

# REDD



cambio global

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



# C R É D I T O S

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

Número 6. Año 2017. 32 páginas.

<http://www.mapama.gob.es/es/red-parques-nacionales/red-seguimiento/rcg-boletin-06.pdf>



**Aviso Legal:** los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente.

## Edición:

Organismo Autónomo Parques Nacionales.

## Realización y coordinación:

Organismo Autónomo Parques Nacionales.

## Imprenta:

Cudipal Gestión Gráfica, S.L.

## Fotografías:

Fototeca CENEAM y del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, autores de los artículos.

**Portada:** Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

## Comité editorial:

Jesús Serrada Hierro y Gloria de Mingo-Sancho García (OAPN), Francisco Jorge Heras Hernández (OECC), Eva Rodríguez Rabadán (FB) y Elena Villagrasa Ferrer (Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido).



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

## Edita:

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

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es>

NIPO: 650-18-004-8

El programa de Seguimiento del Cambio Global en la Red de Parques Nacionales es una iniciativa del Ministerio de Agricultura y Pesca, 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.



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

ORGANISMO AUTÓNOMO PARQUES NACIONALES



Con la colaboración de:

ferrovial  
agremian



# Í N D I C E

<b>EDITORIAL</b>	<b>3</b>
<b>REFLEXIONES GLOBALES</b>	<b>4</b>
<b>Los parques nacionales y la ganadería extensiva: cambios de paisaje en el Pirineo en los últimos 40 años y perspectivas</b>	
Federico Fillat Estaqué, Científico Titular del IPE-CSIC hasta el 7 de noviembre de 2013	
<b>PARQUES NACIONALES: OBSERVATORIOS DEL CAMBIO GLOBAL</b>	<b>8</b>
<b>Infraestructura</b>	<b>8</b>
<b>Investigaciones</b>	<b>9</b>
<b>Influencia del depósito atmosférico en la fusión prematura del glaciar</b>	<b>9</b>
Jorge Pey Betrán, Instituto Geológico y Minero de España (Unidad de Zaragoza)	
<b>Seguimiento de precipitación y de manantiales en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido</b>	<b>10</b>
Luis Javier Lambán Jiménez, Instituto Geológico y Minero de España (Unidad de Zaragoza) Jorge Jódar Bermúdez, AquaGeo Proyectos, S.L	
<b>Seguimiento del lago Marboré</b>	<b>12</b>
María Pilar Mata Campo, Instituto Geológico y Minero de España Blas Valero Garcés, Instituto Pirenaico de Ecología. CSIC Equipo científico de los proyectos CLAM y REPLIM	
<b>Proyectos en ejecución en el marco de la Red de Seguimiento del Cambio Global en parques nacionales</b>	<b>14</b>
<b>Actividades de difusión</b>	<b>16</b>
<b>ESPECIAL ORDESA Y MONTE PERDIDO</b>	<b>18</b>
<b>Cambio global: la visión del gestor</b>	
Entrevista a Manuel Montes Sánchez, Director del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido	
<b>Cambio global: la visión del investigador</b>	
Entrevista a María Begoña García González, Investigadora del Instituto Pirenaico de Ecología, dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas	
<b>PARÁMETROS DE CAMBIO</b>	<b>22</b>
<b>Las masas de nieve-hielo como indicadores de cambio global</b>	
Miguel Bartolomé Úcar, María Leunda Esnaola, Esteban Alonso González, Jesús Revuelto Benedí, Ibai Rico Lozano, Juan Ignacio López Moreno, Ana Moreno Caballud, Departamento de Procesos Geoambientales y Cambio Global, Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), Zaragoza	
<b>EXPERIENCIAS DESTACADAS</b>	<b>26</b>
<b>Proyecto GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments)</b>	
Luis Villar Pérez y Juan José Jiménez Jaén (Instituto Pirenaico de Ecología, IPE-CSIC), José Luis Benito Alonso (Jolube Consultor Botánico, Jaca)	
<b>NOVEDADES</b>	<b>28</b>
<b>PUBLICACIONES</b>	<b>30</b>



*Cascada de la Cueva*  
*Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*

Las montañas ibéricas han sido explotadas de forma menos intensa que las zonas bajas, que poseen un relieve más suave y unas condiciones climáticas más benignas. Por este motivo, han conservado un conjunto de hábitats y una biodiversidad únicos, y unas modalidades de uso del territorio más estrechamente adaptadas a las circunstancias ambientales. Este ha sido, sin duda, el caso de los Pirineos, que constituyen uno de los grandes tesoros ecológicos y culturales de nuestro país.

En el corazón de este espacio, Ordesa y Monte Perdido ha destacado por la singularidad de su patrimonio natural y sus paisajes, que propiciaron su declaración, hace ya casi un siglo, como Parque Nacional junto con el de Covadonga. Fueron los dos primeros parques declarados en nuestro país, estando también entre entre los primeros de Europa.

El Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido cumplirá en breve cien años. Un siglo es mucho tiempo para un proyecto humano, dando la razón a quienes defienden que los parques nacionales son excelentes observatorios de los cambios a largo plazo que acontecen en los sistemas naturales, al ser, en sí mismos, proyectos de largo plazo.

Las montañas muestran, en apenas unas decenas de kilómetros, fuertes contrastes ambientales: las diferentes altitudes, orientaciones, pendientes y litologías crean un amplio muestrario de condiciones para la vida y, en consecuencia, unos sistemas ecológicos diversos que poseen diferentes vulnerabilidades y formas de respuesta ante los cambios.

Pero, además, las montañas expresan con una especial claridad los efectos de los cambios globales y, en particular, del cambio climático. Su escaso grado de artificialidad y la diversidad de sus sistemas naturales, estrechamente dependientes de las condiciones climáticas, las convierten en observatorios que nos permiten observar los impactos del cambio climático, comprender las respuestas adaptativas de las especies y los ecosistemas ante el cambio global, así como las implicaciones de esos cambios.

En Ordesa se expresan con claridad multitud de fenómenos intrínsecamente relacionados con el cambio global: el retroceso de los glaciares y de la nieve, las migraciones altitudinales de la fauna y la flora en respuesta al calentamiento global, los desajustes entre los ritmos biológicos de especies tradicionalmente interdependientes, los cambios en las modalidades de uso del territorio, etc. Por todo ello el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido constituye un libro singular que nos puede ofrecer lecciones valiosas de cara al futuro.

Esta conjunción de factores justifica sobradamente la decisión de dedicar este sexto boletín de la Red de Seguimiento del Cambio Global al Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, un espacio de montaña poco alterado, pero intensamente estudiado. Los proyectos realizados en este territorio arrojan una valiosa luz para comprender cómo se expresa el cambio climático en una cordillera que encierra un patrimonio sobresaliente y que proporciona unos servicios ambientales que son la base del bienestar de comunidades rurales y urbanas, al norte y al sur de los Pirineos.



## Comité Editorial



# Reflexiones globales

## Los parques nacionales y la ganadería extensiva: cambios de paisaje en el Pirineo en los últimos 40 años y perspectivas

**Federico Fillat Estaqué**

Científico Titular del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC) hasta el 7 de noviembre de 2013



Podemos estar de acuerdo en que las declaraciones de algunos parques nacionales españoles se hicieron sobre territorios en los que gran parte de sus atractivos provenían precisamente de una explotación ganadera heredada de muchos siglos atrás. En algunos casos incluso fueron zonas de caza antes de ser realmente pastos para ganado y, allí mismo, los primitivos cazadores del Pirineo fueron superando los inconvenientes de las últimas glaciaciones. Con la regresión de los



Vacas de ganaderos del Valle de Vió pastando en el Puerto Bajo de Góriz.

hielos también los renos pirenaicos se desplazaron hacia el norte de Europa, pero seguramente sus recorridos en manada y los repetitivos desplazamientos estacionales servirían de modelo para los ganaderos y sus rebaños.

### La atracción ciudadana por un paisaje diverso

Posiblemente jugar en un campo de golf sólo con hoyos, sin *bunkers*, acabaría siendo monótono. Podría mejorarse si se mantuviesen las dificultades naturales que seguramente existirían en el terreno antes de transformarlo en campo: imaginemos que en lugar de fosos artificiales con arena transportada de otros lugares hubiesen de sortearse peñascos, humedales, bosquetes o zonas muy pendientes, sería reproducir un diseño que ya sólo existe en lugares muy especiales de Inglaterra o Escocia donde se inició el golf.

Para los pastos de altura en el Pirineo y su relación con el bosque podríamos pensar en modelos parecidos al campo de golf, ni todo césped ni todo *bunkers*, o sea, ni todo bosque ni todo pasto. En realidad gran parte de la superficie pastoral actual proviene de la demanda medieval de una montaña densamente poblada y en la que el pastoreo en las cumbres alpinas no fue suficiente y hubo que ampliarlo a los bosques vecinos, de altitudes más bajas. Los pastos se extendieron hasta cotas próximas a los prados algo alejados de los pueblos, creándose en ciertas zonas corredores de hierba casi desde las proximidades del pueblo hasta las cumbres.

Los conjuntos actuales de nuestros parques nacionales de la montaña alpina (Los Picos de Europa, Ordesa y Monte Perdido, Aigüestortes i Estany de San Maurici) podríamos asimilarlos a los orígenes de los campos de



golf ingleses y escoceses en los que todo parece estar en su sitio correcto, permitiendo simultáneamente practicar deporte y admirar el vuelo de mariposas y libélulas, escuchar el canto de las aves que anidan en setos y bosquetes, en suma, sentirse bien con uno mismo y su entorno.

### La ganadería extensiva y la conservación en los parques de montaña

El sobrepastoreo de la época medieval y el abandono de muchas zonas actuales serían los dos extremos entre los que debería mantenerse la gestión ganadera de montaña. Se suele calificar de *ganadería extensiva* a la que es capaz de realizar esa función, que no supera una carga determinada y simultáneamente domina los rebrotes de los arbustos que tienden a recuperar el bosque primitivo del que procedían. Los animales están frente al arbusto en el momento en que lo pueden

dominar, son conducidos y controlados en zonas progresivamente más altas, siguiendo el ritmo del crecimiento primaveral de la hierba, sin permanecer demasiado tiempo en lugares que acabarían pisoteados y erosionados; tampoco conviene pasarse de fertilización y acabar contaminando. Todos estos aspectos constituyen la forma correcta de practicar la gestión extensiva del ganado en montaña.

