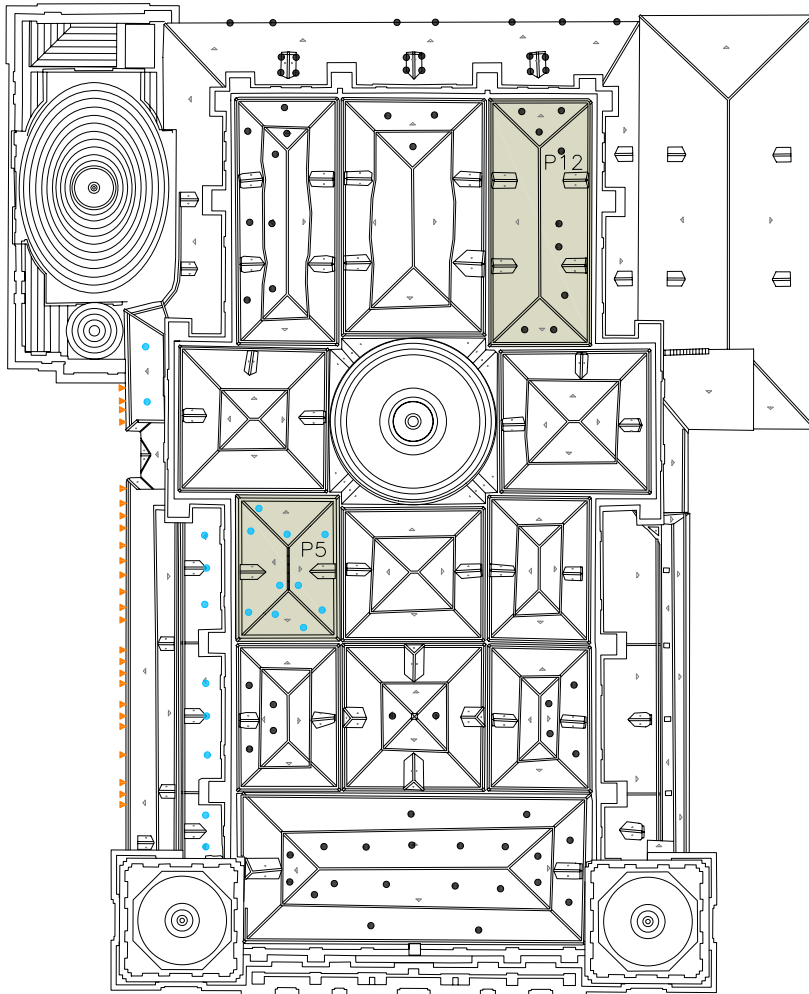
Hay materiales como cuerdas, que por semejanza a insectos de los que se alimentan normalmente estas aves, son ingeridos por ellas causando su muerte. Por tanto, se debe evitar trabajar con este tipo de elementos. Una vez terminada la obra, conviene revisar las zonas de trabajo eliminando cualquier material que pueda ser peligroso para las aves.



Cubiertas de la Catedral de Jaén en el lateral de la calle Campanas. Se pueden observar los dos niveles existentes y la diferencia de cota entre ellos.

D. NIDOS PROPUESTOS EN LA INTERVENCIÓN

Esta propuesta se formula en base al acuerdo suscrito entre la Dirección Facultativa y los profesionales en la materia (ornitólogos, biólogos y otros). De esa forma, se convierte en una guía imprescindible para la ejecución de la obra. Lo recomendable es que el proyecto integre las recomendaciones derivadas del estudio realizado y lo contemple en su presupuesto.



- NIDOS ARTIFICIALES COLOCADOS EN ANTERIORES INTERVENCIONES
- NIDOS ARTIFICIALES NUEVOS PROPUESTOS PARA LA INTERVENCIÓN DE 2011-2012
- ▶ NIDOS ARTIFICIALES NUEVOS PROPUESTOS PARA VENCEJO

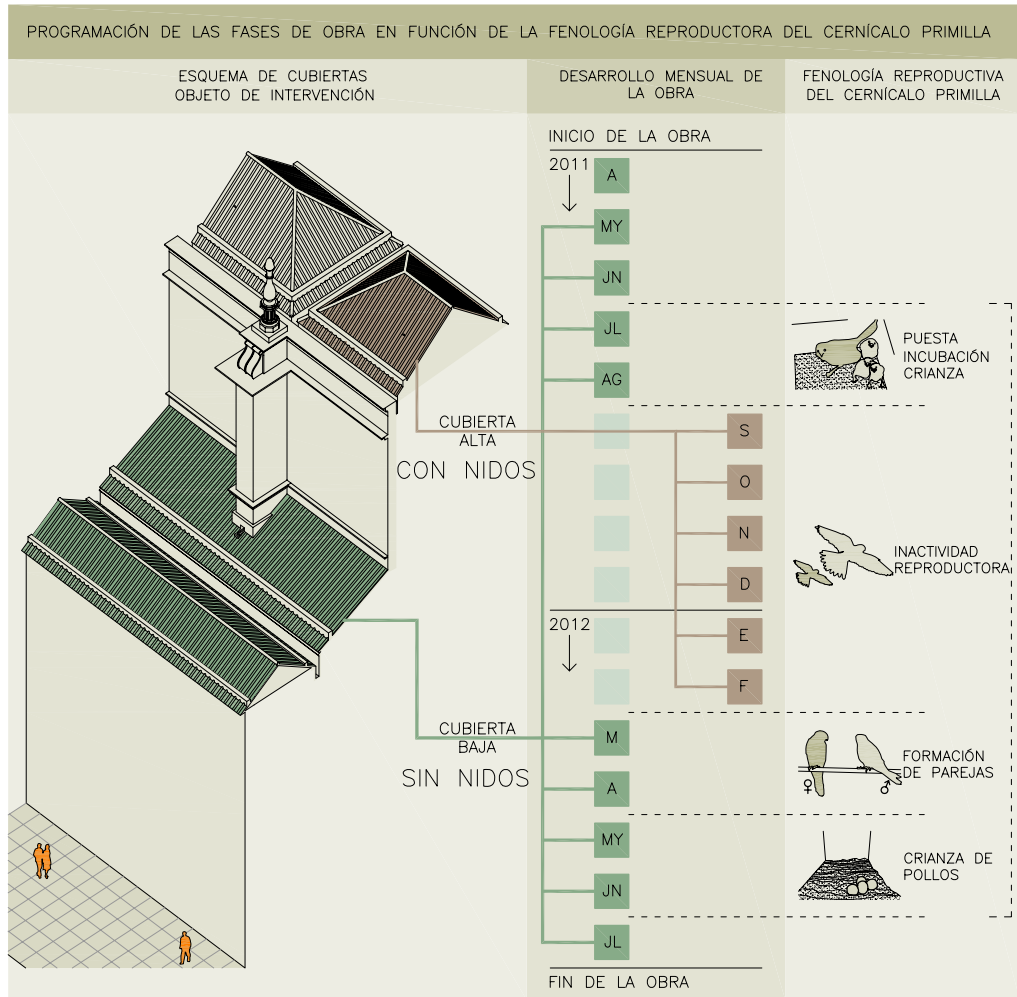
Colocación de nidos artificiales para cernícalo primilla y vencejo instalados en diferentes momentos. Proyecto para la Catedral de Jaén 2011-2012.

Ejemplo de la Catedral de Jaén:

Como se indica en el plano, se reparten por toda la superficie un total de 22 nidos para Cernícalo Primilla, 12 en las cubiertas laterales de la calle Campanas y 10 en las del Pabellón P5. Se emplea el tipo diseñado por DEMA y se instalan a una distancia prudente para evitar conflictos territoriales entre parejas. Los nidos de vencejo común se localizan en la caída del tejado hacia la calle Campanas. Se disponen 25 nidos, en base al número de parejas previsto, manteniendo una distancia de separación adecuada entre unos y otros.

E. PLANIFICACIÓN DE LA INTERVENCIÓN EN EL TIEMPO

Planificación en el tiempo y lugar concreto de las cubiertas teniendo en cuenta las fechas de inicio de la obra y los periodos de protección de las aves por anidamiento, entre otros aspectos. Fases del proceso a seguir:



Programación de las fases de obra en la Catedral de Jaén.

Ejemplo de la Catedral de Jaén:

Fase 1: Cubiertas de la C/ Campanas. Las obras no se limitan temporalmente porque no existe nidificación en ellas. Por tanto, todo el trabajo dentro de las fechas de limitación se desarrolla en esta zona.

Fase 2: Restauración de la cubierta del pabellón P5. Dado que se encuentra en zona restringida para la nidificación, las obras únicamente se realizan entre el mes de septiembre y el 15 de marzo,

coincidiendo con la migración de la especie al África subsahariana (la ampliación o disminución de este periodo depende del criterio técnico competente). Durante estos meses debe estar todo terminado para que en abril los cernícalos se puedan reproducir nuevamente con seguridad.

Fase 3: Control y valoración de actuaciones. Durante los meses de abril a septiembre de 2012, se realizan censos a la colonia para valorar la efectividad de las acciones implantadas. En los meses restantes, se supervisan las obras y se testan uno por uno los nidos construidos.

Fase final: Se redacta un informe en el que se expone el desarrollo de la obra y el seguimiento de las actuaciones. Además, se plantea observar el desarrollo de la colonia mediante la visita a las cubiertas 2 o 3 veces al año en épocas adecuadas para el censo. Estos datos son de gran utilidad para intervenciones futuras.

En un edificio de grandes dimensiones se pueden sectorizar las áreas de cubierta a restaurar para compatibilizar la conservación de la colonia y la del propio edificio, aunque no existan diferentes niveles de cubierta. Es imprescindible seleccionar la zona en la que se va a intervenir para realizar una planificación adecuada que permita preparar la llegada de las aves en los meses de septiembre a diciembre. En caso necesario, durante este periodo, se contemplará el sellado de los nidos de la zona en proceso de intervención para que no se ocupen.

Estas previsiones deben integrarse en los documentos de proyecto que se relacionan a continuación para que las pautas a seguir queden perfectamente especificadas en la contratación de la obra:

- Memoria.
- Pliego de condiciones.
- Planning de la obra.
- Mediciones – Presupuesto.
- Planimetría.
- Estudio de Seguridad y Salud.

F. OBSERVACIONES GENERALES

La información específica sobre la colonia de cernícalos primilla de la Catedral de Jaén ha sido extraída del *Informe preliminar Catedral 2011* realizado por Francisco Javier Pulpillo Ramírez (Técnico Iberus de Medio Ambiente), Francisco Jesús Martín Barranco (Biólogo. Colegiado 02066. Iberus Medio Ambiente), Pedro Antonio Jódar de la Casa (Técnico Iberus Medio Ambiente) y José Antolín (Técnico DEMA. Presidente de la asociación). Las actuaciones en las cubiertas, para las que se redacta este documento, son financiadas por el Ministerio de Cultura y Deporte, y la Consejería de Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía, y están enmarcadas en el Plan Director de la Catedral de Jaén (2000).

G. BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

Información general procedente de:

Serrano, D. y Delgado, J. M. (coords.) 2004, *El cernícalo primilla en Andalucía: bases para su conservación.* *Consejería de Medio Ambiente* [en línea], Junta de Andalucía, Sevilla. Disponible en Internet: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca?vgnextoid=2ced2cc3d1584010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=4b2fa7aaaf4f4310VgnVCM2000000624e50aRCRD> [Fecha de acceso 20 de octubre de 2012]

B13

Protocolo básico para la construcción de nidos de cernícalo primilla y vencejo

DESCRIPCIÓN

Determinación de las directrices para construir los nidos artificiales necesarios que garanticen el hábitat al cernícalo primilla y vencejo común, tras la ejecución de una obra de restauración de cubiertas o una intervención de emergencia.

La instalación de los nidos debe someterse a la supervisión de profesionales cualificados (ornitólogos, biólogos y otros), conocedores de la biología de la especie y otra fauna urbana.

>Protocolos relacionados: B11, B12, B14, P02, P03

PALABRAS CLAVE

Cernícalo / construcción / competidor / control / grajilla / paloma / primilla / nido / vencejo

OBJETIVOS

Garantizar la correcta ejecución de nidos artificiales para el cernícalo primilla (*Falco Naummani*) y vencejo común (*Apus Apus*).

A. NORMAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y COLOCACIÓN DE LOS NIDOS BAJO CUBIERTA PARA CERNÍCALO PRIMILLA. DETALLES GRÁFICOS

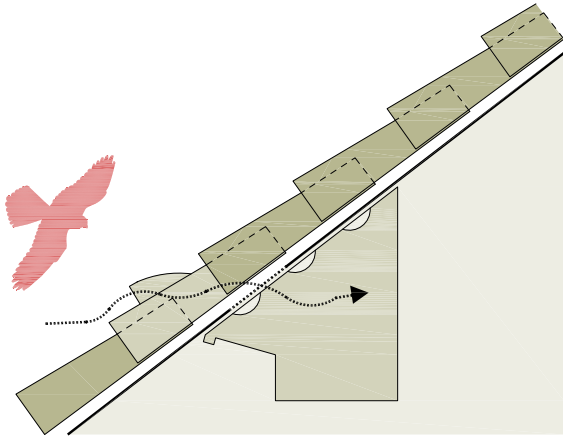
Siempre que sea posible, se debe potenciar el uso de este tipo de nidos en las cubiertas.

El acceso de las aves a ellos se realiza a través de tejas especiales. Las cajas nido se sitúan en el interior de la cubierta. Pueden colocarse tanto en el exterior como en el interior del pabellón, en función de la viabilidad.

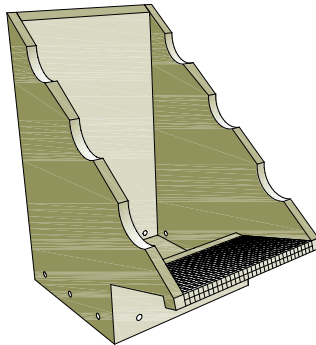
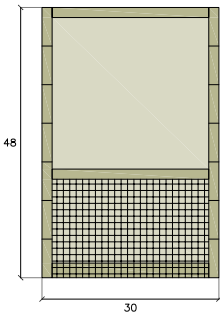
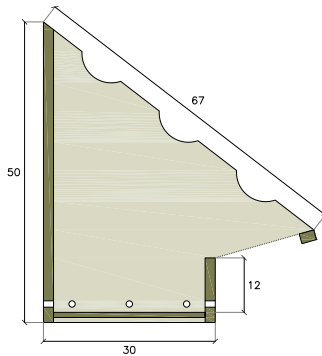
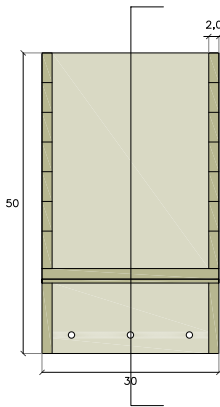
Se limita la entrada de palomas dejando un pasillo antes de acceder al nido que se construye de manera manual mediante un corte de la teja base o de la pieza especial cerámica de 10 cm de anchura y 60 cm de largo. Dicho pasillo evita la depredación de pollos al dificultar el acceso a los depredadores.

A continuación, se describen las partes que componen el nido:

El paso a su interior se realiza a través de una teja tipo con ventilación que presenta las medidas descritas anteriormente para limitar el paso a las palomas. El cajón, adaptado a los requerimientos de la especie, tiene de base 30 x 50 cm y su bisel de nivelación depende de la pendiente de la cubierta. La disposición de un entramado de tela metálica permite reducir la acumulación de excrementos en el nido. Por su parte, en el habitáculo se dispone una capa de arena de 3 cm y un salto de 12 cm que impide la salida de los pollos a edades tempranas y los protege de predadores evitando posibles amenazas cuando aún no son lo suficientemente independientes. Estas medidas pretenden garantizar el éxito reproductivo de la especie.



Esquema de combinación de caja nido y teja especial para el acceso.



Planos esquemáticos de una caja nido para cernícalo primilla según los parámetros de DEMA.

402

Materiales: los nidos se realizan generalmente en madera y rejilla metálica de acero inoxidable de 1 x 1 cm de luz.

Pasos a seguir:

- Construcción de los nidos en taller, siguiendo el esquema.
- Preparación del paño de cubierta



Caja nido y teja de acceso sin colocar.
Cubierta de la Catedral de Jaén



Primer paso correspondiente a la preparación del hueco para un nido artificial.
Cubierta de la Catedral de Jaén.

- Colocación del nido y cierre de la cubierta.



Hueco realizado en la tablazón y colocación de la caja nido.
Cubierta de la Catedral de Jaén.



Cierre de la caja, dejando practicado el acceso al nido. Cubierta de la Catedral de Jaén.



Detalle del hueco para la entrada del cernicalo practicado en material especial de cobertura (pieza cerámica prefabricada).



Teja especial de acceso al nido.
FOTOGRAFÍAS: DEMA.

Se deben sellar con mortero los posibles huecos por los que las aves tengan acceso a otras partes de la cubierta asegurando su entrada exclusivamente al nido. Esta operación es importante tanto para la seguridad del propio cernícalo como para garantizar la estanqueidad de la cubierta.



Vista del nido desde el interior del pabellón P5. Catedral de Jaén



Vista del interior del nido a través de la puerta de revisión. FOTOGRAFÍAS: DEMA

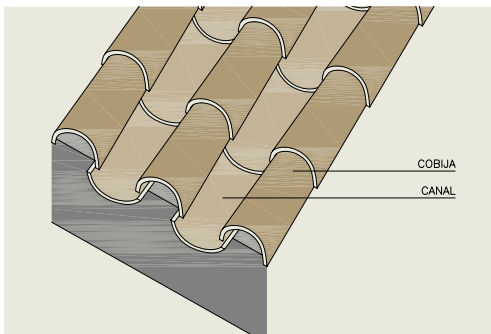
B. NORMAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y COLOCACIÓN DE LOS NIDOS NUEVOS PARA VENCEJO. DETALLES GRÁFICOS

Durante los trabajos de restauración de cubiertas, en algunos casos también se recomienda realizar nidos para vencejo.

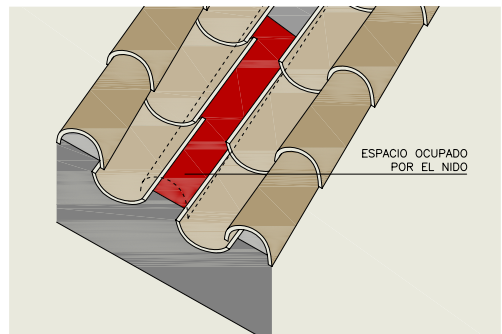
Son muy sencillos y fáciles de encontrar por los individuos. Se disponen en la bocateja principal del alero con caída a la calle, se ejecutan de manera artesanal y se instalan en los huecos previstos durante el transcurso de la obra.

Para ello, se libera el espacio entre dos tejas canales creando una cámara de nidificación a la que se accede a través de un tubo de PVC. Posteriormente y partiendo de la terminación de este último, se practica una apertura hacia la calle con el mortero, de forma que el vencejo pueda dejarse caer hacia el exterior.

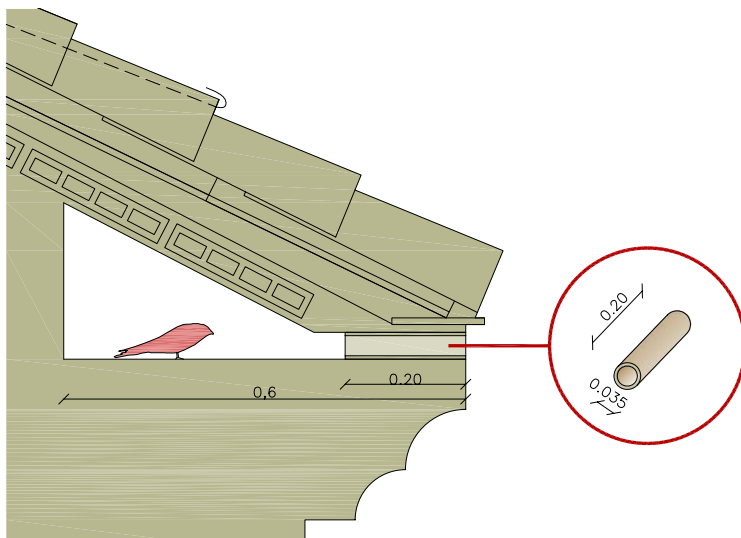
404



Acabado de cubierta con teja cerámica. Canal y cobija.



Espacio para nido de vencejo.



Sección de alero con nido de vencejo. Acceso mediante tubo de 35 mm.

En los nidos de vencejo es importante limitar el acceso de entrada en la boca teja con un tubo de PVC de 3,5 cm para evitar posibles competencias con otras especies.

Como resultado, se obtiene un pasillo de entrada de 15 x 20 cm y una cámara apta para la nidificación de la especie.



Preparación de la cámara que alberga el nido entre dos canales.



Colocación de tubo de PVC de 35 mm de diámetro. FOTOGRAFÍAS: DEMA.

En este caso, también es importante sellar con mortero los huecos por los que las aves tengan acceso a otras partes de la cubierta asegurando su entrada exclusivamente al nido.



Sujeción del tubo y sellado de la cámara.



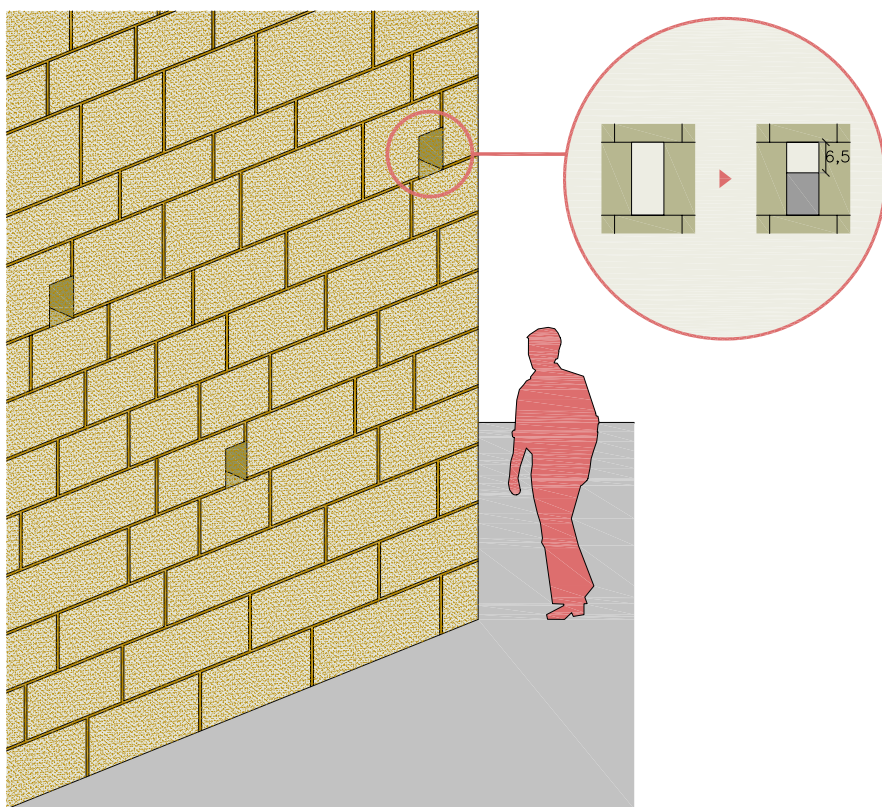
Colocación de la cobija que cierra el nido.



Aspecto final del nido para vencejo emplazado en una bocateja.
FOTOGRAFÍAS: DEMA

C. CONTROL DE OTRAS AVES (COMPETIDORES DIRECTOS) COMO LAS GRAJILLAS Y LAS PALOMAS

Las palomas y grajillas son, en gran medida, causantes de la disminución relativa de las colonias de cernícalos en las cubiertas porque compiten con ellas por el hábitat de nidificación. Además, pueden inutilizar los huecos donde nidifican los cernícalos, debido al aporte masivo de ramas y excrementos. Para controlar, de forma efectiva, el acceso de estos competidores a los nidos, se debe restringir la entrada a los huecos mediante el sellado parcial de sus entradas adaptándolas a 6,5 cm, medida que solo permite el paso del cernícalo primilla.



Esquema de reducción de entrada en un mechinal a 6,5 cm para evitar la entrada de paloma o grajilla.

No existe un método infalible para controlar el número de palomas en las ciudades, ya que sus depredadores naturales escasean y su alimento es abundante. Solamente un trabajo continuo y constante de captura garantiza una cierta regulación de las poblaciones.

Esta tarea se puede llevar a cabo mediante la extracción directa de ejemplares utilizando jaulas adaptadas para tal fin y dispuestas en zonas estratégicas del monumento.

>Ver protocolo: B 15

Por su parte, la grajilla no representa un problema tan patente de incompatibilidad, pues la especie está en declive.

Ejemplo de la Catedral de Jaén:

La grajilla no es abundante en época de nidificación. Se han detectados 2 parejas con una baja producción de pollos. Por lo tanto, la medida de limitación física de los nidos es suficiente para garantizar una población mínima y, por tanto, una ausencia de competencia directa con cernícalos. Durante la época de invernada ha bajado mucho la población del dormitorio existente en cornisas y torres, circunstancia que coincide con el considerable descenso que se ha producido en la provincia. Como consecuencia, destaca la ausencia de influencias negativas sobre otras poblaciones y, por tanto, su nula interferencia en el conjunto de actuaciones destinadas a favorecer el hábitat del cernícalo primilla.

D. OBSERVACIONES GENERALES

La información específica sobre la colonia de cernícalos primilla de la Catedral de Jaén ha sido extraída del *Informe preliminar Catedral 2011* realizado por Francisco Javier Pulpillo Ramírez (Técnico Iberus de Medio Ambiente), Francisco Jesús Martín Barranco (Biólogo. Colegiado 02066. Iberus Medio Ambiente), Pedro Antonio Jódar de la Casa (Técnico Iberus Medio Ambiente) y José Antolín (Técnico DEMA. Presidente de la asociación). Las actuaciones en las cubiertas, para las que se redacta este documento, son financiadas por el Ministerio de Cultura y Deporte, y la Consejería de Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía, y están enmarcadas en el Plan Director de la Catedral de Jaén (2000).

B14

Protocolo básico para el mantenimiento de cubiertas con cernícalo primilla

DESCRIPCIÓN

Guía básica para el mantenimiento de la cubierta de un edificio patrimonial ocupado por una colonia de cernícalo primilla respetando su fenología.

Los censos y estudios son realizados por profesionales competentes (ornitólogos, biólogos y otros), conocedores de la biología de la especie y otra fauna urbana, siempre en épocas adecuadas y a distancias toleradas por las aves.

>Protocolos relacionados: B11, B12, B13, P02, P03

PALABRAS CLAVE

Cernícalo / colonia / control / desarrollo / mantenimiento / primilla

OBJETIVOS

Planificar las actuaciones a desarrollar para garantizar tanto el mantenimiento de las cubiertas como la protección de las colonias de Cernícalo Primilla (*Falco Naumanni*).

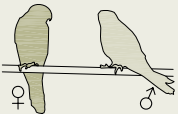

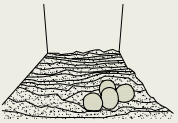
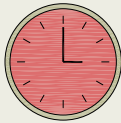




A. MANTENIMIENTO DE LAS CUBIERTAS

Al finalizar una intervención es importante diseñar y ejecutar un plan de mantenimiento que garantice el funcionamiento tanto de la cubierta como de los nidos integrados en los faldones evitando su colonización por especies no deseadas como palomas o grajillas.

La ausencia de mantenimiento periódico de las cubiertas, así como la acentuada inclinación de los faldones, motiva el mal estado de conservación de tejas, canales y otros elementos.
Catedral de Jaén



Los tejados se deben reparar todos los años, de septiembre a febrero, recolocando todas las tejas que se hayan desplazado por la acción del viento u otros factores. De esta forma, se evita su desplazamiento. Es importante que la superficie se encuentre en perfectas condiciones en el mes de marzo para evitar que haya espacios libres que puedan ser utilizados por los cernícalos para anidar. Si un hueco ocupado por una pareja produce una gotera y hay que repararla con urgencia, lo más probable es que se causen interferencias en el ciclo natural de las aves.

ACTIVIDAD MENSUAL DEL CERNÍCALO PRIMILLA		RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	
M A	 <p>♀ ♂ FORMACIÓN DE PAREJAS</p>	SE PERMITEN LOS TRABAJOS EN HORARIO RESTRINGIDO DE 8-13 HORAS	
MY JN	 <p>CRianza DE POLLOS</p>	NO SE PERMITEN LOS TRABAJOS	
JL AG	 <p>PUESTA INCUBACIÓN Y CRIANZA</p>	SE PERMITEN LOS TRABAJOS LEJOS DE LOS NIDOS	
S O N D E F	 <p>INACTIVIDAD REPRODUCTORA</p>	SE PERMITEN LOS TRABAJOS EVITANDO EL TAPADO DE NIDOS CON REDES	

Calendario de recomendaciones para los trabajos de mantenimiento.

Los cernícalos primilla son muy sensibles a la presencia humana. En ocasiones, es necesario esconderse durante la observación para no detener su actividad normal. La afectación se acentúa si el personal de mantenimiento accede de forma no controlada a la cubierta para realizar revisiones o pequeños arreglos. En este caso, se debe informar siempre del calendario y horarios adecuados a los equipos encargados de desarrollar estas tareas.

En los nidos de cubiertas antiguas, dada la escasa sujeción de sus piezas y su inclinación, es fácil que la teja de entrada se caiga proporcionando acceso a las palomas. En tal caso, se aconseja como tratamiento preventivo reparar todos y cada uno de los nidos, limpiándolos y recolocando dichas tejas.



Revisión de nido bajo cubierta por biólogos en la Catedral de Jaén.

Es importante conocer la ubicación de los nidos naturales para no inutilizarlos durante las labores de mantenimiento en las cubiertas no restauradas.

Ejemplo de la Catedral de Jaén:

En la actualidad, el mantenimiento general de las cubiertas en la Catedral de Jaén no es sistemático. Sus problemas se atajan mediante intervenciones integrales.

Para realizar una obra menor, la época más adecuada es la última quincena de agosto y el mes de septiembre, antes de la llegada de las lluvias, coincidiendo con el periodo en el que todo el contingente poblacional de aves ha terminado la nidificación y se desplaza a sus cuarteles de invernada o alimentación.

B. PROCEDIMIENTOS NECESARIOS PARA LA OBSERVACIÓN Y TRASLADO DE AVES

Los censos se realizan por la mañana, desde el amanecer hasta las 12:00 horas, teniendo en cuenta los meses de mayor actividad (abril y julio)

>Ver protocolo previo: P03

En la medida de lo posible, se debe restringir el acceso a las cubiertas de abril a agosto en horas de máxima actividad, es decir, desde el amanecer hasta las 12:00 horas del mediodía y, por la tarde, desde las 18:00 hasta el anochecer.

Si se detecta la presencia de pollos fuera de los nidos y en el tejado, no conviene capturarlos, ya que son aves nidífugas que con poco más de 20 días ya exploran los alrededores del nido.



En el caso concreto de la Catedral de Jaén, ambas torres son una atalaya perfecta para el censo de la colonia. Es fácil observar de forma oculta, con un telescopio o prismáticos, para valorar su actividad. FOTOGRAFÍA: DEMA.

Por el contrario, en caso de que se halle un pollo dentro de un canalón en una zona de trabajo o en la calle, hay que recoger cuidadosamente al ave, manipulándola lo mínimo indispensable, para llevarla al Centro de Recuperación más cercano en una caja de cartón cerrada (nunca en una jaula o similar) y poner al corriente al CREA (Centro de Recuperación de Especies Amenazadas).

Pauta para la recogida de aves:

Cada provincia tiene un centro de recuperación de este tipo. Para conseguir información sobre cualquiera de ellos, hay que recurrir a las respectivas delegaciones de las Consejerías de Medio Ambiente de cada provincia.

Ejemplo de la Catedral de Jaén:

Para los próximos años, se ha planificado una campaña de anillamiento de pollos con la finalidad de estudiar la eficacia reproductiva, viabilidad de la colonia y dispersión natural de las aves. Con este sistema se puede individualizar cada ave. Este trabajo forma parte del seguimiento que se viene realizando durante más de una década en toda la provincia.

C. INDICADORES PARA CONTROLAR EL DESARROLLO DE LA COLONIA

1. Número de parejas reproductoras.
2. Número de parejas en nido artificial.
3. Productividad anual en la colonia (número total de pollos nacidos).

D. OBSERVACIONES GENERALES

La información específica sobre la colonia de cernícalos primilla de la Catedral de Jaén ha sido extraída del *Informe preliminar Catedral 2011* realizado por Francisco Javier Pulpillo Ramírez (Técnico Iberus de Medio Ambiente), Francisco Jesús Martín Barranco (Biólogo. Colegiado 02066. Iberus Medio Ambiente), Pedro Antonio Jódar de la Casa (Técnico Iberus Medio Ambiente) y José Antolín (Técnico DEMA. Presidente de la asociación). Las actuaciones en las cubiertas, para las que se redacta este documento, son financiadas por el Ministerio de Cultura y Deporte, y la Consejería de Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía, y están enmarcadas en el Plan Director de la Catedral de Jaén (2000).

E. BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

Información general procedente de:

Serrano, D. y Delgado, J. M. (coords.) 2004, *El cernícalo primilla en Andalucía: bases para su conservación. Consejería de Medio Ambiente* [en línea], Junta de Andalucía, Sevilla. Disponible en Internet: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca?vgnextoid=2ced2cc3d1584010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=4b2fa7aaaf4f4310VgnVCM2000000624e50aRCRD> [Fecha de acceso 20 de octubre de 2012].

B15

Protocolo básico para la instalación de sistemas de control poblacional de palomas urbanas

DESCRIPCIÓN

Algunas palomas domésticas viven de forma semisalvaje en las localidades causando molestias a la ciudadanía, hasta el punto de representar con frecuencia un problema para la salud pública. Además, ocasionan deterioros en monumentos y otros edificios de interés. Por este motivo, es necesario controlar sus poblaciones para contribuir al mantenimiento del patrimonio histórico inmueble.

>Protocolos relacionados: B07, B10, B14

PALABRAS CLAVE

Capturas / cebado / cubiertas / mantenimiento / palomas / plagas

OBJETIVOS

Controlar la población de paloma urbana (*Columba livia*) en monumentos y edificios históricos.

A. ORIGEN Y CONTROL DE LA POBLACIÓN DE PALOMAS

La paloma urbana es un ave doméstica, aunque su origen esté en una especie bravía. Tiene pocos depredadores y recibe alimento en las ciudades, la mayor parte de las veces proporcionado por los seres humanos. Su crecimiento es excesivo adquiriendo el carácter de plaga en algunos entornos monumentales.

Si se controla adecuadamente su población y se vigila su salud, su presencia puede ser también un valor a considerar en los enclaves urbanos.



B. PROBLEMÁTICA DE LAS PALOMAS URBANAS

Los efectos negativos de una población excesiva de palomas urbanas se traducen en la degradación y deterioro que originan en los edificios históricos y entornos urbanos. Producen, también, importantes problemas higiénicos y sanitarios porque son portadoras de parásitos.

Los excrementos de paloma, conocidos vulgarmente como palomina, ocasionan la degradación de materiales pétreos y metales por su elevado contenido en ácidos. Son fuente de deterioro porque favorecen la proliferación de agentes biológicos, aspecto a tener en cuenta en la conservación de las armaduras de madera de las cubiertas, donde se produce un arrastre considerable de materia orgánica procedente del citado detrito.

Acumulación de detritos de palomas urbanas sobre elementos estructurales en el interior de la cubierta.
Catedral de Jaén.



En las cubiertas se pueden producir problemas graves de funcionamiento en los sistemas de evacuación de aguas por la acumulación de palomina y restos de animales muertos. Ambos aspectos constituyen las causas más frecuentes de obstrucción de bajantes.

La población de palomas en áreas céntricas ha aumentado considerablemente durante los últimos años. Los inmuebles de interés patrimonial suministran lugares ideales para su reproducción, mientras que en sus proximidades es posible encontrar el alimento necesario para su supervivencia, frecuentemente proporcionado por la ciudadanía y el turismo visitante.

Ventilación de las cubiertas a través de las troneras impidiendo el acceso de palomas mediante la colocación de mallas o rejillas.



C. TRATAMIENTO PARA EL CONTROL POBLACIONAL DE LAS PALOMAS: CEBADO Y CAPTURA DE EJEMPLARES

Las medidas que se proponen son las siguientes:

1. Estimación y caracterización de la población.
 - Se realiza un conteo simultáneo de ejemplares en diferentes emplazamientos.
 - Con carácter previo a dicho conteo, se procede al cebado en las localizaciones seleccionadas.
 - Finalmente, se registran los lugares donde se realizan las tareas de alimentación y control.

2. Métodos de control.

Existen distintos métodos para controlar la población de palomas. Uno de ellos, bastante eficaz y compatible con otras especies, es la captura de ejemplares con jaulas trampa selectivas, según el siguiente procedimiento:

- *Cebado*: Se lleva a cabo en lugares aptos para la colocación de las trampas, haciendo previamente uno de prueba para favorecer la alimentación en esos puntos. Se realiza durante una semana a la misma hora del día y de igual forma.
- *Jaulas selectivas*: permiten la captura de las palomas sin ocasionarles daño. Se emplazan en lugares elevados y planos, preferiblemente en zonas de cubierta accesibles y con escaso impacto visual.

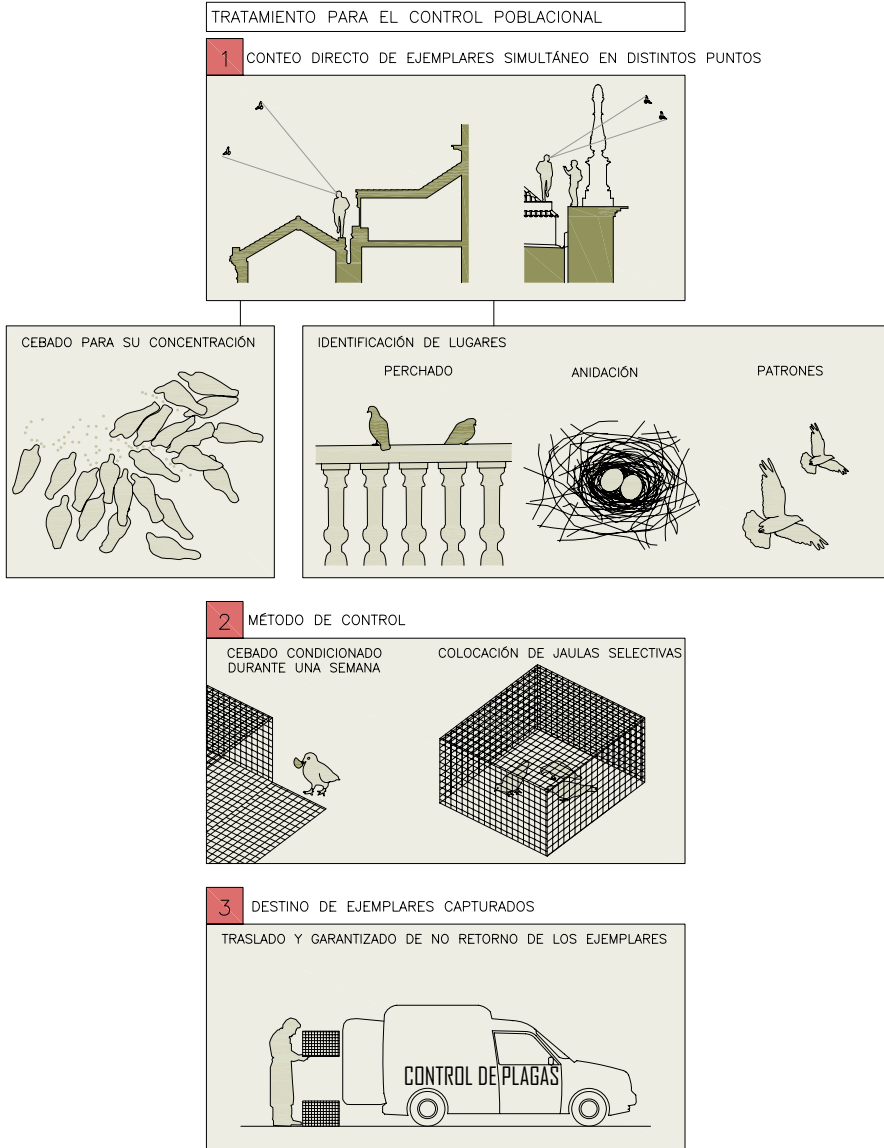


Instalación de jaulas en la cubierta de la Catedral de Granada.

Este método proporciona buenos resultados disminuyendo, de forma efectiva, el número de palomas, pero requiere la atención y constancia del equipo encargado de las tareas de mantenimiento y traslado de los ejemplares capturados. También, es importante desarrollar la operación de forma continuada a medio o largo plazo. Supone una disminución efectiva de los costes de mantenimiento por la menor acumulación de residuos, especialmente en grandes inmuebles.

3. Destino de los ejemplares capturados.

Deben alojarse temporalmente en instalaciones provisionales para trasladarse posteriormente a sus destinos definitivos. Se persigue garantizar el no retorno de los ejemplares capturados.

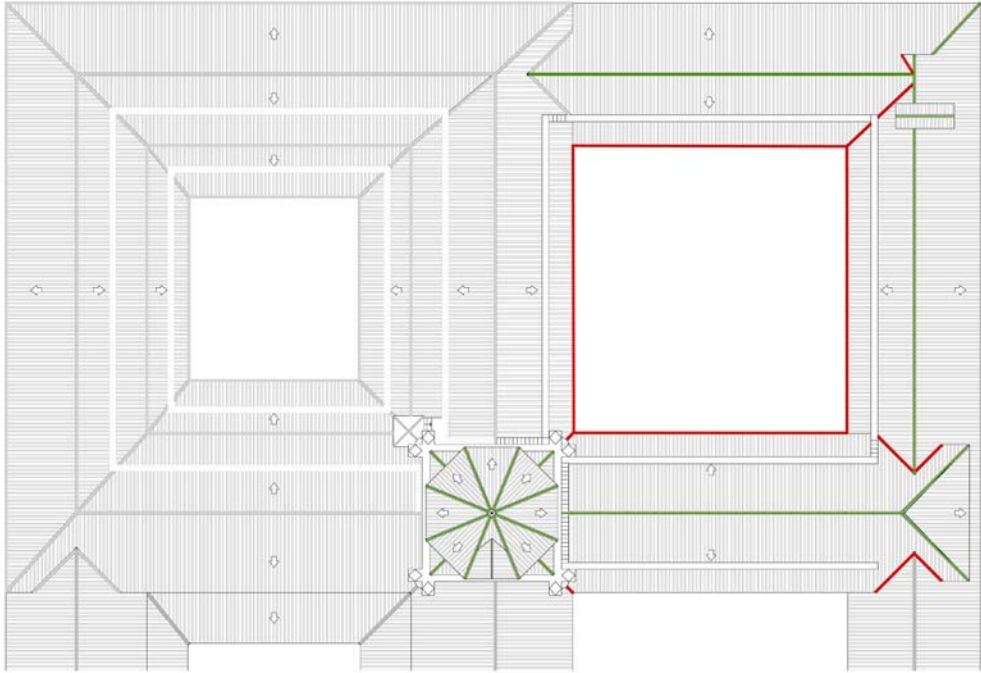


Medidas y tratamientos para control poblacional de palomas urbanas.

D. SISTEMA ELECTROSTÁTICO DE RECHAZO

Este sistema tiene una gran eficacia, pero su uso es incompatible con las especies protegidas. En caso de que estas últimas no estén presentes en el edificio objeto de intervención, se aconseja prever su instalación en el proyecto para reducir la necesidad de otros sistemas alternativos de captura como el descrito anteriormente. Se plantea su colocación en las limas, cumbreras, limate-

sas, canalones y recogidas de agua de cada paño de cubierta para que quede protegida la mayor parte de la superficie.



- COLOCACION SISTEMA ELECTROESTÁTICO EN ALEROS, CUMBRERAS Y LIMATESAS
- COLOCACION SISTEMA ELECTROESTÁTICO EN CANALONES Y RECOGIDAS DE AGUAS
- SISTEMAS COLOCADOS EN INTERVENCIONES ANTERIORES

Planta de proyecto para la colocación de un sistema electrostático de rechazo de palomas en las cubiertas del Hospital Real, Granada.

418

El sistema está compuesto por un tendido de cables que transmiten a las aves una pequeña descarga electrostática cuando tratan de posarse en él.

Cuenta con un generador alimentado con una tensión de 230 V, que emite impulsos eléctricos durante intervalos de 2 segundos aproximadamente, y se conecta a unas varillas de acero inoxidable de 2 mm de diámetro. Es necesario prever un lugar adecuado para instalarlo y controlarlo de forma fácil y segura.

Es importante desconectar el sistema durante las tareas de mantenimiento de las cubiertas porque, aunque no es peligroso para el ser humano, puede generar molestias o provocar la pérdida de equilibrio y concentración.



Colocación de sistema electrostático de rechazo de aves en la Iglesia de San Gabriel de Loja (Granada).



Detalle del sistema electrostático antipalomas colocado en la cumbre de un paño de cubierta del Hospital Real, Granada.



Estación de control del sistema electrostático de rechazo de aves del Palacio de la Madraza, Granada.

E. OTROS TRATAMIENTOS DE CONTROL DE PLAGAS DE AVES

Existen otros sistemas de control de aves, aplicables a distintas especies en función de sus circunstancias específicas como las redes, los cables sobre soportes de acero, las agujas de acero inoxidable, los repelentes químicos u otras modalidades. Algunas de ellas, como las mallas, resultan efectivas, pero las aves pueden quedar atrapadas en ellas accidentalmente. En otros casos, se produce una adaptación de los individuos, que reconducen su hábitat reduciendo la eficacia de dichos sistemas de forma notable.



Instalación de cables de acero en la Portada del Perdón de la Catedral de Granada (imagen izquierda) y redes anti aves en el Hospital Real (imagen derecha).

F. OBSERVACIONES GENERALES

En el centro de Granada existe una población importante de palomas que afecta considerablemente a sus monumentos, edificios históricos y plazas, especialmente a la catedral y su entorno. Para combatir esta situación, en 2006 el Arzobispado y la Universidad de Granada suscriben un convenio de colaboración dirigido a ejecutar y financiar el control poblacional de las palomas en el Conjunto Catedralicio de Granada (Catedral de la Encarnación, Capilla Real de Granada, Lonja e Iglesia Parroquial del Sagrario), Palacio de la Madraza, Palacio Arzobispal de Granada y Curia Eclesiástica.

CO4/

PROTOCOLO DE RESTAURACIÓN DE ELEMENTOS
PÉTREOS ESBELTOS AFECTADOS POR EL SISMO
Y EL VIENTO

NOTA:

Los protocolos de caracterización A01, A02, A03 y A04 no se adjuntan en este protocolo compuesto por ser idénticos a los incluidos en el protocolo C02, aunque forman parte del mismo.

R01

Ficha de analítica. Material pétreo

Material pétreo. Catedral de Jaén

DATOS GENERALES

OBRA Segunda Intervención Ordinaria en la Catedral de Jaén

SITUACIÓN Plaza de Santa María s/n, Jaén

CONTRATISTA

A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA CATJA-3.1

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 1990

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Sillar de la fábrica

SITUACIÓN Sillar de fachada



Fachada principal de la Catedral de Jaén.

B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Grupo de Investigación "Estudio y conservación de materiales de construcción del patrimonio arquitectónico", Universidad de Granada.

FECHA DEL INFORME 1990

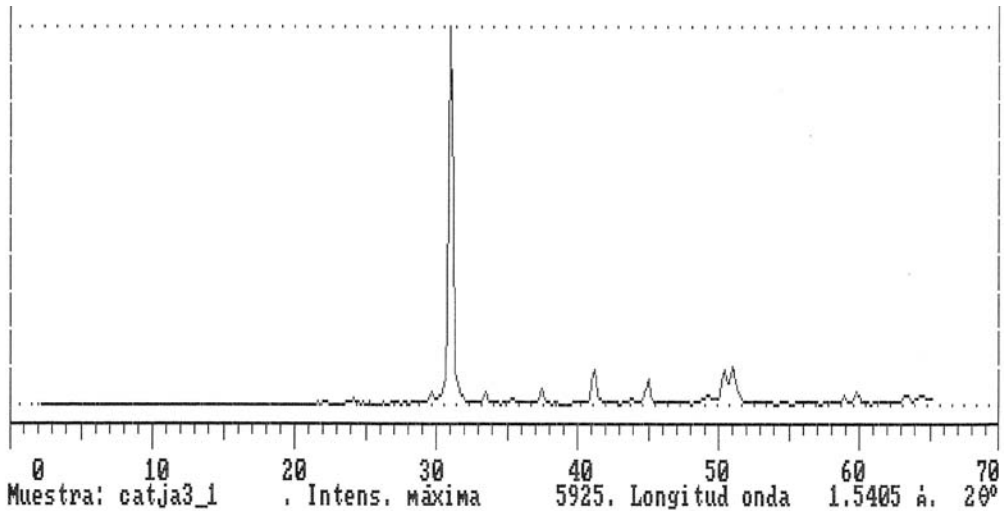
ANALÍTICA REALIZADA Examen difractograma de rayos X (DRX), microscopía óptica, microscopía electrónica (SEM) y porosimetría.

INFORME

Estudio mineralógico-petroológico.

El análisis se centra en los aspectos mineralógicos y texturales que inciden, de forma determinante, en el proceso de deterioro.

La muestra se compone, casi exclusivamente, de dolomita, es decir, la fase mineralógica esencial es el carbonato cálcico magnésico, aunque acompañada de calcita en proporciones bajísimas. Presenta visualmente un aspecto de mayor porosidad macroscópica.



Difractograma de la muestra CATJA-3_1.

Microscopía óptica

La pieza objeto de análisis presenta un aspecto compacto y color crema. Está constituida prácticamente en su totalidad por dolomita. La calcita es mínima, y solo existe en algunos rellenos intergranulares tardíos que incluyen cristallitos de dolomita.

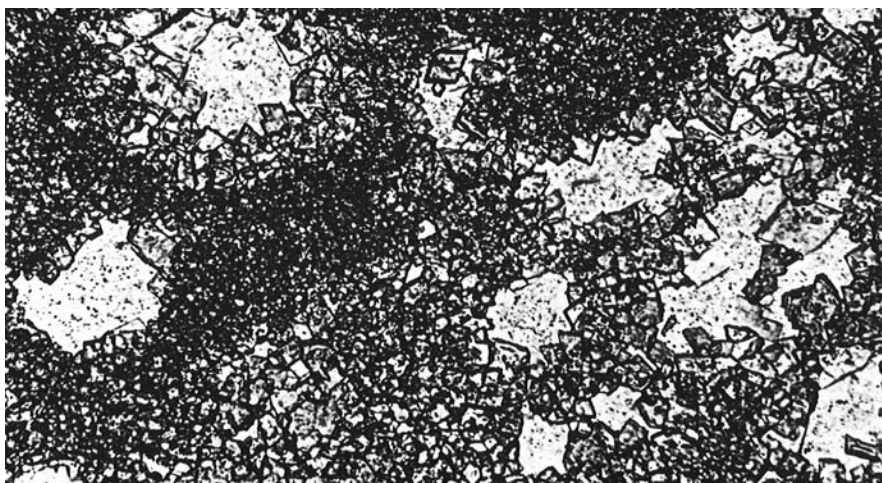
Como mineral accesorio, se encuentran granos dispersos de cuarzo (0,1 a 0,3 mm) en cantidad muy inferior al 1 %. La textura de la roca es típica neomórfica. La dolomita secundaria ha reemplazado totalmente a la calcita sin dejar rastro de texturas sedimentarias anteriores. Las diferencias de tamaño de grano en la dolomita son notables. Se distinguen zonas de grano fino cuyo tamaño de cristal medio es 10 μm , con texturas en mosaico y formas subhédricas. Por otra parte, en los espacios libres se desarrollan cristales romboédricos de mayor tamaño que alcanzan hasta 200 μm . Como consecuencia de la dolomización, se ha desarrollado una importante porosidad secundaria que al microscopio puede estimarse en torno a un 10-15 %. El diámetro de los poros es bastante variable, alcanzando en algunos hasta 2 mm. El más frecuente presenta entre 0,2, y 0,5 mm.

