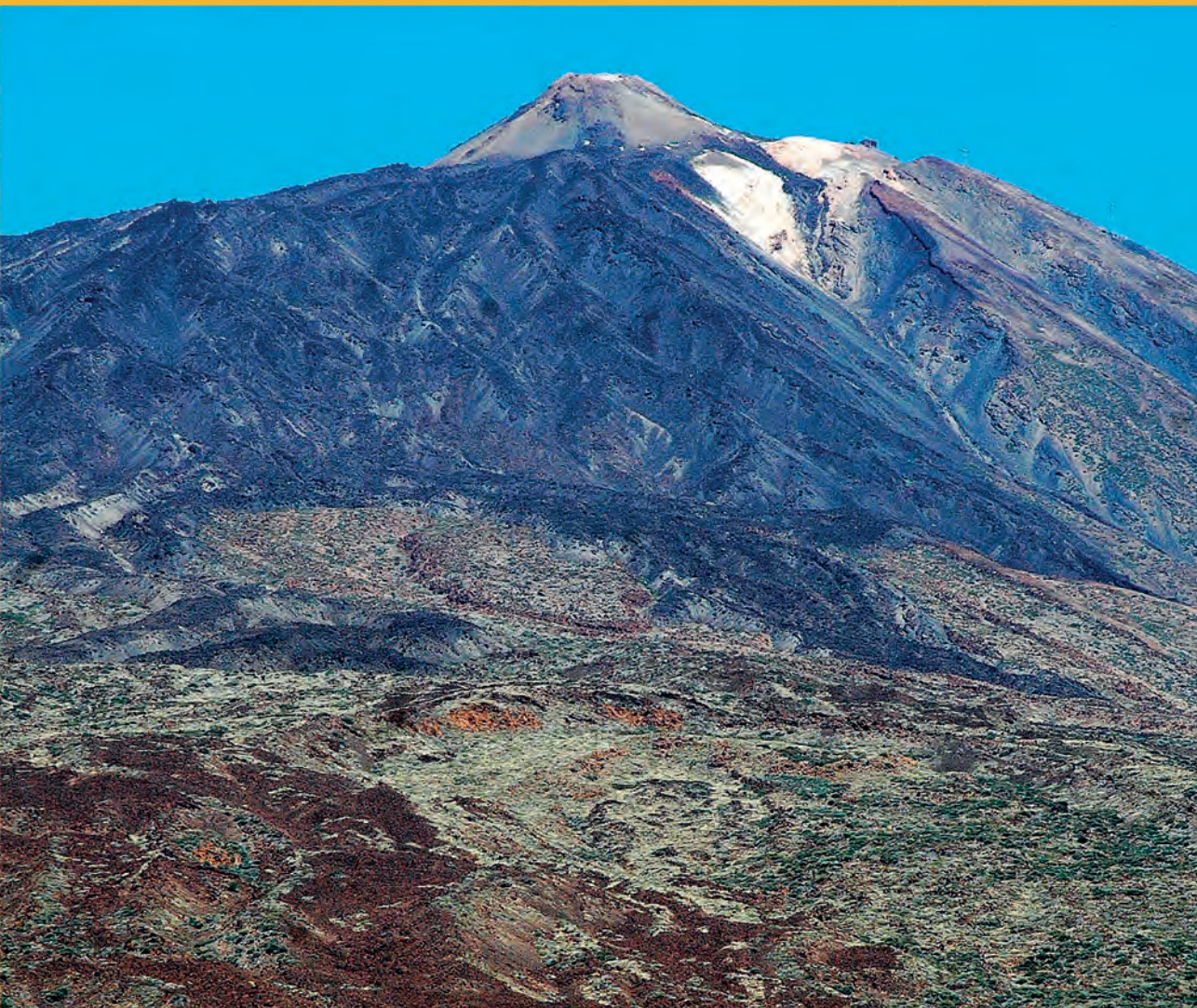


# REDD



cambio global

BOLETÍN DE LA RED DE SEGUIMIENTO DEL CAMBIO GLOBAL EN PARQUES NACIONALES



Con la colaboración de:  
**ferrovial**  
agroman



# C R É D I T O S

Boletín de la Red de Seguimiento del Cambio Global en Parques Nacionales.

Número 5. Invierno 2015 – Primavera 2016. 32 páginas.

[reddeparquesnacionales.mma.es/parques/rcg/documentos/rcg\\_boletin\\_05.pdf](http://reddeparquesnacionales.mma.es/parques/rcg/documentos/rcg_boletin_05.pdf)



**Aviso Legal:** los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización

## Edición:

Oficina Española de Cambio Climático. Secretaría de Estado de Medio Ambiente.

## Realización y coordinación:

Oficina Técnica de EUROPARC- España  
Fundación Fernando González Bernáldez

## Diseño:

GRUPO DE COMUNICACIÓN 4 COMUNICA, S.L.

## Fotografías:

Archivo de EUROPARC-España / Fundación Fernando González Bernáldez, CENEAM, autores de los artículos.

**Portada:** Parque Nacional del Teide. L. Yngüanzo / Fototeca CENEAM

## Comité editorial:

José Ramón Picatoste Ruggeroni y Aída Velasco Munguira (OECC), Gloria de Mingo-Sancho (OAPN), Cristina González Onandía (Fundación Biodiversidad), Javier Puertas Blázquez y Marta Múgica de la Guerra (Fundación Fernando González Bernáldez-EUROPARC-España).



**Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente**

## Edita

@ Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente  
Secretaría General Técnica  
Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:  
<http://publicacionesoficiales.boe.es>

**NIPO:** 280-16-147-X (Línea)

**NIPO:** 280-16-246-4 (Papel)

**Depósito Legal:** M-8725-2016

El Programa de Seguimiento del Cambio Global en la Red de Parques Nacionales es una iniciativa del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente que coordina el Organismo Autónomo Parques Nacionales y donde participan la Oficina Española de Cambio Climático, la Fundación Biodiversidad y la Agencia Estatal de Meteorología. Ferrovial colabora en la financiación.



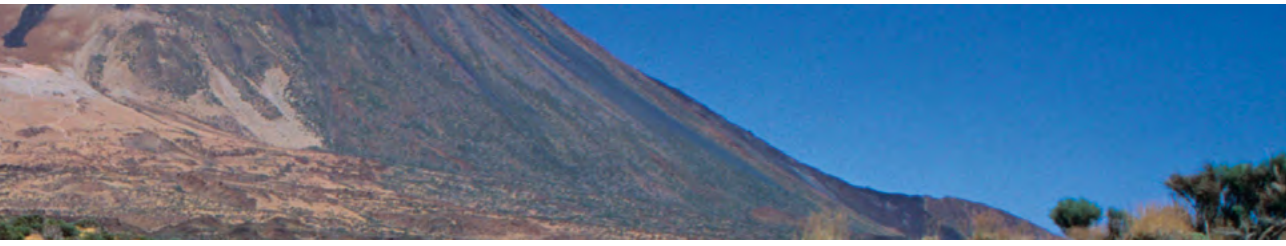
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

ORGANISMO AUTÓNOMO PARQUES NACIONALES



Con la colaboración de:

**ferrovial**  
agroman



# Í N D I C E

<b>EDITORIAL</b>	<b>3</b>
<b>REFLEXIONES GLOBALES</b>	<b>4</b>
<b>La percepción social del cambio climático: la visión cercana también es importante.</b> Paco Heras Hernández, Centro Nacional de Educación Ambiental Pablo Meira Cartea, Universidad de Santiago Javier Benayas del Álamo, Universidad Autónoma de Madrid	
<b>PARQUES NACIONALES: OBSERVATORIOS DEL CAMBIO GLOBAL</b>	<b>8</b>
<b>Infraestructura de la red de seguimiento</b>	<b>8</b>
<b>Investigaciones</b>	<b>10</b>
<b>Coordinación de las acciones de seguimiento del cambio global en la Red LTER España</b> Francisco J. Bonet-García, Ricardo A. Moreno-Llorca, Antonio J. Pérez-Luque. Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra. Universidad de Granada.	
<b>Fragilidad y complejidad de los ecosistemas de montaña: red de polinizadores, microhábitats y vulnerabilidad al cambio climático de una planta clave en la comunidad del cono del Teide</b> Anna Traveset, Jaume Seguí. Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, CSIC-UIB Manuel Nogales. Instituto de Productos Naturales y Agrobiología, CSIC	
<b>Actividades de difusión</b>	<b>16</b>
<b>ESPECIAL TEIDE</b>	<b>18</b>
<b>Cambio global: la visión del gestor</b> Entrevista a Manuel Durban Villalonga, Director del Parque Nacional del Teide	
<b>Cambio global: la visión del científico</b> Entrevista a José Luis Martín Esquivel, Técnico Conservación Parque Nacional del Teide	
<b>PARÁMETROS DE CAMBIO</b>	<b>22</b>
<b>Clima y cambio climático en el Parque Nacional del Teide: 100 años de observaciones meteorológicas</b> Emilio Cuevas Agulló, Rosa García Cabrera, Juan José de Bustos Seguela y Ángel Gómez Peláez Centro de Investigación Atmosférica de Izaña. Agencia Estatal de Meteorología.	
<b>EXPERIENCIAS DESTACADAS</b>	<b>26</b>
<b>Proyecto Glocharid</b> Hermelindo Castro Nogueira Director del Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global	
<b>NOVEDADES</b>	<b>28</b>
<b>PUBLICACIONES</b>	<b>30</b>





*Caldera con colinas volcánicas y neveros.  
Parque Nacional del Teide  
L. Yngüanzo / Fototeca CENEAM*



Acabamos de dejar atrás un año de compromisos internacionales sin precedentes en materia de cambio global. Por un lado, la **Cumbre del Clima de París** de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático culminó en diciembre con un Acuerdo en materia de cambio climático más ambicioso de lo esperado. Y lo hizo de la mano de un renovado órgano de gobierno del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, el IPCC, para el comienzo de un nuevo ciclo de evaluación del cambio climático a nivel global.

