

Incentivación de la consolidación investigadora “**Alteración y conservación de yeserías históricas (GYPSCON)**” (Project title: **Alteration and conservation of historic plasterworks (GYPSCON)**)

Referencia: CNS2025-166069

Entidad financiadora: Agencia Estatal de Investigación (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades).

Convocatoria: Convocatoria 2025 - «Incentivación de la consolidación investigadora», Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2024-2027, Subprograma Estatal de Formación, Atracción y Retención del Talento Investigador e Innovador

Plazo de ejecución: 1 abril 2026 – 31 marzo 2028 (Project duration: 1 April 2026 – 31 March 2028).

Miembros del equipo de investigación (Members of the research team):

Kerstin Elert (IP), Escuela de Estudios Árabes, CSIC

Miembros del equipo de trabajo (Members of the working team):

Giuseppe Cultrone, Universidad de Granada (UGR), Departamento de Mineralogía y Petrología

Encarnación Ruiz-Agudo, Universidad de Granada (UGR), Departamento de Mineralogía y Petrología

María Rosario Blanc García, UGR, Departamento de Química Analítica

Elena Correa Gómez, Patronato de la Alhambra y Generalife, Departamento de Restauración

Ramón Rubio Domene, Patronato de la Alhambra y Generalife, Departamento de Restauración

Davide Gulotta, The Getty Conservation Institute (Los Angeles), Built Heritage Research Initiative

Miguel Burgos-Ruiz, The Getty Conservation Institute (Los Angeles), Built Heritage Research Initiative

Vera smit, Escuela de Estudios Árabes, CSIC

Resumen:

El objetivo principal de este proyecto es el estudio de las yeserías históricas, su composición mineralógica, propiedades texturales y físico-mecánicas y su relación con la antigua tecnología de fabricación de yeserías. Este proyecto investiga la influencia tecnológica subyacente en el rendimiento, la durabilidad y los procesos de alteración sufridos por las yeserías históricas con el fin de establecer tratamientos de conservación adecuados y diseñar materiales a

base de yeso compatibles para la conservación del patrimonio y nueva construcción sostenible. La idea de esta investigación está impulsada por las evidencias históricas que muestran las amplias posibilidades constructivas del yeso tradicional para aplicaciones decorativas, exteriores y estructurales en la arquitectura rural y monumental de muchos países Mediterráneos, y en particular en la España yesífera. Esto contrasta con el yeso industrial moderno (cocido a $\sim 200^{\circ}\text{C}$ y que contiene principalmente bassanita), que se limita a aplicaciones interiores y acabados. Se han considerado varios factores responsables de la resistencia mecánica y de la resistencia a la intemperie del yeso tradicional, muy superiores en comparación con el yeso industrial. Entre estas destacan su composición multifásica (cocción a $\leq 1000^{\circ}\text{C}$, conteniendo bassanita, anhidrita y yeso sin calcinar) y el uso de aditivos orgánicos. Hasta el momento no se ha realizado ningún estudio sistemático que relacione los factores antes mencionados con el rendimiento final de los revocos de yeso, desvelando así el secreto de su antigua fabricación tradicional. Por lo tanto, se llevará a cabo: i) una investigación in situ de las yaserías de la fortaleza de la Alhambra utilizando técnicas no destructivas (incluido el Duetto, un equipo portátil de difracción de rayos X y fluorescencia de rayos X, diseñado para aplicaciones patrimoniales) combinadas con análisis multianalíticos y ensayos de laboratorio de muestras de yeso originales de la Alhambra para determinar su composición mineralógica, textura, porosidad y resistencia y los procesos de alteración, y ii) un estudio de réplicas preparadas con productos multifásicos y variables proporciones de diferentes aditivos orgánicos. Las réplicas se expondrán a ensayos de envejecimiento acelerado y se compararán con muestras de yeso históricas para mejorar la comprensión de la alteración del yeso. Los estudios relacionados con la conservación de yeso son limitados en comparación con otros aglomerantes históricos como la cal, y todavía queda mucho que aprender de la antigua tecnología del yeso. Esta investigación no sólo ayudará en la selección de tratamientos de conservación adecuados, sino que también tendrá implicaciones para el diseño de materiales optimizados para nuevas construcciones sostenibles. Se prevé que el resultado tendrá impacto nacional e internacional, especialmente considerando que el proyecto se realizará en colaboración con el Getty Conservation Institut (EEUU).

Project summary:

The main objective of this project is the study of historic gypsum plasterwork, its mineralogical composition, textural and physico-mechanical properties and their relation with ancient plaster making technology. This project investigates the underlying technological influence on performance, durability, and alteration processes undergone by historic plasterwork in order to establish adequate future conservation treatments and design compatible gypsum-based materials for heritage conservation and sustainable new construction. The idea of this research is driven by historical evidence that shows the wide-ranging constructive possibilities of traditional gypsum for exterior and structural applications in rural and monumental architecture in many countries of the Mediterranean Basin, and in particular in the gypsiferous Spain. This stands in stark contrast with modern, industrial gypsum (fired at $\sim 200^{\circ}\text{C}$ and mainly containing bassanite), which is limited to interior and finishing applications. Several factors have been considered responsible for the superior mechanical

strength and weathering resistance of traditional gypsum as compared to its industrial counterpart, such as its multiphase composition (fired at $\leq 1000^{\circ}\text{C}$ and containing bassanite, anhydrite, and uncalcined gypsum) and the use of organic additives. So far no systematic study has been performed, which relates the aforementioned factors alone or in combination with the ultimate performance of gypsum plasters, thereby unveiling the secret of ancient traditional gypsum plaster making. Therefore, a comprehensive analysis of historic gypsum plasters and mock-ups prepared mimicking ancient traditional techniques will be carried out. A twofold approach will be applied: i) an in situ investigation of exterior gypsum plaster at the Alhambra fortress using nondestructive techniques (including the Duetto, a unique portable X-ray diffraction and X-ray fluorescence instrument designed for heritage applications) combined with laboratory analyses and tests of original gypsum samples from the Alhambra fortress to determine their composition mineralogy, texture, porosity and strength, and ii) a study of mock-ups prepared with multiphase products and varying amounts of different organic additives. Mock-ups will be exposed to different accelerated aging tests and compared to historic plaster samples to further the understanding of gypsum alteration. Compared to other historic binders such as lime, studies involving gypsum are limited and there is still a lot to learn from ancient gypsum technology. This research will not only assist in the selection of adequate conservation treatments, but will also have implications for the design of optimized gypsum-based materials for new constructions with reduced carbon footprint. It is envisioned that the outcome will not only be of local importance but also have national and international impact, especially since the project will be performed in collaboration the Getty Conservation Institute (USA).