III JORNADA DE INVESTIGACIÓN PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO 14 de Diciembre de 2017









ÍNDICE PONENCIAS

PRESENTACIÓN	2
1. COMPOSICIÓN, ORIGEN Y EFECTOS DE LAS PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS QUE SE DEPOSITAN EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO: PROYECTOS DONAIRE Y AERONIVAL	4
2. ESTIMACIÓN DE LA RECARGA MEDIANTE LA MODELACIÓN NUMÉRICA DEL BALANCE DE AGUA EN EL SUELO EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO	9
3. PROYECTO REPLIM: RED DE LAGOS Y TURBERAS, CENTINELAS DEL CAMBIO GLOBAL EN LOS PIRINEOS.	15
4. AUDIOVISUAL REALATIVO A LA MEMORIA PERDIDA DEL AGUA–LAGOS Y HIELO EN LOS PIRINEOS. IGME-IPE, CSIC, PNOMP, OAPN Y GEOPARQUE DE SOBRARBE.	18
5. CONTROLES EN LA MORFOLOGÍA DE LOS RÍOS EN ROCA DEL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO	21
6. MONITORIZACIÓN DEL GLACIAR DE MONTE PERDIDO: EL GRAN RETROCESO DE LA TEMPORADA 2017	26
7. MONITORIZACIÓN DEL GLACIAR DE MONTE PERDIDO MEDIANTE EL EMPLEO DE DRONES CON SISTEMA PPK	29
8. ESTABLECIMIENTO DE DOS PARCELAS PERMANENTES EN EL PARAJE DE TURIETO (PNOMP) PARA EL ESTUDIO DE SU ESTRUCTURA, DINÁMICA Y BIODIVERSIDAD.	33
9. PERDIENDO LA RED. EL PAPEL DE LAS PLANTAS AMENAZADAS EN LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD GLOBAL	42
10. DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN A VISTA DE PÁJARO: LA SECUENCIA PALINOLÓGICA DEL IBÓN DE MARBORÉ	45
11. ESTUDIO PARA LA CONSERVACIÓN DE PASTOS EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO	51
12. 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: PROYECTO DISESGLOB	60
13. LA CUEVA DE CORO TRASITO (TELLA-SIN) UNO DE LOS PRIMEROS ASENTAMIENTOS PASTORILES EN LA PERIFERIA DEL PNOMP	66
14. OCUPACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE UN PAISAJE DE ALTA MONTAÑA DESDE LA PREHISTORIA AL SIGLO XX: EL PUERTO BAJO DE GÓRIZ EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO	76
15. CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD FUNGICA DEL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO	79
CONTACTOS DE LOS AUTORES	86
ΤΡΙΌΤΙΟΟ	00

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 III Jornada de investigación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, celebrada en Torla, el 14 de diciembre de 2017. Este año nos acompañó durante la jornada Pep Amengual, Jefe de Servicio de Investigación de la Red de Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Esta jornada pretende ser un encuentro anual entre el personal de Parque y los equipos de investigación que trabajan en él. El contenido de los 14 artículos que se recogen en el documento tiene el objetivo de maximizar la visibilidad de los estudios y proyectos científicos realizados por distintos centros de investigación y universidades, promoviendo el intercambio de información y conocimiento en diversos temas ambientales y culturales del Parque.

El Parque es un laboratorio ideal para la monitorización del medio natural en su adaptación al cambio global en aspectos paisajísticos y ecológicos de áreas de montaña. El aire, el agua, la geología, la vegetación, la arqueología y la biodiversidad fúngica han sido los temas abordados en esta Jornada de investigación.

Todos los trabajos presentados como el seguimiento de partículas atmosféricas, la modelización del balance de agua en el suelo, el seguimiento de lagos y turberas con información palinológica y limnológica de los ibones, los ríos en roca, la regresión del glaciar de Monte Perdido, la definición de parcelas de seguimiento de los bosques maduros, el seguimiento de las plantas raras, amenazadas o indicadores en el Parque, la evolución de los pastos supraforestales, la evaluación de la sostenibilidad de Parques mediante indicadores y la diversidad fúngica, ponen de manifiesto el gran interés que tienen los resultados para la buena gestión del Parque. Además, los trabajos arqueológicos desarrollados en la cueva de Coro Trásito y la ocupación y explotación del paisaje de alta montaña desde la Prehistoria hasta el siglo XX en el puerto bajo de Góriz, completan el conocimiento del territorio.

Queremos agradecer a todos los ponentes su buena disposición para participar en la jornada, así como para la elaboración de una publicación resumen de las mismas. En especial al Instituto Pirenaico de Ecología por su estrecha colaboración con el Parque y su amplia participación en la Jornada con cinco presentaciones.

Esperamos que la celebración de esta Jornada de investigación tenga continuidad y se desarrolle el próximo año como un evento importante del Centenario del Parque, dándole a la comunicación de los resultados de las investigaciones a los gestores y a la sociedad en general, la importancia que se merece.

Elena Villagrasa

1. COMPOSICIÓN, ORIGEN Y EFECTOS DE LAS PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS QUE SE DEPOSITAN EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO: PROYECTOS DONAIRE Y AERONIVAL

J. Pey¹, J. C. Larrasoaña¹, N. Pérez², J. C. Cerro³, M. L Tobar³, T. Mochales¹, I. de la Parra⁴, A. de Vergara¹, I. Vázquez¹, J. Reyes¹, E. Navarro⁵, Mª C. Sancho⁵, Mª P. Mata¹, S. Castillo⁶, J. I. López-Moreno⁵, A. Moreno⁵, A. Cazorla⁶, M. J. Polo⁷, J. Herrero⁷

Resumen

En este trabajo se muestran algunos resultados relativos al primer año de monitorización de la deposición de partículas atmosféricas en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP). En junio de 2016 comenzó la captación de las transferencias atmosféricas globales (secas + húmedas) que se transfieren a la superficie terrestre en una red de 12 observatorios, entre ellos el situado en el PNOMP. Se están cuantificando dichas transferencias (masa/superficie x unidad tiempo), se están caracterizando química y mineralógicamente, y se están evaluando las propiedades magnéticas. Posteriormente se procederá a la identificación de las fuentes de partículas y a su cuantificación. Complementariamente, se están haciendo ensayos para ver el potencial toxicológico de dichas transferencias sobre la comunidad microbiana del suelo. Además, se va a evaluar hasta qué punto la deposición de polvo sahariano y hollín acelera los procesos de fusión nival. Los resultados preliminares, que solamente abarcan la cuantificación y la caracterización química de las transferencias, además de la identificación de las fuentes, indican que el PNOMP recibe, de forma episódica pero a veces muy intensa, aportaciones significativas de partículas de origen sahariano (polvo mineral), además de registrar aportes de fuentes antrópicas (tráfico, industria, combustión de fueloil, quema de biomasa) que en conjunto suponen el 60% de las aportaciones.

Introducción

Los aerosoles, una vez completado su ciclo atmosférico, vuelven a integrarse en la superficie del planeta donde interactuarán de diferentes formas en función de la tipología físico-química de los mismos y del medio donde se acaben depositando. Este fenómeno ocurre tanto por vía húmeda como por vía seca (Seinfeld y Pandis, 2006). Las diferentes formas de precipitación (Iluvia, granizo, nieve, niebla) llevan intrínsecas una carga variable de aerosoles y gases que, al volver a la superficie terrestre, son integrados en ésta. Pero además, la precipitación provoca el lavado de la atmósfera en el lugar donde ocurre este fenómeno. En ausencia de precipitaciones, la deposición atmosférica ocurre por vía seca.

La transferencia por vía atmosférica de metales pesados y otras sustancias químicas al suelo es un proceso que ocurre de forma constante (Rossini Oliva y Fernández Espinosa, 2007) incluso en los lugares más prístinos (Camarero et al., 2009). Ello puede condicionar la utilización de éste para determinados usos, además de perturbar su equilibrio natural (Hernández et al., 2003). Los suelos contienen una gran diversidad biológica y una heterogeneidad enorme de elementos químicos, tanto endógenos como exógenos, y por tanto puede resultar difícil establecer un umbral a partir del cual un elemento deja de ser beneficioso o no tóxico para el suelo y/o sus comunidades biológicas para convertirse en contaminante (Micó et al., 2007; Violante et al., 2008).

¹ Instituto Geológico y Minero de España; ² Instituto de Diagnóstico ambiental y Estudios del Agua-CSIC; ³ Universitat Illes Balears; ⁴ Universidad de Zaragoza; ⁵ Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC; ⁶ Universidad de Granada; ⁷ Universidad de Córdoba

Hay que tener presente que las superficies cubiertas por hielo o nieve presentan los valores de albedo más elevados del planeta, siempre y cuando estas superficies estén libres de impurezas. A medida que las impurezas son más frecuentes, los valores de albedo originales descienden (Qu et al., 2014), y la radicación que captan estas superficies incrementa. Hay dos tipos de aerosoles que juegan un papel principal en este sentido: el polvo mineral y el hollín. El polvo mineral de origen africano alcanza el PNOMP un 15% de los días del año en promedio (Pey et al., 2013), y el hollín es un componente ubicuo del aerosol.

Por todo ello, la caracterización de los aportes atmosféricos, la identificación de las fuentes que los originan y la evaluación de algunos de los efectos potenciales merecen nuestra atención.





Métodos

DONAIRE centra su trabajo en la región Noreste de España (Navarra, Aragón, Cataluña y las Islas Baleares) en un total de 12 ubicaciones. En la figura adjunta se muestra el procedimiento de muestreo y análisis. Puede ampliarse la información en el siguiente enlace: http://www.igme.es/DonaireProject/acti.htm.

Cada dos semanas, limpiata de embudo con agua bi-destilada Mediante rampa de filtracción, obtención de alicuotas (deposición obtención de alicuotas (deposición soluble) y filtros (deposición soluble) y filtros (deposición soluble) y filtros (defos SUISET Elementos moyores y trazos por ICP-AES e ICP-INS: Al, Ca, Fe, K, Na, Ti, Ag, As, Ba, Be, Cd, Cq, Cq, Cq, Ch, Ch, Th, Tl, U, Zn

TOMA DE LAS MUESTRAS Y ANÁLISIS

Resultados

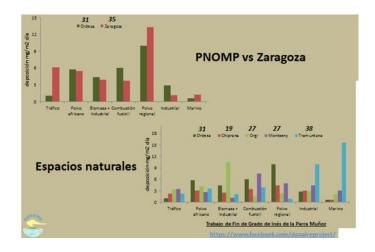
Después de un año de medidas (solamente fase soluble) en los diferentes emplazamientos (ver mapas de concentración en la parte inferior) podemos decir que:

Se deposita más sulfato y más vanadio cuanto más cerca del mediterráneo estamos (influencia del SO2 del tráfico marítimo + mayor acumulación de contaminantes). Se observa una tendencia opuesta para el hierro, que tendremos que investigar. La deposición de fosfato es muy baja salvo en la zona de Navarra. La deposición de nitrato es en general elevada, mayor cuanto más cerca de focos de emisión (al igual que ocurre con el cobre) y/o en zonas muy lluviosas y/o húmedas. El nitrato amónico suele actuar como núcleo de condensación de nubes. Hay mucha mayor

deposición de calcio en el valle del Ebro, indicativa de la intensa resuspensión que se produce en esta zona árida. El cinc aparece junto a focos industriales y en ciudades. Las mayores concentraciones se observan en la zona de Baleares, junto a la incineradora de residuos de Son Reus.