Por otra parte, existe suficiente información para considerar los servicios de la ganadería extensiva como elementos muy importantes para el bienestar humano, formando un ciclo completo de transformación de productos de bajo valor energético y muy dispersos (hierba y matorrales) en otros de alto valor energético y concentrados (carne y leche); se recolectan de una forma respetuosa con el funcionamiento del ecosistema pastoral, sin excesos ni defectos de carga.



Ovejas de raza *Churra* de la familia Noguero, de Fanlo en una majada del Puerto Bajo de Góriz.





Ovejas de raza *Churra* de la familia Noguero, de Fanlo en una majada del Puerto Bajo de Góriz.

## Cambios recientes

Podríamos suponer que la intensificación ganadera industrial obligó a acuñar, por comparación, el calificativo de ‘extensiva’ para la otra ganadería, la que no había participado de la *revolución verde* de la posguerra. Años después se añadió la variante de ‘ganadería ecológica’ y resultó un nuevo intento, ya más regulado de lo que era la extensiva para, recientemente, reconocerse que la ganadería extensiva en las zonas de pastoreo es ‘uno de los sistemas alimentarios más sostenibles del planeta’ (El pastoralismo y la economía verde – ¿un nexo natural? *UICN*, 2014).

Hace unos años, al preguntar a los ganaderos de dos valles del Pirineo occidental aragonés sobre cambios en el clima de los pastos de verano, respondieron que los habían obser-

vado (el 75 % de los encuestados en uno de ellos y el 81 % en el otro valle) y muchos también añadieron cambios relacionados con los arroyos o con los manantiales.

La observación más frecuente fue la del cambio en las temperaturas de invierno y las nevadas. Decían que la nieve era más abundante y caía antes y que las temperaturas eran más frías; en cambio, los inviernos actuales son más cálidos y secos. Un ganadero explicaba que en los pasos de montaña la nieve duraba casi todo el año mientras que ahora desaparece. Varios pastores observaban menos precipitaciones que en el pasado: lluvias de 7-8 días, ahora sólo duran 1 ó 2 días y, en otoño, empezaban más tarde que ahora. Algunos consideraban más impredecible el tiempo actual y que las nevadas empiezan más tarde en otoño y las heladas tardías cau-



san pérdidas en las producciones de hayucos. Sobre los arroyos y manantiales, un 50 % veía menos agua para abreviar los ganados en verano, mientras el otro 50%, no había notado cambios. Todos sabían que el agua del verano dependía de las nevadas y de las lluvias del propio verano, con pocas nevadas y sin lluvias, las fuentes se secaban. Daban también mucha importancia al cuidado de las fuentes diciendo que ya no se hacía como antes (Fernández y Fillat, 2012).

Un estudio sobre los pastos del Pirineo central aragonés, entre 1980 y 2000, resumía que en los pastos, el matorral había sido la comunidad vegetal más cambiante y, por debajo de los 2100 m de altitud, se había matorralizado la cuarta parte de los pastos ralos y casi otra cuarta parte de los pastos densos; una tercera parte del matorral ya existente se había poblado de árboles. Los principales factores determinantes en los cambios detectados en los pastos habían sido los relacionados con el uso del suelo; el abandono de la gestión del monte (ausencia de desbroces y quemas), la práctica desaparición de los pastores que

dirigen el ganado y la reducción de la cabaña ganadera ovina y caprina paralela al aumento del vacuno (Gartzia, 2016).

### Reflexiones finales

Una publicación reciente se hacía una pregunta general sobre 'La conservación de nuestro entorno y las leyes que nadie entiende ¿para qué y para quién?' (Aisa, 2017). Por otra parte, la UICN encontraba muy interesante la ganadería extensiva en las tierras de pastoreo, por tanto, persiste la necesidad de modular unos ajustes que mejoren la idea de que la conservación debe ir de la mano de la producción o, mejor aún, que todo tipo de producción en montaña tiene que ser muy respetuoso con el medio frágil en el que se desarrolla. Los parques nacionales de la montaña alpina española son ese formidable escenario en el que deben coincidir y progresar estas ideas, muy demandadas ya por la sociedad. Constituyen entornos privilegiados para desarrollar un entendimiento eficaz entre el modo de vida rural y el urbano, sepamos pues potenciarlos entre todos.



## Infraestructura

### Cambios en la titularidad de estaciones

Desde 2008, el Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN), la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y la Fundación Biodiversidad (FB) vienen trabajando en el seguimiento del cambio global en la Red de Parques Nacionales, con la cobertura de sucesivos convenios de colaboración y, sobre todo, con una buena trayectoria de trabajo conjunta y coordinada.

Muchas son las iniciativas para hacer un seguimiento del cambio global en los parques nacionales tanto por iniciativa de cada parque como a nivel de Red. Para ello, las instituciones anteriores impulsaron una Red de Estaciones Meteorológicas –también una boya oceanográfica–, conocida como Red de Seguimiento de Cambio Global (RSCG), que permite tomar datos in situ para el análisis y conocimiento de los cambios globales, en especial de los ocasionados por el cambio climático. La infraestructura puesta a disposición de la RSCG ha pertenecido y/o pertenece a diferentes entidades (FB, OAPN, parques...).

La Agencia Estatal de Meteorología tiene la condición de autoridad meteorológica del Estado y presta los servicios meteorológicos de competencia estatal. Con esta premisa, en el marco del vigente Convenio para el Funcionamiento de la Red de Seguimiento del Cambio Global, la AEMET se ha comprometido a *“Asumir la titularidad, la gestión y el mantenimiento de las diferentes estaciones meteorológicas de la RSCG... supeditada al establecimiento previo de los correspondientes acuerdos de cesión dictados por autoridad competente y de acuerdo con la normativa que le sea de aplicación...”*

Por ello, se firmó en junio el acuerdo global de cesión a la AEMET de las 17 estaciones que eran titularidad de la FB. Próximamente, se firmará el acuerdo de cesión a la AEMET de 2 estaciones de titularidad del OAPN; la de Alcornquera en el Parque Nacional de Cabañeros y la estación de Torla en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. La AEMET asumirá, por tanto, la titularidad de la mayoría de estaciones de la RSCG y, con ello, su gestión y mantenimiento.

### Protocolo de incorporación de estaciones en la RSCG

Para impulsar la Red de Seguimiento del Cambio Global de forma ordenada y responsable, las instituciones que colaboran en el funcionamiento de esta RSCG han aprobado un protocolo de inclusión de estaciones y boyas que se debe aplicar tanto a la infraestructura actual como a aquella que en un futuro solicite formar parte esta red.

El protocolo aprobado recientemente recoge el procedimiento de inclusión de una estación o boya a esta red; tanto si su titularidad es del OAPN como si pertenece a los propios parques o a instituciones que colaboren con ellos, será necesario aplicar el protocolo a fin de garantizar el compromiso respecto a requisitos de instalación, mantenimiento, calidad y custodia de datos y su disposición pública y, con ello, asegurar el funcionamiento de la RSCG.

Los datos de las estaciones o boyas a las que se haya aplicado el protocolo para formar parte de la RSCG, tras su validación, estarán integrados –en la medida de lo posible– en las Bases de Datos de la RSCG así como en las de AEMET, o incorporadas a otras bases de datos públicas.



## Investigaciones

### Influencia del depósito atmosférico en la fusión prematura del glaciar

**Jorge Pey Betrán**

Instituto Geológico y Minero de España (Unidad de Zaragoza)



En 2016, gracias a la financiación del proyecto de investigación DONAIRE (<http://www.igme.es/DonaireProject/default.htm,CGL2015-68993-R>), se ha comenzado el seguimiento de la cantidad y características físico-químicas de los aportes atmosféricos en diferentes entornos de la geografía española, uno de ellos el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Para este proyecto, se ha instalado un colector para la captación de la deposición atmosférica total en las inmediaciones del antiguo parador del Parque, a una altitud de 1250 m.s.n.m. La periodicidad del muestreo es de 15 días.

La justificación de este estudio es múltiple. Por una parte se realiza un control físico-químico de los aportes, prestando atención a los aportes de nutrientes (nitratos, fósforo y hierro libre) que son esenciales para entender e interpretar la dinámica de algunos ecosistemas acuáticos. Por otro lado se monitoriza el aporte desde la atmósfera de sustancias contaminantes que, aunque emitidos en zonas distantes, pueden alcanzar el Parque Nacional bajo determinadas condiciones meteorológicas. Además, se está estudiando el aporte de partículas naturales (como el polvo del Sáhara) y antrópicas (como el hollín) y se pretende establecer una relación entre dichas aportaciones y su potencial para producir una fusión prematura del manto nival.

Es importante continuar este estudio de monitoreo a largo plazo con el fin de identificar patrones o tendencias estacionales o climáticas, tanto en la cantidad de aportaciones como en la variabilidad geoquímica de las mismas. En un escenario de cambio climático como el actual, con una clara modificación de los patrones meteorológicos habituales y una prolongación de los periodos estivales, la naturaleza y la composición de las transferencias atmosféricas va a cambiar, y por tanto los impactos que generarán dichos cambios van a producirse. El saber interpretar algunos de los cambios que se observarán en el futuro y poder anticiparse a que se produzcan algunos de esos cambios necesita del seguimiento de múltiples parámetros, y sin duda las transferencias desde la atmósfera hacia la superficie terrestre (biosfera+hidrosfera+litosfera) son una pieza fundamental.

Los resultados preliminares del proyecto muestran que la vertiente Sur del Pirineo actúa como una barrera sobre la cual se depositan gran parte de las aportaciones de partículas atmosféricas que vienen de los sectores Este-Sur-Oeste. Una prueba de ello es el aporte de polvo sahariano: mientras que es un tipo de partícula que viene del Sur, desde una distancia superior a 2.000 Km, la aportación neta anual en la zona del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido multiplica a la que se observa en zonas más próximas al área fuente, como puede ser el valle del Ebro, las Islas Baleares o la zona del Sureste peninsular.



<https://spiritproject.wordpress.com/research-team/>



## Investigaciones

### Seguimiento de precipitación y de manantiales en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido

**Javier Lambán Jiménez**

Instituto Geológico y Minero de España  
(Unidad de Zaragoza)

**Jorge Jódar Bermúdez**

AquaGeo Proyectos, S.L.

#### Infraestructura para el seguimiento del agua

El Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido constituye el mayor macizo montañoso calcáreo de Europa Occidental y el karst de mayor altitud de toda Europa. Las aguas subterráneas, a través de los numerosos manantiales, juegan un papel esencial, tanto en la génesis, desarrollo y evolución del paisaje como en el mantenimiento de la enorme biodiversidad de los ecosistemas del mismo.

