

NANOSHIELD, o cómo vencer la degradación climática del patrimonio pétreo mediante recubrimiento con materiales basados en carbono

Proyecto Nacional perteneciente a la convocatoria Retos I+D+i 2020, modalidad A, que aspira a contribuir de manera decisiva al deterioro del patrimonio pétreo mediante el diseño de recubrimientos altamente protectores basados en la nanotecnología del carbono.

IP-1: María Fernández Raga (Universidad de León);
IP-2: Jose Miguel González Domínguez (Instituto de Carboquímica ICB-CSIC)

Equipo de Investigación: Gabriel Búrdalo Salcedo (Universidad de León); Fernando Jorge Fraile (Universidad de León); Almudena Ortiz Marqués (Universidad de León); Covadonga Palencia Coto (Universidad de León)

Equipo de Trabajo: Pablo Caldevilla Domínguez (Universidad de León); Víctor Calvo Peña (Instituto de Carboquímica ICB-CSIC); Sagrario Fernández Raga (Universidad de Valladolid); David González Campelo (Universidad de León); Marta Martínez Benavides (Universidad de León); Rebeca Martínez García (Universidad de León); Carlos Rodríguez Fernández (Universidad de Valladolid); Flavia Zelli (Universidad de Valladolid)

Financiación concedida: 157,000 €

Temporalidad: Septiembre 2021 – Agosto 2024

Investigadores principales



María José Miguel

Equipo



Investigadores



Gabriel Rebeca Covadonga Almudena Fdo.-Jorge Pablo



Sagrario Carlos Flavia

Colaboradores



Paloma Raúl David Adriana Sara Fernando Ana Marta Francisco Álvaro Víctor

Contexto

Cada año se notan más los efectos del cambio climático, que conllevan episodios de lluvia más agresivos y cambios térmicos más acusados. Estos cambios meteorológicos suponen un impacto muy grave, como el daño que pueden generar al patrimonio pétreo, altamente amenazado sobretodo en piedras blandas debido a su susceptibilidad a daños ocasionados por el agua. Las administraciones responsables de la protección del patrimonio tratan de paliar este desgaste con medidas que buscan proteger el bien de interés, pero bajo la máxima de que sean tratamientos que no alteren la apariencia física del mismo y que sean reversibles. Estos tratamientos que se realizan, si bien no son agresivos con el monumento, resultan muy costosos e ineficaces cuando, por causa de la escasez de recursos, no pueden realizarse con la frecuencia

requerida (al menos una vez cada 5 años). Y esto conduce a que muchos monumentos esperando el tratamiento van abandonándose a su suerte.

Planteamiento

Nuestro equipo ya ha logrado encontrar y patentar una posible alternativa de protección basada en óxido de grafeno [1,2], de excelentes características: un recubrimiento transparente, más duradero, resistente e inocuo para la piedra. Además, se cumplen los requerimientos específicos de la protección monumental, que es no poner en riesgo el aspecto físico ni la estética del monumento. Además, mediante la actual financiación del MICINN se explorarán otros nanomateriales sostenibles y biodegradables [3]. Esta prometedora idea supondrá que no resulten afectados ni la economía, pues es barato y perdura su protección periodos superiores a los 10 años, ni el medio ambiente, pues buscamos

recubrimientos que cumplan con los principios de sostenibilidad ambiental. Y además este proyecto combina estos trabajos y pruebas con el desarrollo de una herramienta digital GIS que permita evaluar y calcular el mejor tratamiento y su coste para distintos

monumentos de un territorio, así como gestionar mejor los limitados recursos de las administraciones que custodian estos monumentos, indicando la fecha y localización de las aplicaciones y la prioridad de actuación bajo criterios objetivos.