Microscopía electrónica (SEM)

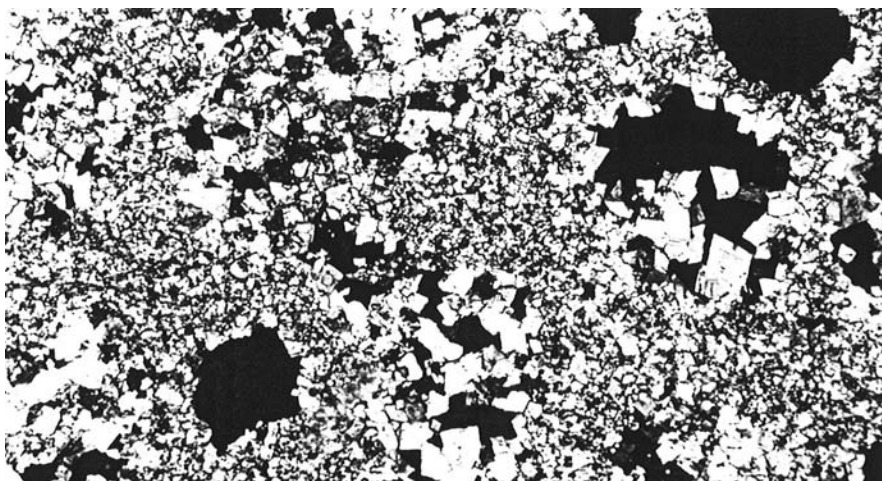
Se advierten importantes pérdidas de cemento intergranular de la roca por lavado. Únicamente permanecen los grandes cristales de carbonatos. Asimismo, se observan huecos de disolución que dan lugar a un incremento de la microporosidad. También, se aprecia la formación de notables cantidades de cristales de yeso que provocan esfuerzos tensionales en el interior y, por ende, microfisuras en la roca.

Determinaciones físicas. Porosimetría (estudio general de muestras del monumento y de las canteras)

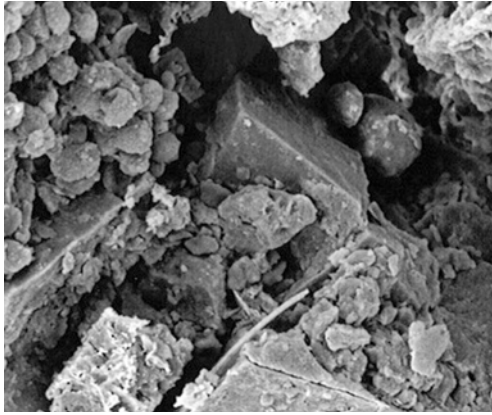
La porosidad efectiva es mayor en muestras del monumento: 18,4 % de media. En los materiales del edificio los poros presentan un tamaño de radio de acceso inferior a $0,8 \mu\text{m}$ (microporosidad).



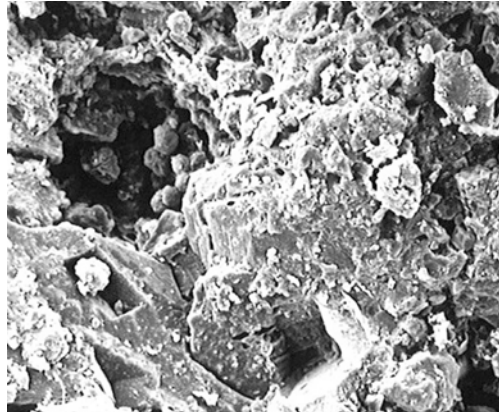
Dolomía. Obsérvese la heterometría de grano con zonas oscuras correspondientes a dolomita subhédrica de grano fino y romboedros de dolomita de mayor tamaño en espacios libres. Muestra CATJA-3.1 (x100).



Ídem foto anterior (polarizadores cruzados). Desarrollo importante de porosidad secundaria (zonas negras) (x100).



Lavado de cemento micrítico. Ocupan el hueco grandes cristales de dolomita.



Presencia de granos de origen biológico asociados a cristales de yeso.

El rango de valores es muy limitado (entre $0,2 \mu\text{m}$ y $2 \mu\text{m}$), mientras que en las rocas de las canteras sucede al contrario: su porosidad efectiva se debe fundamentalmente a macroporosidad (radio de acceso de poro superior a $7 \mu\text{m}$), con unos valores que ocupan un intervalo más amplio, desde $1,5 \mu\text{m}$ a $25 \mu\text{m}$. El porcentaje mayor es atribuible a poros con radios de valor 9 y 25.

En el caso de la catedral, este hecho implica una mayor alteración de carácter químico, ya que las reacciones de este tipo resultan favorecidas a escala de microporos. Por lo tanto, se detecta una progresión acusada del deterioro cuando se genera esa microporosidad.

C. CONCLUSIONES

El mecanismo de alteración que actúa de forma generalizada sobre los materiales pétreos de la Catedral de Jaén responde fundamentalmente a la circulación de agua por su interior, en forma líquida o vapor, a través del sistema de poros con la consiguiente cristalización de sales, procesos clásticos (efecto del hielo-deshielo), hidrólisis, hidratación, disolución y fenómenos de oxidación.

Las piedras de la Catedral toman el agua de la lluvia. Esta accede también desde los cimientos por la base mediante ascensión capilar, hecho que se observa, sobre todo, en la fachada este. Dicha zona carece de los espacios abiertos que tienen las restantes fachadas, por lo que la base del pavimento está en situación de permanente umbría.

Se recomienda efectuar un sellado de juntas y uniones de los sillares, ya que al permanecer abiertas y haberse lavado el mortero original, el agua penetra hasta capas tan profundas que la piedra no puede eliminarla.

B16

Protocolo básico de intervención en pináculos y elementos esbeltos deteriorados por la acción del viento y los movimientos sísmicos

DESCRIPCIÓN

Los pináculos son elementos decorativos esbeltos utilizados para rematar inmuebles históricos. Cierran las fachadas desde el punto de vista compositivo y estilístico. Las esculturas emplazadas en ellas presentan, además, funciones simbólicas añadidas. También, tienen un carácter de remate las veletas y cruces, ambas juegan un papel destacado en los inmuebles antiguos. Debido a los agentes ambientales, a los movimientos sísmicos y a la acción del viento, estos elementos sufren deterioros importantes. Determinados trabajos de consolidación mediante fijaciones y anclajes metálicos externos pueden provocar, a medio y largo plazo, problemas añadidos por su rigidez. Las tareas de conservación se concentran en el material pétreo y, sobre todo, en otorgar mayor libertad de movimientos a la parte más esbelta de los pináculos y esculturas evitando uniones excesivamente rígidas. En el caso de veletas y cruces, además de revisar los enlaces de hierro forjado y observar los procesos de oxidación, es prioritario examinar y reparar sus anclajes valorando, también, sus posibles vínculos con pararrayos tipo Franklin o de cebado, colocados de forma yuxtapuesta aprovechando la posición sobresaliente de aquellos. La prioridad establecida para la restauración de los pináculos no se debe únicamente al peligro que implican las caídas de material hacia la vía pública, sino también a su decisiva contribución al entendimiento de la escala del monumento como elementos de remate.

PALABRAS CLAVE

Cruz / escultura / grapado / piedra / pináculo / sismo / veleta / viento / zunchado

OBJETIVOS

Establecer un procedimiento para determinar las patologías que presentan los elementos esbeltos de los edificios históricos, consolidándolos y adecuándolos a una respuesta más óptima frente a los agentes causantes de su deterioro.

A. TOMA DE DATOS PREVIA

Registro sistemático y completo de los elementos a restaurar a partir de las condiciones de accesibilidad.

Los grandes complejos arquitectónicos suelen contar con una planimetría de cubiertas donde se concentra la mayor parte de los elementos ornamentales esbeltos.

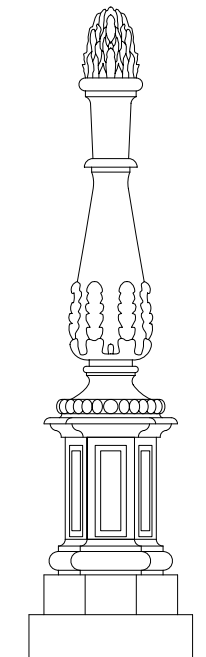
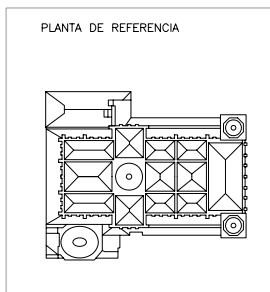
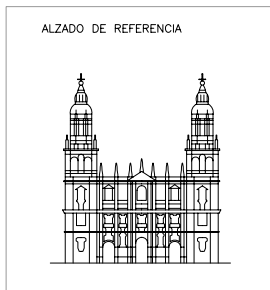
A.1. REGISTROS GRÁFICOS

Creación de una ficha adaptada a cada proyecto en la que aparezcan, al menos, los siguientes epígrafes:

- Nombre del inmueble.
- Intervención.
- Fecha y autor de la toma de datos.
- Planos de situación del croquis / esquema.

FICHA N°	
IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO	
NOMBRE DEL INMUEBLE	
INTERVENCIÓN	
FECHA DE LA TOMA DE DATOS	
AUTOR	

PINÁCULO



OBSERVACIONES

Ejemplo de ficha de pináculo tipo para la toma de datos. Catedral de Jaén.

La intervención planteada para cada uno de los elementos queda contrastada durante el desarrollo de la obra. Esta tarea permite reafirmar o rectificar las hipótesis estimadas previamente dejando constancia de la deriva de las intervenciones. De esta forma, el futuro restaurador puede corregir o evaluar con precisión las medidas adoptadas con carácter definitivo y conocer mejor sus efectos a lo largo del tiempo.

La toma de fotografías permite registrar de una manera fidedigna cada problema. Resulta de gran utilidad durante y después de la intervención para dejar constancia del proceso y comparar el estado previo y final de las piezas, una vez finalizados los trabajos de restauración.



Fotografías de un pináculo antes y después de la restauración. Catedral de Jaén.



Fotografías de la base de la veleta antes y después de la restauración. Catedral de Jaén.

A.2. REGISTROS ESCRITOS

Permiten detallar y evaluar los problemas que se presentan. También pueden reflejar las asociaciones de elementos que muestran afecciones similares particularizando la problemática asociada a cada grupo. Estos se relacionan mediante la nomenclatura utilizada en las fichas para facilitar después la aplicación de medidas a cada caso concreto.

A.3. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Es determinante establecer la composición de los materiales pétreos que constituyen los elementos, las canteras históricas de donde proceden, las acciones producidas por el agua, el papel degradante de la contaminación y cualquier dato relevante que se pueda obtener a través de los análisis.

>Ver protocolos A 01 / A 02 / A 03 / A 04 / R 01

Ejemplo Catedral de Jaén:

Los materiales pétreos de la Catedral de Jaén, todos ellos formados por carbonatos, se pueden agrupar desde el punto de vista petrográfico en biomicitas, calizas micríticas y dolomías, con un buen comportamiento mecánico y una resistencia aceptable a la degradación por efecto del agua, excepto en las piezas procedentes de formaciones dolomíticas que se encuentran en un estado de descomposición avanzado. La piedra tiene una porosidad efectiva del 18,4% con poros de radio y acceso menor de 0,8 μm . Esta microporosidad la hace especialmente sensible a las reacciones químicas. En la Catedral de Jaén, la circulación o el vapor de agua en la piedra y la disolución de sus materiales cementantes producen cristales con mayor volumen del poro favoreciendo la microfisuración y aumentando la microporosidad de la piedra. Aunque no se conocen con detalle datos de polución atmosférica, existen en las costras de alteración de la piedra cristales de yeso en profusión que están directamente relacionados con la contaminación.

A. 4. ANÁLISIS HISTORIOGRÁFICO

Resulta muy importante para la restauración de los pináculos y elementos esbeltos objeto de este protocolo plasmar el esfuerzo de interpretación histórica en un documento en el que se recojan sus condiciones de uso, las intervenciones sufridas por ellos a lo largo del tiempo y las relaciones de dependencia con su entorno urbano, entre otros aspectos. También, es preciso conocer con detalle las determinaciones derivadas de la normativa urbanística que les sean de aplicación.

Finalmente, resulta de gran utilidad estudiar los sismos que hayan producido daños en el inmueble dejando evidencias de su afección.

B. DETERIOROS FRECUENTES

Los pináculos son un elemento muy expuesto por su posición en los edificios. Aunque la piedra con la que estén construidos tenga un buen comportamiento mecánico y una resistencia aceptable, la degradación se produce por efecto de solicitaciones extremas.

B.1. ACCIÓN DEL AGUA

Los problemas ocasionados son los siguientes:

Fisuras:

- Generalizadas: están motivadas por los ciclos de hielo-deshielo y se manifiestan a través de las discontinuidades estructurales del material. Cuando el agua almacenada en los poros del material solidifica y aumenta de volumen, provoca fracturas en los elementos.
- Locales: son muy pronunciadas y se apoyan en roturas previas por problemas mecánicos.
- Superficiales y profundas localizadas en torno a anclajes metálicos que se oxidan por efecto del agua. Si la oxidación es superficial, el óxido se hace evidente a primera vista y la rotura tiene forma parecida a una cárcava con formación y apariencia diferentes combinando roturas con fragmentos pequeños en la zona inmediata al vástago, y mayores y más limpias en sus proximidades. En caso de que la oxidación sea profunda, el óxido no es tan evidente como en el caso anterior y la rotura se produce en forma radioconcéntrica. Como resultado, la pieza se abre como una granada. Cuando el vástago presenta una gran longitud aparecen roturas lineales en diferentes planos a lo largo de toda la pieza.

Ejemplo Catedral de Jaén:

Las roturas por oxidación se concentran en buena parte de los anclajes externos, que son de tres tipos: grapas, zunchos y combinaciones de ambos. Estas fijaciones se colocaron en restauraciones



Fisuras provocadas en la basa de un pináculo por la oxidación de grapas y anclajes metálicos superficiales. Catedral de Jaén

anteriores, las más significativas acaecidas en 1824 y 1890. Los grapados penetran directamente en la piedra a profundidades escasas y con orificio abierto al aire, por lo que se deterioran fácilmente arruinando con rapidez el entorno del anclaje y convirtiéndolo en agente destructor. Los anclajes por zunchado comprimen horizontalmente los pináculos. Si el zuncho es totalmente externo, los daños por oxidación son mínimos. Cuando además existen clavijas de sujeción que penetran en la piedra, el efecto es más destructivo.

B.2. ACCIONES MECÁNICAS

- Sismo:

Los movimientos horizontales como los debidos al sismo, variables en intensidad y extendidos a toda una estructura, introducen factores de riesgo muy alto para las construcciones, que pueden abrirse o desgajarse por el desplazamiento de las masas que las componen.

Los puntos de discontinuidad son más sensibles: vacíos interiores con grandes bóvedas, estructuras conformadas por pilares exentos, cambios de volumetría general y, sobre todo, masas esbeltas como las torres y elementos ornamentales de coronación como los pináculos o esculturas que, al estar fijados solamente en la base, oscilan como el asta de una bandera.

En las zonas de actividad sísmica, muchas de las dislocaciones y fisuras que presentan dichos elementos resultan de esta acción.



Rotura lineal de pináculo. Catedral de Jaén. El vástago de anclaje aparece en la parte superior. La rotura es limpia y se debe a efectos mecánicos.



Anclajes y vástagos de hierro procedentes de los pináculos de la Catedral de Jaén. Se observa el cebado del hueco restante entre el vástago y la perforación del pináculo con plomo fundido vertido por tongadas. El plomo ha preservado al vástago de la oxidación, aunque los efectos del sismo y viento no hayan sido amortiguados a causa de la excesiva rigidez del apoyo.

Ejemplo Catedral de Jaén:

No mucho después de terminar la Catedral tiene lugar el terremoto de Lisboa de 1755. El epicentro se situó, de manera aproximada, en el Golfo de Cádiz. Sus efectos destructivos, asociados también con un tsunami o maremoto, afectaron al sudoeste de Portugal, sur de España (especialmente al sudoeste) y costa occidental de Marruecos provocando la muerte de 70.000 personas. La repercusión de este sismo en los grandes edificios de la península Ibérica se desconoce a nivel global. La Catedral de Jaén constituye un caso representativo de las consecuencias de su acción y según datos documentales, este suceso produce daños significativos en determinadas zonas de la fábrica. Las grandes construcciones de este tipo se comportan estáticamente muy bien ante de las importantes cargas gravitatorias que genera el diseño y construcción del inmueble, pero el sismo altera este equilibrio. En el caso de la Catedral de Jaén los daños se concentran en los componentes más esbeltos de la estructura: torres y pináculos.



Mapa de peligrosidad sísmica de España. Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Fomento.

En las zonas sismológicamente activas, se producen a diario movimientos telúricos de diferente intensidad, en su mayoría imperceptibles para las personas. Los edificios, sin embargo, acusan los cambios de equilibrio de fuerzas que intervienen sobre ellos. No es necesario esperar a las consecuencias negativas de grandes terremotos en elementos patrimoniales, ya que movimientos similares de menor intensidad, ejercidos de forma constante durante periodos de tiempo prolongados, suelen tener efectos importantes sobre las grandes fábricas de piedra.

En el año 1993 se plantea la realización de un estudio sísmico comparativo de las catedrales de Granada y Jaén a partir del establecimiento de unas estaciones sismográficas dirigidas no solo a estudiar los efectos adversos de los terremotos sobre ellas, sino también a proyectar medidas preventivas. Aunque este trabajo no pudo realizarse por falta de dotación económica, se presenta su planteamiento en un Anexo de este protocolo.

En la actualidad, el panorama ha cambiado bastante pues los equipos de medida son más asequibles y existe una voluntad manifiesta de replantear el proyecto, debido a las consecuencias negativas que han causado episodios recientes de sismo como el de Lorca (España) en noviembre de 2011 o el de Emilia Romagna (Italia) en mayo de 2012. La correspondencia que se establezca entre dos casos de características y escalas semejantes como las Catedrales de Granada y Jaén, separadas a menos de 100 km, puede ser de gran utilidad para predecir el futuro de estas grandes fábricas.

- Viento

El otro agente desestabilizador para los pináculos y elementos estilizados en general es el viento. Su gran esbeltez y su apoyo en una base relativamente pequeña los hace especialmente sensibles a su acción. Por lo que respecta al resto de la construcción, el viento no tiene entidad suficiente para romper su equilibrio.

Algunas de las fisuras longitudinales de los pináculos suelen ser resultado de la oxidación de los vástagos profundos de hierro forjado que los arman, pero esta hipótesis no puede aplicarse de forma generalizada, ya que muchas de estas sujeciones interiores están en buen estado. El pináculo, al moverse constantemente, provoca choques entre las masas que lo componen y su vástago interior. Este último, cumpliendo con su papel de armado, trata de responder al movimiento hasta que sus tensiones con la piedra lo convierten en agente destructor.

La combinación de estas acciones alteran los pináculos, de forma que aparecen roturas inusuales. Se trata de un efecto característico, ya que no se produce una pérdida de aplomado hacia un mismo plano, sino que se forma una línea quebrada entre las piezas que lo componen con dislocaciones de su envolvente.



Fractura en la base de la veleta de la Catedral de Granada, debida a las oscilaciones que el viento introduce a través del anclaje.



Fachada principal de la Catedral de Jaén. Su exposición al viento aumenta al estar rodeada de edificaciones sensiblemente más bajas.

B.3. REPARACIONES EFECTUADAS USUALMENTE PARA CONTROLAR EL MOVIMIENTO

Desde el punto de vista mecánico, es importante conocer la filosofía de los trabajos precedentes, ya que pueden surgir propuestas que aprovechen parcialmente sus técnicas y materiales.

Las soluciones aportadas en restauraciones anteriores suelen valerse de la gran densidad estructural del hierro forjado y su excelente comportamiento a las tracciones para inmovilizar los pináculos. Los tipos de fijaciones utilizadas en la mayoría de los casos se especifican a continuación detallando su utilidad e idoneidad.

- Grapados

El grapado está concebido generalmente como una pieza fabricada en metal, preferiblemente en acero inoxidable u otro material resistente a la oxidación, en forma de U y con longitud variable, que penetra en la piedra gracias a los extremos más cortos. Las piezas donde se encastra la grapa quedan unidas de forma bastante eficaz siempre y cuando no existan movimientos importantes de las partes ensambladas y la oxidación esté contenida.

Este tipo de fijaciones se utiliza con mucha frecuencia tanto en reparaciones como en la construcción original para unir volúmenes de piedra y componer piezas mayores. Antes de la llegada de materiales de alta resistencia, con una excelente tolerancia a la oxidación como el acero inoxidable, metales con aleaciones especiales, fibra de vidrio o de carbono, se recurre al hierro forjado, al bronce y al latón para efectuar los grapados.

Las grapas que causan mayores desperfectos son las colocadas en la superficie de las piezas con motivo de las restauraciones soportadas por la construcción.

Una vez descubierta la oscilación de los pináculos debida a la esbeltez, los problemas de roturas en los planos de las juntas y la formación de fisuras en la piedra, se fijan con grandes grapas basamento-cuerpo del pináculo para tratar de afianzarlo hasta dejarlo inmóvil. Como la pieza se encuentra sometida a vibraciones constantes, los esfuerzos provocados por el sismo o el viento se concentran en los puntos de anclaje de la grapa ocasionando roturas de distinta índole: fragmentación de la masa de piedra cercana al anclaje o fisuración inducida en planos longitudinales o transversales de mayor transcendencia.



Grapas de pletina de hierro forjado para una fijación múltiple. Catedral de Jaén.

La ruina de la piedra en la cercanía de la fijación supone, en algunos casos, otro grapado posterior más largo que frecuentemente traslada la problemática ocasionada por el esfuerzo variable tracción-compresión del anclaje a la nueva masa movilizada por la reparación. Como resultado, las fisuras se extienden en cascada al basamento y cuerpo del pináculo.

- Zunchos

Los movimientos del pináculo en los planos de junta hacen que los esfuerzos se concentren en la corona de contacto de cada pieza y comiencen a saltar esquirlas de piedra cuando la tensión es muy fuerte.

Por otra parte, el movimiento del pináculo está coaccionado por el vástago central que puede producir ocasionalmente la rotura del material pétreo.



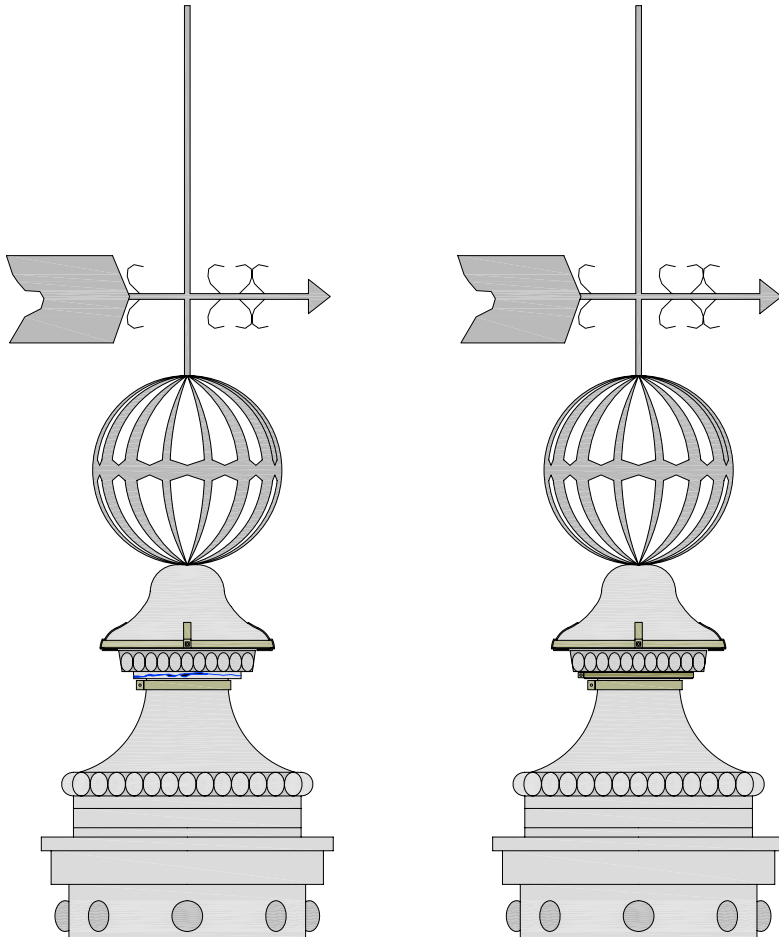
Pináculos atirantados y grapados durante sucesivas reparaciones. Catedral de Jaén



Pináculos grapados y zunchados. Catedral de Jaén. Las grapas y zunchos no han respetado la decoración y sus fijaciones han producido deterioros importantes por oxidación.

Antes se evitaban estas roturas recurriendo, con bastante acierto, a la compresión de la sección de piedra con un zuncho construido con una pletina de hierro forjado fuertemente apretada mediante un espárrago roscado y una tuerca. A veces, se intercalaba una tira continua de plomo maleable entre el zuncho de hierro y la piedra para distribuir mejor los esfuerzos.

Puede ser necesaria la colocación de una serie de zunchos a diferentes alturas en lugares muy expuestos a tensiones como las bases de veletas y cruces en el remate de una cúpula o cubierta. Los zunchos no deben graparse, sino actuar por compresión en el lugar adecuado. De esta forma, son perfectamente compatibles con la base pétreo original evitando sustituciones que siempre van a estar sometidas a importantes tensiones.



438

Detalle de la veleta de la torre derecha de la Catedral de Jaén antes de su intervención. Obsérvense los dos zunchos preexistentes.

Detalle después de la intervención en la que se añade un zuncho de acero inoxidable en el nivel agrietado entre los dos preexistentes.

- Anclajes mixtos

Zunchos con clavijas.

Un tipo corriente en elementos esbeltos es el zuncho provisto de clavijas que penetran en la piedra. Se coloca para que el refuerzo no baje de su posición, si se afloja el espárrago roscado que lo mantiene en tensión. El efecto a largo plazo presenta una capacidad destructiva muy importante porque, al tratarse de una clavija pequeña, la oxidación es muy rápida desestabilizando la función del propio zuncho y arruinando la piedra.

Grapas tensadas sobre un zuncho.

Para evitar la penetración en ambos extremos de la grapa se coloca un zuncho abrazando el pináculo a una altura media y se atornilla una pletina que se fija al basamento. Los daños en la zona del zuncho son mínimos o nulos, pero la parte que penetra en la piedra presenta los problemas habituales del encastre. Si se trata de un doble zuncho atirantado por barras verticales articuladas, el comportamiento es bastante bueno por el reparto de cargas en toda la sección sin que se produzca la penetración por grapado ni la oxidación consecuente.



Fotografías de zuncho con clavijas.
Catedral de Jaén.



Doble zuncho vinculado.
Catedral de Jaén.

Acuñados.

En algunos casos aparecen cuñas de acero que inmovilizan el pináculo en la base, pero acaban dañando el perímetro de la junta y causando fisuras de mayor alcance.

C. DESMONTAJE

Los pináculos dañados con fracturas múltiples requieren un desmontaje completo desde el basamento hacia arriba, ya que las reparaciones in situ suelen ser complicadas y no es posible garantizar su efectividad. Por otra parte, los problemas de movimiento de la masa del pináculo respecto a la junta exigen replantearla nuevamente tratando de no fijar demasiado la pieza a la base.

Para desmontarlos, se retira en primer lugar la parte correspondiente a la coronación, en caso de que presente problemas de estabilidad, y se despegan completamente todas las porciones fracturadas cuidando que no se produzcan nuevos daños al sacarlas. Finalmente, se separan los fragmentos que han quedado más adheridos al vástago, el cual se limpia y trata con pasivador o antioxidante para evitar la corrosión.



Pináculos apoyados sobre cuñas de acero. Catedral de Jaén.

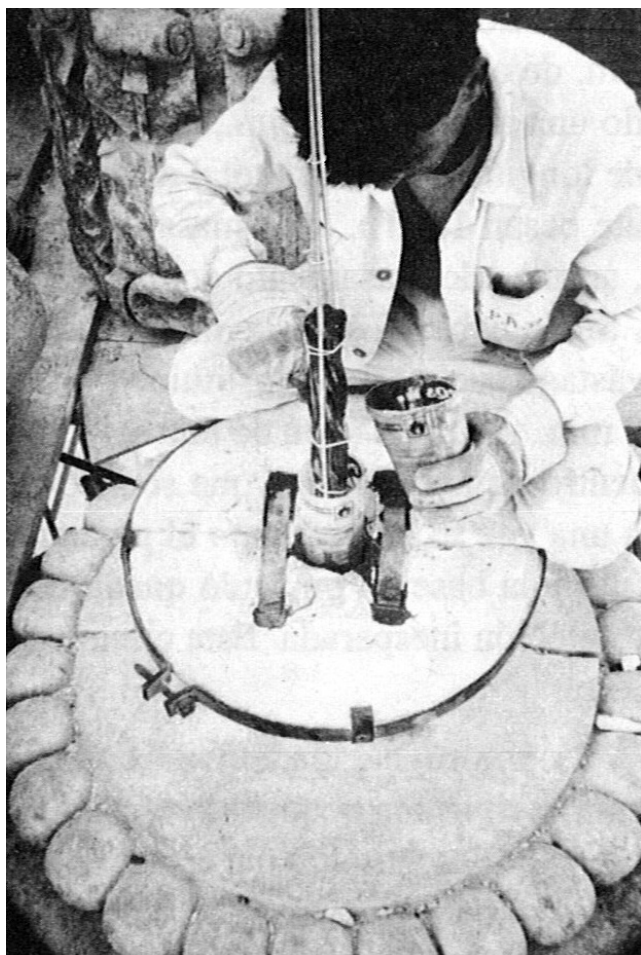


Pináculo desmontado sobre la plataforma de un andamio. Catedral de Jaén.

E. ARMADO DEL ELEMENTO

Una vez reconstruido el pedestal, si el estado de conservación de los vástagos originales de armado es óptimo, se colocan en la misma posición que tenían inicialmente, salvo que ocasionen una rigidez excesiva del plano de unión entre la parte más esbelta del pináculo y la base.

El basamento suele ser de gran tamaño para ofrecer un buen apoyo y se descompone en partes, debido a las dificultades de colocación que presentan los emplazamientos elevados. Las piezas se ensamblan para que el comportamiento sea casi monolítico por lo que es común que cuenten con varios vástagos e incluso grapas internas. Este armado se estudia y se mejora en cuanto a oxidación y recibido, procediendo a sustituir por materiales estables como el acero inoxidable o la fibra de vidrio aquellos elementos que han sufrido deterioro.



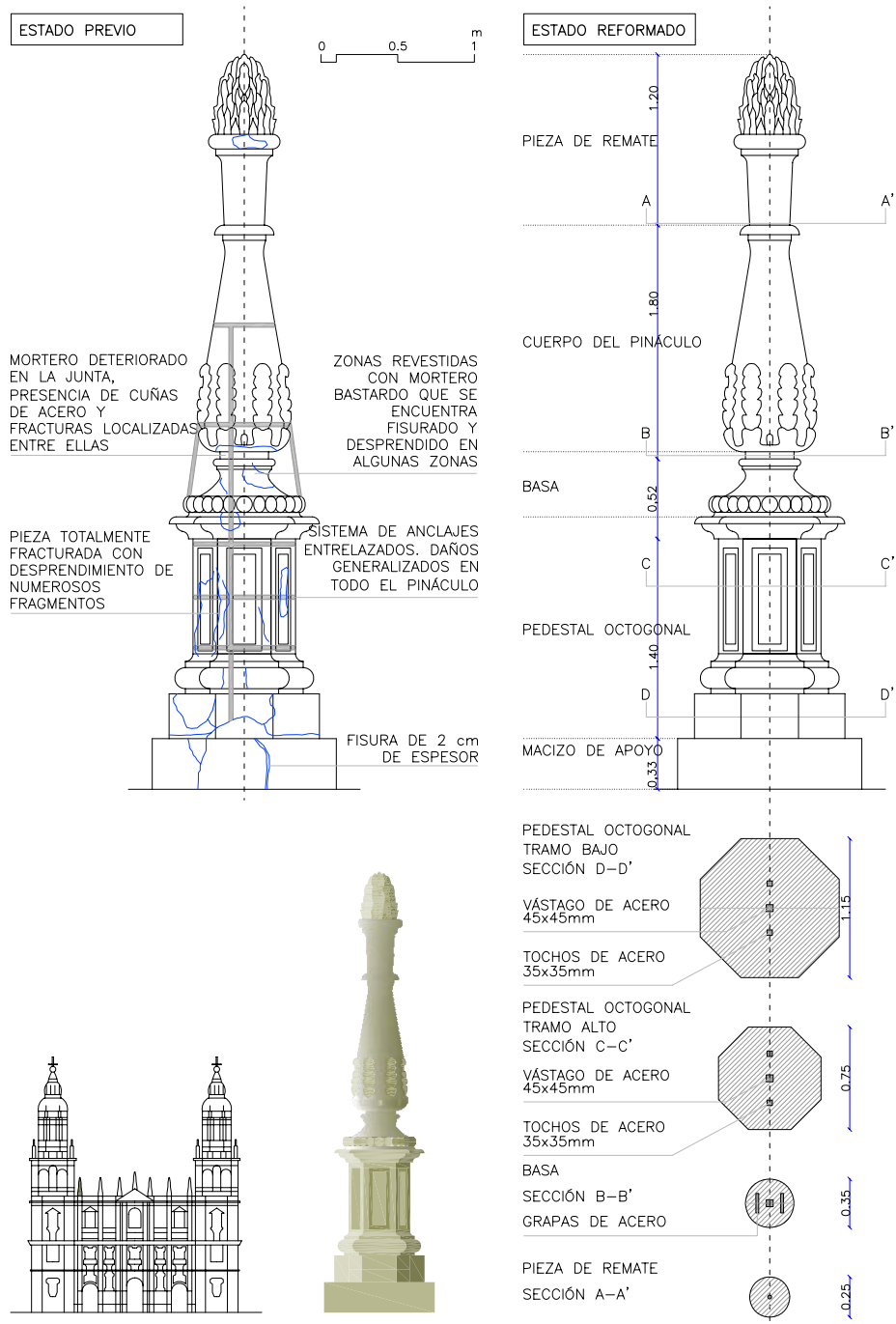
Reparación de la basa de un pináculo. El vástago está sin cortar y en buen estado. Se le aplica una resina y se le implanta un envarillado para prolongarlo en el cuerpo del pináculo mejorando, al mismo tiempo, la disposición de las grapas interiores del basamento. Catedral de Jaén.



Fases de recuperación de vástago existente auxiliada por una funda de acero inoxidable.
Catedral de Jaén.

La parte más esbelta del pináculo debe quedar con un solo vástago en posición central. Es conveniente recuperar el vástago original, en caso de que se encuentre en perfectas condiciones, recolocándolo en su posición. Si en la fase de desmontaje se requiere cortar el pináculo y, por ende, el vástago como medida excepcional, este último se une nuevamente con un tubo de acero inoxidable que se suelda a él en los dos extremos y en perforaciones intermedias. Si se estima conveniente prolongarlo, se colocan unas varillas de acero inoxidable que se estriban sobre el núcleo de hierro. La colmatación del espacio entre el vástago y el orificio practicado en la piedra puede hacerse con plomo, siguiendo las técnicas tradicionales, o empleando varios tipos de morteros: resina de poliéster, con una carga inerte para restarle fluidez; resina epoxi, también con el mismo tipo de carga, o mortero de cal hidráulica 1/3 o 1/2. En este último caso, es preferible que el vástago sea de fibra de vidrio. Los llenados con morteros de resina tienen una importante adhesión tanto al vástago como al material pétreo, por lo que hacen más complicado revertir el enlace realizado. Cuando el vástago central no ha provocado deterioros en el pináculo, es preferible no desmontarlo y resolver la unión con el basamento aportando flexibilidad, sin mermar las funciones de apoyo.

Para facilitar el movimiento del pináculo amortiguando su acción sobre las caras de contacto, se propone la formación de una rótula entre su cuerpo y basa. La función de esta última es amortiguar la oscilación y disipar la energía acumulada por el pináculo en los desplazamientos horizontales. De esta forma, se le devuelve su tendencia al movimiento sin causar efectos negativos de otro signo. Seguidamente, se presentan dos procesos alternativos para la recuperación de apoyos flexibles, según el proceso de intervención del pináculo.



Ficha de pináculo tras la restauración, con detalle de armado. Catedral de Jaén.

Pináculo desmontado

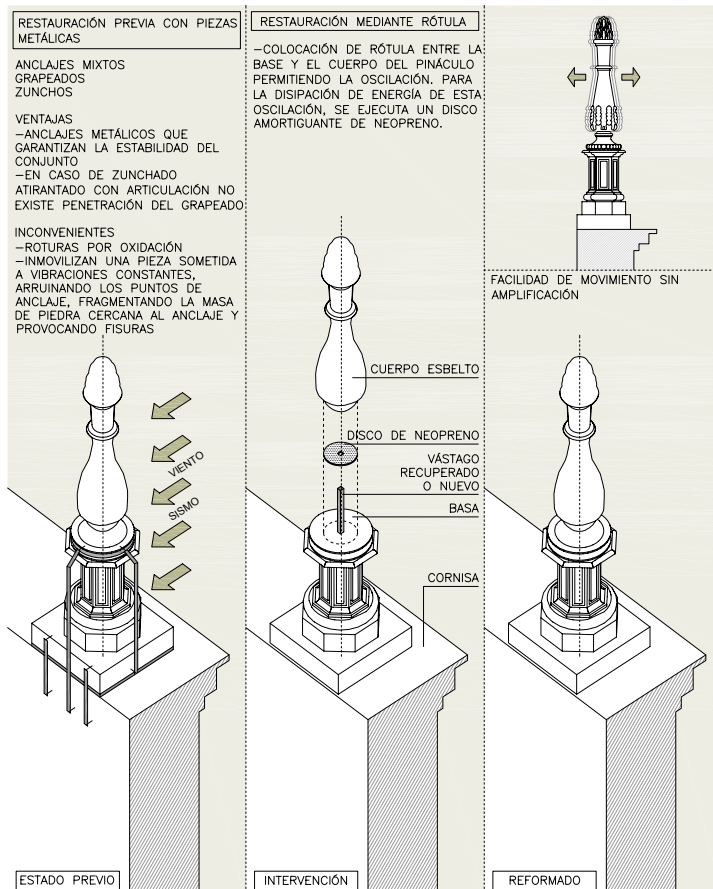
Si un pináculo se ha desmontado debido al deterioro de su masa pétreo, se puede utilizar un disco de neopreno para conformar una unión que funcione de forma flexible recuperando la deformación inducida. Para ello, la pieza se recorta con un diámetro ligeramente inferior al que presentan las caras de apoyo y con un espesor de 15 a 20 mm. Una vez obtenido, el disco se ensarta en el vástago, se deja caer sobre la cara de la junta correspondiente al basamento y se coloca el cuerpo del pináculo empinado en el vástago.

Hecho esto, se rellena la cavidad entre el vástago y el pináculo mediante una resina epoxi o de poliéster a la que se añaden cargas. Este mortero se introduce por un bebedero practicado en la parte superior del pináculo.

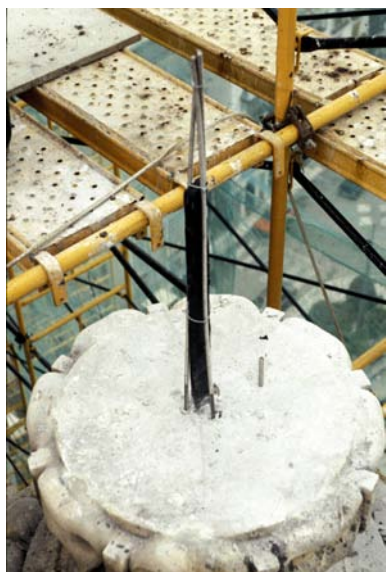
Pináculos sin desmontar

En los pináculos que no muestren patologías, la intervención se reduce a limpiar sus juntas de mortero y cuñas existentes. Después, se introduce un mortero de cal en la junta hasta colmatarla totalmente. La junta debe confinarse colocando alrededor de ella una pletina de acero inoxidable

444



Esquema de trabajos de restauración en pináculos. Catedral de Jaén.



Vástago prolongado con varillas de acero inoxidable. Catedral de Jaén



Disco de neopreno colocado sobre la base de un pináculo. Catedral de Jaén

con una banda de neopreno para impedir la expulsión del mortero cuando se produzca el movimiento del pináculo.

De esta forma se evita la introducción de cuñas de acero que provocan otras patologías, debido a la concentración de esfuerzos en el borde.

Casos singulares de armado longitudinal por acciones combinadas de sismo y viento

En algunos casos, puede que el armado original no se adecue al comportamiento del elemento esbelto, circunstancia que requiere plantear un nuevo sistema de armadura. Para ello, se puede recurrir a materiales poco alterables como el acero inoxidable o la fibra de vidrio. El diseño del nuevo vástago debe estudiarse cuidadosamente para facilitar la absorción / asimilación de las acciones transversales.



Detalle de la junta entre el pináculo y su base limpia, sin morteros ni cuñas.



Relleno de la junta con mortero de cal.

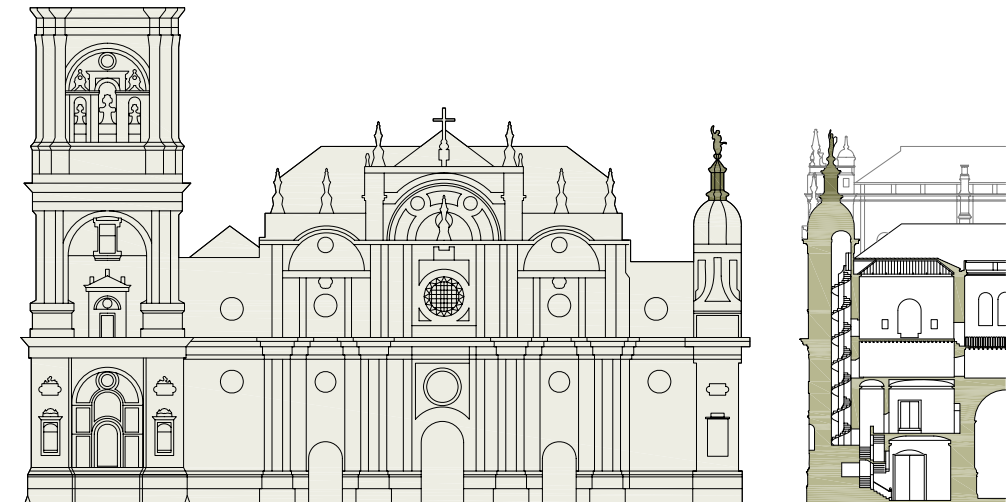


Introducción del mortero en la junta con la ayuda de una hoja de sierra. Las cuñas son provisionales y se retiran después del retacado de la junta.

Ejemplo del Arcángel San Miguel de la Catedral de Granada:

La figura escultórica del Arcángel S. Miguel corona la parte de la fachada de la Catedral de Granada que linda con la Iglesia del Sagrario compensando, en alzado, la presencia de la torre inacabada situada en el extremo contrario. Dicho cuerpo se transforma en un prisma octogonal a partir de la primera cornisa, y se cubre con una cúpula apuntada, sobre la que se eleva una falsa linterna cuya coronación hace las veces de peana de la escultura, que queda en una situación muy frágil frente a los agentes atmosféricos y acciones de tipo mecánico.

En consecuencia, la exposición y esbeltez son las causas principales de sus problemas. El efecto del viento y los movimientos sísmicos son los principales desencadenantes de las fisuras de la peana y del cuerpo de la escultura. El agua de lluvia penetra a través de ellas provocando la corrosión de los elementos metálicos, principalmente en los anclajes de las alas y en el fuste central. La combinación de estas circunstancias a lo largo del tiempo contribuye a su deterioro avanzado.



Alzado y sección de la Catedral de Granada con la situación de la figura del Arcángel San Miguel.

No obstante, gracias a la calidad de la piedra en la que está tallada, las fracturas son limpias, sin disgregaciones, ni lavados.

En resumen, las patologías presentes son las siguientes:

- Rotura de la figura en siete partes independientes (cabeza, torso, brazos, piernas y pies), todas con fracturas limpias sin pérdida de material.
- Corrosión superficial en los elementos metálicos: alas, espada y rama de olivo. En los anclajes de las alas, la corrosión es más importante.
- La peana, de piedra de peor calidad, sufre un gran deterioro. En ella, se reproducen los ataques producidos por las acciones del agua y de tipo mecánico. Sus deterioros consisten en:
 - Pérdida generalizada de material en toda la superficie, fruto de los procesos de hielo-deshielo, que deja tras de sí una masa de piedra arenizada y falta de cohesión.
 - Rotura de los bordes inferiores por soportar esfuerzos producidos por la flexión del conjunto.

Tras el montaje de un andamio envolvente y accesible, se realiza el apeado de las piezas de la figura y peana. El anclaje previo a la intervención consiste en un vástago de hierro forjado de 2'90 m de longitud que atraviesa el conjunto desde el extremo superior de las piernas del Ángel a la coronación de la falsa linterna.

La zona que hace las veces de rótula se refuerza con dos vástagos más pequeños de latón de 1'20 m alineados con el anclaje principal. El conjunto de sujeciones responde inadecuadamente a los esfuerzos provocando la formación de un plano de corte y la fractura completa de la peana y de la propia escultura.



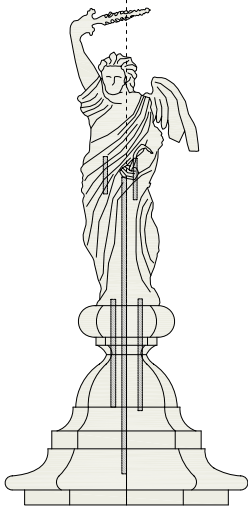
■ FISURAS POR FRACTURA
■ UNIÓN DE CONSTRUCCIÓN

Vista posterior del ángel con indicación de las fisuras principales.

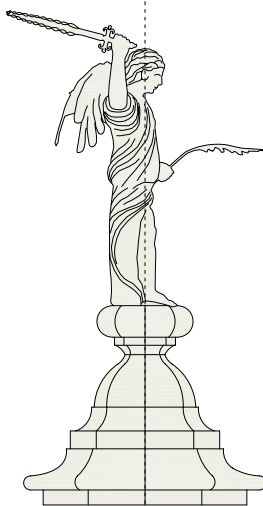


Cabeza y brazos desmontados de la escultura.

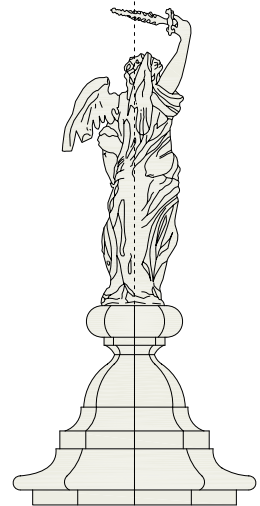
ALZADO FRONTAL



ALZADO LATERAL

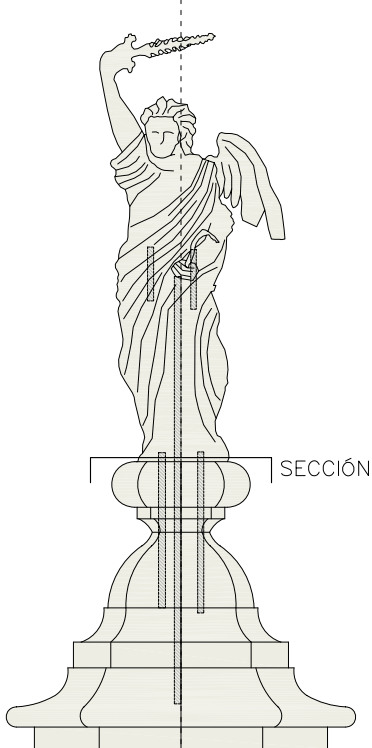


ALZADO TRASERO

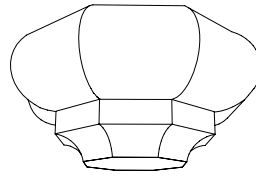


Alzados de la escultura con indicación de la estructura de anclaje preexistente

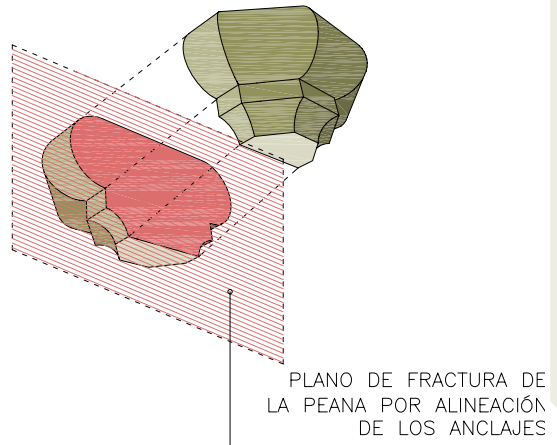
ALZADO FRONTAL



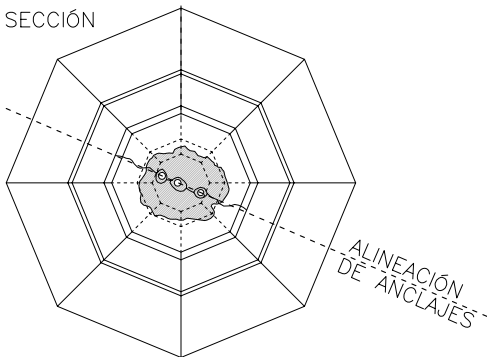
PERSPECTIVA DE LA PEANA



ESTADO PREVIO A LA ACTUACIÓN



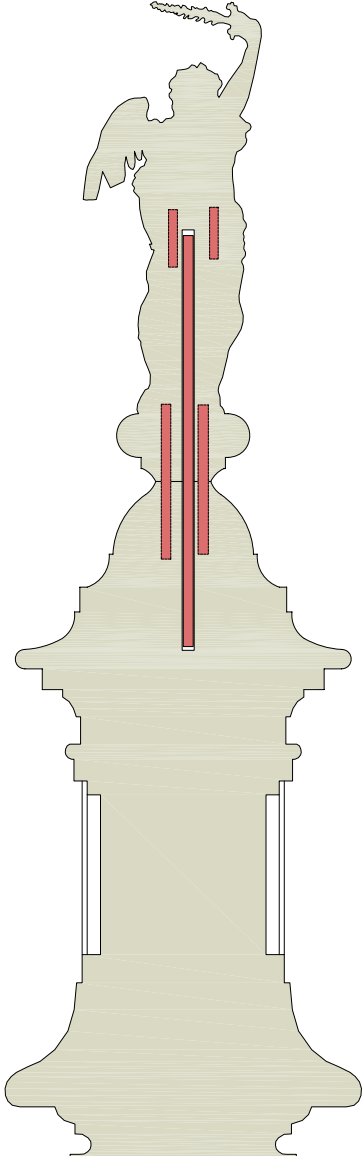
SECCIÓN



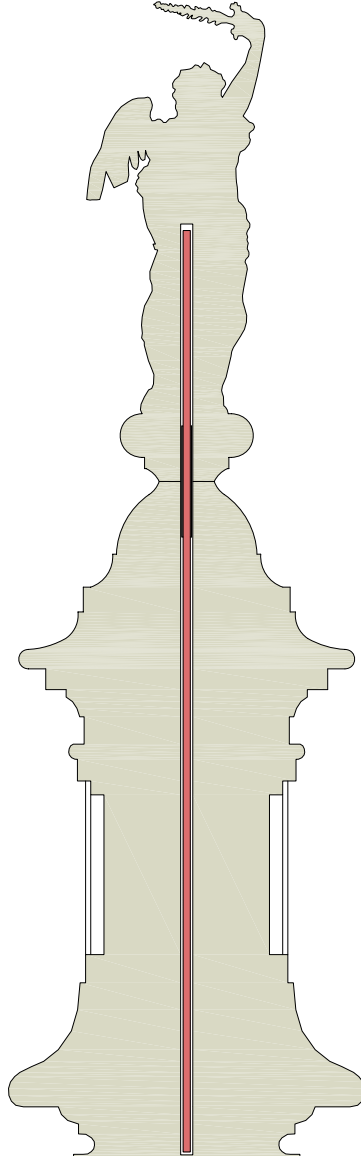
Planos y esquema de colocación de los anclajes más pequeños y sus consecuencias.

