


# Información y servicios climáticos: conservando nuestro patrimonio cultural



**La ciudad de Pisa es la capital de la provincia toscana de igual nombre. Situada en el centro de Italia, ha alcanzado renombre mundial por su Torre Inclinada, un monumento que atrae a millones de turistas cada año.**

La construcción de la Torre comenzó en el año 1173. Aunque en su diseño original se pretendía que fuera "vertical", se levantó con unos cimientos deficientes en un terreno poco estable que favoreció el deslizamiento de los mismos, y comenzó a inclinarse. Con el paso de los siglos la Torre se fue hundiendo cada vez más en el terreno. En 1964 un equipo de trabajo internacional se puso manos a la obra para conseguir un método de estabilización y, tras dos décadas de esfuerzos, la Torre se cerró al público en enero de 1990. Después de una década en la que se sucedieron las labores de reconstrucción y estabilización, la Torre se reabrió al público el 15 de diciembre de 2001 y se ha afirmado que permanecerá estable durante, al menos, 300 años más.

En la actualidad se permite que los visitantes suban hasta el último piso de la Torre, lugar en el que se ha instalado una estación meteorológica automática para posible sorpresa de los meteorólogos. Los estudios recientes sobre la interacción entre la atmósfera y la Torre ponen de manifiesto que, como consecuencia de las variaciones cíclicas de temperatura debidas a la exposición directa al sol y al dimensionado estructural, las zonas más susceptibles de sufrir daños son las columnas y sus capiteles. Los daños superficiales más graves están causados por el impacto del agua de lluvia, mientras que el área de la Torre no expuesta a las precipitaciones debido a la inclinación de la misma sufre una gran concentración de partículas que

la lluvia barre de otras zonas y deposita allí. Un estudio realizado por Camuffo, en 1996, del microclima alrededor de la Torre demostró la incidencia sobre ella de estos fenómenos.

## El Patrimonio Mundial requiere más atención

La reciente concienciación del impacto que tiene el clima sobre algunos ecosistemas, bienes y servicios ha contribuido a que los climatólogos presten más atención a las consecuencias de la acción del clima sobre los monumentos.

Las lluvias intensas y las variaciones cíclicas de humedad pueden causar daños sobre aquellos monumentos en los que no se hayan instalado sistemas de evacuación de agua o que, aunque dispongan de ellos, estos no funcionen correctamente. Los materiales de construcción son porosos y permiten que el agua del suelo penetre en la estructura y acabe por regresar al ambiente mediante la evaporación superficial. Por lo que respecta a las obras artísticas o a los restos arqueológicos expuestos a lluvias intensas, el mayor daño se produce durante el proceso de secado, por lo que los datos más relevantes están relacionados con la sequedad y la temperatura del tiempo posterior a las precipitaciones. La cristalización y disolución de las sales como consecuencia de la humedad y el secado repercuten sobre las construcciones, restos arqueológicos, pinturas, frescos y demás superficies decoradas. Las variaciones cíclicas y bruscas de la humedad relativa son la causa de la rotura, agrietado, desconchado y pulverización de materiales y superficies.

Las crecidas han dañado muchos monumentos, bien mediante la erosión directa

de estos durante la crecida, o bien de manera indirecta y a largo plazo como consecuencia de la acción de los hongos aparecidos con posterioridad a la crecida.

Por lo que se refiere a la temperatura, no son las temperaturas absolutas las que tienen alguna incidencia sobre las construcciones, sino el rango de temperaturas que se producen y su duración. Los cambios estacionales y diurnos en las temperaturas, así como los episodios extremos como las olas de calor y la acumulación de nieve, deterioran las fachadas a consecuencia del estrés térmico. La sucesión de heladas, deshielos y períodos de recalentamiento durante las olas de calor pueden dañar la estructura interna.

El aumento de la población en las proximidades de emplazamientos con un patrimonio artístico y la ausencia de unas políticas urbanísticas adecuadas han sido la causa de que hayan desaparecido las barreras de vegetación natural protectoras frente al viento. Como consecuencia, las rachas de viento y los temporales originan cada vez más daños sobre los monumentos históricos. El agua de lluvia y la arena impulsadas por el viento, sobre todo en las regiones semiáridas, son susceptibles de ocasionar daños y colapsos estructurales al tiempo que las superficies sufren el deterioro bajo los efectos de la erosión del agua y de la arena.

En muchas zonas, la acción conjunta del clima y de la contaminación provoca un daño enorme sobre los monumentos: recesión de la piedra al producirse una disolución de los carbonatos, ennegrecimiento de materiales, corrosión de metales, etc.