Por otro lado, veníamos de acordar en septiembre la **Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible** que compromete a todos los Estados miembros de las Naciones Unidas a perseguir 17 Objetivos con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental y que regirán los programas de desarrollo mundiales durante los próximos 15 años.

*Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos* es uno de los 17 objetivos de la Agenda 2030. Y debe hacerse de manera integrada con el resto de objetivos. Porque el cambio no es sólo climático, es global. Nos enfrentamos a un cambio de paradigma que afecta a todos los ámbitos del desarrollo en todos los rincones del planeta. En 2016 *todos los países estamos en vías de desarrollo sostenible*.

Lo mismo ocurre en los Parques Nacionales. Están sometidos a presiones que van más allá del cambio climático y comportan necesidades de conservación y oportunidades de desarrollo sostenible en sentido amplio. Las intervenciones orientadas a promover la adaptación al cambio climático en los Parques Nacionales deben tener presentes los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible e integrarlos de manera inteligente para hacer frente a los cambios con estrategias de resiliencia a largo plazo. Resiliencia frente a todos los cambios. Frente al Cambio Global.

La sensibilización de la sociedad frente al cambio climático en un contexto de desarrollo sostenible es fundamental para fomentar su complicidad y su colaboración. Porque se trata de cambios que nos afectan a todos y todos tenemos algo que decir y algo que hacer al respecto. Porque no se puede mirar para otro lado: el Desarrollo sólo puede ser sostenible.

La Red de Seguimiento del Cambio Global de Parques Nacionales continúa su desarrollo.

**Comité Editorial**



# Reflexiones globales

## La percepción social del cambio climático: la visión cercana también es importante

**Francisco Heras Hernández**  
CENEAM - Organismo  
Autónomo Parques Nacionales



**Pablo Meira Cartea**  
Universidad de Santiago

**Javier Benayas del Álamo**  
Universidad Autónoma  
de Madrid

En comunicación ambiental se nos recuerda con frecuencia que nuestros interlocutores o destinatarios no son libros en blanco: casi siempre tienen experiencias previas, valoraciones o creencias en relación con los temas que deseamos tratar. Aunque se reconoce de forma general la necesidad de tenerlas en cuenta, no siempre se dedica el esfuerzo necesario a conocerlas y valorarlas.

Afortunadamente, en los últimos años, se han desarrollado diversos estudios que tratan de reconocer e interpretar las ideas de la gente en relación con el deterioro ambiental global. En el caso del cambio climático, entre los años 2008 y 2012 se realizaron tres completas demoscopias que han arrojado una valiosa luz sobre las ideas de los españoles sobre el cambio climático. Esta serie de estudios forma parte del proyecto “la sociedad ante el cambio climático”, dirigido desde el grupo SEPA (Investigación en Pedagogía Social y Educación Ambiental) de la Universidad de Santiago con el patrocinio de la Fundación Mapfre y el apoyo del MAGRAMA.

### Creencias básicas

La primera sorpresa que nos aportan las demoscopias es que los españoles, en contra de lo que se piensa a menudo, se alinean de forma general con las interpretaciones científicas de consenso sobre el cambio climático: la inmensa mayoría considera que se trata de un fenómeno real (“está ocurriendo”) y que es el resultado de la actividad humana. También son amplia mayoría quienes valoran que el fenómeno conlleva riesgos sustanciales para las sociedades humanas.

Además, se aprecia un elevado consenso social sobre la necesidad de actuar frente al cambio climático: en 2012, el 85,8% de los encuestados consideraba que “los españoles deberíamos reducir el nivel de consumo energético”; el 84,5% apoyaba que “los españoles deberíamos fomentar el uso de las tecnologías más eficientes” y el 82,6% se mostraba de acuerdo con la idea de que “los españoles deberíamos anticiparnos a las posibles consecuencias del cambio climático”. La inacción, por el contrario, cosecha un escaso número de adhesiones: la afirmación “los españoles no deberíamos hacer nada” fue apoyada sólo por el 4,1% de las personas encuestadas en 2012.

Por otra parte, en este gran consenso social en torno a la necesidad de dar respuesta al problema no se aprecian diferencias significativas en función de la posición política: los españoles reconocen la necesidad de actuar independientemente de su ubicación en uno u otro punto del espectro ideológico.

### La cuestión de la relevancia

El cambio climático es reconocido como real y potencialmente peligroso; y también se aprecia la necesidad de actuar. Pero, ¿has-



ta qué punto es considerado una cuestión prioritaria? ¿En qué medida se encuentra presente en la agenda personal y colectiva de los ciudadanos de a pie?

La cuestión es clave ya que el conjunto de temas sobre los cuales podemos emitir un juicio o valoración es muy amplio; pero el conjunto de aspectos de los que podemos ocuparnos es mucho más limitado. El concepto de relevancia ayuda a valorar hasta qué punto la gente tiene un determinado tema “en mente”, lo que hace más probable que sea tenido en cuenta a la hora de tomar decisiones.

Para conocer el grado de relevancia otorgado al cambio climático, y antes de que las personas entrevistadas supieran que la encuesta se centraría en ese tema, se les preguntó sobre cuáles son los dos principales problemas en el mundo, en España, en su Comunidad Autónoma y en su localidad. Las respuestas, de carácter espontáneo, fueron agrupadas en un mismo sistema de categorías para las tres oleadas.

En 2008 el cambio climático fue mencionado por el 14,3% de las personas encuestadas entre los dos problemas más relevantes en el mundo, cifra que descendió al 6% en 2010 y al 3,6% en 2012. Este descenso tuvo lugar en paralelo al aumento de los porcentajes de quienes aludían a los problemas económicos y el hambre. El número de encuestados que mencionaron al cambio climático como problema en España es muy escaso en las tres oleadas: un 3,7% lo citó en 2008; nadie se refirió a él en 2010 y en 2012 cosechó un insignificante 0,2% de menciones. En las escalas regional y local la evolución del porcentaje de menciones al cambio climático fue muy similar al descrito para la escala nacional.

Estos resultados, revelan dos de los grandes retos de la comunicación pública del cambio climático: el primero, revertir su progresiva pérdida de relevancia para el común de la ciudadanía. Ciertamente, en este aspecto las valoraciones científicas y las sociales difieren sustancialmente: mientras que los científicos lo consideran una de las principales amenazas al bienestar humano en este siglo, con implicaciones mayúsculas en temas como la alimentación, la salud o la economía, y abogan por cambios sustanciales en la manera en que producimos y utilizamos la energía, los ciudadanos parecen mantenerlo en un tercer plano, lejos de sus preocupaciones inmediatas.

El segundo, seguramente muy asociado al anterior, es corregir la tendencia a “verlo” sólo en la escala global, pero no en las escalas nacional, regional y local, que son, precisamente, aquellas en las que la sociedad española, cada comunidad y cada persona debe concretar sus respuestas ante el problema.

### La hipermetropía climática

El fenómeno no es nuevo: numerosos estudios, realizados en diferentes países, han constatado una tendencia a valorar los problemas ambientales como más serios cuanto más lejos se ubica de la persona que emite el juicio, un fenómeno que ha sido bautizado como “hipermetropía ambiental”.

Ciertamente, los intereses y los riesgos –los intereses materiales y la seguridad personal– están en juego en el propio país, en la propia región, en la propia localidad. Reconocer un problema como prioritario es, en cierto sentido, reconocer los riesgos que conlleva y la necesidad de abordarlo, lo que no resulta tan fácil en las escalas cercanas, ya que conlleva



# Reflexiones globales

el reconocimiento de la propia vulnerabilidad y también la aceptación de responsabilidades propias.

En contraste, reconocer un problema lejano resulta poco comprometido. En palabras del sociólogo Stanley Cohen, "la indignación moral acerca de un lugar remoto es segura, barata y para nada complicada".

Es probable que los mecanismos psicológicos de autoprotección jueguen un papel

importante en la tendencia a la hipermetropía ambiental. Pero no es menos cierto que la predominancia de la información ubicada en espacios geográficos lejanos, la iconografía basada en osos polares, huracanes o tierras cuarteadas, o el enmarcado del cambio climático como una cuestión de política internacional, contribuyen a reforzar la tendencia a "mirar a lo lejos", olvidando que un fenómeno global no es el que ocurre muy lejos, sino el que ocurre en todas partes, incluyendo nuestra propia casa.



Mariposa apolo (*Parnassius apollo*).  
F. Castellón de la Hoz



## Los parques, una nueva referencia para ajustar el enfoque

Sin negar la importancia crucial de impactos como el derretimiento de los polos o el aumento en intensidad o frecuencia de los grandes ciclones tropicales, o la necesidad de avances en las negociaciones internacionales sobre el clima, parece imprescindible complementar la información global con otra más cercana. Cercana en lo geográfico y en lo temporal, pero también en lo temático, tratando las implicaciones en temas que son objeto de preocupación social, como la salud humana, el uso de recursos básicos como los

alimentos, el agua o la energía o las actividades económicas.

La Red de Seguimiento del Cambio Global en Parques Nacionales, y los estudios sobre impactos y vulnerabilidad que se están desarrollando al amparo de este proyecto, contribuirá a ampliar el conocimiento científico y a facilitar una gestión adaptativa de los espacios protegidos. Pero también –junto con otros trabajos e iniciativas de escalas nacional, regional o local– puede mejorar las capacidades de enfoque, facilitando una visión social del cambio climático más nítida en las distancias cortas.



## Infraestructura

### Nuevo modelo de gestión de las estaciones meteorológicas

La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) en su condición de autoridad meteorológica del Estado ejerce la planificación, dirección, desarrollo y coordinación de las actividades meteorológicas y climatológicas en el territorio nacional y en el ámbito internacional. AEMET irá asumiendo a lo largo de 2016 la titularidad de 24 de las 27 estaciones de la Red de Seguimiento del Cambio Global con el objetivo de asegurar su correcto mantenimiento y el funcionamiento de los sensores instalados en las mismas. Durante el traspaso el OAPN continuará asegurando la correcta recepción de los datos y la AEMET realizará su validación y tratamiento de su calidad, que seguirán siendo incorporados al servidor oficial de datos de manera que se garantice su custodia e integridad a escala de Red de Parques Nacionales.