Para corregir estas deficiencias, se plantea la colocación de un nuevo anclaje. Como consecuencia, se dispone una barra de acero inoxidable de 55 mm de diámetro y 5'90 m de longitud, taladrando el eje de la linterna hasta la profundidad necesaria.

A LA INTERVENCIÓN



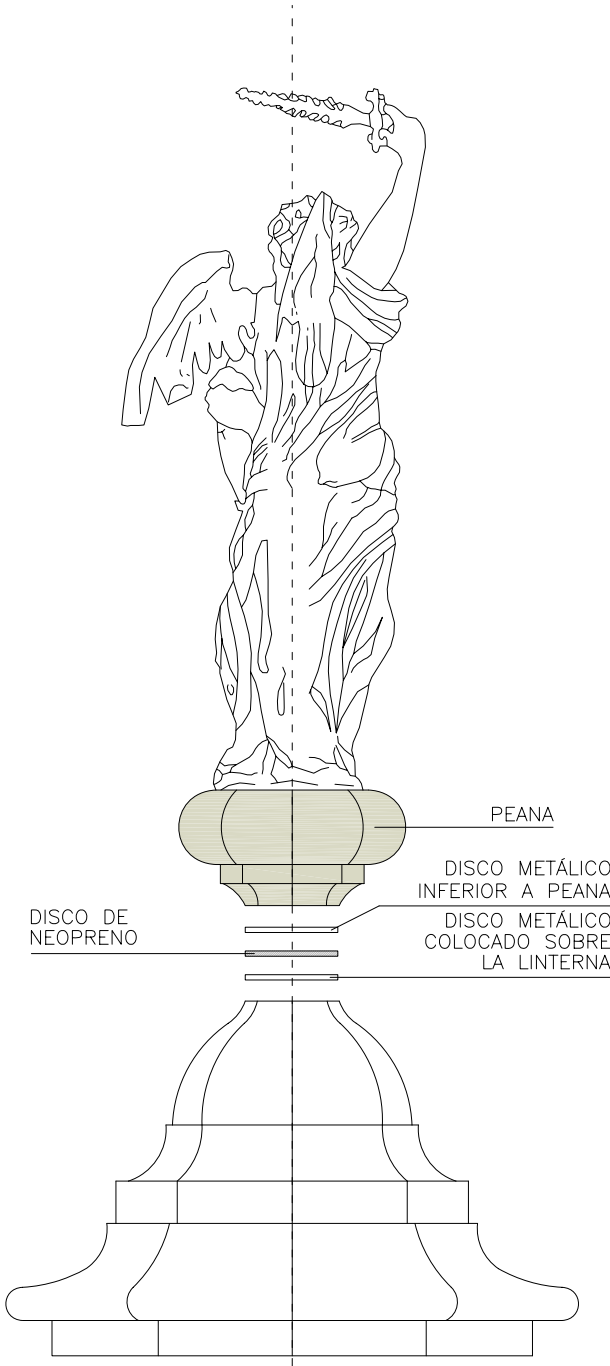
A LA INTERVENCIÓN



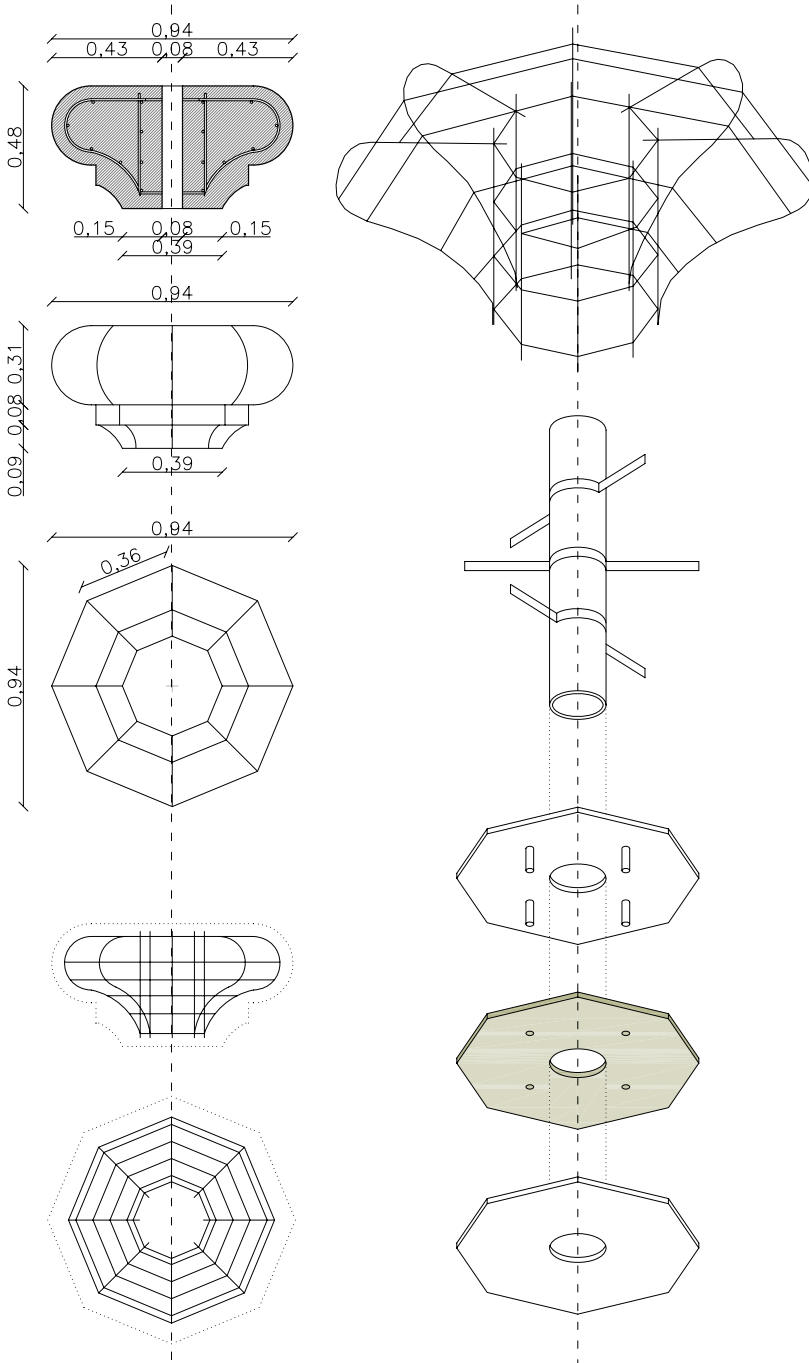
450

Alzados de la escultura con indicación de la estructura de anclaje existente

La zona de rótula se refuerza aumentando el diámetro a 80 mm mediante un casquillo de acero inoxidable soldado a la barra. Las caras de contacto de las piezas que forman la peana y coronación de linterna se refuerzan con chapas de acero inoxidable de 3 mm de espesor, entre las que se sitúa una junta de neopreno para absorber las deformaciones por flexión del conjunto.



Detalle del refuerzo de la rótula bajo la escultura.



Detalles del armado de la peana de piedra artificial y las piezas de la rótula.



Montaje de la figura en el vástago de anclaje.



Peana de piedra artificial y disco de neopreno.

Tras la reparación de la figura, se fabrica una peana nueva en piedra artificial armada con acero inoxidable sacando previamente un molde de la original restituida. Se prefiere esta solución para absorber los esfuerzos cambiantes de tracción y compresión que puedan producirse. Después, se procede al montaje de la escultura y a su fijación.



Arriostrado de las alas.



Imagen actual de la escultura.

A los anclajes de las alas metálicas, se les añaden cordones de soldadura para aumentar su rugosidad. También, se protegen contra la corrosión. Una vez fijada y montada la figura y sus elementos metálicos (alas, espada y espiga), se arriostran las alas para evitar que la acción del viento las vuelva a usar como palanca.

E. ZUNCHADO DEL ELEMENTO

Los zunchos colocados en restauraciones precedentes suelen trabajar de forma correcta, siempre y cuando no se hayan clavado en la masa de piedra o no hayan sufrido solicitaciones de otros anclajes solapados con ellos. En los casos de buen comportamiento, basta con limpiarlos y mantenerlos en su lugar. Para ello, se coloca una tira de neopreno en las bandas de contacto con la piedra con el objeto de distribuir las tensiones de la manera más homogénea posible.

Dado el efecto positivo de estos zunchos sobre las secciones de piedra, es conveniente repetirlos empleando materiales actuales (pletina de acero inoxidable). De esta forma, las secciones que soportan tensiones variables aumentan su capacidad mecánica sin alterar su estructura.



Anillos realizados con pletina de acero inoxidable y banda de neopreno: superior para el confinamiento de la junta, inferior para el zunchado de la base del pináculo. Catedral de Jaén.

F. ANEXO INSTALACIÓN DE UNA RED DE CONTROL SÍSMICO EN LOS CONJUNTOS CATEDRALICIOS DE GRANADA Y JAÉN.

Propuesta de proyecto. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía. Granada junio 1993.

Objetivos

Entre los años 1993 y 1994, se redacta una propuesta para realizar un estudio sobre el comportamiento ante los sismos de las Catedrales de Jaén y Granada, ambas situadas en una zona muy activa. El proyecto presenta una gran amplitud de miras, ya que contempla, también, los entornos urbanos de ambos conjuntos arquitectónicos. El desarrollo del trabajo cuenta con la colaboración del Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos, implica la instalación de

redes acelerométricas en diversos puntos de las catedrales y presenta los siguientes objetivos fundamentales:

- Conocer el efecto de los sismos en estas dos grandes estructuras edificatorias del patrimonio histórico inmueble andaluz. El registro de la intensidad de los terremotos, en distintas alturas y puntos clave, permite conocer, de manera más precisa, su transmisión y amortiguación, hecho de extraordinaria importancia para prevenir o minimizar sus efectos destructivos.
- Comparar la distribución y transmisión de los efectos sísmicos en dos edificaciones que presentan muchas peculiaridades en común, pero también diferencias evidentes de tamaño o relación hueco-masa, entre otros aspectos. Asimismo, se plantea evaluar el riesgo en función de la situación geográfica de los inmuebles y la posición del epicentro del sismo.
- Contrastar el comportamiento de las grandes estructuras de cubierta y de su plano de cierre, similares en ambas catedrales, al estar constituidas por naves de par e hilera con nudo y apoyo en durmientes sujetos por grandes tirantes siguiendo las técnicas de carpintería de lo blanco. Se otorga una importancia especial al estudio de la eficacia de las reparaciones históricas.
- Comprobar la eficiencia de las restauraciones recientes de elementos esbeltos desarrolladas en ambos edificios (pináculos, esculturas y remates de todo tipo), ya que son los que presentan deterioros más importantes debidos al efecto prácticamente diario de los terremotos. También se propone verificar la repercusión que presenta el factor hueco/masa ante el sismo en ambos conjuntos y la facilidad de fisuración de las zonas de discontinuidad crítica.
- Disponer las bases de una Carta de Riesgo Sísmico en Andalucía atendiendo, especialmente, las necesidades del patrimonio histórico inmueble en este ámbito.

Contenido

La propuesta consiste en el estudio sísmico de las Catedrales de Jaén y Granada mediante la instalación en ambas de sistemas acelerométricos optimizados de registro multicanal de terremotos débiles y fuertes. Con ello, se persigue verificar un número suficiente de episodios de aceleración para cuantificar la peligrosidad sísmica de dichas ciudades y sus monumentos. Los resultados obtenidos tras analizar los datos acelerométricos constituirán una fuente de información de vital importancia no solo para diseñar medidas preventivas dirigidas a preservar el patrimonio histórico inmueble, sino para conferir a los elementos intervenidos unas cualidades sismorresistentes siempre que sea posible.

Fases

1ª fase. Adaptación e instalación de equipos

- Reforma y mejora de equipos comerciales para el registro de movimientos sísmicos en instalaciones urbanas, con diseño realizado y probado en el Laboratorio de Electrónica del IAGPDS
- Búsqueda y realización de pruebas de control en, al menos, 6 emplazamientos para seleccionar aquellos en los que realizar las instalaciones. Se recomienda barajar, como mínimo, tres niveles diferentes: pozo (cimentación), rasante (planta baja) y, en altura, cubierta y torres.
- Instalación de la estación en los emplazamientos seleccionados: dispositivo de fijación,

fuente de alimentación ininterrumpida, recepción para el sistema de tiempo y aislamiento de las instalaciones.

- Colocación de los sistemas de detección automática y registro multicanal.
- Calibración de los sistemas.

2ª fase. Mantenimiento y análisis

- Mantenimiento de los equipos.
- Análisis de los registros.

3ª Fase. Elaboración de informes periódicos

- Registro de las componentes horizontales y verticales de los movimientos del terreno producidos por terremotos en los emplazamientos de interés.
- Características de los movimientos sísmicos registrados en Granada.
- Banco de datos acelerométricos de los movimientos sísmicos registrados en Granada y Jaén.
- Caracterización de la respuesta local de las catedrales ante los terremotos, con especial incidencia en aquellos elementos puntuales que se hayan seleccionado.
- Estudios de las fuentes sísmicas cercanas.

Equipamiento básico

Detalle de la instalación

La estación sismográfica se centraliza en el Instituto Andaluz de Geofísica, con el que se comunican, vía Internet, los equipos instalados en ambas catedrales.

Para cada una de ellas, se sugiere la adquisición de (actualización de la propuesta en 2012) de 3 acelerógrafos Nanometrics Titan EA cuyas características son las siguientes:

- Sensor: servoacelerómetro de tres componentes.
- Digitizador de 24bit.
- Centrado electrónico.
- Almacenamiento interno en memoria compact flash.
- Margen dinámico >138dB @ 100sps.
- Transmisión de datos vía Ethernet.
- Sincronización con el tiempo universal vía internet, protocolo PTP.
- Alimentación: POE (sobre cable Ethernet) @48V.
- Tendido de cable Ethernet cat5 entre ellos y su conexión a un nodo.
- Alimentación de 48V al cable Ethernet con una SAI o batería.

B17

Protocolo básico de intervención en verja monumental

DESCRIPCIÓN

En España, las verjas de muchos monumentos y espacios públicos están constituidas por grandes paños de rejería generalmente sustentados por basamentos de piedra y pilastras del mismo material. Otras modalidades prescinden de elementos pétreos. Movimientos propios, empujes producidos por el viento y el sismo o usos indebidos pueden deteriorar estos cerramientos motivando su intervención, en este caso dirigida, de forma directa, a mantener la seguridad en la vía pública.

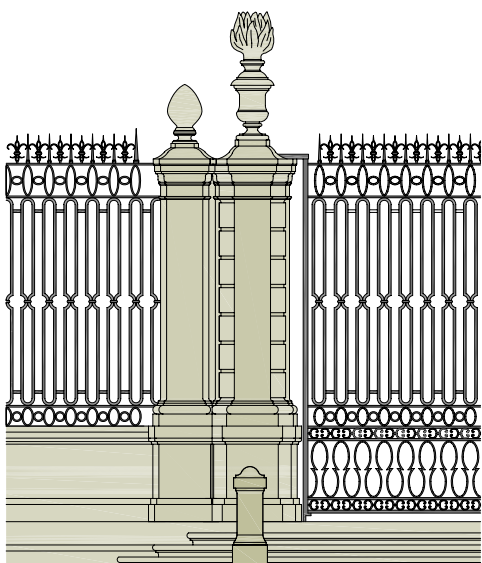
Aunque los materiales pétreos no sufran graves problemas de descomposición, la acción mecánica de la verja de hierro sobre las pilastras de piedra se agrava con fenómenos de expansión por oxidación, aumentando los riesgos por vuelco o los desprendimientos de elementos.

PALABRAS CLAVE

Anclaje / basamento / hierro / piedra / pilastra / reja / verja

OBJETIVOS

Sistematización de los trabajos de conservación preventiva tendentes a contener los deterioros de una verja monumental centrandó la intervención en los aspectos que afectan a la estabilidad de los elementos que la conforman.



Alzado parcial de la verja de la Catedral de Jaén.

A. PATOLOGÍAS EXISTENTES EN PILASTRAS Y PETO DE PIEDRA

Las pilastras son elementos muy esbeltos y de gran tamaño que reciben, en gran medida, los esfuerzos que le transmiten los paños de rejería. Por este motivo, presentan acusadas patologías de tipo estructural, con presencia de deformaciones, fisuras y desprendimiento de fragmentos.

También se presentan otras patologías menores como disgregación de la piedra, parcheados con morteros inadecuados, pérdida de material cementante en las juntas y acción biológica sobre los materiales pétreos.

A. 1. PATOLOGÍAS ASOCIADAS AL MATERIAL PÉTREO

Suciedad. La suciedad puede acumularse tanto en los elementos pétreos como en los perfiles de hierro que forman la verja, con acumulación de polvo o excrementos de aves. También existen manchas de óxido en la piedra producidas por el lavado del hierro oxidado.

Líquenes. Se localizan en las zonas menos soleadas de las pilastras, donde el contenido de humedad es más alto y persistente. Suelen concentrarse en sus molduras superiores y remates. Si no alcanzan gran desarrollo, su acción no es perjudicial para la piedra afectando únicamente a la uniformidad cromática de los elementos. Como los líquenes pueden ocultar problemas de fisuras y deterioros superficiales, se recomienda realizar un test de comprobación del estado pétreo subyacente de los elementos afectados.



Suciedad y líquenes en los remates de las pilastras de la verja de la Catedral de Jaén.

Pérdida de mortero en las juntas, debido a los movimientos que experimentan los elementos pétreos más esbeltos de la verja.

Zonas disgregadas. Dependiendo de las características de la piedra empleada en la construcción de la verja, esta disgregación se produce en forma de granos o por capas, con pérdida de relieve

en molduras y aristas. Dicho fenómeno se localiza fundamentalmente en las zonas bajas de las pilastras y en el peto donde se apoya la verja, debido a la ascensión del agua por capilaridad. En ambos elementos, es común encontrar áreas con grandes pérdidas de material o debilitadas en sus cualidades portantes.



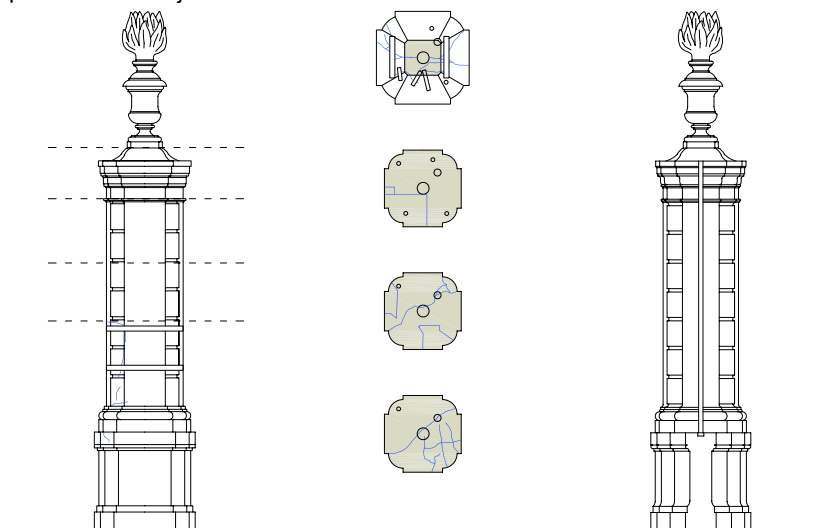
Pérdida de mortero en las juntas y material pétreo disgregado en placas y granos. Pilastras de la verja de la Lonja. Catedral de Jaén.

A. 2. DESPLOMES

El viento y el sismo contribuyen a la desestabilización de una verja. También, juega un papel importante en la pérdida de aplome del conjunto, la acción debida a las dilataciones y empujes de los paños de hierro compuestos por gruesos perfiles.

A. 3. FISURACIONES

Las fisuras y grietas son la principal patología que presentan los materiales pétreos que forman parte de una verja.



Alzados y secciones de una pilastra de la verja de la Catedral de Jaén.

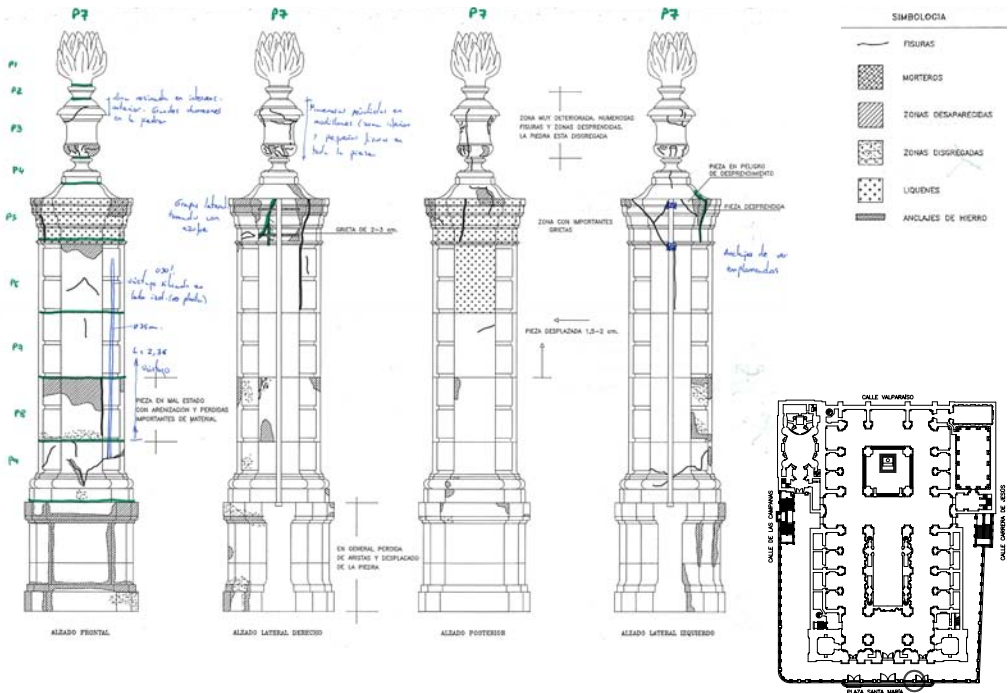
Los movimientos que introducen las dilataciones térmicas, el viento, el sismo y el propio funcionamiento de la verja facilitan la aparición y desarrollo de las fisuras completando el proceso de deterioro iniciado en los puntos más débiles como los anclajes. También, es frecuente encontrar daños en los extremos de las verjas y en los remates finales de los accesos, ya que ambas zonas quedan desprotegidas ante los empujes producidos por los factores mencionados.



Fisuras en el peto de la verja del patio de ingreso a la Capilla Real de Granada.



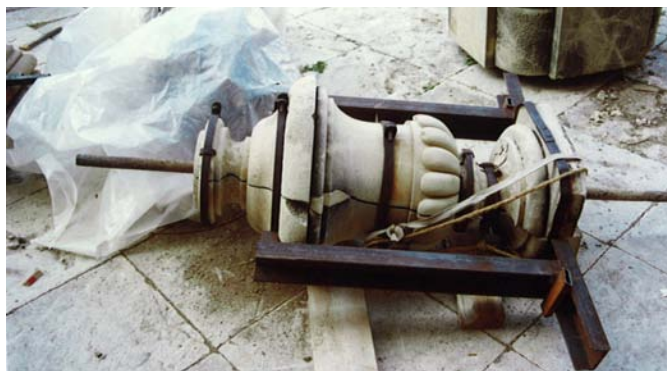
Fisuras en una pilastra de la verja de la Catedral de Jaén.



Ficha de toma de datos y patologías de una pilastra de la reja monumental de la Catedral de Jaén.

A. 4. ANCLAJES DE HIERRO

Los anclajes de las rejas a las pilastras constituyen uno de los principales agentes causantes del deterioro de las verjas. Las cavidades donde se anclan los perfiles metálicos en las pilastras pueden estar cebadas con plomo para impedir o limitar la oxidación, pero en la mayoría de los encuentros no existen protecciones de este tipo. Por el contrario, es común encontrar rellenos de mortero mal compactados. Esta circunstancia facilita la acumulación y retención de agua provocando la oxidación del hierro y, a la larga, la rotura y desprendimiento de los elementos pétreos. El efecto combinado de acumulación de agua y oxidación se concentra generalmente en la pletina que une los paños de la verja con el peto inferior de piedra. A estos procesos de deterioro, se suman los producidos por las heladas.



Efectos de los anclajes de hierro en las piezas de piedra. Catedral de Jaén.

El armado principal de las pilastras de piedra suele ser un vástago central de hierro forjado embebido con plomo o mortero. En muchos casos, como dicho vástago no recorre la altura completa de la pilastra, afecta a su estabilidad. Por otra parte, los problemas que presentan los elementos en movimiento como las puertas o cancelas se solucionan enlazando los mecanismos de giro a los vástagos de armado de las pilastras. La consecuencia inmediata es la frecuente aparición de tensiones indebidas y, por ende, de numerosas patologías.



Detalles del efecto de los anclajes de hierro y las articulaciones de las cancelas en las pilastras. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén.

B. DESMONTAJE DE PILASTRAS Y PAÑOS DE REJA

En las tareas de desmontaje o de remonte de una verja monumental es conveniente realizar apeos preventivos para evitar el vuelco de los paños. En línea con esto, se recomienda disponer detalladamente el apeo de la verja con elementos horizontales colocados a diferentes niveles, en función de su altura, y puntales telescópicos que permitan ajustar el apoyo sobre el pavimento con ayuda de soleras formadas por tablonces de madera convenientemente acuñados. Con carácter previo a la ejecución de estas tareas, deben retirarse todos los elementos sueltos que puedan causar desprendimientos o caídas imprevistas. Las uniones del apeo con los elementos originales de la verja deben ejecutarse con madera interpuesta u otros materiales que eviten el deterioro por rozamiento o concentración de tensiones.



Apuntalamiento preventivo para el desmontaje ordenado de un cierre de gran escala. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén.

Las actuaciones de restauración deben realizarse in situ siempre que sea posible. En caso de que se requiera desmontar la verja, deben contemplarse las siguientes operaciones:

- Identificación de las piezas registrándolas individualmente con números y letras en una planimetría detallada de la verja para su posterior recomposición.
- Reconocimiento y liberación de los anclajes mediante el levantado de morteros evitando el corte de los elementos metálicos.
- Desplazamiento de los elementos con medios mecánicos y manuales. Su envergadura demanda el uso de maquinaria en buena parte de los casos.
- Traslado al taller para los trabajos de conservación. Es preferible instalar el taller a pie de obra.



Operación de desmontaje de una pilastra con grúa. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén.



Desmontaje de un paño de reja. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén

En el desmontado de las pilastras se marcan todas las piezas y se realiza un inventario incluyendo, también, aquellas fracturadas para su posterior remonte.

Durante el traslado de los elementos al lugar de trabajo, deben tomarse las medidas necesarias para evitar cualquier deterioro añadido.



Identificación de las piezas que componen una pilastra. Verja de Lonja. Catedral de Jaén

C. RESTAURACIÓN DE ELEMENTOS DE HIERRO FORJADO

El hierro forjado de las verjas monumentales suele tener un excelente comportamiento en las partes aéreas con oxidaciones controladas que no afectan de forma importante a la durabilidad del conjunto. En cambio, el recibido en las pilastras de piedra y, sobre todo, el apoyo sobre los basamentos origina deterioros irreversibles que deben ser corregidos sustituyendo preferentemente dicho

material por acero inoxidable en bruto, para evitar nuevos problemas de oxidación. Esta opción no siempre es posible cuando se produce un impacto visual excesivo. No obstante, la experiencia indica que el acero inoxidable colocado en bruto, sin tratamiento alguno que le aporte brillos o reflejos, se mimetiza bastante bien con los distintos materiales que suelen componer una verja.

En los elementos metálicos es frecuente encontrar las siguientes patologías: falta de limpieza, fisuración abierta, torsión, fractura, pérdida de masa y oxidación acentuada, sobre todo, en las zonas de menor espesor de la sección y en la base de apoyo.



Elementos metálicos afectados por acciones mecánicas y oxidación en una verja compuesta por materiales de escasa sección. Verja (s. XX) de las calles Oficinos y Gran Vía, Granada.

Para subsanar los elementos que presenten estas patologías, se propone el procedimiento que sigue:

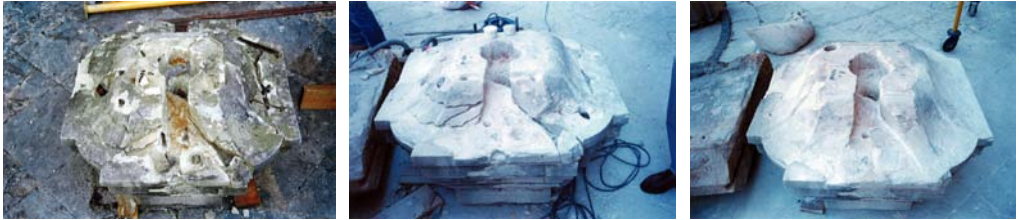
- Análisis de los deterioros producidos.
- Diagnóstico y propuesta de tratamiento.
- Trabajos de conservación preventiva y consolidación:
 - Limpieza de óxidos de la pieza en toda su superficie.
 - Protección de las partes afectadas y expuestas.
 - Revisión de enlaces o soldadura.
 - Revisión de anclajes.
 - Soldaduras compatibles de las fisuras para controlar su apertura.
 - Sustitución de las partes irreversibles.
- Pautas a seguir para la limpieza y protección del hierro forjado:
 - Supresión de pinturas plásticas o al esmalte, en caso de que las hubiere, utilizando un decapante que se elimina posteriormente con un disolvente universal. Se puede emplear pistola de calor, previo estudio de su compatibilidad.
 - Eliminación de óxidos usando lana y cepillos metálicos. Se puede manejar algún medio mecánico como el taladro con cepillos metálicos controlando el nivel de limpieza para no dañar el hierro, ni quitarle su pátina.

- Tratamiento de protección preventiva. Aplicación de ácido tánico disuelto en alcohol etílico al 15-20%, como inhibidor.
- Tratamiento de acabado. Aplicación de una resina acrílica (Paraloid B44) disuelta al 5-7% en White Spirit.

D. ELIMINACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE ANCLAJES METÁLICOS

Procedimiento a seguir para la reparación de las grapas y anclajes:

- Tratamiento de las grapas que se encuentren en buen estado según las pautas especificadas con anterioridad.
- Sustitución de aquellas alteradas por otras de acero inoxidable, previa extracción. El recibido de las nuevas grapas se realiza mediante mortero de resina epoxi.
- Tratamiento protector de los anclajes en buen estado.



Distintas etapas de la restauración de una pieza fracturada de una pilastra con una incidencia importante de los anclajes de hierro forjado. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén.

- Sustitución de los anclajes con deterioros por otros de acero inoxidable recibidos con mortero de resina. Cuando este último ha fraguado, se procede a la fijación de los paños de verja mediante encastres o injertos atornillados con dispositivos que absorban las dilataciones.
- Sustitución de las pletinas inferiores de los paños de verja recibidas en petos de piedra para evitar su oxidación. Los elementos que acometen en la pletina se atornillan o remachan.



Pletina de acero inoxidable en bruto colocada en la unión de la verja con el basamento. Catedral de Jaén.



Detalle del proceso de fijación de la verja a la pletina de acero inoxidable. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén



Preparación, a pie de obra, de un encastrado de acero inoxidable para recibir un paño de enrejado. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén.

Ejemplo Catedral de Jaén y Catedral de Granada:

La calidad del hierro con el que está realizada la cerrajería de ambos edificios determina el aceptable estado de conservación que, en general, presentan sus verjas, a excepción de aquellas partes que, por su ubicación, están sometidas a la continua acción del agua. Tal es el caso de las pletinas inferiores que quedan embutidas en rebajes practicados en los petos de piedra o de los extremos de las pletinas que se anclan en las zonas bajas de las pilastras. Las piezas superiores suelen mantenerse en buen estado. En ocasiones, las pletinas inferiores experimentan un aumento de sección entre 2 y 7 cm por la oxidación. Entonces, el hierro adquiere la apariencia de un hojaldré por la descomposición.



Aumento de volumen y deformación de la pletina inferior. Verja de la plaza de las Pasiegas. Catedral de Granada.

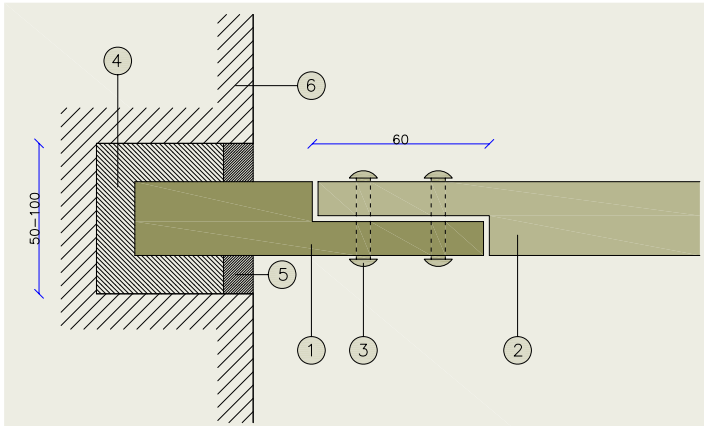


Alteración de partes de reja en contacto con la piedra donde se acumula la humedad. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén.

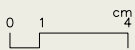
Antes de montar los paños de la verja, se sustituyen las pletinas alteradas. La inferior, que descansa sobre el peto de piedra, y queda encajada en el rebaje existente, se reemplaza por otra de las mismas dimensiones, pero de acero inoxidable sin pulir y se fija a los elementos decorativos de la reja mediante roblones del mismo material. De esta forma, se mantiene el sistema original. Siguiendo el mismo procedimiento, algunos tramos de pletinas de hierro que se anclan en los soportes pétreos y que ha sido necesario cortar para desmontar los elementos, se sustituyen igualmente por

piezas de acero inoxidable unidas a los tramos principales mediante roblonado o atornillado y, en algunos casos, mediante soldadura. Las partes de hierro embutidas en la piedra, no sustituidas, se tratan con un antioxidante. El resto de la cerrajería solamente se protege, dado su buen estado de conservación.

INJERTO DE PLETINA PARA EMPOTRAR EN FÁBRICA



1. INJERTO CON PLETINA EN ACERO INOXIDABLE
2. PLETINA EXISTENTE EN HIERRO FORJADO
3. ROBLÓN O REMACHE EN HIERRO FORJADO
4. RELLENO CON MORTERO DE RESINA EPOXI
5. SELLADO EXTERIOR CON MORTERO DE CAL HIDRÁULICA
6. FÁBRICA PÉTREA



Detalle para realizar el injerto de pletina de acero inoxidable. Verja de Plaza de las Pasiegas. Catedral de Granada.



Sustitución de la pletina inferior y roblones por otros elementos de acero inoxidable en bruto. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén.



Sistema de anclaje a los soportes pétreos mediante una pieza de acero inoxidable sin pulir. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén.

E. MONTAJE DE LA VERJA

El montaje de soportes pétreos se realiza de forma simultánea al de los paños de la reja. Para el armado de las pilastras, se coloca un vástago central que puede ser auxiliado con otros perimetrales en el caso de verjas con grandes solicitaciones.

E. 1. MONTADO DE PILASTRAS DE PIEDRA

Una vez sometida la piedra a los tratamientos adecuados y preparadas las piezas a sustituir, se realiza el montaje de las pilastras y del tramo correspondiente de reja. Para la instalación de las distintas piezas que constituyen la pilastra, se coloca un vástago central roscado de acero inoxidable que se recibe con un mortero bastardo o de resina epoxi rellenando el hueco central. Antes de inyectar cualquiera de estos materiales, es necesario realizar el rejuntado de las distintas piezas evitando posibles fugas a través de las juntas. La longitud del vástago central varía en función del volumen de las piezas a unir.



Vibrado del mortero de recibido de los vástagos. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén.

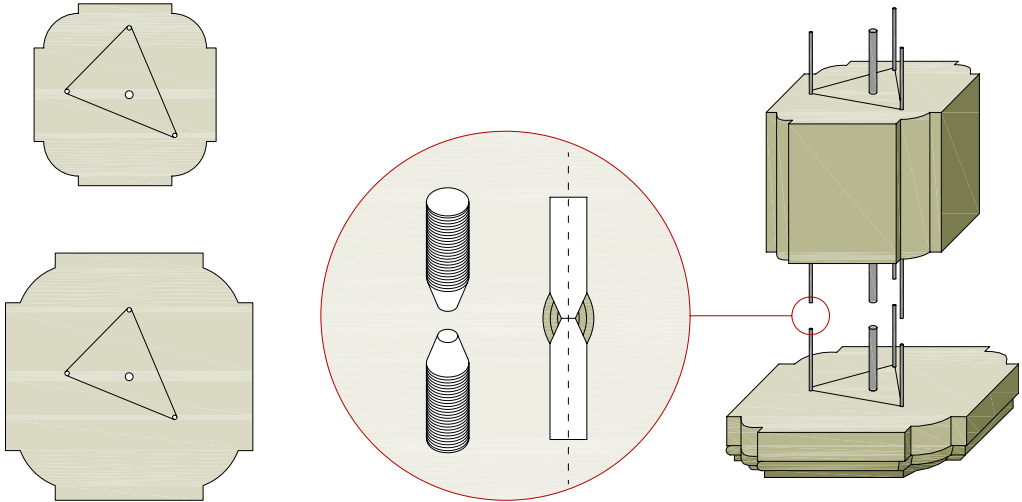


Colocación de vástago central de acero inoxidable. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén.

Ejemplo Catedral de Jaén:

Las piezas lineales del peto no se anclan al suelo de la Lonja siguiendo el criterio original. El montaje y armado del resto de elementos se realiza según el siguiente proceso:

- *El vástago central continuo de la pilastra se ancla 50 cm en el firme de la Lonja mediante redondo roscado de acero inoxidable de 35 mm de diámetro. Para obtener la longitud total, se unen varios tramos empleando soldadura de acero inoxidable y realizando un rebaje de forma troncocónica en los extremos de los redondos.*
- *Colocación de tres vástagos auxiliares también de acero inoxidable roscado de 16 mm de diámetro.*



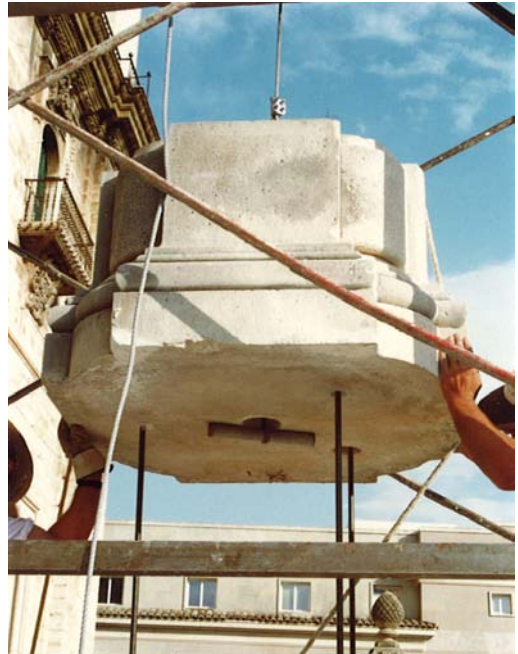
Esquema de la estructura de acero inoxidable para las pilastras. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén.

- Realización de un estribo de acero inoxidable de 6 mm de diámetro que recoge los vástagos auxiliares, embutido en la cara superior de cada una de las piezas que forman los soportes.

470



Vástagos de acero inoxidable para el armado de las pilastras. Atado mediante estribo oculto. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén



Colocación de una pieza de la pilastra. Verja de la Lonja. Catedral de Jaén.

Todos los recebados de vástagos y estribos se realizan con mortero de cal, cemento blanco libre de álcalis y árido de dosificación 1:3:12. En el caso del vástago central, alojado en el taladro original, se añade al mortero un árido con mayor granulometría, siguiendo los mismos criterios del original. Cuando es necesario calzar las piezas para aplomarmas, se introducen cuñas de plomo para evitar tensiones puntuales.

La colocación de los paños de reja, se realiza de forma alterna a la instalación de los soportes, tareas para las que es necesario apuntalar la verja. Dadas sus dimensiones y peso, se requiere emplear un camión grúa.



Colocación de paño de reja con ayuda de camión grúa. Catedral de Jaén.

B18

Protocolo básico de consolidación por zunchado de estructuras arquitectónicas esbeltas afectadas por sismo y viento

DESCRIPCIÓN

En los cuerpos de las edificaciones que tienen gran esbeltez y tamaño, los movimientos debidos al sismo y al viento, combinados con las acciones gravitatorias, pueden causar la aparición de fisuras y problemas de estabilidad estructural. El sistema de zunchado exterior es una técnica bastante usada en las intervenciones de restauración arquitectónica porque es relativamente fácil de ejecutar y permite visualizar los resultados a lo largo de tiempo. Este tipo de trabajo se puede considerar como tarea de conservación preventiva porque evita que el daño progrese sobre un elemento. Básicamente, se emplean técnicas compatibles con los materiales originales para estabilizar una estructura arquitectónica sin alterar sus condiciones básicas de comportamiento. La intervención de zunchado incluye la restauración de los materiales pétreos que se hayan visto afectados.

PALABRAS CLAVE

Anclaje / estructura / preventivo / piedra / sísmico / sismo / torre / viento / zunchado / zuncho

OBJETIVOS

Establecer pautas de conservación preventiva para asegurar estructuras arquitectónicas esbeltas con problemas de estabilidad causados fundamentalmente por acciones gravitatorias combinadas con otras debidas al sismo y viento.

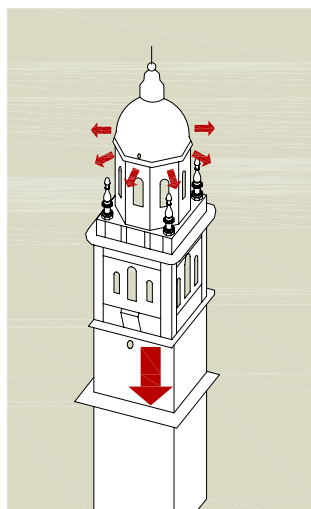
A. ACCIONES GRAVITATORIAS Y DINÁMICAS. PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

En determinadas ubicaciones de la Península Ibérica se producen sismos de diferente intensidad. Algunas zonas del sureste como Granada y Murcia se sitúan en los ámbitos de mayor riesgo. En edificios históricos en los que predominan fábricas pétreas, de diferente organización y escala, son frecuentes las patologías generadas por el sismo y el viento en combinación con las acciones gravitatorias. El comportamiento de estas construcciones suele ser bueno, aunque terremotos recientes como el de Lorca (Murcia), en 2011, han puesto de manifiesto que muchas veces la realidad es bien distinta constatando la vulnerabilidad de estructuras monumentales y los problemas derivados de aquellas intervenciones inadecuadas que, en ocasiones, introducen modificaciones importantes en el comportamiento de los bienes inmuebles de interés.

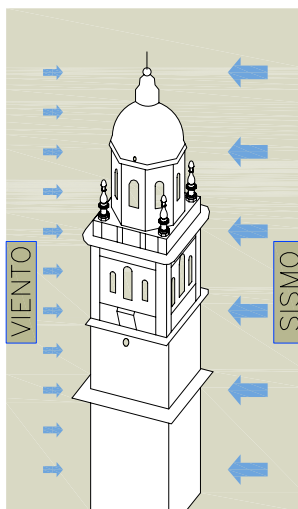
Los problemas debidos a las acciones citadas se localizan con mayor frecuencia en las torres y cuerpos de remate por su mayor exposición ante los desplazamientos horizontales y su altura,

esbeltez y aislamiento estructural respecto a la fábrica principal. Entre estos últimos, destacan elementos de menor envergadura como los pináculos, esculturas y veletas entre otros.

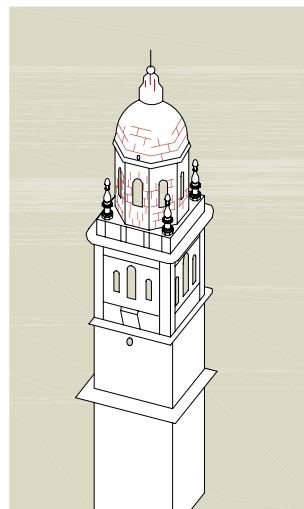
>Ver protocolo B16



Acciones gravitatorias



Acciones de sismo y viento



Fisuras producidas en la falsa linterna, cúpula y cuerpo octogonal de apoyo

Es necesario identificar con carácter preventivo los desajustes que sufren las estructuras pétreas por estas acciones. Las fisuras y dislocaciones acusadas en el plano exterior de los elementos arquitectónicos son las referencias más claras de una patología ocasionada por la acción del sismo o el viento. Estos signos se manifiestan, de forma evidente, en los apoyos, unión de los cuerpos y huecos de los edificios, debido a las discontinuidades que representan en la formación de su fábrica.



Movimiento del plano de dovelas. Torre derecha. Catedral de Jaén.

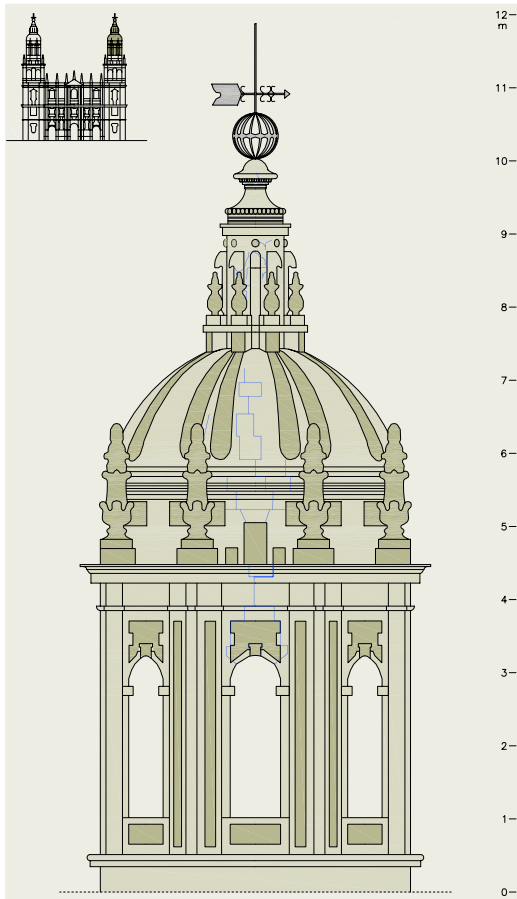


Desplazamiento del apoyo de la cúpula. Torre derecha. Catedral de Jaén.

Ejemplo Catedral de Jaén:

La cúpula que cierra la torre derecha de la catedral presenta fisuras muy acusadas. Sobre la falsa linterna que corona dicha bóveda se emplaza una veleta de grandes proporciones. En la torre izquierda se produce un deterioro similar que se corrige mediante un zuncho de hierro forjado colocado en las reparaciones desarrolladas en los años 1824 y 1890, periodos en los que se consolidan los pináculos afectados por el terremoto de Lisboa de 1755. En la torre derecha se desarrollan reparaciones similares en la base de apoyo de la veleta.

>Ver protocolo B16



**Cartografía de fisuras. Torre derecha.
Catedral de Jaén**

La fisura, visible desde la fachada principal, recorre la cúpula de abajo hacia arriba ramificándose a ambos lados de una banda de sillares (ver esquema). Los movimientos se manifiestan, también, en su tambor de apoyo y en el vano central de su cuerpo inferior. Asimismo, debe tenerse en cuenta la presencia de grietas importantes en el cuerpo superior de sillería, a modo de falsa linterna, que recoge la veleta de excelente factura con la que se corona la torre. Dichas alteraciones son consecuencia del movimiento de la cúpula, debido a efectos gravitatorios y a la acción combinada del sismo y del viento.

B. ZUNCHADO

En patologías de carácter moderado que no exigen el desmontaje de la estructura pétreo se emplean tradicionalmente los zunchos de pletina y de redondos de hierro forjado. En todos los casos, es necesario que el zuncho se pueda ajustar y tensar, de forma envolvente, sobre el elemento cuando tiene forma circular o elipsoidal. La efectividad de este sistema es menor cuando los cuerpos presentan planta cuadrada u octogonal, caso frecuente en las torres.

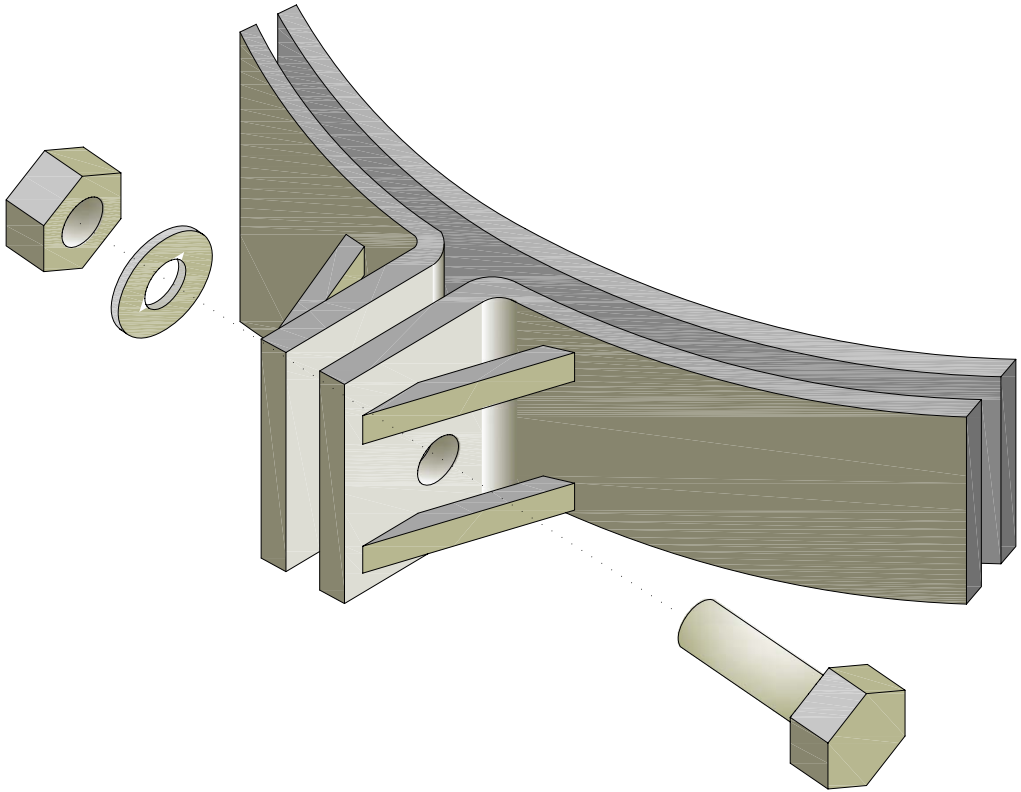


Zuncho realizado con un redondo de hierro tensado mediante un bulón roscado. Se separa de la cornisa de piedra mediante tochos de hierro que le permiten adaptarse al contorno evitando la corrosión. Cúpula del transepto. Catedral de Jaén.