Gracias al uso del modelo receptor Positive Matrix Factorization, PMF v5.0, se han identificado 7 fuentes de emisión (ver figura adjunta) y se han calculado las contribuciones. Por comparativa entre las contribuciones en Zaragoza y el PNOMP, destaca la elevada contribución del tráfico en la zona urbana en comparación con el PNOMP, y la mayor contribución de emisiones industriales, quema de biomasa y de combustión de fueloil en el PNOMP, muy probablemente debido a la inclusión de este tipo de emisiones en lo que llamamos "núcleos de condensación de nubes o CCNs". Hay que mencionar que las partículas CCN se registran sobretodo en ambientes con mucha precipitación, y el PNOMP quintuplica en cantidad anual de precipitación a la ciudad de Zaragoza.



Si comparamos las fuentes entre los diferentes espacios naturales analizados, veremos cómo en PNOMP registra las menores aportaciones de partículas del tráfico o de aerosol marino, y en cambio recibe las mayores aportaciones asociadas a polvo mineral, tanto regional como de origen sahariano.

Conclusiones

La contaminación por partículas tiene impactos medibles. Desde 2016 el PNOMP es uno de los puntos de observación clave de la deposición atmosférica en España. Pertenece a una red de 12 observatorios (proyecto DONAIRE), que pretende continuar en el tiempo (al menos 8 de ellos). A la red se han unido otros observatorios (Sierra Nevada, Frigiliana, PN Picos Europa). El PNOMP recibe aportaciones tanto naturales como antrópicas. Entre las naturales, emerge como el observatorio con mayores tasas de deposición de polvo sahariano. Los resultados iniciales del proyecto DONAIRE han motivado la puesta en marcha de AERONIVAL, con el fin de ver hasta qué punto estos aportes pueden acelerar la fusión nival.

Agradecimientos

A los proyectos de investigación DONAIRE (*CGL2015-68993-R*: http://www.igme.es/DonaireProject/ y https://www.facebook.com/donaireproject/), financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad; y AERONIVAL (PRCV00464, https://www.facebook.com/aeronival/), que cuenta con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente a través de la Fundación Biodiversidad. También a la Dirección y al personal técnico del PNOMP, a los gobiernos autónomos de Navarra, Aragón, Cataluña y Baleares, a la Confederación Hidrográfica del Ebro, al Bosque de Orgi, al Consell de Mallorca, a Viesgo S.L. y al Parque Nacional de Sierra Nevada por su apoyo.

Bibliografía

Camarero L., Botev I., et al. (2009). Trace elements in alpine and arctic lake sediments as a record of diffuse atmospheric contamination across Europe. Freshwater Biology 54, 2518-2532.

Hernandez L., Probst A., et al. (2003). Heavy metal distribution in some French forest soils: evidence for atmospheric contamination. Science of the Total Environment 312, 195-219.

Micó C., Peris M., et al. (2007). Baseline values for heavy metals in agricultural soils in an European Mediterranean region. Science of the Total Environment 378, 13-17.

Pey J., Querol X., et al. (2013). African dust outbreaks over the Mediterranean Basin during 2001-2011: PM10 concentrations, phenomenology and trends, and its relation with synoptic and mesoscale meteorology. Atmospheric Chemistry and Physics 13, 1395-1410.

Qu B., Ming J., et al. (2014). The decreasing albedo of the Zhadang glacier on western Nyainqentanglha and the role of light-absorbing impurities. Atmospheric Chemistry and Physics 14, 11117-11128.

Rossini Oliva S., Fernández Espinosa A.J. (2007). Monitoring of heavy metals in topsoils, atmospheric particles and plant leaves to identify possible contamination sources. Microchemical Journal 86, 131-139.

Seinfeld J.H., Pandis S.N. (2006). Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, 2nd Edition. Wiley editorial, ISBN: 978-0-471-72018-8. 1232 pp.

Violante A., Huang P.M., et al. (2008). Biophysico-Chemical Processes of Heavy Metals and Metalloids in Soil Environments. Wiley editorial, ISBN: 978-0-471-73778-0. 658 pp.

2. ESTIMACIÓN DE LA RECARGA MEDIANTE LA MODELACIÓN NUMÉRICA DEL BALANCE DE AGUA EN EL SUELO EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO

Luis Javier LAMBAN JIMENEZ*, Jorge JODAR BERMUDEZ**** y Emilio CUSTODIO GIMENA**/****

- (*) Instituto Geológico y Minero de España, Unidad de Zaragoza, C/ Manuel Lasala, 44, 9º B, 50006 Zaragoza, España.
- (**) Grupo de Hidrología Subterránea, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Politécnica de Cataluña. C/Jordi Girona 1-3, UPC Campus Nord, Edificio D2, 08034 Barcelona, España.
- (***) Hydromodel Host, S.L., San Juan de la Salle, 42, Edif Technova 3º 13, 08022, Barcelona, España
- (****) Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Calle Valverde, 22, 28004 Madrid, España.

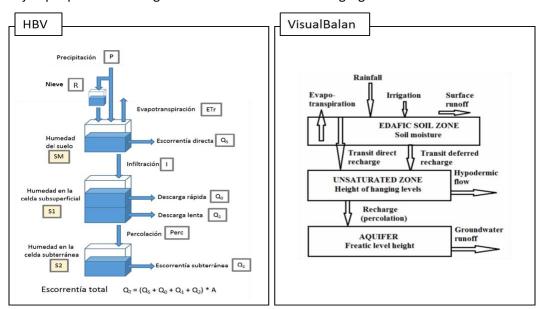
Resumen

El Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido constituye el mayor macizo carbonatado de Europa occidental y el karst de mayor altitud de toda Europa. Presenta un clima frío con estación seca, veranos templados y frescos e importantes variaciones altitudinales. La temperatura promedio anual es de 4,9ºC y la precipitación media es de 1650 mm/a. La evapotranspiración potencial estimada mediante el método de Penman es de 1083 mm/a. Se ha realizado una evaluación de la recarga mediante la aplicación de los códigos de balance de agua en el suelo HBV y Visual Balan. Para ello se han utilizado las series de precipitación y temperatura de la estación meteorológica de Góriz, a cota 2200 m, así como los niveles medidos en el piezómetro de Torla, en el Valle de Bujaruelo. Ambos códigos se han simulado y calibrado a escala diaria desde Jul-1954 hasta Sep-2015. Se obtiene una recarga en tránsito entre el 72% y 77% de la precipitación media anual. Estos resultados son coherentes con (1) los valores esperados en un sistema acuífero desarrollado en calizas pobremente vegetadas, escaso suelo y una importante karstificación, tanto en superficie como en profundidad y (2) un sistema hidrológico en el que la precipitación en forma de nieve y su presencia durante los meses de otoño, invierno y primavera favorece la recarga y limita la escorrentía superficial procedente de los eventos de lluvia estival. Esto supone una elevada vulnerabilidad de la hidrología del parque ante el cambio climático y global.

Materiales y métodos

En la zona se dispone del piezómetro de Torla (código 09.205.02), que pertenece a la red de control de la Confederación Hidrográfica del Ebro. Se sitúa en la pista de Bujaruelo, a 500 m del Puente de los Navarros, sobre las calizas paleocenas. Tiene 116 m de profundidad. Se dispone de una serie mensual de niveles piezométricos de 10 años, entre Sep 2005 y Sep 2015. Los datos meteorológicos corresponden a tres estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET): 1) Estación de Torla (código 9814), a 1053 m.s.n.m., con datos de precipitación y temperatura en el intervalo Jul 1953-Ene 2013, 2) Estación de Fanlo-Góriz (código 9812E), a 2195 m s.n.m., con datos de precipitación y temperatura en el intervalo Ene 1981-Sep 2015 y gestionada por la Federación Aragonesa de Montaña y 3) Estación de Ordesa-Pradera (código 9812I), a 2195 m s.n.m., con datos de precipitación y temperatura en el intervalo Nov 2014-Sep 2015. Para el refugio de Góriz se ha generado una serie diaria de precipitación y temperatura para el intervalo Jul 1953-Sep 2015 utilizando las series transformadas por anamorfosis de las estaciones de Torla y la Pradera respecto la serie de Fanlo-Góriz.

Para la estimación de la recarga se han aplicado los códigos HBV y Visual Balan. El código HBV es un modelo agregado estándar de precipitación-escorrentía ampliamente empleado en previsiones hidrológicas y en estudios de balance hídrico. Considera los procesos más importantes de generación de escorrentía empleando típicamente una estructura de tres cajas (suelo y acuífero) y un pequeño número de parámetros (SEIBERT, 1997, 2005) que se pueden calibrar automáticamente. El código consta de los módulos principales de: 1) fusión y acumulación de nieve, 2) humedad del suelo y precipitación efectiva (precipitación menos interceptación y detención), 3) evapotranspiración. Como resultado se obtiene el caudal de escorrentía asociado a cada caja (Figura 1-izquierda). El código Visual Balan (SAMPER, et al., 2005), bien conocido y experimentado y de acceso público, calcula el balance diario de agua en el suelo según el esquema de la Figura 1-derecha. Los valores estimados de recarga se obtienen mediante la calibración de los parámetros del modelo, para lo cual se pueden utilizar tanto niveles piezométricos como datos de aforo de manantiales y ríos; es posible realizar análisis de sensibilidad de los parámetros que intervienen en la recarga y calibrarlos automáticamente. Utiliza parámetros agregados. Las cuencas heterogéneas se pueden subdividir en subcuencas que tengan características homogéneas en cuanto a clima, uso del suelo, tipo de suelo y gestión hídrica. Permite considerar la zona no saturada como un depósito en que entra el excedente del suelo (recarga en tránsito) y sale la recarga al medio saturado, con posible escorrentía interna, por ejemplo por niveles colgados considerados de forma agregada.



 ${\it Figura~1.~Esquema~de~los~principales~componentes~del~balance~en~los~c\'odigos~HBV~y~Visual~Balan}$

Resultados, análisis y discusión

La aplicación del código HBV (Figura 2; Tablas 1 y 3) muestra que la recarga aumenta al crecer el valor PERC (valor límite de percolación a la celda subterránea). La recarga al acuífero (REC) vale en promedio el 65% de la precipitación: entre 49% y 72% para PERC entre 5 y 30 mm/d, respectivamente. En la Figura 2 se muestra la respuesta del modelo en función del valor del parámetro PERC, que es similar en todos los casos. El coeficiente de almacenamiento es de 0.27 en promedio, entre 0.17 y 0.33 para valores de PERC de 5 y 30 mm/d respectivamente.

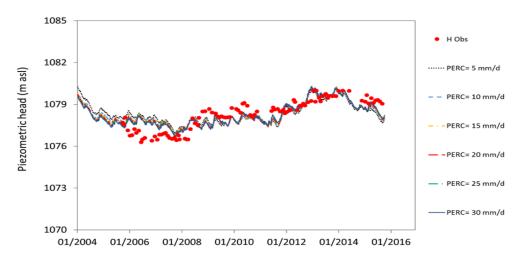


Figura 2. Niveles piezométricos medidos en el piezómetro de Bujaruelo y niveles piezométricos calculados, para diferentes valores del parámetro PERC, aplicando los valores de recarga según el HBV a una celda de acuífero de agotamiento exponencial.

Para el desarrollo del Visual Balan (Figura 3; Tablas 2 y 3), la ETP se ha calculado mediante el método de Thornthwaite, la ETR aplicando el método lineal y la escorrentía superficial mediante la Ley de Horton. Para el cálculo de la recarga se considera el método de la curva logística y que hay flujo preferente por fisuras. Para el acuífero se considera un modelo de dos celdas, que permite obtener un ajuste de niveles razonable. Los valores de escorrentía superficial, evapotranspiración real y recarga son similares a los obtenidos con HBV. Las mayores diferencias se obtienen en la distribución del agua excedente del balance en el suelo, es decir, el reparto entre el flujo hipodérmico (en este caso escorrentía dentro de la zona no saturada) y la recarga al medio saturado. El coeficiente de almacenamiento obtenido (0.28) es similar al obtenido aplicando HBV.