AEMET, como titular de las estaciones, calibrará los distintos sensores, incluyendo los sensores de radiación y seguirá poniendo a disposición de la Red de Seguimiento del Cambio Global los datos meteorológicos de estaciones ubicadas en el entorno de los parques e información climatológica elaborada. Asimismo AEMET participará en las actividades de formación del personal de los parques en materia de mantenimiento preventivo de las estaciones.

### Nuevas estaciones en Teide y Caldera de Taburiente

La Red de Seguimiento del Cambio Global ampliará los puntos de monitorización con tres nuevas estaciones meteorológicas, dos en el Teide, en los parajes de Fortaleza y Jar-

dín de El Portillo, y una más en el Parque Nacional de Caldera de Taburiente (La Palma), en el Pico de la Cruz. La dotación instrumental inicial de estas estaciones consiste en un sensor de velocidad y dirección del viento, un sensor de radiación solar global, un sensor de radiación ultravioleta B, un sensor combinado de temperatura y humedad relativa, un pluviómetro, un sensor de presión atmosférica y un sensor de temperatura y humedad de combustible.

Con las nuevas estaciones el Parque Nacional del Teide amplía la diversidad de localizaciones que aportarán datos. La estación de Caldera de Taburiente recogerá, por su elevada ubicación, información meteorológica de episodios extremos a los que se ve sometida intermitentemente la isla. Con estas 3 estaciones se elevan a 27 las estaciones de la Red de Seguimiento del Cambio Global repartidas en 8 parques nacionales.

En previsión de la ampliación de la Red de Seguimiento de Cambio Global con la incorporación de nuevos parques se está elaborando un protocolo que ayude en el procedimiento de inclusión, en el que se recogerán, entre otros, requisitos básicos de instrumentación, mantenimiento, calidad de datos y ubicación.

### Nueva boya en el Parque Nacional Archipiélago de Cabrera

A comienzos de 2016 se instaló y puso en marcha la boya océano-meteorológica del Parque Nacional Marítimo-Terrestre Archipiélago de Cabrera, en la misma ubicación donde se encontraba la primera boya instalada en 2008 y que, afectada por un fuerte temporal, se perdió a finales de 2010. La dotación de sensores es similar a la boya original para conseguir series de datos en





las mismas condiciones que se tenían en un principio: mediciones meteorológicas en superficie y mediciones físico-químicas en la parte acuática.

Los sensores fisicoquímicos realizan las medidas con principios electroópticos y no utilizan reactivos químicos. Se han descartado dispositivos de bombeo para medición en superficie, evitando de este modo posibles contaminaciones por reactivos y mejorando la operatividad de las mediciones. Además, todos los sensores subacuáticos se han instalado mediante tecnología inductiva, que mejora notablemente los mantenimientos preventivos y correctivos puesto que es posible sustituir o desconectar para su arreglo únicamente el sensor averiado sin necesidad de tener que sacar toda la línea de sensores o de izar la boya. Se evitan así costes innecesarios y se eliminan tiempos de espera que provocan lagunas en las series de datos.

La boya lleva incorporado un sistema de ayuda a la navegación (AIS). Es posible su programación para la transmisión de datos meteorológicos y oceanográficos de interés a cualquier embarcación o estación con un sistema de recepción AIS. En caso de rotura

de la línea de fondeo, situación en que la boya quedaría a deriva, se ha dotado de un sistema de vigilancia de posicionamiento para la monitorización de su posición.

### Los agentes medioambientales colaboran en el mantenimiento de las estaciones

Para el correcto funcionamiento de las estaciones de la Red se realiza un mantenimiento periódico donde se llevan a cabo labores de carácter preventivo, consistentes en revisiones exhaustivas de los equipos, y correctivo, subsanando posibles anomalías.

En 2015, promovido por el Organismo Autónomo Parques Nacionales, se realizaron jornadas de formación en las que participaron por primera vez agentes medio ambientales del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Se impartieron 2 cursos de formación de un día en dependencias de Picos de Europa y Sierra Nevada, a los que asistieron un total de 24 agentes medioambientales de 6 parques nacionales. La formación se centró en la renovación de conceptos, en resolver todas las dudas y problemas surgidos en las tareas de supervisión y en la actualización del protocolo de actuación.



## Investigaciones

### Coordinación de las acciones de seguimiento del cambio global en la Red LTER España

**Francisco J. Bonet-García, Ricardo A. Moreno-Llorca, Antonio J. Pérez-Luque.**  
*Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra. Universidad de Granada.*

El proyecto Coordinación de las acciones de seguimiento del cambio global en la Red LTER (Long-term Ecological Research) España, ejecutado por la Universidad de Granada y ejecutado con el apoyo de la Fundación Biodiversidad, tiene como objetivo mejorar la estructura y el funcionamiento de la Red LTER española mediante un conjunto de acciones específicas. Estas actuaciones deberían contribuir a consolidar la Red y mejorar su visibilidad, usabilidad por parte de sus usuarios potenciales.

Las acciones del proyecto se engloban en varios ámbitos. El primero de ellos consiste en un proceso de evaluación y proyección a futuro de la Red que se concreta con la elaboración de un Plan estratégico y Plan de acción anual. En ellos se marcan las metas a conseguir en el horizonte temporal de 5 años y las acciones a desarrollar para la consecución de los objetivos. En segundo lugar, se trabaja en la evaluación de la información levantada por los nodos de la red. Por último, el proyecto contempla un paquete de acciones encaminadas a conectar la red LTER con entidades, asociaciones y otras redes para fomentar colaboraciones, aprender de otras iniciativas y buscar soluciones compartidas.

El objetivo último de la **red LTER España** es proporcionar información científica de

calidad para mejorar la comprensión de los procesos ecológicos y socio-ecológicos de los ecosistemas de España. Asimismo, la red LTER pretende abordar la solución de problemas ambientales a una escala local y nacional. Los usuarios potenciales de la red son: la comunidad científica, los políticos y técnicos responsables de la gestión del territorio, y la sociedad en general.

Actualmente, la red LTER-España es un miembro reconocido de ILTER desde 2008 y consta de 9 sitios LTER y 2 plataformas LTSE (recopilan datos socioecológicos) con programas activos de monitoreo ecológico a largo plazo. Entre los nodos activos hay 6 parques nacionales.

El mencionado proyecto de la Fundación Biodiversidad ha permitido la realización de un análisis crítico y constructivo de la situación de la red LTER España en la actualidad, tratando de proponer acciones que mejoren su desempeño y funcionamiento en el futuro. Uno de los principales productos del proyecto es la redacción de un **plan estratégico**. Dicho documento contiene un análisis DAFO que describe los componentes críticos (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) de la red. Se han establecido una serie de objetivos de mejora del estado de la red a alcanzar en ese horizonte temporal.

El primer paso para concretar herramientas de mejora ha sido la definición de una serie de líneas estratégicas claves en el desarrollo futuro de la organización, como serían la mejora de la organización interna, la promoción de la investigación ecológica a largo plazo en España, el impulso de la gestión adaptativa en un contexto de cambio global, y la gestión de la información avanzando hacia una integración de escalas espaciales.





En virtud de la información recopilada de los nodos de la red, podemos definir tres tipos atendiendo al modo en el que almacenan, documentan (metadatado) y comparten su información. Dentro de la tipología NI se incluyen aquellos nodos que almacenan sus datos en documentos de texto, hojas de cálculo o similares. La información, normalmente no guarda una estructura común, no tiene asociados sus metadatos y no está disponible para terceros salvo petición expresa. La tipología NII es muy similar a la anterior en cuanto a la falta de metadatado y disponibilidad. La diferencia radica en que la información se almacena en bases de datos con una estructura más o menos variable. Por último, los nodos NIII son los que han desarrollado un sistema estructurado de gestión de información, que permite metadatar sus datos y suministrarlos a terceros a través de algún mecanismo (descarga directa, servicios web, etcétera).

Para evaluar la forma en la que los nodos de manera individual y la red a nivel global gestionan la información y se relacionan con redes superiores (LTER Europa e ILTER) se han llevado a cabo varias actividades. Por un lado se ha realizado una encuesta online, complementada con comunicaciones individuales para caracterizar el sistema de gestión de información a los nodos. Igualmente se han llevado a cabo consultas y reuniones por video conferencia con iniciativas similares en otros países y con responsables de redes LTER internacionales (LTER Europa, LTER USA e ILTER). En el caso de la Red LTER España un 28,6% de los nodos se clasifican dentro de la tipología NIII, mientras que el 71,4% pertenecen el tipo NII. En cualquier caso estas tipologías no son rígidas. De hecho hay nodos con situaciones intermedias: algunos datos en bases de datos (NII) y otros en archivos (NI).

## Fragilidad y complejidad de los ecosistemas de montaña: red de polinizadores, microhábitats y vulnerabilidad al cambio climático de una planta clave en la comunidad del cono del Teide

**Anna Traveset, Jaume Seguí**

*Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, CSIC-UIB*

**Manuel Nogales**

*Instituto de Productos Naturales y Agrobiología, CSIC*

Los ecosistemas de montaña son muy importantes como centros de biodiversidad mundial debido a su aislamiento geográfico, y especialmente las montañas de islas oceánicas. Éstos han servido de refugio durante cambios ambientales y climáticos del pasado y albergan una gran cantidad de hábitats particulares a lo largo de los gradientes altitudinales. Suelen albergar numerosas especies endémicas, especialmente vegetales, pero también de insectos como abejorros, mariposas y hormigas. Son considerados sistemas frágiles y amenazados, especialmente por el cambio climático que está experimentando el planeta. Además, presentan una elevada vulnerabilidad debido a las fuertes pendientes y a los suelos poco profundos y sujetos a intensa erosión. En las últimas dos décadas se ha documentado una notable pérdida de biodiversidad en muchos sistemas montañosos del mundo, especialmente en los alpinos. Aparte de los efectos del cambio climático (aumentos en la temperatura, cambios en los regímenes de acumulación de nieve y posterior deshielo), importantes amenazas actuales para estos sistemas son los cambios en el uso del suelo (construcción de estaciones de esquí, conversión de terrenos para la agricultura o ganadería, saltos de



agua y represas de uso hidroeléctrico, etcétera). Además, la herbivoría por ungulados o lagomorfos, el riesgo de deriva genética e “inbreeding” debido al reducido tamaño poblacional de muchas especies, y un largo etcétera, hacen de los ecosistemas de montaña unos sistemas de alerta temprana frente al cambio global y, simultáneamente, unos reservorios muy valiosos de biodiversidad en su sentido más amplio.