En la actualidad, los trabajos de zunchado externo son más fiables por el uso de acero inoxidable y aleaciones especiales que evitan la corrosión y el debilitamiento de las piezas empleadas, dada su ubicación en zonas muy expuestas. El uso combinado del acero con envolventes de neopreno y otros materiales flexibles y estables permite realizar zunchos adaptados a las irregularidades del perímetro.

El procedimiento de un zunchado preventivo incluye las siguientes tareas:

- Reconocimiento de las patologías.
- Elección del emplazamiento del zuncho.
- Fabricación de plantillas para la ejecución.
- Preparación en taller del zuncho con pletina provista de solapas y cartelas para el tensado.
- Colocación de banda de neopreno.
- Emplazamiento del zuncho y tensado con tornillos de alta resistencia.



Detalle de zuncho de pletina de acero inoxidable sobre banda de neopreno y tornillos de alta resistencia.



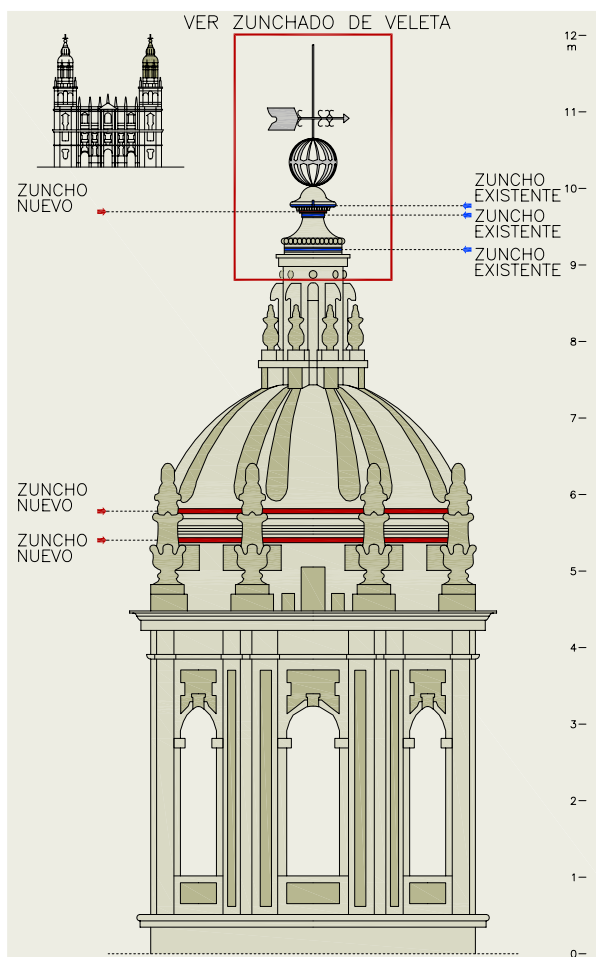
Detalle de zuncho de pletina de acero inoxidable sobre banda de neopreno y tornillos de alta resistencia.



Tramos de zuncho sobre banda de neopreno dispuestos para ajustar y tensar.

Ejemplo Catedral de Jaén:

Se emplaza el andamio y se analizan con detalle los problemas de fisuración. La reparación no se limita a la colocación de un zuncho, sino que también contempla la inyección de juntas abiertas en la cúpula.



Estudio para el emplazamiento de zunchos. Se añade uno en la veleta y dos en el tambor de la cúpula. Torre derecha. Catedral de Jaén

El siguiente paso es estudiar los posibles emplazamientos de los anillos en la cúpula y en la veleta, según indica el siguiente gráfico de alzado.

Se opta por el empleo de un zuncho formado por pletina de acero inoxidable con solapas que se adapta al emplazamiento. Para la base de la veleta, se prevé utilizar un anillo constituido por una pletina 40 x 4 mm que complementa a los preexistentes (>Ver protocolo B16). En el tambor de la cúpula se emplazan otros dos adecuados al contexto en tamaño y compatibles con los elementos ornamentales existentes.

Zunchos:

- Superior de 80 x 8 mm sobre banda de neopreno de 90 x 10 mm.
- Inferior de 100 x 8 mm sobre banda de neopreno de 110 x 10 mm

Para la ejecución de los zunchos se realizan unas plantillas para darles forma en el taller. Se necesitan cinco piezas de pletina, de 4 m cada una, dobladas en los extremos formando una solapa de 10 cm que se refuerza con unas cartelas soldadas a ella. En dichas solapas se han practicado



Zuncho superior. Preparación a pie de obra y colocación en su emplazamiento. Torre derecha. Catedral de Jaén.

unos taladros para alojar los tornillos de alta resistencia usados para tensar. Después, se elevan las piezas a su emplazamiento y se introducen una a una a través del hueco que queda entre la cúpula y sus pináculos adosados. Se dispone la banda de neopreno detrás de la pletina y se tensan las piezas del zuncho mediante los tornillos.



Zuncho inferior con mayor espacio de paso entre elementos ornamentales. Torre derecha. Catedral de Jaén.

C. REPARACIONES COMPLEMENTARIAS AL ZUNCHADO

Los cuerpos arquitectónicos que se zunchan en previsión de movimientos que pueden afectar a su estabilidad requieren el desarrollo de trabajos complementarios dirigidos a reparar los efectos de las alteraciones que han sufrido. La tarea más común es el colmatado de juntas de los elemen-

tos pétreos que componen las fábricas dañadas. Cuando se quiere dotar a la junta de una buena estabilidad, debe procederse a su inyectado con un mortero fluido de cal hidráulica 1:3 ó 1:2 (cal hidráulica / árido fino) o un mortero bastardo 1:3:12 (cemento blanco libre de álcalis / cal hidráulica / árido fino).

Deben eliminarse los restos de mortero que permanezcan en la junta, así como las raíces de plantas que se hayan desarrollado en ella colmatándola con un mortero 1:3 realizado con cal hidráulica. Si se trata de una bóveda con acceso por ambas caras, debe efectuarse un rejuntado previo de mortero de cal 1:3 o bastardo 1:3:12 dejando unos tubos de goma para inyectar la lechada. Para encastrar y sellar los tubos de goma en la junta puede emplearse escayola para asegurar la estanqueidad.

Una vez fraguado el mortero de rejuntado, se procede a la inyección de mortero fluido 1:3 o 1:2 de cal hidráulica y árido muy fino. Esta tarea se realiza de la parte baja hacia la superior del elemento empleando un compresor para el relleno completo de las juntas entre los sillares. El proceso finaliza cuando se comprueba que el mortero emerge por el tubo inmediato superior utilizado para la inyección.

Los tubos se eliminan cuando han cumplido su función. Al terminar los trabajos, se quitan todas las oclusiones de los orificios, incluidos los restos de escayola, en caso de que se haya utilizado en el proceso, y se cierran con el mismo mortero empleado para el rejuntado.

Cuando los sillares afectados por las patologías asociadas a estos movimientos estructurales evidencien separaciones importantes de varios centímetros de espesor, es conveniente graparlos. Tras el rejuntado y la inyección de mortero, se efectúa un cosido mediante unas grapas de pletina de acero inoxidable. Dichas piezas, de longitud variable, están constituidas por pletinas de acero inoxidable, de 4 mm de espesor, dobladas en sus extremos formando unas patillas de 40 a 50 mm que se introducen en el sillar. Se toman con mortero de cal o mortero bastardo manteniendo con la misma dosificación que el empleado en el rejuntado de las piezas. En caso de que su impacto visual sea acusado, puede aplicárseles alguna pátina, aunque normalmente el acero inoxidable en bruto se integra bastante bien en los materiales pétreos.



Grapas de acero inoxidable implantadas en zona de dovelas afectadas por desplazamientos. Cúpula de la torre derecha. Catedral de Jaén.

B19

Protocolo básico de restauración de piezas pétreas fracturadas por acciones mecánicas

DESCRIPCIÓN

Los materiales pétreos vienen de las canteras con pequeños defectos como grietas o fisuras que condicionan su conservación. Desde el momento de su extracción, las piezas sufren cambios de diversa consideración, ante los que resultan determinantes tanto las cualidades intrínsecas de los materiales como su exposición a los agentes degradantes de tipo climatológico, mecánico, biológico, etc.

En este caso, se describen algunos procedimientos de restauración de los materiales pétreos, especialmente los relacionados con el tratamiento de pérdidas importantes de materia o roturas graves producidas por agentes mecánicos.

PALABRAS CLAVE

Cosido / fracturas / fragmentos / piedra / resinas / varillas de acero inoxidable / varillas de fibra de vidrio /

OBJETIVOS

- Garantizar la integridad del elemento objeto de intervención evitando pérdidas significativas de material y reduciendo la posibilidad de entrada de agua o partículas perjudiciales hacia su interior.
- Conseguir la permanencia de los valores funcionales, estéticos y perceptivos de los elementos constructivos y decorativos.

A. LIMPIEZA GENERAL

Antes de cualquier intervención, los elementos de piedra se someten a un proceso de limpieza, más o menos profunda, en función de las necesidades y tratamientos a realizar. Las superficies deben quedar libres de algas, líquenes, vegetación, material pulverulento y morteros inadecuados procedentes de intervenciones anteriores. En las zonas de material pétreo con avanzado estado de disgregación, se elimina la capa alterada hasta alcanzar la parte sana.



Piedra disgregada y con adición de cementos en un pináculo. Hospital Real, Granada.

B. MORTEROS DE RESTAURACIÓN

Aspectos básicos a tener en cuenta en un mortero de restauración:

- El material de restauración debe presentar afinidad de textura y cromatismo con el original. Para ello, es necesaria una elección previa de áridos, granulometría y tipo de pigmento a emplear.
- Se recomienda el uso de morteros con características y propiedades semejantes a las de los materiales preexistentes en cuanto a porosidad y coeficientes de resistencia mecánica y dilatación, entre otras.
- Para evitar problemas de sales, retracciones permanentes o de dureza inadecuada del mortero, es exigible la utilización de cal aérea o hidráulica como aglomerante.
- Si se emplean de forma controlada morteros bastardos realizados con cal y cemento, este último material debe presentar un bajo contenido en álcalis para liberar al mortero de eflorescencias.
- El árido debe ser preferentemente carbonato cálcico o sílice pura para conseguir la máxima estabilidad de los morteros. Es buen criterio, en general, utilizar un árido procedente de machaqueo de piedra cuyo comportamiento y características sean conocidas y estén contrastadas en laboratorio.
- Conviene realizar una inspección visual previa detectando la naturaleza y propiedades del material pétreo, el comportamiento y las características externas de los morteros existentes. Es importante tener en cuenta estas consideraciones para preparar el mortero a colocar en la intervención.
- Para completar la inspección visual, se aconseja realizar análisis y ensayos de ambos materiales en laboratorio y, así, adecuar la dosificación y granulometría de los áridos.

B.1. MORTERO DE CAL AÉREA O HIDRÁULICA

La relación árido-aglutinante es un parámetro fundamental a controlar. Normalmente, se utiliza un mortero tradicional de dosificación 1:3, donde se suele usar uno o varios tipos de árido seleccionado, de diferente granulometría, que se combinan dependiendo del uso. La porosidad es una cualidad importante, ya que favorece el flujo natural de vapor de agua de la piedra contribuyendo a la respiración del mortero. De ello, se deduce el papel esencial que representa la selección adecuada de árido. La cal hidráulica, cuyo empleo es recomendable para el fraguado en condiciones adversas, debe tener una resistencia a compresión a los 28 días de 5 MPa (tipo NHL – 5). También proporciona un buen resultado, cuidando especialmente la dosificación, la cal tipo NHL-3,5 cuya resistencia a compresión a los 28 días es de 3,5 MPa.



Mortero de cal hidráulica con arena de sílice. Palacio de la Madraza. Granada

El mortero de cal hidráulica se usa tanto para reposiciones como para llagas, grietas y fisuras, pero la granulometría del árido suele ser diferente en cada caso para conseguir un llenado y textura adecuados. Sólo en fisuras muy pequeñas, donde el árido no penetra debido a la granulometría, se usan morteros tipo PLM.

Por lo tanto, las características pueden variar dependiendo del uso que se otorgue al mortero. Ejemplos:

- Mortero de relleno y restitución de volúmenes.
 - Mortero fabricado a pie de obra.
 - >Dosificación 1:3
 - 1 parte de cal del tipo NHL-5.
 - 1 parte de marmolina de granulometría de 0 a 1 mm.
 - 2 partes de arena de sílice sin cribar.
 - Mortero ensacado.
 - >Dosificación 1:3
 - 1 parte de cal del tipo NHL-5.
 - 3 partes de carbonato cálcico micronizado de granulometría de 0 a 2 mm.
- Mortero de juntas y terminación.
 - Mortero fabricado a pie de obra
 - >Dosificación 1:3
 - 1 parte de cal del tipo NHL-5.
 - 1 parte de marmolina de granulometría de 0 a 1 mm.
 - 2 partes de arena de sílice cribada con un cedazo de 2 mm de paso, desprecando el polvo fino.
 - Mortero ensacado I: textura fina
 - >Dosificación 1:4
 - 1 parte de cal hidráulica del tipo NHL-5.
 - 4 partes de carbonato cálcico micronizado de granulometría de 0 a 0,60 mm.
 - Mortero ensacado II: textura gruesa
 - >Dosificación 1:4
 - 1 parte de cal hidráulica del tipo NHL-5.
 - 4 partes de carbonato cálcico micronizado de granulometría de 0 a 1 mm.

El agua debe ajustarse a la puesta en obra del mortero evitando su exceso para no provocar una retracción desmesurada. Es recomendable que la granulometría del árido sea variable y ajustada a la porosidad y textura que se pretenda conseguir. La adición de sílice es interesante para alcanzar textura y resistencia.

Es imprescindible prestar especial atención al secado del mortero para evitar que se agriete o que no carbonate bien. Dependiendo de las condiciones climáticas hay que regar más o menos veces.

Por ejemplo, en verano o cuando la temperatura es elevada, el mortero fragua rápidamente y no carbonata bien. Como resultado, adopta un aspecto pulverulento demandando el riego con más frecuencia. En invierno o con bajas temperaturas y mayor humedad ambiente, debe vigilarse constantemente y protegerse de las heladas. Lo más conveniente es suspender su fabricación cuando la temperatura se sitúe por debajo de 5°C. En general, durante este periodo, lo más práctico es compaginar los trabajos en varias zonas para poder revisar y regar, si es necesario, los morteros que se han hecho en primer lugar.



**Regado de mortero de cal hidráulica para consolidación de cornisa de piedra.
Hospital Real de Granada**

Los áridos deben ser seleccionados. Normalmente se combinan marmolina impalpable y arena de sílice fina. La primera suele constituir el componente base que ofrece la opción de jugar con el color, mientras que la segunda introduce textura y grano sin aportar prácticamente sales. La marmolina procede del triturado de un mármol calcítico como el de Macael (Almería) o de una piedra caliza sin impurezas como la de Sierra Elvira (Albolote, Granada). Un mortero de restauración hecho con marmolina de granulometría fina exclusivamente absorbe mucha agua, por lo que resulta más difícil de trabajar. La mezcla de áridos silíceos y calizos permite acercarse al material original sin necesidad de aditivos.

Para los morteros ensacados es preferible el uso de mármoles como el Macael por su pureza de composición, su dureza y estabilidad, mientras que para aquellos fabricados en la obra o realizados a demanda expresamente para ella, suelen existir en el entorno canteras que han sido estudiadas en cuanto a composición mineralógica y pueden servir para evaluar la conveniencia de un suministro directo. Dicho entorno geográfico es bastante flexible, dadas las facilidades de transporte actuales. Por este motivo, disponer del árido adecuado no suele ser un problema, sobre todo, si se planifica desde proyecto para que su adquisición sea asumida desde la contratación de la obra, tanto en costes como en previsiones de organización de suministros.

Ejemplo Capilla Real de Granada:

En la Capilla Real de Granada, el color en masa del mortero se ha controlado solamente variando la proporción de marmolina y sílice, por lo que no ha hecho falta pigmentar. La primera procede de Macael (Almería) y es de granulometría fina (tipo impalpable), mientras que la sílice viene de la cantera de Cañete la Real (Málaga).

El mortero se puede pigmentar en masa para que el tono sea lo más parecido al contexto. Se hace con pigmentos naturales, tierras minerales y, en algunos casos, equilibrándolo con parte del árido, que puede aportar el tono deseado sin ayuda de pigmentos.



Mortero de cal ensacado con pigmentos naturales añadidos para pigmentar en masa. Palacio de Bibataubín. Granada.

Ejemplo del Hospital Real de Granada:

En el Hospital Real, el árido procede de la comarca de Macael (Almería). En esta ocasión, se opta por la adición de pigmentos para adecuar el tono del mortero ensacado a la piedra natural existente (color logrado tras varias muestras comprobadas in situ):

- *Oxido de hierro sintético amarillo (Oxined 0).*
- *Oxido de hierro negro (Bayferrox 320).*
- *Oxido de cuero marrón (Cromafer 6019).*

Proporciones: 0,66% de colorante sobre material cementante.

B.2. MORTERO DE RESINA FORMULADO

La resina formulada que se usa habitualmente en restauración tiene un poco de carga inerte incorporada. Como resultado, adquiere una dureza notable, sin resultar excesivamente quebradiza. Al igual que en los morteros, es importante que los materiales sean bastante homogéneos para que se comporten de una forma parecida y no afecten al conjunto con conductas diversas, según las condiciones climáticas y sollicitaciones mecánicas.

Tanto para anclar las varillas como para pegar piedra, se usan adhesivos a base de resina epoxi. Normalmente, se trata de un material que sirve como adherente estructural o como mortero de reparación. No contiene disolventes, es tixotrópico y tolera bien la humedad.

Este tipo de adhesivos tarda mucho en endurecer, por lo que normalmente se usa también una “resina de marmolista” (Masilla neutra) como apoyo, ya que fragua mucho más rápido y puede soportar la piedra durante las primeras horas.



Preparación de la resina de dos componentes en obra. Capilla Real de Granada.



Aplicación de la resina para una unión. Capilla Real de Granada.

B.3. MORTEROS TIPO PLM

Son morteros de cal hidráulica tradicionales con una selección de áridos muy finos, cargas inertes y algunos aditivos. Hay diferentes tipos dependiendo del uso: sellados, inyecciones u otras aplicaciones como rellenos, para los que es necesaria una cánula. Normalmente, se usan formulaciones preparadas por diversos fabricantes.

Constituyen un polvo muy fino al que se le añade agua en obra.



Preparación de mortero PLM Capilla Real de Granada



Viscosidad de mortero PLM para inyección Capilla Real de Granada.

B.4. MORTEROS ADITIVADOS

Son incómodos de usar por su elevada plasticidad y difícil manejo. En la mayoría de los casos, no es necesario recurrir a estos morteros. No obstante, suelen dar buenos resultados cuando son utilizados. Para ello, debe estudiarse con detenimiento su composición y someterlos a analítica. Comparativamente, el mortero tradicional de cal se controla mejor en sus componentes, aporta buenos resultados, se trabaja mejor, se puede pigmentar en masa con facilidad y permite obtener texturas similares a la piedra.

Una de las aplicaciones más interesantes de los morteros con aditivos es la preparación de prefabricados con moldes, debido a su mayor plasticidad. El resultado es excelente cuando se utilizan moldes de silicona.



Capitel realizado con mortero aditivado y molde de silicona.
Casa de Don Hernando de Zafra, Granada. FOTOGRAFÍA: TARMA

C. ARMADO Y COSIDO

C.1. ARMADO DE REPOSICIONES CON MORTERO

Las reposiciones de volumen con mortero armado se realizan cuando el objetivo es solamente recuperar la función estética de un elemento o se trata de reparar piezas importantes o con función estructural.

Normalmente, se utilizan varillas de fibra de vidrio de diferentes espesores por tratarse de volúmenes de poca entidad. No obstante, dependiendo de las necesidades, se puede emplear también acero inoxidable en forma de alambre o varillas roscadas.

El armado se realiza después de limpiar la zona objeto de reposición dejándola libre de restos, suciedad y material en mal estado. Posteriormente, se practica un taladro para colocar la varilla de fibra de vidrio que se pega con resina a la piedra original.

La estructura de cosido se dispone previamente para asegurar la estabilidad de la reposición. Las varillas de fibra de vidrio existen en el mercado desde 2 mm de diámetro en adelante. Las de poco grosor, de 2 a 4 mm, son muy flexibles y se usan para coser.



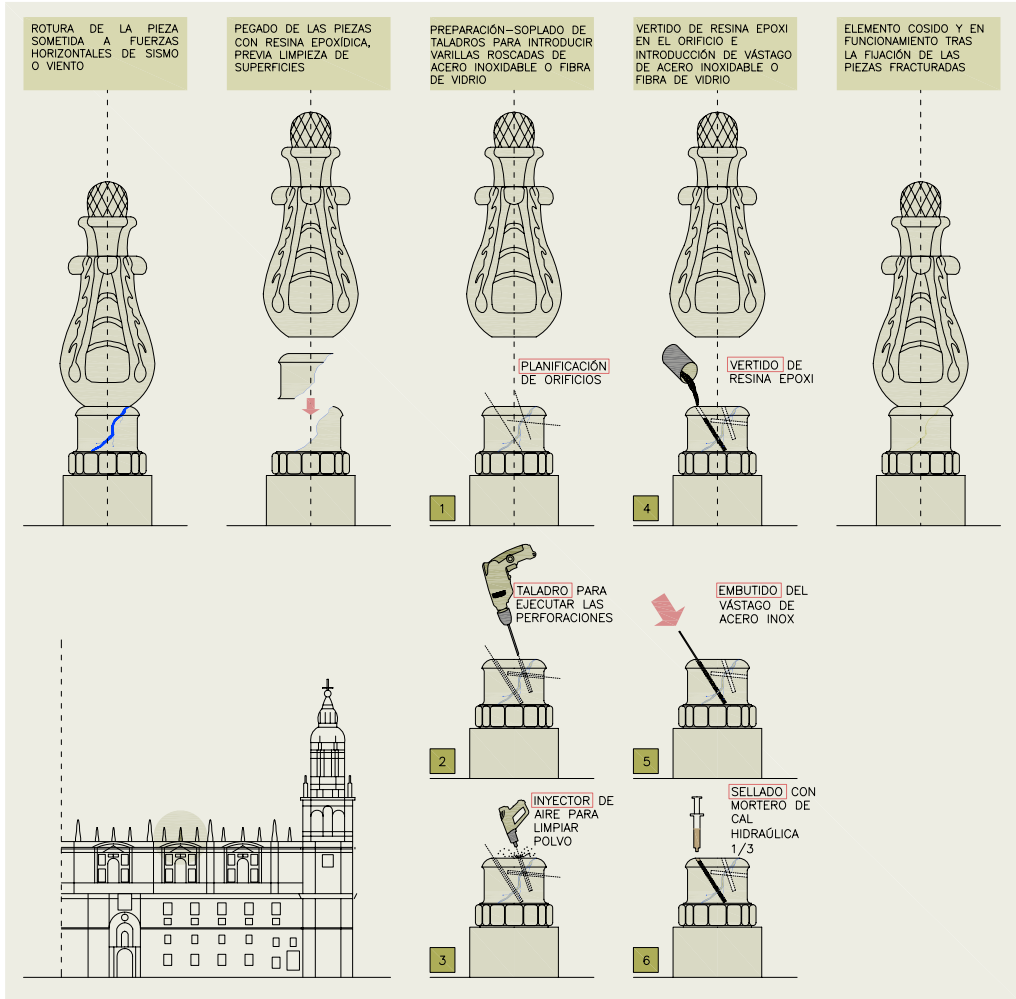
Armados de varilla de fibra de vidrio flexible para restauración con mortero tradicional en pináculos de la Capilla Real de Granada. FOTOGRAFÍAS: TARMA.

C.2. ARMADO DE COSIDOS Y REPOSICIONES CON PIEDRA NATURAL

Para armados o cosidos de elementos, ya sean de piedra original fracturada o preparada ex profeso para la reconstrucción de volúmenes, se sigue el mismo procedimiento.

Una vez pegado el fragmento, se realiza un taladro en ambas piezas para colocar la armadura, de fibra de vidrio o acero inoxidable, con un adhesivo a base de resina epoxi. El cosido solo se realiza cuando este último ha solidificado completamente.

La sección de las varillas de acero inoxidable o fibra de vidrio varía en función de la magnitud (peso, volumen) y posición de los fragmentos. Son preferibles las corrugadas o roscadas a las lisas, ya que al presentar mayor superficie específica aumentan la adherencia. Las varillas de acero inoxidable se usan cuando la pieza tiene una función estructural o su peso es elevado (vástagos de pináculos, por ejemplo). En los casos restantes, lo normal es usar varillas de fibra de vidrio.



Esquema de cosido de elemento esbelto de piedra. Pináculo de la Catedral de Jaén

D. RESTAURACIÓN CON MORTERO

Una vez hecho el mortero, el elemento se va recuperando en sucesivas capas, no muy gruesas, iniciando su aplicación desde el centro, y avanzando de forma concéntrica hasta cubrir todo el volumen.

Es fundamental observar las indicaciones de regado para que la carbonatación sea la adecuada y no queden zonas disgregadas o con fisuras que puedan amenazar la estabilidad del volumen reconstruido.

El acabado depende de las cualidades que presente la piedra original y de su textura. En este sentido, se persigue un resultado similar, aunque discretamente diferenciado para que la reintegración sea identificable. En la textura es determinante el árido. Los morteros realizados con áridos finos deben trabajarse con herramientas adecuadas para conseguirla. Para dar una fisonomía determi-



Aplicación de las primeras capas de mortero. Cornisa en el Cimborrio del Hospital Real de Granada. Una vez aplicada a un mortero, se lava la superficie con esponja haciendo que salga el grano, o se usa la paleta, rascador u hoja de sierra con dentado fino para conseguirlo. Si la piedra original es un mármol, conviene plancharla para que quede liso, pero si se trata de una caliza o una arenisca, es preferible rascarla o lavarla.



Rascado de mortero de restauración. La laguna reintegrada se distancia del original. Silla del Moro, Alhambra de Granada.

El patinado con pinturas de silicato de potasio se emplea tanto para ajustar el color del mortero como para simular la textura de la piedra. En la pintura mural las técnicas están pautadas con precisión, pero en la piedra o en el mortero se adaptan los procedimientos usando veladuras, estarcidos y manchas. Se aconseja huir del uso de tintas planas por la homogeneidad excesiva que aportan. En la aplicación de morteros, es fundamental el lavado porque ayuda a que el mortero carbonate bien, ya que la cal sale a la superficie junto con los áridos más finos y actúan como un sellador.

Hay que tener cuidado de que no queden restos de cal en la piedra para que en la unión entre el mortero y la piedra original no aparezcan alteraciones.



Patinado de mortero en la Capilla Real, Granada.



Detalle de patinado con estarcido en franja decorativa. Capilla Real, Granada.
FOTOGRAFÍAS: TARMA.

E. COSIDO DE PIEZAS FRACTURADAS

El pegado se realiza mediante el empleo de resina epoxi. La operación consiste en fijar piezas que aparecen fracturadas para, posteriormente, coserlas con varilla de acero inoxidable o de fibra de vidrio.

Por norma general, las piezas de piedra que se rompen por efecto del sismo, viento o acciones mecánicas directas presentan superficies de rotura limpias que se unen fácilmente con una resina epoxídica.

Tras el pegado de materiales pétreos con fracturas de dimensiones considerables, es necesario reforzar su estructura interna para hacerlos solidarios de nuevo. La unión se inmoviliza perforando previamente la pieza, de forma que el taladro atravesase las partes a unir. Seguidamente, se limpia de polvo inyectando aire, se introduce una resina epoxi en el orificio y se embute un vástago rosca-do de acero inoxidable o de fibra de vidrio.



**Pegado de pieza en una pilastra.
Catedral de Jaén**



Pegado de la base de un remate. Catedral de Jaén.

El orificio resultante en el exterior se sella con un mortero de cal hidráulica 1/3 para evitar que la resina se altere con la radiación ultravioleta. Estos cosidos permiten restituir la apariencia y función de los diferentes bloques de piedra, cuyas juntas de construcción se respetan para evitar interacciones imprevistas.



Base de pináculo fracturada en dos partes



Pegado y cosido de pináculo.

Soplado de orificios para cosido con varillas de acero inoxidable. Catedral de Jaén.





Gárgola fracturada parcialmente



Pegado de las partes.



Taladro para el armado



Limpieza de los taladros



Soplado para eliminar restos de polvo



Inserción de las varillas de fibra de vi-



Resultado final del proceso de pegado y cosido. Gárgola sin función activa en la crestería de la Capilla Real de Granada. FOTOGRAFÍA: TARMA

F. REPOSICIÓN CON PIEDRA NATURAL

Se usa para reconstruir zonas funcionales o volúmenes grandes cuando la piedra original está muy dañada.

Primero se sana la piedra haciendo una caja y quitando el material original en mal estado. Antes de colocarla, se sopla para eliminar todo el polvo y la suciedad, y se aplica la resina de pegado. Cuando la pieza tiene una posición que no implica riesgos, se aplica la resina epoxi y se pega directamente. Sin embargo, si la posición de la pieza es comprometida o tiene unas necesidades de equilibrio particulares, también se utiliza puntualmente una “masilla de marmolista” para asegurar la sujeción durante las primeras horas. Para nivelar y situar la pieza en su posición exacta, se usan cuñas de madera. Si existen llagas, se rellenan con mortero. En cualquier caso, se produce un sellado con mortero de cal.



Estado de un sillarejo antes de la intervención



Cajeado para colocación de pieza de piedra



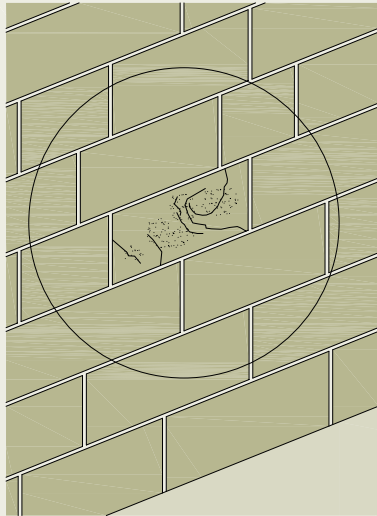
Colocación de un sillarejo



Ajuste con cuñas de madera y rejuntado.
Capilla Real de Granada.

Ejemplo Capilla Real de Granada:

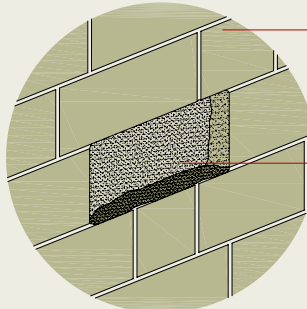
El posible desmontaje de piezas para la restauración siempre debe tenerse en consideración, si bien debe evitarse en la medida de lo posible. Cuando se trata de piezas grandes como los pináculos, es muy importante estudiarlo bien para disminuir los riesgos por manipulación. En la Capilla Real hay ejemplos en los que se evita el desmontaje de pináculos, a pesar de tener partes muy deterioradas. En esos casos, se apea el elemento y se introduce una pieza nueva dividida en dos a cada lado del vástago. No obstante, es más frecuente tener que desmontar.



RETIRADA DE PARTES SUELTAS O EN MAL ESTADO Y LIMPIEZA DEL SOPORTE

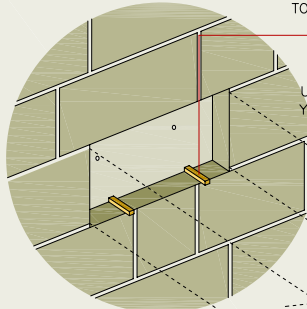
COLOCACIÓN DE CALZOS DE APOYO Y COSIDO DE LA PIEZA AL SOPORTE

COLOCACIÓN DE CALZOS HASTA LA QUE LA PIEZA ESTÉ TOTALMENTE ADHERIDA AL SOPORTE



SILLAR

LIMPIEZA DEL SILLAR CON PATOLOGÍAS POR ARENIZACIONES DE LA PIEDRA Y PÉRDIDA DE SU VOLUMEN

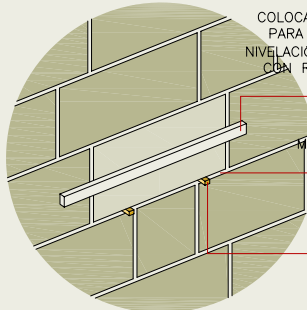


TRASLADO DE LA PIEZA HASTA SU UBICACIÓN DEFINITIVA Y COMPROBACIÓN DE DIMENSIONES IDÓNEAS

COSIDO DE PIEZA CON VARILLAS DE ACERO INOX O FIBRA DE VIDRIO

NIVELADO DE LA PIEZA, RELLENO DE MORTERO DE CAL HIDRÁULICA Y RETIRADA DE CALZOS

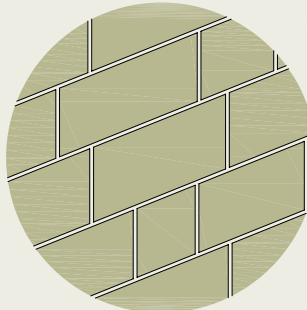
ESTADO FINAL CON EL SILLAR FIJADO AL SOPORTE



COLOCACIÓN DE REGLA PARA COMPROBAR LA NIVELACIÓN DE LA PIEZA CON RESPECTO A LAS EXISTENTES

RELLENO DE MORTERO DE CAL HIDRÁULICA 1/3

RETIRADA DE CALZOS



Esquema del proceso a seguir para la reposición de parte de un sillar con piedra natural.



Parte dañada de un pináculo



Retirada de una parte del material dañado



Apeo temporal con calzos de madera.



Restitución de piedra nueva.
Capilla Real de Granada. FOTOGRAFÍAS: TARMA.

F.1. SIMPLIFICACIÓN DE VOLÚMENES PARA REPOSICIÓN DE PIEZAS TALLADAS

De acuerdo con los criterios de las cartas de restauración, las partes nuevas de la intervención se deben diferenciar a simple vista de las originales. Una opción interesante para los casos de reposición de elementos pétreos es la simplificación geométrica de las formas y volúmenes de los elementos decorativos para evitar una imitación.

Un procedimiento aconsejable consiste en realizar un estudio volumétrico del elemento para simplificar las líneas generales. De esta forma, la recreación tiene la misma entidad que su original, pero se recurre a volúmenes de geometría variable que se asemejan a los detalles de tipo vegetal. De este modo, la imagen global es más sencilla, pero se capta plenamente el conjunto de la decoración.

Es interesante realizar un modelo digital en 3D para evaluar el grado de simplificación más adecuada. Así, se pueden visualizar diferentes soluciones antes de proceder a su fabricación.

Las piezas de piedra seleccionada se tallan in situ, aunque es conveniente realizar una parte del trabajo en un taller bien organizado a pie de obra o en un lugar externo produciendo el afinado en la posición final.

Una vez hecha, se coloca la piedra en la que previamente se han preparado las líneas de talla principales. El último ajuste de tallado se produce cuando la pieza ya está instalada. Como hay que



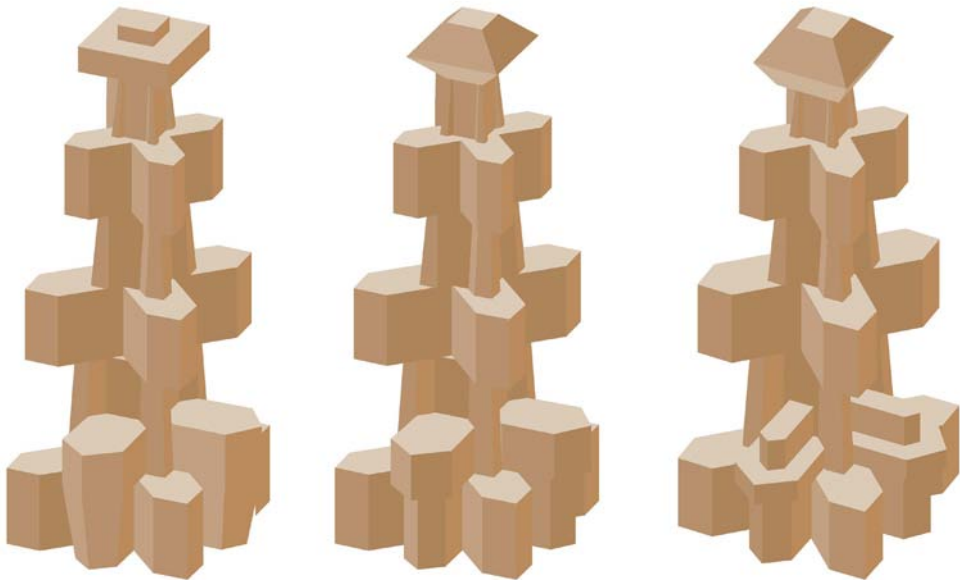
Simplificación de pináculos en el Hospital Real, Granada.



adaptarse al resto de piezas originales, primero se hace coincidir los planos principales, ya que los detalles se pueden perfilar una vez colocada en obra.

Tras la colocación y el pegado, se cosen las partes adheridas con vástago de acero inoxidable o varilla de fibra de vidrio, según las indicaciones del apartado C de este protocolo. Luego se ajusta el color de la piedra y se sella con el mortero tradicional de cal.

496



Opciones de simplificación volumétrica para pináculos de reposición en piedra natural. Hospital Real, Granada



Talla de piezas de piedra en obra. Hospital Real, Granada.



Proceso de tallado de una pieza para crestería con simplificación media. Capilla Real de Granada. FOTOGRAFÍAS: TARMA.



Taller a pie de obra



Colocación de la pieza.
Capilla Real de Granada



Pieza nueva de crestería colocada.
Capilla Real de Granada.

G. TRATAMIENTO DE FISURAS Y JUNTAS

El rejuntado de los materiales pétreos, en muchos casos, desaparece o se degrada, de forma que se convierte en una vía permanente de penetración de agua y debilidad potencial de la estructura. Por otro lado, el sistema de microfisuras y fisuras debe tenerse en cuenta como punto débil del material, ya sea natural o provocado por movimientos o reparaciones poco adecuadas.

G.1. TRATAMIENTO DE FISURAS

El sellado de fisuras se realiza mediante un mortero tradicional con árido fino o con mortero tipo PLM, en función de su amplitud, para evitar la penetración de agua.



Fisuras en piedra tallada.



Resultado final tras la restauración. Capilla Real de Granada. FOTOGRAFÍAS: TARMA.

G.2. TRATAMIENTO DE JUNTAS

Se realiza con mortero tradicional de cal. Previamente, debe eliminarse el que se encuentre en mal estado o proceda de intervenciones precedentes inadecuadas. En juntas demasiado anchas y expuestas a los fenómenos de erosión causados por agua o viento, el raspado debe ser mayor. La introducción del mortero se realiza ejerciendo presión. En los casos en los que la junta esté muy deteriorada, se pueden hacer inyecciones con mortero tipo PLM para asegurar la colmatación del hueco. Es conveniente conocer y registrar la anchura original de la junta evitando modificaciones que puedan variar la imagen final de la fábrica.



Tratamiento de llagueado con mortero de cal. Capilla Real de Granada.

H. INYECCIONES

La inyección es el procedimiento a partir del cual se introduce material líquido o viscoso en el seno de una cavidad donde fragua finalmente mediante un tubo o conducto. Permite restablecer la solidez y propiedades mecánicas de un material.

Generalmente, en piedra se usa mortero tipo PLM. Si es posible, se limpia muy bien el orificio de entrada o la grieta, soplando con aire. Una vez limpio, se humecta la zona con agua y alcohol al 50 %, para que el mortero penetre mejor. Después, se inyecta y se sella con mortero de cal o con el propio PLM. En caso de que quede visto, debe pigmentarse en masa o entonarse superficialmente. La viscosidad de los morteros se puede controlar mediante la adición de agua, pero dentro de los límites establecidos en la ficha técnica del producto.

La inyección también se puede hacer con mortero de cal, pero depende del hueco y de lo accesible que sea.



Inyección de mortero PLM en una fisura.



Inyección de mortero PLM en la cavidad de un pináculo. Capilla Real, Granada.
FOTOGRAFÍAS: TARMA.

I. BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

Álvarez de Buengo Ballester, M. y González Limón, T. 1994, Restauración de edificios monumentales, CEDEX, Centro de Estudios y Experimentación de Obra Públicas, Madrid.

Mas i Barberá, X. 2010, Conservación y Restauración de Materiales Pétreos. Diagnóstico y tratamientos, Universitat Politècnica de Valencia.

C05/

PROTOCOLO DE RESTAURACIÓN DE VIDRIERAS

NOTA:

Los protocolos de caracterización A01, A02, A03 y A04 no se adjuntan en este protocolo compuesto por ser idénticos a los incluidos en el protocolo C02, aunque forman parte del mismo.

P04

Patrón de directrices para la restauración y conservación de vidrieras

DESCRIPCIÓN

Establecimiento de las pautas más relevantes para la conservación y restauración de vidrieras de cualquier época.

> **Protocolos relacionados:** B20, B21

PALABRAS CLAVE

Conservación / planificación / restauración / vidriera.

OBJETIVOS

Servir de referencia para los profesionales de la conservación y restauración, así como de fuente de información para las personas consultoras o propietarias e instituciones responsables de la intervención. El protocolo que se desarrolla a continuación constituye un marco de referencia para cualquier trabajo que se vaya a desarrollar sobre las vidrieras presentes en monumentos y otros bienes inmuebles de interés. Estas tienen la consideración de patrimonio mueble de alto valor, con independencia de su época, y exigen precauciones singulares para no actuar en ellas de forma irreversible. El protocolo no pretende, por tanto, dar cabida de forma integral a este complejo mundo de intervención, convenientemente contemplado en el *Corpus Vitrearum* y en la bibliografía específica existente sobre el tema, sino que constituye una guía para abordar las problemáticas más comunes propias de este ámbito.

A. INVESTIGACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

Debido a la extrema delicadeza de las vidrieras, las intervenciones que se desarrollen en ellas requieren la máxima profesionalización. Para ello, es conveniente reunir a especialistas cualificados que determinen sus valores y dispongan las estrategias y precauciones necesarias para realizar una conservación adecuada. De acuerdo con este enfoque, el primer paso es conocer su historia, función, materiales y técnicas, intervenciones y estado actual.

También, con carácter previo a una intervención, deben llevarse a cabo los estudios técnicos y análisis científicos de los materiales, productos de alteración y añadidos. Los resultados de esta investigación preliminar constituyen la base de los futuros trabajos de restauración y conservación, ya que durante esta etapa deben definirse los objetivos, tratamientos y estrategias de conservación a largo plazo.

Los criterios de intervención se encuentran sometidos a los códigos precisos recogidos en el *Corpus Vitrearum*, guía establecida en 1989 por el *Internacional Committee of Corpus Vitrearum for the Conservation of Stained Glass* en asociación con el *Stained Glass Committee of ICOMOS*.

De acuerdo con el corpus citado, es obligatorio reunir y registrar minuciosamente todo el proceso: investigación inicial y métodos, materiales y técnicas empleadas durante la intervención. Además, se debe garantizar la conservación de esta documentación y su accesibilidad a largo plazo.

B. CONSERVACIÓN PREVENTIVA

Las actuaciones sobre las vidrieras tienen un apoyo fundamental en la conservación preventiva por la delicadeza de los materiales vítreos y situaciones expuestas de las estructuras. Las recomendaciones van dirigidas, en su mayor parte, a evitar los deterioros en el lugar de su emplazamiento y en las ubicaciones temporales durante los procesos de intervención. Lo recomendable, según el Corpus Vitrearum, es establecer un plan de mantenimiento con pautas de revisión. A continuación, se citan algunos de los aspectos más importantes a incluir en dicho plan:

- Determinación del estado de los huecos donde se emplazan las vidrieras. Resulta esencial valorar las condiciones de contorno, incidiendo especialmente en el encuentro inferior del hueco (alféizar) y en los morteros de recibido, cuyas condiciones de elasticidad y llenado de la junta se consideran fundamentales.
 - Control de la malla o dispositivo de protección: fijación del telar al hueco, ausencia de oquedades, y estado general de la malla y del marco.
 - Conservación de las estructuras sustentantes, generalmente realizadas en hierro forjado, y del entramado o matriz de plomo u otros metales maleables de los paneles de vidrio.
 - Valoración del estado de los paneles vítreos para detectar cualquier anomalía o evolución negativa.
 - Establecimiento de las condiciones de las tareas de mantenimiento.
 - Definición de los contenidos de los informes emitidos a propósito de este mantenimiento.
- Seguidamente, se exponen los apartados que se consideran ineludibles: fecha, profesionales redactores participantes en la inspección, motivaciones para el reconocimiento, resultados y recomendaciones.

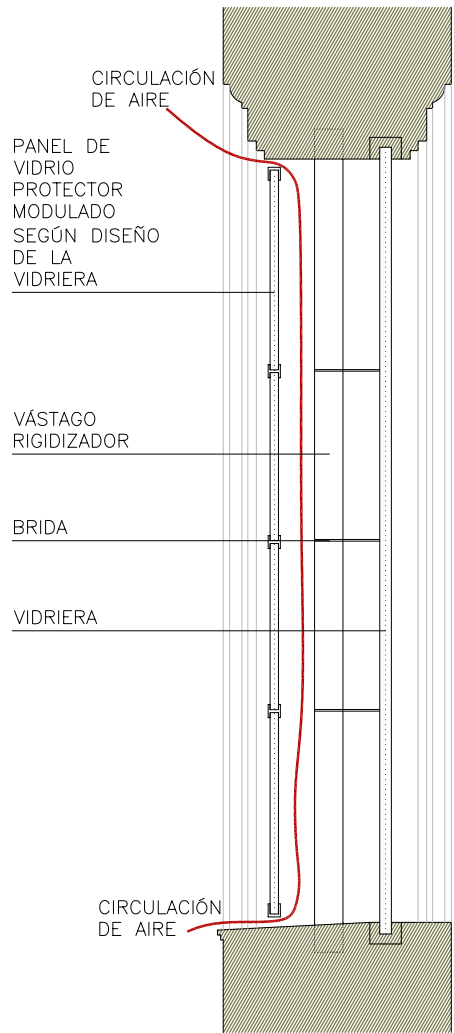
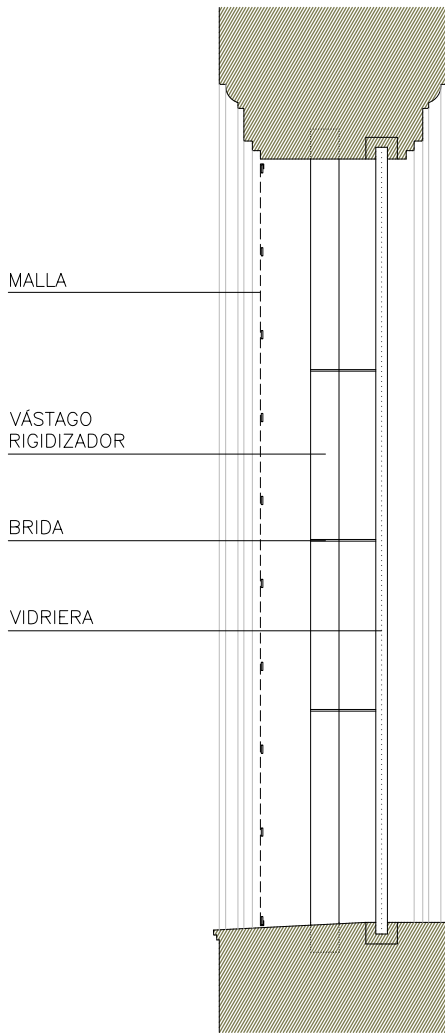
B1 ACRISTALAMIENTO DE PROTECCIÓN

Cada vidriera y su dispositivo de protección deben ser considerados de forma individualizada. Para ello, se analizan las condiciones de su emplazamiento, conservación, exposición a los agentes degradantes y visualización interna y externa, entre otros aspectos.

El sistema más aceptado para la conservación preventiva de las vidrieras es la instalación de un acristalamiento de protección, con ventilación pasiva, para aminorar el efecto de las acciones mecánicas (impactos de aves, por ejemplo) y ambientales (temperatura, humedad y polución atmosférica, principalmente).

La protección mediante un mecanismo eficaz tiene una gran importancia porque, una vez estudiada la mejora del comportamiento de la vidriera, disminuyen sus demandas de intervención al proporcionarle una mayor estabilidad. Al mismo tiempo, la adopción de un método estanco de protección del hueco facilita la remoción de una vidriera en caso de que tenga que restaurarse en un taller. Esto no ocurre con las protecciones habituales de malla que obligan a obstruir provisionalmente el hueco para poder desmontar la vidriera.

Las protecciones de malla metálica son sistemas preventivos muy frecuentes en las vidrieras. En el caso de la Catedral de Granada, están realizadas con pletina de hierro forjado y malla de hilo de cobre trenzado a mano. Pese a la imposibilidad de evitar totalmente algunas agresiones, su funcionamiento se considera bastante correcto. Tampoco logran aminorar los efectos de la climatología o polución, por lo que es conveniente sustituirlas por una protección más eficaz a medio plazo.



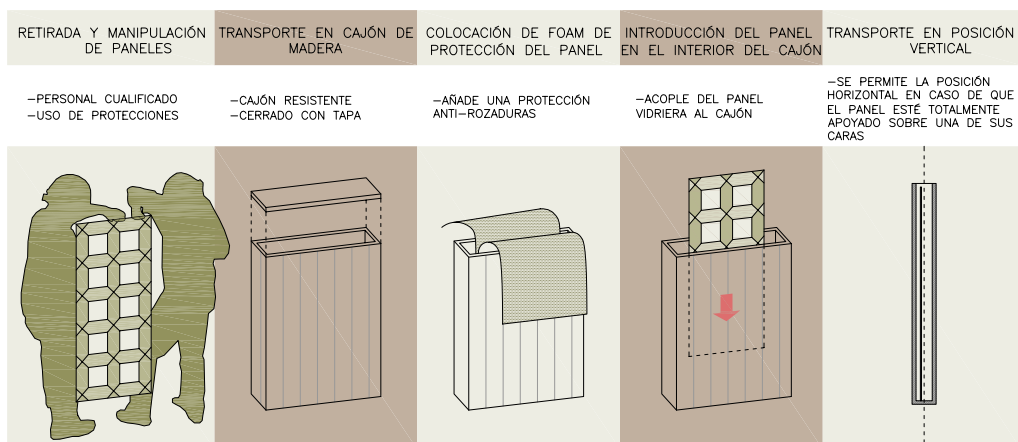
Vidriera protegida de forma tradicional por malla metálica contra las aves (izquierda). Solución mediante acristalamiento especial con formación de cámara ventilada para circulación del aire (derecha).



Protección de malla metálica en una vidriera. Tambor de la cúpula del transepto. Catedral de Jaén.

B2 MANIPULACIÓN, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y VISUALIZACIÓN

Las vidrieras deben ser manejadas por personal especialmente cualificado. Durante el tránsito, es recomendable que sus paneles se coloquen en posición vertical dentro de un cajón sólidamente construido. Aquellos que presenten una matriz de metal inestable o descompuesta, alteraciones en la composición del panel vítreo, tamaño de piezas reducido y fragmentos resultantes de una rotura, se pueden embalar y colocar en posición horizontal. En el lugar de almacenamiento, ya sea en posición vertical u horizontal, los paneles deben apoyarse completamente en toda su superficie. Los materiales de las cajas de embalaje, los lugares para el almacenaje y cualquier otro dispositivo con el que la vidriera protegida tenga contacto deben elegirse a conciencia y partiendo de un conocimiento profundo de su estabilidad química, comportamiento ante las variaciones de humedad y temperatura y propiedades abrasivas.



