

**II JORNADA DE INVESTIGACIÓN
PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y
MONTE PERDIDO**

14 de Diciembre de 2016



CENTRO DE VISITANTES DE TORLA

ÍNDICE PONENCIAS

<i>PRESENTACIÓN</i>	2
<i>1. USO PÚBLICO SOBRE ESPECIES PROTEGIDAS: EL CASO DEL ZAPATITO DE DAMA CYPRIPEDIUM CALCEOLUS EN ORDESA.</i>	3
<i>2. RETOS PARA LA CONSERVACIÓN DE PASTOS FRENTE AL CALENTAMIENTO GLOBAL</i>	10
<i>3. DINÁMICA DE LA BIODIVERSIDAD EN MONTAÑA. RED DE SEGUIMIENTOS DE ESPECIES Y HÁBITATS, PARA EVALUAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO GLOBAL. DYNBIO.</i>	16
<i>4. EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO ALBERGA PINOS NEGROS VIEJOS</i>	20
<i>5. INVESTIGACIONES HIDROGEOLÓGICAS EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO (HUESCA, ESPAÑA)</i>	26
<i>6. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL CAMBIO GLOBAL EN EL IBÓN DE MARBORÉ (PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO): INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS</i>	28
<i>7. EVOLUCIÓN RECIENTE DEL GLACIAR DE MONTE PERDIDO</i>	33
<i>8. CUEVAS HELADAS EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO</i>	38
<i>9. RESUMEN HISTÓRICO DE LAS EXPLORACIONES DEL GRUP D'ESPELEOLOGIA DE BADALONA (GEB) EN EL MACIZO DE ESCUAÍN (SIARRA D'AS SUCAS) DEL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO</i>	42
<i>10. PROYECTO DISESGLOB: DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD GLOBAL DE PARQUES NACIONALES Y DE LA INFLUENCIA DE LOS CAMBIOS DE USO DEL SUELO.</i>	49
<i>11. SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO EN EL PNOMP. EXCAVACIONES Y PROSPECCIONES EN EL BARRANCO DE LA PARDINA</i>	53
<i>12. ARQUEOLOGÍA Y PATRIMONIO EN EL VALLE DE GÓRIZ.</i>	59
<i>13. MONITORIZACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS INSTRUMENTALES EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO Y SU ENTORNO.</i>	66
<i>CONTACTOS DE LOS AUTORES</i>	70
<i>TRÍPTICO</i>	75

PRESENTACIÓN

El presente documento tiene la finalidad de recopilar una selección de los trabajos de investigación realizados en el Parque por la comunidad científica, presentados en la II Jornada de investigación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, celebrada en Torla, el 14 de diciembre de 2016.

El contenido de los 13 artículos que se recogen en el documento tiene el objetivo de difundir y divulgar los valores del Parque a través del conocimiento de los procesos naturales y culturales al público en general.

Hay que destacar la diversidad de temas abordados en la II Jornada de investigación sobre retos actuales 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.

Siendo el Parque un espacio ideal para los estudios relacionados con el cambio climático y del uso del suelo, consideramos que los registros de parámetros y variables que se presentan en estas jornadas, son imprescindibles para entender y conservar un espacio de montaña tan singular.

Todos ellos ponen de manifiesto el gran interés que tienen los resultados de los trabajos que se presentan para la buena gestión del Parque.

Queremos agradecer el esfuerzo y la dedicación de todas las personas e instituciones implicadas en la II Jornada de investigación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, que de una forma u otra, han hecho posible la presentación de este documento.

Esperamos que la celebración de esta Jornada de investigación tenga continuidad en el tiempo, desarrollando la tarea de unir sinergias entre diversos equipos de trabajo a largo plazo, con el fin último de promover la educación, divulgación y conocimiento público de los valores geológicos, ecológicos, culturales y paisajísticos del Parque.

Elena Villagrasa

1. USO PÚBLICO SOBRE ESPECIES PROTEGIDAS: EL CASO DEL ZAPATITO DE DAMA, *CYPRIPEDIUM CALCEOLUS* EN ORDESA.

Daniel Serrano Gadea.

Subdirección General de Medio Natural. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Conservación de especies protegidas

La Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad¹ define el marco general de la conservación de la biodiversidad en España. Esta Ley, además de establecer una garantía de conservación para las especies autóctonas silvestres, fija un régimen ampliado de protección para las especies merecedoras de una atención y protección particular. Estas especies se incluyen en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y Catálogo Español de Especies Amenazadas².

La inclusión de una especie en el Listado tiene asociadas limitaciones y prohibiciones para evitar su muerte o destrucción. Una especie del Listado puede incluirse, además, en el Catálogo cuando su supervivencia sea poco probable si las amenazas que sufre siguen actuando. Para las especies catalogadas se deben elaborar planes de recuperación o conservación con medidas destinadas a revertir su situación. Las Comunidades Autónomas pueden establecer, además, sus propios catálogos de protección con medidas adicionales.

Por tanto, para las especies catalogadas en España hay un mandato legal de intervención hacia las administraciones públicas con el objetivo de asegurar la preservación a largo plazo de sus poblaciones.

La conservación de especies amenazadas debe focalizarse en los elementos que amenazan o limitan la viabilidad de las especies, teniendo en cuenta que hay determinados factores de amenaza sobre los que la capacidad de intervención es nula o limitada y que hay otros sobre los que es más factible y eficaz la intervención (amenazas de origen antrópico, usualmente).

Así, es indispensable contar con diagnósticos acertados tanto de los elementos que amenazan o limitan a las especies como de los contextos particulares donde habitan para identificar las posibles alternativas de gestión de cara a su conservación.

Desde la Subdirección General de Medio Natural del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente se está trabajando en la identificación sistemática de las amenazas que operan sobre las especies protegidas a escala nacional para impulsar medidas eficaces de conservación, como actuación de apoyo técnico a las comunidades autónomas, que ostentan las competencias en esta materia.

Uso público y conservación

En este sentido, es destacable que los diferentes análisis realizados sobre las presiones que tiene las especies de plantas protegidas identifican el uso público (actividades recreativas o de ocio en el medio natural) como una de sus principales amenazas.

La frecuentación de personas en los entornos en los que habitan estas plantas así como las infraestructuras asociadas causan o pueden causar diferentes tipos de efectos con repercusiones

¹ Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

² Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

negativas sobre su estado de conservación (daños directos sobre ejemplares, efectos sobre el hábitat, conflictos asociados, etc.).

El “zapatito de dama” *Cypripedium calceolus*, es una orquídea incluida en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón³ y en los anexos II y IV de la Directiva Hábitats⁴. Así, esta especie, que cuenta también con un plan de recuperación en Aragón⁵, goza del máximo nivel de protección en España.

Sus principales amenazas en Aragón (donde ha sufrido una regresión continua en el número de poblaciones hasta las tres actuales), derivan de los efectos de la herbivoría y de las actividades de uso público en su entorno, además de las asociadas a su vulnerabilidad intrínseca por la escasez de ejemplares y el posible efecto de fenómenos estocásticos (eventos climáticos extremos, aludes, etc.).

En el año 2014 se descubrió un núcleo de ejemplares de *Cypripedium calceolus* en el Valle de Ordesa, ubicado en una zona próxima a un sendero muy accesible y transitado. En mayo y junio de 2015 se constataron visitas continuadas a estas plantas para observar los ejemplares con flores. En ese mismo periodo también se observó que se difundía por internet información sobre la localización del núcleo.

Ensayo de campo

Siguiendo la línea de trabajo del Ministerio en materia de apoyo técnico a la conservación de plantas protegidas en España y con la colaboración del departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad-Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido del Gobierno de Aragón se planteó la realización de un ensayo de campo durante 2016 en el núcleo de *Cypripedium calceolus* recién descubierto con los siguientes objetivos:

1. Conocer el estado de la población y de su hábitat al inicio de la floración.
2. Conocer los patrones de difusión de información sobre la especie a través de las redes sociales.
3. Conocer el perfil, actitudes y comportamientos de los visitantes al núcleo.
4. Conocer el estado de la población tras el periodo de floración y el fin de las visitas.
5. Identificar posibles alternativas de gestión para apoyar la toma de decisiones.

Se desarrollaron diversas actuaciones para el logro de cada objetivo cuyos principales resultados se resumen a continuación:

1. El núcleo tiene algo más de un centenar de individuos que ocupan una reducida superficie (asimilable a un polígono de unos 40x20 metros). Únicamente 8 de los individuos son reproductores y el resto vegetativos (relación extremadamente baja en relación a las poblaciones aragonesas). No se cuenta con una tendencia poblacional clara por la escasa serie de datos anuales disponibles pero, atendiendo a los datos disponibles, este núcleo tiene un elevado riesgo de extinción y es muy vulnerable a las perturbaciones.
2. El seguimiento sistemático de las redes sociales (Facebook, Twitter, Instagram, Flickr, YouTube y Blogs) indicó que circulaba abundante información sobre la floración de las poblaciones aragonesas de esta orquídea. Se percibió una reacción positiva y de respeto hacia la planta, con especial prudencia en evitar la divulgación de su localización. Así, el alcance de

³ DECRETO 49/1995, de 28 de marzo, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.

⁴ Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

⁵ El Decreto 234/2004 de 16 de noviembre, del Gobierno de Aragón, establece un régimen de protección para el Zapatito de dama, *Cypripedium calceolus* L, y aprueba su Plan de Recuperación

las redes sociales se considera limitado, no masivo y restringido a un público específico. Sí se constató, como elemento de preocupación, la divulgación de la localización del núcleo a través de Whatsapp (mensajería privada).

3. Durante el periodo de floración (42 jornadas, entre mayo y junio de 2016), 216 personas visitaron el núcleo. Se obtuvo información sobre sus actitudes, comportamientos, perfil, motivación, etc. tanto por observación directa como a través de encuestas. El 86% de los visitantes acudieron acompañados por un guía profesional y en grupo. Además, entre las visitas no guiadas, se identificaron guías profesionales interesados en conocer la población.

Se considera una cifra elevada de visitantes teniendo en cuenta el reciente descubrimiento. Se prevé que la afluencia de visitantes aumente en los próximos años si no se toman medidas de gestión.

4. Tras el periodo de floración y visitas, se constató que los senderos preexistentes (que eran estrechos y consistían únicamente en hierba aplastada) se ensancharon y perdieron la cubierta vegetal en algunos puntos. Además, se abrieron nuevos senderos. El hábitat sufrió cambios importantes por degradación del estrato herbáceo por pisoteo intenso y frecuente. Se constató, además, afección directa por rotura a 5 individuos vegetativos pequeños (no se observó mortalidad durante el periodo de estudio).

Los daños sobre el hábitat se consideran significativos pero reversibles. Si continúa la perturbación por visitas puede ponerse en riesgo la población, sobre todo teniendo en cuenta que se trata de un núcleo pequeño donde cada pie represente un alto porcentaje del mismo.

5. A la vista de los resultados obtenidos en el trabajo de campo y partiendo del que el objetivo fundamental debe ser asegurar la conservación de este núcleo (en cumplimiento del mandato legal existente sobre la especie y sobre el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido) se identificaron diferentes opciones de gestión con el fin de servir de apoyo técnico a la toma de decisiones por parte de los gestores y responsables de la administración competente. Los principales elementos que se identificaron fueron los siguientes.

- En materia de seguimiento, además de los parámetros biológicos del núcleo, sería de interés incluir en la rutina anual la evaluación detallada de los efectos del uso público, incluida la evolución de la regeneración de los daños producidos en 2016, y la vigilancia de la herbivoría (para la detección temprana de esta posible amenaza no constatada en este núcleo pero conocida para otros).

Asimismo, sería de interés el explorar la puesta en marcha de un sistema de seguimiento de difusión de información relativa a esta especie (y otras) por redes sociales que serviría a la administración competentes como indicador de posibles presiones futuras y les permitiría estar prevenidas si es precisa la intervención.

- En materia de sensibilización, se sugiere asumir una actitud proactiva respecto a la difusión tanto del valor de la especie como de los efectos que pueden tener las visitas no ordenadas sobre sus poblaciones y de las limitaciones existentes sobre la especie. Se debe buscar la concienciación, liderando el mensaje para promover actitudes y comportamientos adecuados. Para desarrollar esta cuestión, es imprescindible contar con un manual de comunicación claro que identifique qué mensajes debe transmitir cada parte implicada en la difusión de información.
- Respecto a la gestión de las visitas a la población, considerando que la tendencia probable en ausencia de intervención es de incremento de visitas y de daños en los próximos años, se identificaron dos alternativas de gestión posibles cuyos elementos esenciales se sintetizan a continuación:

- A. No permitir las visitas. Se aplicaría la normativa vigente de gestión del Parque Nacional ante la evidencia de daños, con el fin de favorecer la recuperación de los daños y la preservación del núcleo.
- B. Regular la visita al núcleo, asegurando en todo caso la no afección y la recuperación de los daños. Para ello se podría aplicar el modelo de gestión de visitas aplicado exitosamente en la población de *Cypripedium calceolus* de Sallent de Gállego adaptándolo a la escala del núcleo de Ordesa. Trasladar este modelo implicaría:
- Vigilancia diurna permanente durante 45 jornadas con personal especializado, en dos turnos.
 - Ordenación del acceso al núcleo, estableciendo una vía única que llegue a un extremo del mismo, limitándose la observación a un único individuo reproductor y en grupos de tres personas a la vez como máximo.

El coste de gestión de este modelo sería alto y su implantación debería ser reversible en caso de que no funcione adecuadamente o se evidencien daños. La predicción de la demanda es muy difícil y podrían surgir conflictos en relación con el reparto de cupos, lo que podría afectar a la satisfacción del visitante al Parque Nacional. Esta opción requeriría de un ajuste de la normativa vigente del Parque Nacional ya que el tránsito habitual fuera de senderos no está contemplado.

Se espera que los resultados de este ensayo sirvan tanto como elemento de apoyo a la administración gestora competente en este caso concreto como de estímulo para abordar estudios aplicados que busquen favorecer la gestión de especies protegidas y luchar contra las amenazas que sufren desde la perspectiva de la fundamentación adecuada de la toma de decisiones.



Ejemplar reproductor.



Senderos creados por pisoteo.



Ejemplar vegetativo.



Visita de grupo guiado.



Ejemplar vegetativo pisoteado.



Erosión del suelo junto a un ejemplar reproductor.

2. RETOS PARA LA CONSERVACIÓN DE PASTOS FRENTE AL CALENTAMIENTO GLOBAL

Alados, C. L., Gartzia, M., Nuche, P. Saiz, H., Fillat, y F., Pueyo, Y.

Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Zaragoza, España

El cambio global (calentamiento climático y cambio de uso del suelo) está afectando intensamente a la conservación de los ecosistemas de montaña, dando lugar a importantes modificaciones en el paisaje. Durante el último siglo los ecosistemas de montaña han sufrido transformaciones importantes dirigidas por cambios socio-económicos y naturales que han afectado a la resiliencia (la habilidad de un sistema ecológico para recuperar su integridad después de ser perturbado). Estos cambios actúan de manera sinérgica sobre los distintos componentes del sistema y dan lugar a alteraciones drásticas en la cobertura vegetal que influyen en varios servicios ecosistémicos. La interacción entre el proceso de abandono de tierras y el cambio climático a largo plazo como motores de evolución de los ecosistemas de montaña son necesarios para entender su dinámica. Los ecosistemas asociados al límite del bosque y, sobre todo, los pastos alpinos y subalpinos son particularmente importantes para monitorizar los servicios ecosistémicos bajo condiciones de cambio de uso y cambio climático ya que son muy susceptibles a estos procesos. Actualmente estamos llevando a cabo varios estudios con el fin de profundizar en estos procesos.

Cambios en la cota superior del bosque en las zonas de montaña de Europa.

En las últimas décadas el avance del límite superior del bosque está aumentando en la mayoría de los sistemas montañosos de Europa. La intensidad y velocidad del avance de la línea de árboles depende de numerosos factores físicos, biológicos y humanos, pero desconocemos la importancia relativa de los diferentes factores que determinan el cambio. En un estudio de cooperación (SENSFOR FW7 COST Action ES1203) hemos realizado diferentes estudios tendentes a clarificar la situación actual de los principales macizos de Europa. Hemos comparado el avance en el límite del bosque en los Parques Nacionales de los principales macizos montañosos de Europa (Pirineos, Alpes y Cárpatos), donde la línea del bosque está bajo relativamente baja influencia humana. El crecimiento en el límite superior del bosque entre 1970 y 2014 revelan diferencias significativas entre las diferentes zonas, siendo las mayores, las registradas en los Alpes (Nockberge) para el período 1981-1990 (28%), mientras que la menor se encuentra en Ordesa entre 1981-1990 (1%). En los Alpes (Nockberge) y los Cárpatos (Retezat y Bajo Tatra) se registra un avance similar en el límite del bosque. El menor crecimiento observado en los Pirineos (Ordesa) es debido a factores climáticos y condiciones locales (Dinca et al, en prensa). Adicionalmente, comparación de 11 áreas de montaña en Europa, desde Italia a Noruega y de España a Bulgaria, mostraron que la altitud del límite del bosque, el ancho altitudinal de su ecotono, así como la importancia de los parámetros climáticos y del suelo como barreras contra el cambio de especies arbóreas fueron los factores más importantes en el avance del límite superior del bosque. Aunque, la mayor parte de la variabilidad observada en la vegetación de montaña cerca de la línea de bosque parece estar causada por la variabilidad geomorfológica, geológica, pedológica y micro-climática en combinación con diferentes historias de uso de la tierra y las relaciones socioeconómicas presentes (Pavel et al en prensa).

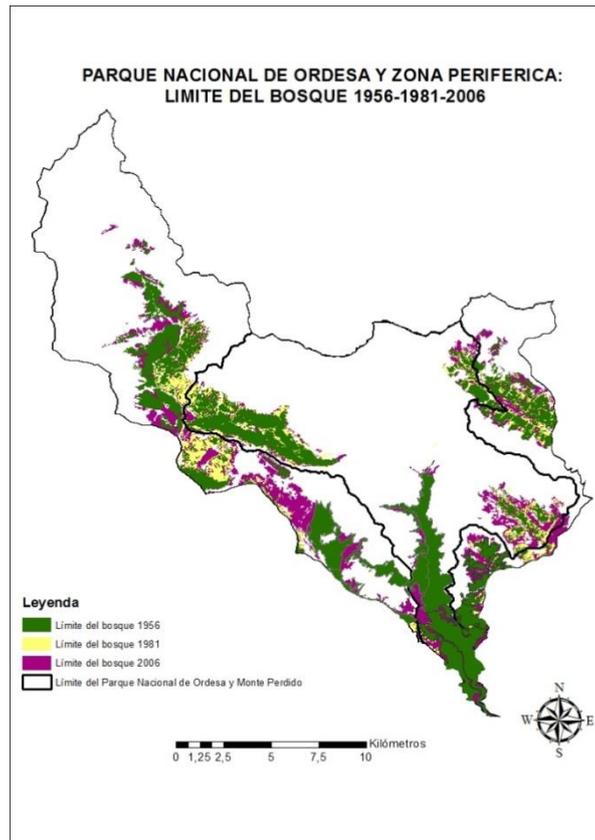


Figura 1. Límite del bosque entre 1956 y 2006 en el Parque nacional de Ordesa y Monte Perdido Experimentales y supresión de nieve

Red Internacional de Sequias

La reducción de la nieve es una parte importante de la reducción de la precipitación anual. La humedad del suelo en el momento de crecimiento de la vegetación no es sólo determinada por la lluvia de primavera, sino también por la nieve acumulada al final del invierno.

Además, la variación de la capa de nieve influye en la duración y severidad de las heladas del suelo. Con el experimento que se está realizando en la zona de la Pradera de Ordesa (Fig.2, a) y en Pineta (Fig.2, b) se desea estudiar el estrés por heladas y por sequía en la vegetación de herbáceas para predecir los posibles efectos del cambio climático en la vegetación.

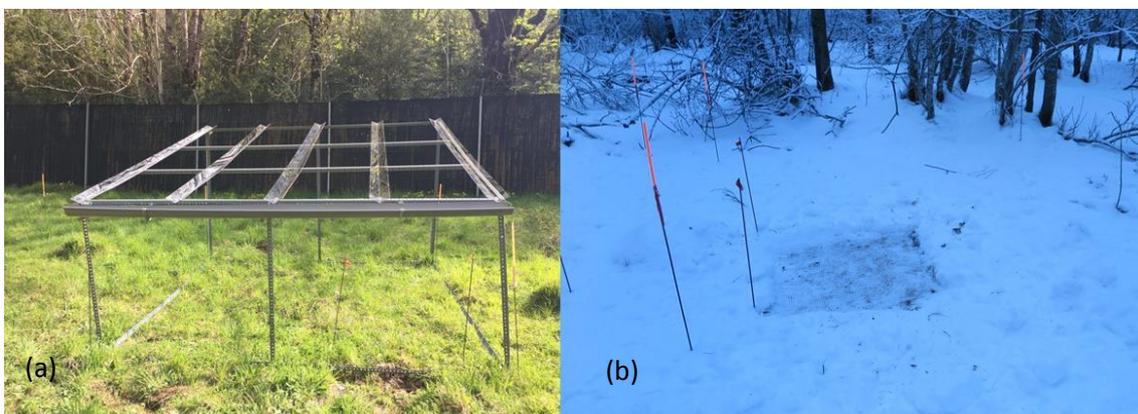


Figura 2. Manipulación de la precipitación (a) y de la capa de nieve en invierno (b).

Matorralización de los pastos

En las últimas décadas, el abandono rural, los cambios en la gestión ganadera, los cambios en el tipo de ganado –incremento del vacuno frente a la drástica disminución de la cabaña ovina-, los cambios legislativos, la globalización de la economía y el calentamiento climático han dado pie a la matorralización y aforestación de los pastos seminaturales del Pirineo (Alados et al. 2011, Alados et al. 2014, Gartzia et al. 2016a). La pérdida de pastos ha supuesto la pérdida de biodiversidad, incremento de riesgos de incendios, pérdida de herencia cultural y dependencia externa de los sistemas socioeconómicos. En el Pirineo Central Aragonés y por debajo de los 2100 m de altitud, el 29 % de las áreas cultivadas, el 24 % de los pastos densos, y otros 24 % de los pastos ralos, fueron matorralizados o poblado de árboles entre las décadas de 1980 y de 2000 (Gartzia et al. 2014). En el Parque de Ordesa, donde el erizón es el matorral que más fácilmente está colonizando los pastos de montaña, la velocidad de difusión es de 2.09 m/año en pendientes altas y 1.90 m/año en pendientes bajas (Komac et al. 2011). La corta distancia al hábitat de plantas leñosas (matorrales o árboles) desde los pastos, fue el factor determinante en la matorralización de ambos tipos de pastos. Además, los factores antrópicos tuvieron mayor incidencia en la matorralización de los pastos densos -más productivos y accesibles-, mientras que los factores biofísicos y especialmente los topográficos, se relacionaron más con los pastos ralos -regiones menos productivas y accesibles- (Gartzia et al. 2014).

Efecto del pastoreo del ganado vacuno en primavera en pastos de *Festuca paniculata*

La *F. paniculata* es una gramínea que puede llegar a alcanzar el metro de altura, una vez desarrollada, se embastece y se hace poco palatable (baja calidad nutricional) para los herbívoros, tanto salvajes como domésticos. Esta comunidad está en expansión, colonizando pastos de alta calidad nutricional y gran diversidad, al norte del barranco de la Pardina y al este de Sierra Custodia en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. El objetivo de este seguimiento es identificar los cambios en las propiedades fisionómicas y fisiológicas (Gartzia et al. 2016b) de los pastos de *F. paniculata*, cuando esta comunidad está siendo pastada en primavera y verano, o solo en verano. Se analizaron los cambios en el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), índice relacionados con la biomasa y el verdor de la cubierta vegetal. Los primeros resultados obtenidos a través de imágenes de satélite Landsat-8 OLI, nos indican cómo en las zonas que no habían sido pastadas en primavera, el índice del NDVI se incrementa, detectando dicho incremento en el mismo año, e intensificándose el incremento cuando el pastoreo de primavera no había ocurrido en años consecutivos. Los altos índices del NDVI en comunidades de *F. paniculata* nos indican un embastecimiento del pasto y menor calidad nutricional. Estos resultados se quieren comparar con muestras de campo (corta de las gramíneas y medición de la calidad nutricional) y radiometría de campo, para correlacionar los resultados a escalas diferentes (individuo, comunidad, paisaje).



Figura 3. Foto obtenida en septiembre. Ladera de la derecha fue pastada en primavera y las vacas a finales de verano siguen acudiendo a esta zona, aunque el cercado eléctrico se había quitado. Ladera izquierda, el ganado no pasta ya que el pasto es poco palatable y basto, al no haber sido pastado en primavera.

Gestión de pastos: quemas controladas y desbroce

En los últimos años hemos venido siguiendo las actuaciones de desbroces y quemas realizadas en la zona periférica del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido para el control de la matorralización del erizón en los pastos de montaña. Los primeros resultados nos indican cómo sólo con estas acciones no es posible frenar ni el avance de la matorralización, ni la aparición del matorral en zonas de actuación. Son imprescindibles cargas ganaderas medias o altas en las zonas de actuación para poder frenar y eliminar la germinación de nuevas plántulas del erizón.

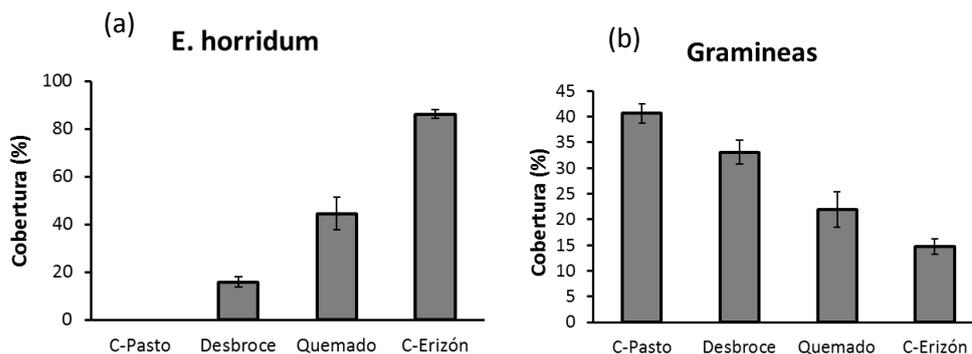


Fig. 4. Cobertura de erizón (a) y de gramíneas (b) después de cuatro años de la quema o el desbroce de la comunidad de erizón en parcelas experimentales y su comparación con zonas de pastos y zona dominada por erizón.