Estación meteorológica automática instalada en la terraza superior de la Torre de Pisa (Italia)

## Preocupación de los climatólogos por el Patrimonio Mundial

El patrimonio cultural está formado por todos aquellos objetos tangibles y atributos intangibles que un grupo o sociedad ha heredado de las generaciones anteriores y que conserva en el presente para legárselo a su vez a las generaciones futuras y que puedan beneficiarse de él. Nuestro patrimonio cultural y natural constituye una fuente de inspiración y motivación que nada puede sustituir.

En agosto de 2002 una crecida arrasó el centro histórico de Praga. Los daños materiales sufridos por los antiguos teatros, bibliotecas, iglesias, museos y sinagogas rondaron los 80 millones de euros. Ese mismo año, un fuerte temporal derruyó parcialmente la Lonja de los Paños (*Sukiennice*), uno de los edificios del Patrimonio Mundial de Cracovia (Polonia).

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) se propone promover la identificación, protección y conservación de todos aquellos elementos del patrimonio cultural y natural que tengan la categoría de ser especialmente relevantes para la humanidad; este objetivo está recogido en un tratado internacional que lleva por nombre *Convención sobre la protección del patrimonio mundial cultural y natural*, que la UNESCO adoptó en 1972. La Lista del Patrimonio Mundial cuenta con 830

entradas, aquellos lugares que el Comité del Patrimonio Mundial ha considerado que son de relevancia universal capital. Se trata de 644 manifestaciones culturales, 162 enclaves naturales y 24 mixtos repartidos en 138 Estados Partes.

Los climatólogos de todo el mundo deben preocuparse de manera activa por el Patrimonio Mundial y sus problemas. Debido al cambio climático, la atención prestada es cada vez mayor.

## Efectos del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial

El cambio climático es uno de los temas candentes de la actual agenda internacional. La subida del nivel de los mares amenaza a los enclaves costeros incluidos en la lista del Patrimonio Mundial, como por ejemplo los cuatro situados en Londres. La desertización supone un peligro para otros, por ejemplo las tres Grandes Mezquitas de Tombuctú (Malí). Sin embargo, pocos son hasta ahora los gobiernos que han tenido en cuenta el efecto que un cambio en la meteorología podría tener sobre los monumentos y edificios importantes.

Los días 16 y 17 de marzo de 2006, la UNESCO, a petición del Comité del Patrimonio Mundial, reunió a un grupo de expertos en cambio climático y patrimonio mundial. Su informe "Predicción y gestión de las consecuencias del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial" presenta una visión general del cambio

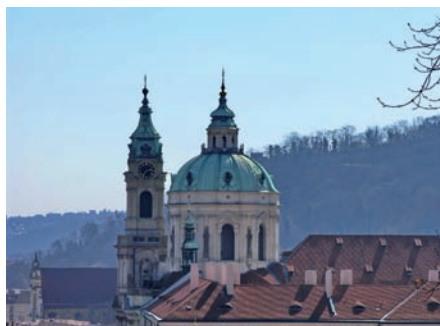
climático, sus consecuencias sobre el patrimonio cultural y natural, las implicaciones que de todo ello se derivan para la Convención para el Patrimonio Mundial, así como una serie de recomendaciones. Algunas de estas últimas, que también afectan a la OMM, son las siguientes:

- El Comité del Patrimonio Mundial podría colaborar con la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) mediante la presentación de datos en la Conferencia de las Partes (COP) y en las reuniones que se celebren en el contexto del programa de trabajo del Órgano subsidiario de asesoramiento científico y tecnológico, así como fomentando el intercambio de expertos y la utilización de las directrices de la CMNUCC. Sería deseable la cooperación conjunta de los puntos focales nacionales de ambas convenciones en la resolución de los problemas relativos al cambio climático.
- Los humedales son zonas vulnerables al cambio climático y su capacidad de adaptación es limitada, por lo que hay que concebir soluciones innovadoras. Los proyectos de gestión deben tener en cuenta las consecuencias del cambio climático y demás complicaciones, minimizar la variación hidrológica debida a la intervención humana, disminuir la incidencia de los factores ajenos al clima y hacer un seguimiento de los cambios. Este seguimiento es vital para evaluar la eficacia de las distintas posibilidades de adaptación. Todas las estrategias de gestión basadas en la adaptación tendrían que prever los pasos necesarios para contrarrestar los efectos adversos que se produzcan. El actual desconocimiento de los mecanismos hidrológicos en los humedales, su evolución, sus usos y su gestión pasada o presente impide que se puedan poner en marcha iniciativas para lograr su adaptación o la atenuación de los efectos adversos.

