

# ESTUDIO DIAGNOSTICO DE LOS MATERIALES PÉTREOS DE LAS FACHADAS DEL AYUNTAMIENTO DE ELX

M. Louis Cereceda\*  
miguel.louis@ua.es

Y. Spairani Berrio†  
spairani@ua.es

M. A. García del Cura‡  
angecura@ua.es

R. Prado Govea§  
raul.prado@ua.es

J. A. Huesca Tortosa\*\*  
ja.tortosa@ua.es

S. Spairani Berrio††  
silvia.spairani@ua.es

## Resumen

El presente trabajo expone los resultados obtenidos en el análisis de los materiales pétreos utilizados en la construcción del ayuntamiento de Elx (Spain) y las propuestas de intervención realizadas para evitar el deterioro de sus fachadas.

El Ayuntamiento de Elx, es un edificio catalogado y protegido. Se encuentra en el centro de la ciudad, cerca del río Vinalopó. Se comenzó a edificar en el año 1441, siendo transformado en palacio renacentista en 1548 y vuelto a ampliar por última vez en 1645.

La fachada principal, realizada en piedra vista, no presenta lesiones de importancia pero sí alteraciones puntuales de la piedra, ensuciamiento generalizado y actuaciones antrópicas desafortunadas.

Para el estudio de los materiales pétreos empleados en la ejecución del conjunto, se han tomado las muestras necesarias para su análisis en laboratorio para la determinación de sus características y sus procesos de alteración, así como de los tratamientos a realizar para su conservación.

Se ha empleado para ello el microscopio petrográfico, el M.E.B., la difracción de rayos X, el porosímetro de mercurio y un aparato de ultrasonidos.

A partir de los resultados de laboratorio se han indicado los sistemas de limpieza a emplear, la aplicación de biocidas, la reintegración de fragmentos y el sellado de fisuras, así como los sistemas de consolidación y protección.

*Palabras clave:* Arquitectura, patrimonio, restauración y diagnóstico.

---

\* Catedrático, Universidad de Alicante, Dpto. Construcciones arquitectónicas.

† Prof. titular, Universidad de Alicante, Dpto. Construcciones arquitectónicas.

‡ Investigadora del C.S.I.C.

§ Prof. Colaborador, Universidad de Alicante, Dpto. Construcciones arquitectónicas.

\*\* Universidad de Alicante, Dpto. Construcciones arquitectónicas.

†† Universidad de Alicante, Dpto. Construcciones arquitectónicas.

## 1 Introducción

El edificio del Ayuntamiento se encuentra entre dos plazas, la de Dalt y la de Baix, ocupando una parcela rectangular en el centro de la ciudad de Elx, cerca del río Vinalopó. Es una zona de calles estrechas, con edificaciones entre 3 y 4 alturas.

La *Torre del Consell*, (Figura 1) integrada en el Ayuntamiento, es la construcción municipal más antigua del sur de la Comunidad Valenciana, ya que se comenzó a edificar en el año 1441 bajo la dirección del *mestre Beiam*. Tenía dos cuerpos y estaba integrada en la muralla, de tal modo que su cuerpo inferior servía de paso entre la *Plaça de Baix*, a extramuros, y el mercado, dentro ya de la vila murada. Adosada a ella, en el lado de Poniente, se levantaba la Lonja [1].

En 1548 Sebastià Alcaràs convirtió el conjunto Torre-Lonja en un palacio renacentista, prolongando la Sala del Consell sobre la Lonja, y elevando la Torre, la cual fue coronada con una galería abierta.

En 1645 se produce la última y definitiva ampliación que consistió en la construcción del ala de Levante. De este modo, la Torre quedó situada en el centro mismo del edificio.

