

El cambio climático amenaza el pasado, presente y futuro de nuestro legado artístico

El patrimonio cultural de la humanidad, que abarca desde las primeras manifestaciones creativas de la prehistoria hasta el arte contemporáneo, está cada vez más amenazado por las alteraciones ambientales. Estos desajustes pueden acelerar drásticamente los procesos de degradación de monumentos y artefactos, lo que pone en peligro tanto nuestra herencia como la producción actual de obras.

Oxel Urra

23/8/2024 09:50 CEST



Aunque el impacto del cambio climático en edificios climatizados debería ser mínimo, también puede afectar la conservación de obras de arte por lo que, en algunos casos, será necesaria su adaptación. Dos montajes de museos: una con hielo y otra conquistada por la vegetación. / *Reimagining Museums for Climate Action* / Studio JZ

El cambio climático no solo acelera la pérdida de biodiversidad, agrava las desigualdades sociales y deteriora nuestra salud pública, sino que también amenaza seriamente nuestra **herencia artística y cultural**.

Obras, monumentos y artefactos ubicados en exteriores son especialmente vulnerables a los cambios extremos en el clima. Esto es lo que ocurre en cuevas con **arte rupestre, monumentos y esculturas**

ubicadas en el exterior.

Aunque las obras ubicadas en el exterior son más vulnerables, las conservadas en museos y almacenes también pueden verse afectadas por variaciones atmosféricas

Sin embargo, las obras de arte almacenadas en instalaciones climatizadas como museos o almacenes también pueden sufrir el impacto de las variaciones atmosféricas. Los edificios que albergan estas piezas han sido, en su mayoría, diseñados y construidos según las **condiciones locales y el entorno de su época**.

Entender a fondo cómo las **fluctuaciones climáticas** pueden variar el comportamiento de estos espacios y su microclima se ha convertido en una prioridad a la hora de desarrollar nuevas estrategias para la conservación de las obras de arte.

Altamira: un referente de conservacionismo

Durante décadas, numerosos estudios han analizado cómo los cambios en las condiciones ambientales de las cuevas con arte prehistórico influye en su conservación, poniendo especial énfasis en el impacto del número de visitantes. Un ejemplo destacado es la cueva de Altamira, conocida como la **Capilla Sixtina del Paleolítico** por sus pinturas, que recorren más de 15.000 años de historia.

En su mayoría, estas cavidades se han estudiado como **microclimas aislados** de la atmosfera exterior, debido a que gran parte de estas cavidades están prácticamente cerradas y el flujo de intercambio es mínimo.

Las cuevas se estudian como microclimas aislados debido a su mínimo intercambio con el exterior,

aunque las interacciones atmosféricas
afectan la conservación

Un reciente estudio interdisciplinar, en el que participa el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN-CSIC) y publicado en *Scientific Reports*, analiza las **interacciones entre la atmósfera exterior de la cueva de Altamira y el microclima interior**. La investigación destaca cómo las variaciones atmosféricas relacionadas con el cambio climático afectan al ambiente interno de la cueva y sus pinturas.

"Pese a que las modificaciones y afecciones antrópicas provocadas sobre el microambiente de la cavidad fueron de tal magnitud que sobrepasan los efectos que el cambio climático puede estar ejerciendo actualmente, desencadenaron procesos de deterioro cuyo efecto acumulativo incrementa el riesgo actual para la conservación", explica a SINC **Sergio Sánchez-Moral**, autor principal del artículo.

Los investigadores han desarrollado ecuaciones dinámicas para controlar la variabilidad temporal y espacial de los flujos de **intercambio de gases, energía y materia** entre el ambiente exterior y el medio subterráneo. Así, el estudio analiza las interacciones entre estos factores, considerando las influencias internas y externas en el microclima de la cueva.