Tabla 1. Parámetros del modelo HBV obtenidos tras la calibración

	Parámetros		
	General	Zona vegetación 1	Zona vegetación 2
PERC (mm)	15		
UZL (mm)	205		
K_0 (día ⁻¹)	0.60		
<i>K</i> ₁ (día ⁻¹)	0.50		
K_2 (día ⁻¹)	8·10 ⁻⁴		
MAXBAS (-)	7.00		
PCALT (%/100m)	8.76		
TCALT (°C/100m)	-0.55		
TT (°C)		1.00	1.00
CFMAX (mm/(°C·día))		2.00	2.00
SFCF (-)		0.80	0.80
CFR (-)		0.15	0.05
CWH (-)		0.30	0.10
FC (mm)		50	30
LP (mm)		0.50	0.50
β (-)		0.50	0.50

Tabla 2. Parámetros del modelo Visual Balan obtenidos tras la calibración

	Parámetros		
	Suelo	Zona no saturada	Acuífero
ESPE (m)	2		
CC (mm)	207		
CIM ₀ (mm)	45		
CIM₁ (mm)	65		
K (mm/día)	12.42		
α _h (1/días)		0.37	
α_p (1/días)		0.2	
K_{ν} (mm/día)		10 ⁴	
$T (m^2/día)$			608
S			0.28

Tabla 3: Comparación entre las principales componentes del balance obtenidas mediante la aplicación de Visual Balan y HBV. Los porcentajes están referidos al valor de la precipitación. ESCO = escorrentía superficial; ETR = evapotranspiración real; I = infiltración en HBV y recarga en tránsito en Visual Balan; REC = recarga al acuífero; FH = flujo hipodérmico (aquí por niveles colgados); QAS = caudal de agua subterránea. Total = 1+2+5+6= 100%; 4+5=3

	Visual Balan	HBV (PERC = 5 mm)	HBV (PERC =30 mm)
1ESCO (%)	0.09	0.06	0.01
2ETR (%)	0.21	0.18	0.18
31 (%)	0.72	0.77	0.77
4REC (%)	0.45	0.49	0.72
5FH (%)	0.27	0.28	0.04
6QAS (%)	0.44	0.49	0.75

Discusión y conclusiones

La aplicación de HBV y Visual Balan permite estimar la escorrentía superficial (ESCO), evapotranspiración real (ETR) e infiltración o recarga en tránsito (I) para el acuífero Paleoceno-Eoceno. Los valores de más probables de ESCO, ETR e I son de 165, 330 y 1155 mm/año, respectivamente y representan aproximadamente el 10, 20 y 70 % de la precipitación media anual. Estos resultados son coherentes con los valores que se esperarían para un acuífero (1) desarrollado en calizas que sufren un importante proceso de karstificación, tanto en superficie como en profundidad, (2) donde las mayores precipitaciones se registran entre los meses de otoño y primavera en forma de nieve y (3) donde la nieve cubre durante esos meses la superficie y controla el funcionamiento hidrológico del sistema, como lo muestra el contenido isotópico del agua en los manantiales (LAMBAN, et al., 2015; JÓDAR, et al., 2016).

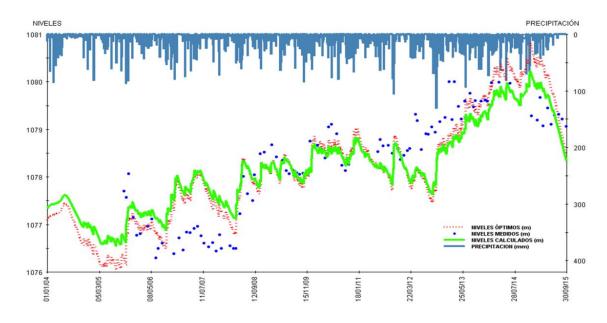


Figura 3. Niveles piezométricos medidos y niveles calculados con los valores de recarga según el Visual Balan.

La fusión de la nieve provee un caudal de infiltración permanente que no está limitado por la capacidad de infiltración del terreno dado el alto grado de karstificación superficial. La presencia de nieve durante varios meses favorece la infiltración del agua procedente de pequeños episodios de lluvia sin que se evapotranspire. Las mayores diferencias entre HBV y VisualBalan estriban en cómo se distribuye el agua que abandona el suelo, reparto producido entre el flujo de descarga de la zona no saturada (principalmente por niveles colgados) y la recarga. Sin embargo, en ambos casos la recarga en tránsito es elevada (77% para HBV y 72% para VisualBalan). Teniendo en cuenta las características hidrogeológicas del área y en coherencia con los resultados obtenidos en áreas similares (ESPINOSA MARTÍNEZ y CUSTODIO, 2014) es de esperar que el flujo de descarga lateral de la zona no saturada por la existencia de niveles más permeables sea importante. El coeficiente de almacenamiento obtenido es similar en ambos casos (entre 0.17 y 0.33 con HBV y 0.28 con Visual Balan), aunque por encima del rango esperable. El periodo de datos disponible corresponde a un periodo anormalmente húmedo, que se calibra bien; esto es una fortaleza, pero para reducir la incertidumbre se requiere un periodo más largo de observación que comprenda al menos un periodo de comportamiento hidroclimático medio. El valor de S, que es la porosidad drenable de la zona próxima al nivel freático, puede tener una notable incertidumbre; si fuese menor también lo sería la recarga, con una mayor descarga lateral desde el medio no saturado. Es algo a seguir investigando con nuevos datos, en especial de la escorrentía de variación lenta: si aumenta disminuye la recarga, pero la suma varía poco.

Referencias bibliográficas

ESPINOSA MARTÍNEZ, S. y CUSTODIO, E. (2014). Comparación de la recarga natural estimada con el balance de agua en el suelo y con el balance de la deposición atmosférica de cloruro en un sistema carbonatado en el área del Baix Ebre, Cataluña, España. Ingeniería del Agua; 20: 135-155.

JÓDAR, J., CUSTODIO, E., LAMBÁN, L.J., MARTOS-ROSILLO, S., HERRERA-LAMELI, C. y SAPRIZA-AZURI, G. (2016). Vertical variation in the amplitude of the seasonal isotopic content of rainfall as a tool to jointly estimate the groundwater recharge zone and transit times in the Ordesa and Monte Perdido National Park aquifer system, north-eastern Spain. Science of The Total Environment, 573, 505-517.

LAMBÁN, L.J.; JÓDAR, J.; CUSTODIO, E.; SOLER, A.; SAPRIZA, G. y SOTO, R. (2015). Isotopic and hydrogeochemical characterization of high-altitude karst aquifers in complex geological settings. The Ordesa and Monte Perdido National Park (Northern Spain) case study. Science of the Total Environment, 506: 466-479.

SAMPER, J.; HUGUET, LL.; ARES, J. y GARCÍA-VERA, M.A. (2005). User's guide VisualBALAN v.2.0: código interactivo para la realización de balances hidrológicos y la estimación de la recarga. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, A Coruña: 1-150.

SEIBERT, J. (1997). Estimation of parameter uncertainty in the HBV model. Nordic Hydrology, 28(4), 247-262.

SEIBERT, J. (2005). HBV light version 2, User's Manual. Uppsala University, Institute of Earth Sciences, Department of Hydrology, Uppsala, Sweden.

3. PROYECTO REPLIM: RED DE LAGOS Y TURBERAS, CENTINELAS DEL CAMBIO GLOBAL EN LOS PIRINEOS.

Blas L. Valero Garcés (1), Fernando Barreiro-Lostres (1), Ana Moreno (1), Alberto de Diego (2), Olaia Liñero Campo (2), Pilar Mata-Campo (3) y equipo REPLIM

- (1) Instituto Pirenaico de Ecología, IPE-CSIC
- (2) Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, UPV/EHU
- (3) Instituto Geológico y Minero, IGME

Los lagos y turberas de la alta montaña del Pirineo son elementos icónicos del paisaje y de la historia del territorio. Su gestión y conservación en un contexto de cambio climático y creciente presión antrópica precisa de un conocimiento detallado de los procesos bióticos y abióticos en estos sistemas que incluya su variabilidad natural y los efectos sinérgicos de cambios climáticos e inducidos por las actividades humanas. El proyecto REPLIM financiado para el periodo 2016 - 2019 por la Comisión Europea en el marco de la convocatoria POCTEFA persigue establecer una red de monitorización en lagos y turberas del Pirineo que permita caracterizar el impacto del cambio climático en estos ecosistemas acuáticos vulnerables, tanto a escala local como de todo el territorio pirenaico.

Los socios científicos que forman parte del proyecto REPLIM están repartidos a lo largo del territorio pirenaico o trabajan en diferentes zonas del mismo: Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Aragón y Cataluña), Centre National de la Recherche Scientifique (Midi Pyrénées), Université de Pau et des Pays de l'Adour (Aquitaine), Universidad del País Vasco (País Vasco), Universidad de Navarra (Navarra) y Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (Cataluña). La red integra también gestores de espacios naturales protegidos, agencias de aguas, entidades comarcales y administrativas.

En los puntos seleccionados de la red se analizarán algunos de los problemas más significativos a los que se enfrentan estos ecosistemas: cambios en el régimen limnológico e hidrológico, en la productividad primaria y en la biodiversidad, aumento de la carga de contaminantes (orgánicos, metales pesados) y cambios en los ciclos biogeoquímicos (sumideros y fuentes de carbono, deposición atmosférica de nitrógeno y fósforo).

La red REPLIM permitirá mejorar sustancialmente el conocimiento de la situación de las turberas y los lagos pirenaicos, de su evolución en los siglos recientes y de las condiciones de base anteriores a la Revolución Industrial, previas al Calentamiento Global y la Gran Aceleración de mediados del siglo XX. Esta estrategia de estudio en red permitirá también investigar las sinergias clima – actividades humanas en alta montaña y aportar datos para mejorar los escenarios futuros de evolución de lagos y turberas.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- 1. Establecer una red de monitorización de lagos y turberas que se mantenga más allá de la duración del proyecto.
- Publicación de un manual metodológico describiendo los protocolos de seguimiento para la caracterización de los impactos del cambio climático y las actividades humanas en los lagos y turberas del Pirineo aplicables a las exigencias de la Directiva Hábitats (DH) y la Directiva Marco del Agua (DMA).
- 3. Elaborar un informe de la situación actual de los lagos y turberas del Pirineo, su reciente evolución y los posibles impactos del CC
- 4. Integrar en la red actividades ciudadanas de apoyo a la ciencia y concienciación de la importancia del CC

Los nodos de la red se han definido y contienen sitios en todos los territorios pirenaicos. En Aragón se incluyen seis lagos con monitorización intensiva: Acherito, el más occidental, el ibón de la Sierra y Sabocos en el Valle del Gállego, el ibón de Marboré en el PNOMP, el ibón de Urdiceto y Cregüeña en el PN Posets — Maladeta (Figura 1). En los nodos principales de la red, la monitorización incluye: i) instalación de sensores de temperatura automáticos a distintas profundidades; ii) instalación de trampas de sedimento; iii) medidas estacionales de la composición química de las aguas y de algunas propiedades biológicas. Existe además una monitorización anual de las aguas de numerosos ibones del valle del Gállego.

Continuando con las protocolos de proyectos previos, en el ibón de Marboré se instalaron en Agosto de 2017 dos trampas de sedimentos y se continúa con la monitorización de la temperatura en la columna de agua y el análisis de aguas mediante sonda multiparamétricas y muestreos a distintas profundidades (Figura 2). Durante el verano del 2017 las temperaturas del agua superficial superaron ligeramente los 13 °C, por debajo del máximo alcanzado en 2016 (14.5 °C). La estratificación en Agosto se marcaba con una termoclina a 7 m de profundidad con una rápida tasa de cambio de temperatura hasta los 10 m y un patrón similar en el contenido en oxígeno. En Octubre el cambio entre la temperatura superficial de 7 grados y la del fondo de 5 era gradual y el contenido en oxígeno disuelto se mantenía elevado hasta los 12 m, desde donde desciende gradualmente hasta el fondo. Aunque las aguas tienen una baja concentración de metales, algunos de ellos como el Fe, Mn o Zn se concentran preferentemente en la termoclina durante el verano y otros (Ca, Mg, Sr y Na) aumentan significativamente al final del periodo de deshielo.