El edificio que hoy observamos se compone de un cuerpo central o torre, con el pórtico de acceso y dos grandes huecos, con dos laterales rematados por elementos a modo de torres más pequeñas. La planta noble tiene grandes huecos con balcones de hierro forjado, los bajorrelieves de los guardapolvos con motivos vegetales de los huecos centrales son renacentistas y el cuerpo central y los dos extremos están rematados con galería de arcos de medio punto.

Los muros de las fachadas están realizados con sillares de mediano formato y con juntas de poco espesor, todo ello patinado, dando la sensación de una superficie continua. No tenemos datos de si son de una, dos o tres hojas, pero por la época de construcción deben ser de este último tipo, al menos en la torre, donde la sillería es vista a dos caras.

La piedra utilizada sería de las canteras de Ferriol [2], lo que comprobaremos en los análisis, aunque en dichas canteras se extrajeron materiales bastante heterogéneos. Los morteros son de cal aérea y arena.

La fachada principal no presenta lesiones de importancia, debidas a movimientos estructurales, pero si alteraciones puntuales de la piedra, ensuciamiento generalizado y actuaciones antrópicas desafortunadas. Se observan pátinas de distintos tipos y colores aplicadas para disimular parcheos de mortero sobre la sillería.

El escudo y los adornos sobre los huecos, elementos de compleja labra, tienen abundantes fisuras y microfisuras por alteración del material pétreo.

El zócalo es la zona más afectada por la acción de las sales solubles [3, 4] que producen grandes alvéolos en los materiales pétreos [5] por lo que se han efectuado numerosas sustituciones de material.

Para el estudio de los materiales pétreos de distintos tipos y características empleados en la ejecución del conjunto, se han tomado las muestras necesarias para su análisis en laboratorio.

## 2 Metodología y resultados

El número de muestras a realizar se ha determinado de acuerdo al protocolo indicado por la RILEM [6] para cada uno de los materiales y estará en función del número de fachadas, de la orientación, de la altura respecto al suelo y del grado de alteración de los materiales.

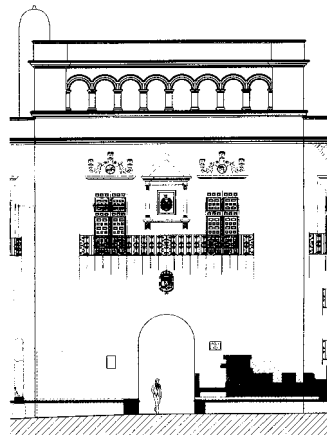


Figura 1: Alzado de la *Torre del Consell*, desde la plaza.

Con dichas muestras se han realizado los pertinentes trabajos de laboratorio para la determinación de las características de los materiales y sus procesos de alteración, así como de los tratamientos a realizar para su conservación [7].

La piedra es bastante homogénea y porosa. Se trata de una calcarenita de grano muy fino, más bien una biocalcarenita ya que contiene abundantes fósiles. Está constituida principalmente por globigerínidos y esferulitos, contiene otros foraminíferos de pequeño tamaño, radiolarios y espículas de esponja.

En microscopio petrográfico (Figura 2) el pétreo muestra poca cohesión debido en parte al material argilomicaceo, tipo glauconita que presenta. Además tiene poco cemento que une los fósiles ya que es principalmente matriz micrítica

**Composición mineralógica: Componentes mayoritarios:** Calcita. 78-89%. **Componentes minoritarios:** Cuarzo: 7-11%, Glauconita: 1%, **Minerales accesorios:** Apatito, micas y opacos.

Para las observaciones con el MEB se ha empleado un aparato Jeol JSM-840 de la Universidad de Alicante, en modo de electrones secundarios y han dado los siguientes resultados: La superficie de la roca presenta indicios de pérdida de granos. Cuando se hace un análisis químico global de la superficie se observa Ti, y puede ser debido a algún tratamiento de pátina o pintura, de la que podrían conservarse restos en las zonas más planas de las fotografías. En una muestra se observa una sección de briozoo muy bien conservada, también se ve la cementación (cristales relativamente pequeños de calcita idiomorfa), que no ocluye totalmente la porosidad. Hay abundantes restos de foraminíferos (Figuras. 3 y 4).