El IGME, como acciones complementarias al proyecto de investigación: “Análisis del funcionamiento hidrogeológico de humedales dependientes del agua subterránea” (2013-2016 Ref. IGME 2316)”, ha instalado estaciones para el muestreo de la precipitación y una estación de aforos en la desembocadura del Río Arazas para estudiar el funcionamiento hidrogeológico y evaluar el impacto del cambio climático en los recursos hídricos del parque.

Para el muestreo de la precipitación (lluvia y/o nieve) se dispone de dos estaciones, una junto al Refugio de Góriz, a 2.200 m s.n.m, y otra en el antiguo Centro de Visitantes del Parador de Ordesa, a 1.250 m.s.n.m. Se toman muestras de precipitación acumulada de periodos comprendidos entre uno y tres meses. La toma de muestras se hace de tal

manera que se evita el fraccionamiento isotópico por evaporación. En ambas estaciones se toman datos de la precipitación y del polvo atmosférico, y se analiza los porcentajes de isótopos del O ( $d^{18}O$ ) y del H ( $d^{18}H$ ).

Por otro lado, se ha instalado una estación de aforos en el Puente de la Ereta en el río Arazas, antes de su confluencia con el Río Ara (Fig.1). La estación de aforos tiene un sistema de medida de nivel por radar RLS, justo debajo del puente. El equipo está protegido y configurado para realizar automáticamente la medida del caudal del río y el envío de estas medidas de manera telemática a la base de datos donde se recoge esta información. El seguimiento de los aforos está siendo realizado por el Servicio de Hidrología y Aforos de la Confederación Hidrográfica del Ebro.



Figura 1. Estación de aforos en el Puente de la Ereta (Río Arazas)

#### Análisis hidrogeoquímico e isotópico de precipitación y manantiales

La información recopilada en las estaciones de precipitación y en la de aforos está permitiendo analizar e investigar la composición química e isotópica, tanto de la precipitación como de las aguas subterráneas. El objetivo es conocer el funcionamiento hidrogeológico de los acuíferos existentes en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, con el fin de contribuir a su gestión y conservación.



Los análisis del agua subterránea muestran dos tipos principales de facies (Fig. 2): una bicarbonatada cálcica o bicarbonatada cálcica-magnésica y, en algunos manantiales, sulfatada cálcica. Las diferentes facies dependen de los materiales a través de los cuales el agua subterránea fluye. Las dos facies principales evidencian la naturaleza carbonatada de los materiales permeables existentes en el parque. La temperatura media ( $T^a$ ) de las aguas es de 7,7 °C y la conductividad eléctrica media (CE) de 356 mS/cm. Únicamente, el manantial termal de la Fuen dero Baño con temperatura media de 24 °C y conductividad eléctrica media de 2.980 mS/cm presenta unas facies sulfatada clorurada sódica.

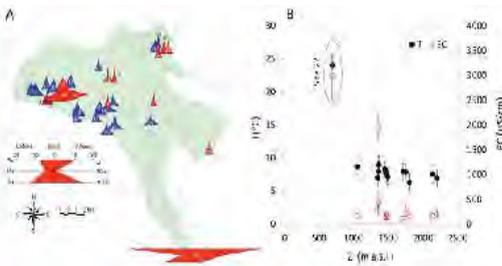


Figura 2. (A) Diagramas de Stiff modificados en los manantiales del PNOMP. (B)  $T^a$  (círculo relleno) y CE (círculo vacío) de campo media y desviación estándar. (22) Fuendero Baño.

Las precipitaciones procedentes del Océano Atlántico constituyen la principal fuente de recarga, como se deduce a partir del contenido medio estacional en  $\delta^{18}O$  y  $\delta^2H$  (Lambán et al. 2015). Las muestras de precipitación obtenidas, con un exceso de deuterio del 10%, están próximas a la Línea Meteorica Mundial (que es la media mundial de la proporción de isótopos del H y del O en las aguas terrestres naturales). En los manantiales, la composición isotópica durante el otoño, invierno y primavera muestra un exceso de deuterio mayor, próximo al 18%.

Se observa una variación estacional en  $\delta^{18}O$  y  $\delta^2H$ , tanto en la precipitación como en las aguas subterráneas. Además, se ha observado una relación lineal entre la amplitud de la oscilación entre el  $\delta^{18}O$  y  $\delta^2H$  y la cota topográfica (altitud) a la que se muestrea la precipitación (Fig. 3A), obteniendocota de recargapara los manantiales comprendida entre los 1950 y 2600 m s.n.m (Fig. 3A) (Jódar et al 2016).

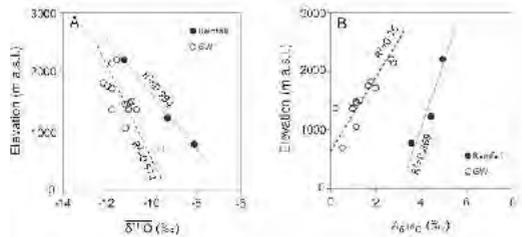


Figura 3. (A) Relación entre el contenido isotópico ( $\delta^{18}O$ ) y la cota topográfica (altitud). (B) Relación entre la amplitud de la oscilación estacional ( $A_{\delta^{18}O}$ ) y la cota topográfica (altitud) obtenida para la precipitación (símbolos relleno) y las aguas subterráneas (símbolos vacíos). En ambas figuras, para las muestras de precipitación el término cota hace referencia a altitud a la que está instalado el pluviómetro donde se muestrea la lluvia. En el caso de las muestras de agua subterránea la cota hace referencia a la cota de recarga asociada al manantial.

Las relaciones anteriores han permitido estimar los tiempos de tránsito del agua muestreada en los manantiales del valle de Ordesa en los que se realiza un muestreo periódico de su composición isotópica y sus caudales. En la mayoría de los casos los tiempos de tránsito están comprendidos entre uno y dos años. Estos valores tan bajos del tiempo de tránsito ponen de manifiesto que el sistema hidrogeológico tiene muy baja inercia. Esto se traduce en un movimiento excesivamente rápido en las aguas subterráneas y, con ello, el sistema hidrogeológico muy susceptible a las variaciones en la recarga de las aguas subterráneas, lo que subraya la fragilidad de los ecosistemas que dependen de estas.



## Investigaciones

### Seguimiento del lago de Marboré

**Maria Pilar Mata Campo**

Instituto Geológico y Minero de España

**Blas Valero Garcés**

Instituto Pirenaico de Ecología. (IPE-CSIC)

#### **Equipo científico de los proyectos CLAM y REPLIM**

El lago de Marboré está situado a 2.692 m de altitud junto al glaciar y Pico de Monte Perdido, en el circo de Tucarroya, en un emblemático paraje forjado por la última glaciación en los Pirineos. Su remota situación y las adversas condiciones atmosféricas reinantes, que lo cubren de hielo y nieve durante al menos 9 meses al año, han impedido disponer de parámetros limnológicos básicos como en otros lagos de alta montaña de la Península Ibérica ubicados en Parques Nacionales tales como los ya existentes para la Laguna de Peñalara, en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama o los del Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici.

Los escasos datos disponibles hasta el 2012, provienen de los análisis preceptivos realizados por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) entre 2007 y 2013 en cumplimiento de la Directiva Marco del Agua que, aun siendo escasos, nos dan una clara idea del estado de conservación del lago. Según estos estudios, el lago queda definido como de alta montaña, profundo y de aguas alcalinas, con valores de clorofila-a (0,65 mg/L), biomasa (0,71 mm<sup>3</sup>/L), pH (8.8) y Pt (9,1 mg/ mm<sup>3</sup>) lo que le confiere un nivel de calidad ecológica y química de bueno a muy bueno.

Desde el año 2012, y en el contexto de dos proyectos financiados por el Organismo Autónomo Parques Nacionales, se están realizando medidas de las propiedades físicoquímicas y biológicas de las aguas del lago, con el fin de estudiar el funcionamiento del mismo y diseñar un programa de seguimiento que permita evaluar las modificaciones de este sistema ante los cambios globales. En los próximos años la monitorización se continuará en el marco del proyecto REPLIM (*Red de Observatorios de Ecosistemas Sensibles al Cambio Climático en el Pirineo*) financiado por INTERREG-POCTEFA cuyo objetivo es crear un observatorio del cambio climático en el Pirineo basado en una red de lagos y turberas.

Para cumplir estos objetivos, se fondeó una boya de seguimiento en la parte más profunda del lago (23 m) y se colocaron 5 termistores para la medición en continuo de la temperatura de la columna de agua a 0.5, 5, 10, 15 y 19 m de profundidad. Durante el periodo estival se realizan perfiles físico químicos en la columna de agua con sondas multiparamétricas con la medida de: temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, pH, potencial redox, concentración de oxígeno disuelto, presión total de gases disueltos, intensidad de la radiación fotosintéticamente activa, y concentración de clorofila-a. Paralelamente se toman muestras de agua cada 5 metros de profundidad para analizar aniones mayoritarios (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), carbono orgánico e inorgánico disuelto, cationes mayoritarios y metales traza (Na, K, Mg y Ca).

Los datos procedentes de los registradores de temperatura (2012-2016) nos han permitido definir el funcionamiento térmico del lago.

La temperatura máxima de la superficie ha sido de 10-11°C en agosto para los años 2013/2014, siendo 3°C superior durante el verano de 2015 debido a las altas temperatu-



ras estivales de los dos últimos veranos y que también afectaron a esta zona del Pirineo. Estos perfiles de temperatura nos permiten saber que el periodo en el que el lago se estratifica térmicamente es muy breve, de agosto a septiembre, y que la termoclina se sitúa como a 6-7 m de profundidad, con temperaturas de la zona inferior de la columna de agua en torno a 4-7 grados. En invierno la superficie del lago permanece helada durante casi 9 meses, con temperaturas en torno a cero grados estando el fondo del lago a temperaturas ligeramente superiores a la superficie (4 °C), produciéndose de este modo una estratificación inversa a la estival y pudiéndose clasificar el lago como un lago dimíctico frío.

La mayor parte de los parámetros analizados en las muestras de agua muestran valores esperados para un lago de alta montaña ultra-oligotrófico con niveles de oxigenación altos y contenidos en nitratos < 1 mg/l, de TOC < 0,2 – 0,8 mg/l, P < 6 µg/l, y SiO<sub>2</sub> 0,3 mg/l. El pH es ligeramente inferior al medido por la CHE. El contenido en metales traza es muy bajo, pero se han observado cantidades apreciables de Fe, Zn, Co, Cu y Mn en torno a la termoclina, patentes el año 2013 cuando aún existía estratificación térmica, y cuyo origen más probable es por arrastre de metales de la propia cuenca hidrográfica.