Los resultados muestran que tras la quema controlada, la cobertura del erizón se recupera rápidamente, mientras que para las especies de gramíneas la recuperación es más lenta. En las zonas desbrozadas la recuperación del erizón es más lenta y la recuperación de las gramíneas es más rápida. Además hay que añadirle la pérdida de suelo que suponen estas actuaciones. Los análisis realizados revelan que la estructura física del suelo puede verse afectada sobre todo por la quema del erizón; se observó una disminución de materiales gruesos, como arenas, y un aumento de materiales finos, como arcillas y limos en los suelos quemados. Además, los nutrientes del suelo, como nitrógeno y carbono, y la materia orgánica disminuyen ligeramente en los suelos sometidos a la quema sobre todo a medio-largo plazo.

Mejora de los pastos e infraestructuras ganaderas en la Reserva de la Biosfera Ordesa Viñamala

Con el objetivo de mejorar la viabilidad económica de las explotaciones ganaderas extensivas de montaña del ámbito de la Reserva de la Biosfera Ordesa Viñamala, desarrollando actuaciones que

permitan una mejor optimización de los recursos disponibles proporcionando técnicas innovadoras orientadas a la recuperación y aprovechamiento de zonas de pastos, se obtuvo un proyecto de cooperación entre el Consorcio de la Reserva de la Biosfera, Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Asociación de Ganaderos Valle de Broto, Asociación de Ganaderos Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y Asociación de Defensa Sanitaria de Vacuno Alto Gallego. Con varias actuaciones de desbroces se pretende la recuperación de zonas de pastos reducidos en los últimos años por los efectos del avance de las especies leñosas debido al aumento de temperatura por los efectos del cambio climático y por la reducción de la presión ganadera en estas áreas de montaña.

Conclusiones

Los pastos naturales y semi-naturales del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y protegidos por la Directiva hábitats de la Unión Europea, se encuentran amenazados a medio y largo plazo debido al avance de la matorralización por debajo de los 2100 m. El límite superior del bosque se incrementa, aunque parece menos que en otras zonas montañosas de Europa. La pérdida de pastos supone una pérdida de los servicios ecosistémicos que ofrecen; servicios de abastecimiento de alimentos para los animales, de soporte del terreno, de regulación de los equilibrios ecológicos, y también servicios culturales. Por otro lado, se ha detectado un incremento de la biomasa y verdor en los pastos del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, relacionándose con su embastecimiento, y como consecuencia con pérdida de calidad para el consumo de los herbívoros. Este proceso se ha relacionado con el calentamiento climático y la reducción de la presión ganadera en zonas altas y de difícil acceso. Tanto la matorralización como el incremento de la biomasa y verdor, se han relacionado con los cambios en el uso de 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 del aumento del vacuno. Las recientes actuaciones de quema y desbroces no están dando resultados óptimos, ya que en pocos años los matorrales de erizón domina otra vez particularmente en las zonas quemadas. La recuperación de los pastos necesitan de la acción combinada de ganado y desbroce o quema (Komac et al. 2013), pero siguiendo un diseño no aleatorio, sino planificando la apertura de corredores, entre pastos, la proximidad a bancos de semillas, y eligiendo el periodo más adecuado para frenar la germinación de plántulas de erizón. Sólo bajo la integración de la acción conjunta de ganaderos, científicos y gestores puede ser posible la recuperación de los pastos perdidos durante los años de abandono de la ganadería (Gartzia et al. 2016a).

Bibliografía

Alados, C., P. Errea, M. Gartzia, H. Saiz, and J. Escós. 2014. Positive and negative feedbacks and free-scale pattern distribution in rural-population dynamics. *PLoS ONE* 9:e114561.

Alados, C. L., B. Komac, C. G. Bueno, M. Gartzia, J. Escós, D. G. García, R. García-González, F. Fillat, J. J. Camarero, J. Herrero, and Y. Pueyo. 2011. Modelización de la matorralización de los pastos del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y su relación con el cambio global. Pages 101-122 *Proyectos de investigación en parques nacionales 2007-2010*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

Gartzia, M., C. L. Alados, and F. Pérez-Cabello. 2014. Assessment of the effects of biophysical and anthropogenic factors on woody plant encroachment in dense and sparse mountain grasslands based on remote sensing data. *Progress in Physical Geography* 38:201-217.

Gartzia, M., F. Fillat, F. Pérez-Cabello, and C. L. Alados. 2016a. Influence of Agropastoral System Components on Mountain Grassland Vulnerability Estimated by Connectivity Loss. *Plos One* 11:e0155193.

Gartzia, M., F. Pérez-Cabello, C. G. Bueno, and C. L. Alados. 2016b. Physiognomic and physiologic changes in mountain grasslands in response to environmental and anthropogenic factors. *Applied Geography* 66:1-11.

Komac, B., C. L. Alados, and J. J. Camarero. 2011. Influence of topography on the colonization of subalpine grasslands by *Echinopartum horridum*. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 43:601-611.

Komac, B., S. Kefi, P. Nuche, J. Escos, and C. L. Alados. 2013. Modeling shrub encroachment in subalpine grasslands under different environmental and management scenarios. *Journal of Environmental Management* 121:160-169.

3. DINÁMICA DE LA BIODIVERSIDAD EN MONTAÑA. RED DE SEGUIMIENTOS DE ESPECIES Y HÁBITATS, PARA EVALUAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO GLOBAL. DYNBIO.

MB García, R García-González, I Pardo, P Tejero, JL Silva, P Errea, A. González, C Roquet, E Ortega-Casamayor, J Olesen, S Lavergne, D Gómez

Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Zaragoza, España

El equipo “biodiversidad-IPE” y colaboradores está desarrollando dos proyectos de investigación en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP), en relación a la diversidad de plantas, comunidades vegetales, y su evolución temporal: “*Dinámica de la biodiversidad en montaña. Red de seguimientos de especies y hábitats, para evaluar los efectos del cambio global*” (proyecto del OAPN), y “*Red de Seguimiento para especies de flora y hábitats de Interés Comunitario en Aragón*” (proyecto LIFE-RESECOM). A continuación se describen someramente los principales objetivos en marcha.

A nivel de diversidad y formaciones vegetales, y tras comparar fotogramas del vuelo americano con los del 3er inventario forestal, hemos podido comprobar que en el cambio en la vegetación que se ha producido desde los años '50, es el “bosque denso” la formación vegetal que más superficie está ganando en superficie, a partir de transformaciones que sufren bosques menos densos, matorrales, pastos, y áreas antropizadas. Teniendo en cuenta que un reciente estudio realizado en el PNOMP también ha mostrado que si bien los pastos albergan la mayor diversidad de plantas vasculares en términos de número de taxones y de endemismos, son los bosques los que aportan una mayor diversidad funcional y evolutiva (Pardo et al 2017), en conjunto puede decirse que se está produciendo una reordenación de los distintos componentes de la biodiversidad, con pérdidas y ganancias en distintos ambientes de forma simultánea.

Una vez descrita la diversidad de plantas vasculares y su distribución espacial, así como identificados los distintos tipos de *hotspots* (Pardo 2016, Pardo et al 2017), se pretende aumentar el detalle y obtener información sobre la diversidad de plantas vasculares, diversidad microbiana edáfica, y microclima, para caracterizar ambiental y ecológicamente 70 puntos distintos representantes de las distintas formaciones vegetales del parque: bosques de caducifolios, perennifolios y marcescentes, matorrales, pastos de distintos tipos, roquedos y canchales a distintas altitudes, y humedales y bosques de ribera. Se está generando el árbol filogenético de la flora del Parque gracias a una colaboración en el proyecto Phyloalps, y a partir de los inventarios florísticos se estimarán las cuatro componentes de diversidad mencionadas anteriormente. Se han obtenido también muestras de suelo para estimar la diversidad de bacterias y hongos que interaccionan con las raíces de plantas vasculares en cada lugar, y se está obteniendo, mediante mini-registradores de *ibuttons*, la temperatura y humedad relativa cada 4 h en aire, y temperatura también en suelo. Todo ello nos permitirá en el futuro asociar índices de diversidad y climáticos.

A nivel de especies de plantas, y teniendo en cuenta que el PNOMP es un nodo LTER junto al Instituto Pirenaico de Ecología (García et al 2015), hemos dedicado nuestro esfuerzo a la puesta en marcha o continuación de seguimientos a largo plazo de especies de interés por su amenaza (catalogadas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón: CEAA, o listadas en los anexos de la Directiva Hábitats: EIC), o valor como indicadores de cambio climático o hábitats de interés comunitario (HIC) (Foto 1).

Cypripedium calceolus, también conocido como zapatito de dama, es una de las que cuentan con un mayor reconocimiento de su amenaza y un seguimiento más intensivo. Se conocen en la actualidad 2 pequeños núcleos en el interior del Valle de Ordesa, de reciente descubrimiento, por lo que todavía no se puede determinar su dinámica. Fuera del parque pero dentro del valle de Pineta se ha venido realizando el seguimiento de una población mayor (Goñi et al 2015), realizándose desde 2016 a través de un APN del PNOMP. También en 2016 se ha iniciado el seguimiento de otra pequeña orquídea que al igual que la anterior se encuentra catalogada como En Peligro de Extinción según el CEEA: *Corallorhiza trifida*. Curiosamente, tras la extinción por sepultamiento de una pequeña población conocida en el valle de Ordesa y monitorizada durante varios años, se ha localizado otra de mayor tamaño en una zona muy cercana. Otro de los seguimientos de especies listadas en el CEEA se centra en *Vicia argentea*. El reciente descubrimiento de la enorme extensión que ocupa dicha especie en la glera de Mondarruego, y su monitorización junto a la de su acompañante *Carduus carlinoides carlinoides* están sirviendo para comprobar la gran estabilidad de la flora de ambientes rocosos. En 2015 se inició también el seguimiento una población de *Galanthus nivalis*, la campanilla de nieve, que se encuentra listada en el anexo V de la Directiva Hábitats. Esta especie está siendo monitorizada con la idea de ver el efecto de las hozaduras de jabalí sobre su dinámica. En el caso de *Calamintha grandiflora*, catalogada como Sensible a la alteración del hábitat, son ya 7 los años de seguimiento, y su dinámica en 4 parcelas no sugiere declive.

Otras especies no catalogadas también están siendo monitorizadas actualmente en el PNOMP, como *Narcissus alpestris* (endemismo pirenaico) o *Pinguicula alpina*, indicadora de humedad y planta alpina en límite S de distribución en la Pirineos, por lo que es una buena especie indicadora de cambio climático. También estamos realizando un seguimiento muy intensivo desde 2011 en dos poblaciones de la boreoalpina *Silene acaulis*, también en límite S de distribución en Pirineos. Una de las poblaciones se encuentra rozando los 2000 m s.n.m., donde la especie debe competir con gramíneas y otras plantas que aumentan su abundancia probablemente por el descenso de la ganadería. La otra población supera los 2700 m, donde las condiciones son mucho más duras para la vida en general, sin embargo la dinámica de la especie se ha mostrado mucho mejor en este ambiente (Villemas et al 2016).

Otro conjunto de especies monitorizadas nos está sirviendo para informar de la dinámica de algunos hábitats de Interés Comunitario (HIC) para los que se consideran especies indicadoras, típicas o características (Foto 1). Este es el caso de *Petrocoptis crassifolia*, *Androsace cylindrica cylindrica*, o *Androsace pyrenaica*, también listadas en el CEEA o en la Directiva Habitats, que nos permiten evidenciar estabilidad en los distintos tipos de roquedos en los que habitan. Igualmente, especies como *Borderea pyrenaica*, *Saxifraga oppositifolia*, o *Ranunculus parnassifolius* nos ayudan a vigilar el estado de las gleras calizas, y otras como el endemismo *Pinguicula longifolia longifolia* nos habla de la humedad que rezuma en otro HIC como son los travertinos o toberas. También dos humedales de alta montaña donde habita una especie singular y catalogada, *Carex bicolor*, está siendo monitorizado demográficamente junto al resto de especies que forman su cohorte (*Eleocharis quinqueflora*, *Juncus alpinus*, *Lentodon duboisii*, *Nardus stricta*, *Poa alpina*, *Thalictrum alpinum*, *Juncus alpinus*, *Polygonum viviparum*...). Finalmente, las comunidades de pastos de alta montaña vienen siendo objeto de seguimiento desde hace varias décadas por parte del IPE (por ej Pardo 2016), y a partir del 2016 también algunos APN se han unido al seguimiento de uno de ellos a través de la monitorización de *Dryas octopetala* y *Leontopodium alpinum*.

El PNOMP es un lugar ideal para estudios de entidades y procesos biológicos a largo plazo (García et al 2016). Algunos de nuestros objetivos más persistentes se han centrado en las comunidades

de pastos alpinos y subalpinos, por su extensión, riqueza florística, y valor social y cultural. Dada la evolución socioeconómica que ha sufrido el entorno, y la recesión del sistema tradicional del uso de pastos, parece de gran interés evaluar el efecto que supondría la desaparición del pastoreo. Para ello se han instalado varias exclusiones ganaderas a distintas altitudes (Pardo et al 2015), y los cambios provocados por la supresión ganadera se revelan mucho más drásticos a baja que alta altitud. Una nueva evidencia de la lenta dinámica de las comunidades alpinas, que refrenda la estabilidad de la inmensa mayoría de poblaciones plantas en seguimiento descritas anteriormente. No son malas noticias, teniendo en cuenta la velocidad y magnitud de los cambios que se describen en muchos otros lugares del planeta debido a cambios globales.

Bibliografía

García M.B., C.L. Alados, R. Antor, J.L. Benito Alonso, J.J. Camarero, F. Carmena, P. Errea, F. Fillat, R. García-González, J.M. García-Ruiz, M. Gartzia, D. Gómez, I. Gómez, P. González-Sampériz, E. Gutiérrez, J.J. Jiménez, J.I. López-Moreno, P. Mata, A. Moreno, P. Montserrat, P. Nuche, I. Pardo, J. Revuelto, M.I. Rieradeval, H. Sáiz, P. Tejero, S. Vicente-Serrano, E. Villagrasa, L. Villar, B. Valero-Garcés. 2016. Integrando escalas y métodos LTER para comprender la dinámica global de un espacio protegido de montaña: el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. *Ecosistemas* 25: 19-30.

Goñi, D.; García, M.B. & D. Guzmán 2015. *Seguimiento de la flora vascular de España. Seguimiento demográfico y estado de conservación de Borderea chouardii y Cypripedium calceolus (Zapatito de La Dama)*. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 49 pp.

Pardo, I. 2016. Distribution and dynamics of multiple components of plant diversity in a high mountain area: the Ordesa-Monte Perdido National Park. Doctoral Thesis. Universidad de Barcelona.

Pardo I., D.F. Doak, R. García-González, D. Gómez, M.B. García. 2015. Long-term response of plant communities to herbivore exclusion at high elevation grasslands. *Biodiversity and Conservation* 24: 3033–3047 10.1007/s10531-015-0996-3.

Pardo I., Roquet C., Lavergne J., Olesen J.M. & García M.B. 2017. Spatial congruence between taxonomic, phylogenetic and functional hotspots: true pattern or methodological artifact?. *Diversity and Distributions* 23: 2029-220. DOI: 10.1111/ddi.12511.

Villellas, J., Hidalgo, J.L. & M.B. García. 2016. Contrasting population dynamics at the southern distribution limit of the borealpine *Silene acaulis*. *Ann Bot Fenn* 53: 193-204. <http://dx.doi.org/10.5735/085.053.0407>

Agradecimientos

A Federico Fillat por ayudar a mantener las exclusiones, a David Guzmán por su apoyo en el proyecto LIFE, y a Ramón Castillo, Elena Villagrasa y Manuel Montes por facilitar en todo momento nuestra actividad y la coordinación con su personal. Especial reconocimiento al personal del PNOMP que está o ha estado involucrado en el envío de información botánica o seguimientos de especies y hábitats, como Manolo Grasa, Juan Bosco, Javier Fanlo, Javier Gómez, Carlos Benedé, Rafael Jiménez, Rodolfo García y Amaia Gómez, así como Patricia Abadía y María Jarne, y a otras personas que lo realizan de forma voluntaria como Elena Bueno y Benito Campo. El entusiasmo y rigurosidad con que todos ellos participan es admirable y hacen que se revalorice el papel que juegan estos colectivos para mantener los estudios a largo plazo.



Foto 1- Seguimiento de la abundancia de varias especies de plantas amenazadas o Hábitats de Interés Comunitario en distintos ambientes del PNOMP (foto inferior drcha. tomada por Eduardo Viñuales).

4. EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO ALBERGA PINOS NEGROS VIEJOS

J. Julio Camarero Martínez¹, Emilia Gutiérrez Merino², Gabriel Sangüesa Barreda¹ y Juan Diego Galván³

¹Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC). Zaragoza, España.

²Dept d'Ecologia, Fac. Biologia, Univ. Barcelona. Barcelona, España.

³Swiss Federal Research Institute for Forest Snow and Landscape (WSL), 8903 Birmensdorf, Suiza.

Resumen

Los bosques viejos capturan carbono durante siglos y constituyen un valioso elemento ecológico albergando árboles longevos. Aquí abordamos su estudio caracterizando y cuantificando la edad y el crecimiento radial mediante dendrocronología de bosques subalpinos de pino negro del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. La edad máxima encontrada es de 669 años en el caso de un árbol de la Senda de los Cazadores. Los parques nacionales pirenaicos albergan árboles y bosques multicentenarios que deberían ser adecuadamente estudiados, gestionados y conservados.

Introducción

La conservación de árboles viejos está atrayendo la atención de los ecólogos y gestores forestales dada su relevancia para entender el concepto de bosque maduro en el contexto actual de cambio global. Esta atracción la generan: (i) el interés en conocer los determinantes de la gran longevidad de algunos árboles (Lanner 2002); y (ii) la relevancia de los bosques viejos como sumideros de carbono y como fuentes de biodiversidad (Luysaert et al. 2008, Di Filippo et al. 2015).

Para definir qué es un bosque viejo se suele atender a la edad media o máxima de los árboles (véase por ejemplo <http://www.rmtrr.org/oldlist.htm>), o bien a su tamaño (diámetro, altura) y frondosidad de la copa por citar algunos atributos (Spies 2004, Wirth et al. 2009). Por otro lado, parece ser que el vigor de los árboles no disminuye directamente por su envejecimiento sino debido a los cambios asociados de tamaño y forma lo que los hacen menos eficientes (Mencuccini et al. 2005). Además, una mayor senescencia no se explica por un mayor deterioro de los meristemas o tejidos que crecen (Lanner 2002).

Un primer paso para proteger y conservar los árboles y bosques viejos es conocer su localización para así establecer medidas protectoras a escalas de paisaje y rodal que fomenten la regeneración derivadas de estos individuos (Lindenmayer y Laurance 2016). Por tanto, existe un gran potencial ecológico en el estudio de la longevidad de los árboles en bosques subalpinos de coníferas donde el crecimiento esté muy limitado por el estrés ambiental (breve estación de crecimiento, suelos pobres) ya que parece existir una relación inversa entre la longevidad y la tasa de crecimiento (Black et al. 2008, Bigler y Veblen 2009). En consecuencia sería esperable que si el aumento de CO₂ atmosférico o el calentamiento climático estimulan el crecimiento de los árboles de zonas montañosas y frías se produzca un descenso de su longevidad potencial (Bugmann y Bigler 2011). No obstante, esta potencial estimulación del crecimiento no se ha observado hasta ahora en bosques subalpinos de pino negro (*Pinus uncinata* Ram.) del Pirineo español (Camarero et al. 2015).

En este estudio caracterizamos la estructura y la edad de bosques y árboles viejos de pino negro localizados dentro o en el entorno del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (abreviado PNOMP) usando dendrocronología. Esta caracterización se basa en la descripción de las condiciones ambientales en las que crecen estos árboles y en la cuantificación de su tasa de crecimiento radial así como en la estimación de su edad. Para cuantificar crecimiento y edad utilizamos la dendrocronología o ciencia que estudia y data los anillos anuales de crecimiento en plantas leñosas (Fritts 2014). Al nivel intra-específico de este estudio esperamos que individuos con menor tasa de crecimiento aparezcan en zonas clima más adverso y sean más longevos (Arendt 1997).

Material y métodos

Durante las últimas tres décadas hemos realizado muestreos dendrocronológicos enfocados a la reconstrucción de la edad y el crecimiento radial de individuos con edad superior a los 100 años en la mayor parte de las poblaciones de pino negro del nordeste de España. Estos muestreos se han centrado en parques nacionales pirenaicos como el PNOMP (ver p.ej. Gutiérrez et al. 1998, Tardif et al. 2003). En cada bosque seleccionamos al azar entre 10 y 46 árboles adultos y vivos de pino negro en un área de aproximadamente 1 ha. Para cada árbol muestreado obtuvimos variables topográficas (altitud, pendiente, orientación) y biométricas (diámetro a la altura del pecho –DAP– medido a 1,3 m; altura). Los métodos dendrocronológicos implican la obtención de varios testigos radiales de madera por árbol, su datación visual y la medición de la anchura de los anillos que se transformó en incremento de área basimétrica para después calcular tendencias en los periodos 1901-1947 y 1948-1994. Realizamos varias correcciones para estimar la edad del árbol teniendo en cuenta la altura a la que obtuvimos los testigos y la distancia desde los anillos más internos hasta la médula teórica del árbol (Bosch y Gutiérrez 1999).

Resultados y discusión

Los árboles viejos de pino negro suelen mostrar una morfología característica (copas achaparradas o en bandera, troncos gruesos, corteza gruesa y en espiral) y aparecen en zonas rocosas de elevada pendiente o difícil acceso (Figura 1a). Esto puede explicar que la zona con árboles más viejos (669 años) sea la Senda de los Cazadores seguida por Sobrestivo (Figura 1b, Tabla 1).

Sitio (código)	Latitud (N)	Longitud (E + / W -)	Altitud (m)	Pendiente (°)	DAP (cm)	Altura (m)	Edad media (años)	Edad máxima (años)
Bielsa (BI)	42.70	0.18	2000	88	45.1	7.7	270	432
Sobrestivo (SB)	42.67	0.10	2296	38	61.7	7.6	341	530
Foratarruego (FR)	42.62	0.11	2031	37	49.5	8.3	433	463
Senda de Cazadores (SC)	42.63	-0.05	2247	49	60.9	9.4	337	669
Mirador del Rey (MR)	42.63	-0.07	1980	25	53.3	10.9	117	213
Las Cutas (CU)	42.62	-0.08	2150	20	33.3	9.9	129	142

Tabla 1. Características de los bosques de pino negro muestreados en el entorno del PNAESM y mostrados en la Figura 1b. DAP es el diámetro medido a la altura del pecho (1,3 m).

La distribución de la edad de los pinos muestreados en el PNOMP presentó máximos relativos en torno a los 200-225 (11%), 275-300 (12%) y 325-350 (10%) años (Figura 2). En el resto de bosques muestreados en el nordeste de España (n = 459 árboles) encontramos una mayor frecuencia de árboles con edades entre 250 y 300 años (22 %). Esta diferencia indica que en el PNOMP abundan los árboles viejos ya que el 42% superaron los 300 años. Sin embargo, no alcanzaron edades superiores a los 700 años como sí lo hicieron 16 árboles muestreados en el Parque Nacional de

“Aigüestortes i Estany de Sant Maurici”. No está clara si esta diferencia se debe a la mayor abundancia de individuos viejos en ese parque o bien deberíamos intensificar la búsqueda de más pinos viejos en el PNOMP e zonas aún poco exploradas como Escuaín.

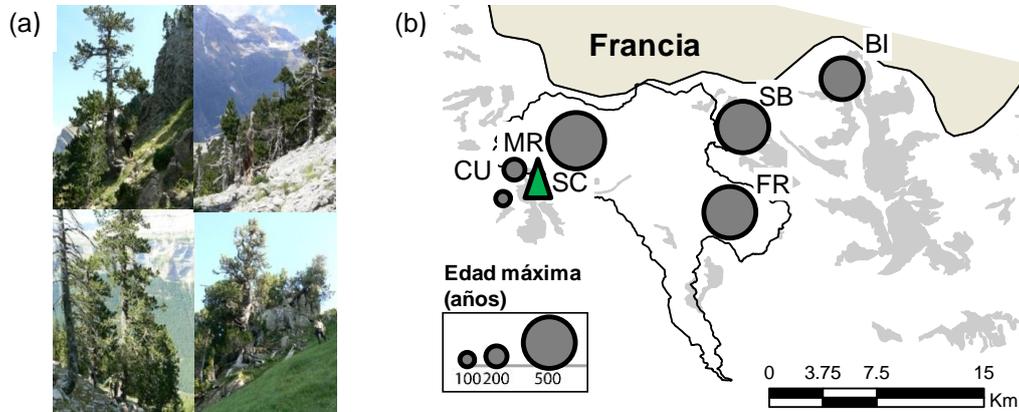


Figura 1. Aspecto de individuos viejos de pino negro (a) localizados en el PNOMP y (b) edad máxima de los bosques muestreados en el PNOMP (indicado por la línea sinuosa). La edad aumenta al hacerlo el diámetro de los círculos según indica la leyenda. Las áreas sombreadas muestran la distribución de pino negro. Los códigos de dos letras indican los sitios mostrados en la Tabla 1. El triángulo indica la presencia de pinos con edades superiores a 600 años en la Senda de los Cazadores (sitio SC).

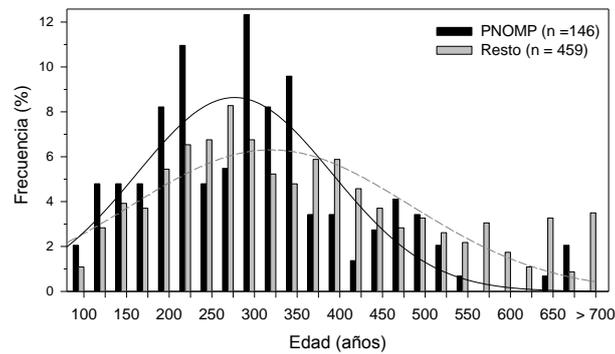


Figura 2. Distribución de la edad (clases de 25 años) para los individuos de pino negro muestreados en el PNOMP ($n = 146$ árboles) en comparación con el resto de individuos de pino negro ($n = 459$ árboles) muestreados en otros bosques del Pirineo, Pre-Pirineo y Sistema Ibérico. Las líneas muestran dos ajustes describiendo el patrón en cada grupo de árboles.