Proceso de desmontaje, protección y transporte de un panel de vidriera

C. INTERVENCIÓN DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN

Los tratamientos que se apliquen sobre una vidriera deben tener en cuenta su habitual integración en un conjunto, considerando su valor histórico, simbólico y expresivo, su técnica de ejecución y su problemática concreta de conservación. Las actuaciones programadas se dirigirán específicamente a cada elemento evitando acciones generalizadas que no estén debidamente justificadas y consensuadas. El procedimiento a seguir requiere, en todos los casos, la debida reflexión y consulta a especialistas por parte de los responsables de los trabajos, y la exhaustiva documentación de todo el proceso.

C1 EL ACCESO, LA CONSERVACIÓN IN SITU Y EL TRATAMIENTO ANTES DE LA RETIRADA

Durante el examen y tratamiento de cada elemento, es primordial preparar un acceso mediante un andamiaje seguro colocado a ambos lados del vitral. Este aspecto previo constituye uno de los más complejos en el contexto de las tareas dirigidas al examen e intervención de una vidriera, debido a las dificultades de acceso que presentan los emplazamientos. Asimismo, los movimientos de los vitrales y de las estructuras portantes deben realizarse con prudencia y seguridad examinando el recibido perimetral, ya que muchos morteros antiguos pueden haberse reemplazado por compuestos rígidos,

de tipo cementoso, cuya remoción es muy delicada. Para ello, es conveniente aplicar técnicas de conservación in situ que consoliden los vitrales de forma preventiva y removible antes de proceder a su extracción.

C2 TRATAMIENTO DE SUPERFICIES DE CRISTAL

Los tratamientos de la superficie del vidrio y su decoración forman parte de una intervención especializada cuyos parámetros se presentan a continuación:

- Examen para identificar materiales originales, alteraciones y añadidos.
- Estudio de la corrosión como parte del proceso evolutivo e historia del material.
- Conservación del vidrio, con preferencia a la transparencia, tratando la corrosión y los depósitos acumulados.
- Limpieza controlada, localizada y rigurosa.
- Contraindicación respecto al uso de papetas o inmersiones para el tratamiento del material vítreo.
- Consolidación de pintura cuando haya peligro inminente de pérdida.
- Prohibición expresa del uso del recocado.

C3 TRATAMIENTO DE PÉRDIDAS Y ADICIONES POSTERIORES

Las pérdidas, sustituciones y añadidos sufridos por las vidrieras constituyen una parte muy importante de su historia y deben ser un aspecto troncal del estudio y documentación previos a la intervención. Las inserciones, restauraciones de pinturas o sustituciones de adiciones anteriores únicamente son factibles cuando estén totalmente justificadas. En tal caso, debe quedar constancia documental expresa de dichas operaciones. Cualquier tratamiento debe aplicarse de acuerdo con los principios básicos de reversibilidad y mínima intervención asegurando el correcto comportamiento y envejecimiento de los materiales introducidos. Las adiciones deben identificarse con fecha, firma o simbología equivalente.

C4 CONSOLIDACIÓN ESTRUCTURAL

Una parte fundamental de la conservación de las vidrieras se dirige a asegurar sus estructuras y la relación que mantienen con la fábrica arquitectónica.

Normalmente, existe una estructura de sujeción que arriostra la vidriera, aspecto fundamental por la influencia del viento y otras acciones mecánicas. En muchas vidrieras este tipo de sostén está separado del plano del vitral, al que se une mediante bridas o conectores. Las estructuras primaria y secundaria, realizadas frecuentemente con elementos lineales de hierro forjado (pletinas y redondos), forman parte de la composición y mantienen una delicada y sutil relación con las piezas de material vítreo, cuyo entramado, realizado con metales maleables, se denomina matriz.

D. OBSERVACIONES GENERALES

Para más información: Corpus Vitrearum Medii Aevi (<http://www.corpusvitrearum.org/>). *Nuremberg: Guidelines for the Conservation and Restoration of Stained Glass* 2004 [en línea]. Disponible en Internet: <http://www.cvma.ac.uk/conserv/index.html> [Fecha de acceso: 13 de noviembre de 2012].

R02

Ficha de analítica. Mortero histórico

Morteros de sellado de paños y encuentro con muros. Vidrieras. Catedral de Granada

DATOS GENERALES

OBRA

SITUACIÓN Plaza de las Pasiegas s/n, Granada

CONTRATISTA

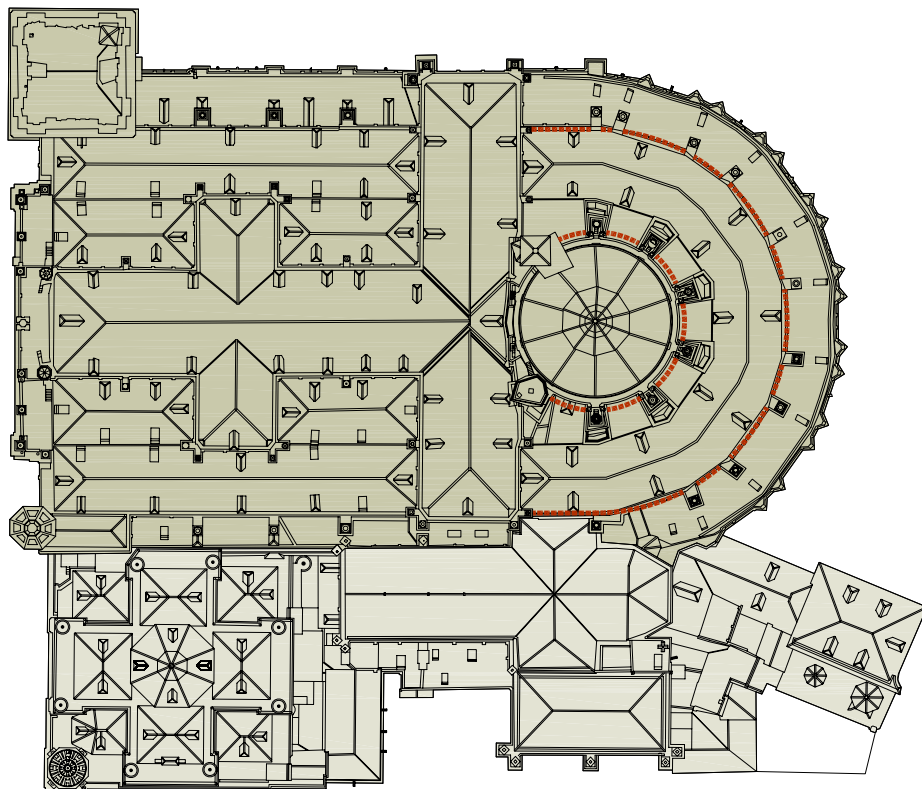
A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA MORTERO 1, MORTERO 2, MORTERO 3

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 1996

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Sellado de paños de vidriera: muestras de MORTERO 1 y MORTERO 2. Encuentro con el muro: MORTERO 3

SITUACIÓN Cabecera de la Catedral de Granada



Emplazamiento de las vidrieras. Capilla Mayor. Catedral de Granada.

FOTOGRAFÍAS



Mortero de paños del vitral. Catedral de Granada.



Mortero de encuentro entre vidriera y alféizar del hueco. Catedral de Granada.

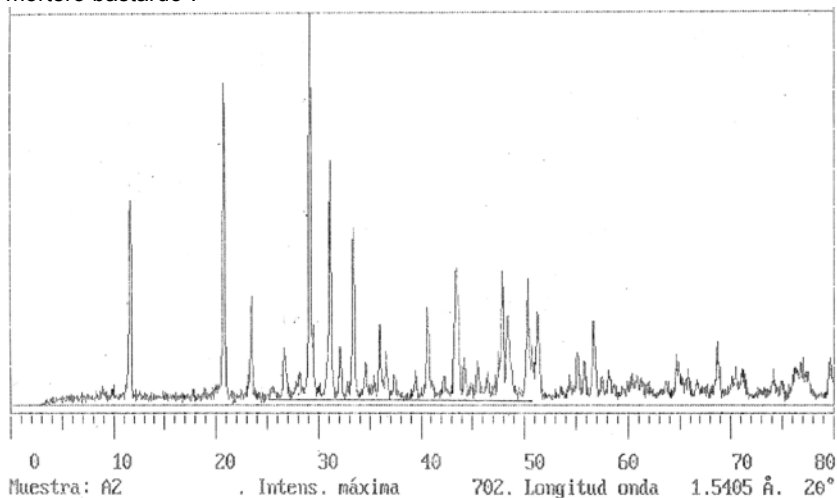
B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Centro de Instrumentación Científica de la Universidad. Analítica realizada a petición de Francisco José Martín Peinado, Licenciado en Ciencias Geológicas.

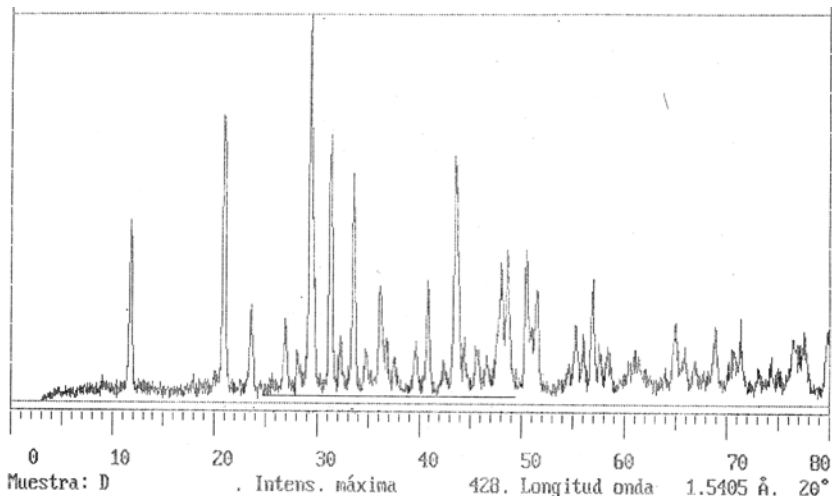
FECHA DEL INFORME 1996

ANALÍTICA REALIZADA Examen difractograma de rayos X (DRX) y LD
INFORME

Se examinan tres morteros y se comprueba que son bastante semejantes en su composición. El árido usado para la mezcla está constituido por cuarzo y material carbonatado (Dolomita principalmente), mientras que los aglomerantes son yeso y cal. Estos componentes corresponden a un "mortero bastardo".



Difractograma de la muestra de sellado de paños MORTERO 2.



Difractograma de la muestra de encuentro con el muro MORTERO 3.

También, se realiza un análisis semicuantitativo de los difractogramas obteniendo los porcentajes relativos a las especies minerales con un margen de error de $\pm 5\%$ en los resultados.

Sellado de paños	MORTERO 1	Calcita	40 %
		Yeso	20 %
		Cuarzo	15 %
		Dolomita	25 %
	MORTERO 2	Calcita	35 %
		Yeso	30 %
		Cuarzo	10 %
		Dolomita	25 %
Encuentro con muro	MORTERO 3	Calcita	40 %
		Yeso	25 %
		Cuarzo	10 %
		Dolomita	25 %

C. CONCLUSIONES

Del análisis efectuado, se deriva que los dos tipos de morteros muestreados en el sellado de los paños son de idéntica composición cualitativa. Los valores relativos de las distintas fracciones minerales entran dentro de los márgenes de error asumibles. La composición del mortero localizado en el encuentro con los muros es la misma que en el caso anterior. Como resultado, se verifica el empleo de morteros de baja resistencia y correcta flexibilidad para evitar las afecciones de las vidrieras generadas por los movimientos de sus soportes. El estado de conservación es deficiente.

R14

Ficha de analítica. Metales

Vergas de plomo. Vidrieras. Catedral de Granada

DATOS GENERALES

OBRA

SITUACIÓN Plaza de las Pasiegas s/n, Granada

CONTRATISTA

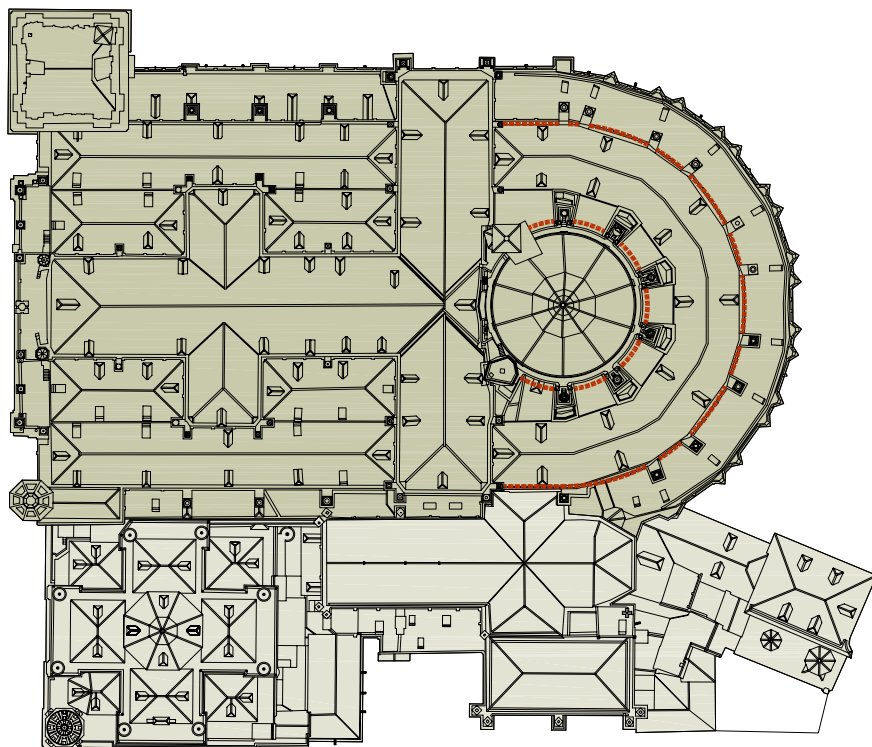
A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA PLOMO

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 1996

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Vergas de plomo: segmentos utilizados para unir y asegurar las piezas de vidrio pertenecientes a las vidrieras de la Catedral de Granada. La trama que forman las vergas realizadas con dicho material se denomina matriz de plomo.

SITUACIÓN Cabecera de la Catedral de Granada



Emplazamiento de las vidrieras. Capilla Mayor. Catedral de Granada.

FOTOGRAFÍA



Matriz de plomo visible desde el exterior. Vidriera. Catedral de Granada.

B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada. Analítica realizada a petición de Francisco José Martín Peinado, Licenciado en Ciencias Geológicas.

FECHA DEL INFORME 1996

ANALÍTICA REALIZADA Microscopía electrónica de barrido (SEM) con microanálisis incorporado (EDX) efectuada para conocer la composición química de las vergas.

INFORME

Al proceder a la recogida in situ de la muestra, se observa que las uniones entre las piezas de vidrio presentan algunos bordes levantados y excrecencias bien definidas a lo largo de los contornos. No obstante, el análisis permite verificar el buen estado que presenta la estructura interna de la porción extraída.

C. CONCLUSIONES

Ausencia de afecciones en la estructura interna de las vergas.

R14

Ficha de analítica. Metales

Material de aporte para la soldadura de la matriz de plomo. Vidrieras. Catedral de Granada

DATOS GENERALES

OBRA

SITUACIÓN Plaza de las Pasiegas s/n, Granada

CONTRATISTA

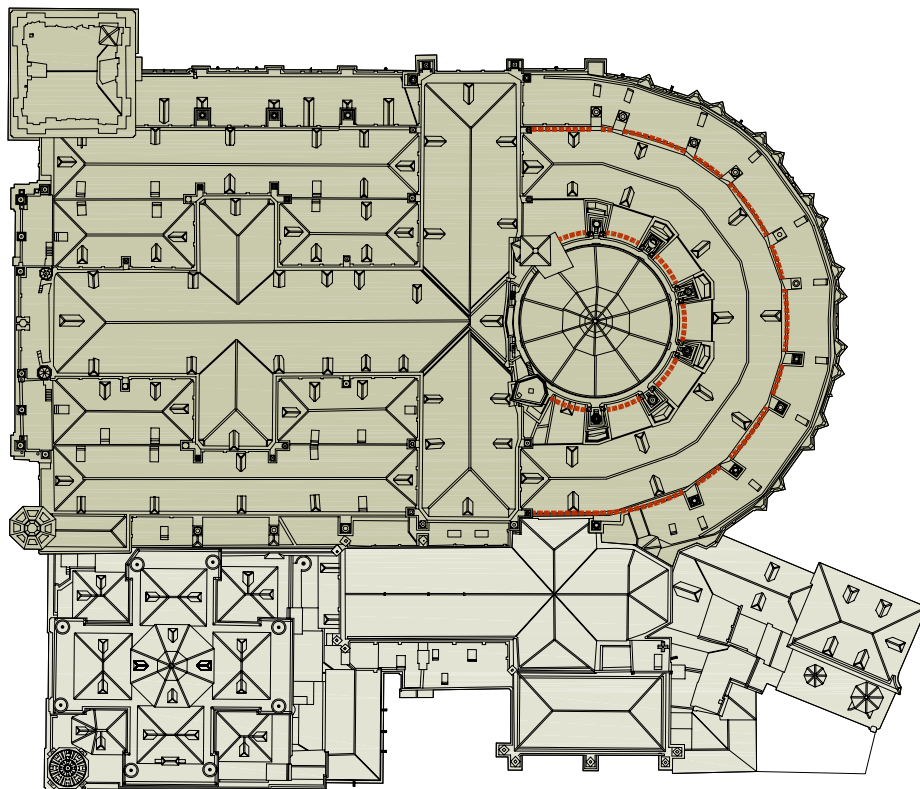
A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA ESTAÑO

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 1996

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Material de aporte para la soldadura de las vergas de plomo de las vidrieras de la Catedral de Granada.

SITUACIÓN Cabecera de la Catedral de Granada



Emplazamiento de las vidrieras. Capilla Mayor. Catedral de Granada.

FOTOGRAFÍA



Detalle de la matriz de plomo y del material de aporte para las soldaduras. Vidriera. Catedral de Granada.

516

B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

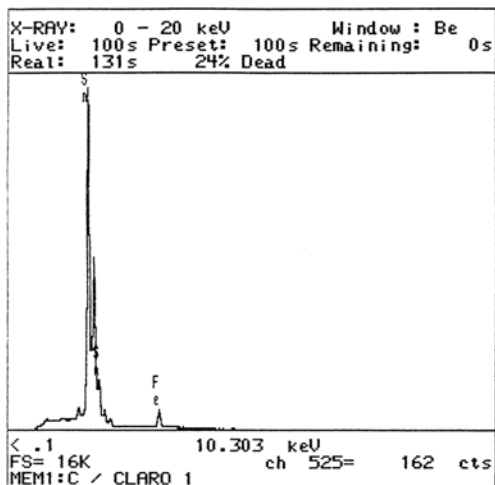
NOMBRE DEL LABORATORIO Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada. Analítica realizada a petición de Francisco José Martín Peinado, Licenciado en Ciencias Geológicas.

FECHA DEL INFORME 1996

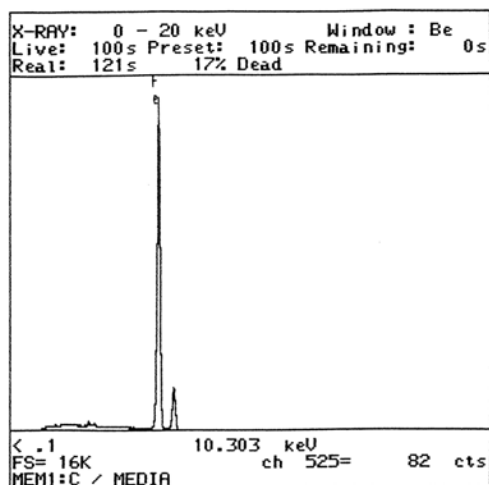
ANALÍTICA REALIZADA Microscopía electrónica de barrido (SEM) con microanálisis incorporado (EDX) efectuada para conocer la composición química del material de aporte de las soldaduras antes citadas.

INFORME

El material es estaño.

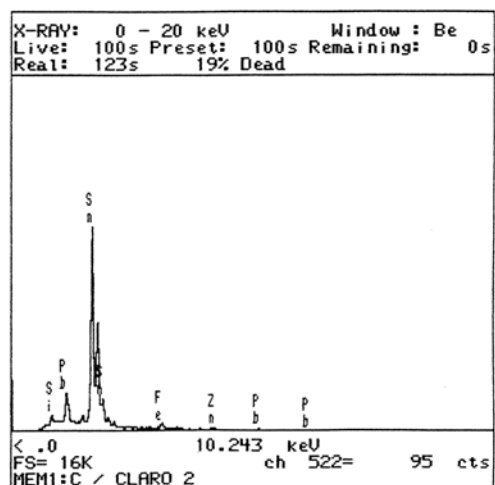


Espectro de la muestra CLARO 1.



Espectro de la muestra MEDIA.

Al proceder a la recogida in situ de la muestra, se observa que los ligantes aparecen, en muchos casos, prácticamente recubiertos en superficie por óxido de hierro.



Espectro de la muestra CLARO 2.

También, presentan manchas localizadas de plomo procedentes de los elementos próximos, pero en menor proporción.

C. CONCLUSIONES

Ausencia de afecciones en la estructura interna del material.

R14

Ficha de analítica. Metales

Estructura de vidriera. Capilla Mayor. Catedral de Granada

DATOS GENERALES

OBRA

SITUACIÓN Plaza de las Pasiegas s/n, Granada

CONTRATISTA

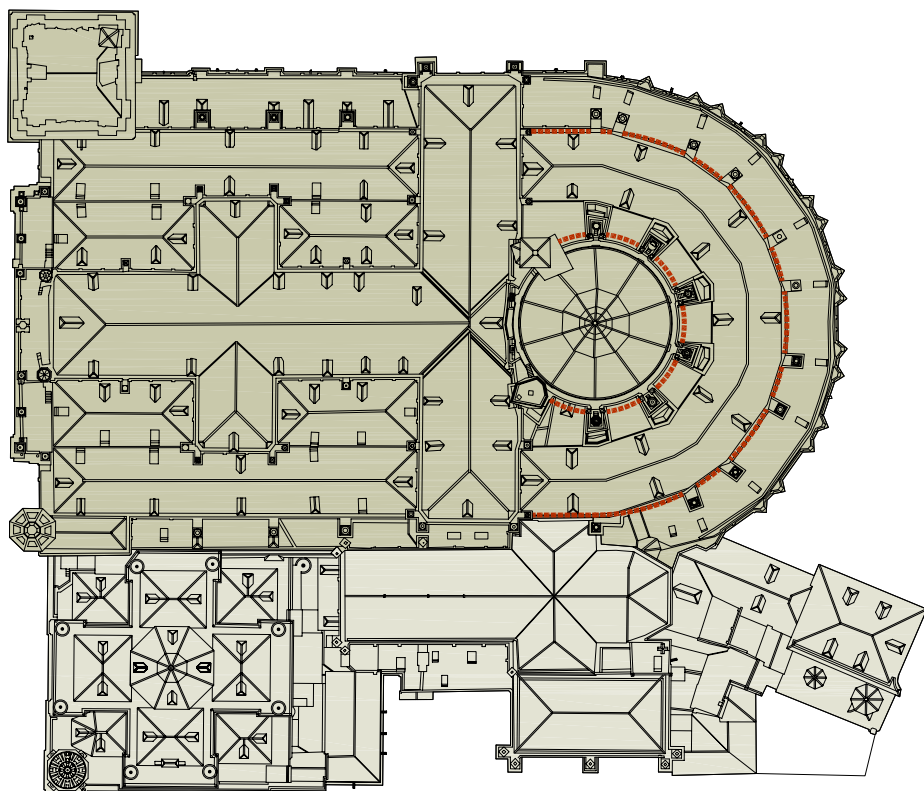
A. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

REFERENCIA DE LA MUESTRA HIERRO

FECHA DE ENVÍO A LABORATORIO 1996

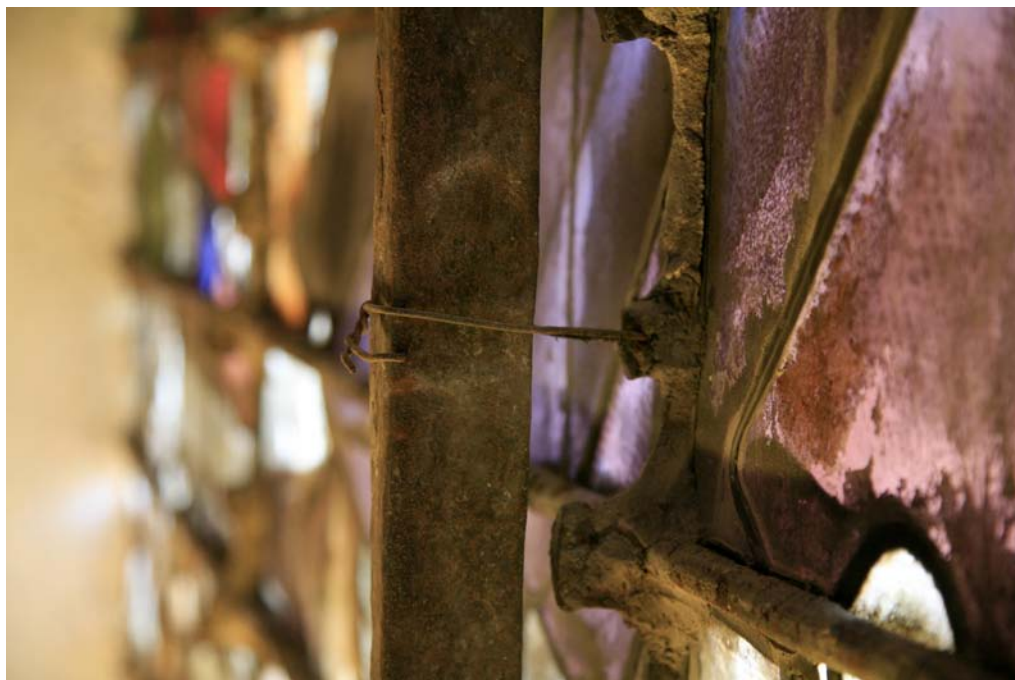
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Varillas metálicas de las vidrieras de la Catedral de Granada

SITUACIÓN Cabecera de la Catedral de Granada



Emplazamiento de las vidrieras. Capilla Mayor. Catedral de Granada.

FOTOGRAFÍA



Estructura de hierro forjado (pletina) de un vitral. Catedral de Granada

B. ANÁLISIS DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL LABORATORIO Centro de Instrumentación Científica de la UGR a petición de Francisco José Martín Peinado, licenciado en Ciencias Geológicas

FECHA DEL INFORME 1996

ANALÍTICA REALIZADA Microscopía electrónica de barrido (SEM) con microanálisis incorporado (EDX) con el fin de conocer su composición química

INFORME

Muestran un grado de oxidación importante, que llega a afectar puntualmente a la estructura de alguna de ellas. Presenta corrosiones de diverso grado de intensidad.

C. CONCLUSIONES

De los metales estudiados que componen la estructura de la vidriera, el hierro forjado que arma los paneles de vidrio es el que se encuentra en peor estado debido a su mayor vulnerabilidad a los procesos de oxidación-reducción.

B20

Protocolo básico para el estudio previo de vidrieras

DESCRIPCIÓN

Las intervenciones sobre vidrieras requieren la realización de prediagnósticos específicos, entre los que destacan el conocimiento del bien y su evolución en el tiempo (estudio histórico-documental), y su caracterización constructiva (identificación de elementos originales, materiales, estructura y afecciones).

La intervención en la estructura de las vidrieras es bastante compleja, debido a la delicadeza de los paneles vítreos. Por otra parte, es necesario que sus recibidos en el hueco sean elásticos. En cualquier caso, las piezas deben permanecer sujetas evitando, al mismo tiempo, las tensiones que les produzcan deformaciones o fracturas.

>Protocolos relacionados: P 04 / B 21

PALABRAS CLAVE

Emplomado / chaveta/ estructura / matriz / plomo / vidriera / vidrio

OBJETIVOS

Este protocolo sirve como orientación para realizar estudios aplicados a la problemática que presentan las vidrieras de monumentos y edificios de interés. Incluye directrices para abordar su conocimiento, analizar su estado de conservación, adoptar medidas básicas para corregir y frenar sus deterioros, y formular una posible intervención integral.

A. TOMA DE DATOS PREVIA

Estudio de la vidriera y de su estado de conservación.

A. 1. ANÁLISIS HISTÓRICO-DOCUMENTAL

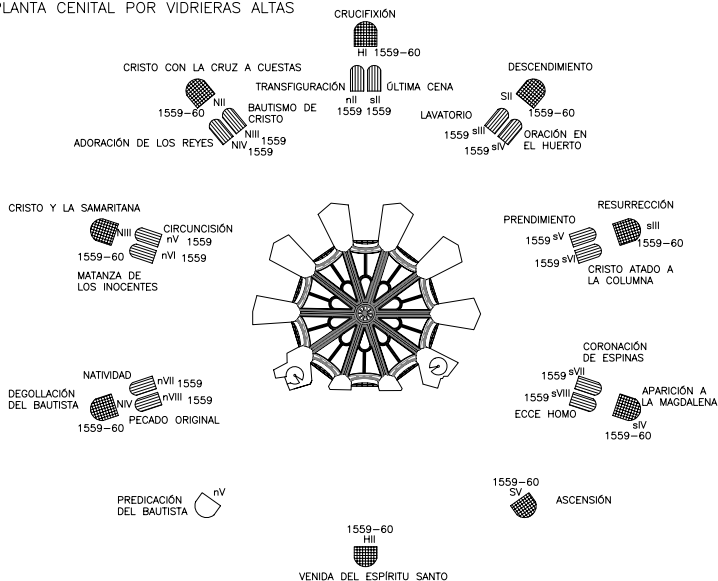
Es fundamental para conocer cada vidriera y su papel en el conjunto, así como las intervenciones a las que ha estado sometida a lo largo del tiempo. Se aconseja asistirlo con la contribución de personal técnico especializado en el tratamiento de vidrieras para ofrecer una visión más completa. Las pautas orientativas son las siguientes:

A.2. REGISTROS GRÁFICOS

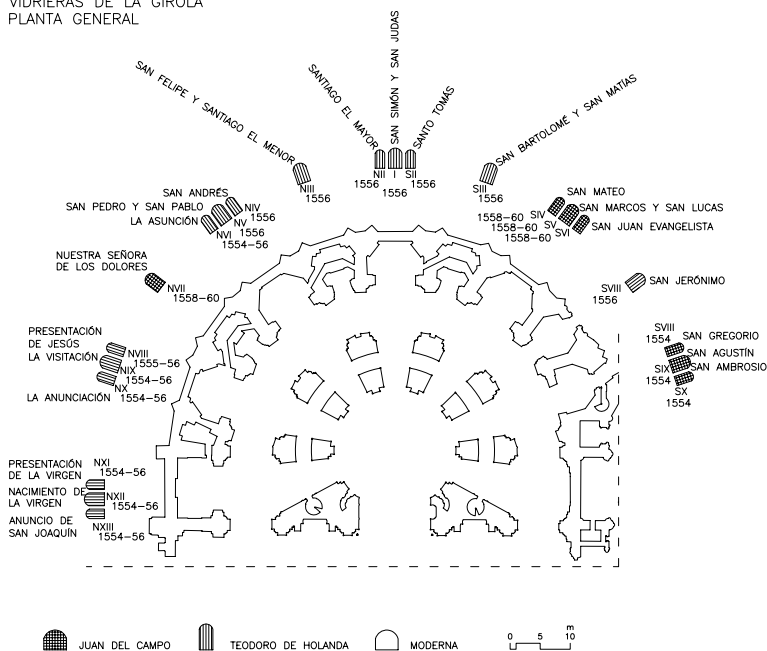
Esquema de conjunto. Identificación general de las vidrieras en un inmueble

Desde un punto de vista operativo, es conveniente disponer de un plano básico descriptivo que presente la localización de las vidrieras en el edificio y su denominación.

VIDRIERAS DE LA CAPILLA MAYOR
PLANTA CENTAL POR VIDRIERAS ALTAS



VIDRIERAS DE LA GIROLA
PLANTA GENERAL



Esquema de distribución de las vidrieras de la Catedral de Granada. Redibujado a partir del estudio de Víctor Nieto Alcaide.

Esquema de detalle de vidriera. Referencia de los elementos que la componen

De acuerdo con los criterios establecidos en el Corpus Vitrearum, es necesario identificar los elementos que componen una vidriera empleando una denominación basada en letras y números. Dicha asignación permite individualizar las acciones de análisis e intervención registrándolas en una ficha. De esta forma, queda constancia de la sistemática seguida durante el desarrollo de los trabajos.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A													
B													
C													
D													
E													
F													
G													
H													
I													
J													
K													
L													
M													
N													
Ñ													
O													
P													

Sistema de identificación empleado en la restauración de la vidriera de la Casa Maumejean localizada en el Palacio de Bibataubín de Granada (2009-2010). Este elemento se suspende como falso techo bajo la lucerna que cierra el patio en una intervención realizada en 1958.

Reportaje fotográfico

Es un instrumento fundamental para documentar el estado de la vidriera a lo largo de todo el proceso de intervención. Se aconseja incidir especialmente en el estado previo y final tras la restauración. Es conveniente tomar vistas completas del lugar ocupado por el elemento en el inmueble, imágenes por cada una de sus caras (interior y exterior) y detalles de sus deterioros y patologías. También, debe quedar reflejado, de forma ordenada, el propio proceso de intervención. Es imprescindible realizar esquemas de localización de cada fotografía.

Las fotografías para documentar de forma adecuada el estado de la vidriera responden al manejo de dos tipos de luz:

- Luz transmitida: está relacionada con el efecto estético que provoca el elemento. Pasa de un medio en el que está la fuente de luz, el exterior en el caso habitual de una vidriera; a otro, localizado en el interior donde se sitúa el observador. En este particular, la fotografía debe captarse con luz natural, sin grandes contrastes, ni exposición directa al soleamiento.
- Luz reflejada: se proyecta sobre la vidriera sin interferencia de la luz natural. Esta iluminación tiene un propósito técnico y permite identificar cualidades de diseño y problemas de conservación menos evidentes cuando se usa luz transmitida.

Se recomienda combinar fotografía y esquema de la vidriera para realizar un primer trabajo de campo. Las fotografías exteriores son especialmente interesantes para observar con detalle la forma y distribución de los paneles, y realizar un dibujo patrón de la vidriera. Conviene numerar los elementos que la componen de arriba abajo y de izquierda a derecha recurriendo a la denominación basada en letras y números.

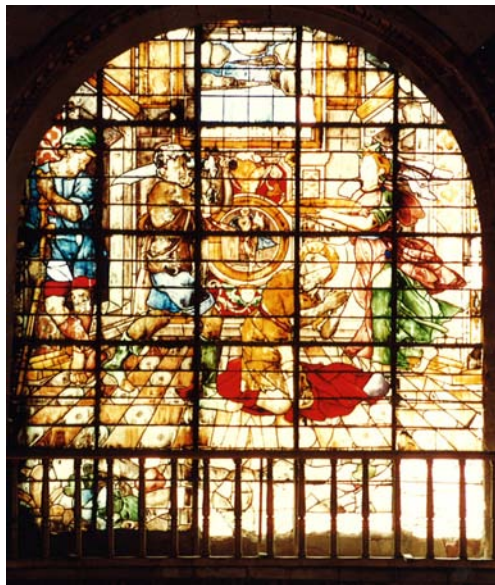
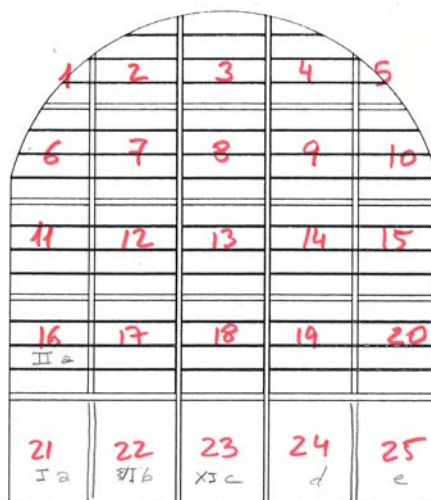
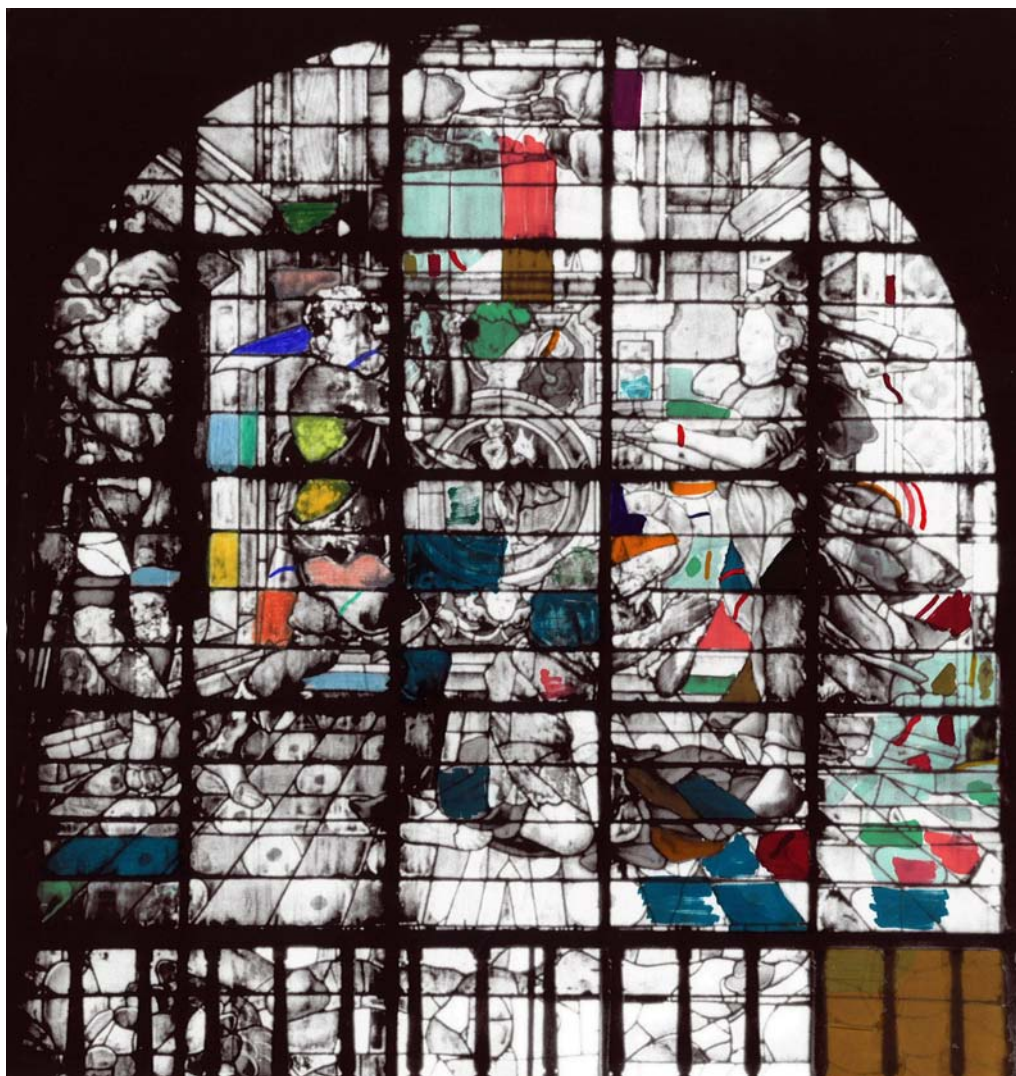


Imagen interior de la vidriera “Degollación del Bautista”, Catedral de Granada.



a b c d e

Numeración de sus paneles en un esquema de trabajo de campo. Es preferible el uso de letra y número.



Identificación inicial de patologías mediante colores sobre una fotografía en blanco y negro de la vidriera.

A.3. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

Resulta muy útil realizar el análisis de caracterización en laboratorio de los distintos elementos que componen las vidrieras. Los ensayos deben acogerse a un plan de trabajo diseñado especialmente para cada caso. Inicialmente, son convenientes los de morteros, metales y eventuales sellados. Los análisis de vidrios y grisallas corresponden a una tipología, más específica, dirigida a determinar la constitución y patologías del material vítreo. También, es necesario someter a ensayo los elementos y materiales nuevos utilizados en las restauraciones precedentes.

Para realizar una primera aproximación a los aspectos básicos de sujeción y contorno, se recomienda efectuar las pruebas recomendadas en los protocolos de análisis.

>Ver los protocolos A 01 / A 02 / A 03 / A 04 / R 14



Corrosión de plomo de las vidrieras de la Catedral de Granada.

Este acercamiento permite establecer una primera estimación de las alteraciones y agentes que las han provocado para disponer las medidas de conservación preventiva anticipatorias de una posible intervención.

A.4. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

La alteración de la estructura causa deformaciones y roturas en las vidrieras, ya que implica la aparición de tensiones que no pueden ser absorbidas por las piezas de vidrio, las cuales suelen tener espesores muy reducidos (1,5 mm – 3,5 mm). El plomo con el que se produce el montaje del panel vítreo se deforma con facilidad, pues acompaña a los cambios que experimenta el plano vertical de la vidriera proyectando las tensiones en el vidrio, que suele romperse o expulsarse de la vidriera. Con el tiempo, el plomo envejece, se corroe y cambia su ductilidad pese a ser un material bastante estable. Las intervenciones suelen contemplar reparaciones de las vergas de plomo para asegurar la estabilidad de las vidrieras.



Detalle de vidrio fracturado por tensiones, Catedral de Granada.

El estudio de la estructura de las vidrieras implica la realización de las siguientes tareas:

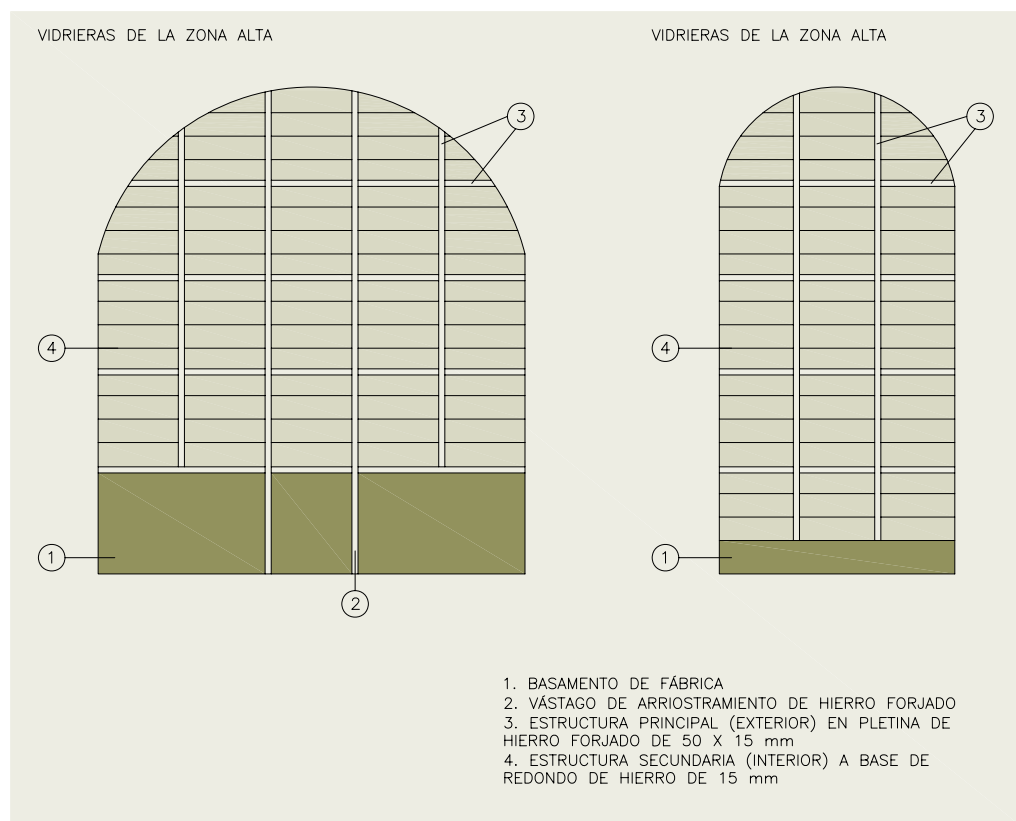
- Elaboración de planimetría que represente el conjunto de la vidriera con todos sus componentes.
- Clasificación de los elementos que componen la estructura: primario, secundario y terciario, ya que pueden coincidir diversos órdenes en función de su tamaño.
- Análisis de la relación constructiva que presentan los componentes de la estructura entre sí y con el emplomado.
- Análisis constructivo de la relación entre la estructura y el muro que la soporta.
- Estudio de los materiales principales y secundarios (enmasillados y morteros de recibido) que componen la vidriera.



Panel de vidriera con dos órdenes de estructura: una principal de hierro y la matriz de plomo de los paneles vítreos, Catedral de Jaén.

El sistema estructural de las vidrieras se concibe para contrarrestar las acciones de las fuerzas anteriormente descritas. La técnica se ha perfeccionado a lo largo del tiempo mejorando el entramado que forman el plomo y el vidrio.

Del buen estado de la estructura de las vidrieras dependen directamente cualidades como la estabilidad y planeidad. El debilitamiento de ambas desencadena las alteraciones más significativas que suelen presentar. Las estructuras pueden ser sencillas, si únicamente están constituidas por la matriz de plomo y vidrio, o complejas cuando las forman elementos estructurales de varios órdenes y relevancia. Dicha complejidad depende, en gran medida, de las dimensiones del paño y técnica desarrollada. En la mayoría de los casos, los refuerzos horizontales resultan indispensables.

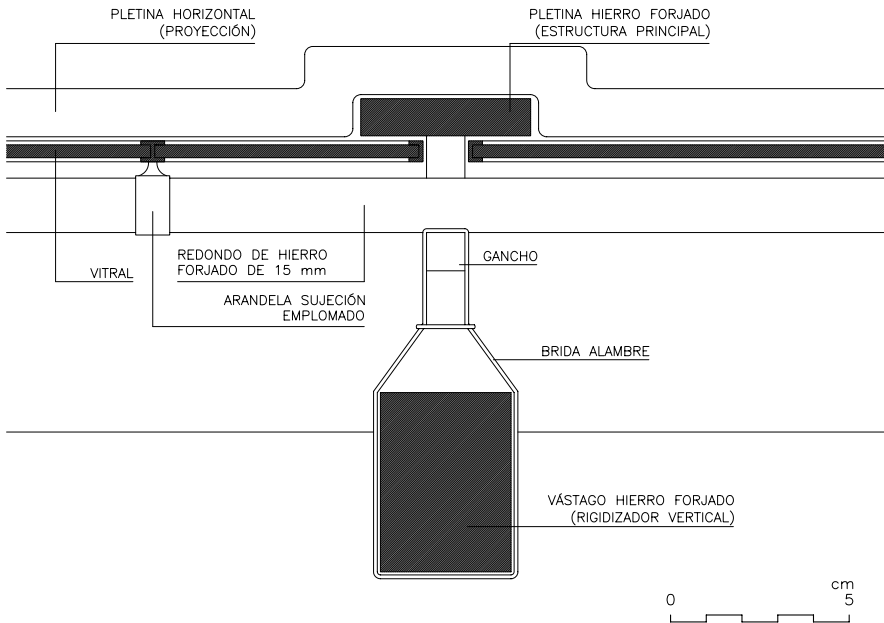


Alzados de estructura de vidrieras de la Catedral de Granada.

Ejemplo de la Catedral de Granada:

Por lo que respecta a los encuentros de la vidriera con la fábrica pétreo y cubierta, los morteros de yeso que permiten su encaje elástico en la construcción pétreo están descompuestos fundamentalmente por la acción del agua. Dentro de los conflictos de borde, la zona de basamento o alféizar presenta una problemática de mayor alcance por tratarse de la unión con los paños de cubierta, que en algunas ocasiones está mal resuelta por arreglos y adaptaciones posteriores del tejado.

En cuanto a los rigidizadores verticales, las vidrieras de mayor tamaño presentan dos vástagos de hierro forjado, con sección 50x40 mm, que son fundamentales para la conservación porque arriostran, mediante ataduras, las estructuras principal y secundaria evitando su pandeo. Estas barras no están ejerciendo su papel de forma completa porque han desaparecido buena parte de las ligaduras de alambre.

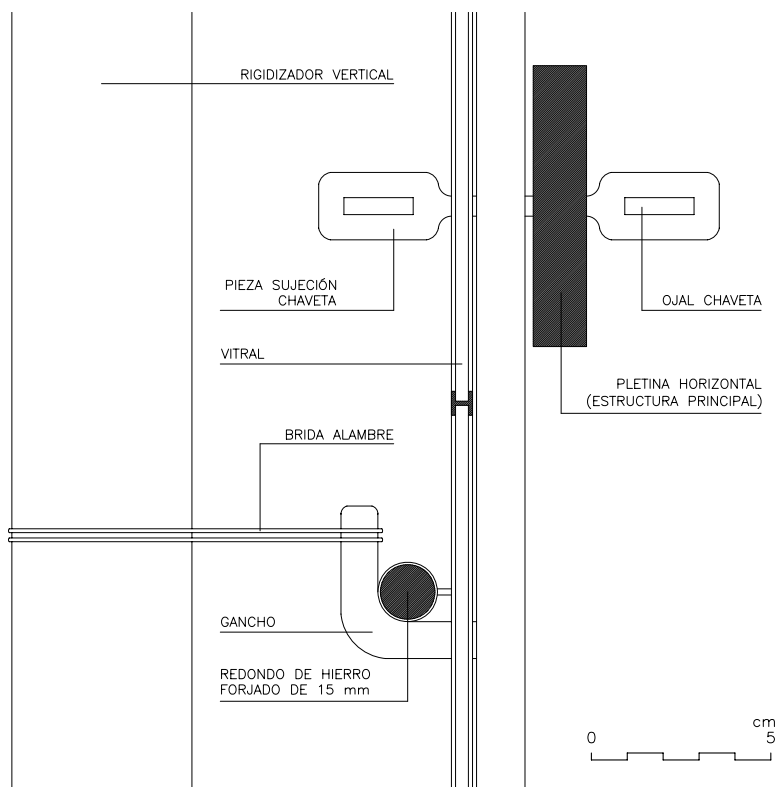


Detalle de sección horizontal. Vidriera de la Catedral de Granada.

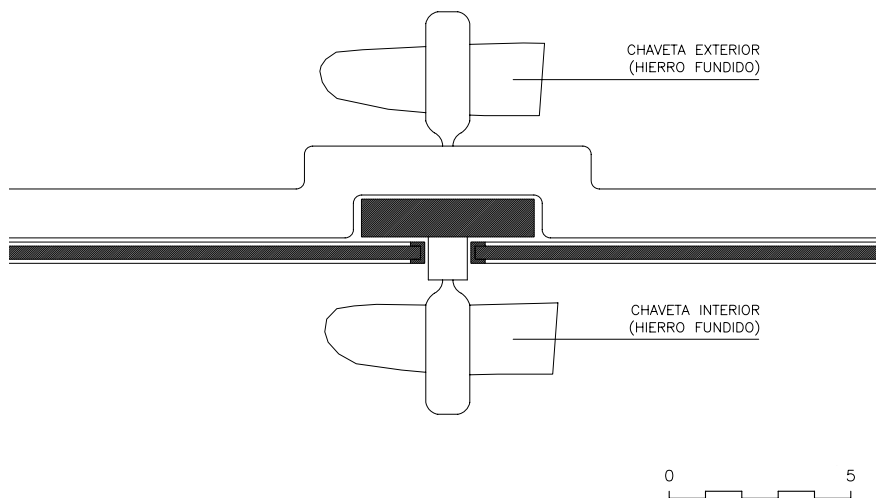
La estructura principal se encuentra emplazada en el exterior y está constituida por pletinas de hierro forjado de 50x15 mm que recorren el plano de la vidriera en horizontal y, ocasionalmente, en vertical sirviendo como enlace de las piezas de vidrio. Esta estructura presenta una mejor ejecución en las vidrieras de Teodoro de Holanda que en las de Juan del Campo, donde solamente se emplean pletinas horizontales. Las sujeciones del propio entramado y de éste con los planos de vidrio se realizan mediante chavetas removibles de hierro forjado, muchas de ellas colocadas al revés.