Pese a que alteraciones humanas en la cavidad superan los efectos del cambio climático, estas han incrementado el riesgo de deterioro acumulativo. / Sergio Sánchez-Mora / MNCN-CSIC

Estudiar el pasado para predecir el futuro

La investigación abarca, además, **el pasado y el futuro** de la atmósfera exterior e interior de la cueva de Altamira. Mediante un modelo matemático basado en series temporales de imágenes de satélite, los científicos han realizado una estimación de las concentraciones de **gases de la cueva desde 1950 hasta 2100**.

“A partir de las series de datos obtenidas dentro la Cueva de Altamira en los periodos de ausencia y régimen mínimo de visitas, hemos utilizado técnicas avanzadas de modelización matemática para comprender y predecir la dinámica de la concentración de CO₂ en la atmósfera de la cavidad”, indica el investigador.

El aumento de CO₂ y humedad
relativa en la cavidad puede acelerar
el deterioro de las pinturas rupestres

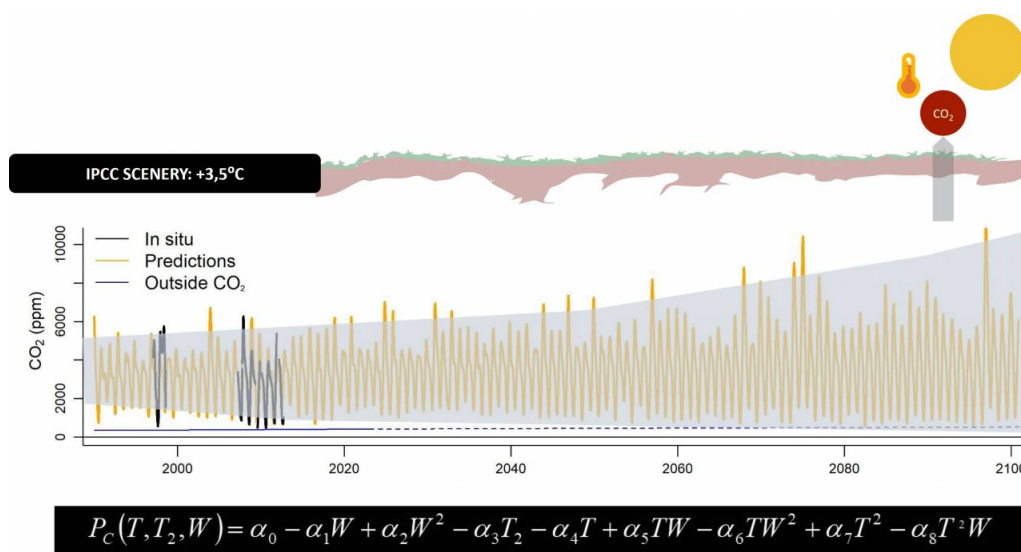
al disolver la roca, arrastrar pigmentos
y formar costras y colonias bacterianas

El incremento en **la concentración de CO₂** en la cavidad es crítico, ya que activa diversos procesos de deterioro en las pinturas rupestres. Por un lado, aumenta la acidez del agua, disolviendo la roca y arrastrando los pigmentos, lo que provoca la **formación de costras debido a la sobresaturación y reprecipitación mineral**. Además, este incremento también aceleraría la colonización bacteriana de las ilustraciones.

Otro factor crítico es el aumento de **la humedad** relativa del aire, que "puede ser un elemento de deterioro fatal ya que, además de promover los **procesos de disolución**, favorece el desarrollo de **colonias microbianas** que alteran y cubren los soportes", comenta Sánchez-Moral.

Además, basándose en los datos del IPCC, se realizó una simulación de la concentración de CO₂ para el periodo que va hasta 2100 bajo diversas condiciones climáticas.

"Bajo el escenario más pesimista se prevé un aumento de la temperatura global de **+3,5 °C** para finales de siglo. Esto implicaría un aumento de la concentración de CO₂ en la cueva y, lo que puede ser peor, una mayor inestabilidad ambiental con rangos de oscilación de temperatura y humedad que agravaría los procesos de corrosión de la roca soporte de las pinturas. También el progreso de colonización microbiológica que ya deteriora las representaciones artísticas", afirma el investigador.