Con respecto a las relaciones entre la edad de los árboles y las variables topográficas y biométricas medidas, encontramos relaciones positivas y significativas con el diámetro del árbol (Figura 3).

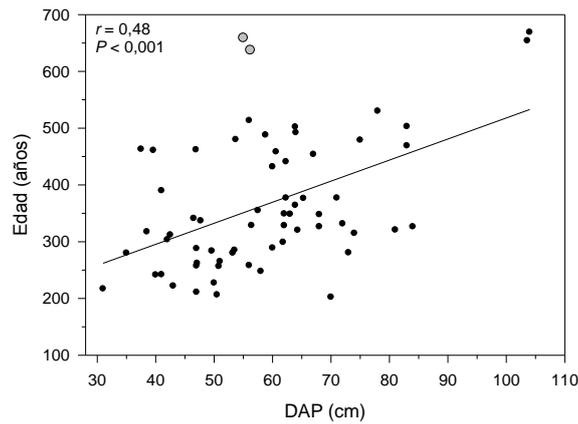


Figura 3. Relación positiva encontrada entre el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la edad de los pinos negros del PNOMP. Aunque esta relación es significativa también existen árboles viejos con DAP < 60 cm (puntos grises).

En general, los árboles más viejos mostraron tendencias del crecimiento menores que los árboles más jóvenes durante la primera mitad del siglo XX (Figura 4). Resultados similares se han observado en bosques de *Picea abies* de los Alpes suizos (Rötheli et al. 2012). No obstante, esta relación se ha difuminado en parte durante la segunda mitad del siglo pasado cuando las tendencias del crecimiento de los árboles dependen menos de su edad. Usando datos socio-económicos se podría también investigar si los bosques más viejos se localizan en zonas menos accesibles para su explotación maderera o en zonas más adversas donde su crecimiento es menor.

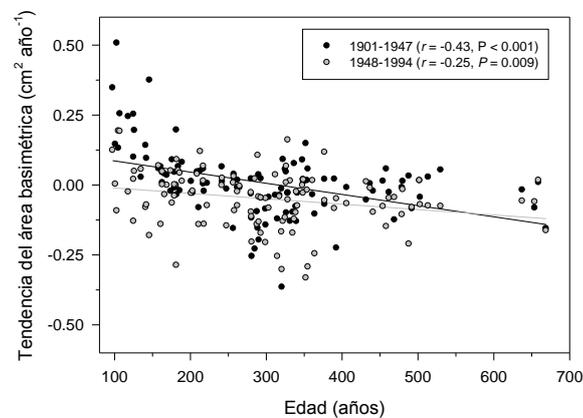


Figura 4. Relaciones negativas entre la edad de los árboles y la tendencia del crecimiento calculada para dos periodos de la primera (1901-1947, símbolos y línea negros) y la segunda mitad (1948-1994, símbolos y línea grises) del siglo XX. En ambos casos la relación es negativa pero se atenúa hacia la segunda mitad del siglo pasado tal y como muestran las correlaciones de Pearson (r).

Agradecimientos

Agradecemos la financiación del proyecto del Organismo Autónomo de Parques Nacionales “Reconstruyendo la historia de los bosques pirenaicos para mejorar su gestión y predecir su respuesta al cambio climático”, RECREO, ref. 387/2011). Agradecemos al personal y dirección del PNOMP su colaboración y disposición para facilitar los muestreos. También queremos dar las gracias a todas las personas que nos han acompañado en el monte.

Bibliografía

- Arendt, J.D. 1997. Adaptive intrinsic growth rates: an integration across taxa. *Quarterly Review of Biology* 72: 149–177.
- Bigler, C. y Veblen, T.T. 2009. Increased early growth rates decrease longevity of conifers in subalpine forests. *Oikos* 118: 1130–1138.
- Black, B.A., Colbert, J.J. y Pederson, N. 2008. Relationships between radial growth rates and lifespan within North American tree species. *Écoscience* 15: 349–357.
- Bosch, O. y Gutiérrez, E. 1999. La sucesión en los bosques de *Pinus uncinata* del Pirineo: De los anillos de crecimiento a la historia del bosque. *Ecología* 13: 133–172.
- Bugmann, H., Bigler, C. 2011. Will the CO₂ fertilization effect in forests be offset by reduced tree longevity? *Oecologia* 165: 533–544.
- Camarero, J.J., Gazol, A., Galván, J.D., Sangüesa-Barreda, G. y Gutiérrez, E. 2015. Disparate effects of global-change drivers on mountain conifer forests: warming-induced growth enhancement in young trees vs. CO₂ fertilization in old trees from wet sites. *Global Change Biology* 21: 738–749.
- Di Filippo, A., Pederson, N., Baliva, M., Brunetti, M., Dinella, A., Kitamura, K., Knapp, H.D., Schirone, B. y Piovesan, G. 2015. The longevity of broadleaf deciduous trees in Northern Hemisphere temperate forests: insights from tree-ring series. *Front. Ecol. Evol.* 3: 46.
- Fritts, H.C. 2014. *Tree Rings and Climate*. Blackburn Press, London.
- Galván, J.D., Camarero, J.J., Sangüesa-Barreda, G., Alla, A.Q. y Gutiérrez, E. 2012. Sapwood area drives growth in mountain conifer forests. *Journal of Ecology* 100: 1233–1244.
- Gutiérrez, E., Camarero, J. J., Tardif, J., Bosch, O. y Ribas, M. 1998. Tendencias recientes del crecimiento y la regeneración en bosques subalpinos del Parque Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici. *Ecología* 12: 251–283.
- Lanner, R.M. 2002. Why do trees live so long? *Ageing Res Rev.* 4: 653–671.
- Lindenmayer, D.B. y Laurance, W.F. 2016. The ecology, distribution, conservation and management of large old trees. *Biological Reviews* doi:10.1111/brv.12290
- Luyssaert, S., Schulze, E.D., Börner, A., Knohl, A., Hessenmöller, D., Law, B.E., Ciais, P. y Grace, J. 2008. Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature* 455: 213–215.
- Mencuccini M.,Martínez-Vilalta, J.,Vanderklein, D., Hamid, H.A., Korakaki, E., Lee, S. 2005. Size-mediated ageing reduces vigour in trees. *Ecology Letters* 8: 1183–1190.
- Rötheli, E., Heiri, C. y Bigler, C. 2012. Effects of growth rates, tree morphology and site conditions on longevity of Norway spruce in the northern Swiss Alps. *European Journal of Forest Research* 131: 1117–1125.
- Spies, T.A. 2004. Ecological concepts and diversity of old-growth forests. *Journal of Forestry* 102: 14–20.
- Tardif, J., Camarero, J.J., Ribas, M. y Gutiérrez, E. 2003. Spatiotemporal variability in tree ring growth in the Central Pyrenees: climatic and site influences. *Ecological Monographs* 73: 241–257.

Wirth C., Messier C., Bergeron Y., Frank, D. y Fankhänel, A. 2009. Old-Growth forest definitions: a pragmatic view, *en: Old-Growth Forests*, eds C. Wirth, G. Gleixner, and M. Heimann (Heidelberg; Berlin: Springer), pp. 11–33.

5. INVESTIGACIONES HIDROGEOLÓGICAS EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO (HUESCA, ESPAÑA)

Jorge Jódar Bermúdez¹; Luis Javier Lambán Jiménez²

¹Hydromodel Host S.L. Barcelona.

²Instituto Geológico y Minero de España. Zaragoza.

Los isótopos estables del agua en la precipitación han sido ampliamente utilizados en Hidrología como trazadores naturales, aprovechando los diferentes procesos que afectan al vapor de agua atmosférico, desde que este se genera hasta que se produce la precipitación. En la mayoría de los casos, estos procesos se ven afectados por fraccionamiento isotópico generado por las variaciones de temperatura. El efecto de la altitud y el efecto estacional son los procesos de fraccionamiento isotópico debidos a variaciones térmicas más relevantes en las zonas de montaña.

El efecto de la altitud hace referencia a la relación empírica existente entre el contenido isotópico de la precipitación (δ_{in}) y la cota (Z) a la que esta se produce, el cual se describe mediante la "línea isotópica altitudinal". Este efecto es generado por la estratificación térmica del aire, la cual es incrementada por la advección atmosférica: las masas de aire suben a lo largo de las laderas de las altas montañas empujadas por el viento. La elevación forzada del aire genera una expansión adiabática que lo enfría. Este enfriamiento progresivo, según asciende el aire, genera un aumento paralelo de la condensación del vapor de agua disuelto en él y como consecuencia aparece un fenómeno de precipitación orográfica. En otras palabras, la elevación forzada del aire genera un proceso de enfriamiento de Rayleigh que fracciona el contenido isotópico de las precipitaciones generadas según el aire asciende a lo largo de la ladera de la montaña. Como resultado, el contenido de isótopos pesados del hidrógeno y del oxígeno disminuye en la precipitación según aumenta la cota: el agua de lluvia se vuelve isotópicamente más ligera con la altitud. Por otro lado, el gradiente vertical del contenido isotópico en el agua de lluvia (la disminución de δ_{in} por unidad de ascenso) no es estacionario, aunque lo sea a largo plazo. Este gradiente se ve afectado por las variaciones estacionales de la temperatura, ya que el efecto altitudinal es en sí un proceso de fraccionamiento isotópico generado por las variaciones térmicas.

El contenido isotópico de una muestra de agua (m) se da comúnmente en relación a un estándar (s) y se expresa como $\delta = (R_m - R_s) / R_s$, donde R es la relación entre las concentración de isótopo raro y la del abundante. Para el agua se refiere al oxígeno ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) y al hidrógeno ($^2\text{H}/^1\text{H}$). Los datos que se aportan se refieren al estándar V-SMOW. El valor de entrada δ_{in} se puede utilizar en los estudios de caracterización hidrológica de manera análoga a como se usaría un trazador de aguas subterráneas. Siempre y cuando haya una zona de recarga bien definida, una vez que la línea isotópica altitudinal se ha caracterizado, los valores de δ_{in} se pueden utilizar para identificar las zonas de recarga de los acuíferos y su conexión hidrogeológica con los manantiales de descarga. Cuando la recarga se distribuye a lo largo de un amplio rango de altitudes aparece un efecto "ladera" en la composición isotópica del agua que fluye por el acuífero que hace difícil asociar cotas de recarga con el contenido isotópico del agua de descarga del sistema hidrológico, ya que la geometría del esquema de flujo subterráneo y la distribución espacial de la recarga afectan a los resultados. En este caso la asignación de una altitud de recarga es aparente. En el ámbito geográfico del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP) se ha caracterizado la línea isotópica altitudinal de la precipitación. El gradiente altitudinal del contenido isotópico ($\delta^{18}\text{O}$) del agua de lluvia de $-2.2\text{‰}/\text{km}$. En los manantiales muestreados en el PNOMP el contenido isotópico promedio del agua subterránea de descarga oscila entre -12.2‰ (Fuen Mochera) and -9.6‰ (Fuen dero Baño), mostrando el agua subterránea un gradiente vertical de su contenido isotópico ($\delta^{18}\text{O}$) de $-1.3\text{‰}/\text{km}$. Este gradiente es similar al obtenido en

zonas del Pirineo Occidental, y es en cualquier caso inferior al gradiente altitudinal de la precipitación obtenido en el ámbito del PNOMP.

El efecto estacional hace referencia a las oscilaciones periódicas de la composición isotópica de la precipitación, las cuales son generadas por los cambios estacionales de temperatura. La señal del contenido isotópico estacional de la precipitación entra en sistema acuífero con la recarga como si se tratara de la señal de un trazador común. Esta señal se amortigua y retarda respecto la señal isotópica de entrada a medida que esta se propaga a través del sistema hidrogeológico. Las diferencias entre las señales isotópicas de entrada y salida permiten estimar tanto el tiempo de tránsito del sistema (τ) como su distribución. La distribución de tiempos de tránsito proporciona una descripción primaria del comportamiento del sistema hidrológico. Por lo general se infiere utilizando modelos hidrológicos agregados (LPM, siglas de la denominación anglosajona de lumped parameter models), los cuales no requieren de un conocimiento detallado del sistema hidrológico. Por ello son especialmente adecuados para estudiar acuíferos en zonas kársticas, fracturadas y complejas, especialmente los acuíferos ubicados en las zonas montaña, donde una descripción detallada sus características hidrológicas internas más relevantes no suele estar disponible.

En las zonas de montaña, los efectos de fraccionamiento isotópico generados por las diferencias altitudinales y la estacionalidad se relacionan estrechamente, dada su común dependencia con la temperatura. Las primeras generan gradientes verticales de temperatura que favorecen la aparición de un proceso de enfriamiento de Rayleigh que hace que aparezca una dependencia entre el contenido isotópico promedio de la precipitación y la cota topográfica a la que esta se produce. Esta dependencia se conoce como la línea isotópica altitudinal local $\overline{\delta_{in}}(Z)$ de la precipitación, la cual se supone estacionaria. La variación estacional de la temperatura induce una variación estacional en el contenido isotópico de la precipitación a lo largo del recorrido vertical en el que $\overline{\delta_{in}}(Z)$ está definida. Como resultado de la estacionalidad, la dependencia temporal del contenido isotópico de precipitación en una altitud dada Z_i se puede expresar como una función sinusoidal, con una amplitud A_{in} y un valor medio que coincide con $\overline{\delta_{in}}(Z_i)$. La invariancia espacial de A_{in} se supone implícitamente en los numerosos estudios bibliográficos disponibles. Esto permite calcular τ sin tener que caracterizar la línea isotópica altitudinal local, dado que τ se obtiene como una función del cociente entre la amplitud de la señal isotópica de salida del sistema hidrogeológico y la amplitud de la señal isotópica de entrada de la lluvia. En los manantiales del PNOMP en los que se muestrea de forma periódica los tiempos de tránsito son cortos, variando estos entre 1 y 4 años.

En el seminario a presentar en la "Jornada de Investigación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido" se explicarán brevemente estos conceptos y se mostrarán los resultados obtenidos en el ámbito del PNOMP.

Agradecimientos

Esta investigación se ha llevado a cabo en el marco del proyecto CANOA-73.3.00.44.00 "Análisis del funcionamiento hidrogeológico de humedales dependientes del agua subterránea", financiado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), y el ACT1203 "Proyecto Anillo" de la CONICYT, Chile. Los autores desean agradecer especialmente la colaboración de Elena Villagrasa (Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, Gobierno de Aragón), Fernando Carmena e Ignacio Gómez (SARGA), Ana Moreno y Blas Valero (IPE-CSIC) y los guardas del refugio de Góriz (FAM).

6. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL CAMBIO GLOBAL EN EL IBÓN DE MARBORÉ (PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO): INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

Mata, M. P.¹, Sánchez-España, J.², Vegas, J.¹, Rodríguez J.A.¹, Morellón, M.² M., Salazar, A.¹ y Valero-Garcés, B.³

¹Instituto Geológico y Minero. Madrid, España.

²Dpto. CC. de la Tierra y Física Materia Condensada. Univ. Cantabria. Santander. España.

³Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC. Zaragoza, España.

Introducción

El objetivo principal del proyecto CLAM es evaluar e interpretar las modificaciones ambientales en tres lagos de alta montaña (Enol, Marboré y La Mosca) de la red de parques nacionales de España dentro del contexto del reciente Cambio Global. En concreto, los objetivos del subproyecto CLAM-1 para el ibón de Marboré eran la caracterización de los materiales geológicos del área fuente, con especial atención a los procesos de meteorización y tipos de aportes; así como establecer el funcionamiento limnológico, incluyendo un estudio del régimen térmico, evaluación del estado trófico, riesgo del aumento de nutrientes, y determinación del impacto antrópico por metales.

Debido a su localización geográfica remota, no existían datos previos sobre el funcionamiento del lago salvo los tomados por la CHE (2007-2013) que lo caracterizaban como un lago de alta montaña, profundo y de aguas alcalinas, con valores de Chl-a (0,65 mg/L), biomasa (0,71 mm³/L), pH (8,8) y P_T (9,1 mg/mm³); lo que permitía establecer un nivel de calidad ecológica y físico-química de bueno a muy bueno.

Coordenadas	42°41'44.27"N; 0° 2'24.07"E;
Altitud / Prof. Max / Long/	2612 m / 29 m / 500 m
Clima	Alta Montaña (Cfc) Temperatura media (Ref. Góriz): 4.9 ±0.5°C. Mes más frío: Enero (-0.7°C) Precipitation media anual 2000 mm
Origen y contexto geológico	Sobreexcavación glaciaria con control estructural y kárstico. Fm. Areniscas de Marboré (areniscas carbonatadas de edad Cretácico Superior)
Alteraciones de la cubeta	Represamiento en 1926, no funcional
Estado ecológico y químico DMA (CHE, 2013)	Bueno a muy bueno
Otros	Incluido en lugar de interés Geológico (Circo o Plana de Marboré)

Tabla 1. Principales características del Ibón de Marboré.

En este proyecto por un lado se ha completado la escasa información limnológica existente, y por otro, se ha proporcionado información necesaria para diseñar un programa de seguimiento que permita evaluar las modificaciones de este sistema en los escenarios de calentamiento global futuros.

Materiales y métodos

Debido a la remota situación del lago (2692 m de altitud) y la dificultad de transportar el material de trabajo (Fig.1), solo se realizaron un total de 4 campañas de campo durante el periodo libre de hielo, julio a septiembre, durante los años 2013 a 2016. En el año 2013 se realizó una batimetría de detalle que se digitalizó en un formato Arc Info 9.0 (ESRI) y se fondeó una boya en la parte más profunda del lago, donde se instalaron 5 termistores de temperatura a 0,5; 5; 10; 15 y 20 m de profundidad (Fig.2). Se muestreó el sedimento tomando 6 testigos cortos con un sondeador tipo Uwitec y se midieron perfiles físico-químicos en la columna de agua del lago con las sondas multiparamétricas Hydrolab MS5 y DS5 de Hach®, y Pro Plus de YSI en la zona de fondeo. Los parámetros que se han medido son: temperatura –T–, conductividad eléctrica (CE), salinidad, pH, potencial redox (ORP), concentración de oxígeno disuelto (OD), presión total de gases disueltos (TDG), intensidad de la radiación fotosintéticamente activa (PAR), y concentración de clorofila-a. Se tomaron muestras de agua cada 5 metros de profundidad con una botella Van Dorn horizontal, que fueron filtradas a $<0.45 \mu\text{m}$ y aciduladas con HNO_3 .



Figura 1. Izquierda: Transporte de material a la zona de trabajo desde la pradera del Valle de Pineta. Derecha: trabajo en el lago en embarcación neumática.

Los testigos de sedimento se cortaron en dos secciones, se describieron y muestrearon, y se han almacenado a 4°C en el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). En las secciones de los testigos se han analizado: a) composición química continua por fluorescencia de Rayos X en la Universidad de Barcelona; b) propiedades físicas e imagen digital con un Geotek MSCL © del IGME, y c) análisis químicos y mineralógicos en muestras discretas (resolución 0,5 cm a 1 cm). Además, se estudiaron las partículas minerales retenidas en los filtros por diferentes técnicas en los laboratorios centrales del IGME y en la Universidad del País Vasco. En las 25 muestras de agua se determinaron: i) aniones mayoritarios (SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , NH_3 , PO_4^{3-}), carbono orgánico e inorgánico disueltos y ii) cationes mayoritarios (Na, K, Mg y Ca por AAS), metales traza (por ICP-MS) así como S y Si (por ICP-AES).

Resultados y discusión

La batimetría muestra tres zonas con fondos diferentes, que condicionan el tipo de sedimentación (Fig.2): una cubeta principal de 28,5 m de profundidad máxima, de dirección NO-SE y con taludes muy pendientes. Una cubeta secundaria al SE, de hasta 20 m de profundidad, separada por un umbral rocoso de la anterior y una zona muy poco profunda (menos de 4 m), separada por otro umbral, y que finaliza en el represamiento inoperativo.

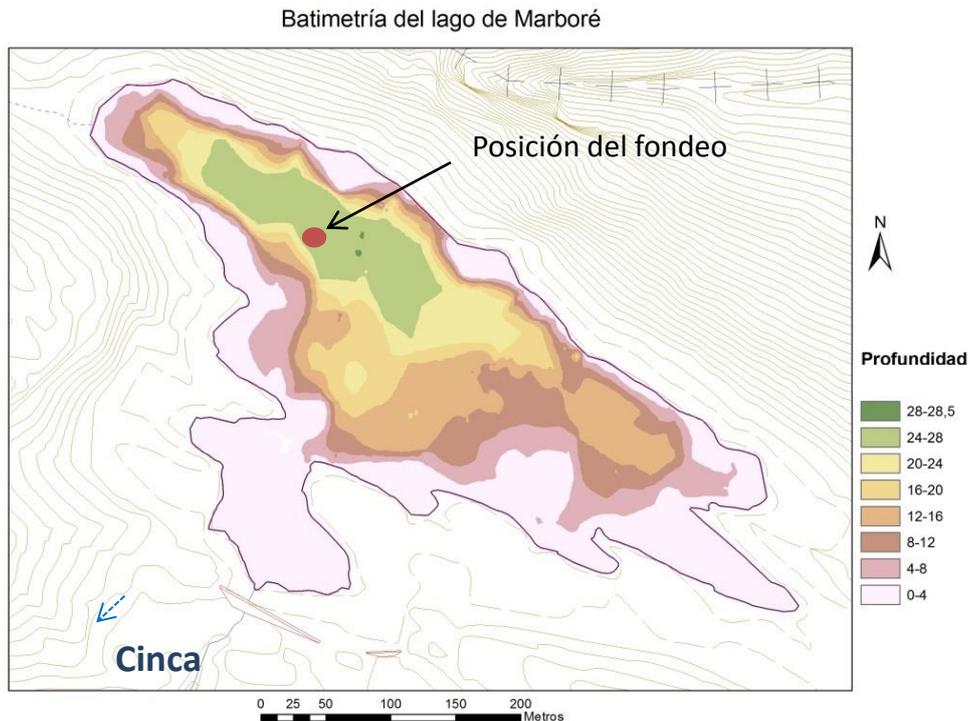


Figura 2. Batimetría del lago de Marboré y localización del fondeo donde se instalaron los termistores de temperatura.

La temperatura máxima de la superficie del lago ha sido de 10-11°C en agosto de 2013 y 2014, siendo 3-4°C superior en el verano de 2015 y 2016, debido a las elevadas temperaturas registradas en la época estival de los dos últimos años. La estratificación térmica estival es muy breve, de agosto a septiembre, y los perfiles de temperatura muestran que la termoclina está a 6-7 m de profundidad, con temperaturas en el fondo del lago de 4-7 °C. En invierno se produce una estratificación térmica inversa, quedando la superficie helada desde diciembre a julio. La columna de agua muestra bajos consumos de O₂ (habitualmente 80-120 % sat., 8-11 mg/L OD) y contenidos también bajos en nitratos (<1 mg/l NO₃⁻), TOC (< 0,8 mg/l), P (<6 µg/l) y SiO₂ (0,3 mg/l). Se han observado cantidades apreciables de Fe, Zn, Co, Cu y Mn en torno a la termoclina, más patentes en el año 2013, llegando a alcanzar valores de hasta 885 µg/L de Zn, 70 µg/L de Mn y de manera destacada 4519 µg/L de Fe. Los valores de pH son sensiblemente menores que los medidos por la CHE (8.5 en 2007, 7.6 en 2008 y 7.3 en 2009) y los de TDG (gas disuelto) muestran claras variaciones en la concentración de CO₂.

Los elevados contenidos en metales traza encontrados en la termoclina puedan proceder de la oxidación y posterior lixiviado de sulfuros y carbonatos presentes en las rocas sedimentarias de la cuenca hidrológica, tal como se puede corroborar por datos procedentes de sondeos (Valero Garcés et al, 2013, Oliva et al., 2013) no pudiéndose descartar contaminación atmosférica difusa a gran escala.

Conclusiones

Los datos disponibles hasta el momento siguen siendo escasos, debido a la inaccesibilidad del lago, al alto coste de los trabajos necesarios y al breve espacio temporal que existe para la realización de estos trabajos. Sin embargo, se puede clasificar el ibón como un lago dimíctico frío y ultra- oligotrófico, debido al escaso aporte de nutrientes, baja productividad primaria y bajo consumo de O₂. Los datos indican un aumento significativo de la temperatura en la superficie del agua durante el verano en la ventana temporal 2013-2016, relacionado con las variaciones estivales de temperatura del aire durante ese mismo periodo.

Aparentemente, existen ligeras diferencias con respecto a algunos datos previos de la CHE. Por un lado, el pH parece mostrar un descenso que podría deberse a procesos de acidificación y, por otra parte, los valores de nitrato son superiores a los analizados previamente. Ambos podrían estar relacionados con procesos de carácter global. Por el contrario, el origen más probable del aumento de metales traza en torno a la termoclina podría ser local, y debido a procesos de meteorización de sulfuros de Fe-Pb-Zn ocurridos en la cuenca.

Medidas de seguimiento propuestas

El aumento de temperaturas esperable en los próximos años provocará cambios en el régimen térmico de todos los lagos, sobre todo debido al calentamiento del epilimnion. Si, además, existe una variación en la cantidad y tipo de aportes atmosféricos, los cambios en este sistema sensible, pristino y remoto, podrían ser aún más significativos. Por lo tanto, se recomienda el seguimiento y medida en continuo de la temperatura (termistores instalados en la columna de agua), así como del pH, y el análisis de nitratos y sulfatos, con el fin de evaluar a medio plazo el aparente aumento encontrado en este proyecto. De forma adicional, se recomienda hacer periódicamente observaciones limnológicas integrales, para determinar el impacto que estos cambios inducen en la diversidad y tipología del fitoplancton.

Agradecimientos

Los autores dedican este trabajo a la Dra María Rieradevall, coordinadora del proyecto CLAM, del que este subproyecto forma parte, fallecida en Octubre del año 2015. Este proyecto ha sido financiado con una ayuda del Organismo Autónomo de Parques Nacionales (OAPN) al proyecto "Evaluación y seguimiento del cambio global en tres lagos de alta montaña: Enol, Marboré y La Caldera. Indicadores físico-químicos", (referencia 533S/201). Agradecemos al personal y guardería del PNOMP la ayuda prestada durante el transcurso del Proyecto. Así mismo agradecemos a Acciona la ayuda prestada para el almacenamiento de material en el lago de Marboré, al personal de los diferentes laboratorios utilizados por la ayuda recibida en la realización de los análisis y a todos aquellos investigadores del IPE (CSIC), UAM, IGME que han colaborado en las campañas de campo durante estos años.