El proyecto REPLIM tiene además un componente importante de ciencia ciudadana con el objetivo de fomentar la participación de la sociedad en la recogida de datos en estos ecosistemas icónicos que incremente la concienciación de los problemas relacionados con el cambio climático. Para ello se dispone de una aplicación para móviles que permitirá a los usuarios enviar observaciones sobre los lagos de la red y consultar los últimos datos disponibles. La app puede descargarse en la página web de proyecto (https://www.facebook.com/replimpoctefa) https://www.dropbox.com/s/w372310kyfnze0u/app-debug.apk?dl=0

Los resultados del proyecto estarán disponibles en el geoportal del Observatorio Pirenaico de Cambio Climático (OPCC) que permita la difusión de los resultados a los gestores y la ciudadanía y facilite la comprensión de la relación entre el cambio climático y estos ecosistemas sensibles (https://opcc-ctp.org/es). Los resultados de REPLIM contribuirán a que se desarrolle y ejecute la estrategia y el plan de acción del OPCC en el periodo 2016-2019. REPLIM elabora una newsletter trimestral con las últimas noticias del proyecto que puede consultarse a través de la página de las redes sociales (https://twitter.com/replimpoctefa) o en la página web del OPCC (https://opcc-ctp.org/)



Figura 1. Localización de los nodos principales de lagos (azul) y turberas (marrón) de la Red REPLIM.

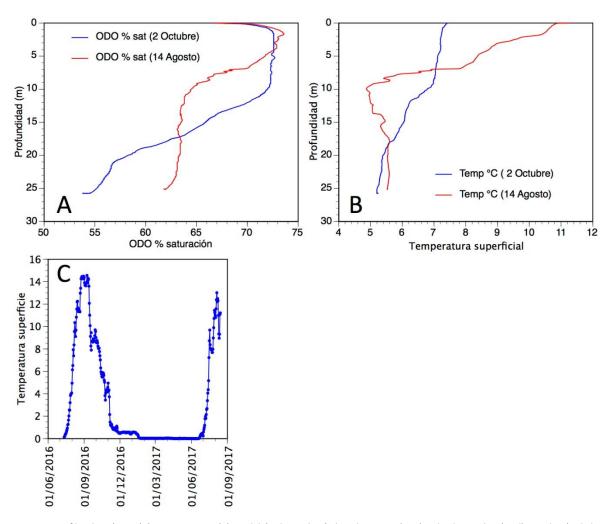


Figura 2. Perfiles de oxígeno (A) y temperatura (B) en el ibón de Marboré el 14 de Agosto (rojo) y el 2 de Octubre (azul) y evolución de la temperatura en superficie del ibón de Marboré desde Octubre de 2016 a Agosto de 2017 (C)

4. AUDIOVISUAL REALATIVO A LA MEMORIA PERDIDA DEL AGUA-LAGOS Y HIELO EN LOS PIRINEOS. IGME-IPE, CSIC, PNOMP, OAPN Y GEOPARQUE DE SOBRARBE.

Pilar Mata Campo

Dpto. Investigación en Recursos Geológicos

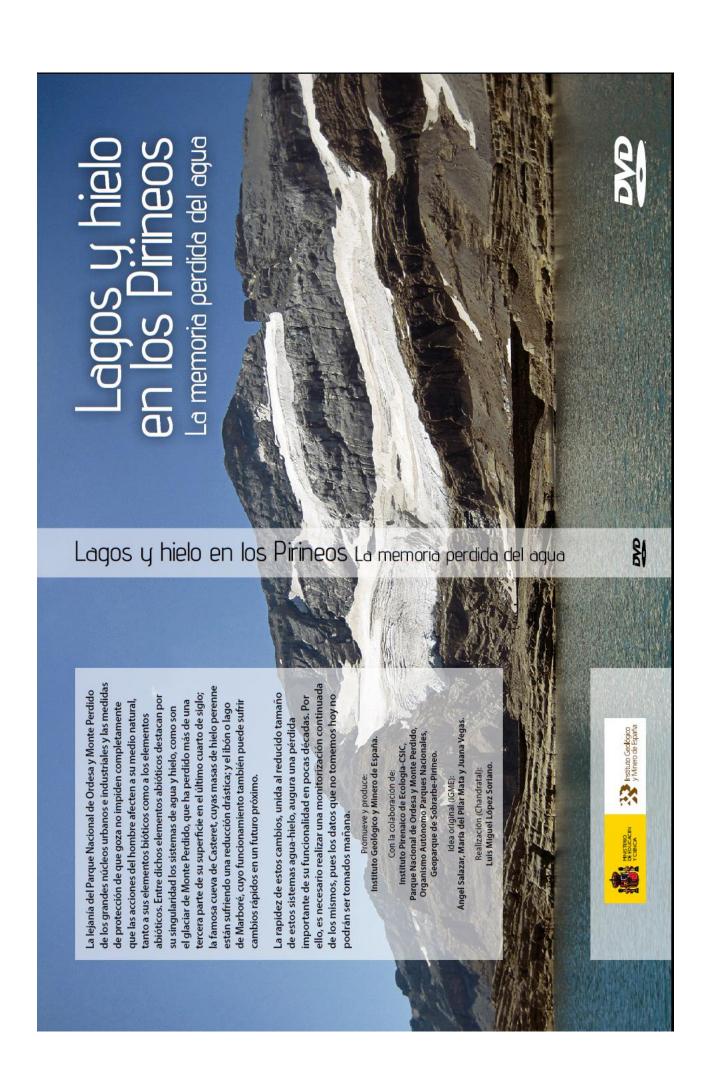
Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

Se presenta el audiovisual relativo a los proyectos de investigación realizados en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Se presentan los elementos abióticos de agua, nieve y hielo en el Lago de Marboré, en el glaciar de Monte Perdido y en la cueva de Casteret, explicando su funcionamiento y su posible evolución en un futuro próximo.

Promovido y producido por el Instituto Geológico y Minero de España.

Duración de 21 minutos.

https://www.youtube.com/watch?v=l-bBjLxrdi8







5. CONTROLES EN LA MORFOLOGÍA DE LOS RÍOS EN ROCA DEL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO

Ortega-Becerril, J.A. (1), Scott, D. (2), Wohl, E. (2), Belmonte, A. (3), Gaibar, M. (4)
Universidad Autónoma de Madrid, Dpto. Geología y Geoquímica
Colorado State University, Geosciences Department
Geoparque Mundial de la UNESCO Sobrarbe-Pirineos
Universidad Europea de Madrid

Introducción

Los ríos en roca son cauces desarrollados sobre un sustrato rocoso, generalmente duro, que condiciona enormemente los procesos erosivos que generan transformaciones morfológicas. A diferencia de los ríos aluviales, éstos ríos son mucho más rígidos, estables en el tiempo y teóricamente sujetos a pocos cambios morfológicos (Ortega y Durán, 2010). Las transformaciones en su lecho vienen determinadas por una serie de procesos (e.g. Whipple et al., 2000) que son fundamentalmente: abrasión mecánica por parte de las partículas de sedimento arrastradas, que genera morfologías esculpidas y muy pulidas, procesos de arrancamiento (plucking) en bloques fracturados y procesos de pulido por cavitación. Los controles que operan en los cambios morfológicos son fundamentalmente: los impactos de bloques sobre el cauce de roca (macroabrasión), que derivan en una fracturación secundaria; la fracturación primaria previa de la roca (fallas y diaclasas) su disposición geométrica generando bloques individuales que puedan ser arrastrados más fácilmente. La resistencia del sustrato (dureza) es otro factor importante, así como las variables, caudal (o subrogadamente el área de la cuenca) y carga sólida transportada. Se han realizado muy pocos estudios que evalúen los efectos en el cambio morfológico de cada una de éstas variables (e.g. Wohl et al., 1999; Ortega et al., 2014 y 2017a), por tanto, supone un campo muy amplio de investigación. Además de éstos, hay una serie de factores con incidencia en el cambio morfológico, que hasta el momento no se han contemplado, como por ejemplo la interacción vegetación de ribera-sedimento-sustrato rocoso, o el impacto de la presión humana en los cauces por el aumento de los deportes de aventura, como el barranquismo o senderismo.

El Geoparque de Sobrarbe-Pirineos muestra una concentración muy alta de ríos en roca, que además presenta una elevada geodiversidad morfológica (Ortega et al., 2017b), con presencia de prácticamente todos los tipos morfológicos descritos en la literatura. Ésta variabilidad se debe fundamentalmente a la gran diversidad litológica del área, pero también al amplio abanico de procesos externos actuantes. El incremento en la presión humana de la zona, así como el desconocimiento científico de sus valores e interés científico hacen necesaria una evaluación del patrimonio geológico.

El Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido supone un enclave de excepcional conservación de éstos sistemas fluviales, donde algunas actividades, como el barranquismo, han sido restringidas desde los años 90 y el acceso de visitantes y senderistas a los ríos se hace complicado debido a la abrupta orografía.

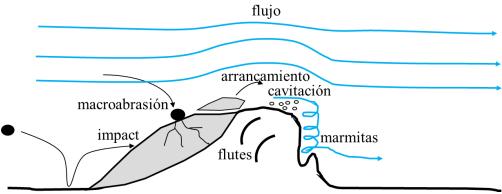


Figura 1. Tipos de erosión más frecuente en los ríos en roca (Modificado de Whipple et al., 2000)

Objetivos e hipótesis de partida

Como punto de partida, nos hemos planteado resolver una serie de cuestiones básicas: 1) ¿Qué factores controlan la morfología en cañones? ¿ Se podría usar la morfología como un indicador de erosionabilidad?, 2) ¿Dónde retienen los cañones el sedimento a escala de tramo? ¿Qué papel juega la vegetación de ribera en el proceso de cambio morfológico? El sedimento regula la alteración de la roca (por retención de humedad) y por tanto la potencial vegetación de ribera debe ser ecológicamente vital en este medio, siendo probablemente su rol en las transformaciones morfológicas mayor de lo esperado. Por último, 3) ¿Cómo afecta el barranquismo al equilibrio ambiental de un barranco? Los cambios en los parámetros hidrológicos y vegetación generados por el hombre son susceptibles de inducir transformaciones morfológicas.

Las hipótesis de partida en el trabajo son: 1) La medida del espaciado de la fracturación y dureza de la roca podría usarse para predecir aumentos locales de la pendiente del canal (medidos a escala de tramo), 2) La medida de la morfología podría predecir la retención de sedimento, 3) La vegetación de ribera juega un rol importante en la ampliación de ciertas secciones, lo que genera una retroalimentación en la producción de sedimento y/o acumulación del mismo, 4) El deporte del barranquismo afecta en algunos aspectos geomorfológicos, como la cohesión de las barras, crecimiento de plántulas en las barras de sedimento y erosión de las orillas, con cambios que podrían ser perceptibles a escala de décadas.

Metodología

El trabajo comprende todos los ríos y sus afluentes del parque nacional, habiéndose analizado en esta primera fase únicamente la cuenca del río Yaga. Se han realizado medidas sistemáticas a lo largo del perfil longitudinal del río, generándose previamente un espaciado de puntos de muestreo, que además es aleatorio, con el fin de no interferir en la elección de la zona de medida. En cada punto se han realizado estimaciones morfológicas, como pendiente del cauce y orillas (estimado mediante distanciómetro láser), su morfología de acuerdo con la clasificación de Montgomery y Buffington (1997), sedimentación y tamaño, presencia de barras, ocupación de las barras, vegetación de ribera y morfología del cañón asociada a la entrada de luz (mediante un densiómetro esférico), se ha estimado el índice de alteración y diaclasado de la roca (Selby, 1980), la dureza de los materiales se obtiene mediante un esclerómetro (tomando al menos 20 medidas por punto). Todos los resultados han sido analizados mediante tratamiento estadístico.