En este proyecto interdisciplinar –en el que han participado ecólogos, fisiólogos, genéticos y geofísicos– se ha contribuido a diseccionar la complejidad del sistema de montaña existente en el estratovolcán del Teide (2.600-3.700 m) y a detectar procesos ecológicos que lo hacen altamente vulnerable a cambios ambientales. Hemos evaluado la complejidad centrándonos en el proceso de polinización, examinando cómo varía la diversidad de polinizadores y plantas, así como la estructura de la red de polinización a lo largo del gradiente altitudinal comprendido en estos 1.100 m. La estructura de la red de polinización muestra un alto “turnover” de especies y una aparente inestabilidad creciente a lo largo del gradiente al disminuir en tamaño, tanto en su diversidad de plantas como de insectos. Hemos investigado las peculiaridades microclimáticas y edáficas de la zona, concretamente la parte alta del cono volcánico (>3.500 m), lo cual ha mostrado unas temperaturas muy severas, que oscilan entre los  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a los  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  en un mismo día, y unos suelos muy pobres en materia orgánica y fósforo, con elevada presencia de ciertos elementos químicos, como hierro, aluminio y azufre en las zonas con presencia de fumarolas. La capacidad de adaptación y evolución a dicho ambiente extremo lo hemos examinado en detalle mediante el estudio de una especie endémica del Parque Nacional, la violeta del Teide (*Viola*

*cheiranthifolia*) que es, además, clave en la comunidad vegetal por ser la más abundante por encima de los 3.000 m. La morfología y fisiología de esta especie muestran una interesante diferenciación poblacional en una distancia de pocos kilómetros. A pesar de su distribución limitada, la violeta del Teide parece capaz de adaptarse a un elevado contraste de condiciones abióticas (temperatura,  $\text{CO}_2$ , etc.), mostrando una gran tolerancia a condiciones que para la mayoría de las plantas son sumamente estresantes.

Estudiando la ecología reproductiva de la especie a lo largo del gradiente ambiental, hemos observado que el impacto más negativo sobre la violeta es actualmente la presencia de una especie invasora, el conejo. Este lagomorfo parece actuar como ingeniero ecológico, alterando de manera muy importante el frágil y aislado ecosistema de alta montaña del Teide, además de modificar las respuestas ecológicas que cabría esperar a lo largo de un gradiente altitudinal. La información obtenida sobre esta especie vegetal emblemática ha servido para construir modelos predictivos de los cambios que puede experimentar su distribución y abundancia frente a distintos escenarios climáticos, teniendo en cuenta las particularidades ecológicas y genéticas de la especie. Los resultados obtenidos sobre su ecología reproductiva, muy afectada por la herbivoría producida por el conejo, como del modelo de nicho ecológico, indican un fuerte retroceso de la especie, tanto por el cambio climático como por las especies invasoras.

Por tanto, creemos que es urgente implementar estrategias de conservación más efectivas frente a las especies invasoras, para una mejor conservación de este ecosistema de alta montaña, frágil y único.







*Violeta del Teide en flor.*  
J. M. Reyero / Fototeca CENEAM

## CUADRO 1. Proyectos en ejecución en el marco de la Red de Seguimiento de Cambio Global en parques nacionales

En el cuadro se sintetizan las claves de los proyectos de investigación básica y aplicada enmarcados en la Red de Seguimiento de Cambio Global que se están desarrollando a fecha de 31 de marzo de 2016.

PROYECTO
RESPUESTA DE LA COMUNIDAD DEL CORALÍGENO DEL PARQUE NACIONAL ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA AL CAMBIO CLIMÁTICO (CORCLIM)
SEGUIMIENTO A LARGO PLAZO DE COMUNIDADES MICROBIANAS EN LAGOS DE ALTA MONTAÑA Y DE LA DISPERSIÓN REMOTA MEDIANTE AEROSOLES ATMOSFÉRICOS EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO GLOBAL
EL GLACIAR DE MONTE PERDIDO: MONITORIZACIÓN Y ESTUDIO DE SU DINÁMICA ACTUAL Y PROCESOS CRIOSFÉRICOS ASOCIADOS COMO INDICADORES DE PROCESOS DE CAMBIO GLOBAL
PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LOS BOSQUES DE MONTAÑA: SEGUIMIENTO Y MODELIZACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA GESTIÓN SOBRE LA DINÁMICA FORESTAL
PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LOS BOSQUES DE MONTAÑA: SEGUIMIENTO Y MODELIZACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA GESTIÓN SOBRE LA DINÁMICA FORESTAL
PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LOS BOSQUES DE MONTAÑA: SEGUIMIENTO Y MODELIZACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA GESTIÓN SOBRE LA DINÁMICA FORESTAL
NIDALES COMO HERRAMIENTA DE CONSERVACIÓN Y SEGUIMIENTO DE POBLACIONES DE PÁJAROS FORESTALES: EFECTOS DEL CAMBIO GLOBAL, ALTITUD Y MANEJO FORESTAL EN EL PARQUE NACIONAL DE GUADARRAMA
DINÁMICA DE LA BIODIVERSIDAD EN MONTAÑA. RED DE SEGUIMIENTOS DE ESPECIES Y HÁBITATS, PARA EVALUAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO GLOBAL
CENTINELAS DEL CAMBIO GLOBAL: EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO GLOBAL EN LOS ECOSISTEMAS FLUVIALES DE ALTA MONTAÑA (PROYECTO CENTINELA)
ÍNDICES DE TORRENCIALIDAD Y ARIDEZ RELACIONADOS CON LA NIEVE EN EL PARQUE NACIONAL DE SIERRA NEVADA Y SUS ZONAS LÍMITOFES EN UN CONTEXTO DE CAMBIO GLOBAL: IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES
COORDINACIÓN DE LAS ACCIONES DE SEGUIMIENTO DEL CAMBIO GLOBAL EN LA RED LTER (LONG-TERM ECOLOGICAL RESEARCH) ESPAÑA
ESTUDIO DE LA INTEGRACIÓN DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE ÁREAS PROTEGIDAS



PARQUE NACIONAL	ORGANISMO	FINANCIACIÓN
ARCHIPIÉLAGO DE CABRERA	CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS DE BLANES	OAPN
AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI, SIERRA NEVADA, ORDESA Y MONTE PERDIDO	CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS DE BLANES	OAPN
ORDESA Y MONTE PERDIDO	INSTITUTO PIRENAICO DE ECOLOGÍA	OAPN
ORDESA Y MONTE PERDIDO, SIERRA NEVADA, AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI, PICOS DE EUROPA Y SIERRA DE GUADARRAMA	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA	OAPN
ORDESA Y MONTE PERDIDO, SIERRA NEVADA, AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI, PICOS DE EUROPA Y SIERRA DE GUADARRAMA	INSTITUTO PIRENAICO DE ECOLOGÍA	OAPN
ORDESA Y MONTE PERDIDO, SIERRA NEVADA, AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI, PICOS DE EUROPA Y SIERRA DE GUADARRAMA	CENTRE TECNOLOGIC FORESTAL DE CATALUNYA	OAPN
SIERRA DE GUADARRAMA	MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES	OAPN
RED	INSTITUTO PIRENAICO DE ECOLOGÍA	OAPN
PICOS DE EUROPA	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	FUNDACIÓN BIODIVERSIDAD
SIERRA NEVADA	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	FUNDACIÓN BIODIVERSIDAD
RED	UNIVERSIDAD DE GRANADA	FUNDACIÓN BIODIVERSIDAD
RED (y otros espacios protegidos)	FUNDACIÓN FERNANDO GONZÁLEZ BERNÁLDEZ   EUROPARC-ESPAÑA	OFICINA ESPAÑOLA CAMBIO CLIMÁTICO





## Actividades de difusión

### Recursos en Red: Cambio Global en Parques Nacionales

Entre otros recursos a través de la web puede accederse a los siguientes documentos:

- Infografías
  - Cambio global en la Red
  - Cambio global y sectores económicos
  - Folleto divulgativo de la Red de Seguimiento del Cambio Global en Parques Nacionales
- Paneles divulgativos
  - Los Parques Nacionales, laboratorios para el Cambio Global
  - La Red de Seguimiento del Cambio Global en Parques Nacionales
  - Qué está pasando en los Parques Nacionales I
  - Qué está pasando en los Parques Nacionales II
- Boletines de la Red de Seguimiento del cambio Global en Parques Nacionales
  - Número 5 | Número 4 | Número 3 | Número 2 | Número 1 | Número 0
- Informes meteorológicos mensuales y resumen anual de los parques:
  - Archipiélago de Cabrera
  - Cabañeros
  - Ordesa y Monte Perdido
  - Picos de Europa
  - Sierra Nevada
  - Teide

- Vídeos:

- Seguimiento del cambio global en la Red de Parques Nacionales
- Investigación del cambio global en la Red de Parques Nacionales

### Excursión didáctica los signos del cambio climático

El CENEAM organizó en junio de 2015 la excursión didáctica "Los signos del cambio climático", un paseo al que se sumaron casi una treintena de participantes que pudieron asomarse a las pistas del cambio global en el entorno del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. El paseo permitió identificar los cambios en el clima serrano en las últimas décadas y algunos de sus efectos resultantes como las afecciones derivadas en la dinámica y distribución de la vegetación de montaña o la modificación de los ciclos vitales de diferentes especies vegetales y animales. Entre otros signos que pudieron observarse pueden destacarse el ascenso del pino silvestre en altura, llegando a los collados más elevados en el piso natural hasta hace poco tiempo restringido a los pastos montanos, comunidad vegetal cuya área de distribución se está viendo reducida también por la expansión de los matorrales de montaña de piorno, enebro rastrero y cambrón.