Referencias

- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO. 2013. Diseño y explotación de la red de seguimiento de lagos en la cuenca del Ebro, 232pp. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>
- OLIVA-URCIA, B. MORENO, A. VALERO GARCÉS, B. MATA M.P. & GRUPO HORDA 2013. Magnetismo y cambios ambientales en registros terrestres: el Lago de Marboré, Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Huesca). Cuadernos de Investigación Geográfica. 39 - 1, 117 - 140.
- VALERO GARCÉS; B, OLIVA URCA; B. MORENO; A. RICO; M. MATA; P. SALAZAR, A. RIERADEVAL, M GARCÍA-RUIZ, J.M. CHUECA, J. GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., PÉREZ, A: SALABARNADA, A: PARDO, A;

ARRUEBO MUÑO, T. SANCHO, C, BARREIRO, F BARTOLOMÉ, M, GARCÍA-PRIETO, E. GIL-ROMERA, G. LÓPEZ-MERINO, L, SEVILLA-CALLEJO, M. & TARRATS, P. 2013. Dinámica glacial, clima y vegetación en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido durante el Holoceno. Memorias de Proyectos de investigación en parques nacionales: 2009-2012. Ed. Lucía Ramírez. OAPN.

7. EVOLUCIÓN RECIENTE DEL GLACIAR DE MONTE PERDIDO

Esteban Alonso-González¹, Juan Ignacio López-Moreno¹, Jesus Revuelto¹, Alfredo Serreta², Enrique Serrano³ and Ibai Rico⁴

¹Departamento de Procesos Geoambientales y cambio Global. IPE-CSIC.

²Departamento de Ingeniería del diseño y Fabricación. Universidad de Zaragoza, España

³Departamento de Geografía. Universidad de Valladolid

⁴Departamento de Geografía. Universidad del País Vasco.

Resumen

En este trabajo se han usado mediciones mediante Laser Escáner Terrestre para estudiar la evolución del glaciar de Monte Perdido, el tercero más grande de los pirineos. Los escaneos han sido realizados anualmente a finales de septiembre durante el periodo 2011-2016. Además, se han realizado mediciones de la acumulación de nieve sobre el glaciar desde el año 2014. Durante el periodo de estudio la pérdida de hielo ha sido evidente (-3.71 m de media) pero sujeta a una gran variabilidad espacial y a un comportamiento diferenciado entre años. De esta manera, a dos inviernos consecutivos anormalmente húmedos seguidos de veranos fríos (2012-13 y 2013-14) contrarrestaron en cierta medida el intenso adelgazamiento sufrido durante el seco y cálido periodo 2011-2012, aunque el glaciar disminuyó con fuerza otra vez en 2015, un año caracterizado por una gran acumulación, pero con un verano muy cálido. Amplias zonas del glaciar superan pérdidas de espesor de hielo de 8 metros, sugiriendo una degradación muy acelerada que compromete la existencia del glaciar, al menos en su forma actual.

Introducción

Los glaciares de los Pirineos, que se encuentran entre los más meridionales de Europa, han sufrido un importante retroceso desde la Pequeña Edad del Hielo (PEH). En 1850, estos glaciares tenían una superficie estimada de 2016 hectáreas, pero han disminuido a 321 hectáreas en 2008 (René, 2013). La temperatura anual del aire en el macizo se ha incrementado en un mínimo de 0.9°C el final de la PEH. En los últimos años, Deaux et. Al., (2014) han informado de un incremento de 0.2°C década⁻¹ para el periodo 1951-2010. Este incremento de la temperatura explica un incremento en la altura de la línea de equilibrio de los glaciares de 255 m en el macizo de la Maladeta desde el final de la pequeña edad del hielo, encontrándose actualmente cerca de los 2950 m (Chueca et al. 2005). Se cree que la disminución en la acumulación de nieve y el incremento de la temperatura durante la temporada de fusión son las principales causas del actual retroceso de los glaciares de la zona más meridional de los Pirineos (Chueca et al. 2005). Sin embargo, se conocía poco sobre la dinámica del balance de masa del glaciar y sobre su evolución más reciente. Este trabajo se enmarca dentro del proyecto “El glaciar de Monte Perdido: estudio de su dinámica actual y procesos criosféricos asociados como indicadores de procesos de cambio global” financiado por el Organismo Autónomo de Parque Nacionales. Su principal interés se centra en la actual evolución del Glaciar del Monte Perdido, el tercero más grande de los Pirineos. En el periodo 1981-2010 la superficie del glaciar se redujo en 17 m de media (López-Moreno et al., 2016). Este trabajo ofrece información actualizada de estos valores desde 2011 hasta 2016 gracias a la disponibilidad de datos LIDAR terrestre. Adicionalmente se han podido realizar mediciones del movimiento del hielo del glaciar y el espesor actualmente

disponible mediante las técnicas de radar de interferometría y georadar respectivamente. Todo ello proporciona un diagnóstico adecuado de su situación actual y proporciona una información clara de cómo puede evolucionar en las próximas décadas.

Área de Estudio

El glaciar de Monte Perdido ($42^{\circ}40'50''\text{N}$ $0^{\circ}02'15''\text{E}$) está localizado en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido en el Pirineo Central español. Las masas de hielo se encuentran en la cara norte debajo de la cima principal del Monte Perdido (3348 m), rodeados de paredes verticales de caliza y areniscas de 500-800m de altura (García-Ruiz and Martí-Bono, 2002). Su orientación general es Norte/Noreste. En esta parte de los Pirineos se estima que la isoterma 0°C se encuentra entre los 2950 m y los 3150 m (López-Moreno et al., 2016). En 2008 contaba con una superficie de 38.5 hectáreas.

Métodos

Hemos utilizado seis modelos digitales del terreno obtenidos mediante Laser Escáner Terrestre (TLS) para estimar los cambios en la altura de la superficie en el glaciar de Monte Perdido desde 2011 a 2016. El instrumento utilizado en este trabajo ha sido un TLS de largo alcance (RIEGL LPM-321) que utiliza tecnología de tiempo de vuelo para calcular el tiempo entre la emisión y la recepción creando de esta manera una nube de puntos en tres dimensiones de la topografía real. El Instrumento utilizado en este estudio utiliza pulsos laser de 905 nm de longitud de onda (infrarrojo cercano), la cual es ideal para obtener información sobre la cobertura de nieve e y hielo, con una resolución angular mínima de 0.0188° , una divergencia de 0.0468° y una distancia máxima de escaneo de 6000 m.

Hemos usado una posición de escaneo que nos ofrece una visión casi frontal de la zona con una cantidad mínima de sombras topográficas con una distancia de escaneo de entre 1500 a 2500 m. Hemos utilizado alineamiento indirecto, también llamado alineamiento basado en objetivos (Revuelto et al., 2014), de manera que los escaneos obtenidos en diferentes fechas han podido ser comparados. El alineamiento indirecto utiliza puntos de referencia fijos que están localizados en la zona de estudio. Once objetivos reflectantes de dimensiones conocidas (Cilindros de $10*10$ cm para los objetivos colocados por debajo de los 200 m de distancia y cuadrados de $50x50$ cm para distancias más largas) son colocados en los puntos de referencia a distancias entre 200 y 500 m de la posición de escaneo. Usando métodos topográficos muy extendidos, obtenemos las coordenadas globales de los objetivos mediante GPS diferencial (DGPS) con post-proceso. Las coordenadas globales obtenidas se encuentran en el sistema de referencia UTM 30 Datum ETRS89. La precisión final para las coordenadas es ± 0.05 en los ejes XY y ± 0.10 m en el eje Z. Un total de 65 puntos de referencia alrededor de los cuerpos de hielo (zonas de rocas identificables) fueron usadas para medir la precisión de las nubes de puntos. El 95% de los puntos de referencia tenían un error menor de 0.40 m. De esta manera 0.4m ha sido asumido como la incertidumbre en los resultados de disminución de hielo.

Resultados

La figura 1 muestra la distribución espacial de los cambios en la elevación de la superficie glaciar en el periodo 2011-2016, mientras que la tabla 1 muestra la media anual y total de los cambios sufridos por la superficie de hielo, así como la acumulación de nieve durante los inviernos desde

2014 hasta 2016. De forma generalizada, durante los cinco años analizados la superficie de hielo a disminuido casi 4 metros (-4.18 m). Los cambios tienen una distribución heterogénea sobre el glaciar con zonas muy reducidas donde la acumulación sigue dominando (sobre los 3000m), y grandes zonas con una disminución neta, que en algunos casos excede los 10 metros de espesor. Anualmente, la evolución del glaciar muestra un comportamiento muy contrastado, con años caracterizados por aumentos estacionales o ligeros en la profundidad del hielo (2013-2014 y 2012-2013 respectivamente). Ambos años han estado caracterizados por grandes acumulaciones de nieve en invierno y primavera y veranos relativamente frescos o templados. Contrariamente, hay años donde la pérdida de hielo es más acusada con una pérdida media de hielo de -1.87 y -1.70 metros para 2011-12 y 2014-15 respectivamente. Estos años muestran condiciones relativamente secas durante el periodo de acumulación y veranos secos o muy secos. El último año (2015-2016) muestra una pérdida de hielo relativamente pequeña (una bajada en la elevación de la superficie de -0.69 m) asociada a una gran acumulación de nieve, principalmente durante los meses de primavera junto con un verano templado.

Espacialmente, se puede ver de forma clara como el sector más elevado del glaciar inferior aún ha mostrado un balance positivo durante los últimos 5 años, lo que implica que aún hay una cierta capacidad de generar hielo nuevo que alimenta la parte inferior del glaciar. Éste hecho se ha visto corroborado por los datos proporcionados por el radar de interferometría, que indica dinamismo en este sector del glaciar. Sin embargo, el sector noroeste del glaciar presenta pérdidas que fácilmente superan los 10 metros de espesor en los últimos años, y no presentan indicios de dinamismo, sugiriendo que es una zona que muy probablemente desaparecerá en las décadas siguientes, más aún cuando en la campaña de georadar los espesores obtenidos no superaron los 20 metros en éste sector. La aparición de afloramientos rocosos en este sector y la existencia de numerosos sectores recubiertos por detritos podrían suponer una aceleración del proceso, pues por una parte los valores de albedo se podrían reducir, mientras que los afloramientos rocosos podrían emitir una cantidad de radiación en onda larga considerable durante los meses de verano. (López-Moreno et al., 2016).

Conclusiones

La tecnología Laser Escáner Terrestre ha demostrado ser una técnica muy útil para monitorizar la evolución anual del Glaciar de Monte Perdido. Durante los últimos cinco años, el glaciar ha perdido aproximadamente cuatro metros de espesor de hielo, lo que representa una tasa de pérdida de hielo similar a la mostrada en el periodo 1981-2010. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la acumulación de nieve de tres de los cinco años analizados presenta claras anomalías positivas comparándolas con los registros históricos disponibles en los Pirineos. Las intensas pérdidas de hielo observada en algunas partes del glaciar nos indican que grandes sectores del glaciar actual están muy amenazados, y que podrían desaparecer en las próximas décadas, quedando solo hielo en las partes más protegidas y elevadas del glaciar.

Agradecimientos

La mayor parte de este trabajo ha sido financiado por el proyecto “El glaciar de Monte Perdido: estudio de su dinámica actual y procesos criosféricos asociados como indicadores de procesos de cambio global” (MAGRAMA 844/2013). Los autores agradecen el apoyo recibido por parte de la Dirección General de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón y del personal del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

Referencias

Chueca, J., Julián, A., Saz, M. A., Creus, J., and López-Moreno, J. I.: Responses to climatic changes since the Little Ice Age on Maladeta Glacier (Central Pyrenees), *Geomorphology*, 68, 167– 182, 2005.

Deaux, N., Soubayroux, J. M., Cuadrat, J. M., Cunillera, J., Esteban, P., Prohom, M., and Serrano-Notivoli, R.: Homogénéisation transfrontalière des températures sur le massif des Pyrénées, XXVII Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, 2–5 Juillet 2014, Dijon, France, 344–350, 2014.

García Ruiz, J. M. and Martí Bono, C. E.: Mapa geomorfológico del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid, 106 pp., 2002.

López-Moreno, J. I., Revuelto, J., Rico, I., Chueca-Cía, J., Julián, A., Serreta, A., Serrano, E., Vicente-Serrano, S. M., Azorin-Molina, C., Alonso-González, E., and García-Ruiz, J. M.: Thinning of the Monte Perdido Glacier in the Spanish Pyrenees since 1981, *The Cryosphere*, 10, 681-694, doi:10.5194/tc-10-681-2016, 2016.

Revuelto, J., López-Moreno, J. I., Azorín-Molina, C., Zabalza, J., Arguedas, G., and Vicente-Serrano, S. M.: Mapping the annual evolution of snow depth in a small catchment in the Pyrenees using the long-range terrestrial laser scanning, *Journal of Maps*, 10, 359–373, 2014.

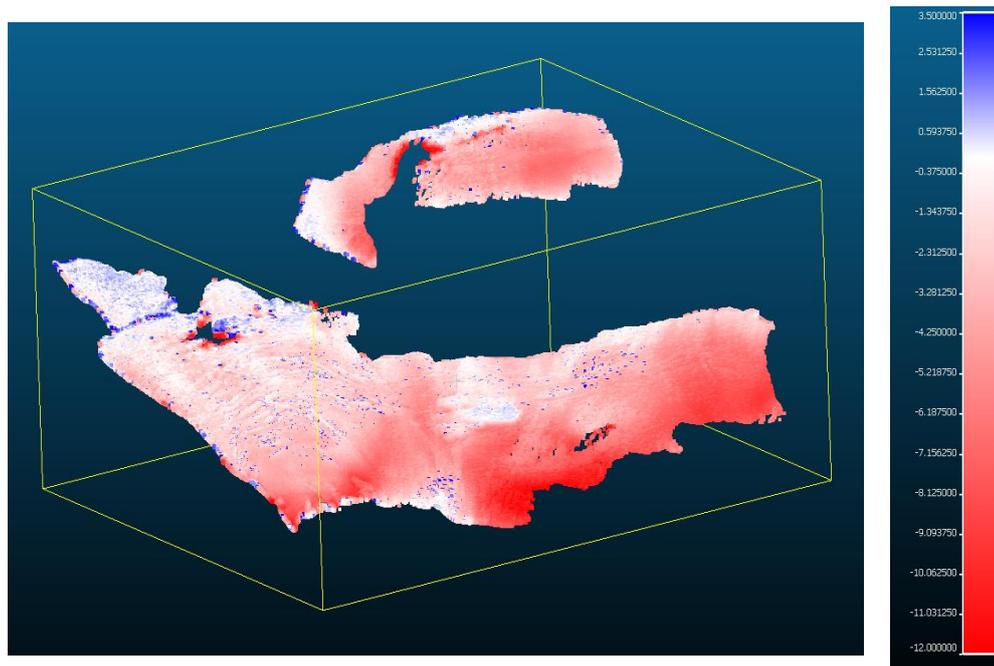


Figura 1. Pérdidas de hielo del glaciar de Monte Perdido durante el periodo 2011-2016.

Periodos	Cambios en espesor de hielo		Acumulación anual de nieve	
	Diferencia media (m)	Máxima pérdida de hielo (m)	Acumulación media (-)	Máxima acumulación (m)
2011-12	-1.87	-5.1		
2012-13	0.15	-2.8		
2013- 14	-0.07	-4.8	3,6	7,8
2014- 15	-1.7	-6.3	3	7,2
2015-16	-0.69	-5.5	4,4	9,5
2011-16	-4.18	-11.2		

Tabla 1. Pérdidas anuales de hielo del glaciar de Monte Perdido durante el periodo 2011-2016, y espesor de nieve anual acumulado sobre el glaciar durante el periodo 2014-2016.

8. CUEVAS HELADAS EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO

Miguel Bartolomé^{1,2}, Carlos Sancho², Ana Moreno¹, María Leunda^{1,2}, Ánchel Belmonte², Belén Oliva³, Antonio Delgado-Huertas⁴, Daniel Asenjo⁵, Alberto Gomollón⁶

¹ Dpto. de Procesos Ambientales y Cambio Global, Instituto Pirenaico de Ecología. Zaragoza.

² Dpto. Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.

³ Dpto. de Geología y Geoquímica, Universidad Autónoma de Madrid, Ciudad Universitaria de Cantoblanco, Madrid.

⁴ Laboratorio de Isótopos Estables y Biogeoquímica, IACT-CSIC, Armilla. (Granada)

⁵ Sección de Espeleología del Centro Atlético Sobrarbe (EspeleoCas). Aínsa, (Huesca)

⁶ Sección de Espeleología del Centro Excursionista Moncayo (SECEM), Tarazona. (Zaragoza)

Introducción

Las cuevas heladas son cavidades formadas en un sustrato rocoso que contienen acumulaciones de hielo perenne. Estas cavidades heladas se pueden clasificar según el tipo de hielo y el mecanismo de congelación que lo genera (Luetscher y Jeannin., 2004). Los depósitos más frecuentes son los de congelación de agua líquida en el interior de la cueva (hielo interno o de congelación). También es posible encontrar cuevas con hielo procedente de la transformación-diagénesis de nieve (hielo externo o de transformación), es decir, nieve que entra a la cavidad arrastrada por el viento y se transforma en hielo. Por otro lado, los mecanismos que favorecen temperaturas por debajo de 0 °C en el interior de las cavidades, permitiendo la congelación del agua o la transformación de la nieve, están relacionados principalmente con flujo de aire. De este modo hay cavidades que pueden funcionar como una trampa térmica donde el aire frío queda atrapado (cuevas estáticas) o bien cuevas en las que existe una circulación constante de aire frío entre dos bocas (cuevas dinámicas). En ocasiones aparecen cuevas estatodinámicas por combinación de ambos mecanismos. Los depósitos de hielo localizados dentro de las cavidades son el resultado de fases de acumulación de hielo (balance positivo) que se suceden a lo largo del tiempo. Sin embargo también pueden tener lugar momentos de fusión (balance negativo). Esta sucesión de fases de acumulación y ablación puede tener una alta variabilidad temporal, dependiendo de las condiciones climáticas pasadas, y va a quedar registrada en los rasgos morfológicos y estratigráficos de las masas de hielo. Las cuevas heladas son, por tanto, archivos geológicos que guardan información climática y ambiental del pasado (temperatura, precipitación, vegetación). Es posible descifrar esta información a través de la composición isotópica del hielo o por el contenido polínico y restos vegetales incluidos en el hielo.

Las cuevas heladas son frecuentes a lo largo de toda la cadena pirenaica, principalmente en las zonas altas de los macizos calcáreos. Conocidas tradicionalmente por colectivos espeleológicos han sido objeto de investigaciones científicas en tiempos recientes. Concretamente, dentro del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, varias cavidades se comenzaron a estudiar en el marco del proyecto *Reconstrucción de cambios abruptos a partir de registros de cuevas en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido: formaciones de espeleotemas y depósitos de hielo*, financiado por el Organismo Autónomo de Parques Nacionales (ref. 258/2011). Entre ellas, destacan las cavidades que se localizan en el entorno de la zona del pico del Casco (Casteret, Faja de los Sarrios y Faja Roya)

Metodología

A lo largo de numerosas campañas en estos años, las cuevas heladas han sido localizadas, topografiadas y catalogadas siempre apoyados por informes previos de grupos espeleológicos que trabajaron en la zona. Posteriormente, han sido visitadas para valorar diversos aspectos de los depósitos de hielo y su potencial como archivos del clima del pasado. Además, se han instalado sensores de temperatura para conocer la dinámica actual y poder asociar las modificaciones en el volumen del hielo con los cambios térmicos. Los depósitos de hielo con restos de materia orgánica han sido datados mediante radiocarbono (^{14}C). Complementariamente se extrajeron muestras de hielo para analizar la composición isotópica, el contenido polínico y los restos vegetales.

Resultados y discusión

En el área de Monte Perdido se localizan diferentes cuevas heladas. Sin duda, la más conocida es la cueva helada de Casteret, si bien también aparecen cavidades de este tipo en la Faja de los Sarrios y en la Faja Roya. En la actualidad, tal como se ha observado durante la monitorización, la formación de hielo tiene lugar en las cavidades 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 cueva helada de Casteret (Espluca Negra) se localiza a una altura de 2690 m. Se trata de una cueva dinámica que presenta una amplia sala cuyo fondo se encuentra ocupado por hielo de congelación procedente de la infiltración de agua. Las temperaturas en su interior varían entre los -5°C y $+5,9^{\circ}\text{C}$ en invierno y verano respectivamente. La documentación fotográfica existente permite evaluar, con cierta fiabilidad, la diferencia volumétrica del cuerpo helado desde mitad del siglo XX hasta la actualidad, estableciéndose una tasa de fusión media de 5,5 cm/año equivalente a unos $42\text{ m}^3/\text{año}$. Esta fusión de la masa de hielo provoca una escorrentía hacia el conocido "Niágara Helado", de manera que el hielo ha provocado la obturación del acceso, imposibilitando el acceso al mismo. La presencia, en el centro de la sala principal, de un hueco de fusión estacional en la masa de hielo deja aflorar capas de guano que se han podido datar por radiocarbono, obteniéndose una edad correspondiente a la Pequeña Edad del Hielo (siglo XVII). También, se está realizando el estudio polínico de los niveles de guano.

A una cota mayor, en la Faja de los Sarrios, se encuentran las cuevas heladas de Sarrios 1 y Sarrios 6. Ambas presentan hielo de congelación y se trata de cuevas estatodinámicas. La temperatura en Sarrios 1 varía entre -6.01 y $+1.77^{\circ}\text{C}$. En esta cueva helada aparece un excelente afloramiento de 6 m de espesor de la masa de hielo de congelación (Figura 1). La edad obtenida para la acumulación de la base es de unos 6000-5000 años BP. Posteriormente, aparece un nivel que se interpreta como un periodo de fusión o no acumulación por encima del cual el depósito restante hasta el techo de la cavidad representa el registro de la Pequeña Edad del Hielo y se prolonga prácticamente hasta la actualidad (200 últimos años aproximadamente), tal y como señalan las edades de radiocarbono obtenidas sobre restos vegetales. Se realizó un muestreo de alta resolución del hielo para determinar las relaciones isotópicas de oxígeno y deuterio. Los datos preliminares muestran una progresiva reducción de las precipitaciones de invierno o calentamiento atmosférico hacia la actualidad. No obstante, en su interpretación hay que considerar el hecho de que el agua de infiltración cuya congelación da lugar al hielo, proviene de la fusión de precipitaciones nivales que atraviesa el epikarst situado por encima de la cavidad.

La cueva de Sarrios 6 presenta una masa helada que se caracteriza por la presencia de carbonatos criogénicos (*Cryogenic Cave Carbonates*, CCC) localizados dentro de la masa helada con unas

edades comprendidas entre hace 4190-800 años (Figura 2 A y B). Esta formación de CCC en Sarrios 6, corresponde también con la formación de carbonatos criogénicos en varias cuevas de los Alpes (Luetscher et al., 2013; Spötl y Cheng, 2014). Este tipo de carbonato se forma debido a la lenta pérdida de CO₂ del agua cuando se congela, bajo unas condiciones relativamente estables de temperatura y una escasa ventilación en la cavidad (Žák et al., 2008). Frecuentemente su formación se atribuye a momentos relativamente cálidos y ausencia de permafrost sobre la cavidad. La temperatura en Sarrios 6 varía entre -6,4 y +0,48 °C. Actualmente se está explorando una nueva galería ya que debido al retroceso que está sufriendo el hielo aparecen nuevas vías de exploración.

A modo de síntesis evolutiva paleoambiental del Macizo de Monte Perdido basada en cuevas heladas es posible señalar la presencia de una fase fría de acumulación de hielo que tuvo lugar entre 6000 y 5000 años (cueva helada de Sarrios 1). Esta fase de acumulación de hielo se vio truncada por un periodo más favorable hace entre 4000 y 500 años en el que no se formaba hielo, pero si tiene lugar la formación de calcitas criogénicas en Sarrios 6. Desde hace 500 años y hasta la actualidad (Pequeña Edad de Hielo, básicamente) se recuperan las condiciones frías y se produce la formación de hielo tanto en Casteret como en Sarrios 1.

Conclusiones

Los resultados preliminares del estudio de los depósitos de hielo en cuevas del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, muestran edades comprendidas desde el Holoceno medio (6000 años BP) hasta la actualidad. Se trata de resultados novedosos de alto interés ya que este tipo de depósitos nunca se habían investigado en los Pirineos. Los datos obtenidos nos informan sobre las condiciones climáticas pasadas, tanto en variaciones de temperatura como de humedad, y la cobertura vegetal existente en el entorno. El estudio del clima del pasado a través de estos singulares depósitos helados puede ayudarnos a plantear diferentes escenarios de cambio climático de cara al futuro próximo en el contexto actual de calentamiento global. Precisamente este incremento de las temperaturas está provocando la rápida pérdida de estos singulares depósitos. En función del régimen térmico actual de cada cueva y con las tasas de fusión estimadas, es probable que asistamos a la desaparición completa de los depósitos de cuevas heladas en los próximos 5, 10 ó 20 años, en el mejor de los casos. Se perderá así, toda la memoria climática contenida en el hielo si no se actúa diligentemente con los programas de investigación.

Agradecimientos

Queremos agradecer a la guardería del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y a los guardas del refugio de Góriz, su ayuda, apoyo logístico e interés durante las numerosas campañas de campo realizadas.