La estructura secundaria se sitúa en el interior y está formada por redondos de hierro forjado de Ø 15 mm que conectan con los vástagos de arriostramiento y con el emplomado. Presenta problemas importantes de enlace con la matriz de plomo.

El emplomado es la matriz de las vidrieras constituida por piezas de plomo, de secciones reducidas, que se denominan vergas. El plomo se halla cubierto por una fina película discontinua de óxido originando, en los casos más graves, una corrosión activa cuyo producto característico es el carbonato básico de plomo. El aumento de volumen de los perfiles de plomo ha ocasionado desfiguraciones considerables y tensiones que se manifiestan en fracturas de los vidrios. Hay fisuras microscópicas en el metal debidas a la dilatación de la superficie corroída y fracturas del plomo que pueden afectar, de manera importante, a la seguridad de las vidrieras. Ocasionalmente, el plomo ha sido soldado con una amalgama poco estable que se ha perdido ocasionando alteraciones en algunas zonas.



Detalle de sección vertical. Vidriera de la Catedral de Granada.



Detalle de sección horizontal. Vidriera de la Catedral de Granada.

B. ALTERACIONES Y DETERIOROS MÁS COMUNES EN LAS VIDRIERAS

Acciones mecánicas

Sobre las vidrieras, inciden tanto los movimientos de sus propias estructuras como los de la construcción en las que se insertan. Las acciones que tienen mayor influencia son:

- Empuje del viento sobre los planos.
- Acciones gravitatorias propias de elementos esbeltos sustentados habitualmente en un plano vertical.
- Lluvia directa asociada generalmente al viento.
- Movimientos sísmicos.
- Falta de flexibilidad en las integraciones de los planos en los muros.
- Deficiente comportamiento de las estructuras, aspecto especialmente importante en las vidrieras de gran tamaño
- Impactos de aves.
- Agresiones causadas por el ser humano.



Deformación de paño de vidriera hacia el interior. Catedral de Granada

Las causas de deterioro de las vidrieras son debidas a múltiples factores que dependen fundamentalmente de las características del vidrio y de las condiciones ambientales externas.

Influencia del proceso de elaboración de la vidriera

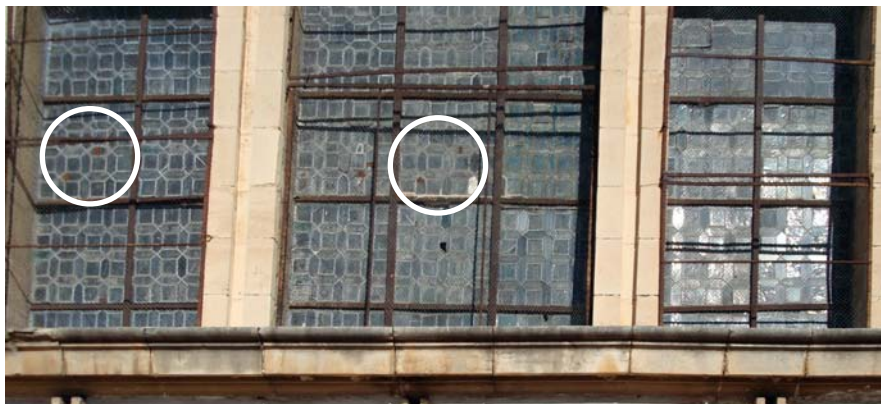
- Nada más salir del taller, las vidrieras se enfrentan a una serie de problemas y riesgos potenciales. La introducción de innovaciones técnicas y pictóricas lleva aparejado el uso de piezas de mayor tamaño, muy expuestas a fracturas. También, el empleo de nuevos materiales o técnicas para producir colores y texturas puede influir en la durabilidad y estabilidad de los vitrales.



Rotura de vidrio en la Catedral de Granada.

Calidad del material vítreo

Las corrosiones puntuales del vidrio tienen su origen en la falta de homogeneidad de las piezas. Los expertos destacan la presencia habitual de burbujas de gas e impurezas. En los casos más graves, se pueden formar costras opacas que provocan una pérdida sensible de propiedades. Las modificaciones de la red cristalina influyen en la durabilidad de las vidrieras produciendo alteraciones en su superficie.



Corrosión de los vitrales de la Catedral de Jaén.

Condiciones ambientales

En las ciudades actuales son frecuentes las emisiones de gases contaminantes reactivos (CO₂ y SO₂) producidas por los motores de explosión de vehículos, calderas de calefacción e industrias urbanas, principalmente. Éstas favorecen la corrosión y afectan a la estabilidad de metales resistentes a la oxidación como el plomo o el cobre.

Las oscilaciones térmicas que sufren las vidrieras suelen ser muy importantes, aspecto que se acentúa porque se localizan en emplazamientos muy expuestos. Pueden existir diferencias acusadas según la época del año y la orientación que presenten en el contexto. En ciudades de clima continental como Granada, Jaén o Madrid las oscilaciones térmicas diarias alcanzan ocasionalmente valores superiores a los 20° C. En función de estos parámetros, es posible registrar un contraste acusado de temperatura en una misma vidriera, hecho que influye de forma distinta en los movimientos de su estructura.

Los movimientos de la lámina de una vidriera suelen tener consecuencias importantes, debido a su esbeltez. La radiación solar suele producir alteraciones en su estructura, material vítreo y estrato pictórico. La presencia de agentes biológicos (musgo, líquenes y aves, entre otros) incrementa sus posibilidades de corrosión. La acumulación de suciedad también es un factor importante de deterioro, ya que desencadena la retención de humedad.

Acción del ser humano

Accidental o intencionada, suele tener graves consecuencias para la conservación de vidrieras. Es común encontrar pérdidas totales de vidrios, debido a accidentes y actos vandálicos. La consecuencia inmediata de dichas acciones es la desarticulación de una vidriera o la inclusión de elementos ajenos a ella tales como cableados o piezas metálicas, a su vez, foco de humedades, oxidaciones y corrosiones.



Acumulación de suciedad. Vidriera de la Catedral de Granada.



Detalle de cable atravesando una vidriera. Catedral de Granada.

Las intervenciones anteriores realizadas (reparaciones de la estructura y sustituciones de elementos perdidos, entre otras) pueden afectar a la estabilidad de una vidriera o a la preservación de sus valores intrínsecos.

Patologías de vidrieras con altos valores decorativos

Pueden ser de distinto tipo: agrietados, abolsados, desprendimientos, formación de escamas en la policromía y grisallas, disgregación de la película pictórica y otras. A todas ellas, se suelen sumar repintes y añadidos de intervenciones anteriores.



Detalle de adición de vidrio con repinte en la Catedral de Granada.

C. PARÁMETROS A CONSIDERAR EN TRABAJOS DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA

A continuación, se indican posibles actuaciones de conservación preventiva para limitar la progresión de los deterioros analizados.

C.1. ESTRUCTURA

- Retirada de morteros y masillas superpuestas a la estructura mediante limpieza cuidadosa de los elementos metálicos con eliminación de corrosiones y óxidos.
- Desmontado y recolocación de las chavetas desplazadas.
- Reparación de elementos estructurales para recuperar su valor portante cuando estén muy alterados.
- Revisión puntual de los emplomados para evitar excesivos desplazamientos de las piezas de vidrio.
- Protección de los elementos metálicos mediante tratamientos compatibles.

C.2. ENLACE CON LA FÁBRICA

- Remoción o reparación de fábricas añadidas para estabilizar el recibido de la vidriera.
- Sustitución de morteros alterados en el borde continuo con la fábrica pétreo por otros de composición similar a los originales, realizados con yeso y una pequeña proporción de cal. Con ello, se persigue devolver la estanqueidad a las uniones facilitando el movimiento de las piezas y su posible extracción en el futuro. Es preferible emplear morteros débiles, basados en el yeso y revisarlos periódicamente, a utilizar otros de gran resistencia.
- Revisión del recibido de los anclajes de la estructura principal a la fábrica con morteros de cal u otros compatibles tratando la corrosión.



Detalle de morteros alterados en el borde de las vidrieras de la Catedral de Granada.

- Colocación de un perfil de remate en el borde inferior de las vidrieras, que permita un apoyo continuo, equilibrado y elástico, y un babero de plomo que facilite la evacuación del agua.

C.3. VIDRIO Y ESTRATOS PICTÓRICOS

Al tratarse de operaciones específicas y muy delicadas, la limpieza, consolidación, reposición, sustitución y posible desmonte de elementos, deben estar sometidos a una sistemática diferente de la que contempla este protocolo.

D. OBSERVACIONES GENERALES

Para más información: Corpus Vitrearum Medii Aevi (<http://www.corpusvitrearum.org/>).

E. BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

Corallini, A. y Bertuzzi, V. 1994, *Il restauro delle vetrate*. Fiesole, Nardini Editore, Firenze.

Nieto Alcaide, V. M. 1973, *Las vidrieras de la Catedral de Granada*, Sección de Publicaciones, Diputación de Granada, Departamento de Historia del Arte, Universidad de Granada.

Nieto Alcaide, V. M. 2002, *La vidriera del Renacimiento en Granada*, Sección de Publicaciones, Diputación de Granada.

Nuremberg: *Guidelines for the Conservation and Restoration of Stained Glass 2004* [en línea]. Disponible en Internet: <http://www.cvma.ac.uk/conserv/index.html> [Fecha de acceso: 13 de noviembre de 2012].

B21

Protocolo básico de intervención en taller de vidrieras contemporáneas

DESCRIPCIÓN

Este protocolo es aplicable a actuaciones en vidrieras contemporáneas. Se trata de casos que presentan una dificultad media o baja en materia de intervención, cuyos problemas son abordados durante el proceso de restauración global del edificio.

Los trabajos deben ser realizados por especialistas cualificados y dirigirse fundamentalmente a proporcionar una mejor adaptación de los paneles de vidrio a las construcciones para evitar los problemas más comunes en este tipo de vidrieras: la fijación excesiva con morteros rígidos (generalmente de cemento) y, por ende, la aparición de deformaciones y roturas.

>Protocolos relacionados: P04, B20

PALABRAS CLAVE

Conservación / desmontaje / emplomado / limpieza / matriz / plomo / transporte / vidriera / vidrio

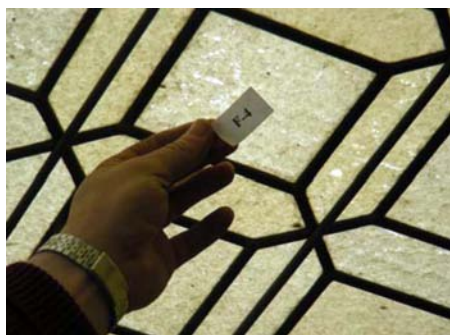
OBJETIVOS

Este protocolo sirve como orientación para realizar las intervenciones básicas que son comunes a la mayoría de vidrieras contemporáneas. Estos trabajos suelen desarrollarse preferentemente en un taller.

A. IDENTIFICACIÓN

Los trabajos previos de identificación de deterioros y disposición de tratamientos se pueden consultar en otros protocolos. De acuerdo con ellos, se recomienda realizar un estudio histórico—documental de la vidriera objeto de intervención, elaborar planimetrías para referenciar sus elementos y disponer las analíticas técnico—científicas aplicables según el caso.

>Ver protocolos: P04, B20



Identificación de la vidriera principal del Palacio de Bibataubín de Granada.



Identificación de vidrieras del Címborio del Hospital Real de Granada empleando cinta adhesiva.

Referencia en plano, toma de fotografías ejemplificativas del estado de conservación “in situ” y etiquetado de los sectores en los que se divide la vidriera para su posterior identificación.

B. DESMONTAJE

Eliminación de masillas y morteros. La operación debe ser extremadamente cuidadosa y atenta con la conservación de la vidriera.



Vidriera sujeta inusualmente con masilla de pescado en el Palacio de Bibataubín



Retirada de la masilla de pescado endurecida de la vidriera suspendida



Protección de las zonas con la matriz de plomo debilitada. Vidrieras del Címborio del Hospital Real



Retirada de morteros de recibido de la vidriera

Retirada de los paneles, previo apeo, sujeción o embalaje. En cualquier caso, se debe desarrollar con plenas garantías de seguridad.

Fijación de vidrios desprendidos para evitar movimientos durante el transporte. Se realiza con cinta adhesiva, cuidando que el panel completo quede agrupado.



Retirada de los paneles de la vidriera del Palacio de Bibataubín usando una plataforma elevadora hidráulica como medio auxiliar.



Retirada de las vidrieras encastradas del Címborio del Hospital Real desde el andamio de obra.



Fijación de vidrio desprendido con cinta adhesiva al retirar la vidriera. Címborio del Hospital Real

C. PROTECCIÓN PARA EL TRANSPORTE

Las vidrieras deben ser manejadas solo por personal especializado.

>Ver protocolo: P04

Se colocan los paneles en cajas para su transporte hasta el taller de restauración. Éstas deben ser de un tamaño adecuado y capaces de soportar cualquier impacto o golpe accidental o imprevisto durante el traslado.



Colocación de los paneles de la vidriera del patio del Palacio de Bibataubín en cajas especiales para su transporte.



Introducción de las vidrieras del Cimborio del Hospital Real en cajas, con láminas acolchadas

Durante el tránsito, es aconsejable que las cajas permanezcan en posición vertical. Los paneles con una matriz de plomo inestable o escamas de pintura y aquellos que estén fragmentados o sean pequeños pueden ser embalados y colocados en posición horizontal.

Una vez en taller, su almacenamiento se puede hacer indistintamente en posición vertical u horizontal, siempre que los vitrales descansen correctamente.

La elección de los materiales para el embalaje y almacenamiento de las vidrieras debe tener en cuenta su estabilidad química, absorción de humedad y propiedades abrasivas.

D. LIMPIEZA EN TALLER DE VITRALES INCOLOROS

En vitrales contemporáneos sin decoración se puede realizar una limpieza general con detergentes neutros y medios no abrasivos como cepillos de cerda natural y agua destilada y desionizada, eliminando la suciedad existente, incluso la costra biológica.



Detalle de suciedad en uno de los paneles de las vidrieras del Cimborio del Hospital Real.



Limpieza en taller de uno de los paneles de vidriera con cepillo de cerdas y agua.

E. CONSOLIDACIÓN DE PIEZAS ROTAS CON DECORACIÓN

Las piezas fracturadas con decoración se consolidan mediante adhesivos epoxídicos. Para ello, se extrae el panel quebrado de su ubicación y se sellan las grietas con el citado adhesivo. Una vez seco, se instala nuevamente en su posición original.



Detalle de panel roto de la vidriera del Palacio de Bibataubín



Extracción de panel para su consolidación.



Preparación del adhesivo epoxídico



Distribución del adhesivo por los bordes de rotura y eliminación de producto sobrante.



Pegado de la pieza.



Inmovilización hasta el curado total de la pieza para su re inserción en la vidriera.

F. REPOSICIÓN DE PIEZAS ROTAS/DAÑADAS DE VIDRIO INCOLORO

En este caso, al tratarse de una vidriera contemporánea e incolora con afecciones importantes, se plantea la sustitución puntual de las piezas que faltan, rotas o con abrasiones empleando un vidrio de características semejantes y buen envejecimiento. La actuación se somete a la aprobación de la dirección facultativa de la obra. Se deja constancia de la reposición signando las piezas añadidas (firma y fecha) para su fácil identificación.



Vidriera del Cimborio del Hospital Real en el taller de restauración. Obsérvense las faltas y las piezas rotas y afectadas por abrasión en el borde del hueco.



Retirada de los vidrios rotos y dañados por abrasión.



Vidrio original del Cimborio del Hospital Real con mateado por abrasión y muestra de vidrio de reposición



Reposición de vidrios en taller.



Vidrio signado para la identificación de la actuación en el Cimborio del Hospital Real. Detalle de la firma y fecha.

En las vidrieras contemporáneas originales es frecuente encontrar referencias a la autoría o taller que las ha realizado, dato que puede resultar de gran relevancia para su estudio y datación.



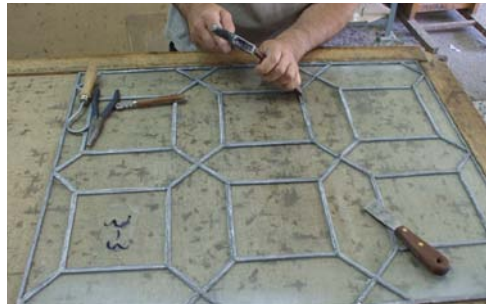
Firma de Maumejean en vidriera de techo del Palacio de Bibataubín de Granada.

G. REEMPLOMADO

La recuperación de la matriz de plomo es uno de los aspectos más delicados de la intervención. Según el Corpus Vitrearum, es necesario realizar esta tarea con todas las garantías porque dicho elemento constituye el armazón de toda vidriera. En el caso que se describe en este protocolo, se trata de un emplomado geométrico de traza regular que se encuentra dañado, por lo que se procede a su reajuste en las partes más afectadas utilizando vergas de plomo de igual calibre a las primitivas para recuperar la estabilidad de los paneles.



Consolidación de la matriz de plomo de las vidrieras del Címborio del Hospital Real.



Estabilización y encuadre del emplomado.



Saneado y preparación de soldaduras.



Aplicación de decapante sólido

A continuación, se lleva a cabo el repaso general de soldaduras por las dos caras. El material aportado debe presentar características similares al existente en la vidriera.

>Ver protocolos: R14



Repaso general de soldaduras.



Soldaduras repasadas.

H. ENMASILLADO

Se ejecuta con masilla fluida, a base de aceite de linaza y blanco España, y se aplica sobre la totalidad de los paneles.



Proceso de enmasillado



Retirada de exceso de masilla con serrín usado.



Repaso con cepillo del enmasillado en los encuentros del vidrio con la verga de plomo.



Secado y pulido con serrín limpio

I. COLOCACIÓN EN OBRA

El transporte debe realizarse tomando las precauciones anteriormente descritas.

>Ver protocolos: **P04, B20**

Colocación de los paneles retirados en su posición original:

- Vidriera suspendida: los paneles se emplazan sobre la estructura sin ningún tipo de argamasa o masilla para facilitar el movimiento. En algunos casos, se usan masillas o chavetas y pasadores. Lo adecuado es devolver los paneles a su posición con sistemas de fijación que no supongan cambios respecto a su estado anterior, salvo que se hayan producido patologías por un anclaje excesivamente rígido.
- Vidriera encastrada: revisión minuciosa del cajeadado en el perímetro del hueco y recibido con mortero de yeso, cal y marmolina impalpable.



Colocación en obra de la vidriera suspendida del Palacio de Bibataubín.



Preparación del perímetro del hueco en el Cimborio del Hospital Real.



Colocación de la vidriera.



Reposición de un perfil en T de separación de paneles.



Aplicación de masilla acrílica para fijación de paneles.

J. OBSERVACIONES GENERALES

Para más información: Corpus Vitrearum Medii Aevi (<http://www.corpusvitrearum.org/>).

K. BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

Corallini, A. y Bertuzzi, V. 1994, *Il restauro delle vetrate*. Fiesole, Nardini Editore, Firenze.

Nuremberg: *Guidelines for the Conservation and Restoration of Stained Glass 2004* [en línea]. Disponible en Internet: <http://www.cvma.ac.uk/conserv/index.html> [Fecha de acceso: 13 de noviembre de 2012].

CO6/

DIFUSIÓN

B22

Protocolo básico de difusión de las intervenciones

Aunque actualmente existe un convencimiento generalizado del importante papel que juega la difusión en las intervenciones de restauración del patrimonio cultural inmueble por parte de los agentes público-privados implicados en ellas, aún queda mucho camino por recorrer para alcanzar unos niveles óptimos de producción en este ámbito. Para ello, es necesario que dichos agentes contemplen el desarrollo de iniciativas vinculadas a programas de difusión cultural entre los cometidos básicos de los proyectos que rigen o promueven.

Por supuesto, todas estas iniciativas deben estar en consonancia con el modelo de gestión turística de los organismos encargantes, generalmente fundamentado en la sostenibilidad, en la calidad de la visita pública y en la economía del gasto. La valoración del patrimonio cultural como recurso turístico y la consideración del turismo cultural como el mejor aliado para el desarrollo económico de los bienes patrimoniales, no debe olvidar su auténtico valor como puente para el desarrollo social y personal de los individuos a través de la experiencia estética. En este sentido, los espacios donde se desarrollen las obras pueden concebirse también como lugares de encuentro o escenarios donde ejercer la socialización del conocimiento y promover la enseñanza y aprendizaje. Dichos beneficios adquieren aún mayor proyección en la actualidad, debido a las enormes posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías.

Este protocolo constituye un buen instrumento para guiar la integración de las políticas de difusión en los proyectos de restauración, ya que plantea la normalización de aquellos procedimientos dirigidos a poner de manifiesto los valores patrimoniales de los espacios tratados, promoviendo su significado y mostrándolo al público. Se trata, en definitiva, de rentabilizar las intervenciones desde su capacidad comunicativa mediante la exposición de sus resultados a la luz pública. Para ello, se plantea protocolizar distintas iniciativas, ya sea la organización de cursos, jornadas, conferencias, etc. para explicar las intervenciones y/o sus resultados o la elaboración de material divulgativo relacionado con ellas (audiovisuales, publicaciones recopilatorias u otro tipo de herramientas de internet como facebook, blogs, pdfs interactivos, etc.). Las tipologías y modos de difusión que se presentan seguidamente constituyen experiencias de distinta índole puestas en marcha con resultados muy positivos.

DESCRIPCIÓN

Programación, diseño y materialización de proyectos cuya finalidad es la transmisión del conocimiento relacionado con las intervenciones de restauración del patrimonio cultural, con especial incidencia en su problemática previa, metodología de trabajo y recuperación física y funcional. Según la Real Academia Española, se entiende por difusión “la propagación o divulgación de conocimientos, noticias, actitudes, costumbres o modas” (Diccionario de la Lengua Española, 2001).

PALABRAS CLAVE

Audiovisual / PDF interactivo / folleto informativo / panel expositivo / jornada técnica / publicación especializada / nuevas tecnologías

OBJETIVOS

Difundir y acercar a la ciudadanía, especializada o no, las actuaciones realizadas en el contexto de la restauración y los valores patrimoniales del bien.

A. DISPOSITIVOS PARA LA DIFUSIÓN

A.1. DIFUSIÓN DE INTERVENCIONES MEDIANTE AUDIOVISUALES

Realización producciones audiovisuales, fundamentalmente cortometrajes, explicando los principales valores de los elementos intervenidos, la metodología seguida, y estado previo y final tras la actuación, en el caso de que se trate de un proyecto finalizado.

Las fases que conforman el proceso de trabajo pueden sintetizarse de la siguiente manera:

- I. Aproximación al encargo.
 - Definición de objetivos.
 - Formulación de un plan de trabajo.
 - Establecimiento de plazo / calendario.
 - Estimación económica.
- II. Pre-producción.
 - Investigación documental: normalmente, los contenidos constan de un bloque introductorio, una parte de análisis formal y patológico, y finalmente otra en la que se exponen las soluciones adoptadas para su recuperación y puesta en valor.
 - Elaboración de guiones.
 - Gestión de permisos.
 - Inventario de medios técnicos disponibles.
 - Estudio del emplazamiento previsto.
 - Coordinación de los profesionales implicados.
- III. Producción y rodaje.
- IV. Postproducción.
- V. Revisión y aprobación del producto final por parte del promotor.
- VI. Entrega de audiovisual y ficha correspondiente con los datos de interés:
 - Identificación: título, dirección, guión, producción ejecutiva, fecha de producción y promotor.
 - Descripción física: formato, cortometraje o largometraje, duración y sonido.
 - Créditos: dirección, guión, producción ejecutiva, dirección de producción, fotografía, montaje y otros.
- VII. Supervisión del visionado en el lugar destinado para su difusión.

Ejemplo 1:

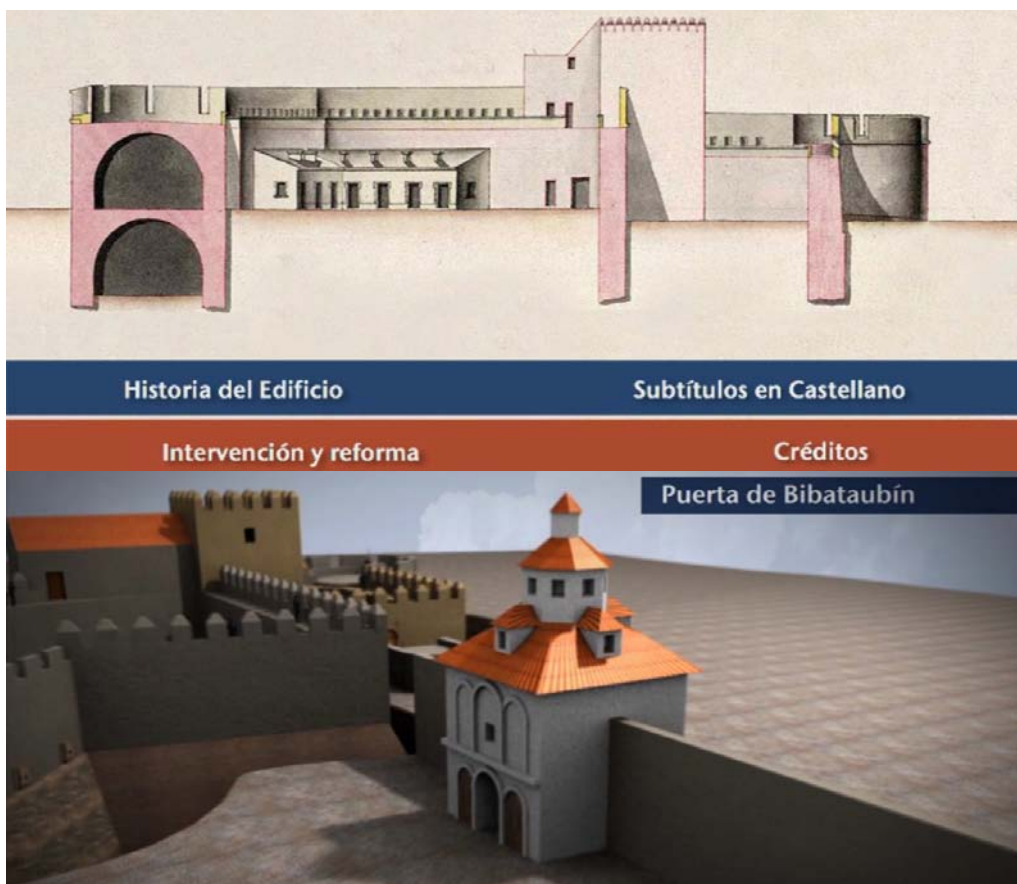
En este caso, se realiza un audiovisual sobre la restauración del Palacio de Bibataubín de Granada, de cara a su puesta en funcionamiento como sede del Consejo Consultivo de Andalucía, órgano superior de consulta de gran trascendencia para la Comunidad Autónoma. Por este motivo, la producción no solo se centra en transmitir a la ciudadanía la historia y valores del edificio, sino que también presenta una vertiente “institucional” al convertirse en una carta de presentación del organismo en sociedad. Precisamente, se realiza con motivo de su inauguración y para ofrecer un servicio a las personas o instituciones relacionadas con su actividad o simplemente interesadas por conocerlo.

- *Historia e intervención del edificio sede del Consejo Consultivo de Andalucía. Vídeo documental. Duración: 21'25". Producción audiovisual: Estudio Pedro Salmerón Escobar / Item Media.*

FICHA TÉCNICA

Proyecto de intervención	Reforma del Palacio de Bibataubín.
Modalidad	Cortometraje.
Temática	Divulgación de la historia, restauración y puesta en funcionamiento del edificio como sede del Consejo Consultivo de Andalucía.
Público	Personas visitantes e instituciones andaluzas.
Duración	21 minutos, 25 segundos.
Horario	Depende de las visitas concertadas al edificio.
Sinopsis	Historia e intervención del edificio sede del Consejo Consultivo de Andalucía. Consta de dos partes claramente diferenciadas de distinta duración: Historia del edificio (13'21") e Intervención y Reforma (08'04"). La primera parte realiza un recorrido cronológico por la azarosa historia material y usos del edificio contemplando las siguientes etapas. La segunda parte se inicia con una breve introducción en la que se aportan las claves del edificio y las principales motivaciones de la intervención. Este preámbulo da paso a los siguientes bloques temáticos: Arqueología y trabajos previos, Cubiertas, Pavimentos y vidrieras, Aplacados y revestimientos, Carpintería de madera, Carpintería metálica e Instalaciones.

Objetivos	Difundir el proyecto y obra del Palacio de Bibataubín entre las personas que visiten el edificio y a nivel institucional. Hacer participe a la ciudadanía de las actuaciones de restauración y conservación del patrimonio inmueble de Granada.
Requisitos técnicos	Dispositivos técnicos disponibles en el edificio para efectuar la proyección: reproductor, proyector y pantalla desplegable.
Espacio para el visionado	Salón de actos del edificio.
Observaciones	Este audiovisual presenta una proyección más limitada que los restantes ejemplos tratados, ya que el palacio se utiliza como sede administrativa y no está abierto a la visita pública. Por otra parte, aún está pendiente su integración en la web oficial del organismo.



Menú principal y recreación hipotética de la Puerta de Bibataubín.

Ejemplo 2:

Las distintas muestras organizadas hasta el momento por el Patronato de la Alhambra y Generalife para mostrar los resultados de los trabajos de restauración desarrollados en el Patio de los Leones, “El león restaurado” (2005-2008), “Leones, la restauración de un símbolo” (2010-2011) y “Fuente de los Leones. Metodología de una restauración” (2012-2013) constituyen el espejo de una nueva formulación en materia de intervención que integra la difusión como parte activa en el proceso. Esta proyección responde a un enfoque innovador y especializado que pasa por reconocer la tradición en la que el monumento es referente, potenciar una evolución decidida hacia modelos integrados y soportados por una infraestructura científica suficiente y unos equipos de especialistas altamente cualificados e implicar al público visitante en la preservación de una herencia declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

En el contexto de la última de las muestras a las que se ha aludido anteriormente, se producen varios audiovisuales entre los que destacan los dos que se presentan a continuación. Ambos constituyeron un reto importante encaminado a hacer comprensible al público visitante del monumento un proceso extenso y complejo de intervención en el que participaron numerosos profesionales. Condensar todo ese saber y destilarlo para transmitirlo de un modo adecuado y ajustado tanto a las personas interesadas como a los especialistas, que visitaban la exposición para conocer la intervención con mayor profundidad, fue el reto más importante.

PRIMERA MITAD DEL SIGLO XVI
Alteración del surtidor medieval para la instalación de una segunda taza

First half of the 16th century
 Medieval jet modification for the set up of a second basin



J.C. Murphy, 1815

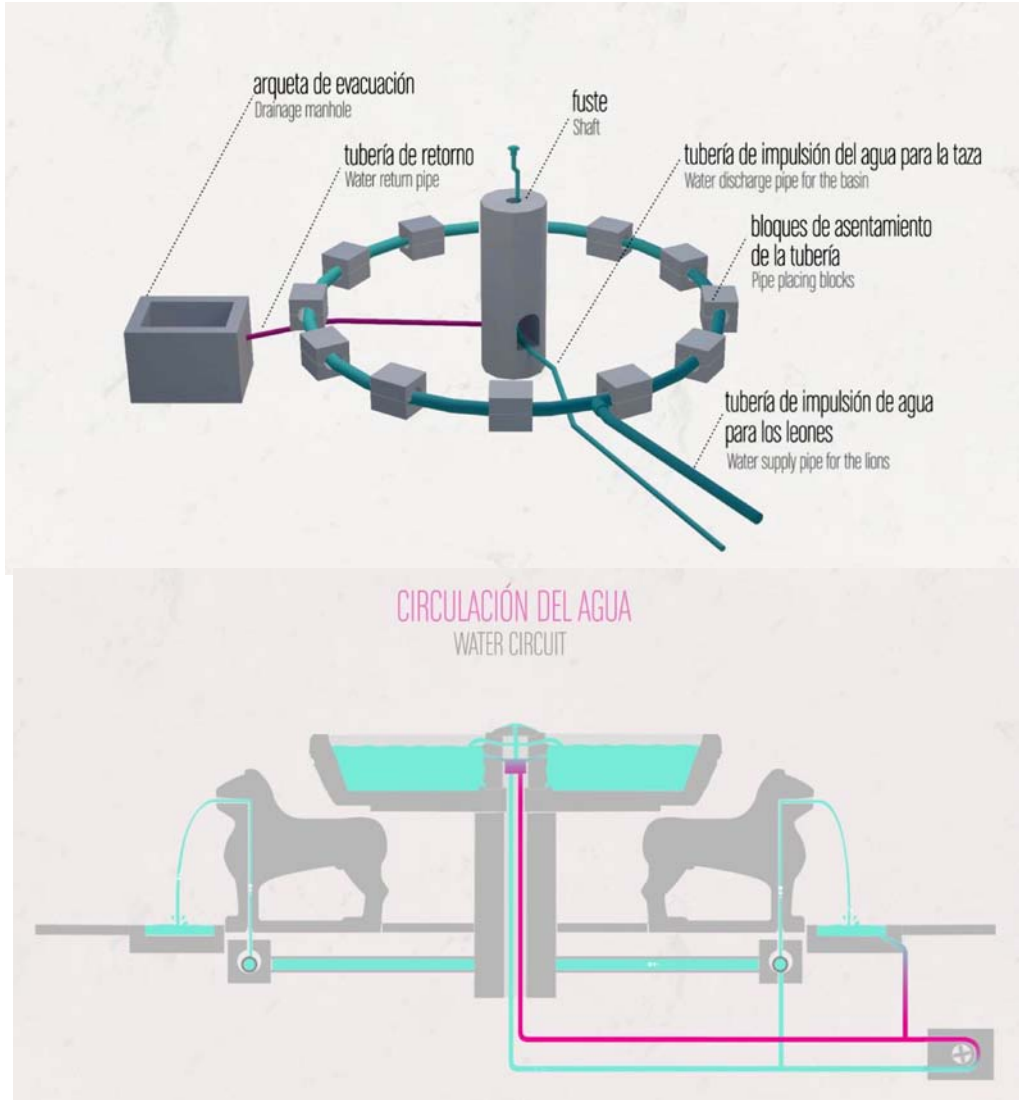


Esta fuente tiene una gran pila de alabastro alta sobre doce leones de lo mismo puestos en rueda, [...] y por encima de la pila sale un golpe muy grande que vierte y baña todos los leones

Luis del Mármol y Carvajal (ca. 1580).
 Historia de la rebelión y castigo de los moriscos del reino de Granada.

The fountain has a great alabaster top basin supported by twelve lions of the same material and arranged in a circle [...] and over the edge of the basin, water flowing and bathing the lions

Luis del Mármol y Carvajal (ca. 1580).
 Historia de la rebelión y castigo de los moriscos del reino de Granada.



Audiovisual 1: Fuente de los Leones. Restauración del circuito hidráulico. Transformaciones históricas, elementos constituyentes del sistema y funcionamiento previsto.

- *Proyectos de Restauración del circuito hidráulico y pavimentación del Patio de los Leones (Alhambra, Granada). Vídeos documentales. Duración: 8'49" y 7'22". Producción audiovisual: Estudio Pedro Salmerón Escobar / Item Media; Estudio Pedro Salmerón Escobar / Edmundo Miranda.*

FICHA TÉCNICA

Proyecto de intervención Restauración del circuito hidráulico y pavimentación del Patio de los Leones.

Modalidad Audiovisuales complementarios de distinta duración.

Temática Divulgación de la restauración.

Público Público visitante de los Palacios Nazaríes de la Alhambra.

Duración Audiovisual 1. Fuente de los Leones: 8 minutos y 49 segundos.
Audiovisual 2. Pavimentación del Patio de los Leones: 7 minutos y 22 segundos.

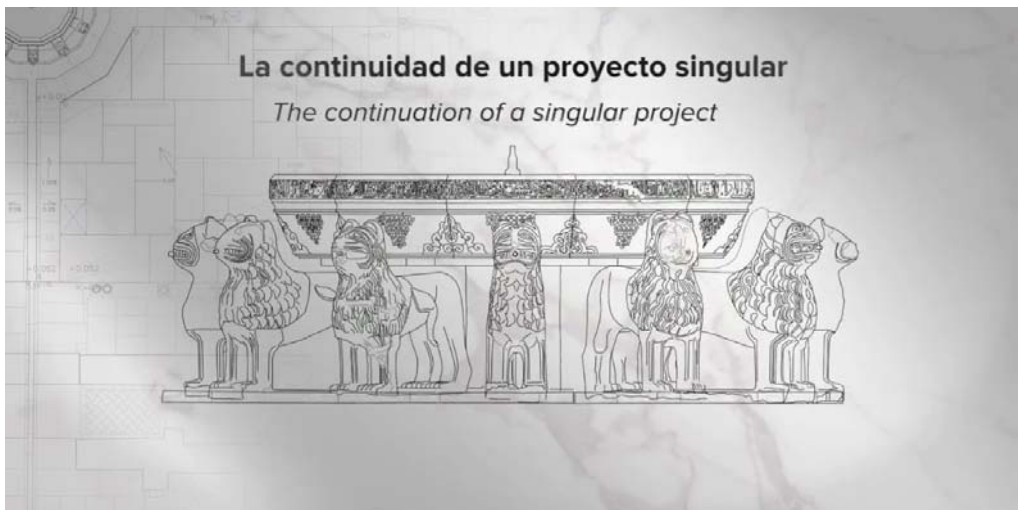
Horario 08:30-20:00.

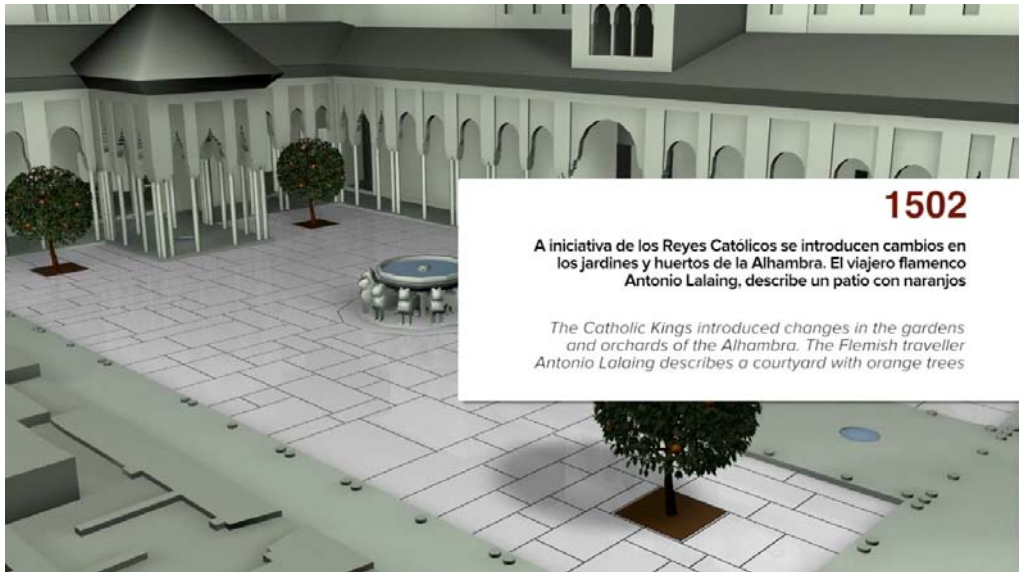
Sinopsis

El primer audiovisual se destina a explicar al público visitante el sistema hidráulico trazado con motivo de la restauración del conjunto para que la Fuente de los Leones funcione nuevamente. En primer lugar se exponen, de manera esquemática, las transformaciones históricas que sufre la fuente. Seguidamente, una vez reconocidos los distintos elementos que la componen, se representa el funcionamiento previsto de modo muy gráfico y visual, y finalmente se representa la hipótesis de funcionamiento en época medieval otorgándole especial atención al poema epigráfico de la taza de la fuente, en el que se dan las claves de dicho funcionamiento.

El segundo audiovisual presenta tanto las distintas soluciones de pavimentación y jardinería del Patio de los Leones a lo largo del tiempo como la solución adoptada para el nuevo pavimento de mármol de Macael. Para ello, los contenidos se organizan en los siguientes bloques: Pavimentación del Patio de los Leones, Periodos fundamentales de intervención en pavimentación y Solución arquitectónica. Gracias a ellos, el público visitante puede inicialmente tomar contacto con el proyecto, constatar la presencia de distintas soluciones de pavimentación y jardinería a lo largo del tiempo y entender por qué se ha optado por la pavimentación del lugar con material pétreo.

Objetivos	<p>Difundir el proyecto y obra de restauración del circuito hidráulico y pavimentación del Patio de los Leones en el marco de la exposición Fuente de los Leones. Metodología de una restauración (2012-2013) entre el público visitante del monumento.</p> <p>Favorecer la comprensión del funcionamiento de la fuente principal y hacer partícipe a la ciudadanía de los resultados de la investigación documental dirigida a desentrañar las claves de la evolución del famoso patio a lo largo del tiempo en materia de pavimentación y jardinería.</p>
Requisitos técnicos	Reproductor (estación multimedia con conexión wifi), proyector (tecnología híbrida: láser y LED) y pantalla (paramento liso pintado en blanco mate).
Espacio para el visionado	Cripta del Palacio de Carlos V. Cada audiovisual se proyecta en una capilla para que disfrute de un entorno individualizado. Acceso al espacio de exposiciones desde el Patio de los Arrayanes.
Observaciones	<p>Vídeos sin audio, debido a la presencia de otras producciones de tema complementario y a las pequeñas dimensiones del espacio expositivo (Cripta del Palacio de Carlos V).</p> <p>Los textos están en castellano e inglés. Ambos audiovisuales se acompañaron con otros, situados en el mismo ámbito, dedicados a la restauración del conjunto escultórico de la fuente y a la excavación desarrollada en el patio.</p>





1502

A iniciativa de los Reyes Católicos se introducen cambios en los jardines y huertos de la Alhambra. El viajero flamenco Antonio Lalaing, describe un patio con naranjos

The Catholic Kings introduced changes in the gardens and orchards of the Alhambra. The Flemish traveller Antonio Lalaing describes a courtyard with orange trees

Audiovisual 2: Pavimentación del Patio de los Leones. Pantalla de presentación de contenidos y recreación hipotética del Patio de los Leones basada en testimonios documentales.

Ejemplo 3:

- *Proyecto de Restauración del Tabernáculo de la Catedral de Granada. Vídeo documental. Duración: 7'58". Producción audiovisual: Estudio Pedro Salmerón Escobar / Item Media.*

Se trata de una producción audiovisual instalada en el deambulatorio de la Capilla Mayor de la Catedral de Granada que permite a los visitantes y fieles que circulan por la girola comprender mediante retroproyección el proyecto de restauración del tabernáculo situado en el corazón de dicha capilla. El tratamiento del espacio es sobrio y simplemente se colocan unos bancos que invitan al público visitante a sentarse cómodamente para ver el audiovisual. La situación de la caja de proyección, situada junto al tabernáculo en proceso de intervención, permite vincular los contenidos de la proyección con la obra facilitando el entendimiento de sus valores, su deterioro y las contribuciones de la intervención. La exposición del sagrario del tabernáculo, en una de las capillas radiales situada frente al espacio habilitado para ver el audiovisual, constituye otra iniciativa dirigida a facilitar la contemplación de un elemento difícil de apreciar, debido a su ubicación original en el interior del tabernáculo.



Catedral de Granada

Vallado de delimitación de la obra del Tabernáculo de la Catedral de Granada.





Público visitante viendo el audiovisual explicativo de la intervención del Tabernáculo. Catedral de Granada.

Cubrición del andamio con una lona y dibujo hacia la nave central. Catedral de Granada.

En el ámbito de la Capilla Mayor, completando la labor informativa del audiovisual, se ha colocado un vallado rotulado con el logo de la Catedral, indicando la presencia de las tareas de obra y mantenimiento en desarrollo. El andamiaje emplazado alrededor del tabernáculo para su desmontaje y restauración ha sido cubierto en su cara frontal, hacia la nave principal del templo, con una lona de 6 x 10 metros, incluyendo un dibujo esquemático del alzado del elemento desmontado en proceso de recuperación estética y funcional.

En el futuro se prevé completar el audiovisual con nuevos contenidos relativos al desarrollo del proceso y resultado final obtenido, con el objeto de integrar su producción final en la web oficial de la Catedral de Granada para que un público más amplio pueda conocer la intervención de manera global.

FICHA TÉCNICA

Proyecto de intervención	Restauración del Tabernáculo de la Capilla Mayor de la Catedral de Granada.
Modalidad	Cortometraje retroproyectado.
Temática	Divulgación de la restauración.
Público	Público visitante y fieles de la Catedral de Granada.

Duración	7 minutos, 58 segundos.
Horario	Mañanas: 10,00 – 13,15 / Tardes: 16,45 – 19,00.
Sinopsis	En primer lugar, se realiza una aproximación general a la Catedral de Granada como principal templo del renacimiento español, aportando sus coordenadas generales (principales artífices y objetivo del proyecto) con especial énfasis en la zona de la cabecera y partes constituyentes. El discurso continúa con la presentación de los diferentes tabernáculos presentes a lo largo del tiempo en el presbiterio indicando sus periodos de permanencia en el espacio y su autoría. Seguidamente, se describe la composición y programa iconográfico del tabernáculo actual objeto de intervención. La parte final de la producción informa sobre su estado de conservación indicando expresamente la problemática que le afecta, así como la propuesta de intervención, que se concreta en la reparación del sistema estructural, restauración integral de revestimientos y elementos decorativos y mejora del sistema de ensamblaje.
Objetivos	Difundir el proyecto y obra de restauración del Tabernáculo entre el público visitante y los fieles de la Catedral de Granada. Hacer partícipe a la ciudadanía de las actuaciones de restauración y/ conservación del patrimonio catedralicio.
Requisitos técnicos	Caja de proyección de estructura tubular, andamiaje de acero y revestimiento realizado con bastidores de madera y tablero contrachapado pintado de color negro mate.
Espacio para el visionado	Girola de la Catedral, espacio bastante amplio en dimensiones y altura.
Observaciones	Vídeo sin audio para preservar el silencio en el interior del templo catedralicio. El texto que aparece está en castellano e inglés.

A.2. DIFUSIÓN MEDIANTE DESCARGA DE ARCHIVO DIGITAL DESDE APLICACIÓN WEB

Realización de una producción digital descargable desde página web para consulta desde equipo informático o imprimible en soporte papel.

Se trata de un documento en formato PDF que se puede leer y descargar desde cualquier ordenador para la difusión de las actuaciones llevadas a cabo sobre el patrimonio cultural.

En este caso, los contenidos desarrollados constan de una introducción que presenta el proyecto, un análisis del conjunto de miradores objeto de estudio, en base a su accesibilidad, vistas y entorno, y las propuestas de intervención más significativas ejecutadas en ellos. El formato es muy visual, debido al predominio de la imagen, y el texto de fácil comprensión, lectura y entendimiento. Además, dispone de un menú interactivo que permite saltar páginas hacia donde interese y volver al principio del documento.

Ejemplo:

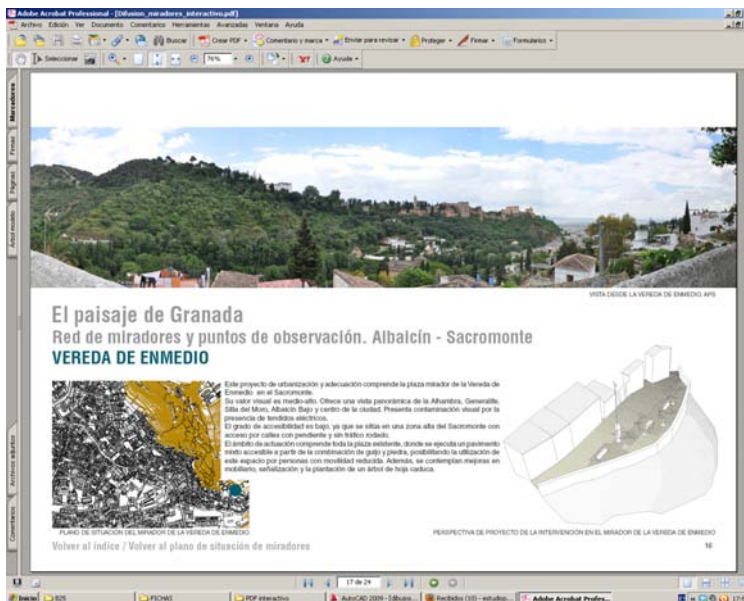
- *El paisaje de Granada. Red de miradores y puntos de observación. Experiencias de intervención en espacio público. Documento interactivo de difusión del Proyecto Red de Miradores. Producción en formato PDF interactivo descargable: Estudio Pedro Salmerón Escobar / Agencia Albaicín Granada.*

En cada uno de los miradores seleccionados para este documento, se ha optado por diseñar un esquema de fácil comprensión y lectura.

Cada ejemplo consta de dos páginas: la primera incluye la imagen panorámica que se aprecia desde ese punto, un plano de situación del mismo y una sencilla perspectiva mostrando los resultados de la intervención en el espacio público. Todo ello es acompañado de un breve texto resaltando los valores paisajísticos y formales del emplazamiento, además de aportar las claves de la intervención realizada.

Complementariamente, la segunda contiene el dibujo panorámico de la vista obtenida desde el mirador, con especial incidencia en los elementos singulares presentes en ella, y algunas imágenes del estado previo y posterior a la intervención.

560



Contenidos del PDF interactivo descargable a través de la página web de la Agencia Albaicín Granada, organismo dependiente del Ayuntamiento de Granada.

FICHA TÉCNICA

Proyecto de intervención El paisaje de Granada. Red de miradores y puntos de observación.

Modalidad Archivo PDF interactivo.

Temática Divulgación de la urbanización y adecuación paisajística de miradores en el Albaicín, Granada.

Público Todos los usuarios de internet.

Sinopsis En primer lugar, se presentan los datos generales del proyecto, itinerarios propuestos, grado de interés paisajístico de los miradores, accesibilidad y valor ambiental. En segundo lugar, se realiza un recorrido por los miradores intervenidos, explicando las actuaciones ejecutadas en cada emplazamiento y acercando sus valores patrimoniales y paisajísticos a la ciudadanía.

Objetivos Difundir el proyecto y obra de urbanización y adecuación de algunos de los espacios de contemplación que componen la Red de miradores y puntos de observación del Albaicín y Sacromonte, y sus valores históricos, urbanos y paisajísticos.

Requisitos técnicos Conexión a internet.

Espacio para el visionado Página web.

Observaciones Al ser un PDF interactivo permite la navegación por el documento a través de un menú (http://www.albaicin-granada.com/estaticas/587_difusionmiradores.pdf).