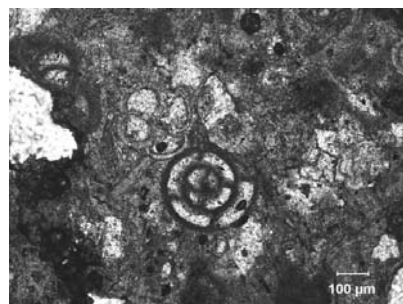


Figura 2: Aspecto de la matriz y los fósiles en lámina delgada.

Los difractogramas de las muestras de piedra dan todos resultados muy similares, variando el % de calcita entre el 75 y el 87 y el cuarzo entre el 7 y el 13, variando notablemente la presencia de terrigenos y otros minerales secundarios, consecuencia lógica por la formación sedimentaria de estas piedras (Figura 5). El porosímetro de mercurio permite cuantificar la porosidad de forma global y en distintos rangos según su diámetro (Tabla 1). Se han analizado tres muestras para comprobar si son susceptibles de la penetración del agua por capilaridad. Para un mismo porcentaje de porosidad, a menor diámetro de poros mayor ascensión capilar. También se ha comprobado la densidad real del material (Figura 6).

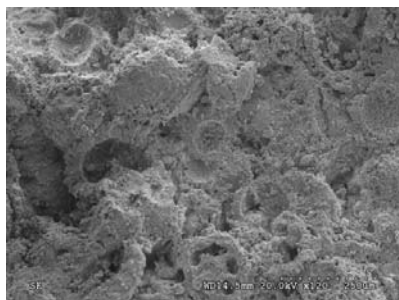


Figura 3: Observación al M.E.B. pérdida de granos.

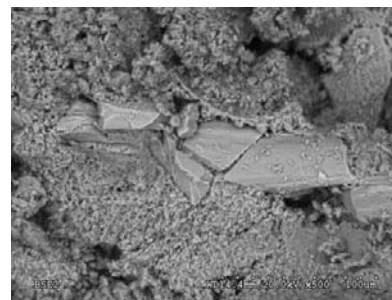


Figura 4: Aspecto de los fósiles.

Tabla 1. Parámetros del sistema poroso.

Porosidad conectada, P(Hg) [%]	3.74
Radio medio, $r_m$ (Hg) [ $\mu\text{m}$ ]	0.28
Área superficial, S(Hg) [ $\text{m}^2/\text{g}$ ]	0.17
Densidad conjunto, $\rho_c$ (He) [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]	2.77

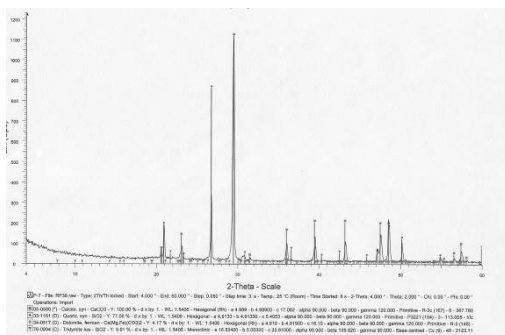


Figura 5: Difracción de rayos X. Picos de calcita en rojo y cuarzo en azul.

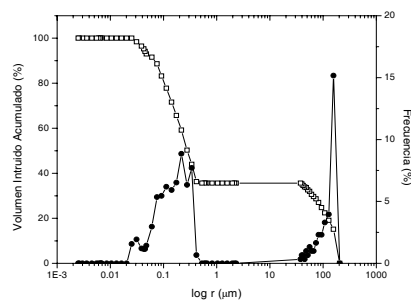


Figura 6: Porosimetría de mercurio. Curva acumulada y distribución de radios de poros.