Referencias

- Luetscher, M., Borreguero, M., Moseley, G.E., Spötl, C., Edwards, R.L., 2013. Alpine permafrost thawing during the Medieval Warm Period identified from cryogenic cave carbonates. *The Cryosphere* 7, 1073–1081. doi:10.5194/tc-7-1073-2013
- Luetscher, M., Jeannin, P.-Y., 2004. A process-based classification of alpine ice caves. *Theor. Appl. Karstology* 17, 5–10.
- Spötl, C., Cheng, H., 2014. Holocene climate change, permafrost and cryogenic carbonate formation: insights from a recently deglaciated, high-elevation cave in the Austrian Alps. *Clim Past* 10, 1349–1362. doi:10.5194/cp-10-1349-2014

Žák, K., Onac, B.P., Perşoiu, A., 2008. Cryogenic carbonates in cave environments: A review. *Quat. Int., Archives of Climate and Environmental Change in Karst* 187, 84–96. doi:10.1016/j.quaint.2007.02.022

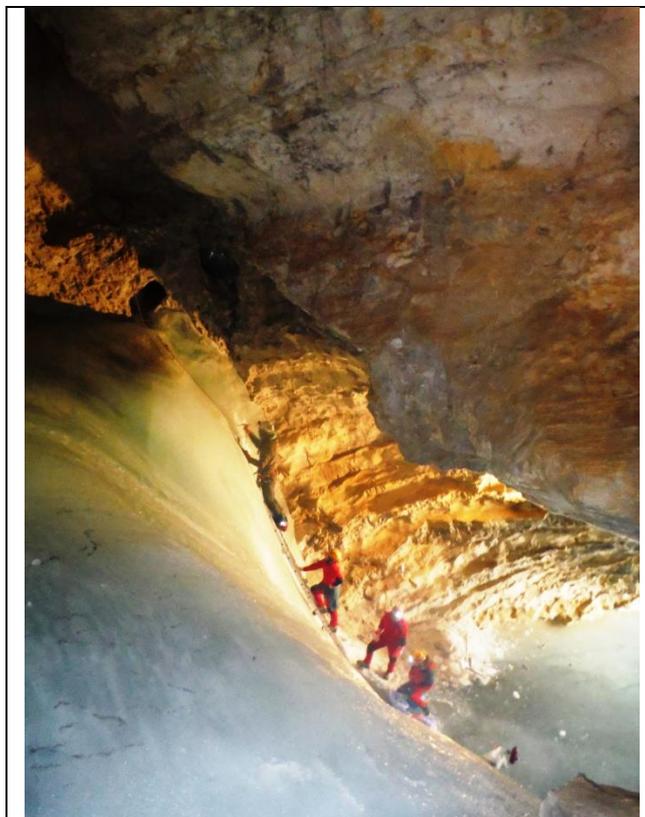


Figura 1: Muestreando el depósito de hielo en la cueva helada de Sarrios 1 durante la campaña de 2014.

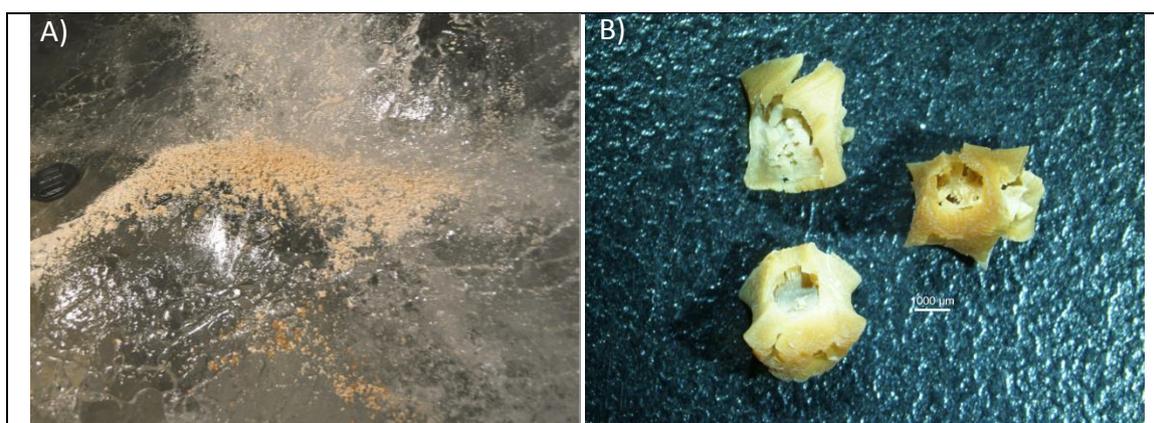


Figura 2: A) Carbonatos criogénicos en el hielo de la cueva helada de Sarrios 6. B) Detalle de la morfología y estructura de los carbonatos.

9. RESUMEN HISTÓRICO DE LAS EXPLORACIONES DEL GRUP D'ESPELEOLOGIA DE BADALONA (GEB) EN EL MACIZO DE ESCUAÍN (SIARRA D'AS SUCAS) DEL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO

Francesc Alfambra Domínguez*

**Presidente del Grup d'Espeleologia de Badalona*

Situación geográfica del macizo de Escuaín

El macizo de Escuaín o siarra d'as Sucas, está situado en la comarca del Sobrarbe, sector del Pirineo Central al Norte de la Provincia de Huesca. Se trata de una alineación montañosa que se extiende desde el collado de Añisclo hasta el Paso de las Devotas del río Cinca entre Bielsa y La Fortunada. Geográficamente, está perfectamente delimitado por una red hidrográfica definida por el río Cinca y el valle de Pineta en su vertiente Norte, por el estrecho Paso de las Devotas y el Cinca hasta Hospital de Tella al Este, por el río Yaga al sur hasta el cuello Viceto y por el Cañón de Añisclo hasta el collado del mismo nombre al Oeste.

A efectos de catalogación sistemática de las cavidades, el macizo se dividió en tres zonas: Zona A: desde el extremo oriental del macizo del Paso de las Devotas hasta la línea que cortando perpendicularmente el macizo une los ríos Cinca y Yaga, pasando por el barranco de La Sarra y el Puntas Verdes. Zona B: Va desde la línea anterior hasta otra paralela que une igualmente Cinca y Yaga pasando por la Monesma cortando en dos el barranco del Gurrundú. Zona C: desde la línea anterior hasta el cañón de Añisclo, desde cuello Viceto hasta el collado de Añisclo.

Historia de las exploraciones del GEB en el macizo de Escuaín

Desde el punto de vista espeleológico, la primera referencia de Escuaín se la debemos al estudioso pirineísta francés Lucien Briet que lo visita maravillado en 1903, publicando al año siguiente "La Crevasse d'Escoain". En 1905 René Jeannel y Georges Racovitza, fundadores de la Bioespeleología, visitan la cueva de Fanlo y la cueva de las Devotas. En 1960, el Speleo Club Alpin Languedocien de Montpellier, estando de campaña en el Marboré, realizan una pequeña incursión en Escuaín, pero sin continuidad.

Fundado en 1956 como Grup d'Escalada i Espeleologia del Centre Excursionista de Badalona, antes de su llegada a Escuaín, el GEEB había organizado varias campañas espeleológicas en la provincia de Huesca: Gistaín (1960), Monte Perdido (1962 y 1963), Grallera de Guara (1966) y Solencio de Bastarás (1966-1969). En 1968 y ya con entidad jurídica propia, el GEB realiza su primera visita a Escuaín, entrando en los Bibers d'o Campillón (B-1) y en el sumidero del Gurrundú (B-2), comprobando la existencia de un gran sistema subterráneo. En agosto del 1970, llevó a cabo su primer campamento de espeleología en la zona C del macizo, con el descubrimiento de numerosas cavidades como el agujero de Chelo (C-8), el agujero del torrente de Paxón (C-9), el agujero de la Foratata (C-12), el agujero de Grallar (C-13), y el inicio de las exploraciones sistemáticas en el macizo.

Descubrimiento y primeras exploraciones del agujero de la Bufona (C-20) durante los años 1971, 1972, 1973 y 1976

1971: En la campaña espeleológica de Agosto de 1.971, con el objetivo atacar el agujero del torrente de la Paxón (C-9) se instaló el campamento base en la gran balma o Fovón (C-19). Cuando ya habíamos descendido a -200 m de profundidad, sorpresivamente, muy cerca del

campamento C-19, localizamos una gran boca que soplabla una fuerte corriente de aire. Por este motivo fue bautizada “La Bufona” y catalogada como C-20. La proximidad de ésta al campamento hizo que priorizáramos su exploración, relegando la del C-9 a un segundo plano. En este año la exploración del agujero de la Bufona (C-20) llegó más allá del pozo de -80 m.

1973: En la Semana Santa de este año se instaló por primera vez en Escuaín un campamento subterráneo en la galería fósil superior del sumidero del Gurrundué (B-2). Tras 40 horas de permanencia con dos pernoctaciones se pudo superar el tapón de gravas bajando varios pozos hasta llegar nuevamente a la galería activa, desde donde se bajó un pozo de -30 m de grandes dimensiones, sondeándose a continuación de éste otro de mayores proporciones. En julio de este año, prospeccionando la zona B del macizo se localizó el agujero de los Planos de Revilla, catalogado como B-15. En Agosto se desinstaló el sumidero para continuar la exploración de la Bufona. El primer campamento se montó en la gran sala previa al pozo de -80 m a unos 100 metros de profundidad. El segundo en la boca del pozo de -50 m, situado a -350 m de profundidad. El tercer día tras bajar tres pozos más de 20, 10 y 10 m respectivamente llegaron a la gran sala de bloques con un caudaloso afluente. Poco más allá la galería se ramifica en el rio activo y una galería



Foto 1: Participantes en la campaña de 1971. Foto R. Canela.



Foto 2: Equipo de exploración del forat a Bufona (1.972). Foto: R. Canela.

fósil ascendente de amplias dimensiones que se nombraron galerías del Metropolitano. Se instaló el campamento de -419 m que aún perdura en la actualidad. Tras un kilómetro de recorrido se encuentra un sifón, que fue superado gracias a una galería fósil superior que permite acceder

nuevamente al río. Tras dos nuevos pozos de 8 y 5 m se dio por finalizada la exploración de esta campaña.

1974: Este año se concluyen las exploraciones en el sumidero del Gurrundué (B-2) y el agujero del torrente de la Paxón (C-9) en sendos sifones a -250 m y -680 m de profundidad respectivamente.

1975: En Semana Santa se superó el sifón del Artiguo Bajo (A-7), descubriendo un kilómetro de nuevas galerías. En agosto se intenta superar el sifón del C-9 con resultado negativo. También se intenta superar con pértigas y técnicas de escalada la cascada Silvia d'os Bibers d'o Campillón (B-1). En octubre se desciende a -120 m en el agujero de Chelo (C-8).

1976: En la Semana Santa, dos espeleólogos tuvieron que abandonar precipitadamente el agujero de la Bufona (C-20) por un súbito aumento del nivel de las aguas cuando se encontraban a -400 m de profundidad. En agosto se alcanza la profundidad máxima de -553 m en a Bufona (C-20). Al encontrar un nuevo sifón se inicia la exploración y escalada de las galerías fósiles de Metropolitano. Fue en esta exploración donde nuestro compañero Josep Mensión recolectó el coleóptero hembra que Angel Lagar le dedicó, catalogándolo como *Aphaenops mensioni*.

1979: En Agosto de este año tras nueve días de permanencia en la exploración subterránea del agujero de los Planos de Rebilla (B-15) se alcanzó la cota de -950 m de profundidad.

1980: En agosto de este año, tras seis días de exploración subterránea se conectó el agujero de los Planos de Rebilla (B-15) con los Bibers d'o Campillón (B-1), en el que salvó un desnivel de -1.151 metros de desnivel, en aquel momento, récord mundial de profundidad integral.

1991: Durante la precampaña de Julio, previa al Campamento Nacional de Espeleología, llevado a cabo en Escuaín en Agosto de este mismo año se conectó el Meandrico del Gurrundué (B-7) con los Bibers d'o Campillón (B-1) y se exploró la galería del Curtcircuit en el B-15, que dedicamos a nuestro compañero Diego Ferrer, que murió una semana después de filmar la integral en este mismo campamento nacional.

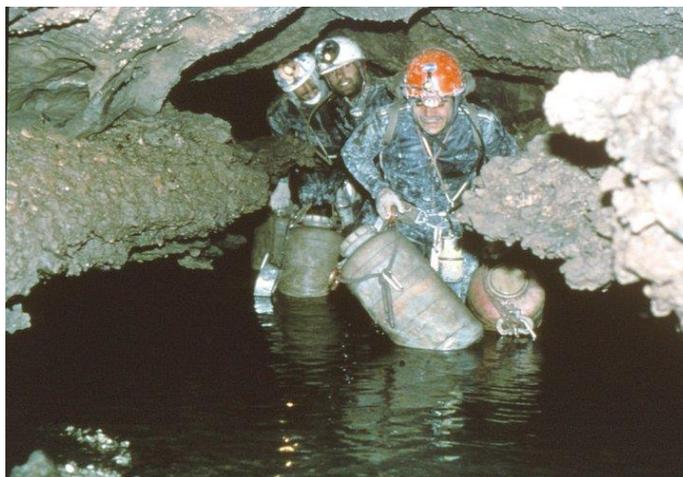


Foto 3: Exploración a -950 m de profundidad en el B-15 en Agosto de 1979. Foto: D. Ferrer.



Foto 4: Integrantes de la travesía integral B-15-B-1 en Agosto de 1980. Por la Izda: F. Pañella, J. Mas, D. Ferrer y F. Alfambra.. Foto: J. Urquiza.

2010: Durante la primera quincena de Agosto se llevaron a cabo importantes trabajos de exploración subterránea, con descubrimientos espeleológicos de primera magnitud, gracias a la instalación de varios campamentos subterráneos. Gracias a la colaboración espeleosubacuática de miembros de la SIE y de l'ERE de Barcelona, se franqueó el sifón terminal del agujero de la Bufona (C-20) situado a -501 metros de profundidad, permitiendo la conexión de esta gran sima con el agujero del torrente de la Paxón (C-9) de -830 m de profundidad, ambas situadas en el torrente de la Paxón.

Con la instalación de un campamento subterráneo a -419 m de profundidad en el agujero de la Bufona (C-20) y un segundo, permitió concluir la escalada de un gran pozo de +85 m de desnivel en las galerías fósiles del *Metropolitano*. Se remontaron otro gran meandro fósil y dos afluentes activos con un total de +250 m de desnivel y más de un kilómetro de recorrido. Una de las galerías activas remontadas acaba en la cara inferior del sifón terminal del agujero de Grallar (C-13), situado a la cota de -567 m de profundidad, descubierto durante la campaña de agosto de 1981.

2012: En agosto de este año, gracias a la colaboración de Eliseo Belzunce del G.E. Otxola de Pamplona se supera el sifón que conecta el agujero de la Bufona (C-20) con el agujero de Grallar (C-13). Por otra parte después de una semana de exploración subterránea y cuatro campamentos, el equipo de punta del GEB también conectó las galerías fósiles superiores C-20 con el C-13 a través de una cadena de pozos en descenso. Con esta exploración se superaron los 30 kilómetros de desarrollo del Sistema Badalona. Tenemos que agradecer al GREIM de Boltaña la rápida intervención en el rescate de nuestro compañero Ángel Villaret, que por suerte quedó solo en un susto.

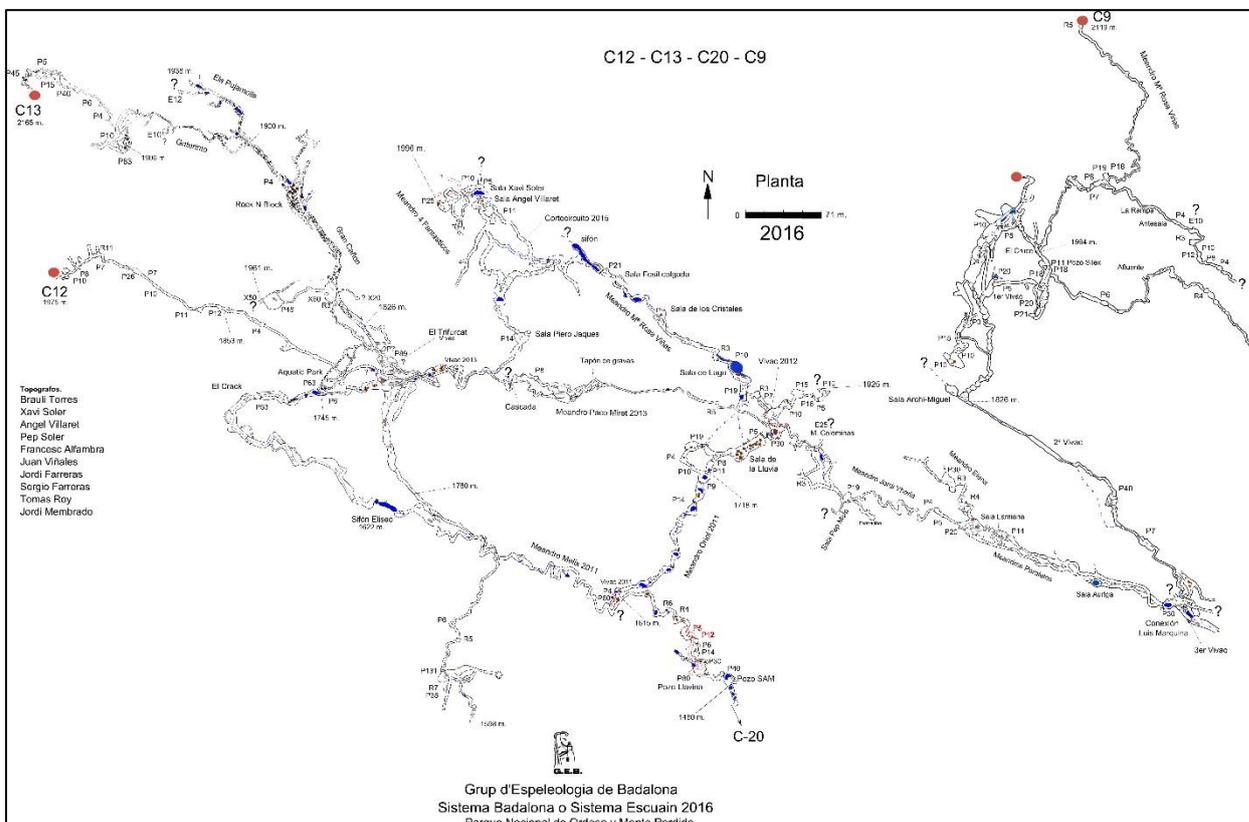


Foto 5: Equipo de punta del GEB al final de la exploración que conectó las galerías fósiles superiores del C-20 con el C-13 (Agosto de 2.012). De izquierda a derecha: Pep Mula, Brauli Torres, Xavi Soler y Ángel Villaret. Foto X. Soler.



Foto 6: Equipo de exploración del C-13 de la campaña Escuaín-2.016. foto: F. Alfambra

2013-2016: Después de la conexión del agujero de Grallar (C-13) con el agujero de la Bufona (C-20) y con el agujero del barranco de la Paxón (C-9), el Sistema Badalona continúa creciendo. Con los avances de la campaña del verano del 2016 en la que se han explorado y topografiado 530 m de nuevas galerías, el desarrollo total del sistema conocido a día de hoy es de 35,711 Km. Estas nuevas galerías parecen estar muy cercanas al agujero de la Foratata (C-12), por lo que es muy probable que la próxima campaña del 2017 podamos incluir esta cavidad como una nueva boca de acceso al Sistema Badalona.



En estos últimos años también se han llevado a cabo trabajos de colaboración con el Parque Nacional y otras instituciones científicas:

Estudio de los efectos del cambio climático

Desde hace algunos años, venimos colaborando con Miguel Bartolomé del Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC y con la dirección del *Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido* en el estudio de los efectos del cambio climático y la historia evolutiva de espeleotemas. Monitorizando la evolución climática de varias cavidades-neveros en las partes altas de las zonas B y C del macizo de Escuaín y extrayendo algunas formaciones para su estudio.

Proyecto de investigación bioespeleológica

En colaboración con el *Instituto de Biología Evolutiva de Barcelona* (CSIC-UPF) y con la debida autorización del *Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*, en el transcurso de las exploraciones subterráneas de la campaña espeleológica del 2012 se llevó a cabo una campaña bioespeleológica, en la que se recolectaron varios ejemplares de un coleóptero cavernícola muy interesante en la galería activa superior del agujero de la Bufona (C-20). El hallazgo de nuevas especies es posible, como ya ocurrió en su día con el descubrimiento de dos coleópteros cavernícolas endémicos del macizo de Escuaín: *Aphaenops mensionii*, en el agujero de la Bufona (C-20) el 2-8-1976 y *Hydraphaenops alfambrai* en el agujero de los Planos de Revilla (B-15) el 5-8-1978.

Agradecimientos

Para acabar, tenemos que agradecer la colaboración de muchas personas, entidades y grupos de espeleología en las exploraciones en el macizo de Escuaín: Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, Federación Española de Espeleología, Federación Aragonesa de Espeleología, Federació Catalana d'Espeleologia, Instituto de Biología Evolutiva (CSIC-UPF-Barcelona), Museu de Ciències Naturals Zoologia (Barcelona), Biosp-Associació Catalana de Bioespeleologia, Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC (Jaca), CEA (Zaragoza), G.E. Otxola (Navarra), G40 (Córdoba), GREIM de Boltaña, Espeleo CAS (Aínsa), SIE, GGG, ERE, GERS, GE Rubí, GREC y Grup Excursionista Malgratenc (Barcelona).

En otro orden de cosas, el 20 de Septiembre de 2015 falleció nuestro compañero Ramón Canela i Font, fundador y primer presidente del Grup d'Espeleologia de Badalona. A él y a su viuda M. Rosa Viñas, también espeleóloga pionera debemos el "descubrimiento" del macizo de Escuaín en el verano de 1968 y de la cueva de los Osos de Tella en 1970. A ellos tenemos que agradecer también su apoyo y entusiasmo por los descubrimientos, y de que a día de hoy, 49 años después, el GEB mantenga viva la llama de la pasión por la exploración de los intrincados ríos subterráneos del macizo de Escuaín y el amor por los sobrecogedores paisajes del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y por la hospitalidad de las gentes del Sobrarbe.

Bibliografía

- ALFAMBRA, F., 1973. Dos años de campañas en Escuaín. *Cavernas. Grup d'Espeleologia de Badalona*, 18: 10-19.
- ALFAMBRA, F., 2012. Informe de la campaña bioespeleológica Escuaín-2012. *Grup d'Espeleologia de Badalona*.

- ALFAMBRA, F., 2015. Apuntes históricos y biogeográficos de *Aphaenops Mensioni*, Lagar, 1976. Exploracions. Espeleo Club de Gràcia. 21: 68-77.
- CANELA, R., 1971. Escuaín 71. *Cavernas. Grup d'Espeleologia de Badalona*, 17: 11-15.
- CANELA, R., 2006. Escuaín. *Cavernes. Grup d'Espeleologia de Badalona*, 26: 80-137.
- CANELA, R., 2006. La Cueva de los Osos. Sistema Badalona -1.151 m. Badalona.
- ESCOLÀ, O., 1986. Fauna cavernícola de Escuaín. *Cavernas Monográfico Escuaín, núm. Especial*. 1: 149.
- GEB, 1976. Avance de los resultados exploratorios más importantes realizados en el macizo de Escuaín durante los años 1974, 1975 y 1976. *Cavernas. Grup d'Espeleologia de Badalona*, 19-20: 85-89.
- GEB, 1986. *Cavernas Monográfico Escuaín, núm. Especial. Grup d'Espeleologia de Badalona*. 1: 115-118.
- GEB, 2012-13-14-15-16. Informes de las campañas espeleológicas de Escuaín de los años 2012-13-14-15 y 2016. *Grup d'Espeleologia de Badalona*.

10. PROYECTO DISESGLOB: DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD GLOBAL DE PARQUES NACIONALES Y DE LA INFLUENCIA DE LOS CAMBIOS DE USO DEL SUELO.

Javier Martínez Vega. Instituto de Economía, Geografía y Demografía. CSIC.

Paloma Ibarra. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.

Se presentaron los avances del proyecto en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP), Zona Periférica de Protección (ZPP), Área de Influencia Socioeconómica (AIS) y Orla Periférica (OP o buffer de 10 km).

En el marco del Sistema de Evaluación Integrada del parque (SEIAP-PNOMP), se repasó la información facilitada, entre julio y octubre de 2016 por el director conservador y técnicos, relativa a 13 indicadores. Éstos explican el estado de conservación (evolución de las poblaciones de las especies o subespecies en peligro y cambio en la extensión de los hábitats focales clave), planificación (existencia de documentos de gestión, uso público y planificación socioeconómica actualizados), gestión (grado de cumplimiento de los objetivos de gestión, funcionamiento de los órganos de representación y participación pública, existencia de personal suficiente para una gestión eficaz, evolución de los rasgos que motivaron la declaración, de actividades de educación y voluntariado ambiental) y las amenazas (presencia de especies exóticas invasoras, número y actividades realizadas por los visitantes).

Se presentaron los resultados de 2 indicadores (conocimiento del PNOMP y su importancia para los visitantes), relacionados con el Índice de Percepción y Valoración Social. Se hicieron 242 encuestas a visitantes, durante el mes de mayo, en los centros de interpretación de Torla (64% de la muestra) y Tella (36%). Entre junio y julio de 2016 se hizo una encuesta telefónica a 111 residentes en los municipios del PNOMP. Se hizo un muestreo estratificado en función de la superficie aportada al parque por cada municipio y corregida, más tarde, de acuerdo a su población.

Se presentaron los resultados preliminares. Más del 99% de los residentes encuestados conocen la existencia del PNOMP. Cerca del 35% de los visitantes nunca lo habían visitado o lo habían hecho en muy pocas ocasiones (28%). Una gran mayoría de los encuestados otorgan la máxima importancia al parque o lo consideran bastante importante, tanto los residentes (85%-10%) como los visitantes (73-25%). De acuerdo a las respuestas múltiples, esta consideración se fundamenta en su elevado valor natural (85%) y paisajístico (50%), en su repercusión económica para los municipios de su área de influencia (58%), en su vulnerabilidad ecológica (49%) y, en menor medida, en su función conservadora de la biodiversidad (algo más del 10%).

Respecto al estado de conservación del parque, el 60% de los visitantes no tienen una opinión formada (figura 1). El 30% considera que su estado de conservación es muy bueno o bueno. La mayor parte de los residentes sí tienen una opinión al respecto, dada su proximidad y su relación cotidiana con el parque y sus gestores. Entre ellos, el 38% considera que su estado de conservación es bueno y un 34% opina que es muy bueno. En relación a las amenazas, cerca del 40% de los encuestados no contesta. El resto resaltan los incendios forestales (18%), la frecuentación de visitantes (17%) y la falta de concienciación ambiental (11%) como las principales amenazas. Las dos primeras son señaladas por los más mayores y la última por los más jóvenes.