Representación gráfica de la simulación de la concentración de CO2 en la cueva de Altamira desde el presente hasta 2100. / Sergio Sánchez-Moral / MNCN-CSIC

Efectos en el exterior

No obstante, además de las obras prehistóricas que se encuentran en cavidades, otras manifestaciones artísticas también sufren de forma directa los efectos del cambio climático. Una iniciativa liderada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC) analiza cómo distintos escenarios climáticos impactan, también, en el patrimonio histórico-artístico español **localizado en el exterior**.

Gran parte de este legado histórico, que pertenece al Patrimonio de la Humanidad de la Unesco, está compuesto por edificios, **monumentos y esculturas**. Estos artefactos están expuestos a **eventos hidrometeorológicos extremos**, cada vez más frecuentes e intensos.

“ En el peor escenario, un aumento de +3,5 °C intensificaría la corrosión y colonización microbiológica, acelerando el deterioro de las pinturas en la cueva ”

Sergio Sánchez-Moral (MNCN-CSIC)

El proyecto RESCUhE analiza la dirección de los agentes erosivos como el viento, la lluvia o las oscilaciones térmicas 'in situ' con **60 estaciones meteorológicas**. Además, los investigadores del IGME recogen datos de seis estaciones de exposición directa, donde se colocan rocas expuestas

a diferentes orientaciones.

Los análisis realizados en diversos materiales permiten desarrollar modelos propios para la simular la degradación que pueden padecer estos artefactos en las próximas décadas.

“Estudiamos los efectos en diversas rocas y metales representativas del patrimonio español. Destaca la piedra de Bateig, una calcarenita de Alicante usada localmente desde el siglo XVI y extensamente en toda España en los siglos XIX y XX”, afirma a SINC **Javier Martínez Martínez**, responsable de RESCUhE en el IGME.

Barreras para frenar el deterioro

En cuanto a las medidas de protección y conservación, estas se dividen en dos tipos principales: las medidas de **conservación directa**, que actúan sobre los materiales como rocas, metales o madera, aplicando productos para mejorar su resistencia al envejecimiento; y las medidas de **conservación preventiva**, que ajustan las condiciones de exposición para reducir la agresividad del ambiente.

“ En el proyecto RESCUhE nos enfocamos en el potencial de las medidas preventivas contra el cambio climático utilizando barreras artificiales y naturales para mitigar sus efectos

”

Javier Martínez Martínez (IGME-CSIC)

"En el proyecto RESCUhE nos centramos en el potencial que tienen las medidas preventivas frente las acciones del cambio climático. Por medio de la colocación de barreras artificiales (basadas en ingeniería o soluciones urbanas) o naturales (barreras vegetales, etc.) tratamos de mitigar la acción de ese agente", añade el investigador.