- El seguimiento y mantenimiento riguroso son esenciales para garantizar que, a medida que se refinan las proyecciones climáticas, sea siempre posible redefinir nuevas estrategias de adaptación. También es importante la formación relativa a los diferentes problemas y posibles respuestas al cambio climático que pueden surgir en las actividades de conservación en su conjunto, por ejemplo, el desarrollo de las habilidades tradicionales, las tareas de seguimiento y la gestión de las emergencias o la preparación ante ellas.
- Es necesario reforzar las redes ya existentes, así como garantizar que la información relativa al cambio climático forma parte de la información intercambiada a través de ellas. Los problemas medioambientales no conocen fronteras. Es necesario, como mínimo, reforzar las redes regionales y especializarlas en los asuntos relacionados con la adaptación al cambio climático.
- Es necesario que se siga investigando sobre las consecuencias del cambio climático sobre los aspectos materiales del patrimonio mundial, así como sobre los procesos socio-culturales de los que forma parte.
- El Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO podría asociarse con algunos de los principales investigadores del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático para animarlos a ocuparse más activamente de los problemas que afectan al patrimonio mundial. Se garantizaría así que se presta la atención adecuada a aquellos datos climáticos que tienen repercusión directa sobre los elementos del Patrimonio Mundial.
- Para poder enfrentarse a las consecuencias del cambio climático es importante fortalecer la creación de capacidades y también disponer de buenos programas de comunicaciones y de concienciación. Es necesario contar con buenos sis-

temas de recolección y análisis de datos si queremos identificar las variaciones que se producen en las condiciones asociadas al cambio climático. En esta misma línea, será importante implantar buenos sistemas de seguimiento allí donde todavía no se disponga de ellos y reforzar los ya existentes.

- Es necesario documentar tanto los fenómenos especialmente adversos como las variaciones cíclicas de corta duración que pueden afectar gravemente al patrimonio cultural. Los registros de estas variaciones cíclicas cortas facilitarán la comprensión de algunos fenómenos y proporcionarán una mayor perspectiva de las consecuencias del cambio climático sobre el patrimonio cultural.
- Es necesario difundir información relacionada con las siguientes áreas concretas:
  - modelización del cambio climático y seguimiento realizado en relación con el patrimonio cultural;
  - predicción del hundimiento o levantamiento del suelo como consecuencia de fenómenos meteorológicos adversos;
  - conocimiento de los mecanismos que causan los daños y su remedio debido a fenómenos meteorológicos adversos;
  - conocimiento de las consecuencias de las precipitaciones impulsadas por el viento con gran poder de penetración;
  - conocimiento de los efectos del polvo y contaminantes arrastrados por el viento y sus efectos



de erosión y envejecimiento climático;

- comportamiento ambiental de los edificios históricos bajo los efectos de condiciones meteorológicas adversas.
- Es esencial contar con el apoyo de la opinión pública y de los políticos para lograr la adaptación al cambio climático y una atenuación de sus consecuencias tanto por lo que se refiere a los elementos del Patrimonio Mundial como fuera de esa lista. Para ello se pueden poner en marcha numerosas iniciativas –seminarios, exposiciones, campañas publicitarias, material audiovisual y publicaciones divulgativas– que vinculen el fenómeno mundial del cambio climático con los contextos locales.
- Los lugares que forman parte del Patrimonio Mundial pueden utilizarse como ejemplo a seguir para aquellos países o partes interesadas que deseen elaborar estrategias de adaptación o atenuación frente a la amenaza del cambio climático.
- Evaluar la vulnerabilidad de los enclaves del Patrimonio Mundial natural en términos de su exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación a los impactos presentes y futuros del cambio climático, y desarrollar estrategias para los que sufren más riesgo.
- Se deben elaborar estrategias de adaptación y atenuación de especificidad local en colaboración con las correspondientes partes interesadas. Es necesario que las miras de las partes nacionales y de los gestores locales tengan un alcance regional y más allá de sus fronteras para llevar a cabo estrategias de adaptación y atenuación que permitan reducir la vulnerabilidad del Patrimonio Mundial natural en un contexto más amplio.
- Utilizar las herramientas y mecanismos adecuados que permitan evaluar los escenarios futuros de cambio climático.

- Es vital realizar un seguimiento del clima, su impacto y la gestión de las repuestas al mismo, prestando especial atención a las estrategias profesionales de seguimiento. Resulta necesario contar con técnicas de teledetección, como por ejemplo tecnologías vía satélite, técnicas no destructivas y biosensores que permitan evaluar el daño biológico sobre los materiales, así como con herramientas de simulación capaces de predecir las consecuencias del cambio climático sobre la evolución de los materiales que componen nuestro patrimonio cultural.

- Cualquier estrategia concebida para enfrentarse a los posibles desastres relacionados con el cambio climático debería estar incluida en programas de planificación y gestión de desastres más amplios, como por ejemplo la "Estrategia para reducir los riesgos de desastre en los elementos del Patrimonio Mundial" preparado por ICOMOS, ICCROM y el Centro del Patrimonio Mundial. Esta estrategia está basada en las acciones prioritarias definidas en el Marco para la Acción de Hyogo 2005-2006.

El Comité del Patrimonio Mundial suscribió estas recomendaciones y solicitó a todos los Estados Partes y a todos los socios interesados que pusiesen en marcha una estrategia que permitiera proteger el valor, la integridad y la autenticidad universales del Patrimonio Mundial frente a los efectos adversos del cambio climático. Se decidió dar la posibilidad de que aquellos lugares situados en zonas afectadas por el cambio climático figuren en la Lista del Patrimonio Mundial en Peligro.

Además, el Comité ha solicitado al Centro del Patrimonio Mundial que prepare un memorando sobre las consecuencias del cambio climático en los enclaves del Patrimonio Mundial. Se prevé que en el borrador de este memorando se tengan en cuenta las sinergias entre las convenciones ya existentes al respecto, se identifiquen las actuales carencias en

investigación y se definan los puntos legales acerca del papel de la Convención del Patrimonio Mundial en las acciones de respuesta adecuadas frente al cambio climático. Este memorando debería definir también las relaciones con aquellos organismos del sistema de las Naciones Unidas y demás organismos internacionales que se ocupan de estos temas.

## Estudios sobre el clima y los monumentos

Existe un proyecto llamado Arca de Noé que estudia la posible influencia del cambio climático sobre el patrimonio cultural europeo. En el marco de este proyecto se están elaborando mapas de datos de aquellas zonas en las que hay elementos del patrimonio cultural y artístico en peligro de sufrir daños en el futuro, debido por ejemplo a variaciones en las precipitaciones o a fenómenos meteorológicos muy adversos. Esto ofrecerá información acerca de cómo proteger los distintos tipos de monumentos frente a estas nuevas amenazas.

El proyecto Arca de Noé fomenta la colaboración entre meteorólogos de talla mundial y especialistas en la protección y conservación del patrimonio cultural. Durante su primer año, el proyecto se sirvió de los modelos climáticos del Centro Hadley (Servicio Meteorológico del Reino Unido) para proporcionar información relevante acerca de los efectos de las condiciones meteorológicas sobre los edificios y los monumentos.

En la actualidad el equipo ha generado las variables más importantes, como la humedad relativa, el número de días en los que la velocidad del viento es alta y las predicciones de lluvias intensas y de situaciones de temporal, para tres períodos de tiempo: el presente (1961-1990), el futuro cercano (2010-2039) y el futuro lejano (2070-2099). Esta base de datos será el origen de un atlas europeo de vulnerabilidad donde se mostrarán las zonas en las que los cambios en las condiciones supongan una amenaza para el patrimonio cultural.

El equipo está simulando también futuros niveles de contaminación atmosférica,



*Estatua erosionada por la lluvia ácida*

fenómeno del que se sabe desde mucho tiempo atrás que tiene efectos muy negativos sobre los edificios y los monumentos. El resultado de estos estudios será un conjunto de directrices de atenuación y adaptación por tipo de monumento y material utilizado para su construcción que estará disponible al público cuando el proyecto finalice en 2007.

En la XII Conferencia de las Partes de la CMNUCC se presentó un nuevo informe, *The Atlas of Climate Change: Mapping the World's Greatest Challenge* ["Atlas del cambio climático: trazando un mapa del mayor desafío mundial"], elaborado por los investigadores del Instituto Medioambiental de Estocolmo en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, documento que se presentó también en la segunda Reunión de las Partes del Protocolo de Kioto, celebrada en Nairobi (Kenia). Este informe describe algunos efectos como la subida del nivel del mar, las crecidas y los temporales. Las mezquitas, las catedrales, los monumentos y las piezas de los yacimientos antiguos se ven amenazados por los cambios en las condiciones meteorológicas que, a su vez, podrían ser el origen de cambios en el grado de humedad potencialmente peligrosos para las propias estructuras o de variaciones en la composición química y en la estabilidad del terreno sobre el que se asientan las estructuras.