La mayor parte de los residentes que responden a la pregunta sobre la participación de los habitantes locales en la gestión del parque consideran que es mejorable (28%) o inadecuada (19%) frente a un 23% que opinan que es adecuada. Son llamativos los casos de Puértolas y Fanlo en los que cerca del 100% de los residentes encuestados que responden opinan que la participación es inadecuada o mejorable, respectivamente. Lógicamente, las razones que justifican estas opiniones están divididas. Frente a una mayoría que opina que existe un adecuado conocimiento del territorio e implicación de los residentes en la gestión (27%) y una buena gestión e inversión (4%) hay un sector de población residente que opina lo contrario, es decir una falta de implicación de la población local en la gestión del parque (6%) y una queja referida a que los gestores no les escuchan lo suficiente (cerca del 10%).

Finalmente, existe diferente disposición al pago por entrar al PNOMP entre visitantes y residentes (figura 2). Frente a esta pregunta responde el 100% de los encuestados. Entre los visitantes, el 74% estaría dispuesto a pagar una entrada frente a un 26% que no lo haría. Entre los residentes, el 45% estaría dispuesto a pagar frente a un 55% que no lo haría. En general, hay mayor predisposición a pagar entre los más jóvenes (82%) que entre los mayores (55%). La mayor parte de los que se muestran a favor, estarían dispuestos a pagar hasta 5€ (cerca del 40%). Algo más del 30% pagaría hasta 3€ y un porcentaje menor pagaría hasta 10€ (15%) o más de 10€ (2%). Los que están dispuestos a pagar las cantidades más elevadas son exclusivamente visitantes mientras que los que pagarían menos son, mayoritariamente, residentes. Las principales razones esgrimidas por los que no quieren pagar ninguna entrada es que se trata de un bien público (40%), que nunca se ha pagado por su visita (25%) o que ya se pagan suficientes impuestos (cerca del 10%).

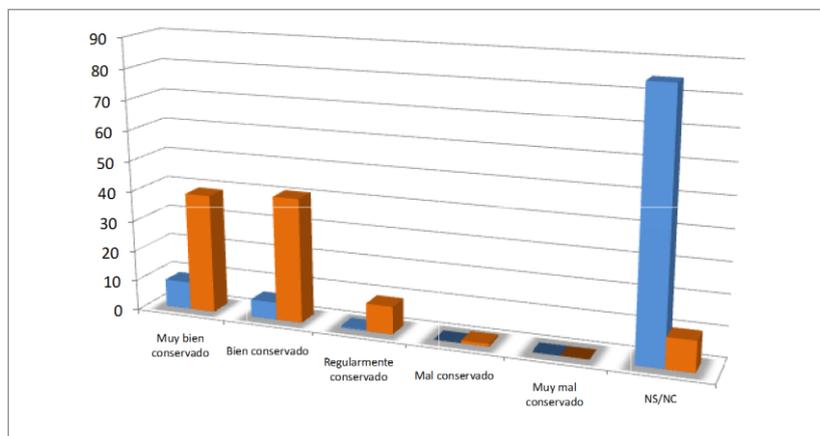


Figura 1.- Opinión de residentes (naranja) y visitantes (azul) sobre el estado de conservación del Parque Nacional

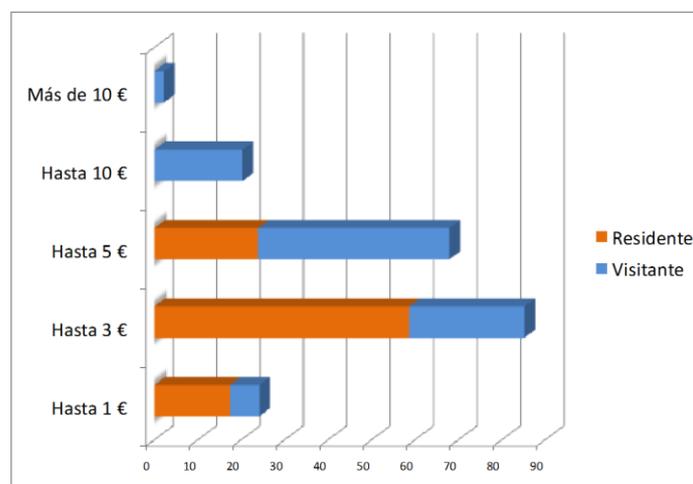


Figura 2.- Disposición al pago por entrar a visitar el Parque Nacional

Respecto al Sistema de Seguimiento y Evaluación de la Sostenibilidad Municipal (SSES), se ha elaborado un catálogo de 43 fichas que describen los detalles de los indicadores propuestos (definición, objetivo, fórmula de cálculo, unidad de medida, fuentes, tendencia deseable, tipo de indicador, dimensión, categoría, referencias y observaciones). Se ha realizado una encuesta a gestores y científicos entre junio y septiembre de 2016. Se han considerado los tres pilares de la sostenibilidad y se ha tenido en cuenta el coeficiente de variación de las respuestas para seleccionar los 22 indicadores que concitan mayor acuerdo. El 68% de ellos son ambientales, un 18% económicos y un 14% sociales. Se ha diseñado una ficha de cada municipio con los valores de cada indicador y mapas temáticos que muestran la distribución espacial de cada indicador mediante distintas técnicas de representación cartográfica (coropletas, isolíneas, círculos de tamaño proporcional, cartogramas, etc.). Se trabaja en la normalización de los datos, en su comparación con un valor objetivo o deseable para cada indicador, en la agregación de los indicadores en 3 índices intermedios (sostenibilidad ambiental, económica y social), en la transformación de éstos en unidades Z y en su integración en un índice global de sostenibilidad para cada municipio.

Finalmente, presentamos los resultados de una simulación de los usos del suelo (SIM-LUCC) en 2030 mediante Redes Neuronales Artificiales (RNAs) bajo diferentes escenarios –tendencial y verde (figura 3)-. También, un análisis evolutivo de la fragmentación de los pastizales frente a los matorrales. Empleamos CORINE Land Cover (CLC) de 1990 y 2006. Usamos otros datos auxiliares que modelizan los factores motrices del cambio, tanto físicos y socioeconómicos como de situación -proximidad a grandes ciudades-. Tenemos en cuenta la legislación ambiental y sectorial que propone incentivos e impone limitaciones a determinados usos del suelo. Los resultados muestran que en PNOMP, alejado de grandes ciudades, apenas se registran cambios de usos del suelo, a esta escala. Se observa una progresiva naturalización del paisaje, interrumpida por los incendios forestales. En el AIS y OP se registra una tímida artificialización alrededor de los pequeños núcleos urbanos y de las estaciones de esquí. La matorralización de los pastizales subalpinos es evidente y se prevé, en el futuro, mayor fragmentación de estos hábitats y una pérdida de su conectividad estructural (figura 4). Hemos utilizado ArcGIS v10.3, Idrisi-TerrSet-LCM y MSPA.

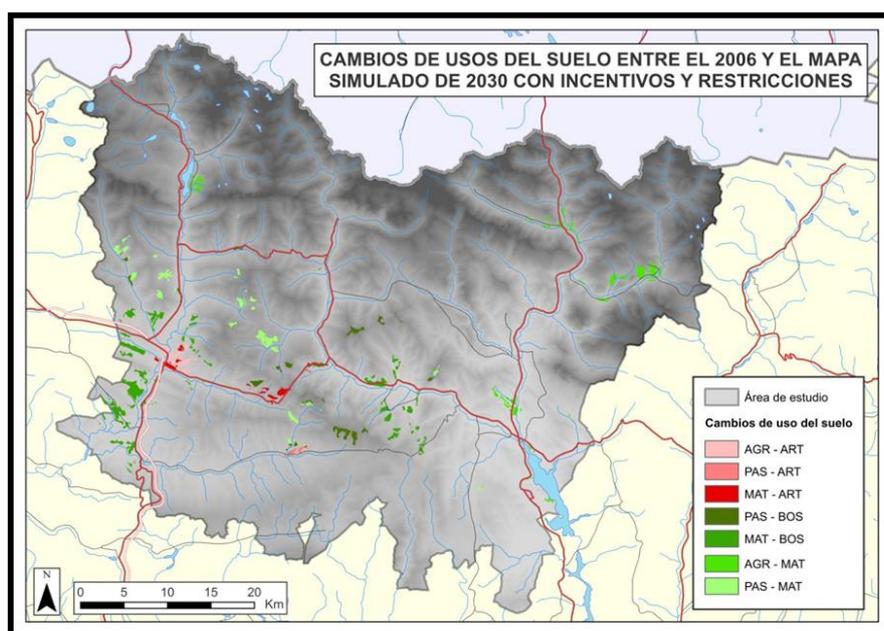


Figura 3.- Mapa de cambios de usos del suelo previstos entre 2006 y la simulación de 2030 –escenario verde-, considerando incentivos y las restricciones de la legislación sectorial y ambiental. ART=Artificial, AGR=Agricultura, PAS=Pastizal, MAT= Matorral, BOS=Bosque

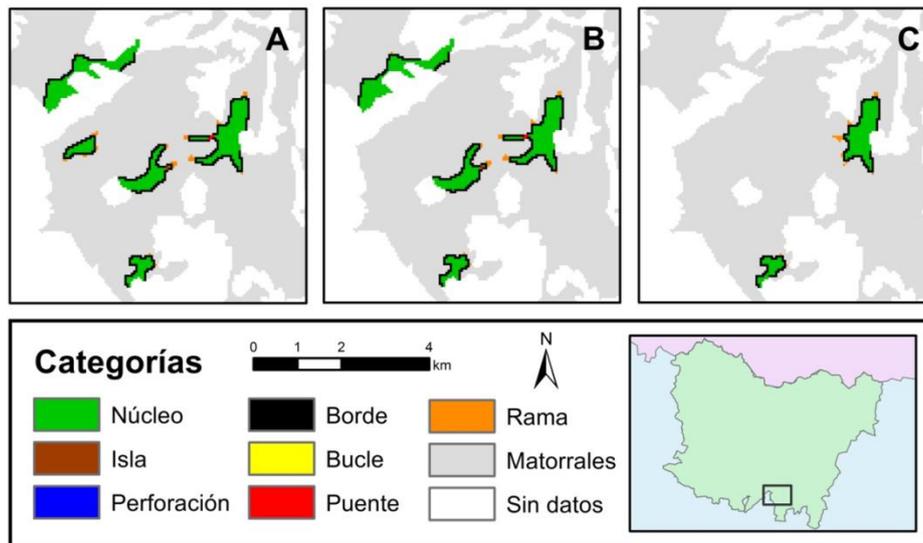


Figura 4.- Mapas de fragmentación de pastos en una ventana del sur del área de estudio, dentro del Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara. A: 1990; B: 2006; C: 2030. Se observa la progresiva invasión de los pastos (en distintos colores según su categoría) por los matorrales (en gris).

En la página web del proyecto se pueden consultar más detalles:

<http://iegd.csic.es/es/research-project/disesglob>

Bibliografía

Gallardo, M., Gómez, I., Vilar, L., Martínez-Vega, J. y Martín, M.P. (2016): "Impacts of future land use/land cover on wildfire occurrence in the Madrid region", *Regional Environmental Change*, 16 (4), 1047-1061.

Gallardo, M. y Martínez-Vega, J (accepted): "Modelling land-use scenarios in protected areas of a Mediterranean urban region in Spain" En *Geomatic simulations and scenarios for modelling LUC: A review and comparison of modelling techniques*. M.T. Camacho Olmedo M.T., Paegelow, M., Mas, J.F. y Escobar, F. (Eds), Springer, Berlin-Heidelberg, in press.

Gartzia, M., Alados, C.L. y Pérez-Cabello, F. (2014): "Assessment of the effects of biophysical and anthropogenic factors on woody plant encroachment in dense and sparse mountain grasslands based on remote sensing data", *Progress in Physical Geography*, 38, 201-217.

Gartzia, M., Pérez-Cabello, F., Bueno, C. B., Alados, C. L. (2016): "Physiognomic and physiologic changes in mountain grasslands in response to environmental and anthropogenic factors", *Applied Geography*, 66, 1-11.

Gartzia, M., Fillat, F., Pérez-Cabello, F. y Alados, C.L. (2016b) "Influence of Agropastoral System Components on Mountain Grassland Vulnerability Estimated by Connectivity Loss". *PLoS ONE*, 11(5): e0155193. doi:10.1371/journal.pone.0155193.

Lasanta-Martínez, T., Vicente-Serrano, S.M. y Cuadrats, J.M. (2005): "Mountain Mediterranean landscape evolution caused by the abandonment of traditional primary activities: a study of the Spanish Central Pyrenees", *Applied Geography*, 25, 47-65.

Rodríguez-Rodríguez, D. y Martínez Vega, J. (2012). "Proposal of a system for the integrated and comparative assessment of protected areas", *Ecological Indicator* 23, 566-572.

11. SEGUIMIENTO ARQUEOLÓGICO EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO. EXCAVACIONES Y PROSPECCIONES EN EL BARRANCO DE LA PARDINA

Rafael Laborda*, Lourdes Montes*, Rafael Domingo* y María Sebastián**

*Área de Prehistoria, Universidad de Zaragoza.

**Área de Geografía física, Universidad de Zaragoza.

Introducción

El actual paisaje del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP) responde a un medio natural parcialmente modificado por actividades antrópicas ligadas especialmente a la explotación ganadera, cuyo origen en el tiempo no era posible precisar más allá de la etapa medieval (Benito Alonso 2006; Pallaruelo 1988). En los últimos años estamos intentando estimar en qué momento comenzó dicho impacto y si este se remonta a la Prehistoria, tal y como ocurre en otros sitios pirenaicos y pre-pirenaicos situados en la alta montaña.

La investigación de la Prehistoria en territorios de la alta montaña pirenaica y pre-pirenaica presenta un extraordinario auge, que se ha incrementado sobremanera desde la pasada década. Conocemos ocupaciones desde el Neolítico Antiguo en cotas altas del Sobrarbe: Esplugu de la Puyascada en Sierra Ferrera a 1300 m (Baldellou, 1987); Cueva Drólica en el cordal de Sevil a 1200 m (Montes y Martínez Bea, 2007-2008), pero también en la Ribagorza aragonesa, Cova dels Trocs en Bisaurri a 1560 m (Rojo *et al.* 2013) y catalana, Cova del Sardo en Aigües Tortes a 1800 m (Gassiot *et al.* 2014).

Presentamos aquí una síntesis de tres campañas de prospección desarrolladas entre 2014 y 2016, con sondeos y excavaciones arqueológicas, en un territorio aproximado de 400 ha del Puerto Bajo de Góriz, que comprende el Barranco de la Pardina y las zonas aledañas de la margen oeste (derecha) del Cañón de Añisclo (*Fig. 1*). Todo ello se ha realizado dentro del proyecto 2013/998 del Organismo Autónomo de Parques Nacionales *Análisis ecológico de la culturización del paisaje de alta montaña desde el Neolítico: los Parques Nacionales de montaña como modelo* (acrónimo CUL-PA).

Objetivos

El objetivo global del Proyecto era hallar y valorar el inicio del impacto antrópico en la alta montaña, que en nuestro trabajo se ha concretado en una serie de misiones concretas:

- Hallar rastros de las primeras ocupaciones humanas dentro del PNOMP y establecer la antigüedad máxima de las mismas mediante dataciones C14 (prospecciones y sondeos arqueológicos)
- Reconocer las actividades desarrolladas en dichos asentamientos, estacionalidad, especies pastoreadas, actividades complementarias... (excavaciones arqueológicas)
- Datar y realizar un estudio antracológico de los carbones hallados en los yacimientos, intentando valorar la evolución del impacto antrópico en el medio analizando la disponibilidad (creciente/decreciente) de las especies vegetales utilizadas como combustible.
- Identificar el carácter continuado o intermitente de la explotación ganadera de este entorno de alta montaña, generando datos no sólo referidos a etapas prehistóricas

- Comprobar si existe o no una correlación entre el tipo o funcionalidad de los yacimientos y la altitud y pendiente del área de localización, analizando mediante un SIG sus emplazamientos con objeto de identificar puntos de similares condiciones.

Desarrollo del trabajo y resultados

La hipótesis de partida es doble: a) la mayoría de los refugios modernos utilizados por los pastores (mallatas, cuevas, abrigos o simples oquedades) hasta bien entrado el siglo XX reúnen las mejores condiciones dentro de un entorno relativamente hostil; b) los ganaderos prehistóricos que pudieran haber acudido a esta zona habrían ocupado también los mismos refugios naturales, dadas sus características óptimas. Esta conjetura ha quedado confirmada con los primeros trabajos de campo.

El desarrollo del trabajo se puede dividir en dos fases. La primera está relacionada con la recopilación de información sobre abrigos rocosos y cuevas utilizadas en épocas recientes como refugio por los pastores, susceptibles de haber sido utilizadas en la Prehistoria, valorando aspectos claves implicados en su ocupación como el resguardo de agentes atmosféricos (lluvia o viento), o las horas de insolación. El PNOMP nos suministró un primer listado de doce mallatas que ha guiado estas intervenciones y que se ha completado a lo largo de las prospecciones. Además han sido de gran relevancia los datos recopilados por Lucien Briet a principios del s. XX con información detallada de algunas de las cavidades estudiadas (Briet, 1910), así como los trabajos de exploraciones espeleológicas publicados por los grupos GIEG de Granollers y GIE Peña Guara (GIEG, 1984, 1985; GIE Peña Guara, 1974).

La segunda fase del trabajo consistió en recorrer sistemáticamente los puntos seleccionados, prestando especial interés a las fajas de ambas vertientes del barranco de La Pardina y a la vertiente con más insolación del cañón de Añisclo (margen derecha). Se parceló toda el área de actuación en 7 subzonas con el objetivo de realizar los trabajos de la manera más exhaustiva posible.

El protocolo seguido para analizar cada uno de los puntos estudiados ha sido el siguiente:

- Toma de coordenadas con GPS
- Topografía del sitio (si no existía una previa)
- Sondeo arqueológico siempre que sus características lo permitieran (presencia de sedimento)
- Cumplimentación de ficha detallada
- Valoración de la excavación en extensión del yacimiento, dependiendo del área de actuación, interés arqueológico y tiempo disponible

En estas tres campañas se han hallado cincuenta y ocho puntos de interés arqueológico entre abrigos, cuevas, rediles y casetas de pastores, en los que se han realizado un total de veintitrés sondeos e iniciado dos excavaciones en extensión. Los datos recopilados hasta el momento permiten confirmar la ocupación y explotación del territorio desde al menos fechas en torno al 2500 antes de Cristo, durante el periodo Calcolítico.

- En 2014 los 40 puntos recorridos entregaron ya los primeros resultados positivos: el hallazgo en superficie de sílex y cerámica prehistórica en Mallata Valle Pardina y la localización de un cráneo de bóvido en Cueva Candón, que tras ser datado entre los siglos XII-XIII ha permitido constatar la presencia de ganado vacuno en alta montaña desde la Edad Media

- En 2015 se amplió la zona de prospección y comenzó la primera excavación de un yacimiento en extensión, la Cueva FP-5, consiguiendo concretar un momento de ocupación prehistórico en torno al 2500 a.C. (Fig. 2). En la misma campaña de 2015 se halló un casquillo de Mauser (7x57mm.) con marcaje “FNT** 1937” en Mallata Sabarils que permite constatar el paso de la Guerra Civil en el entorno de Añisclo. Ello concuerda con los datos disponibles en el Archivo del Ayuntamiento de Bielsa (Archivo particular de los descendientes de Ramiro C. de Sobregrau). Se ha verificado así el aprovechamiento de determinadas mallatas situadas en puntos estratégicos como parapetos durante la contienda, con toda seguridad durante las operaciones relacionadas con la Bolsa de Bielsa (abril-junio 1938). Además, tanto en Mallata Sabarils como en Cueva Sabarils se hallaron tres badajos de hueso pulido que evidencian su uso ganadero. Por último en Mallata Lazera se identificaron cuatro restos de pintura embebida en el soporte de cronología indeterminada entre los que destaca un cruciforme de color rojo vinoso, actualmente en estudio.
- En 2016 se ha iniciado la excavación en extensión de Mallata Valle Pardina, que además de restos relativos a los usos históricos del yacimiento, ha entregado restos de una ocupación prehistórica cuyos materiales nos llevan a situarla entre 2000-1500 a.C. Actualmente estamos a la espera de los resultados radiocarbónicos, que permitan concretar estas fechas (Fig. 3)

Conclusiones y perspectivas de futuro

En el territorio concreto que nos interesa, la zona de pastos del Puerto Bajo de Góriz, nuestro conocimiento acerca del poblamiento del Barranco de la Pardina y su entorno ha cambiado sensiblemente después de las prospecciones y excavaciones desarrolladas en el contexto del mencionado proyecto CUL-PA (Fig 4).

Desde un punto de vista cronológico y cultural se han constatado tres momentos bien definidos con vestigios claros de asentamientos humanos: el prehistórico, delimitado hasta ahora entre el Calcolítico y la Edad del Bronce, el medieval y el moderno/subactual.

Se hace necesario excavar en extensión algunos de los yacimientos identificados para concretar la máxima antigüedad de las ocupaciones prehistóricas. De forma subsidiaria se pretende determinar si en este territorio ha habido una continuidad en los patrones de explotación ganadera y uso de Mallatas desde la Prehistoria hasta nuestros días, o si bien estamos ante un fenómeno intermitente, ligado a diferentes estrategias ganaderas (preferencias por ganado ovino o bovino) en determinadas épocas: Prehistoria, Edad Media y Épocas Moderna y Contemporánea.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto *Análisis Ecológico de la culturización del paisaje de alta montaña desde el Neolítico: los Parques Nacionales de montaña como modelo* (CUL-PA, Ref.998), concedido por el Organismo Autónomo de Parques Nacionales (BOE nº 300, 16/12/2013) y ha sido posible gracias al apoyo financiero y técnico del proyecto HAR2011-27197 *Repensando viejos yacimientos ampliando nuevos horizontes en la Prehistoria del valle medio del Ebro* (Ministerio de Economía y Competitividad) y del Grupo de Investigación Consolidado H-07 *Primeros Pobladores del Valle del Ebro* del Gobierno de Aragón.

Queremos mostrar nuestro más sincero agradecimiento al Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y al Ayuntamiento de Fanlo por habernos facilitado todos los permisos necesarios para la

realización de este trabajo. También a las personas que nos han acompañado y ayudado sobre el terreno: a nuestros compañeros del Área de Prehistoria de la Universidad de Zaragoza Paloma Lanau, Vanessa Villalba-Mouco y Guillermo Tena; a los compañeros del Centro de Espeleología de Aragón Mario Gisbert y Jorge Sevil; a los miembros del GREIM Laureano Gómez y Daniel Asenjo; y a Mikel Etxebarria.

Por último agradecemos a Manolo Latre todos los consejos e información que de manera desinteresada nos ofreció sobre la zona de estudio.

Bibliografía

- BALDELLOU, V. (1987): Avance al estudio de la Espluga de la Puyascada. *Bolskan*, 4: 3-41
- BENITO ALONSO, J.L. (2006): Vegetación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Sobrarbe, Pirineo central aragonés). Zaragoza, Publ. Consejo Protección Naturaleza Aragón, nº 50.
- BRIET, L. (1910): Barrancos et Cuevas. *Spelunca*, 61.
- GASSIOT, E., RODRIGUEZ, D., PÈLACHS, A., PÉREZ, R., JULIÀ, R., BAL-SERIN, M.C., MAZZUCCO, N. (2014): La alta montaña durante la Prehistoria: 10 años de investigación en el Pirineo catalán occidental. *Trabajos de Prehistoria*, 71 (2): 261-281.
- GIEG Granollers (1984): Informe “Campaña ESTIU/84 – Barranco de la Pardina”. Barcelona.
- GIEG Granollers (1985): Informe “Campaña ESTIU/85 – Barranco de la Pardina”. Barcelona.
- GIE Peña Guara (1974): Boletín de Contribución al Catálogo Espeleológico de la Provincia de Huesca. Huesca.
- MONTES, L., Y MARTÍNEZ BEA, M. (2007-2008). La cueva Dróllica de Sarsa de Surta (Huesca). El arte rupestre que nunca fue y su yacimiento campaniforme. *Veleia*, 24-25: 813-831.
- PALLARUELO, S. (1988). *Pastores del Pirineo*. Ministerio de Cultura. Madrid
- ROJO, M., PEÑA-CHOCARRO, L., ROYO, J.I., TEJEDOR, C., GARCÍA-MARTÍNEZ DE LAGRÁN, I., ARCUSA, H., GARRIDO-PENA, R., MORENO, M., MAZZUCO, N., GIBAJA, J.F., ORTEGA, D., KROMERY B., ALT. K.W., (2013). “Pastores trashumantes del Neolítico antiguo en un entorno de alta montaña: secuencia cronocultural de la Cova de Els Trocs (San Feliú de Veri, Huesca).” *BSAA Arqueología*: 79: 9-55.

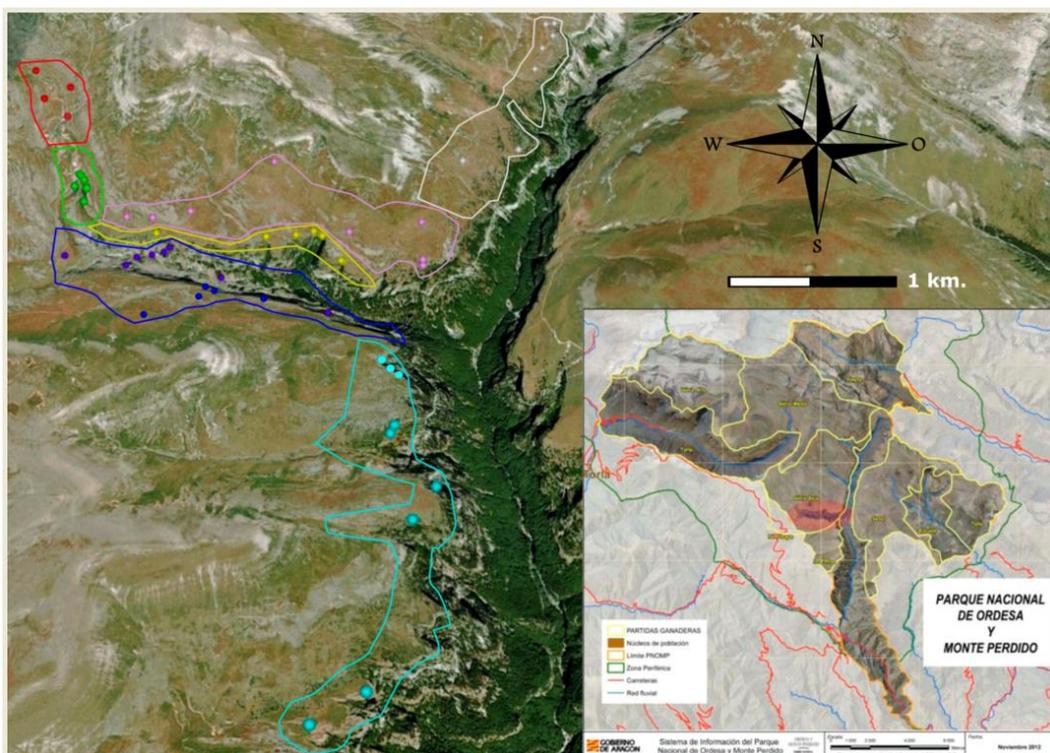


Figura 1: Zona de actuación y división en subzonas.