Mediante el aparato portátil de ultrasonidos “Ultrasonic tester E-46” se han realizado diversas mediciones en sillares, especialmente en elementos agrietados, con el fin de determinar la velocidad sónica en cada caso, siguiendo la metodología descrita por Facaoaru&Lugnani en 1993 [8]. Los valores altos de dicha velocidad se corresponden con una mayor densidad del material, mientras que los bajos o la inexistencia de señal, se deben a una mayor heterogeneidad y porosidad en general, o a discontinuidades como puede ser una grieta pasante.

Comparando con valores patrón (3000 mm/seg en calizas compactas o 5000 mm/seg en mármoles), se puede clasificar el material pétreo del edificio como de una compacidad media, ya que varía entre 1419 y 1946 mm/seg en las muestras sanas y en el entorno de 980 mm/seg cuando existen pequeñas grietas o irregularidades.

### 3 Conclusiones

Las operaciones a realizar están destinadas a recuperar el aspecto original de las fachadas y la funcionalidad de los elementos constructivos que la componen, frenando los procesos de deterioro.

A partir pues de los resultados de los análisis, se hacen propuestas de soluciones en los siguientes aspectos:

Sistemas de limpieza a emplear, dentro de los existentes en el mercado. Dadas las características de la piedra se aconsejó hacerlo mediante

microproyección de silicato de aluminio en toda la superficie de las fábricas. Luego se debe aplicar por rociado a baja presión un limpiador ácido de base acuosa, para posteriormente lavar con agua para eliminar los restos del producto y que no ataque a las piedras.

Se propuso la aplicación de tratamientos biocidas, herbicidas y fungicidas en zonas afectadas. Se consideró fundamental la eliminación de sales mediante la aplicación de un inhibidor de las mismas [8]. También se dieron soluciones para la reintegración de piedra, rejuntados, sellado de grietas, sustitución de morteros con aportación de piedra nueva o materiales de características similares a los existentes.

Una vez reparadas todas las piezas de sillería se debe proceder a la consolidación de aquellas que presenten arenización superficial, empleando para ello etilsilicatos con catalizador hidrolítico en disolución de etanol, con adición de polvo mineral en casos de gran oquedad.

Las fábricas se deben hidrofugar para protegerlas de la acción del agua y evitar los depósitos de suciedad. Para ello se sugiere emplear un producto formulado con metil-polisiloxano transparente.

## 4 Bibliografía

- [1] JAEN I URBAN, G ET ALT. *Guía de arquitectura de la provincial de Alicante*. Inst. Cultura Juan Gil-Albert y Colegio territorial de arquitectos de Alicante, 1999, pp. 154.
- [2] LA IGLESIA, A., LOUIS, M., BERNABEÚ, A. y GARCÍA DEL CURA M. A. *Eflorescencias salinas en monumentos en clima semiárido: el Caso del Puente Viejo de Elche (Alicante)*, 2005, Macla 3, pp. 115-116.
- [3] PAULY, J.P. (1996). "Altération alvéolaire: évolution et climatologie. Mém. Soc. Géol. France, 1996, pp. 169, 421-426.
- [4] BRADLEY S and THICKETT D. *An investigation into the movement of moisture and soluble salts in stone. 7 th. Int. Cong. on deterioration and conservation of stone*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1992, Lisbon.
- [5] C.N.R.-I.C.R. (Istituto Centrale del Restauro) *Coeficiente di assorbimento capillare*, 1983, Doc. Normal 11/82, Roma.
- [6] RILEM NDT-1. *Recommendations for testing concrete by the ultrasonic pulse method*. Materials and Structures, n. 2, 1969.
- [7] LAZZARINI L. and LAURENZI M. *Il restauro della pietra*. Cedam. Padova, 1986, pp. 307.
- [8] LOUIS M., SPARIANI Y., CHINCHÓN S. *Study of treatments for the elimination of soluble salt and dampness in the repair of coating stone buildings*. 4<sup>th</sup> Int. Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean, 1997, Rodas, pp. 177-191.