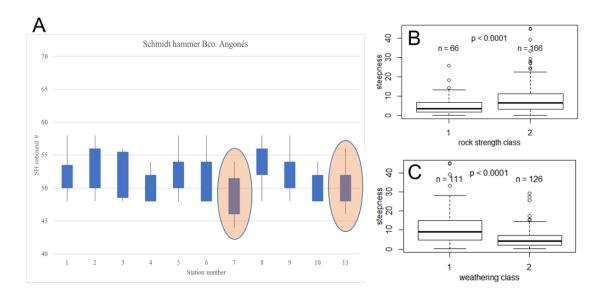


Figura 2. A. Modificaciones en la dureza del sustrato dentro de la misma unidad geológica en el barranco de Angonés. En las inmediaciones de la falla se produce un descenso brusco de los valores. B. Relaciones entre las variables pendiente y dureza del material (según Selby, 1980) y C con la clase de alteración (Selby, 1980). Modificado de Scott et al. (2017).

Resultados y discusión

De una manera preliminar se han analizado parte de los resultados, referidos al tipo de morfología de cada sección y algunas de las variables condicionantes, como dureza de los materiales, diaclasado o fracturación. No se han realizado aún los análisis referidos al sedimento, vegetación o a la influencia del barranquismo en las variaciones morfológicas.

Los primeros resultados ofrecen algunas relaciones sorprendentes (Scott et al., 2017), como la teórica escasa influencia de la geometría de las fracturas de tipo diaclasa con la pendiente del canal, orillas y anchura del valle, que sí están muy relacionadas sin embargo con las variables dureza de los materiales y grado de alteración (Figura 2). Sin embargo, la fracturación a escala de falla sí parece influir en la morfología y resto de aspectos analizados, como observamos en los cambios morfológicos operados en el barranco de Angonés o Garganta, donde las grandes fallas transversales al flujo condicionan la existencia de caudales ordinarios en ciertas secciones, y por ende el resto de las variables, como vegetación de ribera, sedimento e incluso la dureza de los materiales (Figuras 2 y 3).

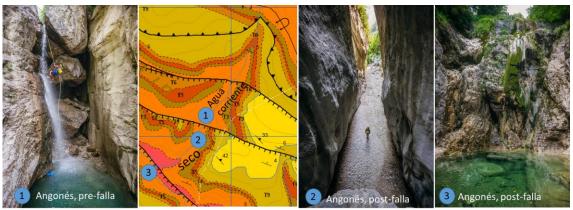


Figura. 3. Variaciones en la morfología y condiciones de caudal en el barranco de Angonés, condicionadas por la existencia de varias fallas transversales al flujo. Fotos: Daniel Castillo







Figura 4. Cambios en la morfología de la sección en el barranco de Garganta. A. Sección sinuosa y estrecha más masiva, dominada por la macroabrasión, B. Sección con expansiones y estrechamientos, dominados por el diaclasado, C. Sección muy abierta, con circo final de salida, dominada por la presencia de una falla transversal. Fotos: Daniel Castillo.

Los cambios morfológicos a veces se suceden en unos pocos metros y parecen obedecer a cambios en algunas de las variables, desde el tipo de roca, a veces más masivo y duro, que deriva en secciones con mayor pendiente, estrechas y sinuosas, donde hay un dominio de la macroabrasión, otros tramos con expansiones y contracciones, que parecen tener una red de diaclasado más densa, o al menos más eficiente, y otros tramos mucho más abiertos, con morfologías de circo, grandes saltos de agua (knickpoint), que están controlados por fallas (Figura 4). Secciones estrechas poseen valores altos de tensión de arrastre, que decae al ampliarse el canal por erosión, presentando morfologías típicas onduladas (Wohl et al., 1999), sin embargo, parece existir un factor que reactiva el proceso, que es la vegetación de ribera, a través de la retención de sedimento y humedad, aumento de la alteración y favoreciendo aún más la erosión y ensanchamiento del canal (Scott et al., 2017).

Estamos aún en un momento preliminar de los trabajos, pero todo parece indicar que existe una gran variedad de controles en la forma que un río en roca adopta a escala de tramo, y que algunos de ellos, como el rol de la vegetación y su relación con el sedimento, parecen ejercer una influencia mayor de la esperada.

Agradecimientos

Las investigaciones fueron realizadas dentro del marco de los proyectos CUASHI pathfinder fellowship (beca de investigación recibida por D. Scott) y Geomateriales 2 (S2013/MIT-2914). Agradecemos enormemente la ayuda técnica prestada para por David Tresaco (Adidas team) y Carles Pons. También las excelentes imágenes de Daniel Castillo. Agradecemos igualmente la ayuda prestada por el personal del PNOMP; Elena Villagrasa, Ramón Castillo y la inestimable asistencia en el campo de Javier Gómez.

Bibliografía

Montgomery, D. R., & Buffington, J. M. (1997). Channel-reach morphology in mountain drainage basins. Geological Society of America Bulletin, 109(5), 596-611.

Ortega, J.A. y Durán, J.J. (2010, Editores). Patrimonio Geológico. Los ríos en roca de la Península Ibérica. Madrid, IGME, 498p.

Ortega, J.A., Gómez-Heras, M., Perez-López, R., Wohl, E.E. (2014). Multiscale structural and lithologic controls in the development of stream potholes on granite bedrock rivers. Geomorphology 204, 588–598. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2013.09.005.

Ortega-Becerril, J., Gomez-Heras, M., Fort, R., Wohl, E. (2017a) How does anisotropy in bedrock river granitic outcrops influence pothole genesis and development? Earth Surf. Process. Landforms, 42 (6), 956–968. doi: 10.1002/esp.4054.

Ortega-Becerril, J.A., Jorge-Coronado, A., Garzón, G. (2017b). Sobrarbe Geopark: an Example of Highly Diverse Bedrock Rivers. Geoheritage, 9 (4), 533-548. DOI: https://doi.org/10.1007/s12371-016-0207-y.

Scott, D., Wohl, E., Ortega-Becerril, J.A. (2017). The not-so-straight but definitely narrow of bedrock rivers: understanding controls on sediment distribution and morphology in canyons. Geological Society of America, Annual Meeting. Seattle, paper 340-11.

Selby, M. J. (1980). A rock mass strength classification for geomorphic purposes, with tests from Antarctica and New Zealand. Zeit. Geomorph., NF, 24, 31-51.

Whipple, K. X., Hancock, G. S., Anderson, R. S. (2000). River incision into bedrock: Mechanics and relative efficacy of plucking, abrasion, and cavitation. Geological Society of America Bulletin, 112(3), 490-503.

Wohl, E. E., Thompson, D. M., Miller, A. J. (1999). Canyons with undulating walls. Geological Society of America Bulletin, 111(7), 949-959.

6. MONITORIZACIÓN DEL GLACIAR DE MONTE PERDIDO: EL GRAN RETROCESO DE LA TEMPORADA 2017

Esteban Alonso-González. Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC.

Jesus Revuelto Benedí. Centre D'etudes de la Neige. Meteofrance.

Ibai Rico Lozano. Dept. Geografía. Universidad del País Vasco

Juan Ignacio López Moreno. Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC.

Alfredo Serreta Oliván. Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación. Universidad de Zaragoza

Resumen

En este trabajo actualizamos la información procedente de la monitorización del glaciar de Monte Perdido con los datos obtenidos en las campañas de campo de la temporada 2017. Los escanéos mediante Laser Escaner Terrestre han sido realizados la primera semana de Mayo de 2017 y la primera de Octubre para realizar mediciones de espesor de nieve y balance de masa respectivamente. La temporada 2017 ha estado caracterizada por una acumulación de nieve dentro de lo normal en la serie 2011-2016 con un espesor medio de 3.3m. La falta de precipitaciones en los meses de mayo y junio junto las altas temperaturas del periodo mayo-septiembre han generado grandes tasas de fusión, con una perdida media de 2.3m de espesor.

Introducción

Los glaciares pirenaicos se encuentran dentro de los más meridionales de Europa. Estos han sufrido un evidente retroceso desde el final de la Pequeña Edad del Hielo. Este retroceso es consecuente con el resto de observaciones realizadas en la mayoría me macizos montañosos del planeta. En el caso concreto del Pirineo, la superficie glaciada ha pasado de cubrir ~2000ha en 1850 a 242ha, según la última actualización de 2016, lo que supone una pérdida aproximada del 87.9%. Sumado a la perdida en superficie, en algunos glaciares pirenaicos se han observado evidentes signos de degradación acelerada, como pueden ser colapsos, aparición de afloramientos rocosos, fragmentación de la superficie de hielo en masas más pequeñas o progresivo cubrimiento del hielo con material detrítico.

El glaciar de Monte Perdido es uno de los más emblemáticos ejemplos de glaciar pirenaico. Con una superficie de 37.8ha es el tercero en extensión de toda la cordillera, con la particularidad de ser el único que se encuentra en un Parque Nacional en España. En los últimos años, se ha convertido en uno de los más estudiados debido a diferentes proyectos de investigación coordinados por el Instituto Pirenaico de Ecología en colaboración con otras instituciones y universidades. Desde la temporada 2011 hasta la actualidad se llevan realizando diferentes campañas a fin de caracterizar la dinámica del glaciar. En estas campañas, se han realizados mediciones mediante GPR (Ground Penetrating Radar) y GBSAR (ground-based SAR interferometry), aunque cobran especial interés los escaneos periódicos realizados mediante Laser Escáner Terrestre (TLS) que nos han permitido realizar balances de masa y mediciones de nieve de alta resolución.

Los resultados del periodo 2011-2016 muestran una pérdida de espesor de 4.3m de media en la superficie del glaciar. Detrás de este valor medio, se esconde una gran variabilidad temporal, con pérdidas en las temporadas 2011-2012 y 2014-2015 de 1.8m y 1.7m respectivamente que contrasta con los valores de las temporadas 2014-2013 y 2013-2014 caracterizados por una estabilidad más o mensos generalizada. Ha esta variabilidad temporal hay que sumarle una gran variabilidad espacial. De los 4.3m de perdida media registrados para este periodo encontramos zonas con pérdidas de hasta 11m.

Métodos

Se han realizado dos campañas de medición con TLS en la temporada 2016-2017. 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 dispositivo 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 0.0188º, una divergencia de 0.0468º y una distancia máxima de escaneo de 6000m.

La posición de escaneo ha sido la misma que en campañas anteriores. La georreferenciación de los escaneos se ha realizado mediante GPS diferencial.

Resultados

La campaña de medición del manto de nieve realizada la primera semana de mayo de 2017, muestra zonas con muy poca cobertura de nieve mientras que presenta zonas que llegan a los 10m de espesor. El espesor medio fue de 3.3m, siendo una cantidad similar a la registrada en las campañas 2014 y 2015 e inferior a los 4.4m medidos en 2016. Cabe señalar que no se registraron precipitaciones significativas en los meses siguientes a la medición, lo que ha podido causar un descenso del albedo relativo a las mismas fechas de otras temporadas durante el verano, hecho que tendría un efecto en el balance de energía total del glaciar incrementando las tasas de fusión. Además, la temperatura media en la base del glaciar para el periodo mayo-septiembre fue de 7.1°C, valor que se aproxima a los 7.3°C de 2015, considerado uno de los tres veranos más cálidos de los últimos 30años.