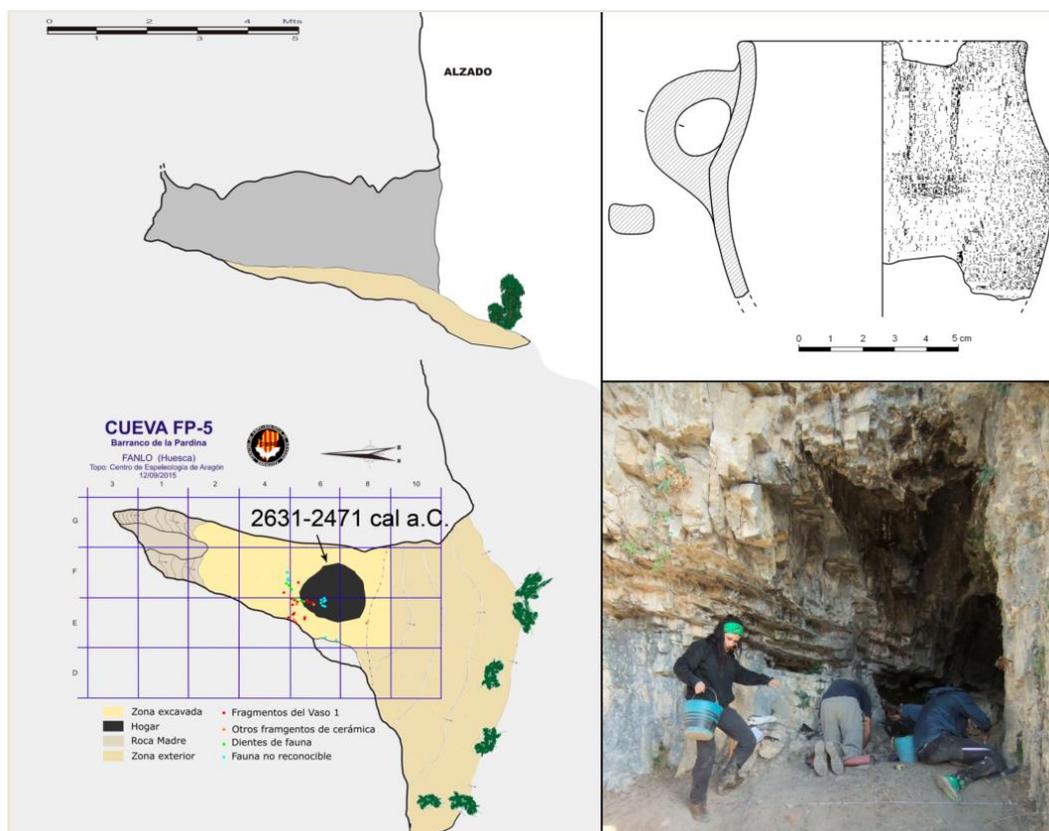


Figura 2. Cueva FP-5. Intervención y resultados.

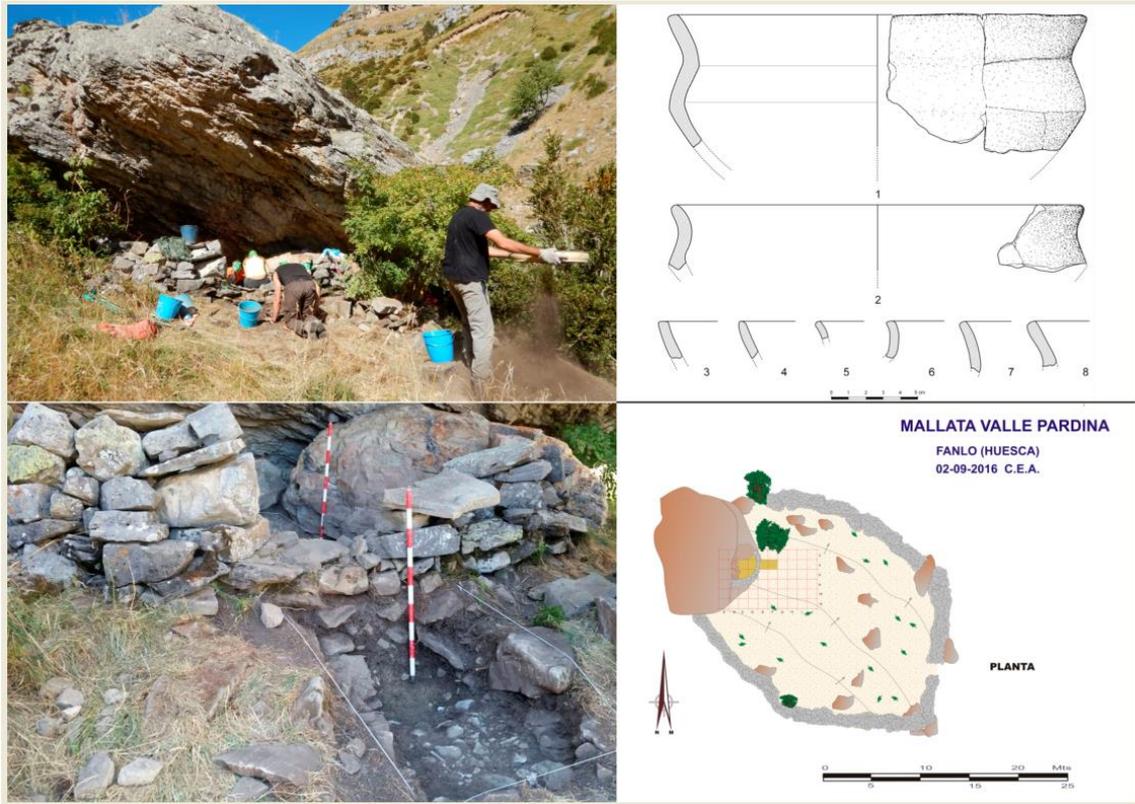


Figura 3. Mallata Valle Pardina. Intervención y resultados.

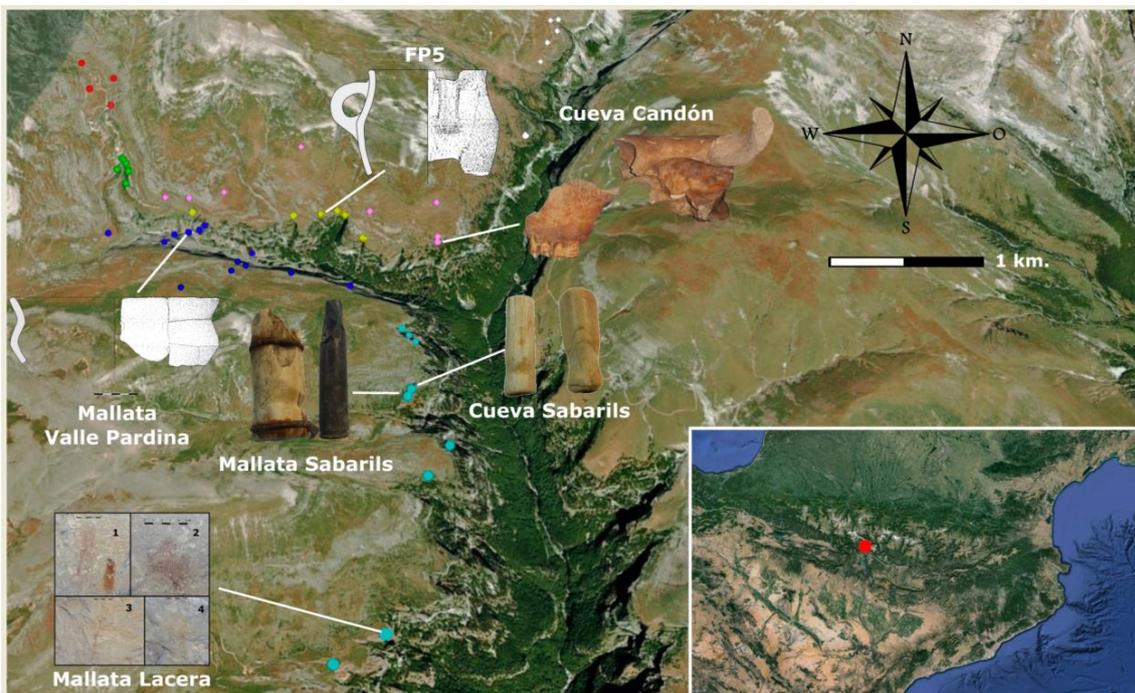


Figura 4. Puntos con interés arqueológico y principales resultados.

12. ARQUEOLOGÍA Y PATRIMONIO EN EL VALLE DE GÓRIZ.

Manuel Quesada Carrasco¹, Ermengol Gassiot Ballbé¹, Ignacio Clemente-Conte², Daniel Sebastià Guiu¹, David Rodríguez Antón¹, Sara Díaz Bonilla¹, Laura Obea Gómez¹, Javier Rey Lanaspá³, David García Casas¹, Niccolo Mazzuco⁴.

¹ Departamento de Prehistoria. Universidad Autónoma de Barcelona. Grup d'Arqueologia d'Alta Muntanya (GAAM).

² Departamento de Arqueología y Antropología. Institució Milà i Fontanals – CSIC. Grupo AGREST i GAAM.

³ Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón (DGA).

⁴ UMR 7055 “Préhistoire et Technologie”, CNRS – Université Paris Ouest Nanterre. Grupo GAAM.

Introducción

La arqueología es una importante herramienta para conocer las dinámicas históricas y sociales del pasado. Como ciencia, ésta se centra en el estudio de los vestigios que las sociedades dejaron en su entorno. Esto nos permite generar un conocimiento no sólo de las sociedades pasadas, sino sobre todo de cómo estas evolucionaron a lo largo del tiempo, sus dinámicas de cambio y la interacción con su entorno ambiental. Por otra parte, hasta hace pocos años las áreas de montaña habían despertado poco interés en la investigación arqueológica. Hasta hace algunos años, se imaginaban estos espacios como lugares inhóspitos en las que las duras condiciones del clima y del terreno hacían poco propicio el asentamiento humano. Afortunadamente, están proliferando diferentes proyectos de investigación en las zonas montañosas del sur de Europa, con programas de carácter multidisciplinar y que, aún con sus diferencias, participan de la superación de esa imagen preconcebida de la montaña como zona marginal y deshabitada. Esto está demostrando, por un lado, que la escasa documentación arqueológica existente en estas zonas no es fruto de la dinámica histórica de las sociedades pretéritas sino, más bien, de la escasa investigación realizada. Por otro lado, también ha quedado patente que, pese a lo que se creía, las sociedades prehistóricas, igual que en otras áreas geográficas, habitaron las zonas de montaña desde muy pronto como lo están constatando estos proyectos de investigación en curso (Gassiot *et al.*, 2016; Rendu, 2003; Rendu *et al.*, 2016; Walsh y Mocci, 2003; Orenge *et al.*, 2014; Le Couédic, 2010).

Metodología

Como se ha dicho, la escasa documentación existente en las áreas de montaña, nos obliga a realizar programas de prospección arqueológica para poder así recoger información de los vestigios arqueológicos que nos permita generar una base de datos con los que trabajar posteriormente. Estos primeros trabajos se han centrado en un área que comprende aproximadamente 2.450 ha de terreno, que va desde el Collado de Millaris, la zona de Tobacor, la sierra Custodia, el macizo del Monte Perdido y el Cilindro de Marboré.

Estas campañas se fundamentan en la prospección superficial del terreno, el registro de evidencias, y un programa de sondeos estratigráficos.

La prospección se realiza mediante transectos a pie, de equipos aproximadamente de cuatro personas, y excluyendo, a priori, aquellas zonas inaccesibles, sin conocer técnicas de escalada, canchales inestables o aquellas con una pendiente muy pronunciada, ya que se considera que son poco aptas para la actividad humana (Gassiot *et al.*, 2016).

La documentación de vestigios hallados durante la prospección se realiza mediante fichas de trabajo previamente elaboradas, donde se anotan minuciosamente todos aquellos aspectos que se consideran relevantes del yacimiento arqueológico y del medio, su posible función así como los materiales encontrados, si los hay. Los vestigios se geolocalizan mediante la utilización de GPS, y se registran mediante fotografías, croquis y, ocasionalmente, se realizan levantamientos topográficos (Díaz et al. 2016).

La tercera pata sobre la que se asientan estas campañas, son los programas de sondeos estratigráficos. Estos se realizan en función de dos objetivos. El primero, conocer la potencialidad arqueológica del contexto, así como reconocer las fases de ocupación de un determinado yacimiento o estructura. La segunda razón, sería la recuperación de materiales que nos permitan datar mediante la metodología del Carbono 14 y caracterizar de forma preliminar el tipo y las características de ocupación.

Toda esta información, se estudia posteriormente en el laboratorio. Por un lado, se realiza un estudio de los materiales recogidos para poder definir de forma preliminar el tipo y las características de la ocupación que se documenta. Por el otro, todos los vestigios documentados se introducen en una base de datos georeferenciada y en sistemas de información geográfica, que nos permiten así mismo realizar diferentes tipos de análisis estadísticos y geográficos.

Primeros resultados

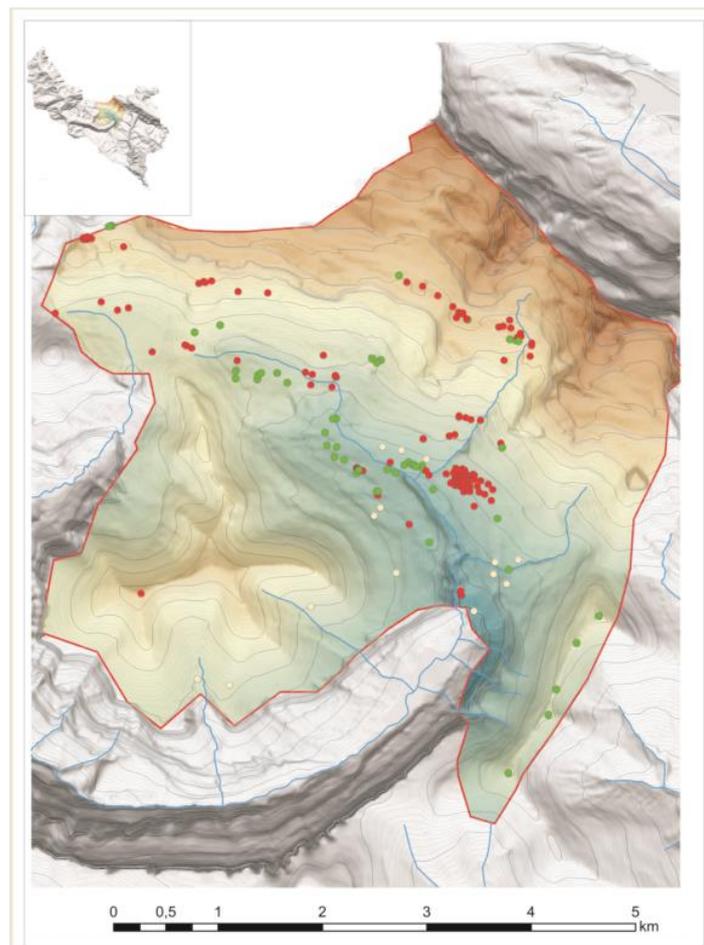


Figura 1: Imagen general del valle de Ordesa y el Barranco de Góriz con los vestigios documentados. Los puntos verdes corresponden a los yacimientos arqueológicos documentados durante las campañas de prospección. Los rojos, los vivacs actuales; los amarillos, las mallatas documentadas en las bases de datos del PNOMP.

Los resultados que aquí presentamos son de carácter preliminar. De hecho, los estudios de la última campaña arqueológica están todavía en desarrollo por lo que no se han podido incluir en esta comunicación la totalidad de sus resultados.

Durante las dos campañas de trabajo se han documentado cerca de 50 yacimientos arqueológicos de diferentes características y tipologías. Además, se han localizado también multitud de vestigios de época contemporánea, como numerosos vivacs o restos relacionados con pequeñas fortificaciones republicanas de la Guerra Civil.

De los yacimientos arqueológicos documentados, una gran mayoría son conjuntos ganaderos, también conocidas como “mallatas”, formados por estructuras arquitectónicas que pueden, o no, estar adosadas entre sí y a las que se les atribuye una función pecuaria. De estos, un gran porcentaje contienen pequeños abrigos o resaltes rocosos, bajo los que se acondiciona un espacio para la habitación, normalmente cerrados mediante muros de piedra seca, aunque también encontramos numerosos abrigos sin ningún tipo de estructura asociada. Otro tipo de yacimiento documentado son las cabañas aisladas, pequeñas estructuras arquitectónicas, ya sea de planta circular o cuadrangular, generalmente de dimensiones reducidas. Así mismo, también se han documentado cercados aislados, sin ningún otro vestigio asociado. Generalmente se trata de estructuras de planta irregular de dimensiones mayores que una cabaña y sin derrumbe en su parte interior, a menudo aprovechando elementos naturales para el cierre, como farallones o resaltes rocosos.



Figura 2: Conjunto ganadero formado por una mallata y diferentes estructuras realizadas en piedra seca que delimitan y acondicionan diferentes espacios para el ganado.

Una de las estructuras más particulares documentadas en la zona son los círculos de piedra. Generalmente se trata de una sucesión de piedras dispuestas de forma circular (de ahí que se evidencie su carácter antrópico) que pueden estar clavados en el suelo o no, y que simplemente están delimitando una zona central. Tradicionalmente estas estructuras se han asociado a prácticas funerarias, fechadas aproximadamente a finales del segundo milenio e inicios del primero antes de nuestra era (ANE). Una de ellas se sitúa justo en la pradera que corona la Cola

de Caballo, a unos 1850 m. de altura. Las otras dos, se sitúan bajo el macizo del Monte Perdido, una de ellas, a poco más de 2.700 m. de altitud y con un estupendo campo de visión que abarca desde Cuello Gordo hasta el Collado de Millaris.

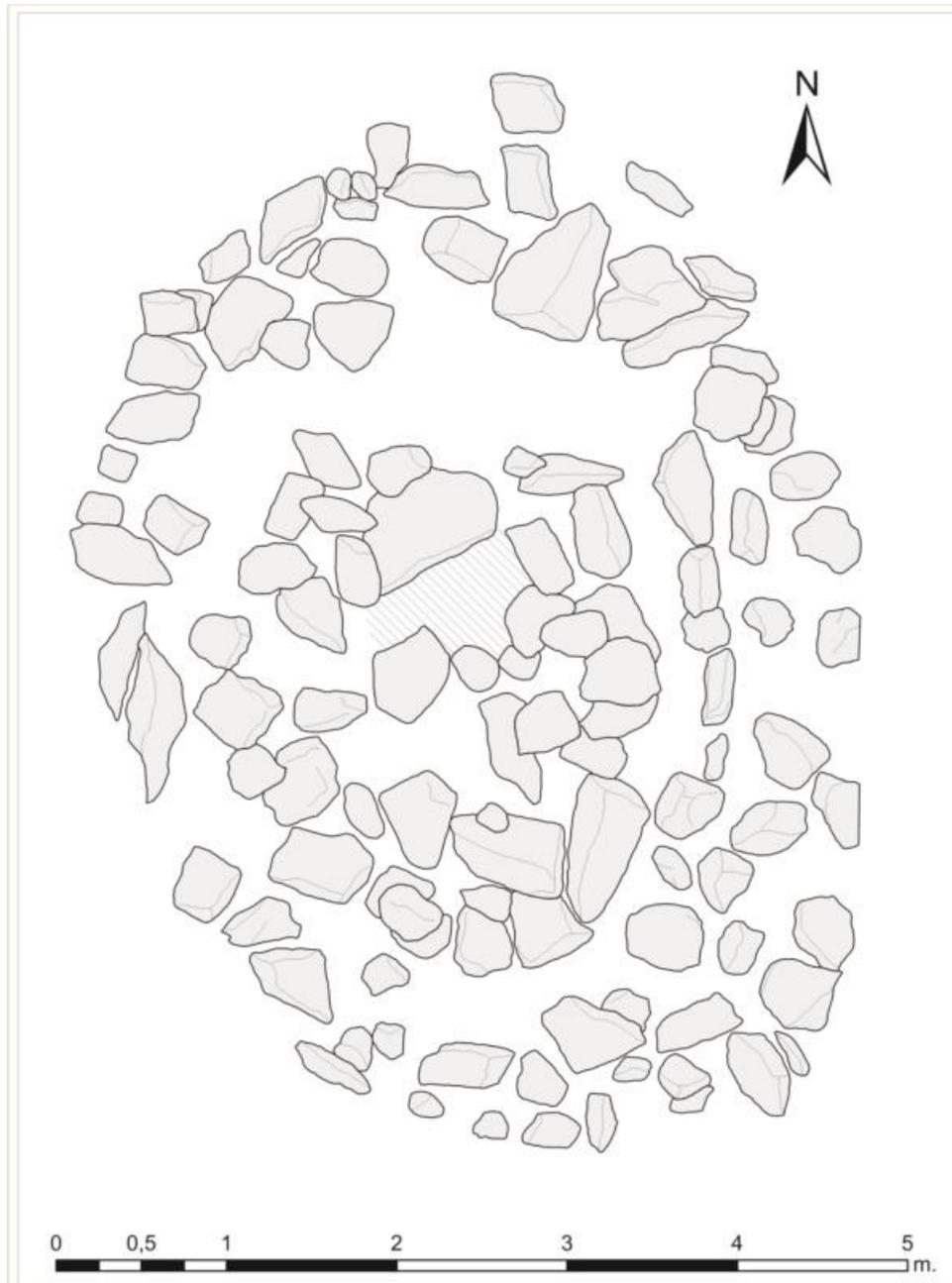


Figura 3: Levantamiento planimétrico del círculo de piedras situado en la bajo la *Faixa Roya*, cerca del camino de ascenso al Monte Perdido, a 2.750 m. de altitud. La zona central se señala dónde podría ubicarse una pequeña fosa o cista.

El último tipo de estructuras documentadas son las despensas aisladas. Aunque estas pueden aparecer dentro de mallatas o conjuntos ganaderos, se han documentado algunas de ellas aisladas. Se trata de pequeñas estructuras en las que se ha cerrado y acondicionado un pequeño espacio (de entre 0,3 y 1 m²) entre dos o más bloques o farallones.

Con todo, la muestra de los yacimientos arqueológicos es todavía limitada debe circunscribirse a un espacio muy reducido como para buscar patrones o tendencias en su distribución. En general, todos los yacimientos se sitúan entre los 2.175 y los 2.450 m. de altitud, salvo algunas excepciones, situados a unos 2.700 m. en la *Faixa Roya*. Así mismo, la mayoría de los yacimientos

se sitúan a su vez en pastos alpinos y subalpinos, y en zonas de roca y gleras. Este hecho no sorprende, puesto que la mayoría de ellos están destinados al uso ganadero y en la actualidad no hay bosque en todo el valle de Góriz por encima de la Cola de Caballo.

Por otra parte, dentro del programa de sondeos estratigráficos, esta última campaña se han realizado diversas catas en las que se han podido recuperar materiales arqueológicos que actualmente están en proceso de estudio. Los resultados han sido diversos, y en algunos casos no se han obtenido resultados positivos. Aun así, en algunas de estas catas, se han podido documentar diferentes fases de ocupación y aprovechamiento de las estructuras. Cabe destacar la aparición de abundante material en el sondeo realizado en el abrigo FL-008, donde, entre otros, se han recuperado diversos fragmentos cerámicos pertenecientes a una pequeña olla que, por sus características, podría ser aproximadamente del Segundo milenio antes de nuestra era (Edad del Bronce). Esta apreciación, no obstante, debe ser contrastada por la datación por Carbono 14 (C-14) de los materiales asociados a la misma. No obstante, por ahora, podemos confirmar una utilización reiterada del abrigo en diferentes épocas.



Figura 4: Una de las mallatas documentadas. Aprovechando un resalte rocoso, se cierra el espacio interior con un muro de piedra seca. En este caso, se trata de una mallata utilizada en época contemporánea.

Conclusiones preliminares

Parece ser que, lejos de la imagen de las áreas de montaña como espacios poco propicios para el asentamiento humano, el valle de Góriz ha sido un territorio donde las sociedades se han asentado y explotado el entorno inmediato. La ausencia de bosques es una consecuencia que ejemplifica este hecho, puesto que en las condiciones ambientales actuales el límite superior del bosque esperable en la zona se sitúa claramente por encima de los 2.300 m. No obstante, encontramos abundantes zonas de pasto en todo el piso subalpino, un hecho que posiblemente sea consecuencia de miles de años de explotación ganadera en el valle de Góriz.

En conclusión, contando que los resultados que hemos presentados son todavía preliminares y que, debido a lo reciente de las campañas, únicamente se ha podido cubrir una parte del territorio de Ordesa y Monte Perdido, las expectativas son muy prometedoras. Queda pendiente, también, los resultados de los análisis de C-14 con los que podremos situar en el tiempo los diferentes vestigios sondeados. Aun así, algunos conjuntos arqueológicos, a pesar de que por las características de conservación nos hacen pensar en ocupaciones recientes, podrían estar escondiendo debajo niveles de ocupación anterior, como ya hemos podido comprobar en nuestra experiencia arqueológica en otros lugares del Pirineo (Gassiot, 2016).

En general, los diferentes vestigios encontrados en la zona de Góriz y el Collado de Millaris, nos hacen pensar que la actividad principal desarrollada (al menos en los últimos siglos) ha sido principalmente la ganadería, como ejemplifican los diferentes conjuntos arquitectónicos y los cercados documentados. Por lo que se refiere, las despensas aisladas nos pueden estar hablando de cierta gestión integral del territorio, que podrían ser utilizadas por los mismos pastores del valle durante un periodo concreto del año.