FICHA TÉCNICA

Proyecto de intervención	El Palacio de la Madraza. Recuperación como espacio cultural de la Universidad de Granada.
Modalidad	Folleto divulgativo tríptico tamaño DIN A4.
Temática	Divulgación de la intervención de restauración del Palacio de la Madraza.
Público	Visitantes del edificio.
Sinopsis	Al tratarse de un folleto desplegable, cada ejemplar presenta una portada en su cara anterior y los datos generales relativos a la intervención y una planta del edificio en la parte posterior. Una vez desplegado, los contenidos se organizan en su interior, siguiendo un orden cronológico y temático descendente, agrupados bajo los siguientes epígrafes: La Madraza Yussufiyya, Las Casas del Cabillo Viejo, Recuperación como edificio público y Restauración Arquitectónica.
Objetivos	<p>Difundir el proyecto de restauración del Palacio de la Madraza poniendo especial énfasis en la historia del edificio y en su recuperación como patrimonio universitario.</p> <p>Acercar los valores patrimoniales del palacio a las personas que lo visiten.</p> <p>Mostrar la importancia que ha tenido su restauración para la recuperación del edificio como activo cultural en la vida universitaria de la ciudad.</p>
Requisitos técnicos	Folleto impreso disponible en el Palacio de la Madraza.
Espacio para su visionado	Los ejemplares de folleto se localizan en el acceso al edificio, al alcance de las personas que tengan interés en conocer el monumento.
Observaciones	<p>Posibilidad de hacer tiradas sucesivas una vez que se agoten los ejemplares existentes y, por tanto, flexibilidad para introducir correcciones o actualizaciones.</p> <p>Su integración en la web de la Universidad de Granada como pdf descargable aún no se ha producido.</p>

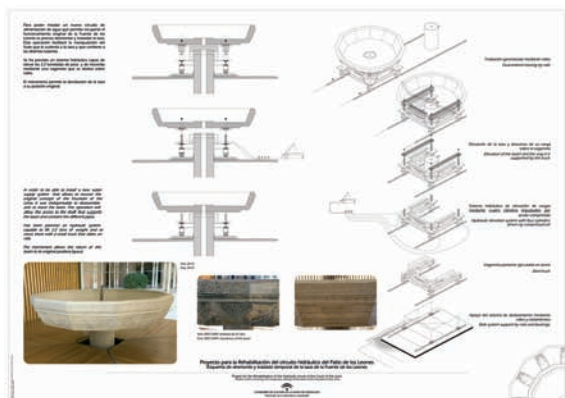
A.4. DIFUSIÓN MEDIANTE EXPOSICIÓN DE PANELES INFORMATIVOS:

En este caso, la labor de difusión se centra en el diseño y producción de paneles de gran formato para la divulgación de los valores patrimoniales de un determinado bien o para la explicación de aspectos relacionados con su restauración.

A diferencia de otros sistemas vistos con anterioridad, en este apartado deben considerarse otros parámetros para la correcta comprensión del mensaje a transmitir. Para ello, es necesario estudiar el espacio destinado a los paneles y valorar aspectos como la luz, para evitar la aparición de brillos; altura de la estancia y posibilidad de manipulación de los soportes informativos por parte del público visitante. El tamaño de la letra y la accesibilidad también son muy importantes para que los paneles cumplan adecuadamente su función.

Ejemplo:

- *Paneles informativos sobre la Fuente de los Leones. Colocación de 3 paneles en formato DIN A0 a una cara y sobre soporte rígido en la Sala de los Mocárabes (Alhambra, Granada). Estudio Pedro Salmerón Escobar.*



Panel informativo sobre la Fuente de los Leones.



Situación de paneles en la Sala de los Mocárabes.

En este ejemplo, el objetivo es explicar en paneles informativos un episodio concreto de la compleja obra de restauración del circuito hidráulico del Patio de los Leones de la Alhambra. De esta forma, se transmite al público visitante que el estado transitorio en el que se encuentra el Patio de los Leones es debido a las actuaciones que lleva aparejada la restauración de sus fuentes. Para ello, se diseñan 3 paneles en formato grande sobre una estructura metálica de pequeñas secciones con puntos de luz incorporados, ya que se sitúan en una sala con incidencia de luz natural variable a lo largo del día.

La temática es la Fuente de los Leones y, más concretamente, el movimiento de su taza con motivo de la excavación arqueológica complementaria a la restauración del circuito hidráulico y reconocimiento del fuste que la sustenta. El primer panel explica someramente el funcionamiento del circuito hidráulico general, el segundo se ciñe a la fuente principal y el tercero desglosa la operación de traslado de la taza previa a la excavación arqueológica de su base.

FICHA TÉCNICA

Proyecto de intervención	Restauración del circuito hidráulico del Patio de los Leones.
Modalidad	Paneles informativos en formato A0.
Temática	Divulgación de la intervención de restauración.
Público	Público visitante de los Palacios Nazaríes.
Horario	El horario de visita a los Palacios Nazaríes: 08:30-18:00 (invierno) / 08:30-22:00 (verano).
Sinopsis	Explicación breve del funcionamiento del circuito hidráulico del Patio de los Leones, concediendo especial importancia a la fuente principal, al traslado de su taza con motivo de la excavación arqueológica prevista en su envolvente y a los trabajos de instalación en el fuste. Incluye fotografías y planimetrías.
Objetivos	Difusión de información relativa al funcionamiento del circuito hidráulico del Patio de los Leones y de la complejidad de las operaciones vinculadas a su restauración. Comprensión de los trabajos por parte del público visitante y enriquecimiento de las estrategias de comunicación del organismo en materia de conservación.
Requisitos técnicos	Estructura metálica portátil con sistema integrado de iluminación y de fijación de los paneles.
Espacio para su visionado	Sala de los Mocárabes: estancia abierta al Patio de los Leones con luz variable.
Observaciones	Los textos se encuentran traducidos al inglés.

A.5. DIFUSIÓN MEDIANTE CURSOS TEMÁTICOS, CONFERENCIAS, SEMINARIOS Y JORNADAS:

Este apartado se centra en la difusión mediante la organización de cursos temáticos, conferencias, seminarios, jornadas, etc. donde se explica mediante charlas o debates abiertos la intervención sobre un bien cultural.

Se trata de un sistema de difusión directo, ya que los principales agentes que intervienen en una intervención transmiten su experiencia a las personas asistentes.

Tiempo de duración	3 días
Horario	2 de julio: 18:30-20:00 horas. 3 de julio: 10:00-12.00; 12:30-13:30 / 17:30-18:30; 19:00-20:00 horas. 4 de julio: 09:30-12:30 / 13:00-14:30 horas.
Sinopsis	Estas jornadas se realizan para debatir las posibles alternativas para la recuperación del patio. Persiguen promover un proceso de análisis y reflexión en el que se pongan de manifiesto las diversas posturas existentes y las opiniones de los especialistas sobre la manera de intervenir en él, en consonancia con el rigor científico que debe presidir los proyectos de intervención en el siglo XXI.
Objetivos	Debatir las posibles alternativas para la recuperación del Patio de Honor del Castillo en el marco de los futuros trabajos de rehabilitación y puesta en valor promovidos por el Plan Director del monumento.
Requisitos técnicos	Dispositivos técnicos para la proyección de documentación
Lugar de celebración	Auditorio municipal acondicionado para este uso en Vélez Blanco (Almería).
Observaciones	Las jornadas se desarrollan en Vélez Blanco, localidad protagonista del debate con un amplio marco de participación de agentes y de público

A.6. DIFUSIÓN MEDIANTE PUBLICACIÓN DE LIBRO:

Edición y publicación de la restauración arquitectónica de un bien inmueble, ofreciendo las claves de la intervención, historia, emplazamiento y usos.

A diferencia de otros instrumentos de divulgación, en este caso se trata de una tipología que permite conocer, de forma detallada, extensa y pausada, una restauración concreta en su globalidad y desde diferentes puntos de vista.

Ejemplo 1:

- *Restauración de las Ruinas de Santa María de Cazorra. Conservación Monografías. Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, 2012. Coordinación de la edición: Blas Molina Reyes y Pedro Salmerón Escobar.*



Publicación sobre la Restauración de las ruinas de Santa María de Cazorla.

FICHA TÉCNICA

Proyecto de intervención	Restauración de las ruinas de la Iglesia de Santa María de Cazorla.
Modalidad	Monografía.
Temática	Restauración.
Público	Cualquier perfil interesado en la temática.
Extensión	133 páginas.
Sinopsis	Recorrido por las aportaciones de las diferentes disciplinas que interactúan en la restauración de las ruinas de la iglesia de Santa María de Cazorla. El formato es mediano, manejable y de fácil comprensión.
Objetivos	Difundir la intervención y los valores patrimoniales del monumento.
Observaciones	Impresión a color en formato 295x295 mm. Se ha producido una edición digital que está disponible en la web de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía (http://www.juntadeandalucia.es/cultura/publico/BBCC/Cazorla.pdf).

Ejemplo 2:

- *Guía breve del Palacio de la Madraza. Universidad de Granada, 2011. Coordinación de la edición: Pedro Salmerón Escobar y Rosa María Pérez de la Torre.*

ITINERARIO RECOMENDADO

- 1 Fachada
- 2 Administración y Consjería (Antigua Audiencia)
- 3 Puertas de la Capilla (primer tercio del siglo XVII)
- 4 Patio
- 5 Escalera principal
- 6 Oratorio
- 7 Sala de Exposiciones I
- 8 Sala de Exposiciones II
- 9 Sala de Exposiciones III

1 Portada
Señal emblemática más singular de la reforma que define el edificio a principios del siglo XVIII. Su diseño se atribuye a José de Bada o a su círculo y presenta un fuerte acento barroco.

2 Administración y Consjería / Antigua Audiencia
Desde el zaguán, se puede contemplar la actual Administración y Consjería, espacio datado a principios del siglo XVII que fue originalmente conocido como Audiencia de la Cora y convertido posteriormente en sede de la Escribanía del Cabildo.

3 Puertas de la Capilla (primer tercio del siglo XVII)
Pertenece a la capilla desaparecida de la antigua sede del Cabildo. Su traza se atribuye a Francisco Cruz del Río, mientras que su sala y portones se consideran obra de Alonso de Mesa y Pedro de Rada.

4 Patio
Es fruto de la rehabilitación desarrollada durante la década de 1700. Se articuló mediante galerías sostenidas por columnas toscanas de piedra de Sierra Elvira. En su centro se localizan los restos de la albacá de la madraza islámica.

5 Escalera principal
Es una construcción barroca, conocida al patio, formada por dos tramos de subida, dispuesta y ubicada enmarcada decorada con yeserías y motivos heráldicos. En uno de sus muros se expone el "Escudo de Cruz" (1678-1688) de Pedro Alonso Boscagnegre.

6 Oratorio
Fue la gran sala o espacio centralizado y ritual de la madraza islámica. Aunque se ha conservado su planta y parte de su estructura original, su configuración actual es consecuencia de la restauración realizada en el último tercio del siglo XIX.

7 Sala de Exposiciones I
Espacio heredero de la sala que se produjo en el edificio en 1705. La estancia n.º 7 fue utilizada para los reuniones del Cabildo durante el resto. En un lateral pueden contemplarse los restos arqueológicos del espacio aljandrado previo a su construcción.



Guarda anterior y portada de la publicación

FICHA TÉCNICA

Proyecto de intervención	Guía breve del Palacio de la Madraza.
Modalidad	Guía turística con contenidos específicos relativos a la restauración del edificio.
Temática	Recorrido por la historia material del inmueble. Dedicación de un capítulo concreto a su recuperación como patrimonio universitario.
Público	Cualquier perfil interesado en la temática incluyendo el público visitante del monumento.
Extensión	125 páginas.
Sinopsis	Presentación del Palacio de la Madraza como pieza arquitectónica de excepcional valor, desde el punto de vista histórico, por su papel preponderante en la Granada hispanomusulmana y cristiana. Para ello, los contenidos se desarrollan de lo general a lo particular partiendo del contexto urbano del edificio y de las claves esenciales para comprenderlo. Seguidamente, se realiza un recorrido por su historia material, estética y funcional, dedicando un capítulo específico a sus elementos singulares para concluir con su historia más reciente, caracterizada por la voluntad de la Universidad de Granada por recuperar el palacio para la sociedad y vincularlo a la vida universitaria y cultural de la ciudad.

Objetivos	Favorecer la comprensión de las transformaciones que se han sucedido en el edificio, incluida su restauración reciente, a lo largo del tiempo. Esta publicación pretende, de un lado, servir de guía para visitar el palacio y, de otro, mostrar de modo conciso las actuaciones que se han desarrollado en él entre 1999 y 2012.
-----------	---

Observaciones	Impresión a color en formato 110x180 mm. En breve, se prevé comercializar la versión inglesa de la guía.
---------------	---

B. EL USO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA DIFUNDIR LAS INTERVENCIONES

Los ejemplos de difusión analizados reúnen una serie de características que los hacen más o menos adecuados en función de la finalidad que se persiga. Existen, por tanto, algunas categorías con mayor grado de difusión que otras, aunque los requerimientos de inversión sean inferiores.

Entre los dispositivos de difusión descritos, el pdf interactivo ofrece óptimos resultados en lo que respecta al grado de difusión de los productos. Ocurre lo mismo con los audiovisuales presentes en internet. El alcance y proyección de ambos es superior al resto, ya que se encuentran más accesibles al público. No obstante, se trata de dispositivos cerrados y pasivos, es decir, limitados en lo que respecta a la relación con la sociedad, y a la ampliación y actualización de contenidos.

Las conferencias y publicaciones monográficas, de carácter técnico, constituyen medios tradicionales de transferencia del conocimiento asentados en el panorama científico de la intervención y dirigidos normalmente a colectivos específicos. La ventaja que presentan los primeros respecto a los segundos es su capacidad de empatía e inmediatez, es decir, favorecen el diálogo fluido entre el conferenciante y las personas asistentes a un determinado acto. Las publicaciones especializadas presentan, por su parte, una mayor vocación de permanencia en el tiempo.

Finalmente, tanto los folletos impresos como los paneles informativos tienen un carácter más estático. Si bien los primeros suelen hallarse en los puntos de acceso a los inmuebles, los paneles frecuentan las estancias objeto de intervención o espacios expositivos vinculados a ellas, debido a la información específica que contienen. Actualmente, también es frecuente encontrar los folletos, en versión pdf descargable, a disposición del público en las webs institucionales. En este caso tienen una proyección mayor como parte activa de sus estrategias formativas y de comunicación.

Aparte de estos dispositivos, existen otros cuya importancia es necesario recalcar, debido a su capacidad para interactuar con el público visitante y ofrecerle información o documentación sobre los trabajos de restauración desarrollados en un determinado bien inmueble. Se trata fundamentalmente de Facebook, Twitter y Blog, herramientas plenamente utilizadas en las redes actuales de comunicación.

Facebook y Twitter tienen la gran ventaja de conectar con mucha gente a la vez. Presentan un marcado carácter de actualidad, por lo que pueden dar conocer fácilmente las últimas noticias sobre un asunto de actualidad. Permiten adjuntar contenidos multimedia y crear encuestas para obtener información sobre lo que piensan las personas que contactan. Cada vez son más las instituciones y empresas que utilizan esta herramienta como canal de comunicación. No es una página web, sino un perfil público de la información que se quiere ofrecer, al que pueden afiliarse usuarios y usuarias para mantenerse al día de su actividad. Sin duda, uno de los facebook más completos y específicos

destinados a informar sobre trabajos de restauración del patrimonio cultural en el ámbito andaluz es el del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico (<https://es-es.facebook.com/patrimoniolAPH>), ya que este ámbito de actuación constituye una de sus principales competencias. Además, es un magnífico escaparate de noticias relativas a intervenciones de referencia y documentación técnica especializada.

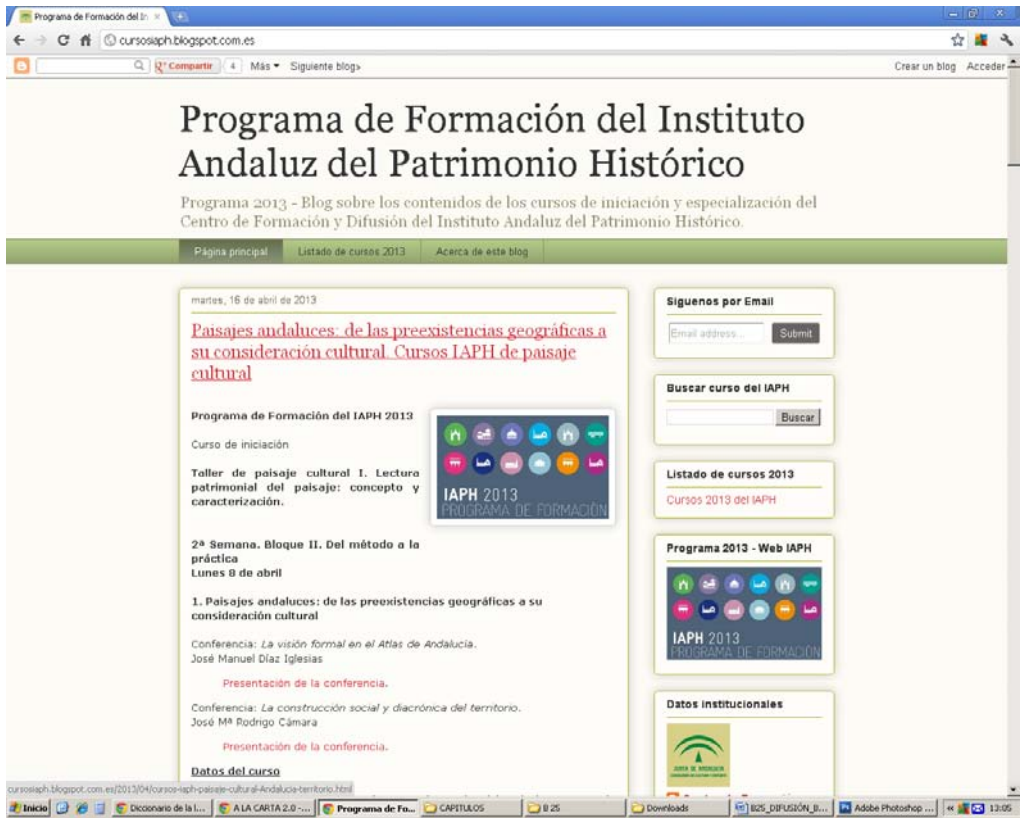
El facebook y twitter del Patronato de la Alhambra y Generalife (<https://es-es.facebook.com/alhambragranada>; <https://twitter.com/alhambracultura>) también constituyen un buen ejemplo de la presencia de información fresca y actualizada sobre los proyectos de intervención desarrollados por el organismo en herramientas de este tipo, aunque el tratamiento es más generalista que en el caso anterior porque está dirigido a un abanico más amplio de público. Asimismo, ofrece noticias sobre el quehacer diario de los profesionales que intervienen en este tipo de trabajos y su capacitación técnica. Sirva como ejemplo la noticia relativa a la estancia de formación de los técnicos de la Alhambra en los talleres artesanales marroquíes en el marco del Proyecto europeo Redalh.

La Fundación de la Catedral de Santa María de Vitoria también despliega, a través de facebook y twitter, las novedades más interesantes relacionadas con la vida cultural del edificio entre las que cabe destacar la promoción de las actividades relacionadas con su programa “Abierto por obras” o la presencia de noticias de interés relacionadas con otras catedrales estatales. Asimismo, cabe destacar la celebración de conferencias de distintas temáticas, en especial referidas a los trabajos de conservación y restauración, y la posibilidad de descargar su boletín electrónico de novedades Noticias desde el Triforio con apartados como “Cuaderno de obra” en el que se ofrecen las novedades relacionadas con las últimas intervenciones en desarrollo o “Abierto por obras” (http://www.catedralvitoria.com/pdfs/publicaciones/201302triforio_cas.pdf) dirigido a publicitar las visitas técnicas destinadas principalmente a los profesionales del patrimonio que deseen conocer la evolución de las obras en desarrollo.

The screenshot shows the Facebook page for 'Fundación Catedral Santa María-Abierto por Obras'. The page header includes the Facebook logo and the page name. Below the header, there is a section for the page's profile picture and cover photo. The main content area displays several posts. The top post is a welcome message in Spanish: 'Fundación Catedral Santa María-Abierto por Obras está en Facebook. Para conectar con Fundación Catedral Santa María-Abierto por Obras, regístrate hoy en Facebook.' Below this, there is a post titled 'Fundación Catedral Santa María-Abierto por Obras' with a link to the website. The post content includes: 'Organización en idioma de hecho. La Fundación Catedral Santa María es la institución creada para gestionar y desarrollar el Plan Director de Restauración Integral de la Catedral de Santa María.' There are also posts about the cathedral's opening hours and a post about the 'Cuaderno de obra'.

Fundación Catedral
Santa María de Vitoria:
“Abierto por obras está
en facebook”
(<https://www.facebook.com/AbiertoPorObras>)

Ambos casos son extrapolables a otros entes patrimoniales como los conjuntos culturales andaluces (Conjuntos Arqueológicos de Itálica y Dólmenes de Antequera, por ejemplo), u otras catedrales españolas (Catedrales de Sevilla, Santiago de Compostela, Toledo, etc.), si bien existen distintos niveles de intensidad en lo que respecta al tratamiento y frecuencia temporal de este tipo de información, según el caso. También, en los museos el uso de este tipo de herramientas está muy extendido. Asimismo, es frecuente conocer, a través de ellas, las obras objeto de restauración en cada momento.



Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. Blog sobre los contenidos de los cursos de iniciación y especialización del Centro de Formación y Difusión (<http://cursosaph.blogspot.com/es/>)

Los blogs también permiten incluir artículos, imágenes y sonido. Muchas personas los utilizan como diario para proyectarse en internet. Pueden ser producidos por un autor o varios y estar abiertos a los comentarios de visitantes. No obstante, no incorporan dispositivos de medición para conocer la acogida del público (encuestas). Constituyen una herramienta gratuita, fácil de crear y manejar con conocimientos básicos de Internet. Como ejemplo significativo de esta herramienta aplicada con carácter institucional a distintas categorías culturales, entre las que destaca el patrimonio histórico y, por ende, las vertientes propias de su gestión, cabe destacar el Blog de la Cultura y el Deporte en Andalucía, en el que es frecuente encontrar noticias relacionadas con proyectos de intervención e

iniciativas de investigación e innovación aplicadas a ellos (<http://www.juntadeandalucia.es/cultura-ydeporte/blog/categoria/categoria-cultura/patrimonio-historico/>). También, se recalca el empleo del blog por el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico (<http://cursosiaph.blogspot.com.es/>), si bien en este caso con un cometido específico: presentar los contenidos de su programa de formación anual en el que se otorga un protagonismo especial a la formación técnico–científica aplicada a la intervención del patrimonio.

Las características citadas con anterioridad abren una amplia gama de posibilidades en el uso de estos instrumentos con fines divulgativos vinculados a trabajos de restauración, ya que dichos dispositivos permiten flexibilidad, actualidad y transformación ágil del conocimiento.

06 Cumplimiento de objetivos de la investigación

06 Cumplimiento de objetivos de la investigación

OBJETIVO GENERAL

Utilizar una dilatada experiencia en restauración del patrimonio inmueble para plantear un corpus de información especializada que integre la vertiente técnico-científica inherente a las intervenciones de forma ordenada y sistemática. El sistema creado debe presentar una versatilidad de uso suficiente para ser aplicado por los diferentes agentes que intervienen en los procesos de trabajo con distinto grado de especialidad: técnicos facultativos y jefes de obra, restauradores, operarios especializados, promotores, gestores, contratistas, fabricantes, laboratorios, grupos de investigación y otros.

Este objetivo se ha cumplido de un modo selectivo para obtener el máximo rendimiento posible de una experiencia práctica muy amplia desarrollada en diversos inmuebles, en su mayor parte Bienes de Interés Cultural situados en Andalucía, que sirven como referencia por su escala, amplitud y singularidad. Los vínculos más claros se han establecido a partir de dos catedrales andaluzas que tienen similitudes estilísticas y constructivas: Jaén y Granada. Esta práctica prolongada en el tiempo se ha utilizado para obtener un método que permite extraer, de una forma selectiva, unas directrices para trabajos similares situados en entornos complejos y diferentes.

El comienzo de esta sistemática arranca con el Plan de Catedrales de Andalucía de 1988 que establece la necesidad de realizar un diagnóstico de carácter previo sobre las condiciones en las que se encuentran los conjuntos catedralicios de esta comunidad autónoma. La directriz incluida en dicho plan para determinar las intervenciones de urgencia y ensayar las previsiones obtenidas del diagnóstico se cumple gracias al concierto de distintos equipos científicos que permiten conocer con objetividad el deterioro de las grandes fábricas pétreas y el uso de materiales adecuados, y plantean la posibilidad de realizar un seguimiento de los edificios a lo largo del tiempo. El interés que suscitan estos estudios entre los investigadores del ámbito de la mineralogía y la petrología es evidente. Como resultado se establecen sendas colaboraciones con el “Grupo de Trabajo de la Universidad de Sevilla para la Conservación de Obras Monumentales en Piedra” y el “Grupo de Investigación Estudio y Conservación de Materiales de Construcción del Patrimonio Arquitectónico de la Universidad de Granada”, aspecto que se describe con detalle en el capítulo “Metodología” de esta tesis.

La vinculación con esta derivada tan importante de la analítica científica ha permitido desarrollar con detalle una serie de protocolos previos y de caracterización que nor-

malizan y promueven un encuentro adecuado entre el laboratorio científico y la obra objeto de restauración. Los clarificadores resultados obtenidos están recogidos en una encuesta – entrevista dirigida a un grupo de personas con funciones de responsabilidad y de liderazgo en distintas obras ejecutadas en las que se ha aplicado esta metodología.

El desarrollo de la tesis demuestra que es posible establecer una retroalimentación entre la obra y el proceso analítico para depurar un sistema de actuación que facilite la aplicación de los conocimientos y clarifique el proceso restaurador. Los protocolos básicos, que constituyen el desarrollo más importante de esta conexión entre la experiencia y la preparación de un método, se basan precisamente en el seguimiento del proceso restaurador y su formalización en pautas que puedan ser consultadas y aplicadas a casos concretos. En todos los protocolos se utilizan fotografías y dibujos ilustrativos de las diferentes secuencias, de forma que constituyen una fuente complementaria de conocimiento para la aplicación práctica. También, se favorece la consulta de información especializada para que quien lo desee pueda ampliar las aportaciones del propio protocolo.

No siendo suficiente desgranar de forma secuenciada estos procesos, el desarrollo de esta investigación aplicada se ha organizado a través de la Catedral de Jaén, que presenta unas condiciones excepcionales para verificar la relación entre diferentes procesos de deterioro y la aplicación de una metodología de restauración en circunstancias reales y con una disponibilidad limitada de recursos. La exposición de este inmueble al sismo y al viento, su ubicación geográfica que presenta una amplitud térmica importante en un mismo día, la formación de un hábitat excepcional para aves protegidas y su papel de emblema para la ciudad permiten obtener una casuística de gran interés. La observación atenta y la experiencia atesorada durante dos décadas de trabajos, dirigidos a tratar satisfactoriamente una problemática muy rica y compleja, han permitido codificar e integrar diferentes prácticas disciplinares desarrolladas en el marco de la intervención.

La Catedral de Jaén actúa como fuente principal de la experiencia investigadora y los protocolos se establecen para ejemplificar un caso complejo. En el desarrollo de esta tesis se utilizan también muchos ejemplos que provienen de la Catedral de Granada, con unas características constructivas muy parecidas pero con una escala mayor, donde se han llevado a cabo experiencias que se complementan muy bien con las realizadas en la catedral jiennense. Al tener una amplitud e intensidad importantes, ambos trabajos, realizados en el ámbito de la restauración en su conjunto, han servido para construir todo el desarrollo experimental de esta tesis que está apoyada firmemente en la práctica.

El sistema de protocolos, eje efectivo de la tesis, ha sido planteado con sumo cuidado, de una forma bastante directa y utilizando un lenguaje técnico asequible para los diferentes agentes que intervienen en el proceso de la restauración de bienes inmuebles.

Se cumple de esta forma con el objetivo de crear una herramienta interdisciplinar que pueda servir de guía en las intervenciones. Los protocolos se ordenan internamente en base a los siguientes campos: datos de partida (descripción o síntesis), palabras clave (puedan servir para hacer una búsqueda electrónica), objetivos y contenido, con indicación expresa de las opciones de actuación y otros apartados de distinta naturaleza.

Para comprobar la óptima asimilación del sistema por parte de los agentes implicados se ha preparado una encuesta sobre el uso de los protocolos previos y de caracterización. La respuesta, como se puede comprobar en el Anexo incluido en esta tesis, es bastante favorable al uso de un sistema que organice esta compleja relación entre la intervención y la analítica científica. Como observación significativa, destaca la solicitud de incluir en los informes científicos una mayor concreción o detalle sobre los problemas de la propia obra, lo que significa que el proceso de convergencia debe mejorarse para obtener el máximo rendimiento.

Los grupos de investigación científica implicados en los trabajos de conservación y restauración durante dos décadas han extendido su campo de actuación a esta modalidad de la investigación aplicada con bastante éxito porque su trabajo se ha convertido en referencia en el ámbito andaluz, lo que indica que desde el comienzo de la experiencia a finales de los 80 del siglo pasado el impacto en publicaciones, tesis y encuentros académicos ha sido importante en la comunidad científica. En la actualidad se puede progresar de forma notable obteniendo la máxima rentabilidad de estos avances por parte los distintos agentes implicados.

La elaboración de algunos protocolos ha exigido desarrollar una interlocución previa con las partes que intervienen en la restauración realizando las correcciones oportunas tras experimentar en el tajo de obra las diferentes opciones. Los protocolos previos de “Recogida de muestras según materiales” y de “Ensayos y dimensiones de las muestras necesarios para caracterizar un material” se han beneficiado más de este proceso de retroalimentación, ya que es relativamente frecuente que muchas muestras preparadas en la obra para realizar un ensayo científico tengan una pésima identificación previa, tamaño, embalado y otros defectos de partida que afectan tanto a los tiempos como a la cadena de decisiones y recomendaciones derivadas de un buen diagnóstico.

Otro aspecto que cumple con este objetivo principal de versatilidad consiste en ofrecer un sistema pautado que se proyecta como un conjunto entrelazado de instrucciones, donde lo importante no es la jerarquía en sí misma, sino la voluntad de asentar unas relaciones abiertas entre las partes que permiten usar cada protocolo de manera flexible. En los trabajos de restauración es frecuente la utilización de elementos que se integran en otros para formar estructuras complejas, algo extensible al modelo de contratación de las obras de restauración de los bienes inmuebles, por lo que la articulación propuesta puede ser comprendida y utilizada con bastante facilidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OBJETIVO 1

Plantear la aplicación de los procesos técnico-científicos en la restauración del patrimonio cultural a través de ejemplos contrastados.

Para llevar a cabo este objetivo, se ha partido de casos prácticos concordantes con los que plantea el ejemplo principal tomado para articular la experiencia: la Catedral de Jaén. No obstante, conviene hacer constar otros que también han servido para alimentar el corpus de esta tesis:

- Catedral de Granada, Granada
- Capilla Real, Granada
- Baño Real de la Alhambra, Granada
- Hospital Real, Granada. Rectorado de la Universidad de Granada
- Museo de la Capilla Real, Granada
- Palacio de Bibataubín, Granada. Consejo Consultivo de Andalucía
- Palacio de la Madraza, Granada
- Palacio de las Columnas. Facultad de Traducción e Interpretación, Granada
- Palacio de San Pablo. Facultad de Derecho, Granada
- Patio de los Leones de la Alhambra, Granada
- Ruinas de la Antigua Iglesia de Santa María, Cazorla (Jaén)
- Sala de los Reyes (Palacio de los Leones) de la Alhambra, Granada
- San Gabriel de Loja, Granada
- Silla del Moro, Granada
- Tabernáculo de la Catedral de Granada, Granada

Cada uno de estos ejemplos ha servido para centrar aspectos diferentes de la conservación del patrimonio inmueble y recoger una casuística suficiente que permita valorar las distintas perspectivas de un mismo proceso metodológico, contrastando analítica, deterioros, soluciones registradas a lo largo del tiempo, comportamiento de los diferentes elementos constructivos y otros factores.

OBJETIVO 2

Proporcionar una aplicación flexible que se enriquezca con el tiempo gracias a la suma de nuevas experiencias.

El sistema de protocolos cumple con esta condición manejable y acumulativa, ya que es una herramienta donde se pueden perfeccionar y ampliar los ítems que la configuran y de hecho, durante el desarrollo de la experiencia, se han producido numerosos cambios que han enriquecido el planteamiento inicial. Se ha comportado también como una buena herramienta para ordenar los datos y las acciones que se encadenan en

el proceso de la restauración posibilitando la acumulación de la información de forma normalizada y ordenada. Gracias al modelo de construcción de protocolos propuesto, se pueden construir otros para acciones diferentes, ya que tiene la ventaja de ofrecer un sistema abierto con unas reglas claras en cuanto a las categorías y las formas de relacionar los enlaces que son legibles a través de esquemas de fácil visualización.

El carácter ramificado de la estructura que se presenta en el Capítulo de “Desarrollo de la investigación” representa muy bien una propuesta que puede ser accesible por diferentes rutas para que los agentes implicados en el proceso elijan fácilmente en base a sus necesidades, y comprendan la forma en la que unos protocolos se anidan en otros avanzando en los contenidos y en el refinamiento de la herramienta. Tiene cierto parecido con los planes estratégicos, aplicables a entornos abiertos de decisiones, de forma que este conjunto de pautas actúa con un formato de menú flexible, que es una fórmula de trabajo fomentada por el uso de las herramientas informáticas con las nuevas tecnologías y la consolidación de la gestión en un entorno definido por la articulación de procesos.

OBJETIVO 3

Producir un catálogo de buenas prácticas que tenga aplicación en diferentes contextos.

El desarrollo de esta investigación ha dado como resultado un núcleo cohesionado de pautas que hace de “motor de arranque” para la aplicación de procedimientos técnico-científicos en la restauración creando una compleja red de relaciones, de forma que las experiencias desarrolladas se convierten en modelos de intervención al destacar lo más interesante de cada una. El resultado final es un conjunto ordenado de buenas prácticas que puede ser aplicado con garantías en los trabajos de conservación y restauración del patrimonio inmueble. A estas pautas principales se pueden unir rutinas de revisión de complejidad variable como se muestra en el “Protocolo básico de Mantenimiento” o en el de inspección de cubiertas.

PROTOCOLOS BÁSICOS

B 07. Protocolo básico para la seguridad de las tareas de mantenimiento de cubiertas

B 08. Protocolo de instalaciones de protección en cubiertas de madera

B 10. Protocolo de mantenimiento de cubiertas de armadura de madera

B 14. Protocolo básico para el mantenimiento de cubiertas con cernicalo primilla

En los diferentes protocolos se indican los criterios de ejecución de las acciones constituyendo, en sí mismos, pequeños manuales que pueden ser ejecutados con facilidad. El posible usuario de los protocolos puede acudir a ellos para obtener una información práctica que le permita enfocar la solución de un problema, la manera de registrarlo y de relacionarlo con otros aspectos de la intervención, así como la necesidad de apo-

yarse en el análisis y en el concurso de otras disciplinas, con lo cual se adquiere una visión más completa y coherente del proceso.

OBJETIVO 4

Facilitar la adopción de pautas de conservación preventiva.

La sistemática abordada es, en sí misma, una estrategia de conservación preventiva porque la mayoría de los protocolos definidos tienen la mirada puesta en la prevención de patologías y en la minoración de los impactos que perturban el equilibrio de los bienes inmuebles. En un país como España, con una larga tradición en las cubiertas de madera realizadas con la técnica de carpintería de lo blanco, resulta una abundante casuística que debe ser abordada con tareas de examen, reparación y mantenimiento como las que se proponen.

PROTOCOLOS BÁSICOS

B03. Protocolo básico de toma de datos y representación de patologías en cubiertas de madera

B04. Protocolo de actuación en caso de lluvia durante la intervención en cubiertas

B05. Protocolo de actuación en estructuras de cubiertas de madera con deterioros debidos a diversos agentes

B06. Protocolo de cubrición en cubiertas de madera

B07. Protocolo para la seguridad de las tareas de mantenimiento de cubiertas inclinadas con amadura de madera

B08. Protocolo de instalaciones de protección en cubiertas de madera

B09. Protocolo de evacuación de aguas pluviales en cubiertas inclinadas

B15. Protocolo para la instalación de sistemas de control poblacional de palomas urbanas

El tratamiento es extensible a los problemas causados en elementos esbeltos por el sismo y el viento que se ven afectados seriamente en los casos de pináculos, esculturas, veletas, cruces, adornos y otras estructuras de gran significado estético y simbólico. La necesidad de mantener su función en los inmuebles como componentes inseparables de su autenticidad exige también su conservación en condiciones de seguridad en los emplazamientos expuestos en los que se ubican. Los que se refieren a esta problemática como el "Protocolo básico de intervención en pináculos y elementos esbeltos deteriorados por la acción del viento y los movimientos sísmicos" o el "Protocolo básico de restauración de piezas pétreas fracturadas por acciones mecánicas", se encuadran plenamente en la dirección establecida por la conservación preventiva en ubicaciones geográficas expuestas, algo que tiene un gran futuro en la investigación de los conocimientos científico-técnicos aplicados a la restauración.

Se añade un factor decisivo que es la conexión entre la sociedad y las intervenciones con un amplio protocolo dirigido a las estrategias de difusión para que el público visi-

tante y la ciudadanía pueda comprender mejor el valor del patrimonio cultural y la complejidad del proceso de intervención encaminado a su recuperación física y funcional.

PROTOCOLOS BÁSICOS

B16. Protocolo básico de intervención en pináculos y elementos esbeltos deteriorados por la acción del viento y los movimientos sísmicos

B17. Protocolo básico de intervención en verja monumental

B18. Protocolo básico de consolidación por zunchado de estructuras arquitectónicas esbeltas afectadas por sismo y viento

B19. Protocolo básico de cosido de piezas pétreas fracturadas por acciones mecánicas

OBJETIVO 5

Integrar el sistema de protocolos en los proyectos de intervención, de forma que se pueda constatar la relación entre sus previsiones y la aplicación real.

El proyecto de intervención puede programar el uso de los protocolos como una herramienta eficaz, seleccionando los que más interesen a cada caso y abriendo desde las estrategias de proyecto el uso de los que se refieren a la analítica, la obtención de muestras, los patrones y otros, que pueden incorporarse a rutinas de obra a través de la memoria o pliego de condiciones del proyecto.

Para apoyar la aplicación de conocimientos técnico-científicos a los trabajos de restauración se programa también el “Protocolo de tasación de análisis”, en el que se indican tarifas aproximadas de los diferentes ensayos científicos que pueden realizarse y recomendaciones para establecer desde el proyecto el paquete de estudios analíticos y la forma de evaluar su coste dentro de las previsiones que establece la legislación vigente, sin alterar el importe de contratación de la obra.

PROTOCOLOS PREVIOS DE ANÁLISIS

A 01. Protocolo general de recogida de muestras

A 02. Protocolo de recogida de muestras según materiales

A 03. Protocolo de ensayos y dimensiones de muestra

A 04. Protocolo de tasación de análisis

07 Fuentes documentales y bibliográficas

Alberti, L.B. 1992, *De Re Aedificatoria*, Ediciones Akal, Madrid.

Alcalde Moreno, M. 1996, «Guía para el estudio de la alteración de la piedra de los Monumentos y medidas de conservación», *PH: Boletín del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico*, núm. 15. pp. 62–67.

Almagro Gorbea, A. y Salmerón Escobar, P. 1993, «La catedral de Granada. Documentación y levantamientos fotogramétricos» En *La Conservación del Patrimonio Catedralicio. Orientaciones nacionales y europeas*, Coloquio internacional, Madrid 21–24 de noviembre de 1990, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Madrid, pp. 99–112.

Almarcha Núñez-Herrador, E. 1997, *Arquitectura y urbanismo rural durante el periodo de la autarquía en Castilla La Mancha*. Tesis doctoral. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla - La Mancha, Cuenca.

Álvarez de Morales, J.M. 2006, *Granada en tus manos, El Realejo*, Granada, Corporación de Medios de Andalucía, Granada.

Álvarez de Buengo Ballester, M. y González Limón, T. 1994, *Restauración de edificios monumentales*, CEDEX, Centro de Estudios y Experimentación de Obra Públicas, Madrid.

Álvarez, T. A. 1999, *Excelencias de Granada*, Biblioteca de Bolsillo, Universidad de Granada.

Antequera, M. 1987, *Unos días en Granada*, Ediciones Miguel Sánchez, Granada.

Argote, S. 1985, *Nuevos paseos históricos, artísticos, económico-políticos por Granada y sus contornos*, Tomo I, Edición facsímil Albaida, Granada.

Argüelles Álvarez, R. 2000, *Estructuras de madera. Diseño y cálculo*, Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho, Madrid.

Arriaga, F., Pedraza, F., Esteban, M., Bobadilla, I. y García, F. 2002. *Intervención en estructuras de madera*, AITIM, Madrid.

Asenjo Sedano, C. 1989, *El palacio Provincial de Bibataubín*, La General, Caja de Ahorros, Granada.

587

Ashurst, J. y Dimes, F.G. (eds.) 1990, *Conservation of Building and Decorative Stone*, 2 vol., Butterworth-Heinemann Ltd, England.

Baldi, P. 1992, «La carta de riesgo del patrimonio cultural» En Cuadernos PH 2: La Carta de Riesgo. *Una experiencia italiana para la valoración global de los factores del Patrimonio Monumental*, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, pp. 9–14.

Baquedano Pérez, E. 1900, *Monumentos y proyecto. Jornadas sobre criterios de intervención en el Patrimonio Arquitectónico*, Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Madrid.

Barrios Rozúa, J. M. 1999, *Guía de la Granada desaparecida*, Editorial Comares, Granada.

Barrios Rozúa, J. M. 2002, *Granada: historia urbana*, Editorial Comares, Granada.

Battista della Porta, G. 2008, *La Magia Naturale. I segreti e le meraviglie della natura*, Giunti Demetra, Firenze.

Bellini, A. 1998, «La restauración, el conocimiento histórico y la moderna presencia del pasado», *Restauración arquitectónica II, Serie Arquitectura y Urbanismo*, núm. 31, Secretariado de Publicaciones, Universidad de Valladolid, pp. 9–32.

Bermúdez Pareja, J. 2010, «Reflexiones en torno a los primeros años de la Alhambra en la posguerra civil» En *Leopoldo Torres Balbás y la restauración científica*. Ensayos, Patronato de la Alhambra y Generalife e Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, pp. 235–260.

Bernard, V. 2004, «Granada tras la Reconquista» En *Los Reyes Católicos y Granada*, Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales, Madrid.

Blanco Domínguez, M. y Gisbert Aguilar, J. 2010, *La tecnología láser y otros métodos de limpieza y restauración de materiales pétreos*, Libros Pórtico, Zaragoza.

Bustos Rodríguez, J. 1989, *Granada. Laberinto de imágenes y recuerdos*, Colección Ideal, Granada.

Caneva, G., Nugari M.P. y Salvadori, O. 2000, *La biología en la restauración*, Colección Arte y Restauración, Editorial Nerea, Madrid.

Capitel, A. 2009, *Metamorfosis de monumentos y teorías de la restauración*, Alianza Editorial, Madrid.

Carbonara, G. 1984, *Restauro e cemento in architettura*, AITEC, Roma.

Ceschi, C. 1970, *Teoria e storia del restauro*, Mario Bulzoni Editore, Roma.

Choay, F. 2007, *Alegoría del patrimonio*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

Cigni, G. y Condacci-Pisanelli, B. 1987, *Umidità e degrado negli edifici. Diagnosi e rimedi*, Edizioni Kappa, Roma.

Cobos Guerra, F. 2002, «Lectura estratigráfica y restauración de fábricas: de la teoría general a la práctica concreta» En *I Biennal de la Restauració Monumental*, L'Hospitalet de Llobregat, (Barcelona), 23-26 de noviembre de 2003, Diputació, Xarxa de Municipis, Servei de Patrimoni Arquitectònic Local, pp. 209-219.

«Conferencia internacional de conservación del Patrimonio. Cracovia 2000. Principios de la restauración en la Nueva Europa» 2000, Dossier de la *Revista de la Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León*, año I, núm. 1, abril-mayo-junio, pp. 15-22.

Corallini, A. y Bertuzzi, V. 1994, *Il restauro delle vetrate*. Fiesole, Nardini Editore, Firenze.

Cultrone, G. 2001, *Estudio mineralógico-petrográfico y físico-mecánico de ladrillos macizos para su aplicación en intervenciones del Patrimonio Histórico*, Universidad de Granada.

D'avino, S. 1998, «Estudio de las técnicas constructivas y de la vulnerabilidad de las estructuras antiguas: Prevención del riesgo sísmico y de su restauración» En *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la construcción*, 22-24 de octubre de 1998, Universidad da Coruña, pp. 119-124.

Di Gracia, V. 1991, *Rilievo e disegno nell'archeologia e nell'architettura*. Tecniche, opinión e teorie, Edizioni Kappa, Roma.

Egido, M. del 2008, «Reflexiones sobre las ciencias aplicadas y la conservación del patrimonio» En *Reflexiones sobre las ciencias aplicadas y la conservación del patrimonio*, Tomo I. Madrid: Secretaría General Técnica, Ministerio de Cultura, pp. 13-24.

Egido, M. del 2010, «Innovación en conservación de patrimonio cultural» *Patrimonio Cultural de España*, núm. 4, Ministerio de Cultura, Secretaría General Técnica, Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación, pp. 29-41.

Eichler Blume, F. 1973, *Patología de la construcción. Detalles constructivos*, Editorial Blume, Barcelona.

El régimen jurídico de la restauración del patrimonio cultural: un estudio comparado de los ordenamientos italiano y español, 2009, dirección de R. Barranco Vela, Editorial Comares, Granada.

Esteban Chapapría, J. 1992, «Estudios previos a la restauración de monumentos», *Restauración arquitectónica. Serie Arquitectura y Urbanismo*, núm. 19, Secretariado de Publicaciones, Universidad de Valladolid, pp.159–176.

Esteban Chapapría, J. 2002, «La puesta en valor de las estratificaciones históricas: la restauración del monasterio de San Miguel de los Reyes para sede de la Biblioteca Valenciana» En *I Biennial de la Restauració Monumental*, L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona), 23–26 de noviembre de 2003, Diputació, Xarxa de Municipis, Servei de Patrimoni Arquitectònic Local, pp. 259–266.

Esteban Chapapría, J. 2013, *La conservación del patrimonio español durante la II República (1931-1939)*, Fundación Caja de Arquitectos, Barcelona.

Etienne, R. 1996, *La vida cotidiana en Pompeya*, Ediciones Temas de hoy, Colección Bolsistemas, Madrid.

Fangi, G. 1993, «Aportación a la restauración monumental del levantamiento fotogramétrico con cámaras no métricas» En *III Simposi sobre Restauración Monumental*, 19–21 de noviembre de 1992, Diputació Provincial de Barcelona, Servei de Patrimoni Arquitectònic Local, pp. 105–110.

Feliu, J. 2002, *Conservar el devenir: en torno al patrimonio cultural valenciano*, Universitat Jaume I, Colecció Universitas 10, Valencia.

Fernández-Baca Casares, R. 2006, «Restaurar o conservar ¿posiciones encontradas?» En *PH Cuadernos 19: Programa de normalización de estudios previos aplicados a bienes inmuebles*, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, pp.11-15.

Fernández Martín, J.J., San José Alonso, J. y Martínez Rubio, J. 2001, «La fotogrametría arquitectónica como técnica de documentación y análisis del patrimonio», Dossier de la *Revista de la Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León*, año II, núm. 7, octubre–noviembre–diciembre, pp. 23–34.

Fernández Muñoz, A. L. 2002, «El proyecto como condición de la restauración arquitectónica», *Restauración arquitectónica. Serie Arquitectura y Urbanismo*, núm. 19, Secretariado de Publicaciones, Universidad de Valladolid, pp.137–148.

Galán, E., Martín, A. 1988, *Diagnóstico para la conservación de Obras Monumentales en Piedra aplicado a la Catedral de Granada*, Universidad de Sevilla, Inédito.

Gallego Burín, A. 1982, *Guía artística e histórica de la ciudad de Granada*, Editorial Don Quijote, Madrid.

Gallego Roca, F. J. (ed.) 1996, *La ciudad y sus murallas. Conservación y Restauración*, Ponencias presentadas en el curso de Restauración Arquitectónica, Baeza 17-19 de agosto de 1994. Colección Monográfica Arquitectura, urbanismo y restauración, Universidad de Granada.

Gallego Roca, F. J. (ed.) 2007, *Varsovia, memoria y restauración arquitectónica*, Universidad de Granada.

Gárate Rojas, I. 1994, *Artes de la cal*, Instituto Español de Arquitectura, Alcalá de Henares.

García Cuetos, M. P. 2008, «Alejandro Ferrant y Manuel Gómez-Moreno: aplicación de método científico del CEH a la restauración monumental», *Loggia: Arquitectura y restauración*, núm. 21, pp. 8-25.

García Porras, A. 2010, *Informe preliminar de la I.A.P de apoyo a la restauración en el Castillo de Santa Elena*, Patronato de la Alhambra y Generalife, Granada. Inédito.

Gelsomino, L. (ed.) 1984, *Recupero Edilizio 1. Metodologie, tecniche, prodotti*, Edizioni Ente Fiere, Bologna.

Giannini, C. y Roani, R. 2008, *Diccionario de restauración y diagnóstico*, Nerea, Madrid.

Gómez Moreno, M. 1882, *Guía de Granada*, Colección Archivum, Edición facsímil, Universidad de Granada.

González Fraile, E. 1998, «Conocimiento, reconocimiento y simulación. Instrumentos vitales de la Restauración Arquitectónica», *Restauración arquitectónica II. Serie Arquitectura y Urbanismo*, núm. 31, Secretariado de Publicaciones, Universidad de Valladolid, pp. 229-258.

González Moreno-Navarro, A. 1999, *La restauración objetiva. Mètode SCCM de restauración monumental*, 2 vols. Diputació de Barcelona, Àrea de Cooperació, Servei del Patrimoni Arquitectònic Local.

González Moreno-Navarro, J. L. 1993, *El legado oculto de Vitrubio*. Alianza, Madrid.

González Moreno-Navarro, J. L. 2000, «Los estudios científico técnicos en el proceso de restauración monumental: estado de la cuestión», En *I Biennial de la Restauració Monumental*, L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona), 23-26 de noviembre de 2003, Diputació, Xarxa de Municipis, Servei de Patrimoni Arquitectònic Local, pp. 131-139.

González Reyero, S. 2006, *La fotografía en la arqueología española*, Universidad Autónoma, Real Academia de la Historia, Madrid.

Gratiano Nieto, G. 1970, «Auxilios que la ciencia presta para el estudio y Conservación de los Bienes Culturales» En *Informes y trabajos del Instituto de Conservación y Restauración de Obras de Arte, Arqueología y Etnología*, Congreso Luso-Español para el Progreso de las Ciencias. Lisboa., tomo XI, Madrid, pp. 5-29.

Guerrero López, S. 2005, «Ecos de Europa en la arquitectura Española del primer tercio del siglo XX: los pensionados de arquitectura de la Junta para ampliación de estudios» En *Actas de las XII Jornadas Internacionales de Historia del Arte. El Arte foráneo en España. Presencia e influencia*, Madrid, 22-26 de noviembre de 2004, CSIC, pp. 445-458.

Guichen, G. y Antomarchi, C. 2009, «Cincuenta años de conservación preventiva con el ICCROM», *ICCROM Boletín*, núm. 35, p.13.

Guillén Marcos, E. 1992, «La Granada de la ilustración» En *Nuevos paseos por Granada y sus contornos*, Tomo I, Fundación de la General, pp. 271-286.

Hernández Martínez, A. 1999. *Documentos para la historia de la restauración*, Universidad de Zaragoza.