**Paco Heras, [pheras@oapn.es](mailto:pheras@oapn.es)**



## Plan PIMA Adapta en Parques Nacionales

En el año 2015 el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente puso en marcha el Plan PIMA Adapta, Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España. El objetivo último del plan es la realización de actuaciones de adaptación al cambio climático en los ámbitos costeros, fluviales, y en los parques nacionales de Cabañeros, Monfragüe, Sierra de Guadarrama y Sierra Nevada. Los parques nacionales, y la Red que conforman, adquieren con este plan un nuevo e importante papel como laboratorios vivos que permitirá realizar el seguimiento y aumentar el conocimiento de estos complejos procesos. En los cuatro parques nacionales referidos se están desarrollando actuaciones que permitirán aplicar la experiencia y el conocimiento generado a otros espacios y ámbitos de actuación.

Un primer grupo de actuaciones se centra en restauración y creación de hábitats para anfibios, uno de los grupos de vertebrados que más sufrirá el aumento de temperaturas y la disminución de la pluviometría. A modo de ejemplo, en el Parque Nacional de Cabañeros se han creado un total de dieciséis grupos de charcas en zonas de vaguada o fácilmente encharcables, cada grupo formado por una charca grande y tres más pequeñas de contorno irregular para mejorar su integración en el entorno.

El segundo paquete de actuaciones en parques nacionales del Plan PIMA Adapta aborda la implementación de medidas de adaptación de las masas forestales frente al cambio climático. En el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama se han realizado desde el Centro de Montes y Aserradero de

Valsaín varios tratamientos silvícolas para ampliar la extensión de los cervunales en las zonas altas, mientras que en las zonas bajas se han plantado encinas en un área en la que actualmente vegetan pinares que muestran un decaimiento significativo al no corresponderse con el óptimo de distribución natural de *Pinus silvestris* y en las que, previsiblemente, el cambio climático propiciará una sustitución de especies.

A través de la web del Plan PIMA Adapta dentro del sitio web de la Red de Parques Nacionales se puede acceder a la información general del proyecto, así como a la información completa de las diferentes actuaciones desarrolladas en cada uno de los cuatro parques nacionales. También se ofrecen varios documentos divulgativos y educativos.

<http://www.magrama.gob.es/es/red-parques-nacionales/red-seguimiento/pima-adapta/PIMA-red-parques-nacionales.aspx>



## La visión del gestor

Entrevista a Manuel Durban

Director Parque Nacional del Teide

### **¿Qué valor tiene para la gestión la integración del Parque Nacional del Teide en la Red de Seguimiento del Cambio Global, y en particular la instalación y mantenimiento de estaciones meteorológicas?**

Aportar a la Red, y por ende a los investigadores, datos fundamentales para estudiar los cambios que se están produciendo en la alta montaña de la Macaronesia, estudios que permitirán afrontar decisiones de gestión con una base sólida de conocimiento. Además la Red constituye una plataforma idónea para compartir soluciones a problemas comunes de gestión.

Las estaciones meteorológicas permiten conocer de forma directa los cambios que se producen en el Parque y adoptar decisiones para mitigar sus efectos. A corto plazo son muy útiles en la prevención de incendios o los riesgos de sobreexposición a radiaciones en cotas altas.

### **Desde la perspectiva del gestor, ¿cuáles son los efectos del cambio global más evidentes, y en particular del cambio climático, en el estado de los sistemas naturales o las especies del Parque Nacional del Teide?**

Un aumento de la aridez en general, con la consiguiente disminución de lluvias y del periodo de nieve en el Parque. Se está estudiando la posible variación altitudinal de los ecosistemas zonales del Parque y la adopción, en su caso, de posibles medidas de adaptación. En cuanto a las especies, hay plantas en peligro de extinción posiblemente como consecuencia del cambio climático, como es la jarilla de cumbre, por lo que se está aplicando un plan de conservación con bastante éxito, en el que se han invertido grandes esfuerzos para evitar la desaparición de esta especie mediante refuerzo de las poblaciones naturales y traslocación a otras localidades con menor incremento de aridez y temperatura, logrando aumentar sus efectivos, de 200 ejemplares a varios miles.

### **¿Qué especies, hábitats, sistemas y procesos ecológicos considera los más sensibles al cambio climático en el Teide? ¿Qué herramientas de gestión considera las más adecuadas para afrontar el reto del cambio climático?**

Una especie muy sensible, por emblemática, es la violeta del Teide, que precisa de temperaturas bajas para su desarrollo y que haya inviernos con nieve, pero habita a gran altura en una zona donde el calentamiento se está produciendo con mayor intensidad. Para esta especie y algunas otras hay que ir pensando qué medidas tomar para suavizar los impactos, de modo que es necesario redactar un plan de adaptación al cambio climático. Este puede ser un documento de desarrollo del Plan Rector que está en revisión o incluirse directamente en el mismo.





## **¿En qué temas resulta prioritario profundizar para mejorar el conocimiento científico sobre el impacto del cambio global en el Parque Nacional del Teide?**

Hay que profundizar en cómo pueden verse afectadas las comunidades vegetales en su conjunto, tanto la pervivencia de las comunidades autóctonas como la expansión de especies introducidas, que podrían llegar a tener carácter invasor. Igualmente es fundamental estudiar la variación de densidades y distribución, sobre todo altitudinal, de los herbívoros introducidos, y en particular de las poblaciones de conejo silvestre. En la actualidad se está completando la red de estaciones meteorológicas automáticas, de forma que puedan obtenerse datos en las distintas orientaciones y altitudes. Por otro lado se sabe poco sobre como fluctúa la temperatura y humedad del subsuelo, que al fin y al cabo será quien determine las posibilidades de supervivencia de muchas plantas en condiciones de aridez.

## **¿Cuáles son los parámetros de seguimiento del cambio climático y global más relevantes para la gestión del parque, tanto de forma individual como en el marco de la Red de Parques Nacionales españoles y las redes internacionales de conservación?**

Además de los valores clásicos de temperatura, precipitación, humedad y viento, de forma específica en este parque nacional son relevantes los parámetros de la radiación y los periodos de innivación, así como la temperatura de combustible por el posible riesgo de incendio.

## **¿Cómo debería adaptarse la política de espacios naturales protegidos a los efectos del cambio climático?**

Siendo más activos en la gestión, con un mayor grado de intervención. La gestión pasiva del pasado no cabe en estos tiempos, dada la magnitud del cambio que enfrentamos. Es fundamental el seguimiento climático preciso, con suficientes estaciones meteorológicas para poder interpolar a gran precisión, digamos 100 m de resolución. Paralelamente, modelizar las distribuciones potenciales de las especies más sensibles para poder abordar cuando sea preciso estrategias de traslocación asistida con una base científica suficiente. Este es un tema controvertido que precisa de una reflexión profunda en las políticas de gestión, pues significa abordar estrategia más propias de "jardinería ecológica" que de una gestión basada en dejar que la naturaleza se module sola, pero la rapidez de los acontecimientos nos puede llevar a que sea esto o nada. Esencial es también intensificar la lucha contra las especies introducidas cuya presencia va en aumento, tanto de fauna como flora. La eliminación de flora y fauna introducida o el mantenimiento de las poblaciones de herbívoros de difícil erradicación por debajo de umbrales nocivos es una medida prioritaria.



## La visión del investigador

Entrevista a José Luis Martín Esquivel

Técnico de Conservación Parque Nacional del Teide

### ¿Qué valor tiene para la gestión y la investigación la integración del Teide en la Red de Seguimiento del Cambio Global, y en particular la instalación y mantenimiento de estaciones meteorológicas en el parque?

Un valor esencial para cuantificar el cambio en las capas altas de la atmósfera y poder comparar con lo que sucede en otras regiones montañosas de España. El calentamiento climático en estas zonas es de los más elevados que se conocen de modo que su monitorización continua es esencial, y el seguimiento en red en diferentes puntos del país permite determinar cuánto de singular es cada caso y compartir experiencias entre lugares distantes.

### ¿Se pueden extraer conclusiones en relación a los efectos del cambio climático en los ecosistemas característicos del parque?

Se están viendo cambios notables en la estructura y composición de la vegetación, unas especies decaen y otras se expanden de manera muy agresiva. La aridez es cada vez mayor y se ha acelerado en la última década donde casi todos los años se ha registrado una precipitación muy por debajo de lo normal y unas temperaturas muy elevadas. El año hidrológico entre octubre de 2011 y septiembre de 2012 fue el más seco jamás registrado, y enero de 2016 ha sido el más caliente y seco en un siglo a pesar de tratarse de un mes típico de lluvia donde enfría bastante. Hay especies que han iniciado su floración varios meses antes de lo previsto. En el último siglo la temperatura media anual se ha elevado en más de un grado y medio, casi el doble de la media estimada para el planeta.

### ¿Qué componentes del cambio global resultan más relevantes en el Teide?

No hay cambios aparentes en el uso del suelo. Sí se nota el cambio climático y, asociado a él, la invasión de especies exóticas provenientes de cotas más bajas, que van ganando altura y penetrando en el parque. Otras especies introducidas como el conejo, que llegó hace cinco siglos, en las últimas décadas se ha vuelto muy abundante, y se ha llegado a capturar a 3.700 metros con terribles consecuencias para los ejemplares aislados de la endémica violeta del Teide.

### ¿En qué temas resulta prioritario profundizar para mejorar el conocimiento científico sobre el impacto del cambio global en el caso del Teide?