Los datos disponibles hasta el momento siguen siendo escasos debido a la inaccesibilidad y el alto coste de los trabajos necesarios a desarrollar en un breve espacio temporal, sin embargo, con los datos obtenidos en estos proyectos y aquellos a obtener en el proyecto REPLIM, podemos empezar a definir los parámetros clave

que debemos monitorizar en el futuro próximo. El trabajo en red que se desarrollará en el proyecto REPLIM será fundamental para entender la dinámica espacial (gradientes Este – Oeste, altitudinales y en ambas vertientes) y temporal (integrando monitorización y cambios anteriores basados en reconstrucción paleolimnológicas) y avanzar en la definición de protocolos de medidas de propiedades limnológicas. Hasta el momento parece importante seguir con la medida y estandarización de las medidas de pH, nitratos y fosfatos para poder predecir episodios de acidificación o de aporte de nutrientes (N,P) por vía atmosférica. Por otro lado, y debido al aumento de temperatura previsible para los próximos años y detectado en las aguas superficiales del lago durante el verano del 2016, es necesario seguir controlando las posibles variaciones del régimen térmico mediante la descarga y estudio de los perfiles de temperatura procedentes de los registradores instalados en el lago. Esto no tendría sentido sin la realización periódica y paralela de estudios limnológicos integrales para determinar el impacto que estos cambios físico químicos inducen en la diversidad y tipología del fitoplancton, microinvertebrados, plantas acuáticas y en los procesos limnológicos.



Lago o Ibón de Marboré  
Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido



## Proyectos en ejecución en el marco de la Red de Seguimiento del Cambio Global en parques nacionales

En el cuadro se sintetizan las claves de los proyectos de investigación enmarcados en la Red de Seguimiento de Cambio Global que se están desarrollando a fecha de 31 de octubre de 2017.

PROYECTO
SEGUIMIENTO A LARGO PLAZO DE COMUNIDADES MICROBIANAS EN LAGOS DE ALTA MONTAÑA Y DE LA DISPERSIÓN REMOTA MEDIANTE AEROSOLAS ATMOSFÉRICOS EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO GLOBAL
NIDALES COMO HERRAMIENTA DE CONSERVACIÓN Y SEGUIMIENTO DE POBLACIONES DE PÁJAROS FORESTALES: EFECTOS DEL CAMBIO GLOBAL, ALTITUD Y MANEJO FORESTAL EN EL PN DE GUADARRAMA
DINÁMICA DE LA BIODIVERSIDAD EN MONTAÑA. RED DE SEGUIMIENTOS DE ESPECIES Y HÁBITATS, PARA EVALUAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO GLOBAL
PROYECTO BIOGLOB-SEGUIMIENTO DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO GLOBAL EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DEL PARQUE NACIONAL DE LOS PICOS DE EUROPA
CAMBIO CLIMÁTICO Y ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN LA RED DE PARQUES NACIONALES: DIAGNÓSTICO, ADAPTACIÓN Y GOBERNANZA
ACTUACIONES DE GOBERNANZA MEDIANTE IMPLICACIÓN SOCIAL Y DESARROLLO DE ACCIONES DE MITIGACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y DEL CAMBIO GLOBAL EN EL LAGO ENOL, EN EL PARQUE NACIONAL DE LOS PICOS DE EUROPA
EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LOS HÁBITATS: ¿HA HABIDO YA CAMBIOS EN EL PARQUE NACIONAL DE LA SIERRA DE GUADARRAMA?
APORTES DE POLVO SAHARIANO Y BLACK CARBON EN PIRINEOS Y SIERRA NEVADA: ¿FAVORECEN LA PÉRDIDA NIVAL PREMATURA? AERONIVAL
PROYECTO IVERCAM: DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS VERDES COMO MEDIDA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS DE MONTAÑA DE LA PENÍNSULA IBÉRICA
CONTROL Y ALERTA TEMPRANA DE ESTADOS ECOHIDROLÓGICOS CRÍTICOS EN ZONAS DE DEHESA Y ALTA MONTAÑA MEDIANTE FOTOGRAFÍA TERRESTRE
LA CERTIFICACIÓN FORESTAL COMO INSTRUMENTO DE GESTIÓN FORESTAL ADAPTATIVA

## El Plan PIMA-Adapta impulsa la investigación

El Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España (PIMA-Adapta) es una iniciativa que lanzó el MAPAMA en marzo de 2015 con el objetivo de poner en marcha, con carácter pionero y con vocación de continuidad en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático a través de la Oficina Española de Cambio Climático (OECC). PIMA-Adapta se enmarca dentro del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

En el año 2016 la Fundación Biodiversidad lanzó una convocatoria de ayudas extraordinaria, en colaboración con la OECC y financiada con fondos del PIMA ADAPTA, específica para proyectos en materia de



ORGANISMO	PARQUE NACIONAL	FINANCIACIÓN
CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS DE BLANES (CEAB)	RED	OAPN
MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES (MNCN)	SIERRA DE GUADARRAMA	OAPN
INSTITUTO PIRENAICO DE ECOLOGIA (IPE)	ORDESA Y MONTE PERDIDO	OAPN
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	LOS PICOS DE EUROPA	FB
AGENCIA ESTATAL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS CSIC	RED	FB –PIMA Adapta
IGME INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA	LOS PICOS DE EUROPA	FB –PIMA Adapta
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE LA BIOLOGÍA DE CONSERVACIÓN DE PLANTAS	SIERRA DE GUADARRAMA	FB –PIMA Adapta
IGME INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA	ORDESA Y MONTE PERDIDO Y SIERRA NEVADA	FB –PIMA Adapta
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	LOS PICOS DE EUROPA, SIERRA DE GUADARRAMA Y SIERRA NEVADA	FB –PIMA Adapta
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	SIERRA NEVADA	FB –PIMA Adapta
FSC-España	SIERRA DE GUADARRAMA	FB –PIMA Adapta

adaptación al cambio climático. Esta convocatoria cuenta con un presupuesto de 2,5m€ en la que se recibieron un total 384 propuestas, de las cuales se han seleccionado 68, desarrollándose siete de ellas en parques nacionales.

El Organismo Autónomo Parques Nacionales ha puesto en marcha una nueva convocatoria de su Programa anual de Investigación, con un importe máximo inicial de 1.144.511,15 €, de los cuales 700.000 € provienen del Plan PIMA-Adapta. *Se puede consultar la resolución de 3 de noviembre de 2017 en [www.mapama.gob.es/es/red-parques-nacionales/programa-investigacion/convocatoria-2017.aspx](http://www.mapama.gob.es/es/red-parques-nacionales/programa-investigacion/convocatoria-2017.aspx).*



## Actividades de difusión

### Informes de resultados de las iniciativas de seguimiento del Plan de Seguimiento y Evaluación de la Red de Parques Nacionales

El Organismo Autónomo Parques Nacionales, atendiendo a sus competencias de coordinación general de la Red de Parques Nacionales, desarrolla en colaboración con las comunidades autónomas y el Comité Científico de Parques Nacionales diversas iniciativas de seguimiento enmarcadas dentro del Plan de Seguimiento y Evaluación de la Red de Parques Nacionales que se comenzó a desarrollar en 2008.

Todas estas iniciativas de seguimiento cuentan con protocolos comunes y homologables, y permiten la integración y el análisis de datos conforme a las exigencias y criterios de carácter científico que les son de aplicación a nivel europeo e internacional.

Los últimos resultados publicados se corresponden a la campaña de 2015 de seis de estas iniciativas de seguimiento en la Red de

Parques Nacionales (Seguimiento de datos socioeconómicos en la áreas de influencia socioeconómica, Análisis de los datos meteorológicos de la Red de Seguimiento del Cambio Global, Seguimiento del estado fitosanitario de las masas forestales, Seguimiento de la fenología de especies forestales, Seguimiento de especies indicadoras de cambio climático y Seguimiento de aves comunes reproductoras e invernantes) que, por sus características, tienen una periodicidad de toma de datos igual o inferior al año, de manera que pueden ofrecer resultados al menos anualmente.

En la página Web del Plan de Seguimiento y Evaluación de la Red de Parques Nacionales están disponibles los informes de resultados completos para estas iniciativas, así como un breve resumen de cada una. De igual manera, en la misma página Web hay información del Plan y de cada una de las iniciativas que lo conforman. (<http://www.mapama.gob.es/es/red-parques-nacionales/plan-seguimiento-evaluacion/seguimiento.aspx>)

Ya se está trabajando en los informes correspondientes a la campaña de 2016, que según vayan finalizándose se pondrán a disposición en la página Web junto con los anteriores.



*Puesta de *Dipsosaurus pini* sobre *P. uncinata*  
Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.  
Seguimiento de especie indicadora de cambio global  
en la Red de Parques Nacionales. Árbol Técnicos, SL*





# Especial Ordesa y Monte Perdido

## Cambio global: La visión del gestor

### Entrevista a Manuel Montes Sánchez

Director del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido

### ¿Qué valor tiene para la gestión la integración del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido en la red de Seguimiento del Cambio Global, y en particular la instalación y mantenimiento de estaciones meteorológicas?

Su mayor utilidad es aportar datos a la comunidad científica que desarrolla sus proyectos de investigación en el Parque Nacional, los cuales servirán después para adoptar decisiones de gestión. Cabe resaltar que Ordesa y Monte Perdido es, desde 2010, un nodo de LTER-España.

En nuestro Parque Nacional contamos con 6 estaciones meteorológicas: una automática, la más reciente, en el antiguo Parador de Ordesa, instalada en el marco de la Red de Seguimiento del Cambio Global ; 4 semiautomáticas (en el antiguo Parador de Ordesa, solapándose con la anterior hasta poder homologar las series de ambas y posteriormente emplazarla en otra ubicación; en Pineta; en Tella; y en Fanlo), todas ellas del Parque Nacional; y dos manuales (en la Pradera de Ordesa y en el refugio de Góriz, la más antigua, con registros desde los años 80 del siglo pasado), ambas dependientes de la AEMET.

Por otra parte, en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, con el Instituto Geológico y Minero de España, se lleva a cabo un seguimiento hidrológico en 10 manantiales donde se miden datos de calidad y cantidad de agua. Otras líneas de seguimiento, abordadas por el Instituto Pirenaico de Ecología dependiente del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC-IPE), son el de los parámetros físico-químicos de Marboré y otros lagos de montaña, así como el de los cambios relacionados con las masas de nieve/hielo, incluido el hielo en cuevas heladas.