En cuanto a la masa de hielo, como se puede observar en la Figura 1 el glaciar ha sufrido pérdidas generalizadas en toda su superficie, con un descenso medio de espesor de 2.3m, siendo con diferencia la mayor pérdida registrada en todo el periodo 2011-2017. Además, hay que destacar el afloramiento rocoso de la parte central del glaciar ha crecido de forma significativa desde la temporada anterior. Por otro lado, existen zonas con pérdidas de más de 5m que corresponden con colapsos que evidencian la existencia de cavidades subsuperficiales que podrían acelerar en los próximos años las tasas de fusión. También cabe destacar que una zona muy importante del glaciar se encuentra cubierta de derrubios lo que supone una fuerte modificación del albedo y por lo tanto un incremento del flujo de energía del glaciar.

Incluyendo estos nuevos resultados, no existen para el periodo de estudio zonas estables en el glaciar, ya que la perdida de hielo es generalizada en toda la superficie como se puede observar en la Figura 2. En el sector occidental y el glaciar superior resultan las zonas más afectadas, con pérdidas generalizadas que superan los 10metros, alcanzándose los 15 metros de perdida de hielo en algunos puntos.

Conclusiones

El año 2017 ha registrado la mayor pérdida de hielo en el glaciar de Monte Perdido desde el año 2011. Dicha pérdida se ha producido a pesar de registrar una acumulación de nieve similar a otros años anteriores, y temperaturas de verano cálidas, pero aun ligeramente inferiores a las del año 2015. Probablemente la ausencia de precipitaciones en forma de nieve durante la segunda mitad de la primavera y el progresivo cubrimiento de derrubios ha supuesto un aporte suplementario de energía respecto a años anteriores. Además, se han observado numerosos colapsos y oquedades dentro del glaciar que pueden estar llevando a una situación de degradación acelerada. La evolución de las pérdidas de hielo durante los últimos seis años, sugiere que el sector más occidental se encuentra en claro peligro de desaparición, mientras el sector más oriental parece

más estable, y podría persistir durante un periodo de tiempo más prolongado, aunque con una extensión muy reducida y con un dinamismo muy inferior al que muestra en la actualidad.

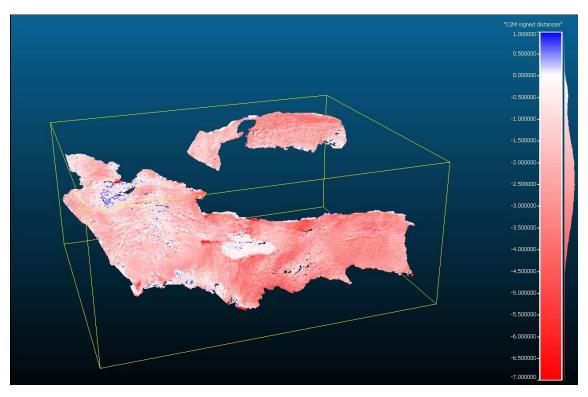


Figura 1: Diferencias en el espesor de hielo en la temporada 2016-2017.

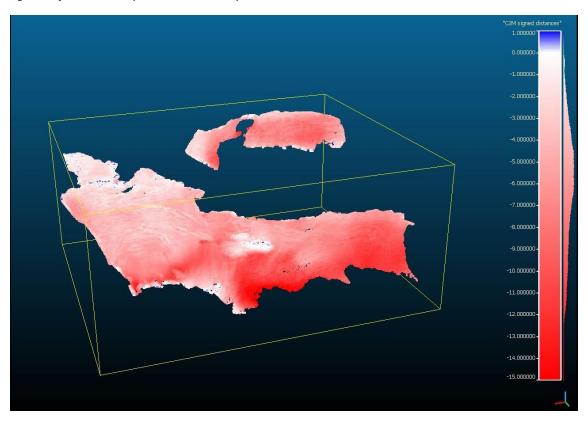


Figura 2: Cambios en el espesor de hielo para el periodo 2011-2017

7. MONITORIZACIÓN DEL GLACIAR DE MONTE PERDIDO MEDIANTE EL EMPLEO DE DRONES CON SISTEMA PPK

Alfredo Serreta (1), Esteban Alonso-González (2), Juan Ignacio López-Moreno (2), Jesus Revuelto (2), Enrique Serrano (3), Ibai Rico (2), Jorge Angas (4)

- (1) Departamento de Ingeniería del diseño y Fabricación. Universidad de Zaragoza, España
- (2) Departamento de Procesos Geoambientales y cambio Global. IPE-CSIC.
- (3) Departamento de Geografía. Universidad de Valladolid.
- (4) Scanner Patrimonio e Industria, Spin-Off Universidad de Zaragoza

Introducción

Desde el verano del 2011 se han realizado campañas de medición del glaciar de Monte Perdido con escáner terrestre para la toma de datos y monitorización de la fusión y acumulación de nieve intra-anual e inter-anualmente. Los resultados obtenidos hasta la fecha y expuestos en las II y III Jornadas de Investigación en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (E. Alonso et al.) Durante el verano del 2016 se ha utilizado un nuevo método de medición utilizando un dron de ala fija con georreferenciación en post-proceso sin necesidad de la disposición de dianas georreferenciadas para el escalado del modelo, obteniendo un modelo con 47,2 millones de puntos, con un tamaño de pixel inferior a 3 centímetros y una precisión mejor de 7 centímetros.

Material y métodos

Se utilizó un dron de ala fija modelo eBee Plus RTK-PPK de la firma senseFly equipado con una cámara óptica RGB modelo senseFly S.O.D.A., de .20 MP El vuelo se realizó el 30 de noviembre del 2016 con unas condiciones climatológicas sin apenas viento, ni nubes durante las 12:00 horas y 14:00 hora oficial, por lo que dado la época del año, el glaciar en todo momento estuvo en sombra y con condiciones de iluminación homogéneas (figura 1).

El glaciar estaba cubierto por una fina capa de nieve fresca de unos pocos centímetros, que homogenizaba la textura, pero sin llegar a tapar grietas, piedras y formas, indispensables para el proceso de geo-matching de las imágenes. A su vez esta capa evitaba los posibles brillos indeseables del hielo del glaciar.

Se tomaron 320 fotogramas, a una altura máxima de 120 metros sobre la zona del glaciar y aledaños asegurando un solape entre fotogramas, tanto longitudinalmente como transversalmente del 75 %, (figura 2). El vuelo duró 40 minutos y cubrió una superficie aproximada de 300 hectáreas. La altura de despegue fue a 2620 metros sobre el nivel del mar y la altura máxima de 3475 metros sobre el nivel del mar. La planificación de vuelo se realizó de manera paralela a la pendiente para asegurar una distancia continua de 120 metros sobre el terreno (figura 3)

Los fotogramas fueron procesados por el software Pix4D y para la georreferenciación del dron en todo momento se utilizó la toma de datos con el sensor GNSS RTK / PPK del dron junto con la capacidad del este software de procesar utilizando el método de postproceso cinemático (PPK) la señal GPS utilizando los datos de corrección diferencial de la estación GPS diferencial de Castejón de SOS perteneciente a la red ARAGEA del Gobierno de Aragón.

El proceso de toma de datos y resultados se puede observar

https://www.youtube.com/watch?v=LmFXOKf-TKE

Resultados y conclusiones

Los resultados obtenidos han sido un modelo de 420 millones de puntos, con un tamaño de pixel de 3 centímetros, y una precisión mejor de 7 centímetros.

A partir de esa ingente cantidad de puntos se ha generado un densa malla sobre la que se ha mapeado las fotografías dando un aspecto foto-realístico (figura 4)

Así mismo se ha generado una ortofotografía con un tamaño de 3 centímetros pixel.

El dron ha demostrado que puede ser perfectamente válido para la medición de los cambios de los glaciares, siendo hoy por hoy el método que mayor número de puntos puede tomar y sobre la cual se puede cartografiar su geomorfología año tras año, como pueden ser las grietas del glaciar.

Los drones tanto por la inversión a realizar, como el no necesitar elementos auxiliares de transporte como el helicóptero, son más económicos que la utilización del Láser Escáner terrestre. (Figura 5)

Como limitaciones a su uso, al ser un sistema visual, debe existir visibilidad (ausencia de nubes bajas, o niebla) y otra limitación importante es el viento, que no debería superar los 30 Km/h y que en muchas ocasiones, en condiciones de montaña no es fácil encontrar esas características.

Agradecimientos

En este proyecto no se podría haber llevado a cabo sin el préstamo del material por parte de la Fundación Drone Adventures, y la colaboración de las empresas senseFly y Tecnitop.

Así mismo agradecer a Parques Nacionales, y al Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido las correspondientes autorizaciones para realizar los vuelos en el Parque Nacional.

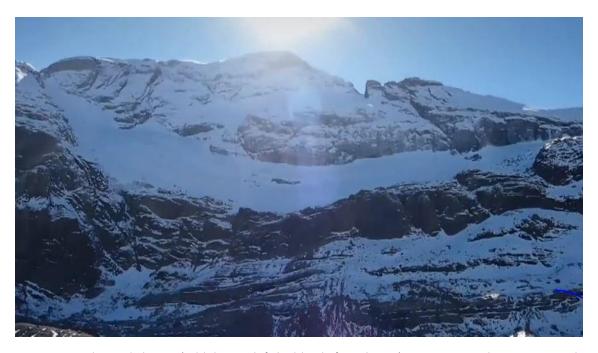


Figura 1: Las condiciones de iluminación del glaciar en la fecha del vuelo, fueron homogéneas y estuvo en todo momento en sombra. El glaciar estaba cubierto por una fina capa de nieve reciente.

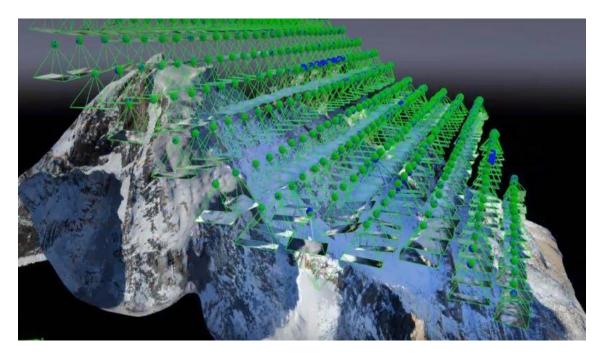


Figura 2: Posiciones del dron y fotogramas tomados por este a una altura máxima de 120 metros del suelo y con un solapamiento del 75 % tanto longitudinalmente como transversalmente.

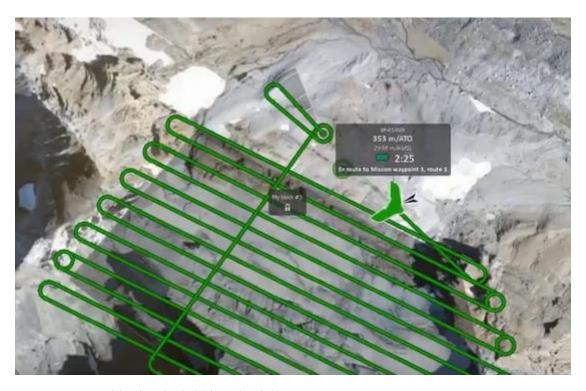


Figura 3: Trayectoria del vuelo realizado del dron sobre el glaciar.



Figura 4: Nube puntos con color



Figura 5: El peso de todo el equipo, incluidas baterías, ordenadores, cámara y el propio dron ocupa poco volumen y su peso no excede de 5 Kg, con lo cual una sola persona puede transportarlo.

8. ESTABLECIMIENTO DE DOS PARCELAS PERMANENTES EN EL PARAJE DE TURIETO (PNOMP) PARA EL ESTUDIO DE SU ESTRUCTURA, DINÁMICA Y BIODIVERSIDAD.

