

Basílica del Real Monasterio de San Lorenzo de El Escorial Restauración de las cubiertas y fachadas laterales de la nave central

Esther de Vega García*

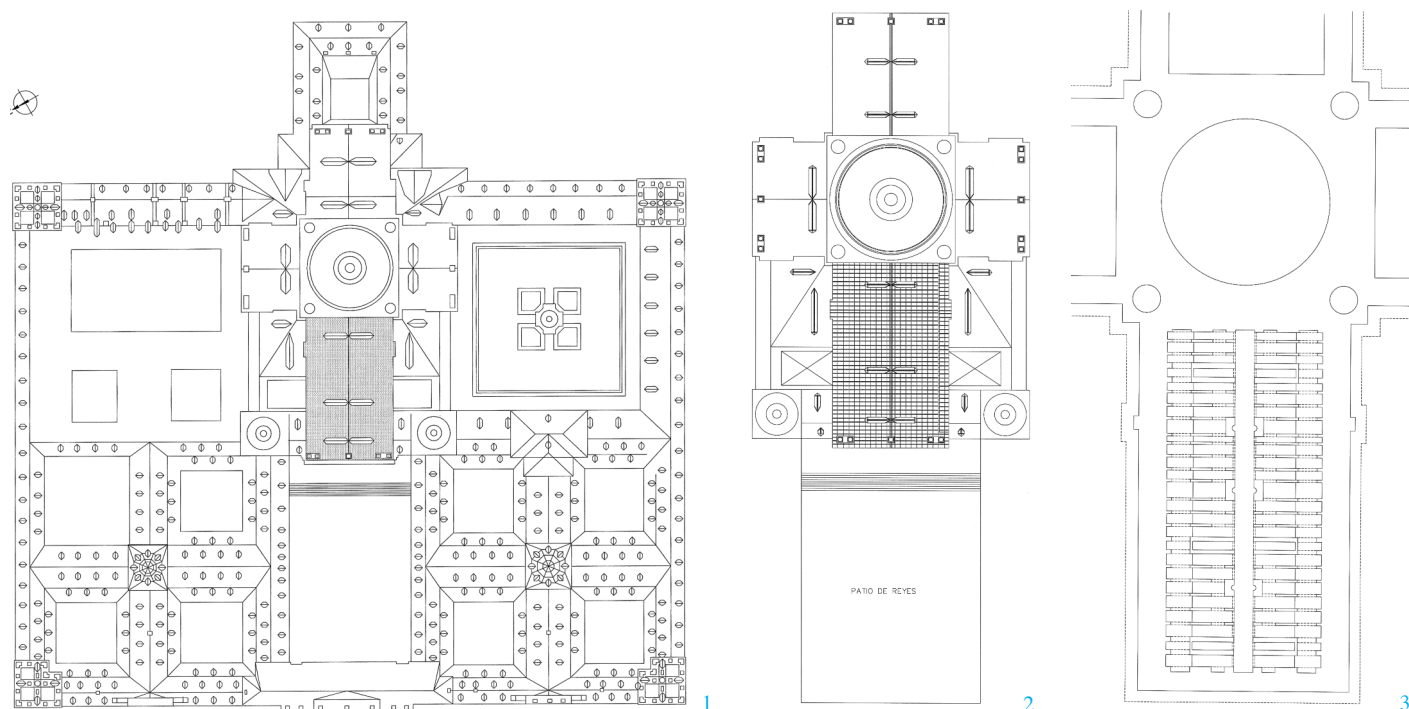


Vista aérea del monasterio de San Lorenzo de El Escorial

Las patologías del plomo empleado en las cubiertas de la nave central de este templo tan significativo constituían un riesgo para la integridad de las pinturas al fresco de sus bóvedas internas. El artículo relata e ilustra con detalle el montaje de la sobrecubierta de protección para la realización de los trabajos sin exponer al monumento, el proceso de sustitución de los emplomados existentes, la reconstrucción de las buhardillas y, por último, la restauración de las fachadas laterales de la iglesia.

Basilica of the Royal Monastery San Lorenzo del Escorial. Restoration of the Roof and facades of the Central Nave. The pathologies in the lead used in the roof of the central nave of this important church were a risk for the integrity of the frescos on the inside of the vaults. The article gives details of the assembly of a roof covering set up in order to carry out the works without endangering the monument, the replacement process of the existing leadwork, the reconstruction of the garrets and finally the restoration of the facades of the church.

*Esther de Vega García es arquitecto de la Dirección de Patrimonio Arquitectónico e Inmuebles de Patrimonio Nacional



La restauración de las cubiertas de plomo de la nave central de la Basílica del Monasterio de El Escorial se llevó a cabo entre los años 2001 y 2002 por parte de la Dirección de Patrimonio Arquitectónico e Inmuebles de Patrimonio Nacional. Las obras incluyeron la sustitución de los emplomados, la limpieza y consolidación de parte de las fachadas de granito y la reconstrucción de las buhardillas que dan acceso a la cámara de bajocubierta.

Los trabajos se llevaron a cabo en coordinación con el Departamento de Restauración de Patrimonio Nacional, que en ese momento acometía la restauración de las pinturas al fresco del interior de la bóveda de la nave central de la basílica, con objeto de evitar eventuales filtraciones que pudieran dañar los frescos.

Como medida para minimizar los riesgos mientras la cubierta estuviera desprotegida, se tomó la decisión de instalar una estructura auxiliar de sobrecubierta que permitiera una ejecución segura de las obras previstas.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CUBIERTA ANTES DE LA RESTAURACIÓN

Las planchas de plomo que se encontraron en la cubierta de la basílica eran antiguas, aunque existían parches que fueron colocados hacia los años sesenta y setenta. El paso del tiempo provoca en la plancha de plomo la disminución de su flexibilidad, haciéndola más rígida y por tanto, aumentando la posibilidad de fisuración. Las que aquí se hallaban presentaban evidentes signos de envejecimiento como el cambio de color, fisuraciones, arrugas, etc.

El deterioro de las planchas se debía fundamentalmente al excesivo tamaño que presentaban, que provocaba enormes dilataciones imposibles de absorber por las juntas engatilladas. Esto se traducía en pliegues, arrugas y abombamientos de la superficie, así como fisuras, con consecuencias más graves para el edificio, pues facilitaban la entrada del agua hacia el interior.

El elevado peso propio de cada una de las planchas provocaba deslizamientos

1. Planta de cubiertas del Monasterio de El Escorial. El área sombreada es la nave central objeto de restauración

2. Despiece de las planchas de plomo antes de la intervención

3. Planta de bajocubierta

4. Levantado del emplomado. Debajo nos encontramos una base de material cerámico y mortero de cal totalmente disgregado

5. Oxidación de las planchas de plomo y los herrajes. Tendido inadecuado de los cables eléctricos

6. Estado de las planchas de plomo antes del inicio de las obras. Se observan pliegues, fisuras, abolladuras y un encuentro defectuoso del plomo con el paramento vertical de granito

7, 8 y 9. Montaje de la sobrecubierta

hacia el alero, dando lugar a nuevos pliegues y grietas y al riesgo de desprendimientos.

La baja pureza de la composición del plomo era la causa de la oxidación de las planchas, dando lugar al tono rojizo que dominaba en toda la superficie de la cubierta.

La base sobre la que se asentaban las planchas de plomo, formada por fábrica cerámica y morteros de cal, se encontraba totalmente disgregada a causa de las humedades de condensación producidas en la cámara de bajocubierta por efecto de los cambios de temperatura y la escasa ventilación. Esto unido a las filtraciones de la propia cubierta provocaba la descomposición de los morteros y la pudrición de los rastreles de madera.

Se detectaron orificios o picaduras de diversos diámetros debidas a la mala calidad del plomo en algunas zonas o a "heridas" dejadas por elementos desaparecidos como clavos o herrajes.

Las soluciones en los encuentros de las planchas de plomo con los elementos

verticales eran defectuosas, pues no estaban engatilladas, y por tanto no permitían los movimientos del plomo, o bien presentaban una capa de mortero fisurada o desprendida por efecto de dichos movimientos.

Uno de los factores que más negativamente influía sobre el estado de las fachadas era la ausencia de goterón bajo la línea de cornisa. En consecuencia, era continuo el lavado de las juntas entre sillares y la acumulación de humedad sobre los elementos constructivos, de lo que se derivaban diversos procesos patológicos sobre la piedra como la descomposición química, arenización, decohesión y desprendimiento de lascas por heladicidad, entre otros. No se consideraron apropiados los soportes metálicos para la fijación de los proyectores de iluminación monumental, pues sus anclajes taladraban la plancha de plomo propiciando la penetración de agua. Esta situación quedaba empeorada por el avanzado estado de oxidación en el que se encontraban estos herrajes.



4



5



6



7



8



9

ACTUACIONES LLEVADAS A CABO

El proyecto de restauración de las cubiertas de la nave central de la Basílica del Monasterio de El Escorial tuvo como objetivo la corrección de los problemas anteriormente señalados. Para ello se tomaron las siguientes medidas:

Construcción y montaje de la sobrecubierta

La decisión de construir una estructura de sobrecubierta se debió fundamentalmente a los siguientes factores:

- Garantizar la ausencia de filtraciones al interior del edificio durante la ejecución de las obras.
- Preservar la unidad estética del monumento.

La solución estructural a definir venía condicionada por las dificultades que suponía su montaje, pues los camiones autogrúa de gran tonelaje no podían acceder al Patio de Reyes y el emplazamiento de una grúa de obra hubiera sido inútil por la cercanía de los campanarios. Por ello se ideó una estructura espacial ligera de barras y nudos que pudiera elevarse por partes hasta la cubierta y allí acoplar todos los tramos y apoyarlos sobre los andamios que flanqueaban las fachadas laterales de la basílica. Los nudos se materializaron con esferas macizas de acero forjado con taladros roscados para atornillar las barras. Cada taladro poseía un plano mecanizado que servía para apoyar correctamente la barra contra la esfera

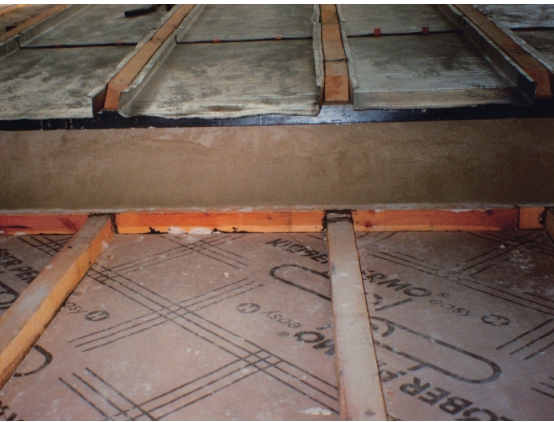
y dejarla perfectamente dirigida, de modo que no tuviera que absorber otros esfuerzos que no fueran los axiles. Las barras se construyeron con tubo de acero estructural A-42b; sus extremos acababan en puntas roscadas que encajaban en los taladros de las esferas. El resultado fue una estructura espacial de tetraedros de unos 2 m de canto. La obra se dividió en dos fases con el fin de que, una vez terminada la primera, se pudiera desplazar la sobrecubierta sobre una viga carril continua soldada a la coronación del andamio a modo de puente-grúa motorizado. Una vez montada, la sobrecubierta salvaba una luz de 30 m y tenía una longitud de 23 m. Se cubrió con una chapa metálica plegada que se lacó en



color gris para mimetizarla en lo posible con el edificio. Se intercalaron planchas transparentes de policarbonato para permitir la entrada de luz al área de trabajo y se remató con un caballete elevado para facilitar la circulación de las corrientes de aire.

Sustitución de los emplomados

Ésta fue la actuación más destacada, siendo las otras tres subsidiarias a ella, pues el objetivo fundamental del proyecto era la sustitución de los emplomados. Una de las decisiones más importantes de este proyecto fue la de sustituir el sistema constructivo del soporte de la cubierta de plomo. El existente estaba formado por material cerámico y morteros de cal en avanzado estado de descomposición. Tras picar toda esta base se procedió a tender una capa de compresión de hormigón armado H-250 de 5 cm de espesor armado con mallazo electrosoldado de 5 mm de diámetro de 20 x 20 cm. Se dispusieron elementos de anclaje cada 50 cm para garantizar su unión con las fábricas portantes. La superficie de apoyo de las planchas de plomo se regularizó mediante una capa de guarnecido de yeso de 0.50 cm de espesor. Sobre esta superficie se colocó una lámina anticondensación con el fin de evitar los deterioros producidos por las humedades sobre la cara inferior de la plancha de plomo.



Para la fabricación de las planchas se exigió el empleo de plomo de la mejor calidad, de 3 mm de espesor del tipo Pb-2, cuyo contenido mínimo de plomo es del 99.985% según la norma UNE 37-201-77.

Para paliar el efecto del excesivo tamaño de las planchas de plomo existentes, se definió una nueva modulación, basada en planchas de las siguientes características:

- Dimensiones reales: 90 x 170 cm
- Longitud libre: 150 cm
- Solape vertical : 10 cm



- Anchura entre ejes : 75 cm
- Anchura libre: 66 cm
- Solape horizontal: 12 cm

El replanteo se realizó centrando una plancha en el eje de cada una de las buhardillas, siendo las inmediatamente adyacentes de ancho variable y el resto completas.

Estas planchas se unieron longitudinalmente mediante junta enrastrelada. Los rastreles, colocados en el sentido de la máxima pendiente, se trataron contra la humedad y contra los insectos xilófagos, tenían una escuadría de 7x5 cm y fueron cubiertos con una tapa de plomo de 2.5 mm de espesor.

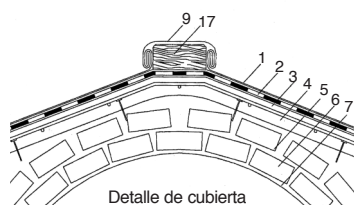
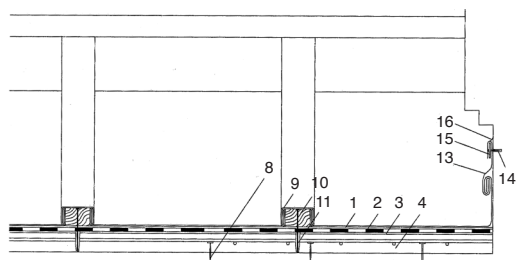
Las planchas se fijaron mecánicamente tanto transversal como longitudinalmente con grapas de cobre con tornillo latonado y taco plástico.

En toda la longitud de la línea de cornisa se colocó un perfil angular de 70 x70 mm a modo de goterón. Se ancló a la piedra mediante pletinas y se le aplicó un tratamiento compuesto por resinas epoxídicas para evitar oxidaciones.

Los encuentros de la plancha de plomo con los paramentos verticales y elementos singulares de la cubierta se resolvieron con una pletina de cobre de 3 mm de espesor y 3 cm de anchura, como base para fijar un babero de plomo engatillado a la plancha de faldón.

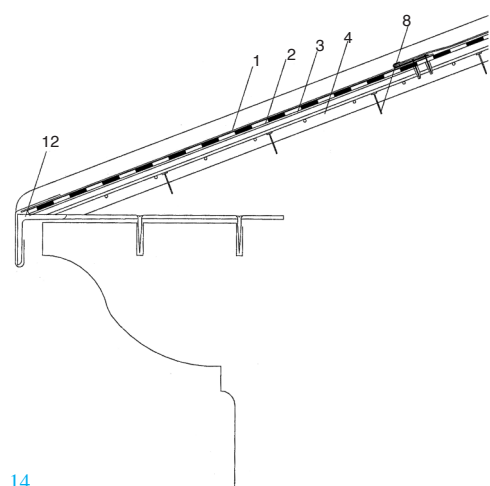
Con el objeto de facilitar los futuros trabajos de mantenimiento, se decidió que la plataforma elevadora utilizada durante las obras, permaneciera en su lugar. Además, para mejorar el tránsito y transporte de material hacia otros puntos del edificio, se dispuso una pasarela metálica a la que se accede desde la plataforma y queda protegida por una barandilla que también funciona como freno para la nieve.

Los elementos auxiliares de la cubierta se realizaron en acero inoxidable para evitar los problemas de oxidación que anteriormente se habían detectado. Entre otros cabe destacar los siguientes:



LEYENDA:

1. Plancha de plomo. e = 3mm
2. Lámina anticondensación. Filtro tipo "Tyvek" de Dupont
3. Guarnecido de yeso. e = 0,5 cm
4. Capa de compresión de hormigón H-250/árido ϕ 20mm. Armadura: mallazo ϕ 5 mm / 20x20 cm
5. Rosca de ladrillo macizo tomada con mortero de cal
6. Rosca de ladrillo macizo tomada con mortero de yeso
7. Revestimiento con mortero de cal y arena
8. Conectores / varillas ϕ 10 mm (15+5 cm) anclados con mortero de resina
9. Tapa de plancha de plomo. e = 2mm
10. Rastrel de madera tratada contra xilófagos y contra la humedad (7x5 cm)
11. Tornillo de cabeza oculta
12. Goterón formado por perfil metálico angular de 50x50 mm con pletina de anclaje al faldón de la cornisa
13. Babero de plancha de plomo e = 2 mm engatillado a la plancha del faldón
14. Fijación mecánica con tornillo de cobre y taco
15. Pletina de cobre. e = 3 mm, ancho = 30 mm.
16. Junta longitudinal de silicona de poliuretano gris
17. Taco de madera de cantos superiores redondeados



14



15



16

- Soportes para proyectores de iluminación monumental. Se diseñó un elemento a modo de viga en celosía sobre la que se apoyaba un perfil U invertido que protegía el cableado y al que se soldaron los proyectores.

- Frenos para la nieve. Tomando como modelo los existentes en las cubiertas del Palacio Real de Madrid, se diseñaron unos aros de acero que, colocados cada 1.5 m, sostienen una barra que frena la nieve para que no se formen témpanos que podrían desprenderse.

Reconstrucción de las buhardillas

Tomando como ejemplo una de las buhardillas históricas que encontramos en la cubierta de la basílica, se dibujó un modelo que permitía reproducirla con exactitud. A continuación se presentan algunos de los planos que sirvieron para su reconstrucción.

La estructura portante de las buhardillas es de madera de pino tratada contra xilófagos y contra la humedad. Los durmientes están apoyados sobre el plano de cubierta y, sobre ellos, los pies derechos que soportan los estribos, sobre los que se sustenta la estructura de parhilara con tirantes unidos a los estribos mediante uniones en cola de milano. Los pares se unen a la hilera mediante espigas.

Tanto los planos inclinados como los verticales se cubrieron con tablero para posteriormente, colocar la pizarra. Se cuidaron los encuentros con la plancha de plomo del faldón, colocando una pletina de cobre forrada con babero de plomo engatillado. En la cumbre, que anteriormente estaba engatillada, se colocó un rastrel que se protegió con plomo, anclado al tablero mediante soportes de cobre.

14. Detalles de la cubierta

15. Aspecto final del encuentro con paramentos verticales correctamente terminado. El filete inferior corresponde a la junta engatillada y el superior al babero que recubre la pletina de cobre. La unión entre el babero y el granito queda sellada mediante junta de material elastómero

16. Vista de la cubierta terminada desde el cimborrio



17

17. Frente de una de las buhardillas de la cubierta de la nave central antes del inicio de las obras. Las nueve buhardillas se construyeron según este modelo

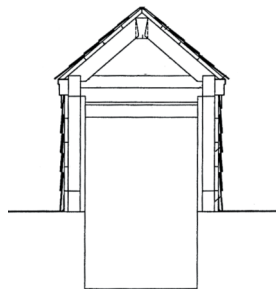
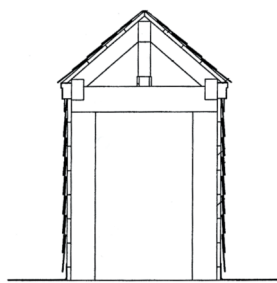
18. Planos utilizados para la reconstrucción de las buhardillas

19. Montaje de la nueva estructura de la cubierta

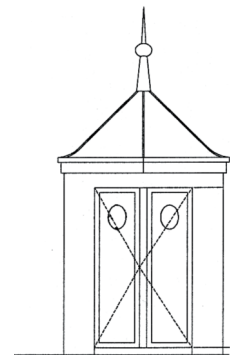
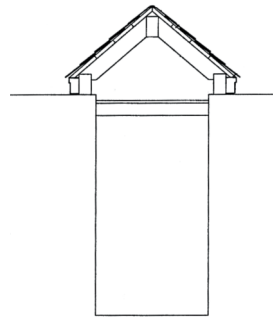
20. Colocación de la cobertura de pizarra

21. Buhardillas totalmente terminadas. Se observan también los nuevos soportes de acero inoxidable para los proyectores de iluminación monumental

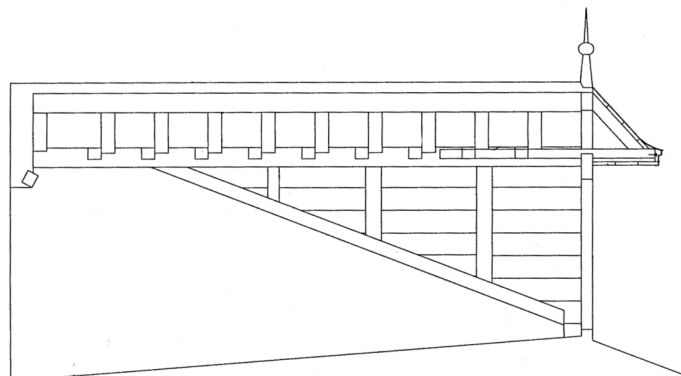
18



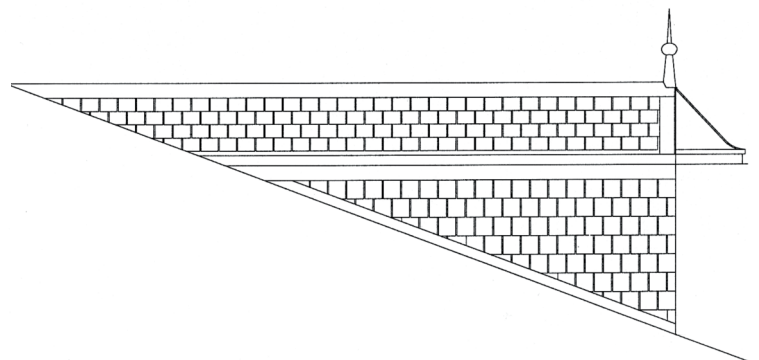
SECCIONES TRANSVERALES. ESTADO PREVIO



ALZADO FRONTAL



SECCIÓN LONGITUDINAL. ESTADO PREVIO



ALZADO LATERAL

Restauración de las fachadas

Antes de comenzar la actuación sobre las fachadas de la nave central de la basílica, se llevaron a cabo unos estudios previos que fueron decisivos a la hora de determinar cuáles eran los criterios idóneos para acometer la restauración. Los síntomas patológicos que se detectaron fueron los siguientes:

-Desaparición del mortero en las juntas, que era uno de los mayores problemas si tenemos en cuenta que propicia las filtraciones de agua al interior del edificio y facilita el fenómeno de la heladicidad.

Los materiales de rejuntado empleados en restauraciones anteriores no siempre han sido los más adecuados. Encontramos por ejemplo, morteros de cemento demasiado duros, morteros de cal y arena demasiado blandos, yesos y resinas.

-Pérdidas de material pétreo en cornisas y aleros.

-Eflorescencias, en parte ocasionadas por el aporte de cementos Portland y arenas sin desalinizar.

-Depósitos biológicos, que unidos a la humedad retenida en las juntas, actúan como abono propiciando el crecimiento de vegetación.

-Organismos microbiológicos como hongos, musgos y líquenes.

-Existencia de clavos de forja en las juntas cuya oxidación produce manchas de herrumbre en los sillares de granito.

Una vez analizados los síntomas patológicos se procedió a establecer los criterios de actuación, dando como resultado la aplicación de los siguientes tratamientos:

Tratamiento de limpieza

1.- Limpieza mecánica en seco para eliminar clavos, depósitos biológicos y nidos de insectos, arácnidos y aves.

2.- Limpieza con chorro de agua a presión para eliminar las costras consolidadas y el mortero de juntas en mal estado.

3.- Cepillado de los sillares con cepillos de raíz y jabón neutro.



19



20



21



19

19. Aparición de costra biológica y pequeña vegetación sobre los elementos de granito. Desprendimiento del mortero en el encuentro entre el elemento pétreo y la plancha de plomo

20. Detalle del estado de la cornisa antes de la restauración. Obsérvese el descarnado de las juntas y la falta de material pétreo en los sillares

21. Proceso de rejuntado y limpieza de los sillares. A la derecha, antes del tratamiento. A la izquierda, una vez concluida la restauración

22. Izquierda: fachada restaurada. Derecha: fachada antes de la restauración

Picado de juntas

Por el mal estado del material de las juntas y la inadecuada composición de parte del mismo, se tomó la decisión de eliminar todo el material de rejuntado. La limpieza con chorro de agua no fue suficiente para eliminar los morteros más duros, por lo que se procedió a retirarlos manualmente. También se encontraron tacos de madera podrida y cascotes de ladrillo y teja que fueron igualmente retirados.

Rejuntado

Como material de relleno de las juntas se empleó un mortero de cal hidráulica y árido desalinizado en proporción 1:3 enriquecido con un 5% de resina acrílica tipo Primal AC 33. Con el fin de conservar la unidad estética y visual de todas las fachadas del

monasterio, se entonó este mortero con pigmentos de tierra natural.

Cosido de grietas

Previo limpieza del interior de las grietas localizadas, se procedió a rellenarlas con un mortero de similares características al de rejuntado aunque aumentando la proporción de resina acrílica para asegurar el agarre y favorecer la contracción y dilatación de la mezcla.

Tratamiento de consolidación

Para consolidar la fábrica de granito se aplicó una mezcla de Paraloid B72 en Tolueno al 5% disuelta al 6% en Solvarán 600. La función de esta disolución es permitir la penetración del consolidante en la piedra. El disolvente, muy volátil, se

evapora rápidamente, dejando el consolidante en el interior que, al endurecerse, mejora la consistencia de la piedra.

Tratamiento fungicida y herbicida

Para paliar la acción destructiva de las colonias de microorganismos biológicos, hierbas y plantas, se procedió a la aplicación de un producto herbicida-fungicida compuesto por ácido fórmico disuelto en agua en una proporción del 5%.

Tratamiento hidrofugante

Una vez finalizados todos los trabajos, se procedió a la pulverización de la fachada con una disolución de Tegosivin HL 100 en Solvarán 600 al 40% para mejorar la protección de la piedra contra los agentes de deterioro externos.



20



21



22



FICHA TÉCNICA

BASÍLICA DEL REAL MONASTERIO DE SAN LORENZO DE EL ESCORIAL. RESTAURACIÓN DE LAS CUBIERTAS DE LA NAVE CENTRAL

Arquitecto redactor del proyecto:

Javier García-Gallardo Gil-Fournier

Arquitecta colaboradora:

Esther de Vega García

Arquitecto técnico:

Lorenzo Cabanas Serrat

Ejecución de las obras:

Compañía Internacional de Construcción y Diseño S.A.U.

Restauración de fachadas:

Susana Palomo Samper y Ana M^a Río Villalba

Ejecución de la sobrecubierta:

LANIK