*Manuel Montes Sánchez  
P.N. de la Sierra de Guadarrama*



## **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 de Ordesa y Monte Perdido?**

El más evidente es común a las zonas de montaña: el cambio de usos del suelo, por abandono y disminución de la cabaña ganadera, que se traduce en una modificación de la cubierta vegetal por la matorralización y el avance del bosque hacia cotas superiores, lo que implica la afección a la fauna asociada. Por otra parte, el incremento de la temperatura media provoca la migración en altura de determinadas especies.

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

En cuanto a especies de fauna, todas las de carácter alpino: lagópodo alpino, lagartija pirenaica, gorrión alpino, acentor alpino, treparriscos, colirrojo tizón y collalba gris. En cuanto a las especies de flora, las de cumbres cuyo seguimiento se lleva a cabo con el CSIC-IPE en el Proyecto GLORIA (Iniciativa para la investigación y el seguimiento global de los ambientes alpinos). Por último, no hay que olvidar la evolución regresiva del glaciar de Monte Perdido.

Lo que está a nuestro alcance es el seguimiento continuo para mejor conocimiento de la biología de las especies y la dinámica de sistemas.

## **¿En qué temas resulta prioritario mejorar el conocimiento científico para avanzar hacia una gestión adaptativa frente al cambio global en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido?**

Me remito a la respuesta anterior: la mejora del conocimiento de la biología de las especies más sensibles y de la dinámica de sistemas.

## **¿Cuáles son los parámetros de seguimiento del cambio climático 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?**

Como queda dicho más arriba, el avance del bosque en altura y la matorralización. En nuestro Parque Nacional se viene haciendo desde hace años el seguimiento de las especies alpinas de fauna citadas, como más sensibles al cambio climático. Por otra parte, se lleva a cabo un seguimiento de lepidópteros (Butterfly Monitoring Scheme), dado que se trata de un indicador internacionalmente reconocido.

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

Lo fundamental es contar con recursos a lo largo del tiempo para mantener la continuidad del seguimiento. Una vez decidido sobre qué se va a hacer seguimiento, hay que asegurar que éste tenga continuidad, procurando además la integración de equipos multidisciplinares y la homogeneización de los indicadores para que los datos sean comparables entre espacios.



# Especial Ordesa y Monte Perdido

## Cambio global: La visión del investigador

### Entrevista a María Begoña García González

Investigadora del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)



### ¿Qué valor tiene para la gestión y la investigación la integración del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido en la Red de Seguimiento del Cambio Global, y en particular la instalación y mantenimiento de estaciones meteorológicas en el Parque?

La participación de un parque de montaña como Ordesa en una red de seguimiento de cambio global es absolutamente fundamental. No sólo por todo lo que este Parque puede aportar al conocimiento de cómo el cambio global está afectando a algunos de los lugares más biodiversos de Europa, sino también porque hoy en día no podemos hacer ciencia ni gestión sin una coordinación entre sistemas de montaña. Las montañas soportan motores de cambio global similares como son el cambio climático y el de usos del suelo. De ahí que las estaciones meteorológicas sean una pieza básica del sistema de monitorización a largo plazo, pues necesitamos conocer en qué medida el cambio en las condiciones climáticas está dirigiendo cambios en la diversidad y los paisajes.

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

Se puede intentar, pero a menudo es difícil separar el efecto del cambio climático del cambio de usos del suelo. El primero tiene una componente azarosa que le viene dada por la variabilidad temporal natural y las cortas series temporales de las que disponemos, mientras que el segundo parece tener un efecto mucho más rápido y determinístico. Los registradores de clima nos dicen que las temperaturas están subiendo y observamos que el glaciar se derrite. Paralelamente, los paisajes han estado modificándose durante el mismo tiempo. Pero además del clima han influido otros factores como un profundo descenso de la carga ganadera durante el siglo XX. Los análisis observacionales de los cambios no nos permiten separar ambos factores, necesitamos aproximaciones experimentales y más tiempo para evaluar el papel del cambio climático.

### ¿Qué componentes del cambio global (cambio climático, cambios de uso del suelo, contaminación, invasiones biológicas.) resultan más relevantes en Ordesa y Monte Perdido?

En el caso de Ordesa parece claro que el cambio de usos del suelo es el componente que está ejerciendo un papel más evidente a corto plazo, sin duda potenciado por el cambio climático. Como resultado, el bosque recupera su posición altitudinal y los pastos de algunas laderas se transforman en ambientes más leñosos, tiñéndose de amarillo durante el verano temprano por el aumento de matorrales como el “erizón”.

### ¿En qué temas resulta prioritario profundizar para mejorar el conocimiento científico sobre el impacto del cambio global en el caso de Ordesa y Monte Perdido?

Ojalá fuesen solo unos pocos. Ordesa ofrece un inmenso conjunto de oportunidades para evaluar los efectos del cambio global, porque contiene una inmensa geo-biodiversidad, a lo que se une el reciente abandono de una larga tradición de uso por parte del hombre. Su compleja geología y orografía ha condicionado la red hidrográfica, la dinámica de cuevas y lagos de alta montaña, mientras que asistimos al



retroceso acelerado del glaciar más sureño de Europa. Su escarpada topografía nos permite viajar desde profundos cañones que se comportan como refugios climáticos, hasta cumbres alpinas que hacen de bisagra entre el mundo mediterráneo y el eurosiberiano, conformando un entramado de más de 100 hábitats distintos. Ordesa necesita ser monitorizada de forma integral porque en ecología los elementos físicos y biológicos suelen estar interconectados, y a menudo los efectos de un cambio en uno de ellos han de ser rastreados en el conjunto de la red de elementos con los que interacciona.

### **En el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, ¿cuáles son las señales más evidentes de los efectos del cambio climático?**

La comparación de las imágenes aéreas pasadas y presentes muestran una importante reducción del glaciar de Monte Perdido, y éste es un elemento exclusivamente dependiente del cambio climático.

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

Como he comentado anteriormente, con frecuencia no es fácil distinguir qué procesos se ven más afectados por el cambio climático exclusivamente. El glaciar ofrece una evidencia clara, y los ambientes donde la actividad ganadera ha sido menos intensa, como el piso alpino, es donde esperamos ver más efectos. Pero es más difícil saber en qué medida este factor es responsable de los cambios generales en la vegetación. El límite del bosque y los tradicionales pastos por debajo del mismo, son los ambientes que han sufrido mayores cambios. Hemos encontrado mediante la comparación de los cambios en pastos de altura con y sin ganado (utilizando vallas para evitar su actividad en algunas parcelas), que la actividad ganadera puede ayudar a tamponar el negativo efecto generado por una serie encadenada de años cálidos. El mantenimiento del uso sostenible (tradicional) de la montaña, por tanto, es probablemente una de las más sencillas medidas adaptativas.

### **¿Puede sugerir un pequeño número de indicadores clave de impactos y vulnerabilidad de los ecosistemas en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido?**

En la actualidad se siguen algunos indicadores como temperatura en lagos, macroinvertebrados acuáticos y rana pirenaica, densificación en el límite del bosque, diversidad de plantas en cumbres, abundancia de algunas plantas raras o indicadoras de hábitats, lepidópteros, micromamíferos, reptiles, paseriformes, rapaces y ungulados. La diversidad es tal que siempre nos quedamos cortos, pero al menos recogemos algo de información en grupos clave que habitan en muy variados ambientes.

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

Los espacios naturales a veces carecen de información tan básica como inventarios precisos de recursos naturales, y este es sólo un primer paso para ponerlos en valor. Para una adecuada gestión necesitamos, además, conocer la dinámica de los sistemas y organismos clave, porque nada es estático en la naturaleza. Tenemos la suerte de vivir en un país tremendamente diverso, con una extensa Red Natura 2000, pero no estamos a la altura necesaria para su gestión frente al cambio climático. Se requiere de una profunda apuesta administrativa y de una flexibilidad del personal científico para aunar esfuerzos dirigidos a conocer lo que hay y cómo funciona, valorar su vulnerabilidad a cambios globales, y tomar acciones conjuntas e integradas, por encima de los sectarismos y los límites administrativos que ralentizan cualquier acción. La velocidad a la que están ocurriendo los cambios no va a esperar a que nos organicemos, y el retraso con el que nos enfrentemos a las pérdidas de diversidad será nuestra responsabilidad individual e institucional.



# Parámetros de cambio

## Las masas de nieve-hielo como indicadores de cambio global

**Miguel Bartolomé Úcar, María Leunda Esnaola, Esteban Alonso González, Jesús Revuelto Benedí, Ibai Rico Lozano, Juan Ignacio López Moreno, Ana Moreno Caballud**

Departamento de Procesos Geoambientales y Cambio Global, Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), Zaragoza

### Introducción

Entre los sistemas geológicos principales existentes en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP), como parque de montaña que es, destaca la criosfera, entendida como el conjunto de los elementos del sistema terrestre que contienen agua en estado de congelación. La criosfera incluye el hielo de los lagos, los glaciares, la cobertura nival, el hielo estacional en superficie y en el subsuelo, y el permafrost. Gracias a diversos proyectos de investigación llevados a cabo en el Parque, se ha podido realizar un seguimiento y evaluar el estado de conservación de varios de estos elementos, destacando el estudio del glaciar de Monte Perdido y la investigación en las cuevas heladas de Casteret y de la faja de los Sarrios. Ambos casos representan ambientes muy singulares y de excepcional valor como patrimonio natural. Su seguimiento, conservación y gestión es, sin duda, una de las prioridades del PNOMP. Por otro lado, tanto el glaciar como los depósitos de hielo en las cuevas constituyen registros geológicos de gran interés para conocer la evolución climática y ambiental del Parque en los últimos siglos.