Pese al carácter provisional de los datos, podemos afirmar que la actividad humana ha sido, y continúa siendo, un elemento clave en la configuración del paisaje de las zonas de alta montaña. En este sentido, los resultados obtenidos por investigaciones arqueológicas en otros lugares del Pirineo (Gassiot *et al.*, 2016; Orengo *et al.* 2010; Rendu, 2003), aun con especificidades concretas de cada zona, nos estarían hablando de dinámicas similares a las detectadas en Góriz.

Agradecimientos

Queremos agradecer al Geoparque de Sobrarbe-Comarca de Sobrarbe por su ayuda al desarrollo y gestión del proyecto financiado por el Ministerio de Educación y Cultura: "Proyecto de estudio y difusión del pastoralismo en el bien Pirineos Monte Perdido Patrimonio Mundial". La ayuda al PNOMP y a los guardas que nos han ayudado en las dos campañas arqueológicas realizadas. Este trabajo se inserta también en los proyectos: *Dynamiques des Espaces Pyrénéens d'Altitude. Un SIG sur le patrimoine archéologique et la modélisation des territoires pastoraux*. Project de développement de réseaux thématiques interrégionaux (DEPART) de la Comunité de Travail des Pyrénées - CTP (2014-2015); *Análisis ecológico de la culturización del paisaje de alta montaña desde el Neolítico: los Parques Nacionales de montaña como modelo, financiado por el Ministerio de Medio Ambiente* financiado por el Organismo Autónomo de Parques Nacionales (2014-2016), *Modelización de los espacios prehistóricos de montaña. Un SIG del patrimonio arqueológico y los territorios pastorales* (HAR2015-66780-P) financiado por el MINECO. Y, finalmente, agradecer al PNOMP y a los organizadores el haber contado con nosotros para las Jornada de Investigación Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

Bibliografía

Díaz, S.; Obea, L.; Gassiot, E.; Clemente, I.; García Casas, D.; Rodríguez Antón, D.; Quesada, M. y Rey, J. (2016) "Arqueología y patrimonio en la alta montaña. Resultados de las prospecciones en el valle de Góriz (Fanlo, Huesca)". *Actas del I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragónés*. Zaragoza.

Gassiot, E. (ed.) (2016). *Arqueología del pastoralismo en el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici. Montañas humanizadas*. Naturaleza y Parques Nacionales. Serie técnica. Organismo Autónomo de Parques Nacionales.

Gassiot, E.; Clemente, N.; Mazzuco, N.; García Casas, D.; Obea, L.; Rodríguez Antón, D. (2016). "Surface surveying in high mountain areas, is it possible? Some methodological considerations". In *Quaternary International*, 402: 35-45

(Le) Couédic, M. (2010) *Lees pratiques pastorales d'altitude dans une perspective ethnoarchéologique, Cabanes, troupeaux et territoires pastoraux pyrénéens dans la longue durée*. Tesis doctoral, Tours : Université François-Rabelais de Tours. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00543218/fr>

Orengo, H.; Palet, J.; Ejarque, A.; Miras, Y. y Riera, S. (2014). Shifting occupation dynamics in the Madriu-Perafita-Claror valleys (Andorra) from the early Neolithic to Chalcolithic: The onset of high mountain cultural landscapes *Quaternary International*, 353: 140-152.

Rendu, C. (2003). La Montagne d'Enveig, une estive pyrénéenne dans la longue durée. Canet, Trabucaire.

Rendu, C. ; Calestrenc, C. ; Le Couédic, M. ; y Berdoy, A. (2016) *Estives d'Ossau, 7000 ans de pastoralisme dans les Pyrénées*. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01432768/fr>

Walsh, K., Mocci, F., 2003. 9000 ans d'occupations du sol en moyenne et haute montagne: la vallée de Freissinières dans le parc national des Ecrins (Freissinières, Hautes-Alpes). *Archeologie du Midi Medieval* 21:185-198.

13. MONITORIZACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS INSTRUMENTALES EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO Y SU ENTORNO.

Miguel A. Saz, Roberto Serrano, Ernesto Tejedor, Martín de Luis, Luis A. Longares, José M. Cuadrat.

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón. Universidad de Zaragoza.

Introducción

El clima constituye un rasgo esencial de cualquier paisaje. Desde la vegetación a la geomorfología, pasando por la hidrología o la plasmación de las actividades antrópicas en el territorio, resulta necesario para su explicación disponer de un adecuado conocimiento del contexto climático en el que se desarrollan, ya sea a partir de una caracterización estática de sus valores promedio o el análisis de sus tendencias recientes y la frecuencia de eventos termoplumiométricos extremos. En los espacios naturales protegidos esta necesidad enlaza con la adecuada gestión del territorio y de los procesos bióticos y abióticos que en él se desarrollan. El funcionamiento de los sistemas naturales, su interacción con las actividades humanas e incluso las acciones de uso público y la seguridad de los visitantes dependen también de un preciso conocimiento de las características climáticas del entorno.

Control de calidad de las bases de datos climáticas instrumentales del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido

En este sentido resulta fundamental la monitorización del clima a través de redes meteorológicas. Desde el año 2005 el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido mantiene una red de cuatro estaciones automáticas tipo Meteodata 3000 instaladas por la empresa Geónica Earth Sciences (Tabla 1). Todas ellas están en principio correctamente protegidas y registran información diezminutal de la temperatura media, máxima y mínima del aire, humedad relativa media y máxima, humectación media y máxima, radiación solar media y máxima, velocidad y dirección del viento máxima y media y precipitación acumulada y máxima.

NOMBRE	X-UTM	Y-UTM	ALTITUD
Parador de Ordesa	246121	4727392	1216
Almacén de Tella	269208	4717218	1312
Almacén de Fanlo	252260	4719999	1359
Parador de Pineta	261189	4729598	1286

Tabla 1. Localización de las estaciones meteorológicas gestionadas por el PN

La protección física con la cuentan es la adecuada si bien su localización, en espacios periféricos del PN, y su situación altitudinal, en un rango de alturas similar, hace que estos datos no informen sobre las condiciones climáticas en las zonas centrales del parque ni permitan estudios en gradiente. Además, aunque en la actualidad las estaciones se encuentran sobre un sustrato vegetal adecuado para la toma de datos climáticos, aparecen demasiado cerca de formaciones de

especies leñosas que pueden introducir sesgos no climáticos en las series de mediciones. En especial este hecho es significativo en la localizada en el Parador de Ordesa, si bien ha sido sustituida por nuevos sensores ubicados a pocos metros de ésta pero en una ubicación más favorable para la toma de registros, manteniéndose las mediciones solapadas en el tiempo para la calibración y reconstrucción de la nueva serie desde 2006.

Los datos registrados son sometidos desde 2011 por el Grupo de Investigación de Clima, Agua y Cambio Global del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza a un control de calidad con objeto de generar series de temperatura y precipitación diarias completas y libres de problemas de homogeneidad a partir de su corrección con series de datos diarios y de referencia obtenidas con estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y la Confederación Hidrográfica del Ebro. Para ello se aplica el package HOMER (Mestre et al, 2013) que sintetiza en un único paquete de funciones para R los mejores métodos de homogeneización y control de calidad. La secuencia de pasos para el control de calidad de la información pasa por i) la detección de falsos ceros o valores negativos de precipitación; ii) la identificación de valores aberrantes de temperatura; iii) la eliminación de outliers; iv) el relleno de lagunas de información, incluidas las generadas por la eliminación de datos en las fases anteriores; v) la homogeneización de las series completas.

El resultado son cuatro series alfanuméricas continuas y de calidad de la temperatura y la precipitación diarias desde el año 2006, puestas a disposición de los gestores del Parque y a partir de allí de cualquier grupo de investigación que pueda precisar de esa información como variable explicativa.

En lo referido a la monitorización climática y aparte de esta actuación sobre los datos propios del PN, cabe señalar otras dos acciones llevadas a cabo en los últimos años en las que el Grupo de Investigación ha participado junto a AEMET y los propios gestores del Parque, como fueron la instalación de una nueva estación meteorológica instrumental manual en la Pradera de Ordesa (fig 1) y la depuración de series de datos instrumentales en observatorios localizados en refugios de montaña, en el caso del PN el de Góriz.

En el primer caso se había detectado desde hace tiempo una laguna importante de información en el que quizá es el espacio más visitado del Parque, el del entorno de la Pradera, un lugar significativo en el que la fácil accesibilidad para la toma de registros, su utilidad para el mejor conocimiento de las características del clima de ese espacio (en especial para analizar el comportamiento de las inversiones térmicas) y para las actividades relacionadas con el uso público, aconsejaban la toma sistemática de datos climáticos en el entorno normalizado que posibilita AEMET. Las facilidades dadas por este organismo (y aquí ha de hacerse un agradecimiento especial a la Delegación Territorial de Aragón y en concreto a Samuel Buisan e Ismael San Ambrosio), han permitido que desde enero de 2015 exista esta estación llamada a convertirse en una de las de referencia de la red estatal.



Fig. 1. Estación meteorológica de AEMET instalada en la Pradera de Ordesa en noviembre de 2014.

Por otro lado desde la Delegación Territorial de AEMET en Aragón se está tratando de poner en valor la información climática instrumental que en ocasiones desde hace dos décadas se está registrando en los refugios de montaña. Se trata en ocasiones de datos dispersos en forma de series muy discontinuas pero que resultan fundamentales para conocer el comportamiento del clima en entornos de montaña tradicionalmente deficitarios de información, el mejor conocimiento de los gradientes termopluviométricos altitudinales y mejorar la modelización de variables climáticas por encima de los 1.500 msnm. El de Góriz es uno de los que conforman ese grupo de más de 15 estaciones que ya está siendo depurada y que finalizado el proceso se incorporará al Banco Nacional de Datos Meteorológicos de AEMET.

Generación de bases de datos climáticos de alta resolución

En el marco de los proyectos de investigación desarrollados en los últimos años por el grupo (CGL2011-28255. Ministerio de Ciencia e Innovación, CICYT. *Caracterización del clima del Nordeste de España desde el siglo XVI*; CGL: 2012-31668. MINECO. *Eventos climáticos extremos: variabilidad espacio-temporal e impacto en los sistemas naturales*; CGL2015-69985-MINECO, *Variabilidad, tendencias y extremos del clima en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica desde el siglo XVI*. 2016-2019) se entendía que para el adecuado desarrollo de algunas fases de la investigación era necesario disponer de una malla regular de datos pluviométricos diarios que cubriera todo el territorio nacional desde 1950 a una escala de resolución de 5 km.

Utilizando como datos de partida 11.513 estaciones meteorológica localizadas en la España peninsular, 425 en Baleares y 920 en Canarias se desarrolló un protocolo de depuración, reconstrucción de series y creación de grid implementado en un package de R llamado reddPrec (Serrano-Notivoli et al, 2017a) compuesto de tres funciones: i) qcPrec, que aplica un control de calidad a los datos originales mediante la detección y eliminación de valores sospechosos que no corresponden con la distribución espacial de la precipitación en cada día; ii) gapFilling, que estima valores de precipitación faltantes usando como valores de entrada la base de datos previamente depurada; y iii) gridPcp que crea nuevas series de datos en cualquier conjunto de localizaciones, basadas en su latitud, longitud y altitud (pueden ser las coordenada de un observatorio instrumental o de un punto de grid). Esto nos permite, en el caso de Ordesa, obtener superficies

continuas de información de precipitación diaria o bien series generadas en un punto con unas coordenadas x,y concretas. Los detalles sobre el proceso de reconstrucción pueden consultarse en (Serrano-Notivoli et al, 2017b). La base de datos a la que se le ha dado el nombre de SPREAD (Spanish PREcipitation At Daily scale) está disponible en la dirección web <https://digital.csic.es/handle/10261/141218>.

POCTEFA-CLIMPY. Caracterización de la evolución del clima y provisión de información para la adaptación en los Pirineos (EFA081/015).

Cabe destacar por último dentro de las actividades del Grupo de Investigación de Clima, Agua y Cambio Global del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza el estudio que sobre el clima de los Pirineos se está realizando en el marco de un proyecto Interreg POCTEFA en colaboración con MeteoFrance, AEMET, Servei Meteorologic de Catalunya, IPE-CSIC, CESBIO (Toulouse) y CENMA (Andorra), ejerciendo como jefe de filas José M. Cuadrat (UNIZAR). En este proyecto se aborda por primera vez desde un estudio de entidad una climatología de ambas vertientes de los Pirineos, con metodologías comunes para ambos lados de la frontera e implicando a los organismos y centro de investigación más importantes de las regiones pirenaicas.

El trabajo contiene tres objetivos específicos: la elaboración de una climatología, el estudio de la nieve y la modelización futura del clima. En el primero de ellos se pretende obtener series climáticas diarias de calidad completando la base de datos mensual generada en el anterior proyecto OPCC/POCTEFA mediante una metodología común para ambas vertientes definida en la acción COST ES0601-HOME. En el caso de la nieve se va a crear una base de datos de alta resolución de la distribución del manto de nieve en el periodo 1977-2015 y de las imágenes MODIS para el 200-2013. Asimismo se validará la base de datos SAFRAN de MeteoFrance para el Pirineo que arranca en 1980. En relación a la modelización se realizarán proyecciones climáticas adaptadas a los Pirineos con base en los nuevos escenarios del IPCC (simulaciones EUROCORDEX y CMIP5) mediante regionalización y corrección con la nueva base de datos homogeneizados obtenida en la fase 1 del proyecto. La intención es que toda esa información esté también disponible para las posibles comunidades de usuarios a través de un portal de libre acceso en los servidores del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático (OPCC).

Referencias

Mestre, O., Domonkos, P., Picard, F., Auer, I., Robin, S., Lebarbier, E., Böhm, R., Aguilar, E., Guijarro, J., Vertachnik, G., Klancar, M., Bubuisson, B. y Stepanek, P. (2013), 'HOMER: HOMogenisation softwarE in R- methods and applications', *Időjárás* (117), 47–67.

Serrano-Notivoli, R., De Luis, M., Beguería, S. (2017). 'An R package for daily precipitation climate series reconstruction'. *Environmental Modelling & Software*. DOI: 10.1016/j.envsoft.2016.11.005

Serrano, R., Saz, MA., De Luis, M., Beguería, S. (2017) Spatially based reconstruction of daily precipitation instrumental data series. *Climate Research*. (Under review)

CONTACTOS DE LOS AUTORES

1. **Uso público sobre especies protegidas: El caso del zapatito de dama *Cypripedium Calceolus* en Ordesa**

Daniel Serrano Gadea
Subdirección General de Medio Natural
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Tlf. +34 91 5975852
dserrano@magrama.es

2. **Retos para la conservación de pastos frente al calentamiento global.**

Concepción L. Alados
Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC)
Avda. Montañana, 1005
Zaragoza 50059. España
Tlf. +34 976 369393 (880046)
Fax. +34 974 363222
alados@ipe.csic.es

3. **Dinámica de la biodiversidad en montaña. Red de seguimientos de especies y hábitats, para evaluar los efectos del cambio global. DYNBIO.**

Begoña García
Vicedirectora
Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC)
Avda. Montañana, 1005
Zaragoza 50059. España
Tlf. +34 976 369393 (880051)
<http://www.ipe.csic.es/web/ipe-instituto-pirenaico-de-ecologia/garciagonzalez>
mariab@ipe.csic.es

4. **El Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido alberga pinos negros viejos.**

Jesus Julio Camarero Martinez
Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC)
Avda. Montañana, 1005
Zaragoza 50059. España
Tlf. +34 976 369393, (880041)
Fax. +34 976 716019
<https://sites.google.com/site/esladendro/>
<http://www.ipe.csic.es/camarero-martinez-jesus-julio>
jjcamarero@ipe.csic.es

5. Investigaciones hidrogeológicas en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Huesca, España).

Jorge Jodar Bermúdez
C/ Balmes 383, 2-2
Barcelona 08022. España
jorge.jodar@hydromodelhost.com

Luis Javier Lambán Jiménez
Jefe de la Unidad de Zaragoza
Científico Titular de OPIS
Instituto Geológico y Minero de España
C/Manuel Lasala, 44. 9ºB, 50.006. Zaragoza
Tlf. +34 976 467088 (directo) y +34 976 555153
<http://es.linkedin.com/pub/luis-javier-lambán-jimenez/89/5a6/560/>
javier.lamban@igme.es

6. Evaluación y seguimiento del cambio global en el Ibón de Marboré (Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido): Indicadores físico-químicos.

Pilar Mata Campo
Dpto. Investigación en Recursos Geológicos
Instituto Geológico y Minero
La Calera 1, 28760 Tres Cantos (Madrid). España
Tlf. +34 91 7287256
p.mata@igme.es

7. Evolución reciente del glaciar de Monte Perdido.

Esteban Alonso González; Juan Ignacio López Moreno
Dep. Procesos Geoambientales y Cambio Global
Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC)
Avda. Montañana, 1005
Zaragoza 50059. España
Tlf. +34 976 369393 (880036)
<http://www.ipe.csic.es/lopez-moreno-j.i.>
nlopez@ipe.csic.es
e.alonso@ipe.csic.es

8. Cuevas heladas en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

Ana Moreno Caballud; Miguel Bartolomé Úcar
Dpto. de Procesos Geoambientales y Cambio Global
Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC)
Avda. Montañana, 1005
Zaragoza 50059. España

Tlf. +34 976 369393 (880049)
Fax. +34 974 363222
<http://www.ipe.csic.es/moreno-caballud-ana>
<http://www.lincg.uc-csic.es>
amoreno@ipe.csic.es
mbart@ipe.csic.es

9. Resumen histórico de las exploraciones del Grup d'espeleologia de Badalona (GEB) en el macizo de Escuaín (Sierra d'As Sucas) del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

Francesc Alfambra Domínguez
Passeig de la Rambla, 11,
08911 Badalona, Barcelona, España
Tlf. 636245658
GEB, Grup d'Espeleologia de Badalona
Brauli Torres
Tlf: 650190030
gebadalona@gmail.com
brauli@telefonica.net

10. Proyecto DISESGLOB: Diseño de una metodología de seguimiento y evaluación de la sostenibilidad global de Parques Nacionales y la influencia de los cambios de uso del suelo.

Dra. Paloma Ibarra Benlloch
Directora de Secretariado de Modernización de la Universidad
Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Zaragoza
C/ Pedro Cerbuna, 12
50009 Zaragoza. España
Tlf. +34 876 553911
Fax. +34 976 761506
<http://geoforest.unizar.es>
<http://geografia.unizar.es>
pibarra@unizar.es

Javier Martínez-Vega
Instituto de Economía, Geografía y Demografía (IEGD)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
Albasanz, 26-28
28037 Madrid. España
Tlf. +34 91 6022395
skype: javier.martinez.vega
<https://web.intranet.cchs.csic.es/es/personal/javier.martinez>

11. Seguimiento arqueológico en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Excavaciones y prospecciones en el Barranco de la Pardina.

Lourdes Montes Ramírez
Rafael Laborda Lorente
Univ. Zaragoza. Área de Prehistoria
Plaza Constitución s/n. 22001 Huesca
www.unizar.es/ppve
laborda@unizar.es
rafaellaborda@gmail.com

12. Arqueología y patrimonio en el valle de Góriz.

Ermengol Gassiot Ballbé
Manuel Quesada Carrasco
Departament de Prehistòria
Edifici B Facultat de Filosofia i Lletres 08193 Bellaterra (Barcelona)
Tlf. +34 93 581 4333 / 692057651
d.prehistoriaarrobauab.cat
ermengol.gassiot@uab.es

Dr. Ignacio Clemente Conte
Departamento de Arqueología y Antropología
CSIC- Institución Milá y Fontanals (IMF)
C/ Egipcíacques 15, 08001 Barcelona
GADS-Grupo de Arqueología de las Dinámicas Sociales
GAAM- Grupo de Arqueología de Alta Montaña, UAB-CSIC
AGREST-Arqueología de la Gestión de Recursos Sociales y Territorio.
www.imf.csic.es
ignacio@inf.csic.es

Javier Rey Lanaspá
Gobierno de Aragón. Dpto. Educación, Cultura y Deporte
Dirección General de Cultura y Patrimonio.
Arqueólogo. Tlf. +34 976 715494 / 607283508
jreyla@aragon.es

13. Monitorización y reconstrucción de datos climáticos instrumentales en el Parque Nacional de Ordesa y su entorno.

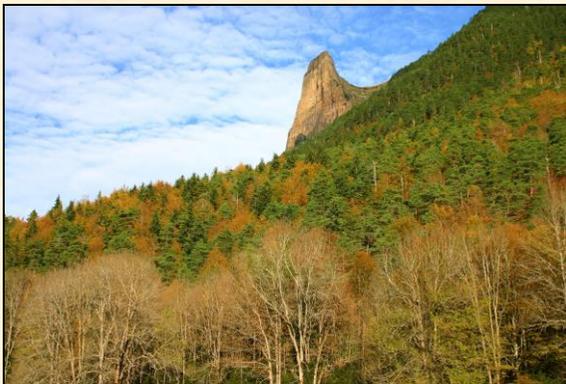
Dr. Miguel Ángel Saz Sánchez
Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio.
Área de Análisis Geográfico Regional
Instituto Universitario de Ciencias Ambientales
Universidad de Zaragoza
Pedro Cerbuna 12, 50009. Zaragoza. España
Tlf. +34 876 553905
http://www.researchgate.net/profile/Miguel_Saz/

<http://www.dendroteam.com>
masaz@unizar.es

TRÍPTICO

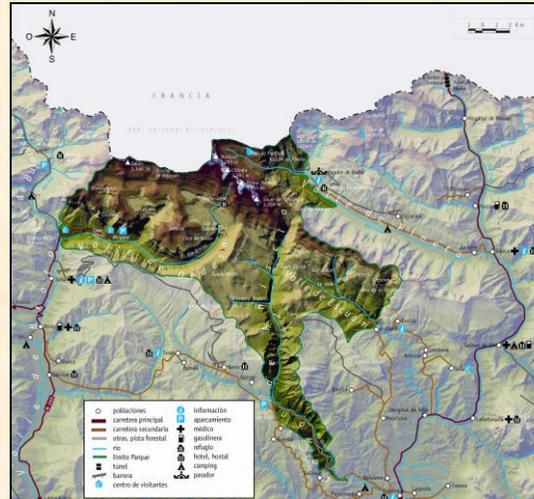
MIÉRCOLES 14 DE DICIEMBRE

16:30 - 17:00- Arqueología del pastoralismo en el PNOMP: nuevos datos. Manuel Quesada Carrasco. Universidad Autónoma de Barcelona.
17:00 - 17:30- Monitorización y reconstrucción de series de datos climáticos instrumentales en el PN de Ordesa y su entorno. Miguel Angel Saz Sánchez. Universidad de Zaragoza.



LUGAR DE REALIZACIÓN

Centro de visitantes de Torla
Torla Huesca
Tel: 974 486 472



INFORMACION

Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.
Calle Gibraltar Nº 13
22006. Huesca
Tel: 974 243 361
ordesa@aragon.es

II JORNADA DE INVESTIGACIÓN PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO 14 de Diciembre de 2016



CENTRO DE VISITANTES DE TORLA

ANTECEDENTES

Por segunda vez se va a realizar una jornada para presentar los proyectos de investigación que se están realizando en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, financiados con la convocatoria de ayudas a la investigación de Organismo Autónomo Parques Nacionales u otras fuentes.

OBJETIVOS CONCRETOS DE LA JORNADA

- ✓ Dar difusión a los proyectos de investigación que se están realizando en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.
- ✓ Contactar con los distintos equipos de investigación que realizan trabajos en el Parque.
- ✓ Mejorar la formación del personal del Parque.

A QUIÉN VA DIRIGIDO

- ✓ Personal relacionado con la conservación, el seguimiento y la evaluación del patrimonio natural de la Red de Parques Nacionales.
- ✓ Científicos y expertos con experiencia en el diseño y aplicación de protocolos y técnicas de seguimiento a largo plazo.
- ✓ Personal del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido: gestores, técnicos, agentes de protección de la naturaleza, guardas para la conservación de la naturaleza., monitores, celadores...

MIÉRCOLES 14 DE DICIEMBRE

9 - 9:30- Uso público sobre especies protegidas: El caso del zapatito de dama. Daniel Serrano Gadea. Subdirección General de Medio Natural. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

9:30 - 10:00- Retos para la conservación de pastos frente al calentamiento global. Concepción López Alados. IPE, CSIC.

10:00 - 10:30- Dinámica de la biodiversidad en montaña. Red de seguimientos de especies y hábitats, para evaluar los efectos del cambio global. DYNBIO. OAPN, Ref 1656/2015. Begoña García González. IPE, CSIC.

10:30 - 11:00- Bosques viejos de pino negro y abeto en el Pirineo: papel de los Parques Nacionales. Jesús Julio Camarero Martínez. IPE. CSIC

11:00 - 11:30 **Café**

11:30 - 12:00- Investigaciones hidrogeológicas en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Jorge Jódar Bermúdez. Universidad Politécnica de Cataluña

12:00 - 12:30- CLAM: Evaluación y seguimiento del cambio global en tres lagos de alta montaña. Indicadores físico-químicos. OAPN, Ref 623/2012. Pilar Mata Campo. IGME.

MIÉRCOLES 14 DE DICIEMBRE

12:30 – 13:00- El glaciar de Monte Perdido: Monitorización y estudio de su dinámica actual y procesos criosféricos asociados como indicadores de procesos de cambio global. OAPN, Ref. 844/2013. Esteban Alonso González. IPE. CSIC.

13:00- 13:30- Reconstrucción de cambios climáticos abruptos a partir de registros de cuevas heladas en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido: formaciones de espeleotemas y depósitos de hielo. OAPN, Ref. 258/2011. Miguel Bartolomé Úcar. IPE, CSIC.

13:30- 14:00- 48ª Campaña de espeleología en el Macizo de Escuaín. Francesc Alfambra Domínguez. Grup d'espeleologia de Badalona.

14:00 - 15:30 Comida

15:30- 16:00- Proyecto DISESGLOB: Diseño de una metodología de seguimiento y evaluación de la sostenibilidad global de Parques Nacionales y la influencia de los cambios de uso previstos. Paloma Ibarra Benlloch. Universidad de Zaragoza, y Javier Martínez Vega, CCHS del CSIC.

16:00 - 16:30- Seguimiento arqueológico en el PNOMP. Excavaciones y prospecciones en el Barranco de la Pardina. Lourdes Montes Ramírez y Rafael Laborda Lorente. Universidad de Zaragoza.