Resulta prioritario profundizar en las relaciones ecológicas entre fauna y flora, sobre todo los efectos de los herbívoros en la nitrificación de los suelos y la desestructuración de las comunidades vegetales. Pero también en la edad de las retamas, una de las especies más características del parque, pues podría ser que estuviéramos a las puertas de un colapso general de esta comunidad en un momento no precisado aún –depende de su longevidad– debido a la falta de reclutamiento de juveniles desde hace décadas. Por otro lado, no sabemos suficiente como está afectando el estrés hídrico a todas estas especies y cuales pueden soportar los recurrentes



periodos de sequía de los últimos años. La fauna invertebrada sigue siendo insuficientemente conocida, se han registrado casi mil quinientas especies, un 20% de las cuales son endemismos, pero continuamente aparecen nuevas. Un inventario faunístico exhaustivo y sistemático es una herramienta de partida clave en toda tarea de conservación.

### **En Teide, ¿cuáles son las señales más evidentes de los efectos del cambio climático?**

Especies de la flora como las retamas están muriendo, otras como los rosalillos están expandiéndose como una plaga, la lista de especies introducidas en el parque es cada vez mayor, los conejos son cada vez más abundantes, la línea de vegetación de los bosques de pinos registra tímidos avances en altura en algunas zonas limítrofes, algunas especies en peligro como la jarilla de cumbre sufren debido al aumento de la evapotranspiración, la floración se está adelantando. Este año la simbólica violeta del Teide que Humboldt vio en flor un 22 de junio de 1799 en el Teide floreció a comienzos de enero. Por otro lado, la intensidad de la floración en general está disminuyendo a medida que decaen las precipitaciones invernales y los días de nieve.

### **¿Qué especies, hábitats, sistemas y procesos ecológicos considera más sensibles al cambio climático en el Teide? ¿Qué medidas de seguimiento y/o gestión adaptativa deberían adoptarse?**

La mayor vulnerabilidad está en aquellas especies de cumbre que tienen restringida su expansión en altura por falta de hábitat. Es muy probable que la isoterma de cero grados en el pico Teide desaparezca en unas décadas, al igual que las nevadas. No sabemos qué consecuencias tendrá para la violeta del Teide, que podría verse muy perjudicada. La expansión de otras especies nativas (rosalillo de cumbre) o introducidas (conejo) tiene consecuencias sobre la comunidad vegetal y afecta a muchas otras especies y a los flujos tróficos y el intercambio de nutrientes del ecosistema.

### **¿Puede sugerir un pequeño número de indicadores clave de impactos y vulnerabilidad de los ecosistemas en el Teide?**

Indicadores de impacto: temperatura diurna y nocturna, especialmente esta última, precipitación, días de nieve, densidad de polvo en la atmósfera y orientación de los vientos. Indicadores de respuesta a dichos impactos: abundancia de retamas, rosalillos, codesos, violetas del Teide y conejos, fenología floral e intensidad de la floración, diversidad ecológica del matorral, estructura de las comunidades invertebradas subterráneas (sensibles a las más sutiles variaciones ambientales). Indicadores de vulnerabilidad: estructura de edades de poblaciones de las citadas especies de la flora y la fragmentación en la distribución de éstas y otros elementos singulares, como las especies amenazadas...







## Nacional del Teide: 100 años de observaciones meteorológicas

**Emilio Cuevas Agulló, Rosa García  
Cabrera, Juan José de Bustos  
Seguela y Ángel Gómez Peláez.**

Centro de Investigación Atmosférica de Izaña.  
Agencia Estatal de Meteorología.

Es difícil encontrar una relación simbiótica entre un Parque Nacional y un Observatorio Atmosférico tan clara y estrecha como la que existe entre el Parque Nacional del Teide y el Observatorio Atmosférico de Izaña. Este observatorio ha cumplido este año 100 años de vida (<http://izana100.aemet.es/>) aportando observaciones de la atmósfera de forma ininterrumpida desde el 1 de enero de 1916 en su emplazamiento actual. En realidad, las primeras observaciones meteorológicas continuas comenzaron algo antes, en 1909, desde un Observatorio provisional situado en la Cañada de la Grieta, en el corazón de lo que hoy es el Parque Nacional del Teide. El Observatorio de Izaña, como describe en sus artículos Fernando de Ory, fue “parada y fonda” obligada de cientos de investigadores, naturalistas y excursionistas nacionales y extranjeros, que se adentraban en los parajes de las Cañadas del Teide a pie o a lomos de mulos y caballos en las primeras décadas del

siglo xx. Podemos decir que el Observatorio de Izaña fue el primer establecimiento habitado permanentemente y el primer “Centro Temático” de las cumbres de Tenerife. El Observatorio sirvió también para promover el incipiente turismo de montaña en Canarias mediante la publicación de artículos y crónicas en la prensa local, y desde allí partieron los primeros caminos y carreteras que daban acceso a las Cañadas del Teide.

Desde la creación del Parque Nacional del Teide en 1954 las actividades y el posterior desarrollo del Observatorio de Izaña han estado estrechamente ligados al nuevo estatus de protección medioambiental que caracteriza a un parque nacional. En la declaración del Teide como Patrimonio Mundial de la Humanidad por la Unesco en 2007 con la categoría de Bien Natural también jugó un papel muy importante el Observatorio de Izaña ya que en el informe de adhesión a esta declaración, más allá de sus valores de biodiversidad, paisajístico y geológico, se valoró enormemente el papel del parque nacional como un laboratorio natural vivo que permitía realizar observaciones e investigaciones avanzadas de la atmósfera y generar conocimiento sobre el cambio climático.

Hoy en día el Parque Nacional del Teide asegura unas excelentes condiciones medioambientales para desarrollar numerosos programas de investigación en el Observatorio de Izaña (gestionado por el Centro de Investigación Atmosférica de Izaña de la Agencia Estatal de Meteorología –AEMET–) sobre la evolución y el estudio de gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global, gases reactivos relacionados con la calidad del aire a nivel global, aerosoles atmosféricos que influyen en el clima y en la salud humana, radiación solar, la capa de ozono y su relación con la radiación ul-



traviolera, así como de numerosos procesos atmosféricos y meteorológicos (ver <http://izana.aemet.es>). También cabría destacar el programa conjunto de Fenología que están llevando a cabo el Observatorio de Izaña y el Parque Nacional del Teide para conocer el impacto del cambio climático en las especies vegetales, o las nuevas metodologías para cuantificar la precipitación horizontal (procedente de niebla) y su impacto en la biota.

El Parque Nacional del Teide, con un rango de altitud entre 2.000 y 3.718 m sobre el nivel del mar, se encuentran por encima de la altura en la que se sitúa normalmente la inversión térmica atmosférica producida por la subsidencia asociada al flanco SE del Anticiclón de las Azores, y también bajo la influencia de las ramas descendentes de la células de Hadley y de Ferrel, y que da lugar al conocido mar de nubes que se puede contemplar habitualmente en las vertientes norte de la isla, y que separa de forma muy eficaz la capa inferior de aire marítimo húmedo, modulada por los vientos alisios, de la capa superior representativa

de la troposfera libre. Por lo tanto el clima del Parque Nacional del Teide viene determinado por el factor de la altitud y por los sistemas de circulación atmosférica a gran escala anteriormente mencionados. El parque, que tiene un perímetro de unos 65 km, se caracteriza por tener un clima de montaña, que de acuerdo con la clasificación de Köppen, es un clima CSB. Sin embargo el parque alberga varios microclimas siendo más extremos en cuanto a temperatura en el interior del mismo (debido a un efecto de mayor "continentalidad" en la meseta de las Cañadas) y conforme ascendemos en altura, y más suaves en las zonas exteriores del parque, en una de las cuales se encuentra el Observatorio de Izaña a unos 2.400 m). Por el contrario la incidencia del viento y la niebla (del mar de nubes) es mayor en Izaña que en el interior del parque.

Uno de los tesoros más valiosos que Izaña proporciona al Teide es una climatología completa confeccionada con series de variables meteorológicas de 100 años. La Figura 1 muestra las series de temperatura

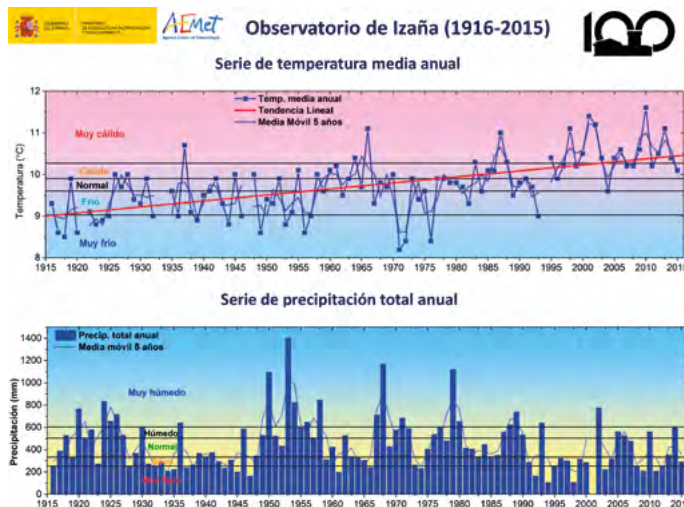


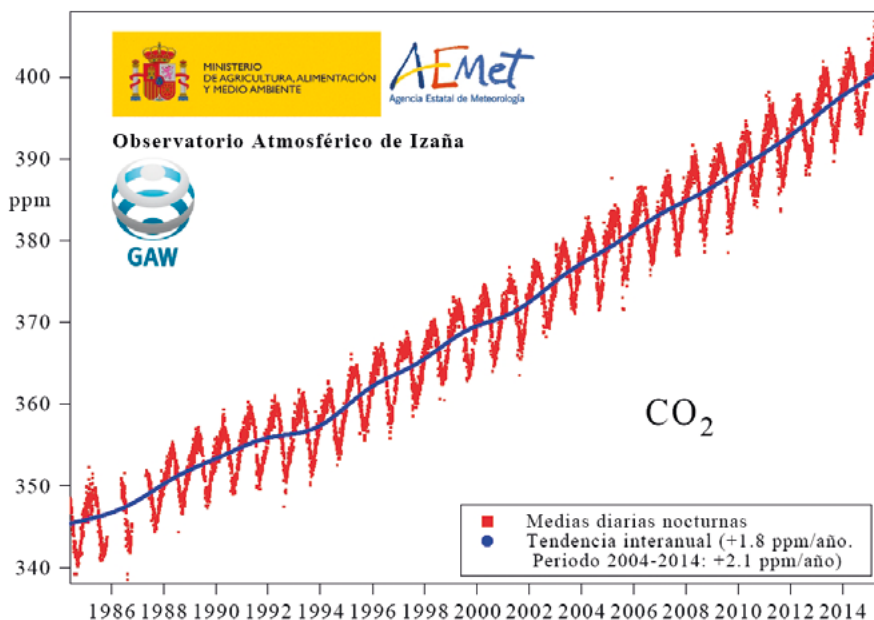
Figura 1. Series de temperatura media anual y precipitación total anual en el Observatorio de Izaña en el periodo 1916-2015.



# Parámetros de cambio

media anual y de precipitación total anual. Así como la serie de precipitación no indica tendencia significativa alguna y sí una gran variabilidad interanual y decadal, la serie de temperatura es enormemente reveladora, pudiéndose observar a simple vista los efectos del calentamiento global. Esta serie nos muestra que la temperatura media anual en Izaña ha aumentado aproximadamente 1,5 °C desde 1916, es decir unos 0,15 °C por década. Actualmente estamos estudiando las series climatológicas para entender si algunos de los cambios que estamos detectando, por ejemplo en el régimen de precipitaciones, son una consecuencia de cambios en la circulación atmosférica global, y en qué medida estos cambios son debidos a la variabilidad climática natural de largo periodo y al cambio climático.

No menos relevantes son las series temporales de concentración de gases de efectos invernadero, que están causando el calentamiento global, y que se miden en Izaña de forma ininterrumpida desde 1984 (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) y desde 2007 (N<sub>2</sub>O y SF<sub>6</sub>). Concretamente las series de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, los dos gases de efecto invernadero más importantes, son unas de las más largas del mundo en troposfera libre. Como se puede ver en la Figura 2 el CO<sub>2</sub> atmosférico sigue aumentando a ritmo creciente (2,1 ppm/año de promedio en los últimos diez años, mientras que el promedio para el periodo completo de medidas en Izaña, 1984-2015, es de 1,8 ppm/año). En lo que respecta al CH<sub>4</sub>, éste ha vuelto a crecer en los últimos 10 años, tras un periodo relativamente estable en el periodo 2000-2006.



**Figura 2.** Serie de datos medios diarios en el periodo nocturno de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) medidos en el Observatorio Atmosférico de Izaña desde 1984.





La vigilancia y estudio de componentes que causan forzamiento radiativo se extiende también a los aerosoles atmosféricos. Las series largas de visibilidad, junto con las de otros parámetros meteorológicos, nos han permitido obtener la serie de espesor óptico de aerosoles más larga del mundo (1941-2015), única para realizar estudios de variabilidad climática y para la caracterización de la frecuencia de las intrusiones de masas de aire saharianas en el Atlántico Norte.

Por otro lado, hemos podido reconstruir una de las series de radiación global más larga del mundo (desde 1933) con la que hemos podido estudiar el efecto de las erupciones volcánicas a nivel global, así como períodos de aumento/disminución de la radiación solar en la superficie terrestre observados a escala global, fenómenos conocidos como "early brightening", "dimming" y "brightening". También hemos detectado una tendencia positiva en la serie de 100 años de insolación que estamos intentando comprender utilizando información sobre evolución de la nubosidad y del contenido de aerosoles en la atmósfera.

¿Y el futuro? La evolución media de las temperaturas máxima y mínima obtenidas con técnicas estadísticas para los escenarios de emisión A<sub>2</sub> y B<sub>2</sub> del IPCC indican un claro

aumento que podría suponer un incremento de casi 1,5 °C en 2040 respecto al periodo de referencia 1961-1990. Este incremento podría ser algo superior en las cumbres de Tenerife a tenor de los resultados que hemos obtenido en el análisis de las tendencias de la temperatura en varias estaciones de la isla de Tenerife. La evolución futura de la precipitación, aunque con una incertidumbre grande, indica un decrecimiento en las próximas décadas, de entre un 15% y un 20%.

Lógicamente, estas proyecciones no están realizadas para la altitud a la que se encuentra el Parque Nacional del Teide, altitud en la que la circulación atmosférica es muy diferente a la de niveles más bajos, por lo que la incertidumbre es aún mayor. Sin embargo, estudios recientemente publicados sobre un desplazamiento de la rama subsidente de la circulación atmosférica de Hadley hacia latitudes más altas podrían estar de acuerdo con esta tendencia a menores precipitaciones en cotas del parque nacional.

Observaciones muy precisas, que nos ayudan a comprender cómo está cambiando la atmósfera y el clima, y que permitirán realizar mejores proyecciones futuras, solo son posibles en enclaves privilegiados como el del Observatorio de Izaña en el laboratorio natural del Parque Nacional del Teide.



# Experiencias destacadas

## Proyecto Glocharid

### Hermelindo Castro Nogueira

Director del Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global  
Universidad de Almería



Los paisajes áridos y semiáridos del sudeste ibérico y muy especialmente los de Andalucía oriental (Almería, Granada, Málaga y Jaén), constituyen escenarios de aridificación natural, de aprovechamientos tradicionales, de gestión de los escasos e irregulares recursos hídricos, y de abandono de tierras y cambios de uso del suelo. Estas características los convierten en auténticos laboratorios en donde la naturaleza ya ha ensayado escenarios de cambio semejantes a los que se predicen para numerosas áreas del Mediterráneo. Constituyen, pues, territorios donde analizar socioecosistemas representativos de zonas semiáridas y donde ensayar modelos de gestión adaptativa frente a los cambios predecibles.

En este ámbito biogeográfico se desarrolla el Proyecto Glocharid cuyo objetivo es el diseño de un sistema de indicadores y metodologías para el seguimiento de los efectos del cambio global en zonas áridas y semiáridas del levante andaluz. Puesto que tales efectos se refieren a las modificaciones del medio ambiente provocadas por el impacto de las actividades humanas que alteran la capacidad del planeta para sustentar la vida, el proyecto Glocharid incluye investigaciones en el ámbito de los impulsores del cambio, los cambios en los ecosistemas y la biodiversidad, las funciones y servicios de los ecosistemas afectados, y la gobernanza adaptativa.

En el proyecto participan un total de 13 grupos de investigación de la Universidad de Almería y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y cuenta con la colaboración de más de 50 gestores medioambientales. Sus resultados permitirán identificar los procesos ecológicos clave que se están viendo alterados y los problemas de insostenibilidad, más relevantes para la sociedad, derivados de esta alteración.

La estructura del proyecto se ha adaptado a un modelo conceptual que reúne los aspectos clave del enfoque ecosistémico:

- 1) Aproximación al seguimiento basado en el desarrollo de Plataformas de Seguimiento Socioecológicas a Largo Plazo (LTSER).
- 2) Caracterización del sistema socioecológico del área Glocharid.
- 3) El estado del arte en relación a los impulsores de cambio que operan en el sureste andaluz.
- 4) Metodologías para el seguimiento del cambio.



---

Las metodologías para el seguimiento de procesos socioecológicos se han desglosado en los siguientes apartados: impulsores de cambio, estado de los ecosistemas y de la biodiversidad, funciones y servicios de los ecosistemas, y gobernanza adaptativa.

Las metodologías de seguimiento se presentan estructuradas en un conjunto de epígrafes que se mantienen constantes en casi todas ellas: objetivos, método y esfuerzo, periodicidad, variables, estaciones de seguimiento, evaluación y testado de las propuestas de indicadores, estado y tendencias, servicios de los ecosistemas afectados, conexión con seguimientos a otras escalas espaciales, producción científica, referencias y vínculos.

El proyecto Glocharid ha ido evolucionando con la intención de convertirse en una plataforma LTSER. En el inicio, el programa de seguimiento atravesó una etapa monodisciplinar de carácter exclusivamente científico en la que los investigadores realizaron un diagnóstico de los procesos de cambio global detectables en el semiárido. Durante esta etapa se puso de manifiesto la necesidad de que para abordar este tipo de estudios era conveniente establecer sinergias entre las diferentes disciplinas científicas, así como alinear la investigación con las necesidades de la gestión.

La experiencia anterior propició que se iniciara una etapa multidisciplinar, en la que se llevó a cabo una prospección entre los científicos y gestores para detectar los principales desafíos conjuntos entre estos dos colectivos. Los resultados permitieron diseñar una metodología para desarrollar interfaces ciencia-gestión en el sureste árido andaluz. En esta etapa interdisciplinar, caracterizada por el trabajo conjunto entre científicos de diferentes disciplinas y gestores de diferentes ámbitos se pusieron en práctica dos procesos paralelos de interfaces ciencia-gestión, uno en torno al agua y otro en torno a la biodiversidad.

El análisis de los resultados de todo el proceso ha servido de base para el diseño de metodologías transdisciplinares que permitirán abordar los problemas de sostenibilidad, integrando las diferentes perspectivas que configuran los sistemas socioecológicos.

<http://www.caescg.org/proyecto-glocharid/>





## Jornada Cambio Global y Parques Nacionales: desafíos de futuro

El 28 de enero de 2015 se celebró en la Universidad Corporativa de Ferrovial, en El Escorial, la jornada de trabajo "Cambio global y parques nacionales: desafíos de futuro". El objetivo último de la reunión fue compartir, revisar y poner en valor todo el trabajo realizado en el marco de la RED DE SEGUIMIENTO DEL CAMBIO GLOBAL en la Red de Parques Nacionales, que desde sus primeros momentos ha contado con el apoyo de Ferrovial Agroman, y consensuar los principales retos de futuro. Más de una treintena de gestores e investigadores pudieron participar en la jornada.

Durante la primera parte de la reunión se hizo un repaso de las principales actuaciones y resultados derivados del trabajo realizado en el marco de la Red de Seguimiento del Cambio Global, desde sus inicios hasta el último convenio rubricado hace unos meses. Intervinieron representantes de las entidades implicadas: Valentín Alfaya, Director de Calidad y Medio Ambiente de Ferrovial, Ignacio Torres, Subdirector de la Fundación Biodiversidad, José Ramón Picatoste, de la Oficina Española de Cambio Climático, María López, de la Agencia Estatal de Meteorología, y Jesús Serrada, responsable del Plan de Seguimiento y Evaluación de la Red de Seguimiento de Parques Nacionales.

La segunda parte de la jornada se centró en la formulación compartida de una hoja de ruta en la que se fundamente el trabajo a realizar en el corto, medio y largo plazo. Entre otros retos de futuro identificados cabe destacar en primera instancia la ampliación de la Red a todos los parques nacionales, asegurando el mantenimiento de la red básica de estaciones meteorológicas. Se pueden destacar varios retos de futuro relativos a la mejora de la comunicación, como la necesidad de articular un plan de comunicación, con actuaciones muy concretas como la mejora del sitio web. En directa conexión con los temas de comunicación se consensuó la utilidad de disponer de series sintéticas para cada uno de los parques nacionales. En el capítulo de funcio-

namiento y financiación se planteó la posibilidad de una convocatoria propia. También entre las oportunidades de futuro se planteó el apoyo e impulso de la ciencia ciudadana en los parques en materia de seguimiento del cambio global, apostando en su caso por la convergencia con las líneas y programas de voluntariado.



## **COP 21: Acuerdo de París**

La Cumbre del Clima de París, celebrada del 30 de noviembre al 12 de diciembre de 2015, culminó el trabajo de cinco años de negociaciones, con la adopción de un acuerdo histórico de lucha contra el cambio climático, el Acuerdo de París. En este Acuerdo se reconocen las realidades cambiantes del mundo y la necesidad de que todos los países, en función de sus capacidades y circunstancias nacionales, pongan de su parte a la hora de reducir emisiones y de hacer frente a los impactos del cambio climático. Se establece un objetivo global de limitación del incremento de la temperatura media global por debajo de los 2 °C respecto a los niveles preindustriales, concretándose a través de una senda de reducción de emisiones a medio y largo plazo.

En materia de adaptación, se reconoce su importancia como elemento clave en la lucha frente al cambio climático, de manera equivalente a la mitigación. Así, se establece un objetivo global que persigue aumentar la capacidad adaptativa, reducir la vulnerabilidad y mejorar la resiliencia frente a los impactos del cambio climático. La adaptación es un reto global, afrontado por todos con distintas dimensiones (local, regional, nacional, internacional) y es un componente clave de la respuesta a largo plazo frente al cambio climático para proteger a la gente, a los ecosistemas y los medios de vida.

<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>

## **XI Jornadas de investigación del Organismo Autónomo Parques Nacionales**

En octubre de 2015 se celebraron en Cabañeros las XI Jornadas de Investigación de la Red de Parques Nacionales. El evento permitió dar difusión a los resultados de las investigaciones financiadas por el OAPN cuyos principales resultados se presentaron en la comunidad científica y los parques nacionales. Se presentaron 23 comunicaciones de los proyectos de la convocatoria de 2012 con el fin de realizar su seguimiento, ofrecer a los técnicos de los parques información sobre las investigaciones finalizadas y crear un espacio de encuentro y comunicación entre los gestores de los parques nacionales y los investigadores. Entre otros se presentaron los principales resultados del observatorio del cambio global de Sierra Nevada, un proyecto sobre especies invasoras a escala de la Red de Parques Nacionales y una aplicación informática de alerta temprana.

## **Seminario internacional sobre altas montañas en un mundo cambiante**

Aigüestortes acogió en noviembre de 2015 el seminario internacional sobre altas montañas en un mundo cambiante en el que participaron especialistas europeos en diversas disciplinas aplicadas a la alta montaña. Las ponencias abarcaron un amplio abanico de materias como limnología, climatología, edafología, botánica y fauna. El taller se desarrolló en varios bloques sobre los paisajes funcionales, centrado en la dinámica y los cambios en el paisaje, sobre los paisajes biodiversos, enfocado a la biología de la alta montaña, y sobre paisajes culturales, dedicado a la intervención e influencia humana en el medio natural.

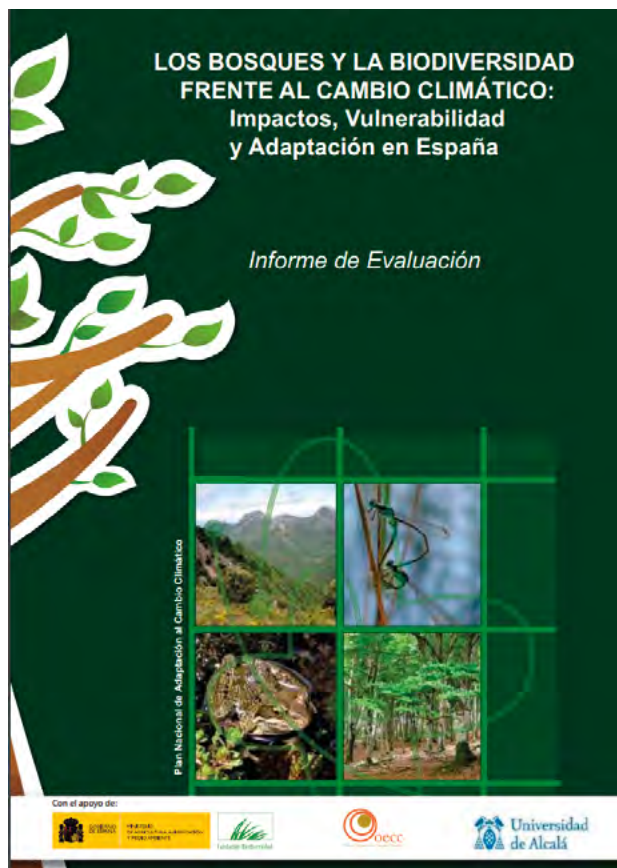


# Publicaciones

## Los bosques y la biodiversidad frente al cambio climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ha editado a finales de 2015 este informe de evaluación de los bosques y la biodiversidad frente al cambio climático, impulsado por la Oficina Española de Cambio Climático con la colaboración de la Universidad de Alcalá y la Fundación Biodiversidad, elaborado en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

En la publicación han participado un total de 140 autores de muy distintos ámbitos como son universidades y centros de investigación, nacionales e internacionales, la administración ambiental estatal y autonómica, y las organizaciones conservacionistas y sociales. Las contribuciones a la monografía se organizan en dos grandes bloques relativos a impactos y vulnerabilidad, por un lado, y a medidas de adaptación, por otro lado.



Se incluyen varias reseñas referidas a áreas protegidas, como la experiencia en transferencia de conocimientos en el Parque Nacional de Sierra Nevada en el marco del proyecto de seguimiento del cambio global, aportación de la Universidad de Granada, el artículo sobre la importancia de los espacios naturales protegidos en la adaptación al cambio climático en España, elaborado por EURO-PARC-España, y la reflexión sobre Red Natura 2000 como parte de la solución para la adaptación al cambio climático realizado desde la organización conservacionista WWF-España.

[http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/informecompletoconentradilla2\\_tcm7-408284.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/informecompletoconentradilla2_tcm7-408284.pdf)







[http://www.magrama.gob.es/imagenes/es/dossierel-cambiolobalsierranevada\\_tcm7-401051.pdf](http://www.magrama.gob.es/imagenes/es/dossierel-cambiolobalsierranevada_tcm7-401051.pdf)

## La huella del cambio global en Sierra Nevada

La huella del Cambio Global en Sierra Nevada: retos para la conservación, coordinado por Regino Zamora, Coordinador Científico del Observatorio del Cambio Global de Sierra Nevada, es un trabajo de síntesis en el que colaboran 70 autores, gestores y científicos. Se recopilan evidencias de los impactos del cambio global sobre los socioecosistemas de Sierra Nevada que han sido objeto de investigación en los últimos años.

Se presentan diversos estudios como los centrados en los cambios de uso del suelo y de la cubierta vegetal en Sierra Nevada, incluyendo diversos estudios como la evolución de los usos del suelo en los últimos 50 años y los cambios derivados en el paisaje. Se dedica un capítulo a los impactos del cambio global en los ríos y lagos de montaña, donde se aportan, entre otros, los principales resultados de los estudios de cambios en la riqueza, abundancia y composición de las comunidades de invertebrados bentónicos.

También tienen un espacio propio los análisis de las tendencias poblacionales de algunas de las principales especies de vertebrados como anfibios, aves y ungulados. Los invertebrados también son objeto de atención en la parte dedicada a la fenología, donde se presentan los trabajos realizados sobre las mariposas diurnas de Sierra Nevada.

## Proyectos de investigación en Parques Nacionales 2010-2013

Este volumen constituye la séptima entrega de la serie Investigación en la Red de Parques Nacionales. En la publicación se presentan los resúmenes científicos de un total de 17 proyectos aprobados en 2009 y que concluyeron a lo largo de 2013.

Las investigaciones realizadas incluyen aproximaciones desde las ciencias naturales, como el estudio sobre el sistema de dispersión de semillas del cedro canario en el Parque Nacional del Teide, y desde las ciencias sociales, como el estudio de los sistemas históricos de riego en el Espacio Natural Sierra Nevada.



<http://www.magrama.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/programa-investigacion/2010-2013.aspx>





*Parque Nacional del Teide.  
Javier Puertas*





RED  cambio global