### La Cueva Helada de Casteret y las cuevas de los Sarrios

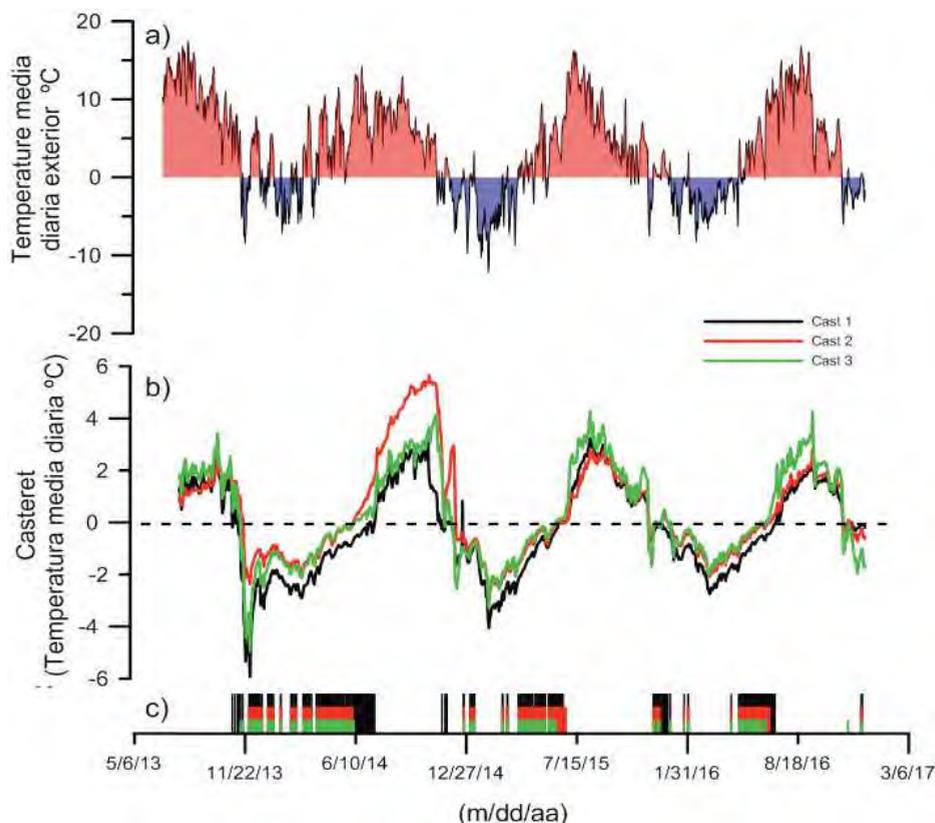
Nuestro trabajo en cuevas heladas se inició con el objetivo de catalogar y caracterizar geomorfológicamente las cuevas con depósitos de hielo que se encuentran en el PNOMP de cara a proporcionar datos que permitan, por un lado, entender el funcionamiento actual de las cavidades de estudio y, por otro, evaluar su estado de conservación (ej. identificar posibles fuentes de contaminación o problemas en la conservación del hielo).

El estudio se centró en la emblemática Gruta Helada de Casteret o Espluca Negra localizada a 2690 m de altitud y que, descubierta ya en 1926, constituye un referente espeleológico nacional e internacional. La circulación de aire debida al gradiente existente entre las diferentes bocas, controla la evolución térmica de la cavidad a lo largo del año y permite clasificarla como una cueva de tipo dinámico. La temperatura interior permanece por encima de 0 °C desde mayo hasta octubre, de manera que las masas de hielo de carácter estacional (coladas, estalagmitas y columnas de hielo, principalmente) desaparecen a finales de verano (Figura 1).

Por lo tanto, tal como se ha observado durante la monitorización, la formación de hielo tiene lugar durante primavera, momento donde se alcanzan temperaturas positivas en el exterior pero todavía las cavidades tienen la capacidad de congelar el agua que se infiltra a través del epikarst.

La comparación de diferentes fotografías existentes de la Gruta Helada de Casteret a lo largo del tiempo y las notas realizadas por diferentes personas, permiten observar notables diferencias morfológicas en la masa de hielo y en sus dimensiones a lo largo de los últimos 50 años. Aunque las medidas y comparacio-





**Figura 1.** Evolución de la temperatura en la Gruta Helada de Casteret. A) Temperatura media exterior; b) temperatura en Casteret (tres sensores) y c) días en los que se dan las condiciones para formar hielo en la cueva, es decir, temperaturas positivas en el exterior para que haya agua líquida y pueda infiltrar y negativas en el interior para que congele. Los colores indican tres sensores distintos colocados en diferentes posiciones de la cueva.

nes realizadas han de tomarse con precaución, es posible establecer un rebajamiento de la superficie del hielo de ~160 cm entre 1950-1988 y un total de ~ 4 m entre 1961 y la actualidad. Como consecuencia, y considerando una superficie de hielo de 770 m<sup>2</sup> y el tiempo transcurrido, es posible estimar una pérdida de volumen de hielo de 42 m<sup>3</sup>/año. El trabajo realizado en esta cueva alerta sobre la rápida fusión de sus depósitos y pone de manifiesto el riesgo de desaparición de estos elementos naturales singulares de alto valor patrimonial y científico en la alta montaña pirenaica.

En la Faja de los Sarrios se localizan varias entradas a cuevas heladas. Dos de ellas se encuentran en proceso de estudio. La cueva helada de Sarrios 1 es de tipo estatodinámico y presenta, básicamente, una masa de hielo de congelación de 6 m de espesor que constituye un excelente afloramiento que ha sido estudiado desde el punto de vista paleoclimático, realizando dataciones de <sup>14</sup>C de restos orgánicos atrapados en el depósito y un análisis sistemático de los isótopos del oxígeno en el hielo ( $\delta^{18}\text{O}$ ). El hielo es laminado y su disposición es horizontal. Además,



# Parámetros de cambio

no se observan discontinuidades importantes. Aunque la base observada de la acumulación tiene edades en torno a hace 5000 años, la mayor parte del hielo se forma durante la Pequeña Edad de Hielo (principios del siglo XVIII) y se prolonga prácticamente hasta la actualidad (Figura 2).

Aunque los resultados isotópicos son todavía preliminares y su interpretación requiere de un mejor conocimiento del sistema actual, la tendencia hacia valores menos negativos apunta a un calentamiento en los últimos 50 años.

## Evolución del glaciar de Monte Perdido

Respecto al glaciar de la cara norte del Monte Perdido se está cartografiando cada año desde 2011 la topografía de su superficie a escala de detalle mediante técnica de láser escáner. De esta forma es posible hacer un seguimiento detallado de sus cambios de volumen y conocer su respuesta a las condiciones climáticas dominantes. Durante los años de los que se dispone de información el glaciar ha perdido de media 4.3 metros de espesor de hielo, superándose en algunos sectores los 10 metros de pérdidas de hielo (Figura 3). El sector

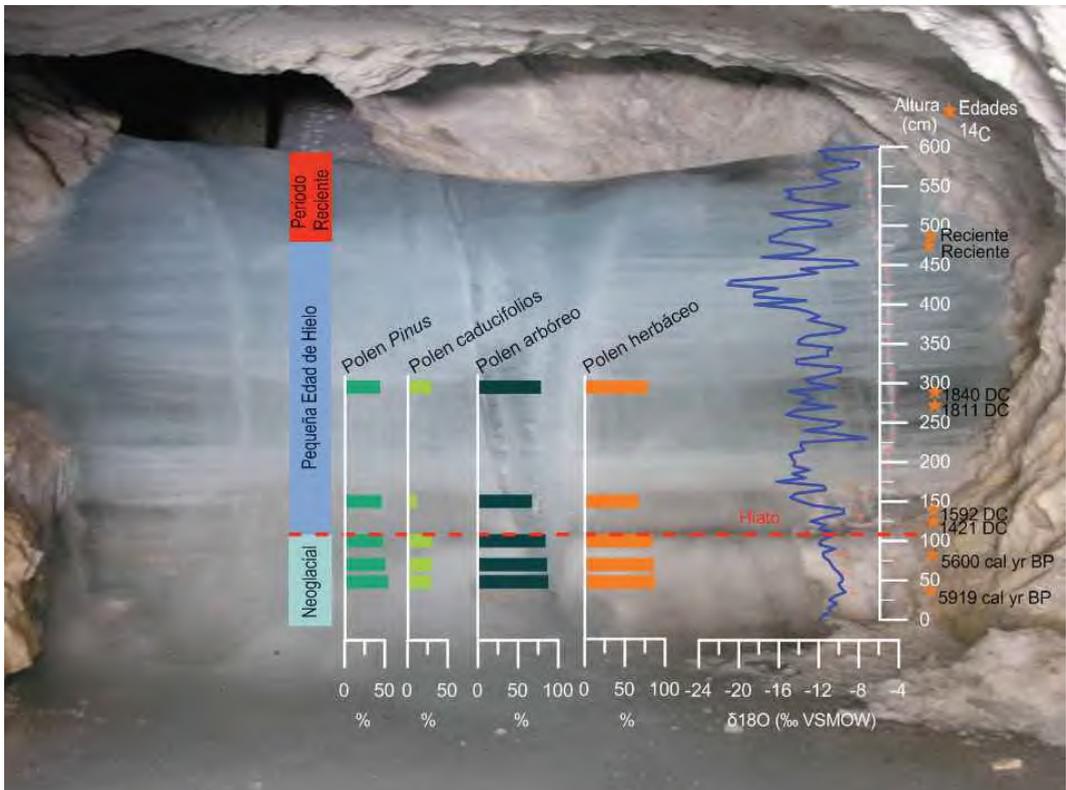
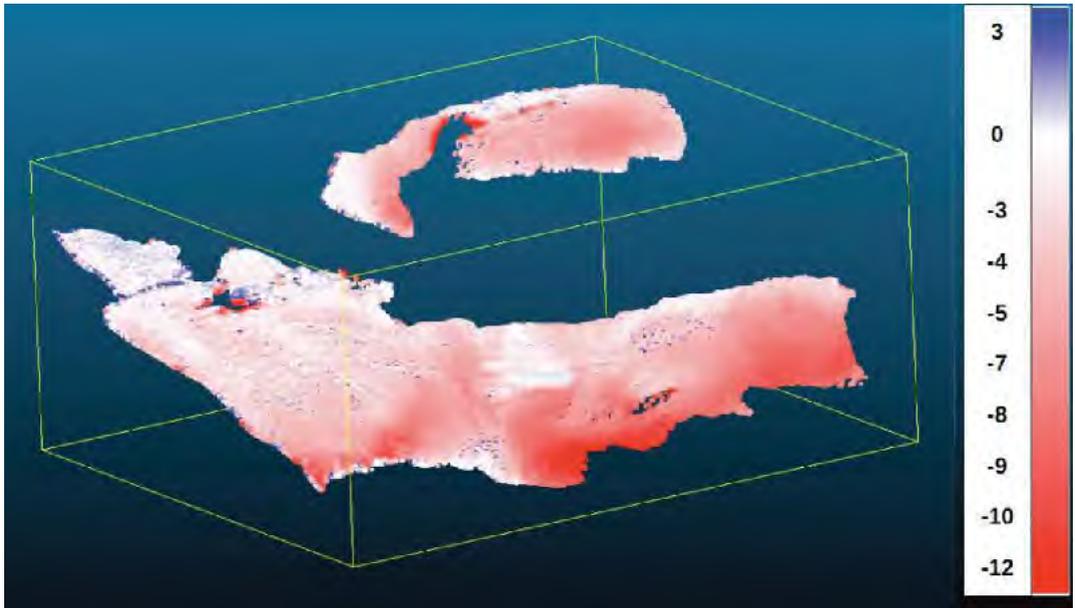


Figura 2. Cueva de hielo Sarrios 1. Imagen del frente de hielo con los principales resultados obtenidos hasta la fecha (cronología,estrellas naranjas donde los años se expresan en años DC (después de Cristo) y BP (antes del presente, siendo el presente el año 1950 para las muestras más antiguas). Contenido polínico





**Figura 3.** Cambio total en la elevación (m) de la superficie del hielo del glaciar de Monte Perdido durante el periodo 2011-2016

oriental del glaciar es el que más pérdidas ha registrado, mientras que el sector occidental aún mantiene zonas relativamente estables. En cualquier caso, la zona de acumulación glaciar, indicada por colores azulados en la figura 3 es mínima y prácticamente desconectada del cuerpo principal de hielo. Este hecho sugiere un claro desequilibrio en su balance de masa, corroborado por la elevadísima altura a la que se encuentra la isoterma de los 0 °C, estimada por encima de los 2950 m.s.n.m. De forma adicional se ha medido el movimiento del hielo mediante técnicas tradicionales (estacas de ablación) y mediante radar de interferometría. Las dos estimaciones dan resultados coincidentes e indican que la parte occidental del glaciar aún mantiene un movimiento aproximado de tres metros anuales, mientras que la parte oriental, mucho más deteriorada, ha perdido prácticamente su movilidad indicando una nula generación de hielo en la actualidad.

### Suelos helados (Permafrost)

Conjuntamente con el estudio del glaciar, diversas campañas de campo han permitido identificar y geolocalizar algunos de los mejores ejemplos de formas periglaciares del Pirineo que incluyen: suelos estructurales, suelos ordenados, círculos de hierba, polígonos y rellanos encharcados con grietas de retracción. Datos de temperatura de suelo medidos bajo un espesor de más de un metro de nieve durante una campaña de campo realizada en marzo de 2016, y la instalación de termómetros de suelo durante dos años completos han confirmado la existencia de reducidas zonas con permafrost probable y posible por encima de los 2760 m.s.n.m, siendo el circo de Tucroya uno de los pocos sitios del Pirineo donde se ha podido verificar. Por debajo de esta altura aparecen suelos helados estacionales o directamente suelos no helados.



# Experiencias destacadas

## Proyecto **GLORIA**



Iniciativa para Investigación y Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos. Estudio de la flora de alta montaña en relación con el cambio climático

**Luis Villar Pérez y Juan José Jiménez Jaén**  
Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

**José Luis Benito Alonso**  
Jolube Consultor Botánico, Jaca

### Introducción

Los ecosistemas alpinos se sitúan por encima del límite superior natural de los árboles, condicionado por las bajas temperaturas. Su seguimiento es interesante por el impacto provocado por el cambio climático en los seres vivos, sobre todo el incremento de las temperaturas. Son áreas de gran diversidad de organismos, ya que contienen hábitats en las cuatro exposiciones (N, S, E y W) dentro de un área reducida. En Europa albergan unas 1000 especies de plantas, de ellas aproximadamente 250 endémicas, en muchos casos muestran el mayor grado de naturalidad.

Al estar dominados por factores abióticos, se muestran sensibles al cambio climático. Y como se encuentran en todos los continentes, a cualquier latitud y en los principales biomas de la Tierra, sus cambios en altitud, latitud y longitud son comparables a escala global. Si el calentamiento global persiste, y sobre todo si es rápido, la llamada "biozona alpina" se reduciría y podría peligrar la supervivencia de las plantas de alta montaña.

### Objetivos y metodología

Las especies "alpinas" son mayormente perennes y se pueden estudiar en el punto álgido de un solo período vegetativo.

Con el proyecto GLORIA se buscaba esclarecer las amenazas inducidas por el clima, averiguar si la migración en altitud presiona a las plantas alpinas, saber si se dan cambios en la estructura y recubrimiento de la vegetación-especies, grupos de especies o grupos funcionales, matizar cuál es su relación con la altitud y, finalmente, intentar proponer medidas que aminoren los riesgos provocados por el clima en la biodiversidad.

Con ese fin, en 2001 se establecieron **18 zonas piloto** en otras tantas cordilleras europeas; y en cada una cuatro cimas, es decir, un total de 72 cimas en toda Europa. En cada cima cuatro parcelas permanentes de 3 x 3 m, que incluyen a su vez otras cuatro subparcelas de 1 x 1 m, en total **16 parcelas y 64 subparcelas**.

En cada una de las subparcelas se estudió la cobertura de cada una de las plantas vasculares, así como otros datos sobre líquenes, musgos, hojarasca, excrementos animales, huellas de pisoteo o herbivorismo, tipo de suelo, etc. También se analizó la frecuencia de las especies vasculares en las subparcelas y se estimó su cobertura en toda el área cimera.

En cada área piloto se instalaron 16 termómetros para el registro continuo, cada hora, de la "temperatura biológica" a 10 cm de profundidad.



Desde 2000, nuestro equipo se responsabilizó de la zona piloto del Pirineo: cuatro cimas del Monte Perdido, en el Parque Nacional de Ordesa: Acuta (2242 m), Custodia (2519 m), Tobacor (2779 m) y Olas (3022 m).

La metodología que siguen todos los equipos se recoge en el “Manual para el trabajo de campo del Proyecto GLORIA”. La monitorización de dichas cuatro cimas del Monte Perdido desde 2001 ha permitido registrar la temperatura del suelo cada hora durante 17 años, y los muestreos florísticos se vienen repitiendo cada 7 años, en 2008 y 2015.

Como actividad opcional, a propuesta de J. J. Jiménez, en nuestra zona piloto y en otras se han analizado características físicas, químicas y biológicas en los últimos siete años en los suelos alpinos que bordean las 16 parcelas (carbono y fracciones, nitrógeno, amonio, nitrato, potencial de mineralización, elementos, biomasa microbiana, etc.), observaciones que se completaron en 2015. Asimismo en 2016 se inició la caracterización y cuantificación de análisis de fosfolípidos para el estudio de la composición de la comunidad bacteriana.

En la actualidad, el número de zonas piloto del proyecto GLORIA repartidas por todo el mundo supera las 115.

## Resultados

Se ha comprobado que a esas altitudes sólo hay dos estaciones del año, un largo invierno y un corto verano. En efecto, el período vegetativo para las plantas –nº de días con temperatura media superior a 2 °C- oscila entre los 209 días a 2200 m de altitud y los 76 días a 3000 m, en otras palabras de siete meses a dos y medio. Asimismo, se ha comprobado que la temperatura media de las mínimas del mes de junio ascendió en promedio 0,7 °C en el período estudiado. El deshielo del suelo condiciona el desarrollo de la flora.

Las observaciones permitieron verificar el ascenso que experimenta la flora alpina europea y la sustitución de las especies adaptadas al frío –criófilas- por otras más termófilas (Gottfried & al., 2012; Pauli & al., 2012). De ese modo las primeras ven incrementado el riesgo de extinción. También se ha podido demostrar que a escala continental europea la cara más rica en especies -la que recibe más energía solar y queda al abrigo de vientos y otras perturbaciones- es la oriental, mientras que en los Pirineos resulta ser la meridional.

Los distintos equipos hemos ido publicando aspectos parciales y a la vez los coordinadores en la Universidad de Viena han elaborado síntesis.

Véase [www.gloria.ac.at](http://www.gloria.ac.at).

## Perspectiva

Desde 2010, gracias al apoyo del Gobierno de Aragón y a Fondos Europeos, se han establecido dos nuevas zonas piloto, la primera en 2011, 4 cimas silíceas del Pirineo Aragonés- y la segunda en 2012, cuatro cimas del Moncayo. Ello permitirá una comparación de la flora calcícola con la silícicola, con la oromediterránea e incluso con algunos de sus suelos. El Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido también apoya en todo momento el proyecto, máxime cuando desde 2009 pertenece a la red internacional LTER (Long Term Ecological Research) en asociación con el Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC).



Segundo equipo (año 2008) en el Collado de Góriz a los pies del Monte Perdido.

De izquierda a derecha: Fernando Carmena (SARGA), Luis Villar (IPE-CSIC), Luis Marquina (PN), Ana Acín y María Jarne más José Luis Benito (IPE-CSIC).



# Novedades

## 2º Coloquio internacional sobre Cambio Climático en zonas de montaña. PYRADAPT 2017



El Observatorio Pirenaico del Cambio Climático (OPCC) organizó el 2º Coloquio Internacional sobre Cambio Climático en zonas de montaña, Pyradapt 2017, los días 7 y 8 de noviembre de 2017.

<https://pyradapt.wordpress.com/>

Este coloquio ha servido como un punto de encuentro e intercambio de conocimientos entre la comunidad científica y entidades de carácter técnico para actualizar las bases de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en zonas de montaña y como espacio de reflexión sobre cómo los Pirineos pueden adaptarse a estos efectos.

Las conclusiones de este 2º Coloquio alimentarán “el informe sobre el estado del arte del conocimiento del cambio climático en los Pirineos” que será presentado en los 7 talleres sectoriales que el Observatorio organizará durante 2018.

## Congreso Internacional sobre Cambios Climáticos y Ambientales

El Observatorio Pirenaico de Cambio Climático empezó su andadura en 2010 con el objetivo de disponer de una información de mayor calidad sobre la evolución del clima en el territorio de los Pirineos, para finalmente, definir una estrategia de adaptación eficaz que permitiera conservar los medios naturales y las actividades económicas del macizo. Su visión es ser la plataforma de referencia sobre conocimiento en adaptación al cambio climático en zonas de montaña.



## PAGES 2017



El Congreso Internacional sobre Cambios Climáticos y Ambientales, PAGES 2017, tuvo lugar, en Zaragoza, del 7 al 13 de mayo bajo el título “*Global challenges for our common future: a paleoscience perspective*” (Retos globales de nuestro futuro común: una perspectiva paleocientífica). Más de 800 científicos de todo el mundo se reunieron en el Pirineo aragonés y en la ciudad de Zaragoza en la quinta edición del congreso internacional PAGES (Past Global Changes).

<http://www.pages-osm.org/>

Este Congreso, organizado por el Instituto Pirenaico de Ecología, centro dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), tenía como objetivo aportar información, datos y estrategias sostenibles a las administraciones públicas, gestores políticos, científicos y sociales para que actúen en consecuencia y tomen medidas que ayuden a frenar estos cambios en nuestro planeta.



El proyecto PAGES es una iniciativa internacional volcada en coordinar y promover la investigación sobre el cambio climático que se ha producido en el pasado. Su objetivo principal es mejorar el conocimiento de nuestro sistema terrestre y las interacciones entre tres claves esenciales: el clima, el medioambiente y los humanos, centrando su esfuerzo en entender lo acontecido en el pasado con el fin de mejorar las previsiones del cambio climático y ambiental en el futuro, así como trazar estrategias de adaptación y mitigación basadas en la sostenibilidad. La organización está fundamentada en las colaboraciones internacionales e interdisciplinarias, tratando de promover la participación de científicos de países en desarrollo.

## ILTER-Europa reconocida como infraestructura de investigación de la Unión Europea

[ESFRI](#) es el Foro Estratégico Europeo sobre Infraestructuras de Investigación creado en 2002 a instancias del Consejo Europeo. ESFRI es un instrumento estratégico para desarrollar la integración científica de Europa y reforzar su alcance internacional, a través del desarrollo coordinado de las principales infraestructuras de investigación. Éstas son consideradas fundamentales para vertebrar la ciencia del siglo XXI y para abordar retos sociales globales en Europa (salud, seguridad alimentaria, eficiencia energética, medio ambiente, etc.)



La propuesta de [LTER-Europa](#) (eLTER, Long-Term Ecosystem Research in Europe), presentada por Alemania en marzo de 2015, para ser reconocida como Infraestructura de Investigación de ESFRI ha logrado ser designada como un 'ESFRI RI' emergente.

Hacer avanzar eLTER hacia ESFRI Advance\_eLTER marca un paso crucial en la construcción de las infraestructuras de investigación europeas distribuidas en sitios de investigación de ecosistemas a largo plazo y en plataformas de investigación socioecológica (eLTER RI). La infraestructura de investigación tiene como objetivo proporcionar datos y servicios de la más alta calidad, complementando y ampliando los proporcionados por los RI ambientales europeos y mundiales existentes. El proyecto Horizon 2020 advance\_eLTER ha permitido la elaboración de un informe estratégico sobre la estructura de la futura infraestructura eLTER. Dicho informe ha sido presentado en agosto de 2017 a la Comisión Europea.

España, por su tamaño y su biodiversidad, es parte importante de la red eLTER y de la ESFRI eLTER. Distintas instituciones nacionales están manifestando su compromiso financiero como prueba de apoyo a la implementación y establecimiento del eLTER como una infraestructura de investigación paneuropea, como es el caso del Organismo Autónomo Parques Nacionales. Asimismo, el Estado español ha apoyado oficialmente esta propuesta, por lo que, de ser aprobada, nuestro país formará parte de la ESFRI eLTER.



Reunión representantes LTER, marzo de 2017, Creta



# Publicaciones

## Las áreas protegidas en el contexto del cambio global. Incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión.

Manual 13-Serie de manuales EUROPARC-España



[http://www.euro-parc.org/wp-content/uploads/2017/06/EUROPARC-Spain-Planification-and-adapation-to-Cli-mate-Change\\_ES.pdf](http://www.euro-parc.org/wp-content/uploads/2017/06/EUROPARC-Spain-Planification-and-adapation-to-Cli-mate-Change_ES.pdf)

EUROPARC-España ha publicado una nueva entrega de su serie de manuales, **Manual 13. Las áreas protegidas en el contexto del cambio global. Incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación**, documento elaborado en el marco del proyecto “Integración de la adaptación al cambio climático en la planificación y la gestión de las áreas protegidas en España” por encargo de la Oficina Española de Cambio Climático.

Este manual contiene criterios generales para la gestión en el contexto del cambio global y un apartado dedicado a la incorporación de criterios de adaptación en el diseño de planes de gestión y medidas de adaptación.

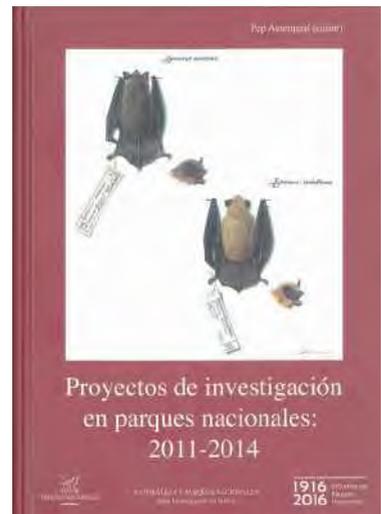
Los planes de gestión son los instrumentos en los que se hacen explícitos los objetivos en las áreas protegidas y la forma de alcanzarlos. Son la principal herramienta en la que incluir criterios que permitan desarrollar una gestión dirigida a la adaptación. Sin embargo, mientras que otros impulsores del cambio están bien identificados y son recogidos en los planes de gestión (los cambios de uso, las especies invasoras o la contaminación), la atención al cambio climático es muy escasa en estos planes, a menudo inexistente. En el manual se aportan herramientas para integrar el cambio climático en las distintas fases del proceso de planificación.

## Proyectos de investigación en parques nacionales: convocatoria 2011-2014

Este octavo volumen de la Serie de Investigación en la Red de Parques Nacionales, dentro de la Colección Naturaleza y Parques Nacionales, recoge los resúmenes científicos de los 20 proyectos de investigación de la convocatoria de 2011 concluidos en el año 2014, y es un reflejo de la voluntad de difundir y diseminar el conocimiento obtenido.

El listado de proyectos, así como resúmenes de los mismos, están accesibles en:

<http://www.mapama.gob.es/gl/red-parques-nacionales/programa-investigacion/2011-2014.aspx>



## Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector turístico



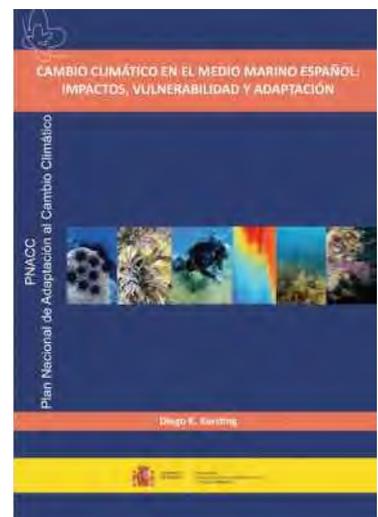
El informe, publicado en 2016, revisa el estado de conocimiento existente en materia de Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector turístico en España, sin entrar a valorar el grado de representatividad o certidumbre de los estudios analizados ya que en varios sectores todavía es incipiente la investigación en la materia. Además de analizar el marco internacional, nacional, autonómico y local, como parte de las líneas de actuación del Tercer Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC).

[http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/impactosvulnerabilidadyadaptacionalcambioclimaticoenelsectorturistico\\_tcm7-434487.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/impactosvulnerabilidadyadaptacionalcambioclimaticoenelsectorturistico_tcm7-434487.pdf)

## Informe sobre el Cambio Climático en el Medio Marino Español: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación

Este informe, realizado en colaboración con numerosos investigadores y gestores y coordinado por la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), realiza un análisis integrador del conocimiento existente en relación con la influencia del cambio climático sobre el medio marino español a nivel tanto físico-químico como biológico, incidiendo en impactos ya observados como mortandades masivas, cambios de abundancia y distribución de especies, cambios fenológicos, etc. Analiza además cuáles son las especies y hábitats más vulnerables teniendo en cuenta proyecciones a largo plazo y propone diversas categorías de medidas de adaptación.

[http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/kersting\\_2016\\_cambio\\_climatico\\_medio\\_marino\\_tcm7-416481.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/kersting_2016_cambio_climatico_medio_marino_tcm7-416481.pdf)



# Publicaciones

## Integrando escalas y métodos LTER para comprender la dinámica global de un espacio protegido de montaña: el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido



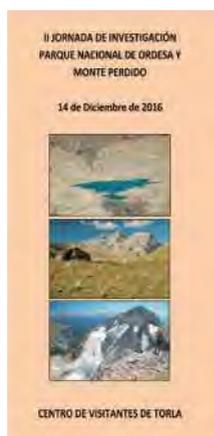
Revista Ecosistemas  
25(1): 19-30  
(Enero-Abril 2016)

<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1097>

En el marco de la red LTER-España, el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y el Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC están impulsando estudios para la detección de cambios a distintas escalas mediante variados métodos y aproximaciones. Con este trabajo se destacan los más consolidados entre los que se encuentran los análisis de registros de sedimentos en lagos, espeleotemas en cuevas, la dinámica de los pocos glaciares activos de la Península Ibérica, el análisis físico-químico de aguas corrientes e ibones de alta montaña, el registro del cambio climático actual en árboles longevos, etc.

Los seguimientos ecológicos actuales muestran que tanto el cambio climático como el de usos del suelo están teniendo una considerable trascendencia en la fisionomía y la estructura de algunos de los ambientes más icónicos y frecuentes del parque (deterioro glaciar, termofilización de la flora en cumbres alpinas, densificación del bosque en su límite superior, pérdida de productividad en algunos pastos supraforestales, etc.)

## II Jornadas de Investigación en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido 14 de diciembre de 2016



El 14 de diciembre de 2016 se celebró la segunda edición de la Jornada de Investigación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Se presentaron 13 proyectos de investigación que abarcaban temas muy diversos como la conservación de una especie catalogada en peligro de extinción, la respuesta de los ecosistemas naturales al cambio global, los seguimientos hidrológicos, las exploraciones espeleológicas, la influencia de los cambios del suelo, las prospecciones arqueológicas y los registros meteorológicos. Se puso de manifiesto en las jornadas el gran interés que tienen los resultados de los trabajos que se presentaron para la buena gestión del parque.

Se pone a disposición un documento que recopila una selección de los trabajos de investigación realizados en este parque por la comunidad científica y presentados en estas II Jornadas de Investigación.

<http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/formacion-ambiental/congresos/12-jornada-investigacion-ordesa.aspx>





100

ORDESA Y  
MONTE PERDIDO

PARQUE NACIONAL  
1918-2018

NATURALMENTE