Oscar Schwendtner, Josep Sabaté, Gabriel Sangüesa, José Miguel Olano, Emili Josep Martínez-Ibarz, Oscar Aguado, Klaas Van Dort, Daniel Mansilla, Vlatka Horvat, Gorka Gorospe, Susana Cárcamo, Xavier García-Martí, Barry Barnard, Aika Martinicorena, Olga Ábrego, Miguel García-Hidalgo y Juan Tomás Alcalde.

Introducción y antecedentes

El estudio de los bosques maduros no ha sido abordado en nuestro país hasta la fecha con un enfoque a diferentes escalas espaciales y temporales y una perspectiva multidisciplinar.

Se eligió el rodal de Turieto, en la umbría del valle de Ordesa a partir de su calificación inicial como un bosque con una dinámica especialmente compleja y rico en Biodiversidad. Se inicia ahora su estudio con una vocación de "laboratorio permanente" donde estudiar los cambios a futuro e interpretar de donde viene y cómo ha llegado hasta la situación actual, y como puede ello afectar a su capacidad para albergar a especies de diferentes grupos biológicos.



Figura 1.- Perspectiva aérea del rodal de Turieto, bosque mixto de abeto, haya y pino silvestre, situado en la umbría del valle de Ordesa.

En estas fechas se cumple el primer centenario de la declaración del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. La relevancia de este lapso de tiempo trasciende el hecho histórico de haber constituido uno de los territorios pioneros de la conservación en nuestro país y adquiere para nuestro caso de estudio un peculiar significado ecológico. Mucho ha cambiado el paisaje vegetal del cañón de Ordesa en este periodo de un siglo. Los usos humanos se han visto alterados por el régimen de protección, y ello ha inducido la activación de una dinámica natural de reconstitución

del carácter de madurez forestal a partir de un bosque abierto pastado y poblado por especies arbóreas pioneras.

Pasado, presente y futuro conformarán una historia de la dinámica de un bosque de clima templado que ha seguido un proceso de evolución natural. Para garantizar la compresión de los procesos ecológicos en marcha, el análisis del rodal objeto de estudio se ha planteado a tres escalas espaciales de trabajo: rodal o bosque, parcela (plot) y subparcela (subplot). El objetivo final de dicho análisis se basa en la integración de la información de las distintas escalas espaciales que nos permita interpretar y caracterizar los procesos ecológicos a lo largo del tiempo y sus implicaciones para el conjunto del ecosistema.

Los trabajos de campo y análisis posteriores se han basado en el pliego de condiciones regulador del contrato de asistencia técnica, dictado por el Servicio de Espacios Naturales y Desarrollo Sostenible de la Dirección General de Conservación del Medio Natural del Gobierno de Aragón. Este proyecto ha sido cofinanciado por dicha unidad orgánica del Gobierno de Aragón y por el programa FEADER (Propuesta nº RB-64090). La dirección facultativa ha corrido a cargo del ingeniero de montes Emili Josep Martínez Ibarz, Jefe de la Sección de Espacios Naturales Protegidos y Desarrollo Sostenible.

Objetivos

- 1. Caracterizar la estructura de un rodal de bosque maduro a partir del estudio intensivo de dos parcelas permanentes de 50 x 50 m (0,25 ha cada una) y del espacio que las rodea, a diferentes escalas espaciales.
- 2. Mejorar el conocimiento práctico del concepto de madurez forestal en este tipo de bosque y la teoría del ciclo silvogenético, interpretando la dinámica observada.
- 3. Analizar mediante técnicas de dendrocronología la dinámica de competencia entre las especies arbóreas presentes desde el establecimiento de los pies más viejos presentes en las parcelas de estudio.
- 4. Aplicar técnicas novedosas para el estudio de la estructura forestal como la fotogrametría terrestre a escala de parcela y a escala de árbol, y la fotogrametría aérea sobre un subrodal de 4 ha coincidiendo en su ubicación con una de las parcelas permanentes.
- 5. Obtener datos de Biodiversidad en este "momento 0" desde el que parte el estudio a partir del estudio de varios grupos considerados de interés, para analizar posteriormente sus tendencias poblacionales y relacionar estas con los cambios acaecidos sobre la estructura.

Levantamiento de parcelas

3.1.- Metodología abreviada

Se han establecido las dos parcelas de 50 x 50 m en puntos de diferente posición orográfica. La parcela 1 corresponde a una disposición en fondo de valle, y la parcela 2 a una media ladera. Ambas se han subdividido en 25 subplots de 10 x 10 m. Se ha tomado la posición de cada árbol vivo o muerto en pie mayor de 2,5 cm y de 7,5 cm para los troncos caídos (madera muerta en suelo). Se han medido diferentes variables dasométricas de cada árbol: especie, diámetro, altura, vigor, estado, presencia de microhábitats. Al efecto de llevar un seguimiento de su futuro desarrollo se han etiquetado con unas pequeñas plaquetas. Se han tomado también para cada subplot los datos del regenerado, de la vegetación nemoral acompañante, la fracción de cabida cubierta de tres estratos verticales arbóreos, así como la cobertura de matorral y rocosidad superficial.

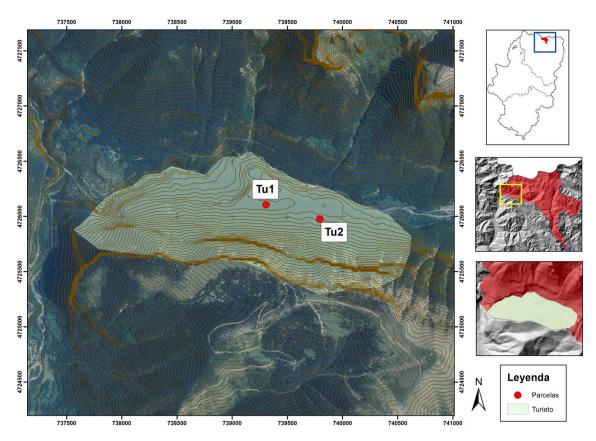


Figura 2.- Localización de las dos parcelas permanentes en el rodal de Turieto.

3.2.- Resultados preliminares.

En las dos parcelas la principal especies arbórea es Abies alba, aunque en Turieto 2, existe una mayor representatividad de *Fagus sylvatica* y *Pinus sylvestris* que le otorgan un mayor carácter de bosque mixto. En ambas parcelas aparecen otras especies arbóreas acompañantes. En el caso de Turieto 1 aparecen algunos individuos de especies como *Acer platanoides, Tilia platyphillos* y *Acer opalus*. En el caso de Turieto 2 *Ilex aquifolium*.

En relación al volumen de madera muerta y viva encontramos valores elevados y bastante similares entre parcelas, aunque ligeramente superiores en el caso de Turieto 1, probablemente debido a su mayor densidad. Si hacemos referencia al volumen de madera muerta en pie, encontramos una mayor cantidad en Turieto 2. Además, el principal estado de descomposición dominante de la madera muerta gruesa es el grado 2. Esto podría ser debido a que éste es el estado de descomposición en el que permanece más tiempo la madera muerta en campo. Esto indicaría que las condiciones ambientales de gran humedad presentes en el área de estudio, fomentan una rápida descomposición de la madera, lo que indicaría la menor abundancia de grados de descomposición 3 y 4. Por último, la presencia de microhábitats fue bastante similar en las dos parcelas, aunque superior en tipos y densidad en Turieto 1.

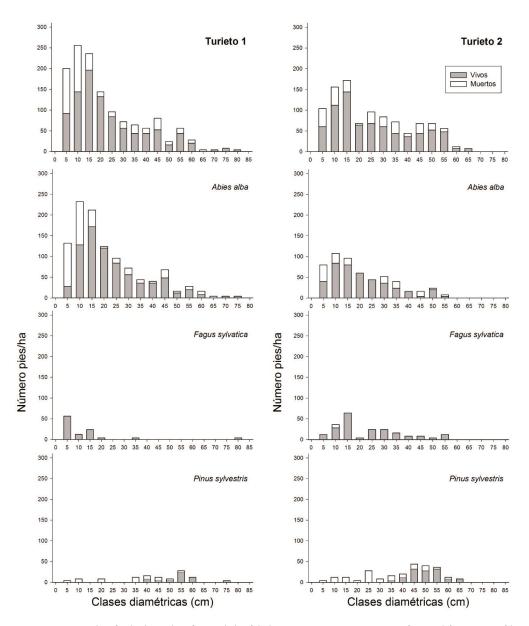


Figura 3.- Distribución de clases diamétricas de los árboles vivos y muertos en Turieto 1 (izquierda) y Turieto 2 (derecha), arriba en global y más abajo por especies: abetos, hayas y pinos.

En cuanto al análisis por especies, en ambas parcelas los individuos de Pinus sylvestris aparecen de forma decadente, con un elevado porcentaje de pies muertos, y una baja frondosidad en el caso de los pies vivos. Además, la estructura de diámetros para esta especie indica que se trata de una población sin individuos en las clases diamétricas más jóvenes y en claro retroceso. En el caso de Fagus sylvatica, esta especie es más abundante en Turieto 2. En esta parcela la estructura de clases diamétricas indican una población estable con individuos correctamente distribuidos en las distintas clases de diámetros. Aunque observamos valores diferentes a los predichos por un modelo natural en el caso de los árboles en la clase diamétrica 20, lo que podría indicar algún evento de mortalidad natural. En el caso de Turieto 1 la estructura de clases diamétricas indican una población joven en actual expansión con un elevado número de individuos en las clases diamétricas más pequeñas. En este caso, también encontramos un inusual valor inferior en la clase diamétrica 10. Por último, en el caso de Abies alba, ambas parcelas muestran poblaciones estables, con individuos bien representados en todas sus clases diamétricas.

En cuanto a la relación diámetro vs. altura, en Turieto 1 encontramos una mayor pendiente del ajuste y cercano a una exponencial positiva, mientras que en Turieto 2 esta relación es lineal. Este hecho nos indicaría que la competencia por los recursos lumínicos es más importante en Turieto 1, donde también existe una mayor densidad.

Tal como queda de manifiesto, se ha obtenido toda una serie de datos dasométricos que permiten caracterizar la estructura de estas masas arbóreas en el momento actual. La información detallada no tiene cabida en este breve informe y se publicará en un documento más extenso.

Por otro lado, se han caracterizado los distintos subplots en función de las fases del ciclo silvogenético: inicial, agradación; maduración; terminal y senescencia. Se observa como en escasa superficie se encuentra representado un mosaico con teselas de superficie variable correspondientes a las diferentes fases.

La intención es que las mediciones dasométricas y caracterización estructural se repita periódicamente cada 5 años. Ello permitiría obtener transcurrido un periodo suficientemente largo las tendencias de los cambios y con ello una referencia de la dinámica.

Modelos fotogramétricos

4.1.- Metodología abreviada

El desarrollo metodológico del trabajo incluye la adquisición de datos, el post-proceso de estos y su tratamiento para la obtención de resultados en relación a los objetivos definidos. Se ha desarrollado un flujo de trabajo para la confección de modelos topográficos, ortofotografías y cartografía específica en el ámbito de estudio. Mediante la combinación de distintas técnicas (SFM), tecnologías (gimbal terrestre y RPAS) y herramientas (SIG /Teledetección) se puede integrar material fotográfico y/o topográfico de distinta índole para obtener una serie productos cartográficos a distintas escalas de trabajo. El análisis de los productos cartográficos obtenidos debe servir como base para obtener una serie de variables forestales explicativas de la dinámica forestal del bosque de Turieto. En la siguiente figura se esquematiza todo el proceso metodológico del trabajo.