Hernández Martínez, A. 2012, «Algunas reflexiones en torno a la restauración monumental en la España de posguerra: Rupturas y continuidades» En *Historia, restauración y reconstrucción monumental en la posguerra española*, pp. 97-132.

Hernández Núñez, J. C. 1998, «Una propuesta metodológica. El proyecto de restauración del templete de San Pietro in Montorio, Roma» En *PH Cuadernos 8: Historia del Arte y Bienes Culturales*, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, pp. 71-78.

Henríquez de Jorquera, E. 1996, *Anales de Granada. Descripción del reino y la ciudad de Granada*, Archivum, Universidad de Granada.

Heyman, J. 1995, *Estructuras de fábrica. Teoría, historia y restauración*, Instituto Juan de Herrera, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Madrid.

Historia de Granada 2003, Colección Ideal, Granada.

Hockney, D. 2001, *El conocimiento secreto. El redescubrimiento de las técnicas perdidas de los grandes maestros*, Ediciones Destino, Barcelona.

Iglesias Acero, F. 2007, *Restauración de fachadas históricas*, Colegio de Arquitectos de Catalunya, Barcelona.

Iglesias Gil, J. M. (ed.) 2002, *Cursos sobre el Patrimonio Histórico 6: actas de los XII Cursos Monográficos sobre el Patrimonio Histórico*, Reinosa, julio-agosto 2001, Universidad de Cantabria, Ayuntamiento de Reinosa.

Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico 1992, *Un proyecto para la Capilla Real de Granada. Teorías, Métodos y Técnicas Aplicadas a la Conservación del Patrimonio Mueble*, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Cádiz.

Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico 2006, PH Cuadernos 19: *Programa de normalización de estudios previos aplicados a bienes inmuebles*, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.

Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico 2008, *Actas de la III Bienal de Restauración Monumental: Sobre la des-Restauración*. Consejería de Cultura. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico y Academia del Patal.

Jokilehto, J. 2001, «En la rehabilitación, cada edificio impone sus criterios», *Revista de la Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León*, año II, núm. 5, abril-mayo-junio, pp. 35-37.

Kubler, G. 1957, *Arquitectura de los siglos XVII y XVIII*, Ars Hispaniae, XIV, Plus ultra, Madrid.

La Granada de Gómez Moreno un siglo después: 1892-1998, 1998, Colección Ideal, Granada.

Lade, C. 1960, *Yesería y estuco*, Gustavo Gili, Barcelona.

Lafuente Alcántara, M. 1986, *El libro del viajero en Granada, Don Quijote*, Granada.

Lasky Marcovich, L. 2002, *La noción del tiempo*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

Latorre González-Moro, P., Lasagabáster Gómez, J.M., Azcárate Garay-Olaun, A. y Cámara Muñoz, L. 2000, «El Plan director para la restauración de la Catedral de Santa María de Vitoria-Gasteiz: un ejemplo metodológico para enfocar la restauración de monumentos complejos. Planteamiento inicial y documentación», *Akobe: restauración y conservación de bienes culturales*, núm. 1, pp. 38–43.

Liotta G. 2000, *Los insectos y sus daños en la madera. Problemas de restauración*, Colección Arte y Restauración, Editorial Nerea, Madrid.

Llull Peñalba, J. 2005, «Un estudio tipológico aplicado a los profesionales de la restauración monumental en el siglo XIX» *Anuario del Departamento de Historia y Teoría del Arte*, vol. XVII, pp. 131–145.

López Guzmán, R. 1987, *Tradición y clasicismo en la Granada del siglo XVI: arquitectura civil y urbanismo*, Diputación Provincial de Granada.

López Guzmán, R. y Díez Jorge, E. (eds.) 2007, *La madraza: pasado, presente y futuro*, Universidad de Granada.

López Nieto, F. 1985, *Honores y Protocolo*. El Consultor de los Ayuntamiento y de los Juzgados. Madrid.

López Pérez, C. 1990, *El libro del saber estar. La urbanidad y los usos sociales*, Ediciones Nobel, Oviedo.

Luciani, R. 1998, *Il restauro: storia, teoria, techniche, protagonista*, Fratelli Palombi editori, Roma.

Macarrón Miguel, A. M. 2002, *Historia de la conservación y la restauración*. Desde la antigüedad hasta el siglo XX, 2.ª edición, Tecnos, Madrid.

Macarrón Miguel, A.M. y González Mozo, A. 2004, *La conservación y la restauración en el siglo XX*, Tecnos, Madrid.

Malpica Cuello, A. 1998, *Granada, ciudad islámica: mitos y realidades*, Liberbolsillo, Granada.

Marta, R. 1986, *Architettura romana. Tecniche costruttive e forme architettoniche del mondo romano*, Edizioni Kappa, Roma.

Marta, R. 1986, *Técnica constructiva romana. Roman building techniques*, Edicizioni Kappa, Roma.

Martín, M. y Rodríguez Barberán, J. (eds.) 1996, *PH Cuadernos 2: Técnicas de diagnóstico aplicadas a la conservación de los materiales de construcción en los edificios históricos*, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico y Editorial Comares.

Martín Fajardo, A. 1984, *El Castillo de Bibataubín*, Granada.

Martínez Justicia, M. J. 2008, *Historia y teoría de la conservación y restauración artística*, Tecnos, Madrid.

Martínez Justicia, M. J. y Sánchez-Mesa Martínez, L. 2009, *La restauración de bienes culturales en los textos normativos: selección, traducción y estudio crítico de documentos normativos internacionales y nacionales*, Editorial Comares, Granada.

Martínez Martín, A. y Espinosa de los Monteros Choza, L. M. (eds.) 2000, *Conservación y restauración de bienes culturales en Andalucía. Primeras experiencias*, Consejería de Cultura, Sevilla.

Martínez Prades, J. A. 1998, *Los canteros: medievales*, Akal, Madrid.

Más y Barberá, X. 2010, *Conservación y restauración de materiales pétreos: diagnóstico y tratamientos*, Universidad Politécnica de Valencia.

Matteini, M. y Moles, A. 1986, *Scienza e Restauro. Metodo de indagine*, Firenze.

Muñoz Cosme, A. 1992, «Sistemas y metodología documental aplicada a los bienes culturales» En *PH Cuadernos 1: Un proyecto para la Capilla Real de Granada*, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, pp. 87-97.

Muñoz Cosme, A. 2005, *La vida y la obra de Leopoldo Torres Balbás*. Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, Sevilla.

Navascués, P. 1987, «La restauración monumental como proceso histórico: el caso español, 1800-1950» En *Curso de mecánica y tecnología de los edificios antiguos*, COAM, PP. 285-329.

Nieto Alcaide, V. M. 1973, *Las vidrieras de la Catedral de Granada*, Sección de Publicaciones, Diputación de Granada, Departamento de Historia del Arte, Universidad de Granada.

Nieto Alcaide, V. M. 2002, *La vidriera del Renacimiento en Granada*, Sección de Publicaciones, Diputación de Granada.

Niglio, O. 2009, *La restauración en la arquitectura: métodos y técnicas de análisis*, Universidad de Ibagué.

Nuere, E. 1990, *La carpintería de armar española*, Instituto Español de Arquitectura, Alcalá de Henares.

Nuere, E. 2001, *Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco y la verdadera historia de Enrique Garavato, carpintero de lo blanco y maestro de oficio*, Editorial Munilla-Lería, Madrid.

Ontiveros Ortega, E., Villegas Sánchez, R., Alcalde Moreno, M. y Sebastián Pardo, E. 1996, «Programa de normalización de estudios previos y control de calidad de las intervenciones», *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, año 4, núm. 15, p. 60–61.

Ontiveros Ortega, E., Sebastián Pardo, E. y Valverde Espinosa, I. 2006, «Tapial» En *PH Cuadernos 19: Programa de normalización de estudios previos aplicado a bienes inmuebles*, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, pp. 160–175.

Pareja López, E. 1982, «Arqueología musulmana» En *Granada*, tomo III, Diputación Provincial de Granada.

Paricio, I. 1995. *La construcción de la arquitectura*, tercera edición revisada, Institut de Tecnologia de la construcció de Catalunya, Barcelona.

Pecete Serrano, S. M. 2010, *Bibataubín, propuesta de evolución de un edificio histórico*, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, Sevilla.

Perego, F. 1987, *Memorabilia: il futuro della memoria Tutela e valorizzazione oggi*, Roma-Bari.

Pérez Escolano, V. 1991, «Territorio y ciudad» En *La arquitectura del renacimiento en Andalucía: Andrés de Vandelvira y su época*, Catálogo de la exposición, Catedral de Jaén, 2 octubre–30 de noviembre, pp. 21-52.

Petella, G.B. 1981, *Restauro e cemento in architettura*, Associazione Italiana Economica del Cemento, Roma.

Piñar Samos, J. y Amo, V. del 1996, *José García Ayola (1863-1900)*, fotógrafo de Granada, Caja General de Ahorros, Granada.

Piñar, J. (ed.) 2007, *Luz sobre papel. La imagen de Granada y la Alhambra en las fotografías de J. Laurent*, Patronato de la Alhambra y Generalife y Caja Granada.

Raquejo, T. (1990). El palacio encantado. La Alhambra en el arte británico, Taurus Humanidades, Madrid.

«Procesos de degradación de la piedra en el Patrimonio Histórico» (2000). *Dossier de la Revista de la Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León*, año I, núm. 2, julio-agosto-septiembre, pp. 15-22.

Pulpillo Ramírez F. J., Martín Barranco, F. J., Jódar de la Casa P. A. y Antolín, J. 2011, *Informe preliminar Catedral 2011*, Ministerio de Cultura y Deporte, Inédito.

Real Academia Española 2001, *Diccionario Real Academia Española*, 22.ª Edición, Espasa Calpe, Madrid.

Regina, F. 1984, *Restaurare o conservare. La costruzione logica e metodologica del restauro architettonico*, Edizioni Clean, Napoli.

Represa Bermejo, I. 1992, «El diagnóstico en la restauración arquitectónica», *Restauración arquitectónica. Serie Arquitectura y Urbanismo*, núm. 19, Secretariado de Publicaciones, Universidad de Valladolid, pp. 177-184.

Rivera Blanco, J.J. 2000, «Restaurar es un fin en sí mismo», *Revista de la Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León*, año I, núm. 3, octubre-noviembre-diciembre, pp. 23-25.

Rivera Blanco, J.J. 2002, «La restauración monumental en España en el umbral del siglo XXI, nuevas tendencias: de la Carta de Venecia a la Carta de Cracovia» En *Cursos sobre el Patrimonio Histórico 6: actas de los XII Cursos Monográficos sobre el Patrimonio Histórico*, Reinosa, julio-agosto 2001, Universidad de Cantabria y Ayuntamiento de Reinosa, pp. 137-150.

Rivera Blanco, J.J. 2003, «La restauración monumental en España en el umbral del s. XXI. Nuevas tendencias de la restauración: de la Carta de Venecia a la de Cracovia» En *Nuevas tendencias en la identificación y conservación del patrimonio*, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial de la Universidad de Valladolid, pp. 201-233.

Rivera Blanco, J.J. 2004a, «Debate y estado actual de la disciplina de la restauración arquitectónica en Italia», *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, núm. 50, pp. 74-86.

Rivera Blanco, J.J. (dir.) 2004b, *Arqueología, arte y restauración: actas del IV Congreso Internacional "Restaurar la Memoria"*, Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo, Valladolid.

Rodríguez de Rivera, J. 1999, *Conceptos sobre organización de procesos*, Universidad de Alcalá de Henares.

Rodríguez Ruíz, D. 1998, «Orden y memoria en la arquitectura contemporánea», *Revista de la Facultad de Geografía e Historia*, núm. 2, pp. 287–320.

Roig Picazo, P. y González Tornel, P. (eds.) 2008. *La restauración: teoría y aplicación práctica: Cesare Brandí*, Universidad Politécnica de Valencia.

Romero Recio, M. 2010, *Pompeya. Vida, muerte y resurrección de la ciudad sepultada por el Vesubio*, La esfera de los libros, Madrid.

Salmerón Escobar, P. 2000, *Plan director de la Catedral del Granada*, Inédito.

Salmerón Escobar, P. 2003a, «El papel de la analítica de los materiales en la restauración del patrimonio inmueble» En *PH Cuadernos 8: Metodología de diagnóstico y evaluación de tratamientos para la conservación de los edificios históricos*, Junta de Andalucía y Editorial Comares, pp. 208–233.

Salmerón Escobar, P. 2003b. *Levantamiento y estudio histórico del Castillo Palacio de Bibataubín de Granada*, Inédito.

Salmerón Escobar, P. 2004a, «Las catedrales andaluzas. Dinámicas de los espacios urbanos», *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, año 12, núm. 47, pp. 53-61.

Salmerón Escobar, P. 2004b, *Estudio de viabilidad para la adaptación de Castillo Palacio de Bibataubin de Granada como sede del Consejo Consultivo de Andalucía*, Inédito.

Salmerón Escobar, P. 2008, *Propuesta de estudios previos para la restauración de las ruinas de Santo Domingo de la Iruela*, Inédito.

Salmerón Escobar, P. 2013, «Torres Balbás. Los inicios de la planificación en la Alhambra» En *Leopoldo Torres Balbás y la restauración científica*, Patronato de la Alhambra y Generalife, Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, pp. 101-127.

Salmerón Escobar, P. y Pérez de la Torre, R.M. (eds.) 2013, *Guía breve del Palacio de la Madraza*, Universidad de Granada.

Sebastián Pardo, E. y Villegas Sánchez, R. (eds.) 2003, *PH Cuadernos 8: Metodología de diagnóstico y evaluación de tratamientos para la conservación de los edificios históricos*, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico y Editorial Comares.

Salvador, A. 1997, *Granada 1900*, Silex, Madrid.

«San Martín de Fromista, una encrucijada en la restauración» 2004, *Revista de la Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León*, año V, núm. 18, julio-agosto-septiembre, pp. 5-8.

Scamozzi, V. 2012, *L'idea dell'architettura universale*, Nabu Press, Carolina del Sur (EEUU).

Seco de Lucena, L. 1975, *La Granada Nazarí en el siglo XV*, Patronato de la Alhambra y Generalife, Granada.

Seco de Lucena, L. 1982, *Plano de la Granada árabe*, Don Quijote, Granada.

Solá Morales, I. 2001a, «Del contraste a la analogía. Transformaciones en la concepción de la intervención arquitectónica», *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, núm. 37, pp. 53-57.

Solá Morales, I. 2001b, «Patrimonio arquitectónico o parque temático», *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, núm. 37, pp. 58-61.

Solá Morales, I. 2001c, «Teorías de la intervención arquitectónica», *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, núm. 37, pp. 47-52.

Solá-Morales, I. y Costa, X. 2006, *Intervenciones*, Gustavo Gili, Barcelona.

Spagnesi, G. (ed.) 1984. *Storia e restauro dell'architettura: porposte di metodo*. Istituto Della Enciclopedia Italiana, Fondata da G. Treccani, Roma.

Thomson, G. 1986, *The Museum Environment*, Butterworth & Co (Publishers) Ltd, England.

Tiberi, C. (ed.) 1984, *Restauro e cemento in architettura*, AITEC, Roma.

Toquero Mateo, J. 2000, «Los métodos de la restauración arquitectónica a escala urbana y monumental» En *Principios de la restauración de la Nueva Europa. Conferencia internacional de conservación. Cracovia 2000*, Valladolid 1-2 abril de 2000, Valladolid.

Torre, M. J. de la 1995, *Estudio de los materiales de construcción en la Alhambra*, Colección Monográfica de Arte y Arqueología, Universidad de Granada.

Torres Balbás, L. 1950, «Contornos de las ciudades hispanomusulmanas», *Al-Andalus*, vol. XV, núm. 2, pp. 437-485.

Torres Balbás, L. 1985, *Ciudades hispanomusulmanas*, Instituto Hispano-Árabe de Cultura, Madrid.

Torres Balbás, L. y García Gómez, E. 1954, *Algunos aspectos del mudejarismo urbano medieval*, Discurso leído el día 10 de enero, Real Academia de la Historia, Imprenta y editorial Maestre, Madrid.

Valgañón, V. 2008, *Biología aplicada a la conservación y restauración*, Síntesis, Madrid.

Velázquez de Echevarría, J. 1993, *Paseos por Granada y sus contornos*, Tomo I, Universidad de Granada.

Vilar Sánchez, J. A. 2007, *Los Reyes Católicos en la Alhambra*, La Biblioteca de la Alhambra, Patronato de la Alhambra y Generalife, Granada.

Vilchez, C. 1990, «Plan general de conservación de la Alhambra de Ricardo Velázquez Bosco», *Cuadernos de la Alhambra*, núm. 126, pp. 249-264.

Villafranca Jiménez, M. M. y Salmerón Escobar, P. 2010, *Plan Director de la Alhambra y Generalife 2007-2015*, Patronato de la Alhambra y Generalife, Granada.

Viñes Millet, C. 1981, Bibataubín. «El proceso de transformación de un castillo medieval», *Anuario de Historia Moderna y Contemporánea*, núm. 8, pp. 83-116.

Vitruvio Polión, M. 1970, *Los diez libros de Arquitectura*, Traducción, prólogo y notas de Agustín Blánquez, Editorial Iberia, Madrid.

Vorsevi, S.A. Ingeniería y control de calidad 2004a, *Estudio de reconocimiento de una edificación*. El Palacio de Bibataubín de Granada, Inédito.

Vorsevi, S.A. Ingeniería y control de calidad 2004b, *Estudio sobre las instalaciones existentes y en uso del edificio Palacio de Bibataubín de Granada*, Inédito.

Wiebenson, D. (ed.) 1988, *Los tratados de arquitectura. De Alberti a Ledoux*, Blume, Madrid.

Winckelmann, J.J. y Wolfgang von Goethe, J. 1985, *Historia del arte en la antigüedad; seguida de las Observaciones sobre la arquitectura de los antiguos*, Orbis, Barcelona.

Publicaciones en internet

Asociación Española de Pediatría 2001-2011, *Protocolos diagnósticos y terapéuticos en Pediatría* [en línea]. Disponible en Internet: <http://www.aeped.es/protocolos>. [Fecha de acceso 20 de septiembre de 2012].

Blondel, J. F. 1754, *Discourse sur la nécessité de l'étude de l'Architecture Discours sur la nécessité de l'étude de l'architecture: prononcé à l'ouverture du cinquième cours public / donné par le sieur Blondel,...* C.-A. Jombert (Paris) [en línea]. Disponible en Internet: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k856892/f1.image> [Fecha de acceso 10 de octubre de 2013]

English Heritage, Department for Culture Media and Sport, Office of Government Commerce, 2009, *Protocol for the care of the goverment historic 2009 estate* [en línea]. Disponible en Internet: <http://www.helm.org.uk/guidance-library/protocol-for-the-care-of-the-government-historic-estate/>. [Fecha de acceso 10 de enero de 2013]

Garrido Román, M. 2007, *La creación artística ante los avances tecnológicos. Ingenios ópticos-realidad virtual* [en línea]. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Disponible en Internet: <http://hera.ugr.es/tesisugr/16760396.pdf> [Fecha de acceso: 3 de diciembre de 2013].

Hernández Martínez, A. 2008, «La historia de la restauración como deconstrucción de la memoria», XVII CEHA 2008», [en línea], resumen de la ponencia disponible en Internet: http://www.ub.edu/ceha-2008/esp-03-mesas-mesa_ii.html [Fecha de acceso: 13 de noviembre de 2012].

Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico 2011, *Conservación y Restauración. Programa de Formación del IAPH 2011* [en línea]. Disponible en Internet: http://www.iaph.es/formacioniaph/programas/1350/colbaa_conserv.prev.pdf. [Fecha de acceso 25 de abril de 2013].

Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia, 2007, *Protocolo de Restauración de coberturas vegetales afectadas por incendios forestales* [en línea], República de Colombia. Disponible en Internet: http://www.minambiente.gov.co/Puerta/destacado/institucional/incendios/protocolos/260310_protocolo_rest_cober_veg.pdf. [Fecha de acceso 3 de enero de 2013].

Nuremberg: *Guidelines for the Conservation and Restoration of Stained Glass* 2004 [en línea]. Disponible en Internet: <http://www.cvma.ac.uk/conserv/index.html> [Fecha de acceso: 13 de noviembre de 2012].

Ortiz, C. 2012, «Destrucción, construcción, reconstrucción y abandono. Patrimonio y castigo en la posguerra española». En *Dossier Hispania Nova. Revista de Historia Contemporánea* [en línea], núm. 10. Disponible en Internet: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3880971> [Fecha de acceso 5 de noviembre 2012].

Pardo Fernández, M. A. 2006, *Un siglo de restauración monumental en los conjuntos declarados de la provincia de Badajoz: 1900-2000* [en línea]. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura. Disponible en Internet: <http://biblioteca.unex.es/tesis/9788477237921.pdf> [Fecha de acceso: 3 de diciembre de 2013].

Romero Gallardo, A. 2010, «Apuntes y reflexiones en torno a la obra restauradora del arquitecto Francisco Prieto-Moreno y Pardo», *Revista electrónica de patrimonio histórico, e-rph* [en línea], núm. 7. Disponible en Internet: <http://www.revistadepatrimonio.es/revistas/numero7/intervencion/estudios/articulo2.php> [Fecha de acceso 13 de enero de 2011].

Rondelet, J. B. 1812, *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir* [en línea]. Disponible en Internet: <http://archive.org/details/traitetheoriquee05rond>. [Fecha de acceso 10 de octubre de 2012].

San Nicolás, L. de 1736, *Arte y uso de la Arquitectura*, Manuel Román, Madrid [en línea]. Disponible en Internet: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=422114> [Fecha de acceso 20 de noviembre de 2012].

Serrano, D. y Delgado, J. M. (coords.) 2004, *El cernícalo primilla en Andalucía: bases para su conservación. Consejería de Medio Ambiente* [en línea], Junta de Andalucía, Sevilla. Disponible en Internet: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca?vgnextoid=2ced2cc3d1584010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=4b2fa7aaaf4f4310VgnVCM2000000624e50aRCRD> [Fecha de acceso 20 de octubre de 2012].

Sierra Sánchez, J. y Sotelo González, J. 2008. «El estado actual del protocolo a nivel jurídico y profesional» *Icono* [en línea], núm. 11. Disponible en Internet: <http://www.icono14.net/revista/num11/141108.pdf>. [Fecha de acceso 16 de enero de 2012].

Torres Balbás, L. 1923-1936. *Libro diario de obras y reparos de la Alhambra* [en línea]. Disponible en Internet: <http://www.alhambra-patronato.es/ria/handle/10514/14224> [Fecha de acceso 17 de octubre de 2012]

Unesco, 2009, *Hoi An Protocols for best conservation practice in Asia* [en línea]. Disponible en Internet: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001826/182617e.pdf>. [Fecha de acceso 16 de enero de 2013].

Unesco, 1999. *Segundo Protocolo de la Convención de La Haya de 1954 para la protección de los Bienes Culturales en caso de conflicto armado* [en línea]. Disponible en Internet: http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=15207&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html [Fecha de acceso 7 de enero de 2013].

Velázquez Bosco, R. 1917, *Plan de conservación de la Alhambra: Informe* [en línea]. Disponible en Internet: <http://www.alhambra-patronato.es/ria/handle/10514/14222> [Fecha de acceso 17 de febrero de 2012].

Cartas y documentos internacionales de referencia

Carta de Atenas, 1931 [en línea]. Disponible en Internet: http://ipce.mcu.es/pdfs/1931_Carta_Atenas.pdf [Fecha de acceso 6 de septiembre de 2012].

Carta de Cracovia. Principios para la conservación y restauración del patrimonio construido 2000 [en línea]. Disponible en Internet: http://ipce.mcu.es/pdfs/2000_Carta_Cracovia.pdf [Fecha de acceso 5 de febrero de 2013]

Carta de la conservación y restauración de los objetos de arte y cultura, 1987 [en línea]. Disponible en Internet: http://ipce.mcu.es/pdfs/1987_Carta_BienesMueblesItalia.pdf. [Fecha de acceso: 20 de septiembre de 2012].

Carta del Restauo, 1972 [en línea]. Disponible en Internet: http://ipce.mcu.es/pdfs/1972_Carta_Restauo_Roma.pdf [Fecha de acceso: 10 de octubre de 2012].

Icomos, 1964, *Carta Internacional sobre la conservación y la restauración de monumentos y sitios (Carta de Venecia)* [en línea]. Disponible en Internet: <http://www.icomos.org/en/charters-and-other-doctrinal-texts>. [Fecha de acceso 6 de septiembre de 2012].

Icomos, 2003. *Principios para el Análisis, Conservación y Restauración de las Estructuras del Patrimonio Arquitectónico* [en línea]. Ratificada por la 14ª Asamblea General del ICOMOS, en Victoria Falls, Zimbabwe. Disponible en Internet: <http://www.icomos.org/en/charters-and-texts>. [Fecha de acceso 3 de diciembre de 2012].

Disposiciones legislativas

«Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de noviembre de 2009 relativa a la conservación de las aves silvestres», *Diario Oficial de la Unión Europea* [en línea], 26 de enero de 2010, L 20/7-20/25. Disponible en Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:020:0007:0025:ES:PDF> [Fecha de acceso 20 de noviembre de 2012].

«Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español», *Boletín Oficial del Estado* [en línea], núm.155, 29 de junio de 1985, pp. 20342–20352. Disponible en Internet: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1985-12534> [Fecha de acceso 6 de junio de 2012].

«Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía», *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía* [en línea], núm. 248, pp. 6–28. Disponible en Internet: <http://www.juntadeandalucia.es/boja/2007/248/1> [Fecha de acceso 6 de junio de 2012].

«Orden aprobando el proyecto de bóveda en la sacristía de la Capilla de los Reyes Católicos de Granada, Monumento nacional», *Boletín Oficial del Estado* [en línea], núm.15, 15 de enero de 1942, pp. 337–338. Disponible en Internet: <http://www.boe.es/datos/pdfs/BOE/1942/015/A00337-00338.pdf> [Fecha de acceso 6 de junio de 2012].

«Orden por la que se reorganiza la Comisaría General del Patrimonio Artístico Nacional», *Boletín oficial del Estado* [en línea], núm. 125, 26 de mayo de 1969, pp. 8093–8094. Disponible en Internet: <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1969-644> [Fecha de acceso 6 de junio de 2012].

«Real Decreto de 23 de abril de 1915, relativo a la Conservación y Consolidación de la Alhambra de Granada». *Gaceta de Madrid*, [en línea], núm. 114, 24 de abril de 1915, p. 239. Disponible en Internet: <http://www.boe.es/datos/pdfs/BOE/1915/114/A00238-00239.pdf> [Fecha de acceso 6 de junio de 2012].

«Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español», *Boletín Oficial del Estado* [en línea], núm. 24, 28 de enero de 1986, pp. 3815–3831. Disponible en Internet: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1986-2277 [Fecha de acceso 6 de junio de 2012].

Consultas en archivos

Archivo del Patronato de la Alhambra y Generalife, Granada (APAG):

Alhambra 1919–1936, *Cuentas de gastos de conservación*, APAG-Cajas 2044-2046.

Alhambra, 1926, *Comunicaciones enviadas al Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes. Dirección general de Bellas Artes. Construcciones Civiles*, APAG-Caja 2081 013.

Alhambra 1933, *Comunicaciones enviadas al Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes. Dirección general de Bellas Artes. Construcciones Civiles*, APAG-Caja 2082 005.

Alhambra 1934, *Comunicaciones enviadas al Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes. Dirección general de Bellas Artes. Construcciones Civiles*, APAG-Caja 2082 006.

Alhambra 1936, *Comunicaciones enviadas al Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes. Dirección general de Bellas Artes. Construcciones Civiles*, APAG-Caja 2082 008.

Alhambra 1937, *Comunicaciones enviadas. Distrito Forestal de Granada*, APAG-Caja 2082 011.

Alhambra 1937, *Delegación de la autoridad militar: Comunicaciones recibidas*, APAG-Caja 2082 011.

Memoria descriptiva de la labor técnica realizada en la Alhambra y el Generalife desde el comienzo del Movimiento Salvador: estado actual y obras por hacer 1937, APAG-Leg. 397-10.

Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, Dirección general de Bellas Artes, Construcciones Civiles, 1927, *Alhambra: Comunicaciones recibidas*, APAG-Caja 2079 011.

Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, Dirección general de Bellas Artes, Construcciones Civiles, 1928, *Alhambra: Comunicaciones recibidas*, APAG-Caja 2079 012.

Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, Dirección general de Bellas Artes, Construcciones Civiles, 1924, *Alhambra: Comunicaciones recibidas*. APAG-Caja 2079 008. Archivo General de la Administración, Alcalá de Henares (AGA):

Prieto Moreno, F. 1941, *Proyecto de Bóveda en la Sacristía de la Capilla de los Reyes Católicos en Granada: Memoria*, AGA-Caja-Leg. 26-292.

ANEXO A1 Encuesta - entrevista a profesionales

A1.1. Planteamiento general

Se realiza una encuesta – entrevista a varios profesionales implicados en las diferentes intervenciones de restauración en las que se apoya el sistema de protocolos.

Las preguntas se centran en los protocolos de caracterización, ya que son los que llevan más tiempo en uso y son los que más se han ensayado. No obstante, se pregunta en qué partes de la obra o del proceso de intervención han tenido conocimiento del sistema de protocolos.

Como se observa que hay cuestiones comunes a todos los entrevistados, pero también hay un grupo pequeño de preguntas específicas, se realizan dos tipos de encuesta – entrevista diferentes:

- Encuesta – entrevista para los profesionales que trabajan en el laboratorio. En la que se incluyen preguntas sobre la recepción de muestras en el laboratorio.
- Encuesta – entrevista para los profesionales implicados en la obra. En la que el grupo de preguntas específicas se centran en la adecuación de los informes emitidos por el laboratorio y su relación con las necesidades de la obra.

A1.2. Profesionales encuestados

Se realiza un listado de profesionales destacados por su implicación directa en las intervenciones que se han usado como base para el desarrollo del estudio. Prima en cualquier caso, la voluntad de que la encuesta – entrevista alcance a mostrar la interdisciplinariedad presente en las obras de restauración, por lo que los profesionales proceden de diferentes ámbitos y disciplinas.

ENSAYOS Y ANÁLISIS

- Jefe del Departamento de mineralogía y petrología de la Universidad de Granada – Grupo de Investigación “Estudio y conservación de materiales de construcción del patrimonio arquitectónico” – Doctor en Geología
- Departamento de mineralogía y petrología de la Universidad de Granada – Grupo de Investigación “Estudio y conservación de materiales de construcción del patrimonio arquitectónico” – Doctores en Geología
- Departamento de microbiología de la Universidad de Granada – Profesora titular – Doctora en Biología

INTERVENCIONES

Los profesionales entrevistados y los trabajos de restauración a los que han estado adscritos son los siguientes:

- Restauradora
 - Hospital Real de Granada. Restauración de cubiertas y cimborio (2011-13)
 - Palacio de la Madraza de Granada. Recuperación del uso cultural (2009-12)
- Directora de ejecución material
 - Catedral de Jaén. Restauración de las cubiertas (2011-12)
- Director de ejecución material
 - Poblado ibérico de Puente Tablas. Restauración de las ruinas (2012-13)
 - Santo Domingo de la Iruela. Restauración de las ruinas (2010)
 - Iglesia de Santa María de Cazorla. Restauración de las ruinas (2008-10)
- Jefe de obra
 - Poblado ibérico de Puente Tablas. Restauración de las ruinas (2012-13)
- Jefe de obra
 - Santo Domingo de la Iruela. Restauración de las ruinas (2010)
- Jefe de obra
 - Silla del Moro, Alhambra de Granada
- Jefe de obra
 - Pavimentación del Patio de los Leones de la Alhambra (2012)
- Jefe de obra
 - Iglesia de Santa María de Cazorla. Restauración de las ruinas (2008-10)
- Jefe de obra
 - Hospital Real. Restauración de las cubiertas y cimborio (2011-13)
 - Palacio de la Madraza de Granada. Recuperación del uso cultural (2009-12)
- Jefe de obra
 - Tabernáculo de la Catedral de Granada (2012-13)
- Empresa constructora dedicada a la restauración
 - Iglesia de San Gabriel de Loja. Restauración de las cubiertas (2009)

A1.3. Encuesta - entrevista y respuestas

La encuesta - entrevista se envía por correo electrónico y en formato Word a los profesionales seleccionados para que puedan responder de forma directa y sencilla a las preguntas planteadas. Este formato ofrece, además, la posibilidad de poder incluir los comentarios que los entrevistados estimen pertinentes, dentro o no de los espacios reservados para ello.

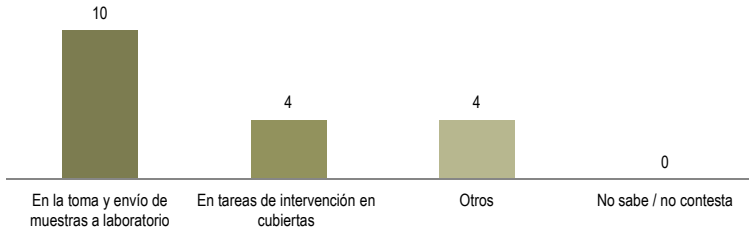
Se incluyen las siguientes instrucciones:

[Rellenar todos los campos posibles, escribiendo la letra X en la casilla correspondiente, para aportar información y facilitar el correcto análisis del sistema]

A. SISTEMA DE PROTOCOLOS

1. ¿EN QUÉ TAREAS HA TENIDO CONOCIMIENTO DEL SISTEMA DE PROTOCOLOS?

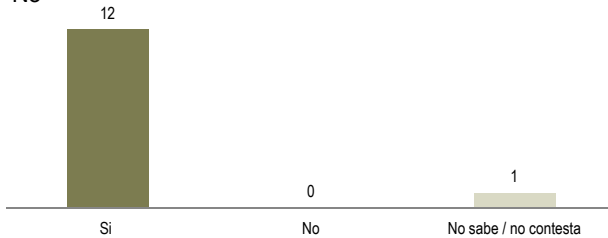
- En la toma y envío de muestras a laboratorio
- En tareas de intervención en cubiertas
- Otros



Resultado de la pregunta 1 (el encuestado puede dar más de una respuesta)

2. COMPARANDO CON OTRAS OBRAS DE RESTAURACIÓN EN LAS QUE NO SE APLICA NINGÚN SISTEMA DE ESTE TIPO ¿HA NOTADO ALGUNA MEJORÍA EN LA ORGANIZACIÓN DE TRABAJO?

- Sí
- No

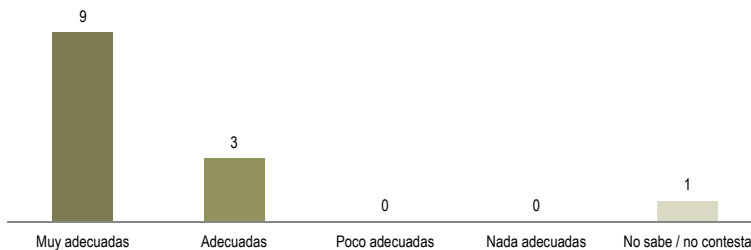


Resultado de la pregunta 2

B. TOMA DE MUESTRAS Y ENVÍO A LABORATORIO. OBRA

3. ¿LE PARECEN ADECUADAS LAS FICHAS DE ENVÍO A LABORATORIO?

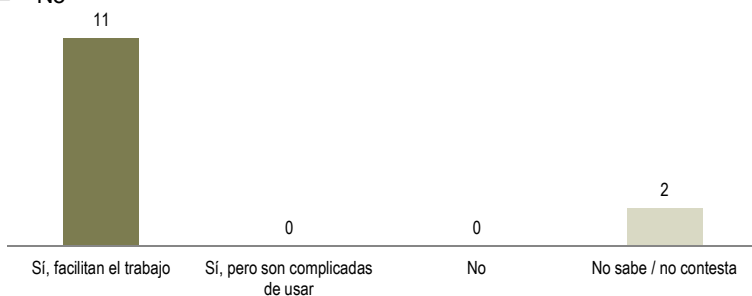
- Muy adecuadas
- Adecuadas
- Poco adecuadas
- Nada adecuadas



Resultado de la pregunta 3

4. ¿LE PARECEN ÚTILES?

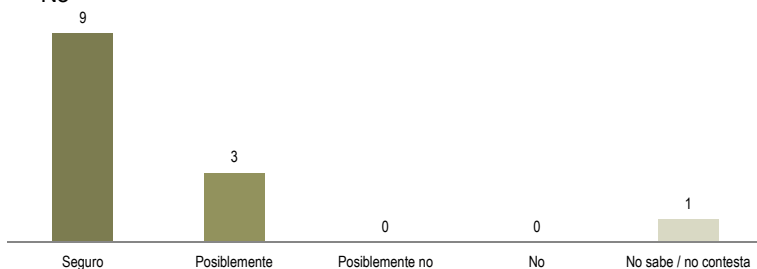
- Sí, facilitan el trabajo
- Sí, pero son complicadas de usar
- No



Resultado de la pregunta 4

5. ¿LAS VOLVERÍA A USAR EN OTRA INTERVENCIÓN?

- Seguro
- Posiblemente
- Posiblemente no
- No



Resultado de la pregunta 5

6. ¿QUÉ CAMPOS LES AÑADIRÍA?

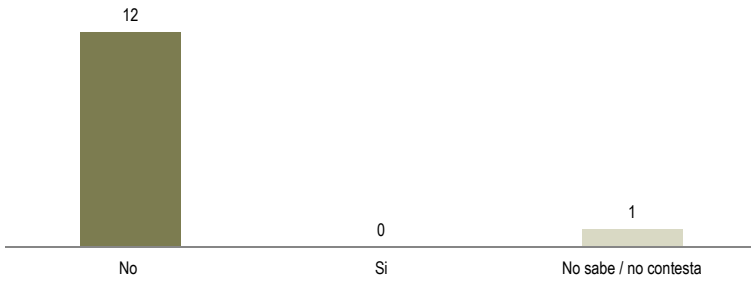
- Ninguno
- El/los siguiente/s: [Especificar]



Resultado de la pregunta 6

7. ¿LE PARECE DIFÍCIL DE RELLENAR LA FICHA DE ENVÍO A LABORATORIO?

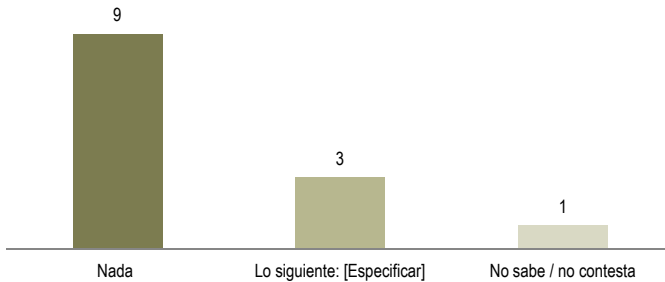
- No
- Si



Resultado de la pregunta 7

8. ¿QUÉ CAMBIARÍA DE LA FICHA?

- Nada
- Lo siguiente: [Especificar]

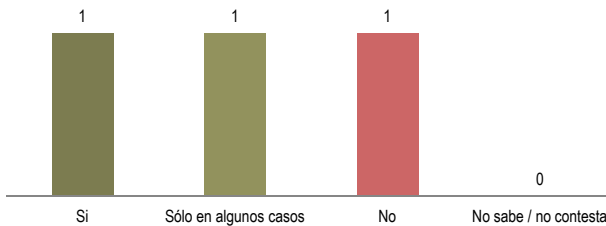


Resultado de la pregunta 8

C [LABORATORIO]. RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO

9. ¿HAN MEJORADO LAS CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO? (CANTIDADES, EMBALAJES, ETC.)

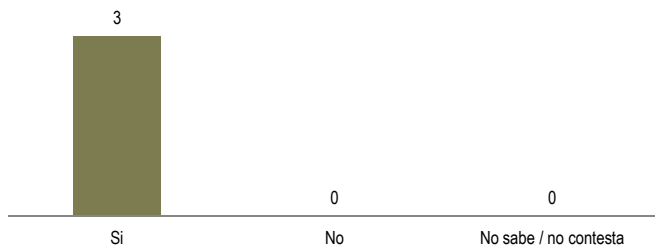
- Si
- Sólo en algunos casos
- No



Resultado de la pregunta 9, versión para el laboratorio

10. ¿LLEGAN BIEN IDENTIFICADAS LAS MUESTRAS QUE SIGUEN EL SISTEMA?

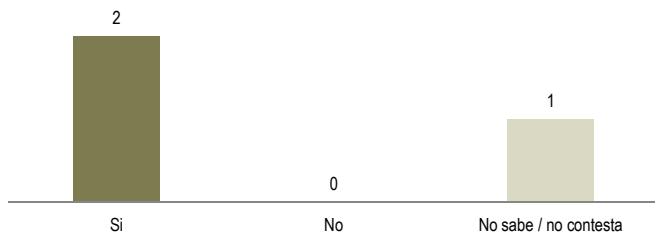
- Sí
- No



Resultado de la pregunta 10, versión para el laboratorio

11. ¿HA MEJORADO LA IDENTIFICACIÓN E IDONEIDAD DE LAS MUESTRAS RESPECTO A OTRAS OBRAS DE RESTAURACIÓN?

- Sí
- No

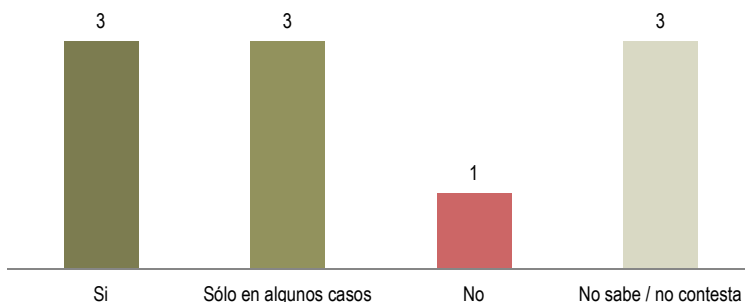


Resultado de la pregunta 11, versión para el laboratorio

C [OBRA] RECEPCIÓN DE ANÁLISIS DEL LABORATORIO

9. ¿HAN MEJORADO LOS INFORMES QUE SE RECIBEN EN OBRA?

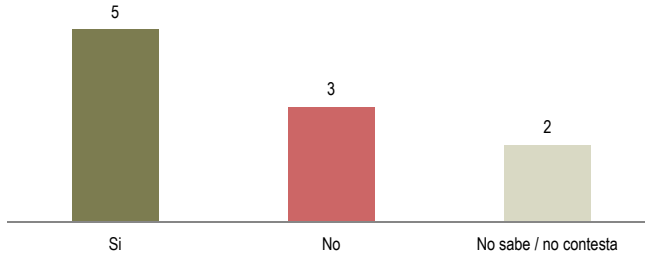
- Sí
- Sólo en algunos casos
- No



Resultado de la pregunta 9, versión para la obra

10. ¿SON CLARAS LAS CONCLUSIONES DE LOS INFORMES?

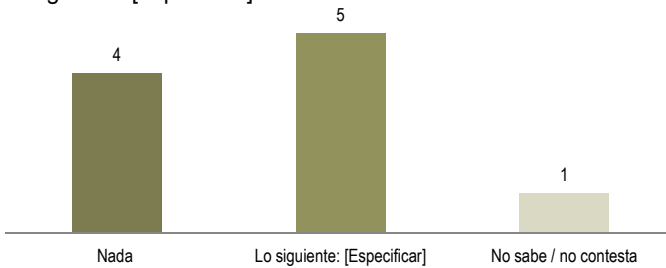
- Si
- No



Resultado de la pregunta 10, versión para la obra

11. ¿QUÉ CAMBIARÍA DE LA FICHA DE INFORME DE ANÁLISIS?

- Nada
- Lo siguiente: [Especificar]

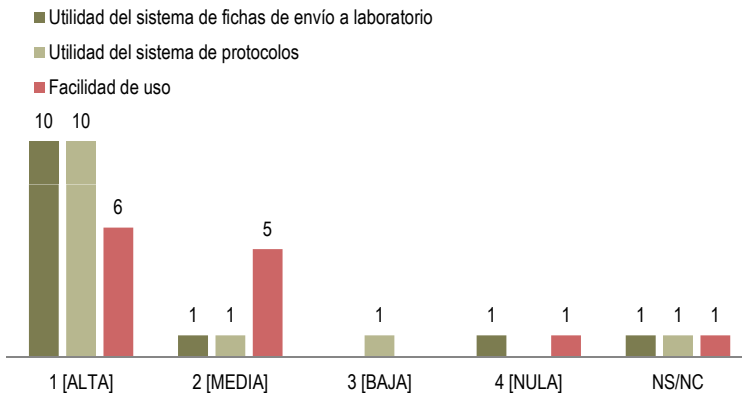


Resultado de la pregunta 11, versión para la obra

D. RECEPCIÓN DE ANÁLISIS DEL LABORATORIO

12. CALIFIQUE EL SISTEMA SEGÚN LOS EPÍGRAFES SIGUIENTES

[ESCALAS DE VALORACIÓN: 1, ALTA / 2, MEDIA / 3, BAJA / 4, NULA / NO CONTESTA]



Resultado de la pregunta 12

E. OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

[Describe apreciaciones complementarias sobre el sistema de protocolos, sobre la propia encuesta y otras circunstancias que considere interesantes para mejorar el apoyo técnico - científico al proceso de restauración]

Se incluye la totalidad de las sugerencias realizadas por su interés. Se identifica igualmente su papel en el proceso restaurador:

1. [Jefe del grupo de Investigación “Estudio y conservación de materiales de construcción del patrimonio arquitectónico” – Doctor en Geología] “Quizás las respuestas o la encuesta en sí se tendrá que repetir cuando transcurra un plazo de tiempo más largo; en el momento actual se dispone de pocas “entregas” de material al laboratorio nuestro”.
2. [Grupo de Investigación “Estudio y conservación de materiales de construcción del patrimonio arquitectónico” – Doctor en Geología] “En la pregunta 9: se envía al laboratorio material en exceso con respecto al tipo de análisis que requiere la empresa”
3. [Jefe de obra] “En la pregunta 6: Un número de orden y un pie de firma para el laboratorio que recepciona el material.”
4. [Restauradora] “Creo que en la medida de lo posible, la analítica más básica sobre los materiales originales debería realizarse antes de la intervención de la obra, para tener datos ciertos antes de definir la citada intervención. Una vez iniciada ésta, se hace necesario realizar más análisis complementarios. Entiendo que es difícil, ya que normalmente no se tiene acceso a las zonas a estudiar.”
5. [Jefe de obra] “En la pregunta 6: Quien realiza la toma de muestras; nombre del técnico o persona que ejecuta muestreo / En la pregunta 8: Diseño, que no contenido / En la pregunta 11: Diseño, que no contenido / Observaciones finales: Por el tema de la trazabilidad, consideraría el poder conocer, además de donde se toman las muestras, quien realiza la toma de las mismas. Cambiaría el diseño de las fichas. “
6. [Dirección de la ejecución material] “En la pregunta 11: Apartado para indicar si la muestra analizada no cumple con alguno de los parámetros solicitados de forma que la DF pueda actuar lo antes posible.”
7. [Jefe de obra] “En la pregunta 6: en el caso de materiales originales, me parece interesante añadir la función constructiva del material y además caracterizarlo cronologicamente. / En la pregunta 8: quizás en formato excel sea más rápido rellenar los datos / Observaciones finales: En este apartado me gustaría poner un ejemplo para dejar más claro lo que añadiría en las fichas para la toma de muestras.

Imaginémonos un edificio con unos tapiales almohades, una primera fase nazarí con tapial, una segunda fase nazarí con mampostería y una restauración con mampostería de los años 50.

Con el objetivo de obtener información de los materiales dependiendo dónde estén colocados en obra y su cronología, mi encargo al laboratorio sería de las muestras siguientes:

- Mortero de costra de tapial almohade
- Masa interior del tapial almohade
- Mortero de costra del tapial nazarí fase I
- Masa interior del tapial nazarí fase I
- Mortero de revestimiento de la mampostería nazarí fase II
- Mortero de recibido de piedra de la mampostería nazarí fase II
- Piedra de la mampostería nazarí fase II
- Mortero de revestimiento de la mampostería de la restauración de los 50.
- Mortero de recibido de piedra de la mampostería de la restauración de los 50.
- Piedra de la mampostería de la restauración de los 50.”

8. [Dirección de la ejecución material] “En la pregunta 11: Sería importante a través de la ficha dirigir las conclusiones de la analítica del laboratorio, de tal manera que los resultados fuesen más concisos y clarificantes a nivel técnico.”

9. [Jefe de obra] “En la pregunta 11: Fecha de recepción en obra del Informe. (se podría analizar fácilmente lo que tardan habitualmente para optimizar tiempos)”

10. [Jefe de obra] “En la pregunta 6: relacionar la muestra de referencia con el plan de control de calidad de proyecto. / En la pregunta 8: aunque en materiales existentes, respecto a la composición y modo de aplicación, seguro que en obra no se va a poder aportar más datos que los conocidos por el proyecto. En los materiales nuevos se puede hacer referencia a las fichas técnicas o sellos DIT (Idoneidad Técnica) de los productos. Para el referenciado de la muestra creo que sería conveniente establecer un criterio de acuerdo con el laboratorio antes de nombrar muestras con un sistema aportado por la contrata. Quizá el estudio pueda hacer esa labor de coordinación del criterio. / En la pregunta 9: no tengo datos. Lo normal es que mejore en tanto quede normalizado / en la pregunta 11: se pueden relacionar los datos de las dos fichas. P.E. Dando la misma referencia de muestra en todos los documentos / observaciones finales: entiendo interesante el sistema, todo lo que ayude a crear métodos establecidos facilita la interlocución entre las partes.

Dada la facilidad y variedad de vías de comunicación en obra, me parece oportuno que exista un método de anotación/comunicación, sobre el que todos debamos trabajar, ayudará a que no se queden cosas en la vorágine de comunicaciones.

Como siempre los cambios son laboriosos al principio, y en obra, tendemos a pensar en otros problemas, por lo que siempre ayuda la existencia de una metodología.

Por otro lado, agradezco que me incluyas entre las personas a encuestar y el esfuerzo que realizas por mejorar nuestro trabajo.”

11. [Jefe de obra] “El sistema es muy útil, pero ralentiza en parte el proceso de realización de ensayos. Al enviar la ficha dentro del paquete de la muestra, la ficha se deteriora por la humedad, etc.”

A1.4. Conclusiones

La principal conclusión que se desprende de los resultados de esta encuesta – entrevista es que la acogida del sistema de protocolos es muy positiva, por lo general. Hay unanimidad en cuanto a la utilidad de las fichas de envío a laboratorio, la facilidad de rellenarlas y que el uso del sistema supone una mejora en la organización de esta parte de la intervención.

Es interesante ver como las sugerencias de cambios en las fichas coinciden en personas que ocupan el mismo puesto en diferentes obras, por ejemplo, los jefes de obra demandan un apartado en la ficha de envío al laboratorio en el que consignar el nombre de la persona que hace el muestreo.

Por otro lado, los arquitectos técnicos o directores de ejecución material, en ambos casos demandan una mayor aproximación de las conclusiones de los informes elaborados por el laboratorio a las necesidades de la obra.

En cuanto a la parte de la encuesta específica del laboratorio, cabe destacar que se ha avanzado mucho en la identificación de las muestras, pero aún queda mucho camino para conseguir que las cantidades enviadas por empresas y fabricantes se adecúen a las necesidades del laboratorio.

En la parte específica de obra, se deduce que hay que centrar los esfuerzos en la adecuación de las conclusiones a las necesidades concretas de la intervención, para optimizar su utilidad.

TESIS DOCTORAL

Pedro Salmerón Escobar, Julio 2013

Director de la Tesis:

Gaspar Muñoz Cosme

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA