



Vista general de las Torres de Serranos desde el otro lado del río

## La restauración de las Torres de Serranos de Valencia

Camilla Mileto\* y Francisco Cervera Arias\*\*

**La reciente restauración de las emblemáticas Torres de Serranos, emprendida por equipo interdisciplinar, ha servido como excusa para la profundización en el conocimiento de su historia, fábricas y avatares, desde su propia formación y su posterior empleo como cárcel, hasta su restauración decimonónica y posteriores reparaciones. Las labores de limpieza de los paramentos han permitido el estudio directo de sus fábricas, que ha aportado gran cantidad de información complementaria a la rigurosa investigación histórica. El plan de mantenimiento previsto para el futuro constituye una interesante propuesta donde prevalece el buen sentido sobre la habitual improvisación que rige la restauración monumental en nuestros días.**

*Restoration of the Serranos Towers in Valencia. The recent restoration of the emblematic Serranos Towers carried out by an interdisciplinary team of specialists was an excuse to delve into the history and masonry of the towers, from their initial building and use as a prison to the restorations works practised in the 19th century and subsequent repairs. The cleaning of the walls permitted a direct study of the masonry, which provided a great deal of information that complemented the rigorous historical investigation. The maintenance scheme planned for the future is an interesting proposal, where good sense prevails over improvisation, so often a reality in the restoration of monuments today.*

\*Camilla Mileto es arquitecta y profesora de Introducción a la Arquitectura en la ETS de Arquitectura de Valencia.

\*\*Francisco Cervera Arias es arquitecto.

En 1999 el Ayuntamiento de Valencia adjudicó la contratación de “la redacción del proyecto básico de restauración y ejecución de la primera fase de las obras de mantenimiento, conservación y limpieza de las Torres de Serranos” a la empresa Construcciones Exisa y a un equipo técnico multidisciplinar dirigido por el arquitecto Francisco Cervera Arias.

El encargo presentaba dos características peculiares: en primer lugar, estaba asignado directamente a una empresa constructora y a un equipo técnico y, en segundo lugar, preveía la asignación de un único paquete que comprendía la redacción del estudio previo y del proyecto y la realización de la obra. Esta segunda característica permitió, por un lado, realizar un estudio continuo del monumento (desde la primera aproximación al edificio para la redacción del estudio previo, a su profundización una vez montado el andamio y luego durante la realización de la obra), y, por otro lado, acortar notablemente los tiempos burocráticos de asignación y aprobación de las diferentes fases del proyecto y de la obra, permitiendo realizar el trabajo en un tiempo más corto de lo normal, sin por ello quitar el tiempo necesario a la propia realización de la obra.

## BREVE INTRODUCCIÓN HISTÓRICA

### La concepción y construcción del Portal de Serranos

La construcción de las murallas defensivas ha sido una de las empresas edilicias más importantes para las ciudades medievales. Dentro del conjunto defensivo de las ciudades, sobresalen las puertas, bastiones de defensa y puntos de acceso al interior de la ciudad para el visitante. No extraña, por tanto, que en los siglos XIV y XV, con la pujanza de la arquitectura civil en los estados de la Corona de Aragón, se definió un tipo de puerta monumental que merece ser considerada entre las principales obras arquitectónicas de aquel tiempo, de la que son buena muestra las Torres de Serranos.

La necesidad de proteger un área urbana se agudizó primero ante la amenaza musulmana, temible hasta 1340, y más tarde frente al ejército castellano de Pedro I el Cruel, que asedió la ciudad en 1363 y 1364. De la construcción y mejora del recinto defensivo se encargó desde 1358 la *Fàbrica de Murs e Valls*, organismo que debía velar por el mantenimiento y construcción de los muros y fosos, de los puentes, de los caminos y de las acequias de la ciudad. Desde la primavera de 1392, Pere Balaguer, elegido como maestro mayor de la obra de las Torres de Serranos, se implicó por completo en la realización de la obra, escogiendo los materiales más adecuados. Según los documentos conservados, la piedra utilizada en la construcción fue extraída del Tosal de Rocafort, de la cantera de Almaguer en Alguinet y para las piezas que tuvie-

1. Torres de Serrano, alzado norte



ran un tratamiento escultórico de la cantera de la Bellaguarda en Benidorm. Las labores de acabado fueron realizadas por los canteros a pie de obra, al principio en un porche de madera y cubierta de cañas mencionado en la documentación y, más tarde, en un solar cubierto junto a la escalera de acceso a las torres del portal. El propio Pere Balaguer se ocupó de elaborar el betún necesario para adherir algunas piezas escultóricas y de poner a punto la maquinaria auxiliar que elevase la piedra hasta la altura de su colocación en la fábrica.

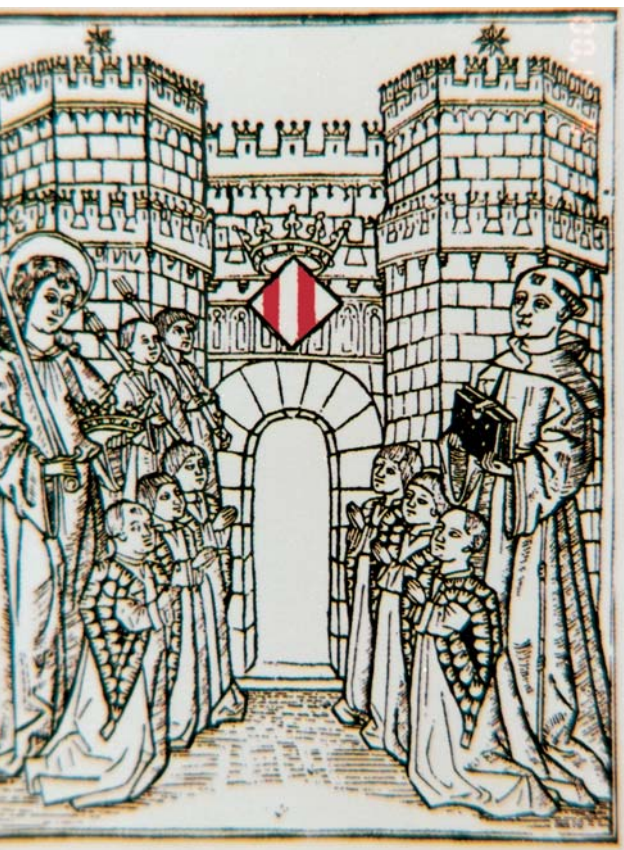
Durante el mismo año 1392, la administración municipal pagó a Pere Balaguer viajes a diversas partes de Cataluña con la misión de ver otros portales que le pudieran servir de modelo para el nuevo que se tenía que construir en Valencia. Es ya un lugar común, que la puerta de los Serranos está emparentada con el llamado Portal Real del monasterio de Poblet. Sin embargo, no se debe olvidar que existe otro ejemplar coetáneo de puerta la que se levantó en la segunda mitad del siglo XIV en el recinto amurallado de la ciudad de Morella, el portal de Sant Miquel, relacionado a menudo con la actividad en las obras de fortificación del maestro Doménech Taravall entre 1358 y 1362.

La obra comenzó en marzo de 1393. El 2 de junio de 1393 se preparaba el mecanismo *per obs de muntar los volsors, pedres, reble e altres coses necessàries per la dita obra*, y el día 5 del siguiente mes se montaban las cimbras de los arcos y bóvedas de la puerta mayor; en la segunda quincena de octubre la clave de la bóveda ya estaba puesta y Marçal de Sas cobraba por la policromía de ésta y las ménsulas de los ángulos, mientras que Pere Nicolau pintó y doró unas letras en 1394. La participación de estos pintores, que se contaban entre los más acreditados que trabajaban en Valencia, demuestra el esmero puesto en la obra y en su acabado artístico en razón de su valor representativo.

En el primer trimestre de 1398 se obró la escalera abierta de acceso al primer nivel del portal, dándose por concluidas las labores de construcción del portal de Serranos tras tres días de limpieza del monumento el 19 de marzo de 1398. A lo largo del siglo XV el portal de los Serranos se convirtió en la obra más insigne de la ciudad (foto 2), en su acceso privilegiado y en el telón de fondo de las espectaculares entradas reales; en 1424, se encendieron luminarias en las torres para dar la bienvenida al monarca Alfonso el Magnánimo; en 1429 la puerta se convirtió en lugar de recepción oficial de las reliquias de San Agustín y en 1459, la entrada del monarca Juan II.

### Las Torres de Serranos: de arco de triunfo a prisión

El 19 de enero de 1586 entraba en Valencia solemnemente el rey Felipe II por el Portal de Serranos que presentaba su más brillante aspecto de "arco triunfal". La noche del 15 de febrero de 1586 la Casa de la Ciudad sufría un devastador incendio y los Jurados dieron libertad a casi todos los presos, con la excepción de los más peligrosos que fueron llevados a las torres del portal de Cuarte, a la torre de la Diputación y a la prisión del Santo Oficio.



La solución adoptada por los Jurados al día siguiente del incendio fue la de habilitar como prisión la casa de la cofradía de San Narciso y las torres de la puerta de Serranos. Las obras finalizaron el 18 de marzo de 1586, día en que fueron llevados a Serranos los "*cavallers y homens honrats*" presos, quedando en Sant Narcís la prisión "*Comuna*" para los plebeyos. Esas obras de acondicionamiento como prisión suponían la realización de cerramientos en la cara interior de las torres, en la primera planta de la zona central, y en sus accesos desde la ciudad (foto 3).

Las descripciones de las Torres nos permiten conocer lo poco apropiadas que eran como prisión. En la planta baja estaban dos salas: la *Cañeta*, que tenía cabida para unos 25 presos, y el *Cubo*. En la primera planta estaban: a la izquierda la *Iglesia*, con dos capillas, que en los últimos tiempos dejó de utilizarse para el culto, pasando a ser la celda *San José*; en la zona central, el *vestíbulo* hasta donde subían las visitas y la celda de la *Campana*; en la torre derecha, estaba la sala de la *Comuna*, donde se encontraban las únicas letrinas. Lo que era una gran sala se redujo en altura, ya que se aprovechó la bóveda para construir los calabozos. Entre los calabozos y la clave, se hizo otro pequeño calabozo para aislar a los reos en capilla: la *Saleta*. En la planta superior, las celdas del *Peñón* y *San Vicente*. Entre ambas quedaba la celda para muchachos (los *Chicos*) y la *enfermería*.

Fácil es suponer que hubo más de una tentativa de suprimir esta lastimosa prisión, si no por sus lamentables condiciones (en algunos momentos llegó a hospitar más de trescientos presos) sí por su falta de seguridad e higiene y por propio decoro ciudadano. Sin embargo, allí se mantuvo por más de tres siglos.

2. El Portal de Serranos, 1499. (Autor: Anónimo; Xilografía. 150 x 115 mm.; Biblioteca General Universitaria)

3. Vista de la Puerta de Serranos de Valencia. Ca. 1805. Detalle. (Liger del.- Reville aqua forti.- Lorieux sculp.; Grabado calcográfico. 230 x 430 mm.; Museo de la Ciudad. Archivo J. Huguet)



3



4



5

#### La restauración de la puerta de serranos entre 1870 y 1936

En 1887 se decidió eliminar la prisión de las Torres de Serranos y en marzo de 1888 se terminó de desalojar los presos. Al poco se iniciaron las obras de restauración del monumento bajo la supervisión del arquitecto mayor municipal, comenzando con la demolición de las construcciones realizadas para adecuar el edificio a su función carcelaria y a seguir con la limpieza de los paramentos y la reconstrucción de los detalles decorativos.

En enero de 1893, el Ayuntamiento pidió a la Academia de San Carlos asesoramiento para continuar las obras de restauración. El Dictamen, elaborado por los académicos A. Martorell, J. Calvo, J. E. Serrano y Morales y L. Tramoyeres Blasco, constituyó un verdadero programa de restauración. Tras la valoración de los trabajos realizados, se establecía una lista de lo que faltaba por hacer para “devolver al monumento su antiguo esplendor y su pristina pureza, como notabilísima concepción artística”. Las obras que se indicaba realizar eran, en primer lugar, restablecer el foso y aislar totalmente el monumento y a continuación: restablecer la galería del rastriero quitando la bóveda tabicada que la cerraba pero respetando las pechinas; sustituir el dintel de la puerta que comunica la terraza central y el segundo piso de la torre izquierda; reponer el antepecho murado de la barbana, precediéndole la consolidación y restauración de las ménsulas y bóvedas de la misma; eliminar las ventanas rectangulares y restablecer las saeteras; completar la limpieza de los paramentos interiores; continuar la restauración de las ménsulas de las bóvedas ojivales; limpiar los paramentos exteriores con lejías; restaurar la arquería del paramento exterior del cuerpo central; por último, aconsejaba respetar la escalera exterior adosada a la torre izquierda.



6

Es relevante el interés puesto en la manera de limpiar los paramentos para no perder el carácter de antigüedad de la piedra. Tanto el Dictamen de la Academia como la propia Comisión Municipal dan indicaciones precisas para efectuar los trabajos: que se use la martelina lo menos posible, que se evite picar toda la piedra del monumento y que se empleen lejías allí donde se pueda “con el fin de conservar en lo posible la pátina del tiempo” (foto 4).

En el mismo año, se nombró restaurador artístico municipal al maestro José Aixà e Íñigo, quien ya venía efectuando labores de asesoramiento en las obras de la Lonja y de las Torres y que a partir de ese momento se encargará de dirigir todos los trabajos de ornamentación.

Las obras prosiguen con lentitud, y aún faltaba por solucionar el problema de la gran escalera exterior, de dudosa originalidad. En 1914 se aprobaba su restauración como elemento original y este mismo año se presentaba a la Academia el proyecto de obras elaborado por el arquitecto mayor F. Aymamí y por Aixà. Así se hizo, terminándose en 1917 con la instalación de la puerta superior proyectada por Aixà (foto 5).

En marzo de 1931 se daban por concluidas las obras y, este mismo año, las Torres de Serranos fueron declaradas Monumento Histórico Artístico Nacional, uno de los primeros edificios que consiguieron la declaración en la ciudad, junto a la Catedral, la Lonja, las Torres de Cuarte, la Diputación y la Capilla de Santo Domingo.

Durante la Guerra Civil las Torres no sufrieron desperfectos y fueron cedidas a la Dirección General de Bellas Artes para guardar en sus sótanos obras pertenecientes al Tesoro Nacional y al Museo de Valencia. Para ello se construyó una bóveda de hormigón en el interior que luego sería eliminada, proyecto realizado por el arquitecto José Vahamonde.

4. Fachada principal (ca. 1905). (Colección O, nº 10. Postal. Archivo J. Huguet)

5. Fachada trasera (ca. 1905). (Postal. Archivo J. Huguet)

6. Fachada principal antes de los trabajos de limpieza y conservación de 2001

7. Ejemplo de marca de cantería encontrada en los paramentos de las Torres de Serranos
8. Ejemplo de marca de cantería encontrada en los paramentos de las Torres de Serranos. El dibujo fue reforzado con color rojo
9. Planta baja de las Torres de Serranos, realizada por levantamiento fotogramétrico
10. Levantamiento fotogramétrico de la fachada sur
11. Restitución en tres dimensiones de una de las naves interiores de las torres, realizada por levantamiento fotogramétrico



7



8

## EL ESTUDIO PREVIO

La **Metodología** seguida para la redacción del estudio previo es la comúnmente reconocida para el estudio de un monumento histórico-arquitectónico con el evidente ajuste derivado por la especificidad del caso, a saber: el propio título del encargo limita el ámbito de actuación a los trabajos correspondientes al mantenimiento, conservación y limpieza de los paramentos interiores y exteriores, bóvedas y pavimentos, así como los elementos líneos y metálicos que conforman el conjunto monumental.

### Fases del estudio previo

1. **El primer acercamiento** al monumento se realizó a través de una atenta observación in situ del edificio (foto 6). El objetivo fue una aproximación progresiva al monumento a través de la observación, la toma de fotografías y la comparación entre las diferentes partes del mismo y con otros edificios similares. Después de este primer momento de observación y toma de contacto con el objeto del estudio se decidieron las líneas de profundización e investigación a desarrollar, en relación con las propias características del monumento.

2. **El estudio histórico** vinculado al proyecto de conservación de las Torres de Serranos se planteó no sólo como estudio de carácter cognoscitivo en sí mismo, sino como una investigación que sirviera de apoyo al resto del estudio previo y a las decisiones de proyecto. El estudio, por tanto, se centró sobre todo en la identificación de las fases constructivas del edificio. Por esta razón, el estudio histórico se realizó en dos apartados: **el estudio documental** (estudio de *documentos indirectos*) que se ha ocupado de los documentos escritos, grabados, dibujos, fotografías y planos históricos, y del **análisis estratigráfico** murario como lectura de las huellas del tiempo en los muros del mismo edificio (*documento directo*).

**El estudio documental** proporcionó un cuadro de lo que habían sido los numerosos hechos históricos del edificio y pudo ayudar a la comprensión de las numerosas huellas que se podían leer en las paredes del monumento. El estudio histórico documental se ha realizado siguiendo la división entre los tres periodos fundamentales por los que pasó el edificio. De cada periodo se ocupó un historiador experto en el tema: Amadeo Serra Desfilis para el periodo de la construcción del edificio; José Luis Cervera Torrejón, para el periodo en que las torres se destinaron a cárcel; y Carmen Blázquez Izquierdo, para el periodo de las restauraciones entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Además, se realizó una investigación de archivo dirigida, sobre todo, a encontrar la documentación relacionada con las restauraciones sufridas por edificio. De la recopilación del “diario” se ocuparon Daniel Benito Goerlich y Ignasi Corresa Martín.

El estudio histórico documental se complementó con **el estudio directo de las fábricas** del monumento, a través del método del análisis estratigráfico murario. El objetivo principal del análisis estratigráfico murario consiste en la identificación de los periodos constructivos mediante la observación y

documentación de datos históricos legibles directamente en el edificio. En este sentido, se puede considerar como parte del estudio histórico, donde el material que se debe estudiar no son documentos escritos, grabados o fotografías, sino un edificio construido. Objetivo complementario al estudio de los periodos constructivos es la documentación de los materiales y las técnicas constructivas presentes en el edificio. Por último, se considera de gran importancia la posibilidad ofrecida por este tipo de análisis de conocer las huellas históricas del edificio y, en consecuencia, la posibilidad de su conservación en un proyecto de restauración.

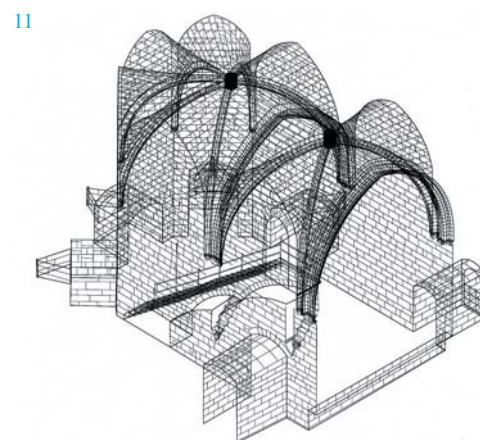
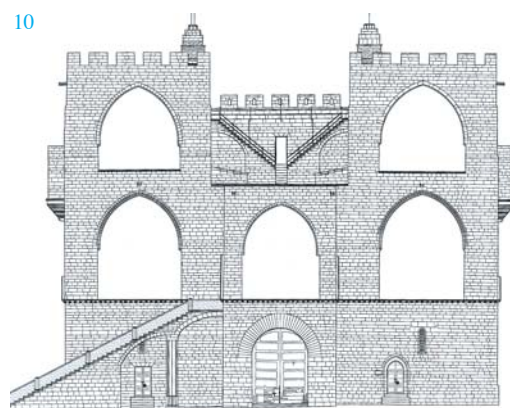
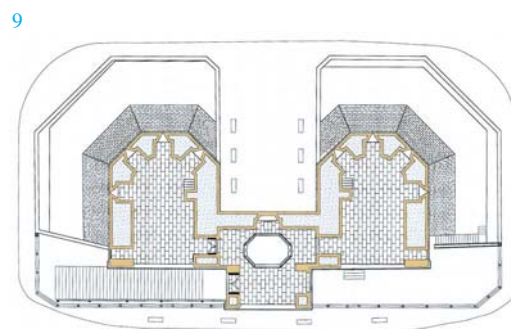
**3. El estudio gliptográfico.** Una parte fundamental del estudio directo de las fábricas de las Torres de Serranos fue representada por el **estudio gliptográfico**. La gliptografía es la ciencia que se ocupa del estudio de las marcas o signos gliptográficos que aparecen esculpidos sobre los sillares utilizados en la construcción de edificios. La presencia de las marcas viene asociada a la profesión de cantero.

En Europa, y sobre todo en Francia, las asociaciones profesionales de la construcción (*franc-masones*) comienzan a funcionar verdaderamente en el siglo XIII, teniendo como objetivo la protección del monopolio de los procedimientos constructivos y de su difusión, así como la fraternidad y beneficencia. En el gremio de la construcción figuraba el oficio de *picapedrero*, citado también en la documentación medieval como *pedrero*, *mazonero* y *cantero*. Su actividad profesional consistía en desbastar, tallar y pulir los bloques de piedra para convertirlos en sillares. Una vez alisado el sillar se practicaba un signo o marca.

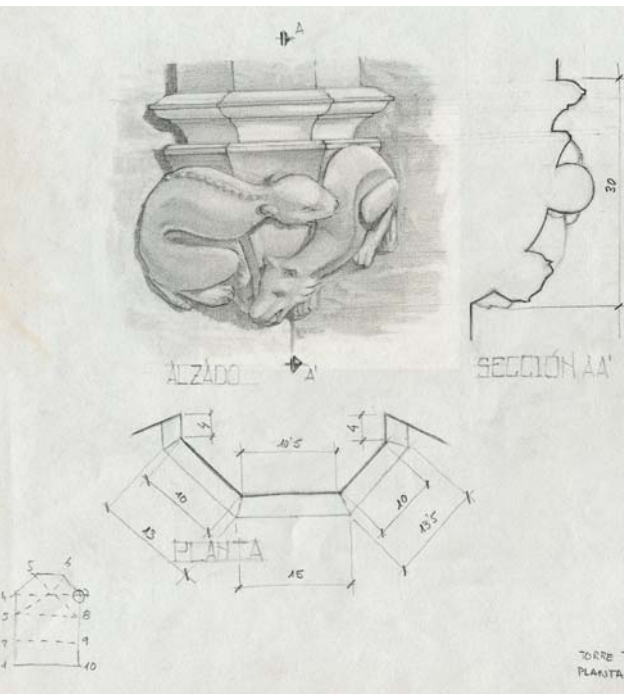
El mayor escollo que se encuentra en el estudio de los signos gliptográficos es el de su correcta interpretación. Las hipótesis más acreditadas por los estudiosos del tema, son que las marcas de cantero se dividen en dos grupos con funciones diferentes: por una parte, un determinado grupo de marcas, podía servir como distintivo del taller o del cantero para la identificación del trabajo realizado para su posterior retribución y, por otra parte, otro grupo de marcas, podía servir para indicar la correcta colocación del sillar en el muro, según la posición de la marca misma.

En las Torres de Serranos se realizó un rastreo minucioso de todos los paramentos, tanto exteriores e interiores como de las bóvedas, gracias a la posibilidad de utilizar los andamios de la obra para observar de cerca cada uno de los sillares. En los paramentos de las torres se detectaron del orden de 3.000 marcas (fotos 7 y 8). Sin embargo, se debe destacar cómo las intervenciones realizadas en las torres, sobre todo a principios del siglo XX deben de haber borrado una gran cantidad de marcas a causa del uso de la martelina como herramienta de limpieza del paramento.

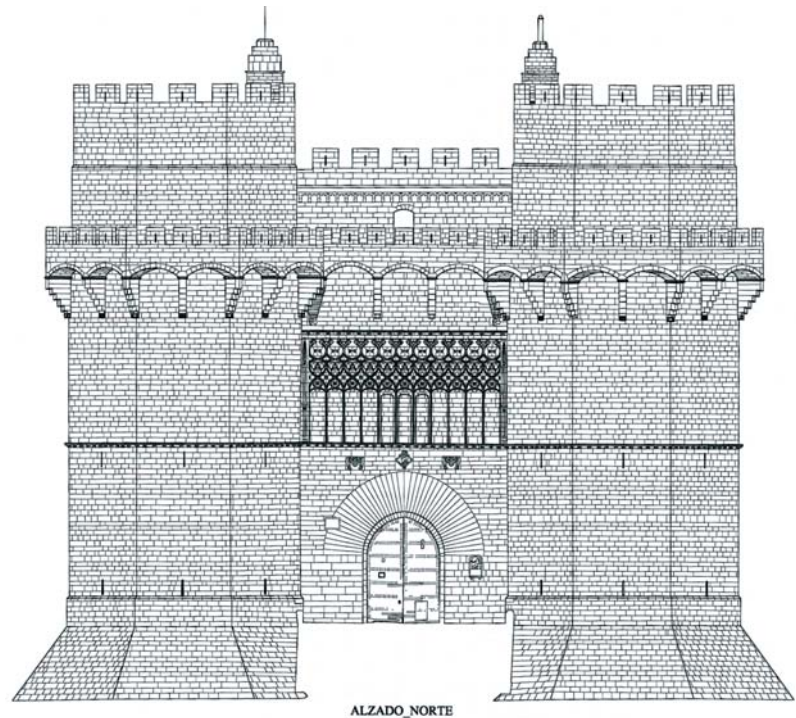
Todas las marcas identificadas se situaron en planos de documentación con un número correspondiente y la exacta posición en la que se encontraba el signo. En total se identificaron 75 tipos diferentes de marcas, y para cada uno de estos se realizó una ficha específica con la fotografía, el dibujo en escala y el recuento de las cantidades identificadas en cada uno de los paños.







13



12

4. La documentación gráfica y el estudio métrico-dimensional del monumento se consideró como una operación fundamental para el conocimiento del edificio y, por tanto, debía garantizar una información métrica y morfológica lo más extensa y detallada posible, fiabilidad y precisión. Por esta razón se realizó un **levantamiento fotogramétrico** del conjunto, tanto exterior como interior (fotos de 9 a 12).

Al mismo tiempo se realizó un **levantamiento manual** que se centró en dos objetivos: por un lado la realización de croquis complementarios al levantamiento fotogramétrico, dirigidos a la representación de las plantas del edificio y el estudio del conjunto arquitectónico; por otro lado, la realización de un inventario exhaustivo de las piezas decorativas, de piedra labrada, presentes en el monumento (foto 13 y 14).

La información del inventario se estructuró en un conjunto de fichas, una para cada pieza decorativa, compuestas por la identificación de la pieza y su ubicación en el conjunto de las torres, una fotografía, un croquis acotado con varias vistas.

5. El estudio de los materiales y su degradación. Un apartado de gran importancia para el conocimiento de un edificio como las Torres de Serranos pero, sobre todo, para la definición correcta de las intervenciones de conservación del mismo, constituye el estudio de los materiales que componen el edificio y de los fenómenos de degradación presentes en los mismos. En el caso de las torres se realizó en un primer momento una fase de observación visual tanto de los materiales como de los fenómenos de degradación para poder tener un cuadro completo de los casos presentes. Sólo en un segundo momento, una vez identificados visualmente una serie de tipos diferentes de



14

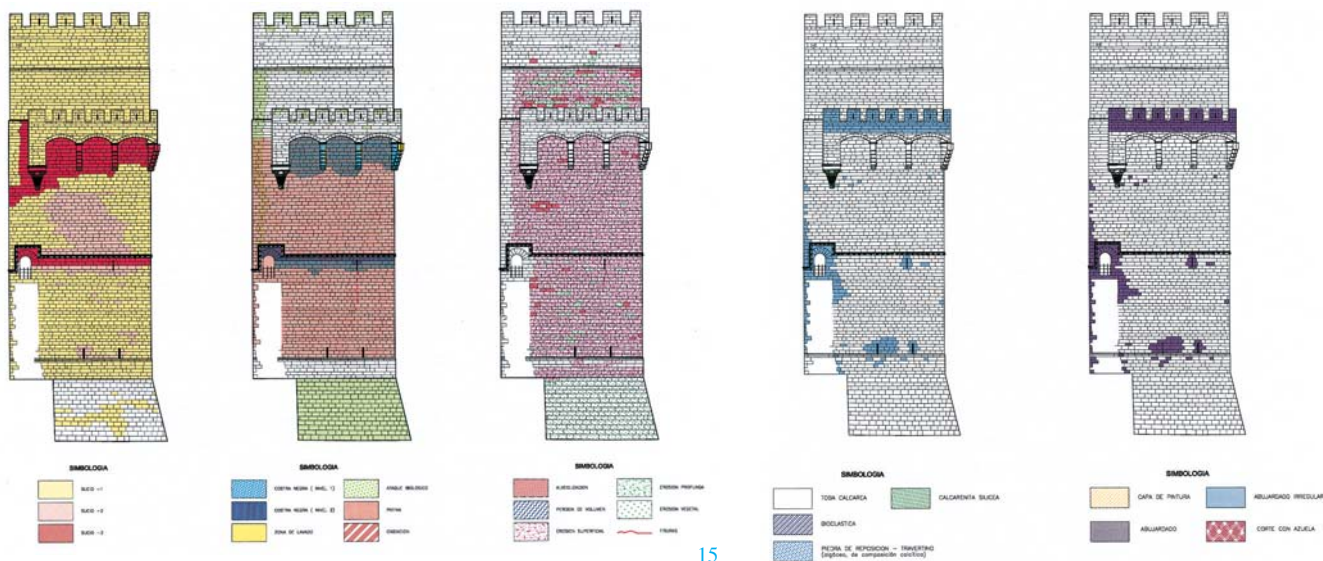
materiales, como de fenómenos de degradación, se procedió a la realización de análisis de laboratorio específicos, únicamente en los casos en que se consideró conveniente o necesario.

Todas las observaciones realizadas tanto para los materiales como para los fenómenos de degradación se volcó en unos mapas temáticos, es decir, levantamientos específicos de temas diversos, que en su conjunto ofrecen un cuadro completo de la situación del monumento. Los mapas temáticos se realizaron utilizando el levantamiento fotogramétrico como soporte para la anotación de las observaciones realizadas in situ por los operadores. Además tanto los materiales como las degradaciones identificados visualmente, se pudieron verificar mediante los análisis de laboratorio que permitieron mejorar el nivel de precisión de los mapas. Para cada uno de los materiales y de los fenómenos de degradación identificados se organizó una ficha descriptiva en la que se transcribió la denominación del material o del fenómeno de degradación, una fotografía y la indicación de los análisis de laboratorio correspondientes para facilitar la comparación entre la imagen y las características físico-químicas. De esta manera, se pretendía favorecer una conexión directa entre la observación visual y las leyendas gráficas de los mapas temáticos.

Además de la observación visual se realizaron una serie de **análisis de laboratorio** que permitieron caracterizar exactamente tanto los materiales como los fenómenos de degradación identificados durante la realización de los mapas temáticos (fotos 15 y 16).

a. La **caracterización de los tipos de piedra** (litotipo) se realizó mediante el análisis petrográfico de láminas delgadas. Tras la adecuada preparación de las muestras se realizó la descripción petrográfica mediante microscopio binocular de polarización. Este tipo de análisis de la piedra proporciona: composición, clasificación, textura, porosidad, estado superficial, valoración de la muestra. Se completó la caracterización del tipo de material pétreo a través de una serie de análisis de tipo físico: la determinación de la porosidad,

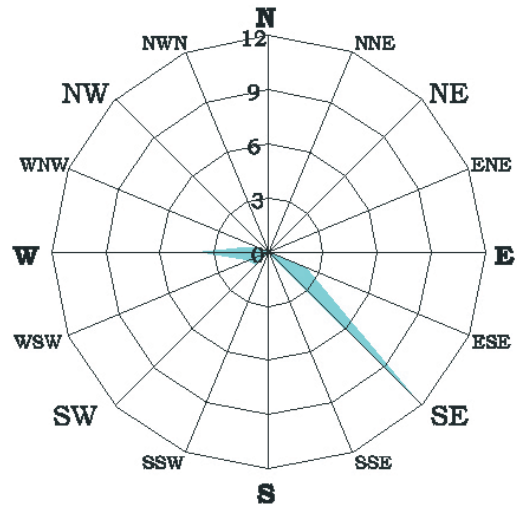
- 12. Levantamiento fotogramétrico de la fachada norte
- 13. Fotografía de una ménsula interior con motivos zoológicos, repuesta a principios del siglo XX, y correspondiente dibujo
- 14. Fotografía de una ménsula interior con motivo antropomórfico, repuesta a principios del siglo XX, y correspondiente dibujo
- 15. Ejemplo de mapa de tipos de piedra (a la izquierda) y de labra superficial (a la derecha)
- 16. Ejemplo de mapa de degradación de la piedra



15

16

- 17. Vientos dominantes durante el año
- 18. Diagrama ombroclimático
- 19. Diagrama bioclimático
- 20. Estudio del biodeterioro. Briófitos
- 21. Una de las bóvedas de las naves interiores de las Torres de Serranos con la policromía en la clave

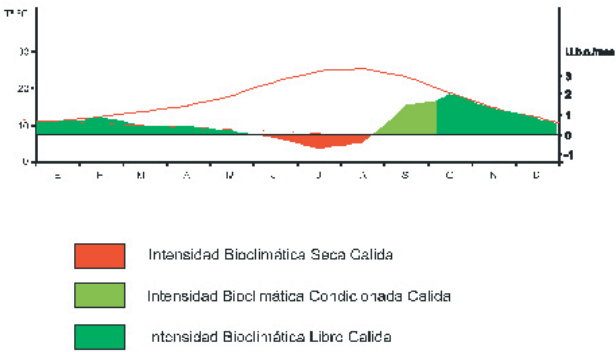


17

la porosidad superficial, la densidad aparente, la humedad natural, el grado de saturación, la densidad real (peso específico real), la absorción, la resistencia a la compresión. Además, se realizaron una serie de ensayos químicos para determinar sus componentes: sílice, sulfato, carbonato magnésico y carbonato cálcico. Del estudio de caracterización resultaron cuatro tipos dominantes de piedra, cada uno con una serie de subtipos ligados posiblemente a la proveniencia de la piedra de diferentes canteras. Los cuatro tipos fundamentales identificados en las Torres son: toba calcárea o travertínica, toba calcárea compacta, roca carbonatada de tipo biógeno y caliza dendrítica o arenosa.

b. En un primer momento se identificaron una serie de **fenómenos de degradación** a través de una observación visual del paramento. La mayoría de los fenómenos identificados dependen de la acción de los agentes atmosféricos (erosión, lavado, pátina), de la presencia de vegetación (ataque biológico, erosión por acción de vegetales) o de la naturaleza de la misma piedra (alveolización), de manera que difícilmente se puede intervenir en la piedra más allá de una simple acción de protección. Sin embargo, existen otros tipos de fenómenos como la costra negra, consecuencia de la polución, y las eflorescencias salinas, consecuencia de los movimientos del agua en el interior de la piedra que arrastra las sales solubles. Estas degradaciones necesitan un estudio mayormente detallado, ya que las sustancias presentes en estos depósitos pueden actuar de manera diferente según el tipo de sustancia. En consecuencia, por imperativos del proceso de diagnosis, era necesario conocer los componentes de las costras negras y las sales presentes en las eflorescencias. Se realizó una toma de muestras y sobre éstas se realizó, para determinar los componentes, tanto un ensayo de Difracción de Rayos X como una serie de ensayos químicos (Carbonato, Nitrato, Nitrito, Óxido de hierro, Sulfato, Oxalato, Fosfato)

18

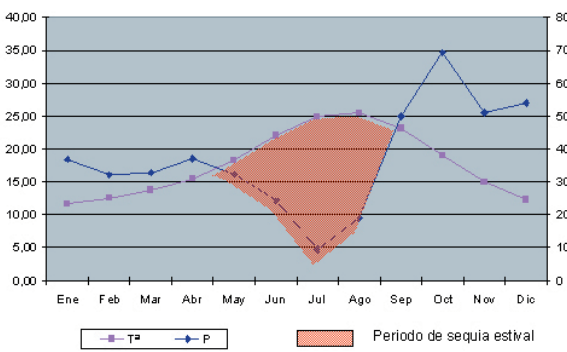


c. Para la **caracterización de los morteros** se procedió a la toma de muestras de los tipos identificados visualmente y, para cada uno, se realizó un análisis granulométrico. Además tanto de la muestra original como de las partes gruesas y finas obtenidas precedentemente se realizaron los siguientes ensayos químicos: contenido en carbonatos, contenido en sulfatos, contenido en sílice. En las Torres de Serranos se han identificado cinco grandes grupos de morteros, con una serie de subgrupos cada uno según las diferentes dosificaciones: mortero de cal, mortero de cal y cemento, mortero de cal cemento y yeso, mortero de cemento y yeso, mortero de cemento.

19

Para cada paño de las Torres se realizó el estudio de degradación de los morteros: se identificaron cuatro diferentes fenómenos, desde la pérdida de material al desconchado, la erosión y las ampollas.

**6. El estudio del clima.** Para el estudio del estado de conservación de un monumento expuesto a la intemperie es necesaria la consideración del clima como una de las causas que va a determinar la intensidad de la alteración debida a procesos físicos, químicos y/o biológicos. Estos procesos y su intensidad están íntimamente relacionados tanto con el clima como con la calidad atmosférica de la zona donde se encuentra el monumento, de tal modo que el clima actúa como regulador de dichos procesos.



En definitiva, cuando se estudia el clima en relación con el estado de conservación de un monumento resulta interesante conocer: la intensidad que tienen los procesos de alteración, su duración a lo largo del año, la existencia de ciclos de hielo-deshielo y el periodo del año en que muestran su intensidad máxima, la existencia de ciclos de solubilidad-cristalización de sales y el periodo del año en que muestran su intensidad máxima (fotos 18 y 19), los vientos dominantes (foto 17) y los vientos dominantes en días de lluvia. Todos estos factores se estudiaron para determinar los paramentos que sufren mayor abrasión y las zonas en que se acumularan sedimentos.

**7. El estudio del biodeterioro.** De todos es conocida la capacidad de los seres vivos para provocar el deterioro de las piedras de los edificios y monumentos. El mecanismo se fundamenta en la necesidad ecológica de colonizar nuevos entornos. Para conseguirlo, los líquenes, se han adaptado en la preparación del terreno y son considerados pioneros ecológicos. Éstos son el punto de partida de una sucesión que traerá consigo la formación de suelo vegetal sobre la roca madre para permitir la colonización del espacio por plantas superiores. Para la determinación de la abundancia relativa de los distintos biotipos presentes en las Torres de Serranos se ha aplicado el método fitosociológico. Del estudio se dedujo que: los **líquenes** aparecen colonizando los pretilos, cornisas y zonas de escorrentía de agua, puntos donde se acumula la humedad necesaria y su acción es básicamente química teniendo sustancias capaces de quelar los cationes existentes tanto en los cristales de la roca como en la sustancia amorfa cementante; los **briófitos**, representados por dos musgos, con un grado de presencia testimonial en el conjunto del monumento (foto 20), se disponen en oquedades de la piedra que acumulan sedimento y detritus y en rejuntados en mal estado.; las **plantas superiores**, también en pequeñas cantidades y situadas en rejuntados en malas condiciones y en zonas de instalaciones que han acumulado suelo; en cuanto a los **animales** se han observado posaderos y nidos de palomas y tórtolas en cornisas y esquinas de la lacería, que, con sus excrementos cargados de ácido úrico y fosfórico provocan arenización de la capa superficial y una acumulación de detritus que permitirán la instalación de musgos nitrófilos.

**8. El estudio de las puertas.** Las puertas de las torres constan de dos grandes hojas que giran sobre goznes encajados en quicialeras de piedra. Están realizadas en madera de pino, son de tabla machihembrada y bastidor. Reforzadas con herrajes, llevan acoplados una serie de objetos metálicos: chapas de cerradura, aldabones y clavos, todos ellos realizados con hierro. De cada una de las puertas se realizó un estudio detallado del estado de degradación, evidenciando diversos mecanismos. Como se sabe, la madera resulta afectada por los cambios de temperatura, humedad y rayos solares (rayos ultra-violeta). La exposición a estos factores de forma continuada provoca la degradación del material leñoso. El sucesivo encogimiento y dilatación de las fibras de la madera produce la formación de fendas, acanaladuras y decoloraciones, formas de deterioro que encontramos en nues-



20



21

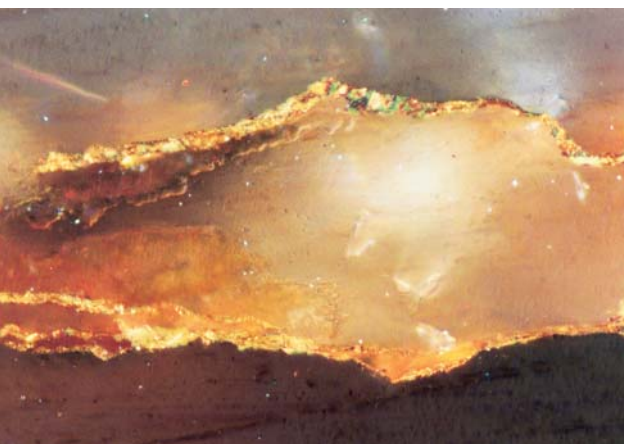
22



23



24



tras puertas en mayor o menor medida. Las zonas donde la humedad permanece más tiempo en la madera estaban afectadas por el hongo del azulado. Este tipo de pudrición, en principio, no merma las propiedades mecánicas de la madera pero la mancha y afea.

**9. El estudio de las cerrajerías.** Bajo la denominación de cerrajerías, se incorporaron todos los elementos metálicos que en la actualidad se encuentran en las Torres de Serranos: las barandillas y protecciones; los herrajes y objetos metálicos de las puertas; la puerta que cierra la escalera que va de la nave media izquierda a la terraza central; la verja de cierre de las Torres de Serranos, formada por barrotes redondos adornados en la parte inferior con rosetas y arcos ojivales, que se repiten en el centro y en la parte superior doble hilera de arcos ojivales. El estudio de los elementos metálicos, llevado a cabo a través de un inventario y un estudio de patologías, llevó a la conclusión que estos elementos presentaban en general dos fenómenos principales de degradación debidos a la agresión del ambiente: falta de capa pictórica y oxidaciones.

**10. El estudio de las policromías.** Durante el estudio de las Torres de Serranos se han encontrado restos de antiguas policromías sobre la piedra en zona de las claves de las naves interiores (fotos 21 y 22). Estos restos son vestigios de los revestimientos originales compuestos por capas de color y oro que daban a las naves un aspecto muy diferente al que hoy podemos apreciar. Además son los únicos que se conservan después de las diversas intervenciones, la última de ellas en 1890-1915.

En el caso de las Torres de Serranos, la policromía que formaba la orla estuvo recubierta en dos ocasiones por revocos y pinturas para sanear las superficies y, posteriormente, estas capas fueron levantadas y repicado el resto de elementos, nervios y paramentos en la última intervención de 1890-1915. Se realizó un estudio exhaustivo de estos restos de policromía para su documentación. Mediante el examen global de la superficie, realización de catas de limpieza y análisis químicos se ha podido definir su procedencia y hacer una reconstrucción esquemática de cómo eran. Estos datos unidos a la documentación histórica hicieron posible una hipótesis cronológica.

Las técnicas de análisis, aplicadas a un total de unas 15 micromuestras con el objetivo de estudiar la superposición de las capas pictóricas, identificar los pigmentos presentes, los aglutinantes, las preparaciones, han sido las siguientes: microscopía óptica; ensayos microquímicos selectivos; ensayos de coloración selectiva; espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier; microscopía electrónica de barrido; cromatografía de gases/ espectrometría de masas. Los resultados de los análisis realizados definieron el procedimiento original. La policromía y el oro estaban aplicadas sobre una imprimación de aceite secante, técnica muy propia a realizar sobre piedra. El aglutinante del pigmento es también un aceite secante, por lo que podemos hablar de un procedimiento graso al óleo. Las zonas doradas están realizadas con pan de oro con una base de bol. Los pigmentos utilizados son albayalde, azurita, bermellón, minio, cardenillo, tierras y negro carbón vegetal (fotos 23 y 24).

**11. Ensayo con georrádar.** La técnica de georrádar se ha ido desarrollando y empleando desde los años cincuenta en investigaciones superficiales de alta resolución del subsuelo o de ciertos medios en geología, ingeniería, minería y glaciología. El georrádar se ha convertido, en poco tiempo, en una herramienta prospectiva multidisciplinar y de gran resolución para profundidades que van desde centímetros hasta decenas de metros (se alcanzan 50 m de profundidad), empezándose a aplicar en muy diversas áreas: ingeniería civil, geología, arqueología, recursos naturales, hidrología, estudios del medio ambiente, patrimonio, etc.

En las Torres de Serranos se ha empleado esta técnica con cuatro objetivos principales: la localización y disposición del eventual calabozo en la sala derecha en planta baja, la determinación de eventuales zonas de humedades, el conocimiento de la estructura constructiva de la cimentación y el conocimiento de la estructura constructiva de muros.

El empleo de georrádar ha permitido acometer con éxito los objetivos planteados en un principio, sin causar ningún tipo de daños y evitando cualquier perforación en los elementos constructivos del conjunto monumental de las Torres de Serranos. Por un lado, se demostró la inexistencia de cualquier tipo de oquedad que pueda hacer pensar en un calabozo subterráneo y, por otro, se confirmó la poca importancia de las humedades en el edificio (foto 25). De hecho, se identificaron algunas zonas limitadas de humedad en la cimentación, posiblemente debidas a pérdidas en los desagües, mientras que en los muros no se localizó ninguna zona húmeda.

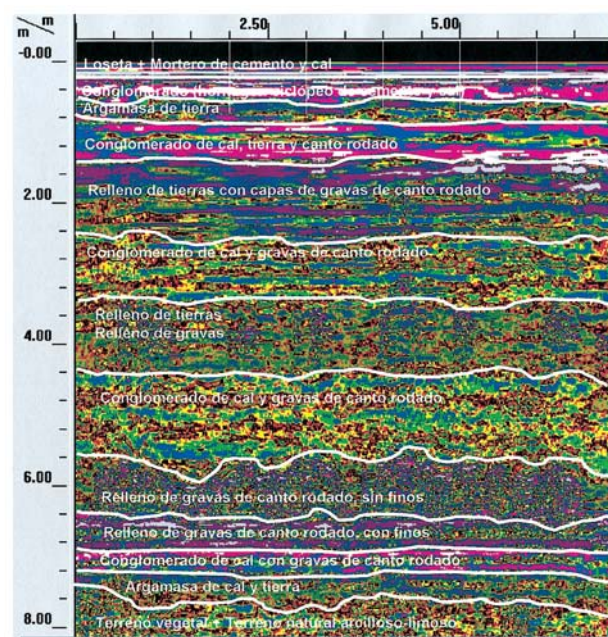
En el estudio de las estructuras se pudo identificar tanto la estructura de la cimentación como de los muros perimetrales. La cimentación se estructura en los siguientes estratos: zona de pavimento, donde se distingue una primera área correspondiente al pavimento, comprendida entre 0 m y 0.75 m de profundidad, y una segunda consistente en un horizonte compactado, desde los 0.75 m hasta 1 m de profundidad; sigue una zona de piedras, correspondiente a un nivel constructivo irregular, entre 1 m hasta 1.75 m de profundidad; una zona de tierra compactada o suelo mejorado, situado entre 1.75 m y 6 m de profundidad; y por último, el terreno natural, a partir de los 6 m de profundidad. En el estudio de los muros, se puede afirmar que el muro se compone de dos paramentos lapídeos exteriores, identificables como dos zonas compactas y una parte central de diferente consistencia, correspondiente al núcleo del muro.

**12. El estudio constructivo.** Para completar la información obtenida de las características del subsuelo por la aplicación de la técnica del georrádar en las dos naves bajas de las Torres de Serranos, se decidió realizar un reconocimiento geotécnico del subsuelo, con la extracción de un testigo continuo (foto 26), en el centro de la nave baja derecha.

El estudio comparativo de los resultados obtenido de una parte por la técnica del georrádar y de otra por el sondeo mecánico, nos permite describir el sistema constructivo desarrollado por Pere Balaguer en la construcción del *Portal dels Serrans*.

- 22. Restos de policromía de las dos claves de la nave del nivel medio de la torre de Levante
- 23 y 24. Macrofotografías de las muestras de algunos pigmentos de las policromías
- 25. Radargrama de la estructura de la cimentación donde se observan zonas localizadas de humedades
- 26. Testigo continuo del subsuelo de las Torres de Serranos

25



26





Los trabajos de construcción se iniciaron con una explanación del terreno natural cuya profundidad podemos ubicar sin lugar a dudas a unos 8 metros por debajo del pavimento actual de la nave baja derecha, que consideraremos como cota cero desde ahora. A continuación se realizó una mejora del terreno con una capa de un palmo de tierra estabilizada con cal, apisonada, sobre las que se fueron ejecutando capas de gravas formadas por cantos rodados, que se mejoraron con cal y finos, todo ello hasta llegar a la cota de 6,20 metros por debajo del actual pavimento.

A partir de este punto se replanteó la cimentación de las dos torres ejecutando las tres primeras hiladas, en una altura aproximada de 80 cms., con sillares rectos, rellenándose el espacio interior con tongadas alternativas de tierra y gravas constituidas en su mayoría por cantos rodados. A partir de este punto situado a unos 5,35 metros y hasta unos 1,25 metros por debajo del nivel del pavimento, se comenzó a ejecutar la escarpa con grandes sillares de 30 cm. de altura como media, tallándose las caras externas de los sillares con una inclinación alrededor de 53°, y se siguió rellenando el espacio interior con tongadas alternativas de tierras y gravas, intercalando capas de conglomerado de cal y gravas de cantos rodados. Desde la cota de 1,20 metros se observa una preparación especial con una nueva solera de hormigón de cal y grandes cantos rodados, sobre la que en la actualidad existe un pavimento de losas de piedra de 10 cm.

La utilización de la técnica de prospección mediante la aplicación del georradar, también en el estudio de la composición de los muros, nos permite asegurar que los muros de las Torres de Serranos, que son de espesores variables, fueron realizados con dos caras externas de sillares calizos en forma de paralelepípedo de ancho entre 22 y 25 cms, siendo los restantes parámetros variables, pero con muy ligeras variaciones, asentados sobre mortero de cal y cuñas de madera en muchos casos, con relleno menor de las juntas verticales, ejecutándose entre las dos hojas un relleno de hormigón de cal con una importante cantidad de gravas en su inmensa mayoría de canto rodado.

**13. Los test de limpieza.** El eslabón entre todo el estudio de diagnosis y el proyecto está constituido por un importante apartado que consiste en la realización de test de limpieza. De hecho, después de estudiar el edificio con todas sus características geométricas, decorativas, históricas, etc., y de analizar sus materiales y los fenómenos de degradación presentes, se pudieron definir unos primeros criterios de intervención.

En el caso específico, el encargo hecho por parte del Ayuntamiento de Valencia a la empresa era de Limpieza, Conservación y Protección de las Torres de Serranos. De manera que desde principio, el equipo redactor del estudio previo y del proyecto tuvo clara la necesidad de realizar la menor intervención posible, es decir, de actuar sólo donde fuera necesario y de la manera más delicada posible de acuerdo con la necesidad de garantizar la protección del edificio, de respetar sus materiales, pátinas y huellas históricas. En este sentido se realizaron como capítulo último de la diagnosis y como fundamento para la redacción del proyecto, varios de test de limpieza.

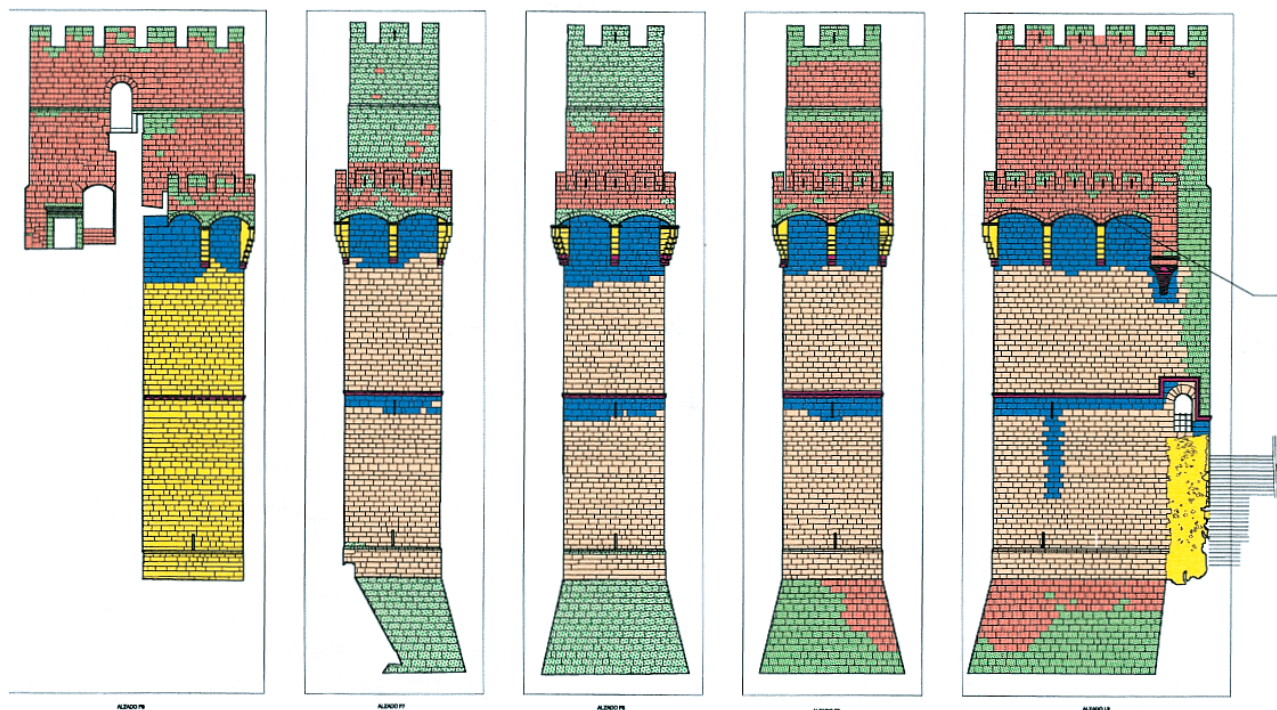
Se debe considerar como cada piedra y cada tipo de piedra según su degradación, reacciona de manera diferente frente a un determinado tipo de tratamiento. Según el tipo de piedra (más o menos compacta, más o menos resistente, etc.) y en función del tipo de degradación (alteración o degradación, nivel de incidencia y persistencia, etc.) se organizó una serie de test con diferentes métodos de limpieza.

En los paramentos que presentaban sólo suciedad, se probaron métodos con proyección de agua a baja presión (agua con diferentes temperaturas y presiones), y con agua pulverizada (foto 27); en los paramentos que presentaban un mayor nivel de suciedad o costra negra se hicieron pruebas con métodos de proyección de áridos blandos, en seco y en húmedo (polvo de vidrio, microesferas de vidrio, cáscaras de nueces, etc.), y proyección en húmedo de una mezcla homogénea de agua y árido (fotos 28 y 29); en las piezas decorativas, se probaron diferentes aplicaciones de una papeta química.

Para cada una de las pruebas se realizó una ficha específica con la descripción de la técnica empleada, los objetivos a cumplir, una fotografía del paramento antes y después de la aplicación, una macrofotografía que permitiera el control de los posibles daños creados por la limpieza y unas conclusiones.

De los resultados de estas pruebas y de los criterios antes establecidos se derivaron las decisiones de proyecto.

- 27. Test de limpieza en el interior con proyección de agua precalentada a baja presión
- 28 y 29. Foto de antes y después del test de limpieza con proyección de microesferas en húmedo
- 30. Plano de proyecto de la Torre de Levante





## EL PROYECTO Y LA OBRA

### El Proyecto

El propio título del proyecto “*Mantenimiento, conservación y limpieza de las Torres de Serranos*” limita el ámbito de actuación a los trabajos correspondientes a la limpieza y conservación de los paramentos murarios interiores y exteriores, bóvedas y pavimentos, así como elementos leñosos y metálicos que conforman el conjunto monumental de las Torres de Serranos.

La justificación de las soluciones adoptadas en el proyecto (foto 30) viene determinada por los criterios de intervención establecidos como consecuencia de los estudios realizados en la fase de diagnóstico y por las pruebas ejecutadas in situ sobre varios de los paramentos, realizadas previamente a la redacción del proyecto. En el estudio previo realizado, quedaron identificados todos los litotipos que forman la imponente masa pétreo de las fabricas de las Torres de Serranos e igualmente quedaron identificados el tipo de deterioro que éstos han sufrido por el paso del tiempo, los agentes contaminantes, las variaciones climáticas, el ataque biológico, etc.

Los objetivos principales de la limpieza fueron: una limpieza gradual y progresiva, no agresiva, medida según la necesidad del caso, la conservación de la coloración rojiza de la piedra, el máximo respeto de la pátina del tiempo de manera compatible con las necesidades conservativas del monumento.

Por la gran variedad de tipos de piedra y géneros de deterioro, se previó en el proyecto el uso de diferentes tipos de tratamiento de limpieza, ajustados según cada caso. Así, se consideraron métodos de limpieza con agua precalentada a 60° y baja presión (en los casos en que el nivel de suciedad se presentaba todavía controlado y la piedra no presentaba costra negra), métodos de limpieza con proyección en húmedo a baja presión (en caso de costras negras con espesor considerable), métodos de limpieza con proyección en seco (en las zonas donde la aportación de agua pudiera afectar la conservación de la piedra en el futuro o por presencia de sales o de biodeterioro), cepillado manual con cepillo de cerdas blandas (en el caso de presencia de microorganismos vegetales), y métodos de limpieza química (en el caso de piedras labradas o de zonas de piedra degradada con costra negra).

Tras los trabajos de limpieza se consideró la necesidad de proceder de una forma generalizada a la hidrofugación mediante la aplicación de un concentrado de alquilcoxiloxanos oligoméricos. El estudio previo e inspección visual cercana brindada por el montaje del andamio permitió aseverar que solamente era necesario un tratamiento de aplicación de un consolidante previamente a la limpieza en las escasas zonas donde existían sillares ejecutados con calizas arenosas con un alto nivel de erosión. De la misma manera se tuvo que prever el mismo tratamiento para las piezas esculpidas situadas bajo los canes de apoyo de las bóvedas del paso de ronda y en los arranques de las nervaduras.

De los ensayos realizados se pudo descubrir, como se ha comentado previamente, la existencia de cinco tipos de morteros: de cal, de cal y cemento, de

31. Limpieza con microchorro en seco

32. Limpieza con microchorro en húmedo

cemento y yeso, de cal cemento y yeso, y de cemento. Además se acometió un estudio del estado de degradación de los morteros y se detectaron las zonas de desprendimientos o escasa fijación de los rejuntados.

Se consideró la necesidad de eliminar las juntas que presentaban problemas de fijación a la fábrica, y las juntas que estaban realizadas con morteros de cemento así como los que contenían yeso, a causa de la posibilidad de formación de sales que podían afectar a la conservación de la misma piedra.

Para todos los elementos de madera y de hierro se propuso solamente un tratamiento de limpieza y conservación, sin prever ningún tipo de integración o sustitución. Según la misma línea de intervención, para las policromías de las bóvedas se propuso un tratamiento de limpieza previa por aspiración y consolidación de los pigmentos existentes para, posteriormente, colocar una protección impermeable hecha a medida, ligada a las bóvedas con burlete sintético y plástico de recubrimiento que protegiera a las pinturas durante la limpieza. Una vez limpias las bóvedas se procedió a la retirada de la protección y a la eliminación de las partes adheridas a la superficie pétreo.

## La realización de la obra

### a. La limpieza con microchorro en seco

Este tipo de limpieza se empleó en todos los paramentos recayentes al río desde el paso de ronda hacia arriba. El uso de un sistema en seco frente al generalizado sistema en húmedo vino motivado por la gran presencia de elementos arcillosos susceptibles de reaccionar ante un aporte de humedad (foto 31). La limpieza con microchorro en seco se llevó a cabo con microesferas de vidrio de 0,2 a 0,3 mm y una presión de trabajo entre 0,5 y 1 bares.

Al mismo tiempo, aquellos sillares en los que se detectó la presencia de líquenes fueron objeto de cepillado manual, en seco, con cepillos de cerdas suaves, para posteriormente proceder a su limpieza con el sistema de microchorro en seco evitando el uso de agua que reavivase los microorganismos vegetales.

### b. Limpieza con proyección de árido en húmedo

El sistema de proyección de árido en húmedo empleado permite utilizar tres variables diferentes: el tipo de abrasivo (sílice, polvo de vidrio, microesferas de vidrio, etc), la presión (que en ningún caso superó los 2 kg/cm<sup>2</sup>) y posibilidad de variar, según el tipo de soporte pétreo a limpiar y su estado de conservación, el volumen tanto de agua como de abrasivo. Se trata de un sistema por tanto perfectamente adaptable a situaciones diferentes y a una limpieza graduada según las necesidades de los diferentes casos. Este método se empleó en todas las zonas que presentaban costra negra o un nivel de suciedad que no permitía obtener un buen resultado con una limpieza con agua a presión (foto 32). Para evitar el problema de migración de sales y deposición de las mismas sobre la superficie, se empleó agua desmineralizada en los trabajos de limpieza sobre paramentos que presentaban eflorescencias salinas.

31



32



33. Herramienta mecánica para el repicado de las juntas

34. Consolidación de la lacería

En el resto de paramentos, los sistemas de limpieza en húmedo o aclarados se realizaron con agua tomada de la red general previa descalcificación. La colocación de un descalcificador en la red de suministro de los aparatos de limpieza vino motivado por la gran concentración de cal en el agua de Valencia, la cual podía haber quedado depositada en superficie tras los aclarados que conllevan los sistemas de limpieza. Durante los trabajos de limpieza se realizaron retiradas parciales de la lona protectora que permitieran ver los resultados que se estaban obteniendo.

### c. Los trabajos en las juntas

Como criterio general de actuación se eliminaron todas las juntas que presentaban problemas de fijación a la fábrica e, igualmente, se procedió al repicado de las juntas que estaban realizadas con morteros de cemento, así como los que contenían yeso, fundamentalmente los morteros formados por cemento, cal y yeso, realizando éstos con medios mecánicos con la máxima prudencia y procediendo a un repaso manual de los *labios* con una gradina. Esta actuación se justificó por los fenómenos de degradación que se producían en el rejuntado según su composición (reacción del aluminato tricálcico en el mortero que contiene cemento, hidratación de la anhídrida en el mortero que posee yeso...). Los trabajos de repicado se realizaron en algunos casos después de los de limpieza, puesto que la existencia de costra no permitía distinguir el trazado de las juntas.

El repicado, tras la realización de algunas pruebas con métodos manuales y mecánicos, se realizó con un sistema mecánico. El sistema mecánico al que se hace referencia consistió en un pequeño martillo compresor al que se le aplicó un puntero, con unos topes laterales que evitaban un exceso de profundidad. Además, se limitó la presión de trabajo a un máximo de 2,5 kg/cm<sup>2</sup>. Mediante esta herramienta el repicado podía controlarse y medirse de manera mucho más precisa respecto a un repicado manual (foto 33). Durante el estudio previo se pudo identificar el mortero original de cal, y se realizaron los correspondiente ensayos compositivos con objeto de proceder a su reposición en aquellas juntas que habían sido eliminadas. Sin embargo, se encontró un mortero de cal preparado que se acercaba a la composición del mortero original y que, en consecuencia, se adoptó en los trabajos de rejuntado. Se trata de un mortero de cal ensacado de dosificación 1:4 con una relación entre arena silíceo y arena calcárea de 1/1.

Respecto a la forma del rejuntado ejecutado, tras haber eliminado la junta resaltada, puesto que se tenía constancia de que el resaltado de la junta se realizó en el periodo entre 1888-1917, y puesto que este tipo de junta actúa como soporte ante una acumulación de polvo y contaminación (origen de serias degradaciones), se realizó una “junta enrasada cóncava” evitando así la retención de agua y, por tanto, la aparición del biodeterioro, la deposición del polvo, y la formación de costra negra.



33

#### d. La consolidación

En el estudio previo se identificaron todos los litotipos que conforman la imponente masa pétreo de las fábricas de las Torres de Serranos e igualmente se identificaron los tipos de deterioro que éstos han sufrido por el paso del tiempo, los agentes contaminantes, las variaciones climáticas, el biodeterioro, etc.

Según criterios definidos en el proyecto de ejecución derivados del citado estudio se procedió a aplicar un consolidante en zonas donde existían sillares o piezas esculpidas realizadas con piedra tipo calcarenita cuya composición (porcentaje de sílice superior al 30%), asociada a los fenómenos de degradación, ha motivado una fuerte pérdida en su matriz cementante.

Así pues, se consolidaron los canes tanto interiores como exteriores, los altorrelieves y toda la lacería (foto 34), teniendo en cuenta que antes de proceder a la limpieza (química y mecánica) se debió que realizar una pre-consolidación de todos estos elementos dada la poca dureza que poseían. Se empleó, tanto en la preconsolidación como en la consolidación un compuesto por esteres etílicos del ácido silícico y polixiloxanos oligoméricos, disueltos en aguarrás mineral para un óptimo grado de absorción hasta el núcleo sano de la piedra. Los esteres etílicos reaccionan y se transforman en gel de sílice y alcohol etílico.

Puntualmente se realizaron consolidaciones de sillares dado su estado de conservación. Éstas se llevaron a cabo sobre los sillares situados en las almenas correspondientes al cuerpo central de la fachada norte. Las aplicaciones del producto se realizaron con el soporte totalmente seco y no se hidrofugó hasta pasadas cuatro semanas, que es el tiempo que necesita el producto para completar su reacción. Asimismo se consolidaron los restos de pinturas que, en referencia al día de la finalización de la Guerra Civil española, aparecieron en el paramento del cuerpo central de la fachada sur recayente a la Plaza de los Fueros.

#### e. La hidrofugación

Se aplicó un tratamiento de hidrofugación generalizado a toda la superficie pétreo, pero no se hidrofugó en ningún caso hasta que el soporte no estuvo totalmente seco (téngase en cuenta que el método de limpieza adoptado fue en húmedo lo que, sobre todo en naves interiores, supuso un importante condicionante en la programación temporal de obra). El orden de aplicación fue lógicamente el impuesto por el montaje y desmontaje de los andamios, es decir, de la torre de levante a la de poniente, primero en la fachada norte y luego en la fachada sur. Las naves siguieron el mismo orden definido para montaje del andamio. La lacería no se hidrofugó puesto que el propio consolidante aplicado por los técnicos restauradores posee cualidades hidrorrepelentes. Lo mismo ocurre con los elementos decorativos y piezas escultóricas como son canes exteriores e interiores, altorrelieves, etc. Como método general se aplicaron dos manos de producto mediante rodillo, puesto que, aunque el rendimiento era menor por un mayor desperdicio del producto, este sistema garantizaba mayor penetración del hidrofugante en el soporte.

34



35 y 36. Fotografías de antes y después de la limpieza de los elementos decorativos de la faja perimetral



35



36

#### f. La faja perimetral

Sobre la faja perimetral se realizaron dos tipos de trabajos: por una parte, se actuó sobre la faja superior y, por otra, sobre los elementos ornamentales (piedra esculpida) que ésta posee.

Para garantizar la estanqueidad del elemento y para evitar que el agua de lluvia duerma sobre la faja perimetral se procedió, tras los trabajos de limpieza, a realizar un plano inclinado sobre ésta, mediante el empleo del mortero a base de cemento hidráulico modificado con polímeros concebido para restauración y/o imitación de piedra natural. Este producto garantizaba una excelente dureza y cohesión, la perfecta adherencia al soporte y, sobre todo, la impermeabilidad del elemento. Por otra parte se procedió por parte de los restauradores a la limpieza de las piezas escultóricas existentes en la faja con sistemas químicos y mecánicos (fotos 35 y 36). Como acabado se procedió a la hidrofugación del conjunto.

#### g. Las carpinterías

Las carpinterías de madera existentes en las Torres de Serranos se reducen a las diversas puertas que se distribuyen de la siguiente manera: cuatro en la planta baja (la principal bajo el arco de entrada, las dos de acceso a las salas inferiores y la de un aseo realizado en los años ochenta); dos en el primer nivel (la de entrada proyectada por el maestro Aixa y la puerta que cierra la nave izquierda del primer piso se realizó en 1985 bajo la supervisión del arquitecto del Ayuntamiento D. Emilio Rieta); una en el segundo nivel (la que cierra la sala alta derecha, de la que se desconoce su época de construcción, aunque la existencia de *grafitti* con fechas anteriores a la guerra de 1936 permiten datarla como anterior a la Guerra Civil).

En todos los elementos de madera se ha llevado a cabo una limpieza de las mismas con eliminación de polvo, depósitos y suciedad medioambiental, y se ha procedido a su mantenimiento mediante el sellado de agujeros, grietas y fendas con masilla para madera, mediante la aplicación de un bactericida y fungicida (Bondex fondo) y su terminación con Bondex acabado mate.

#### h. Los elementos metálicos

Todos los elementos metálicos presentes en las Torres de Serranos, tienen una antigüedad como máximo establecida por los trabajos realizados entre 1893-1917 por el maestro Aixa junto con los arquitectos mayores del Ayuntamiento. Los trabajos sobre los elementos metálicos se realizaron en dos vertientes: por una parte sobre las barandillas del monumento y elementos metálicos existentes en las carpinterías y, por otra, sobre la verja exterior. En general se procedió a su tratamiento con un barniz para metales previa limpieza con cepillo metálico, aplicada con una sola mano hasta la saturación del soporte evitando así los brillos que aparecían al aplicar una nueva capa sobre la película protectora ya existente. Este criterio fue también el empleado en los elementos metálicos existentes en las carpinterías de madera (clavos, herrajes, cerraduras, aldabas, etc), en las cerrajerías y en las carpinterías metálicas.



38

37. Colocación de la malla impermeabilizante  
38. Colocación de una capa de grava de tono rojizo

#### i. Los pavimentos

La actuación sobre los pavimentos se ha centrado sobre las terrazas superiores, realizando sobre ellas trabajos de limpieza exclusivamente. El pavimento de las terrazas y del paso de ronda era de mortero de cal, por lo que se procedió al repicado de unos 10 cm. de espesor, colocando un nuevo pavimento continuo con mortero realizado con un ligante hidráulico dadas sus propiedades de permeabilidad al vapor de agua. Como acabado del pavimento continuo y para ocultar las juntas surgidas durante su ejecución en diferentes jornadas se aplicó una lechada de cal continua. En la terraza central dado que el pavimento existente, según catas realizadas durante el estudio previo, está formado por losas de piedra de más de 10 cm. de espesor tomadas con mortero, y, en caso de su remoción, la posibilidad de recuperación de las piezas era prácticamente nula, se procedió simplemente a la limpieza del mismo con microchorro en húmedo para posteriormente rellenar las llagas con mortero de cal. El mismo sistema se utilizó para la limpieza de los pavimentos de las salas (formados por losas de piedra de Alcublas).

#### j. El sistema antipalomas

Frente a otros sistemas antipalomas que suponen un mayor coste, mantenimiento y una mayor presencia (baterías en el caso de un sistema de descargas eléctricas), se proyectó la colocación de un sistema de bandas de policarbonato y pinchos de acero inoxidable. Este sistema se adoptó como válido dado su costo, facilidad de colocación, mantenimiento nulo, y menor impacto visual respecto a otros sistemas posibles. Así pues se procedió a la colocación en toda la longitud de la moldura que recorre el monumento a media altura del sistema antivolátiles constituido por bandas de policarbonato extra (resistente a los rayos U.V.) con espuelas de acero inoxidable 302 de diámetro 1,3 mm y altura 11 cm con una longitud de banda de 25 cm.

37



- 39. Ensayo de absorción con Probeta de Kaarstens
- 40. Plano de mantenimiento de la Torre de Levante



39

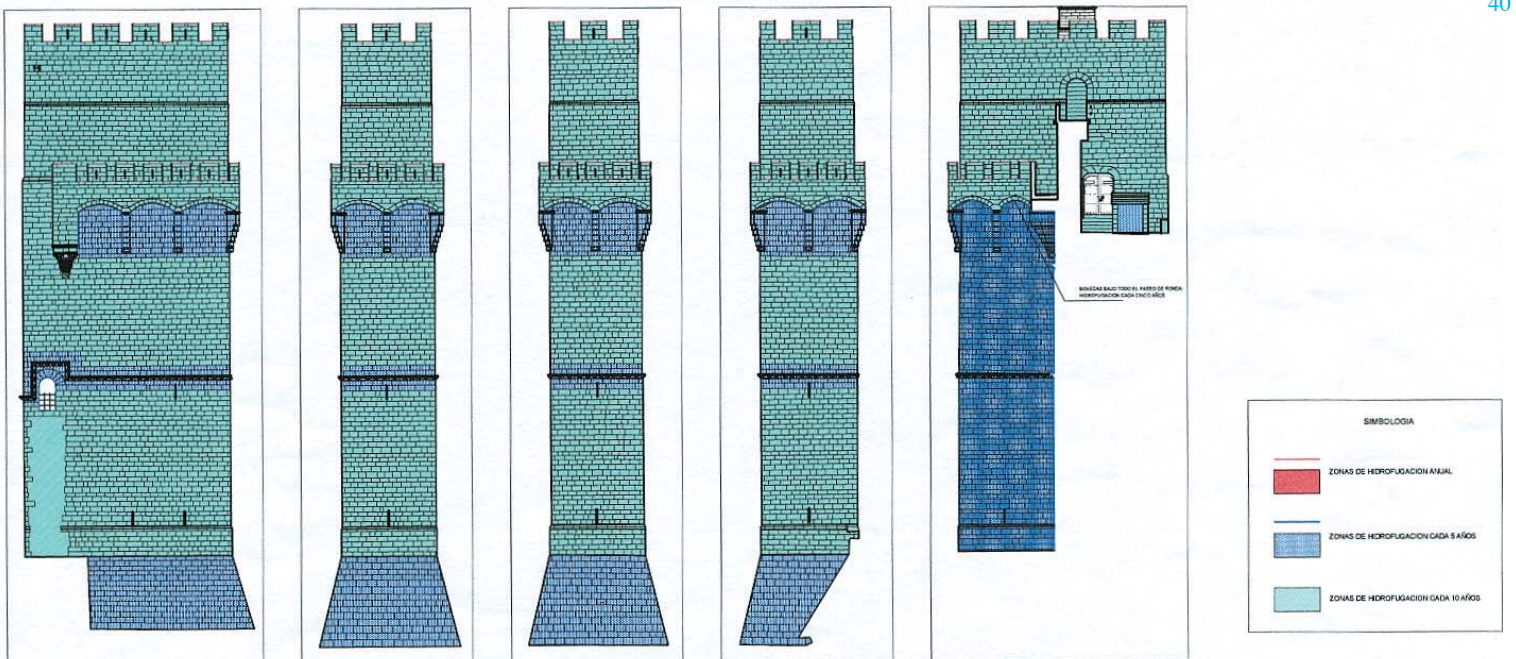
### I. Los trabajos en el foso

Dentro de las obras complementarias al proyecto de limpieza, mantenimiento y conservación se acometieron los trabajos de acabado en el foso. Realizados los trabajos de desescombrado se procedió al repaso manual con la eliminación de malas hierbas, piedras y demás restos inertes. Tras una pequeña nivelación y dado que por las características del terreno no fue necesaria su compactación, se procedió a la colocación de la malla impermeabilizante (foto 37), y sobre ella, se colocó una capa de acabado con gravas inertes de 2/3 cm y color según el tono rojizo de los sillares (foto 38).

### El plan de mantenimiento

Para preservar verdaderamente lo que se quiere mantener, se deben conocer a fondo las causas que producen el daño y las características del material que se desea utilizar como protección, de manera de poder actuar con la mayor eficacia posible. En el caso de la piedra, la incidencia de los agentes atmosféricos provoca, con el transcurso del tiempo, fenómenos de degradación como erosión, roturas o microvegetación. En el último siglo, los agentes contaminantes han venido a sumarse a los agentes atmosféricos contribuyendo así a un deterioro más rápido de los materiales lapídeos a causa de la formación de la costra negra.

Desde la antigüedad, se utilizó el jalbegue o revestimiento con un mortero fino a la cal aplicado con brocha, con la función de aislar la piedra del contacto directo con los agentes atmosféricos, además de reforzar, consolidar y embellecerla mediante la adición de pigmentos y, sobre todo, protegerla contra el agua y sus efectos.



40

Estos tratamientos de protección utilizados, a buen seguro, a finales del siglo XIV cuando se construyeron las Torres de Serranos, precisaban de trabajos de mantenimiento periódicos que, con toda certeza, se dejaron de efectuar al pasar no más de cien años.

En la actualidad, las huellas de estos revestimientos se han perdido casi completamente, por lo que una actual aplicación no sería prudente ya que cambiaría de manera importante la imagen consolidada del monumento.

Por tanto, en la actualidad, para evitar los daños que producen la contaminación unida a la humedad, se utilizan productos químicos hidrofugantes que, sin cambiar el aspecto del monumento, evitan la penetración del agua en los poros de la piedra, ralentizando los fenómenos de degradación. Sin embargo, estos productos tienen una duración limitada en el tiempo, de la misma manera que la tenían los revestimientos antiguos, y necesitan un mantenimiento periódico que garantice su eficacia.

Una garantía de la eficacia del tratamiento de protección evita que los fenómenos de degradación vuelvan a producirse y, por tanto, que se haga necesaria en breve tiempo otra intervención de gran envergadura.

La programación de revisiones periódicas del monumento por parte de técnicos especializados constituye un aspecto esencial del mantenimiento que requieren los edificios históricos. Dicha inspección a intervalos regulares determinada por la propia naturaleza del monumento debe documentarse y archivar. Asimismo, un programa coordinado con antelación de los trabajos de mantenimiento necesarios permite ahorrar intervenciones de mayor calado y provee respuestas tempranas con reparaciones eficaces y con un importe económico reducido.

Durante la obra realizada en las Torres de Serranos se realizaron ensayos de absorción (Probeta de Kaarstens) en distintas zonas de los paramentos (foto 39), antes y después de la hidrofugación, para comprobar la eficacia del tratamiento. Gracias a la realización de estos ensayos en puntos bien documentados y accesibles se podrá utilizar el mismo método para comprobar la posible pérdida de eficacia del hidrofugante y la necesidad de su reposición.

Además de esta posibilidad de verificar las necesidades según las variaciones en el tiempo del ensayo de absorción, se ha propuesto un plan de mantenimiento basado en el conocimiento de las propiedades teóricas del tratamiento y de la incidencia de los agentes atmosféricos sobre el monumento. Se ha marcado un programa de renovación periódica del tratamiento de hidrofugación (cada año, cada cinco años o cada diez), según las características físicas del monumento y la incidencia de los agentes atmosféricos en cada zona específica del mismo (foto 40).

Los plazos previstos, sin embargo, podrían modificarse en función de las pruebas comparativas obtenidas mediante los ensayos de Probeta de Kaarstens programados como comprobación de las cualidades hidrorrepelentes del paramento hidrofugado.



## FICHA TÉCNICA

**Promotor:** Ayuntamiento de Valencia

**Inversión total:** 1.130.340 € (188.072.657 ptas)

**Realización:** enero 1999 – febrero 2002

### EQUIPO DE REDACCIÓN DEL ESTUDIO PREVIO Y DEL PROYECTO DE RESTAURACIÓN:

**Arquitecto responsable del equipo técnico:** Francisco Cervera

**Arquitecto colaborador:** Camilla Mileto

**Estudio histórico:** Amadeo Serra; José Luis Cervera; Carmen Blázquez; Daniel Benito; Ignasi Corras

**Gliptografía:** Manuel Martínez, arqueólogo; Miguel Micó

**Análisis Estratigráfico Murario:** Camilla Mileto, arquitecta; Fernando Vegas, arquitecto

**Levantamiento fotogramétrico terrestre:** Cartytop

**Croquización y levantamiento métrico manual:** Concepción López González, arquitecta

**Caracterización y estudio de los materiales pétreos y su degradación:** Pedro Fernández, físico; Jorge Obrado, geólogo; Laboratorio SEG (Sondeos, estructuras y geotecnia, S.A.); Laboratorio AIDICO (Instituto Tecnológico de la Construcción)

**Informe climático y de biodeterioro:** Jesús Pita, biólogo

**Estudio de las carpinterías, cerrejerías y policromías:** ERCA (Conservación y restauración del Patrimonio artístico, S.L.); ARTE-LAB, S.L. (Análisis y documentación de obras de arte)

**Ensayos con georrádar:** Francisco García (Universidad Politécnica de Valencia), INGEORADAR, S.L.

**Infografía:** Andrés Vicente; María Mir; Josabeth Borrás; Miguel Micó

**Maquetación:** Francisco Palmero; Patricia Badenes; Irene García; Miguel Micó

**Colaboraciones:** Fernando Latorre, arquitecto técnico; Luis Ángel Alonso, geólogo; José Luis Roig, escultor; Francisco Martín, geólogo (TARMAS S.C.A.)

### EQUIPO EJECUCIÓN DE LAS OBRAS:

**Empresa Adjudicataria:** CONSTRUCCIONES EXISA S.A.

**Asistencia técnica:** Francisco Cervera, arquitecto; Camilla Mileto, arquitecto; Francisco M. Palmero, arquitecto técnico

**Trabajos de Restauración:** ERCA, Restauración y Conservación del Patrimonio S.L.

**Trabajos de Limpieza:** DIVIMA, Pintura mural

**Supervisión Municipal:** Oficina técnica de restauración de monumentos: Vicente Fos, arquitecto; Vicente E. Galiana, arquitecto técnico; Servicio de proyectos urbanos: Román Jiménez, arquitecto; Pedro Soler, arquitecto



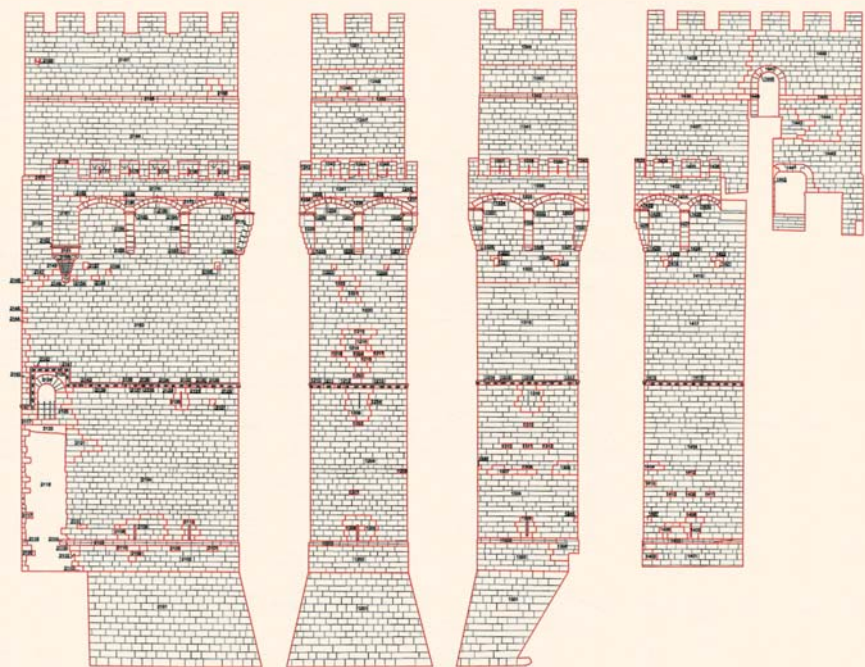
## La historia material de las Torres de Serranos

Camilla Mileto

1. Plano de las hipótesis constructivas de la Torre de Levante
2. Paramento de sillares con marcas de cantería
3. Paramento de sillares con coloración rojiza
4. Saetera repuesta en uno de los paños de la fachada norte
5. Puerta de conexión con la muralla destruida, lado este
6. Encuentro entre la parte original y la rehecha de la moldura del apoyo
7. Plano de hipótesis constructivas de la fachada norte
8. Gárgola figurada de la fachada sur
9. Detalle de la ventana donde se aprecia la superposición de tres tipos diferentes de mortero
10. Plano de hipótesis constructivas de la fachada sur

Paralelamente del estudio histórico documental se realizó un estudio directo de las fábricas mediante el método del Análisis Estratigráfico Murario. Este método se basa en la observación y documentación de cualquier tipo de señal presente en los paramentos murarios del edificio, que ataña a las fases constructivas del mismo. La lectura estratigráfica de los paramentos ha permitido encontrar las huellas materiales de las intervenciones nombradas en los estudios documentales realizados, y ha proporcionado la posibilidad de identificar directamente en el monumento cada una de ellas.

Las Torres de Serranos están construidas con fábricas de sillería, muros de dos paramentos de sillares recibidos con mortero y con un relleno intermedio, posiblemente de un hormigón de cal. Una fábrica de sillería, por su misma naturaleza, constituye el conjunto de un gran número de sillares que no observan ningún tipo de relación física directa entre ellos. En este caso, la relación entre dos sillares se establece a través del mortero que los une de manera que, si el mortero es contemporáneo a los sillares, se podrá considerar el conjunto como una única unidad estratigráfica. Por el contrario, en el caso en el cual el mortero sea posterior a los dos sillares, no se podrá afirmar la contemporaneidad de los mismos y se deberán tratar como dos diferentes unidades estratigráficas. En este segundo caso, sin embargo, parece importante intentar establecer una relación entre los dos sillares, hecho posible solamente intentando parangonar las características físicas de los mismos a través de un proceso tipológico.



En el caso específico de las Torres de Serranos, se ha intentado una caracterización de los sillares a través la observación del tipo de piedra, de la presencia de estratos de acabado, del nivel de degradación y de la labra superficial, además de registrar la presencia de marcas de cantería. Todas estas informaciones se contrastan con los análisis de caracterización de materiales realizados durante el Estudio Previo. Todos los datos recogidos, con sus variables, se cruzan entre ellos generando varios tipos de sillares, de manera que se puedan establecer en un primer momento relaciones de contemporaneidad entre los sillares. Las relaciones de anterioridad/posterioridad se establecen en un segundo momento: por una parte, a través de la observación de las relaciones estratigráficas convencionales (cubre/cubierto por, corta/cortado por, se apoya/se le apoya, rellena/rellenado por); por otra parte, mediante relaciones cronotipológicas. Para los morteros se establecen varios tipos, también deducidos de la analítica realizada durante el Estudio Previo, que se relacionan entre ellos según relaciones estratigráficas de contemporaneidad, anterioridad/posterioridad.

La información recogida, tanto la de origen estratigráfica como la de origen tipológica, se transcribe en unos planos de lectura estratigráfica (foto 1) y en una serie de fichas descriptivas de cada una de las unidades.

Al final de la fase de recogida de la información se planteó una hipótesis para los periodos constructivos del monumento, una cronología relativa, donde cada parte del edificio se identificó sólo como anterior, posterior o contemporánea a las demás partes. Sólo en un segundo momento se confrontó esta cronología relativa con las noticias históricas del estudio documental para asociar una hipótesis de datación a cada una de las partes del edificio.

### HIPÓTESIS DE LOS PERIODOS CONSTRUCTIVOS DE LAS TORRES DE SERRANOS

A través del estudio directo de las fábricas de las Torres de Serranos se ha podido localizar una serie de intervenciones correspondientes a los cuatro periodos identificados por el estudio histórico-documental: un primer periodo que corresponde a la fase de construcción de las Torres (1392-1398) y a todo el periodo hasta su conversión en cárcel en 1586; un segundo periodo relativo al tiempo en que el edificio fue utilizado como prisión (desde 1586 hasta 1887); un tercer periodo correspondiente a las diversas fases de la intervención de restauración que se realizó entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX (1888-1930); y un cuarto periodo que recoge las intervenciones de la segunda mitad del siglo XX.

En la fachada norte la mayoría de las fábricas corresponde al periodo de la construcción (1392-98), si bien se realizaron una serie de intervenciones posteriores (foto 7). En muchos de los sillares de la fachada norte, así como de las fachadas laterales, se pueden todavía apreciar las marcas de cantería que, de alguna forma, certifican la originalidad de los mismos (foto 2). La mayoría de las fábricas, sobre todo las más expuestas al este, adquieren con el

2



3





4 y 5



6



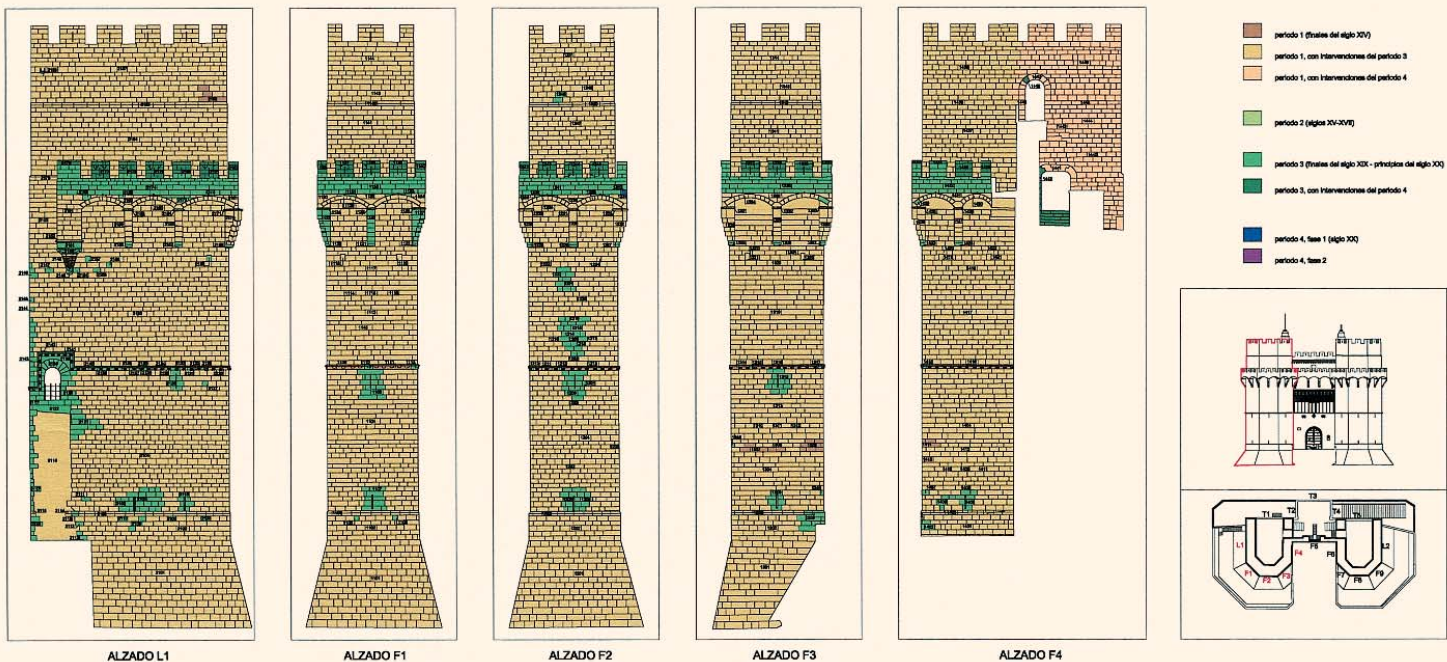
tiempo una característica coloración rojiza debida a la oxidación natural de la piedra expuesta a viento proveniente del mar (foto 3). En realidad tanto los sillares con coloración rojiza, como los de la parte superior más blanquecinos, sendos de toba calcárea, corresponden a las fábricas originales del edificio.

Con el objetivo de devolver el monumento a su antiguo esplendor, a finales del siglo XIX, se realizaron una serie de intervenciones: se cegaron todos los ventanucos que se habían practicado en la fábrica por imperativos de necesidad durante el periodo en que las torres albergaron presos, reconstruyendo en su lugar las antiguas saeteras (foto 4); se intervino en las dos puertas que se abren en los dos alzados laterales, este y oeste, reconstruyendo completamente la puerta en el lado este (foto 5) y restaurando la puerta del lado oeste; se conservaron los canes y las bóvedas que sujetan el adarve, mientras se restauraron los elementos decorados de los que arrancan los mismos canes con perfectas operaciones de cajeadado y refacción de las piezas (foto 6).

De la misma manera se puede afirmar que la fachada sur resulta en gran parte adscribible al periodo de la construcción gótica de las torres (foto 10). Sin embargo, a diferencia del frente norte, sufrió mayores intervenciones, tanto durante la gran restauración reconstitutiva entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX como, más recientemente, durante los años ochenta del siglo XX.

Una de las intervenciones más importantes realizadas en la fachada sur representa, sin duda, la reconstrucción de la gran escalera que asciende desde la planta baja al primer piso en el cuerpo de poniente. Después de una importante polémica en torno a su autenticidad, la escalera, parcialmente destruida durante el periodo de la cárcel, se reconstruyó entre 1915 y 1917, reaprovechando las partes preexistentes.

7



Otra intervención de gran relevancia en la fachada es la intervención realizada sobre las gárgolas en el último periodo. Bajo la dirección del arquitecto Emilio Rieta, se reconstruyeron y sustituyeron las cuatro gárgolas figuradas de la fachada sur (foto 8), reproduciendo las mismas figuras que ya había reproducido a su vez el escultor Aixa a principios del siglo XX.

Durante la obra de limpieza y conservación realizada en el año 2001, se han podido identificar tres diferentes estratos de morteros correspondientes a las tres fases de construcción y restauración de los paramentos de la fachada (foto 9): un mortero de cal muy compacto y de color blanquecino que corresponde a la fase de construcción gótica de las torres.; un mortero de cal y cemento, de color terroso, correspondiente a la reconstrucción de principios del siglo veinte; un mortero de cemento, correspondiente a una operación de rejuntado realizada durante las restauraciones de los años ochenta. La imagen de las Torres de Serranos está fuertemente caracterizada por la magnífica tracería que domina su fachada hacia el río, ubicada sobre una arquería ciega que corona la puerta principal del cuerpo central. El paño de la tracería decorativa presenta una serie de características que lo distinguen del resto de las fábricas de las torres, que fue merecedor de un estudio detallado de cada una de sus partes. La observación directa ha ofrecido como resultado la detección de tres diferentes tipos de piedra y cinco tipos de tratamiento superficial o labra de la piedra, además de la documentación de la presencia de marcas de cantería. La combinación de estos dos parámetros ha dado origen a nueve tipos diferentes de sillares. Una vez identificados los diferentes tipos presentes en la tracería, el paso sucesivo consistió en relacionar cada uno de ellos con un preciso periodo de construcción o intervención. Además de la observación de las relaciones estratigráficas legibles en las juntas de mortero entre una piedra y la otra, el estudio se ha basado en la comparación entre las imágenes históricas y la actualidad.



8 y 9



10





11

El conjunto de las observaciones de los caracteres materiales y de las comparaciones con las fotografías históricas ha permitido identificar exactamente las partes originales que se conservaban del conjunto y las partes que se habían sustituido durante la restauración. El resumen de estas observaciones se ha plasmado en un plano donde los colores se corresponden con los diversos periodos según el mismo código utilizado para el resto de los paños del monumento (foto 12).

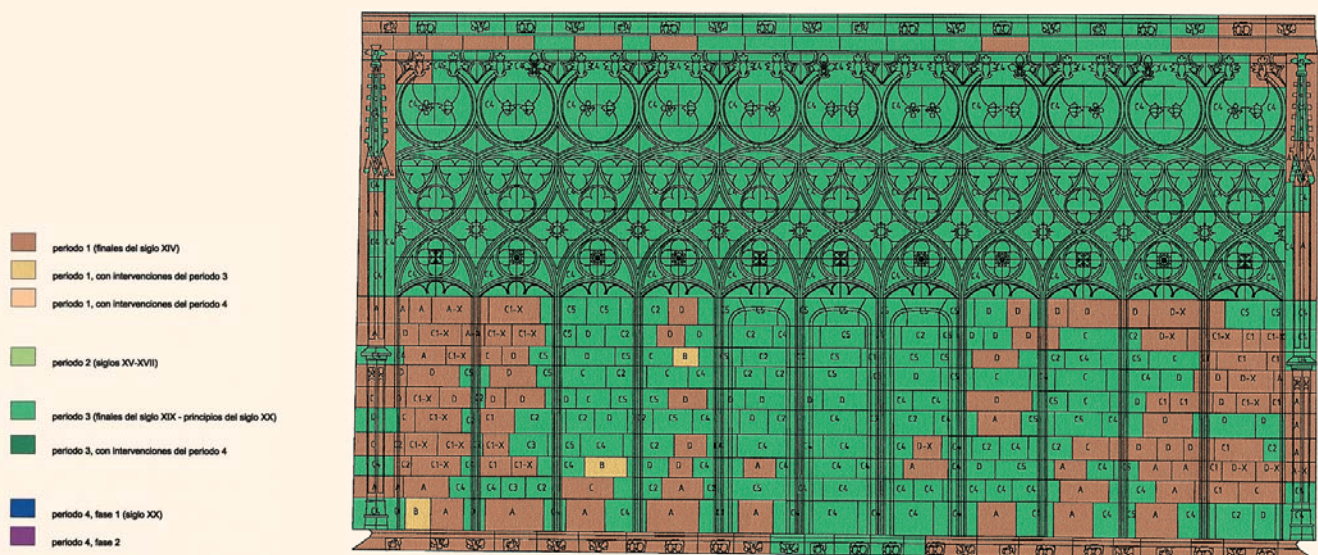
Sin duda, se puede afirmar que la gran mayoría, tanto de la arquería ciega como de tracería superior, fueron sustituidas durante la restauración del siglo XIX. De la tracería decorativa gótica original se conservan sólo dos piezas en los extremos de la parte superior, de toba calcárea recubierta por un estrato de color rojo (foto 11), lo que permite pensar que toda la tracería estuvo cubierta en su día con un estrato rojo, que casi con certeza se puede afirmar que se tratara de su coloración gótica original. El resto de la tracería fue sustituido a finales del siglo XIX por piezas de piedra caliza dendrítica (o arenosa) trabajadas posiblemente sobre los calcos de las originales.

En los extremos del paño de la tracería se erigen dos pináculos decorados con una serie de motivos vegetales estilizados. Estos dos elementos sufrieron una serie de importantes intervenciones de sustitución puntuales con una precisa técnica de cajeadado, reproducción fiel de las piezas e inserción del injerto (foto 13).

Más compleja fue la correcta identificación de las sustituciones de la arquería ciega de la parte inferior del paño, ya que sus sillares manifiestan una gran cantidad de tipos de piedra y de labra superficial. Tras el estudio y observación detallada de cada sillar y la identificación de los tipos se ha podido formular una hipótesis de las intervenciones realizadas.

La limpieza de la tracería, realizada durante la última intervención, ha creado la posibilidad de apreciar la diferencia entre las partes originales y las partes sustituidas del paño central de la portada y, de modo especial, se pueden apreciar los elementos decorativos originales que presentan una fuerte coloración rojiza en contraposición a los elementos sustituidos más blanquecinos.

12



Las naves interiores, en total siete, fueron objeto de una importante reconversión en el momento en que, en 1586, las Torres se transformaron en cárcel. Durante los tres siglos en que sirvieron como prisión, las torres sufrieron importantes transformaciones sobre todo en sus interiores. Cuando en 1888 se trasladaron los presos de las Torres de Serranos a la nueva prisión de San Agustín, se dio inicio a la gran restauración con el objetivo de devolver el edificio a su antiguo esplendor. En ese momento, empieza no sólo la restauración de las fachadas exteriores de las torres, sino también la liberación, limpieza y reconstrucción de las naves interiores.


La limpieza del interior de las naves se realizó mediante la aplicación indiscriminada de la martellina que transformó completamente la superficie de los paramentos originales, eliminando la labra original y en muchos casos las marcas de cantería. Además los sillares repuestos en el interior están labrados con martellina y bujarda, de manera que resulta mucho más compleja su identificación en los paramentos interiores, respecto a los exteriores. Por esta razón, en el interior ha sido necesario recurrir especialmente a la observación del tipo de mortero utilizado en las juntas, ya que las intervenciones de finales del siglo XIX y, posteriormente, las sucesivas de los años ochenta del siglo veinte se distinguen por el uso de morteros de mixtos de cal y cemento o de cemento y yeso, o de cemento solo a diferencia de los morteros originales de cal.

### Algunas reflexiones finales

El estudio de las fábricas realizado mediante el método del análisis estratigráfico murario ha permitido proporcionar un conjunto de datos sobre el monumento ligados a la historia de su construcción y a las modificaciones que ha sufrido en el transcurso del tiempo.

Se debe destacar como el estudio estratigráfico ha podido complementarse y enriquecerse gracias a todos los demás apartados del estudio previo que se han realizado contemporáneamente. En primer lugar, el estudio histórico documental ha aportado una gran cantidad de información que, en muchos casos, ha podido encontrar confirmación en el estudio directo de las fábricas, además de proporcionar la posibilidad de datación de las fases constructivas aparecidas en el estudio estratigráfico. En segundo lugar, el estudio de los materiales y de su deterioro ha proporcionado una gran cantidad de información que ha permitido a relacionar la materialidad con la cronología de las intervenciones.

Por otra parte, se debe señalar que, durante todo el transcurso de la obra, además de la posibilidad de acercarse a los paramentos, los mismos pasos de la intervención y las necesidades del trabajo han permitido descubrir detalles y puntos de especial interés, que han podido ser documentados y tenidos en cuenta. Las mismas operaciones de limpieza han permitido observar con mayor claridad algunos detalles que, de otra forma, hubieran permanecido completamente escondidos por la misma suciedad.

Por último, se debe añadir que el estudio estratigráfico realizado nunca ha tenido la pretensión de ser conclusivo o definitivo, sino que se brinda como una aportación más al estudio material del monumento y que en el futuro será complementado, desmentido o confirmado por otras investigaciones. 

11. Pieza original de la tracería que conserva su color rojo
12. Plano de las hipótesis constructivas de la tracería
13. Injerto en un elemento decorativo del pináculo

13