Problema-Solución



Objetivos generales y específicos

El proyecto NANOSHIELD es un enfoque interdisciplinar dirigido a un problema global que requiere una respuesta urgente y mundial: detener los efectos devastadores de las agresiones climáticas sobre los materiales patrimoniales de base pétreo que están expuestos a la intemperie. Para abordar tal labor, la solución clave será basarse en nanomateriales específicos (a saber, óxido de grafeno, nanocelulosa y nanoquitina) que se aplicarán como recubrimientos superficiales a las piedras carbonatadas (las más sensibles a la erosión y, por tanto, las más amenazadas), con el fin de estudiar su capacidad para evitar la meteorización causada por las lluvias y los cambios de temperatura, las principales amenazas a las que se enfrentan los monumentos de piedra. Dentro de este objetivo general, se perseguirán también diferentes aspectos específicos, relacionados con la novedad del planteamiento y la proyección a largo plazo de los resultados previstos.

- Ofrecer un recubrimiento protector verdaderamente duradero para los monumentos de piedra, capaz de soportar cualquier inclemencia meteorológica con la mejor eficacia y validez de protección.
- Trabajar en un escenario respetuoso con el medio ambiente y plenamente sostenible. Dado que el éxito de este enfoque supondrá la extensión a muchos emplazamientos, así como la cobertura de grandes superficies, el enfoque debe ser asequible, no contaminante y sin suponer ningún tipo de riesgo para la ciudadanía o la naturaleza.

Para ello, el recubrimiento de la piedra en medios acuosos sin aditivos será crucial.

- Proteger las piedras sin alterar en absoluto su aspecto y estética originales, una cuestión importante cuando se trata de piedras ornamentales y bienes culturales. Para ello, se realizará un análisis exhaustivo de cualquier cambio de color o textura, y sólo se permitirán las cantidades de nanomateriales de recubrimiento que no supongan ninguna variación en el aspecto de las piedras.
- Crear una herramienta de gestión integral de sistemas (GIS) para contribuir al manejo de los recursos de la manera más eficiente, evaluando la escalabilidad, y teniendo en cuenta diferentes aspectos de geolocalización, resistencia del monumento, detalles climáticos, tamaño, desarrollo económico y particularidades locales. De este modo, se podría aplicar una priorización racional de los recursos para el uso de los mejores candidatos a recubrir en bienes monumentales reales.

Este proyecto tendrá sin duda un enorme impacto debido al enfoque práctico para obtener recubrimientos nanotecnológicos y sostenibles (mínimo impacto ambiental, escalabilidad...) siendo superiores al estado actual de la técnica.

Síntesis y Aplicación

Óxido de grafeno
Nanocrisales de Celulosa
Nanocrisales de quitina

Experimentos: simulaciones de lluvia y cambios térmicos

Revisión bibliográfica

Análisis

Colorimetría

Reflectancia difusa

Espectroscopía XPS

Microscopía

Escáner de luz estructurada 3D

Presa hidráulica

ENAC ENSAYOS

- Absorción de Agua UNE-EN 16302:2016
- Porosidad y densidad UNE EN 1936
- Resistencia Compresión Uniaxial UNE-EN 1926
- Propiedades en secado UNE-EN 16322:2016
- Cambios Térmicos UNE-EN 14066:2014
- Cambios coloración UNE-EN 15886:2011

12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES

Arc GIS

Referencias

- [1] J. M. González-Domínguez, M. Fernández-Raga. *Procedimiento de protección de un objeto o una superficie ornamental de origen rocoso, expuesto a la intemperie*. Patente española P201930277 y europea PCT/ES2020/070177.
- [2] D. González-Campelo, M. Fernández-Raga, Á. Gómez-Gutiérrez, M. I. Guerra-Romero, J. M. González-Domínguez. *Adv. Mater. Interfaces* **2021**, 2101012. DOI: 10.1002/admi.202101012.
- [3] Overcoming the climatic degradation of the stone-based cultural heritage by shielding with sustainable nanomaterials (NANOSHIELD). Proyecto MICINN Retos PID2020-120439RA-I00.