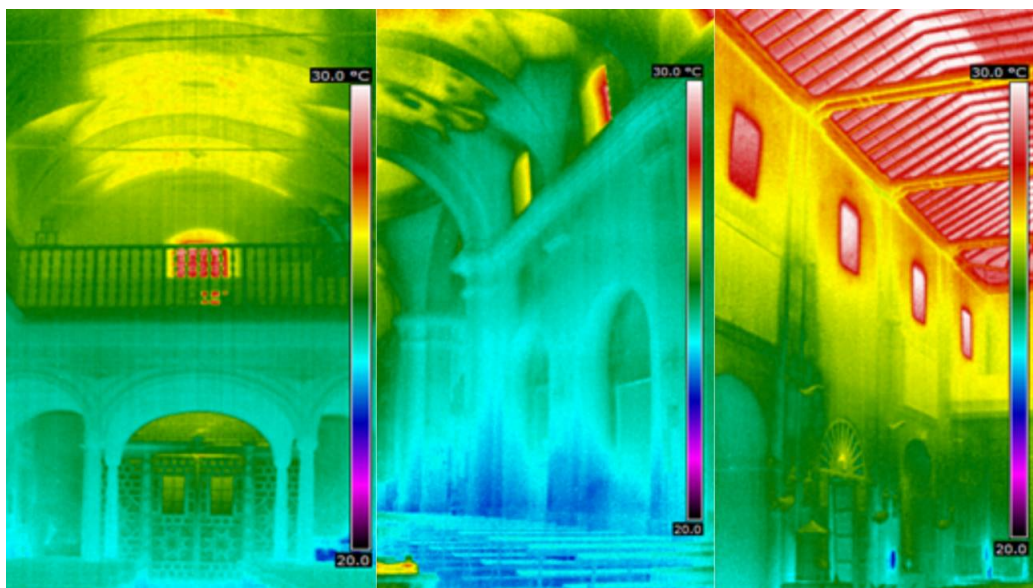
Los museos obligados a adaptarse

Los nuevos escenarios climáticos propiciados por la actividad humana no solo tendrán efecto sobre cavidades o artefactos expuestos al exterior, sino que también representan una amenaza para **el arte que se conserva en interior de los edificios**.

Aunque su efecto debería ser mínimo, el cambio climático también puede impactar en la conservación de obras de arte en museos y edificios históricos

Pese a que, como indica el investigador del MNCN-CSIC **Sergio Sánchez-Moral**, "el efecto del cambio climático sobre las obras de arte en museos o almacenes climatizados no debería ser significativo", igual que en las cuevas, los microclimas de estos espacios no están completamente aislados y las alteraciones ambientales pueden provocar un impacto sobre el arte que atesoran.

"En algunos casos sería necesario **implementar o mejorar las intervenciones** con membranas de aislamiento eficiente en muros, instalar ventanas con rotura de puente térmico y antecámaras de atemperación con sistemas de cierre dobles o triples en los accesos", comenta el investigador.



Efectos del futuro cambio climático en la conservación de obras de arte, el confort térmico y el consumo de energía en edificios históricos. / C. Muñoz-González / UMA

Edificios históricos más vulnerables

Los edificios históricos que atesoran arte en su interior son más vulnerables a estas variaciones y, por ello, la investigadora de la Universidad de Málaga **Carmen María Muñoz González** estudia cómo el clima y los futuros escenarios climáticos impactan en el patrimonio mueble e inmueble.

"Evaluamos si estos ambientes son propensos al **biodeterioro**, a **riesgos mecánicos por fluctuaciones higrótérmicas**, y a la **pérdida de color debido a la radiación UV**", indica a SINC la experta.

"En los edificios históricos, controlar las condiciones ambientales es complicado debido a sus sistemas constructivos y a su nivel de protección. Con el cambio de patrones climáticos, mantener condiciones estables se vuelve más difícil, exponiendo las obras de arte a daños irreversibles", añade Muñoz.

“ Con el cambio de patrones climáticos, mantener condiciones estables se vuelve más difícil, exponiendo las obras de arte a daños irreversibles

Carmen María Muñoz González (UMA)

”

Entre los materiales artísticos, los orgánicos como la madera, tejidos o pinturas son extremadamente **sensibles a cambios termohigrométricos**, por lo que "hay que controlar, monitorizar e intervenir, si es necesario, en la prevención de daños asociados a las nuevas condiciones" indica la científica.

Además, el grupo de investigación de Muñoz está evaluando el aumento en el gasto de energía y emisiones asociado a la adaptación y climatización de estos edificios. "Los sistemas de climatización actuales no manejan bien las condiciones extremas. El aumento de temperaturas podría **eleva el consumo energético en un 10-15% en el futuro**", concluye la investigadora.

Referencias:

Marina Sáez et al. "Scenarios for the Altamira cave CO₂ concentration from 1950 to 2100". *Scientific Reports*, 2024.

Proyecto RESCUhE(MCIN/AEI/10.13039/501100011033/).

C.M^a Muñoz González et al. "Effects of future climate change on the preservation of artworks, thermal comfort and energy consumption in historic buildings". *Applied Energy*, 2020.

Fuente: **SINC**

Derechos: **Creative Commons**

TAGS

ARTE | CAMBIO CLIMÁTICO | CONSERVACIÓN |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)