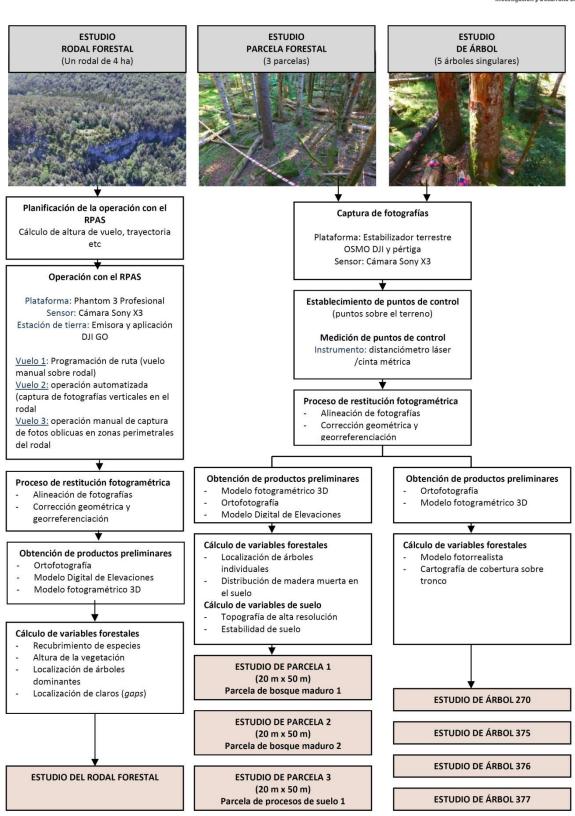


Figura 4.- Esquema metodológico de los estudios fotrogramétricos.

4.2.- Resultados preliminares.

Obtención de cartografía de base: ortofotografía de detalle y modelo digital de elevaciones sobre el subrodal de 4 ha.

Caracterización del dosel arbóreo dominante sobre el subrodal de 4 ha con cálculo de variables forestales: recubrimiento de especies, alturas de la vegetación, localización y clasificación de gaps, identificación de árboles individuales.

Caracterización fotogramétrica de varios subplots con realización de modelos 3D. Por ejemplo en el siguiente enlace se puedo observar uno de los resultados obtenidos: https://skfb.ly/VOOp

Estudio de árboles individuales permitiendo apreciar a largo plazo detalles de interés para el seguimiento de especies epifitas de interés, proceso de degradación de pies de madera muerta, etc. Un ejemplo del modelo 3D obtenido se puede observar en el siguiente enlace: https://skfb.ly/NJUz

Estudio de la historia del rodal a través de la dendrocronología

5.1.- Metodología abreviada

Se muestrearon 80 árboles de pino silvestre, haya, abeto y dos arces. Se estableció la edad y patrones de crecimiento radial para dichos individuos. Se detectaron las supresiones y liberaciones en ventanas de 10 años.

5.2.- Resultados resumidos

Los árboles más antiguos de ambas parcelas se establecieron en el último tercio del siglo XIX. Los pinos silvestres se establecieron al inicio de la formación del bosque actual, a finales del XIX, inicios del XX. Las parcelas tenían condiciones de alta luminosidad. Probablemente la parcela 1 era un pastizal abandonado, mientras que en la parcela 2 hubo un bosque que se taló a lo largo de varias décadas.

En la parcela 1 las especies entraron de modo secuencial, primero pino, abeto hasta la década de 1950, y haya entre 1950 y 1970. En la parcela 2 se observa que todas las especies están desde el inicio. El pino reclutó sólo al inicio, mientras que hayas y abetos han mostrado un reclutamiento continuo.

En ambas parcelas hay supresiones y liberaciones importantes desde la década de 1930. Los patrones difieren entre parcelas.

A partir de 1980 ambas parcelas se sincronizan. Se inicia un proceso de descenso del crecimiento radial del abeto. Es posible que esté asociada a la presencia de años secos en un contexto de fuerte competencia. A finales de 1990 se produce un episodio de decaimiento de abeto, con fuertes descensos del crecimiento radial, probablemente por un lepidóptero defoliador. Muchos abetos mueren, pero bastantes de los supervivientes experimentan un mayor crecimiento. Es uno de los motivos por el que se aprecia una cantidad tan elevada de madera muerta.

El haya muestra un crecimiento más estable que el abeto, no hay un descenso del crecimiento radial medio desde mitad del siglo XX. Las tasas de mortalidad de hayas adultas son muy bajas.

El declive de los pinos se inicia muy tempranamente. Los crecimientos actuales son muy reducidos y es esperable que la mayoría muera en las próximas décadas.

La dinámica de esta parcela está fuertemente condicionada por tratarse de bosques relativamente jóvenes con una gran densidad inicial.

Estudio de la Biodiversidad

6.1.- Metodología abreviada

Se ha encargado a diferentes especialistas la toma de datos sobre la Biodiversidad presente en el entorno de las parcelas, a través de una amplia variedad de métodos que incluyen los transectos de escucha y visualización (aves), estaciones automáticas de escucha (quirópteros), maduración en laboratorio de trozas extraídas del bosque (himenópteros xilófagos), determinación directa tras captura y suelta o fotografía (insectos polinizadores), levantamiento de puntos de inventarios sobre troncos individuales (líquenes y briofitos, epifitos y epixilicos).

6.2.- Resultados preliminares

Los diferentes patrones de uso del espacio para las diferentes especies o grupos de especies requieren estudios a diferentes escalas espaciales. Se han obtenido listados de las especies presentes, relacionando la presencia o ausencia, y su abundancia relativa con las características del hábitat presente. Dichos listados no se ofrecen aquí por falta de espacio, pero se espera publicar los datos completos en una monografía. Baste aquí decir que se han localizado ciertas especies de gran interés Algunas de ellas aparecen en listados de especies amenazadas y otras son indicadoras de situaciones de madurez forestal, y escasas o ausentes en bosques más intervenidos. A este respecto se valora el largo periodo de "evolución libre de intervención antrópica intensa" que ha llevado a un proceso de maduración alcanzando unas condiciones de alta naturalidad, las cuales a su vez han permitido la permanencia o más probablemente la recolonización por una compleja comunidad de especies, entre ellas algunas muy exigentes en cuanto a la calidad del hábitat.

Discusión general y conclusiones preliminares.

Con los trabajos presentados en este informe se ha iniciado el estudio de un bosque complejo situado en la umbría del Valle de Ordesa desde diferentes ventanas temporales: el pasado a través de los análisis dendrocronológicos, el presente a través del análisis de su estructura y dinámica observada (fases del ciclo silvogenético) y se espera poder en el futuro continuar estudiando la evolución de las diferentes variables a través de un seguimiento periódico. También se ha llevado a cabo el estudio desde diferentes ventanas espaciales: a nivel de paisaje, de rodal, de parcela (plot) y de árboles individuales.

En el pasado este bosque sufrió una fuerte influencia antrópica, pero después de los 100 años de protección ofrecidos por la declaración como Parque Nacional, ha alcanzado una estructura compleja, con una intensa dinámica natural guiada por procesos ecológicos, albergando una rica Biodiversidad. La información preliminar obtenida nos lleva a constatar la continuidad de las condiciones forestales durante un largo periodo de tiempo sobre el sitio estudiado. Todo ello lleva a considerar el rodal de Turieto como un bosque maduro y le otorga un alto valor de conservación.

En el estudio de la estructura del bosque se han ensayado nuevas tecnologías (utilización de herramientas propias de la fotogrametría aérea y terrestre) y se ha acometido un estudio desde

diferentes disciplinas, aspectos ambos que se consideran de gran interés para la caracterización y seguimiento futuro de las parcelas permanentes instaladas en el rodal de Turieto.

Se entiende que esta aproximación multiescalar y multidisciplinar permitirá detectar cambios de diversa naturaleza, escala y velocidad en la estructura, dinámica y biodiversidad de un bosque de singular importancia como referencia en el medio forestal de Aragón.

Este documento pone en valor la necesidad de conocer con exactitud los procesos y dinámicas modeladores de las comunidades vegetales actuales. Al menos en aquellos lugares poco perturbados y con gran naturalidad. Este conocimiento puede permitir mejorar el entendimiento de los procesos actuales y futuros. El actual cambio climático presenta un nuevo escenario global con el que enfrentarnos. Probablemente existirán cambios en las comunidades y presentarán un nuevo reto para ecólogos y forestales de todo el mundo. Por ello, creemos conveniente mejorar el conocimiento de nuestros ecosistemas más relevantes utilizándolos como referencia, y repitiendo esta experiencia en otros parajes ocupados por diferentes comunidades forestales. Además, la realización de muestreos periódicos nos permitirá conocer estas dinámicas actuales y prever los futuros cambios.

La monitorización y el conocimiento se pueden considerar las principales herramientas para poder plantear la gestión más conveniente a futuro frente al cambio climático.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado por fondos europeos FEADER y fondos propios del Gobierno de Aragón. Desde aquí queremos mostrar nuestro agradecimiento a la dirección facultativa de este proyecto por todo el apoyo, discusiones para la mejora y consejos recibidos a lo largo de la realización del mismo, además de a la dirección y personal del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y a otros técnicos de la Dirección General de Sostenibilidad del Gobierno de Aragón que nos han acompañado sobre el terreno.

Gracias a todos ellos ha sido posible la ejecución de este proyecto.

9. PERDIENDO LA RED. EL PAPEL DE LAS PLANTAS AMENAZADAS EN LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD GLOBAL

María Begoña García 1, María Jarne 1, Adela González 2, Pablo Tejero 1, Jose Luis Silva 1, Manuel Pizarro 1, Mercedes Vidal 1, Daniel Gómez 1, Jesús Villellas 3, Jens M Olesen 4

- 1 Instituto Pirenaico de Ecología -CSIC (España)
- 2 Universidad de Granada (España)
- 3 Trinity College, Dublin (Irlanda)
- 4 Aarhus University (Dinamarca)

Vivimos en un momento de especial preocupación por la pérdida de diversidad relacionada con variados motores de cambio global (cambio climático, de usos del suelo, especies invasoras... Sala et al 2000), y no pocos han sido los estudios que han alarmado recientemente sobre una masiva extinción de organismos basándose en predicciones teóricas ligadas a la distribución general de las especies y el cambio climático (por ej Engler et al 2011). Estas predicciones, sin embargo, deben ser probadas con seguimientos ecológicos a largo plazo, y parece recomendable comenzar por especies amenazadas o poblaciones de pequeño tamaño dada su supuesta mayor vulnerabilidad. Pero además el declive o extinción de un organismo puede tener consecuencias mucho más extensas y profundas si constituye el soporte vital de una red de variados organismos, lo que puede evidenciarse y analizarse mediante las interacciones que con ellos mantiene (Valiente-Banuet et al 2015, Rezende et al 2007). Por ello, cada organismo tiene una contribución a la diversidad local y global que va mucho más allá de su propia presencia. Un primer paso para estimar la debilidad de las especies amenazadas y su papel en la pérdida de otros grupos de especies asociados puede ser determinar si viven en poblaciones de pequeño tamaño y/o si están en declive poblacional, lo que puede llevar a su extinción y también a la extinción en cascada de otros muchos organismos interactuantes.

Hemos realizado una revisión de la abundancia de especies presentes en 850 inventarios fitosociológicos realizados dentro del PNOMP. Por otro lado, durante los últimos años venimos realizando seguimientos demográficos de poblaciones de especies de plantas amenazadas y no amenazadas en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP), con el fin de estimar su dinámica y probabilidad de declive y eventual extinción. Finalmente, en 2016 y 2017 hemos realizado un muestreo intensivo de los múltiples pequeños interactuantes (principalmente artrópodos), y microorganismos asociadas en suelo y raíces, en una población grande y otra pequeña de tres especies catalogadas del PNOMP en las que también se ha iniciado un seguimiento demográfico. Con toda esta información pretendemos determinar si 1) las especies catalogadas son menos abundantes que las no catalogadas, 2) las especies catalogadas tienen dinámicas más negativas que las no amenazadas, y 2) las poblaciones grandes de poblaciones catalogadas sostentan una muy superior diversidad de interactuantes. Presentamos aquí resultados preliminares de la abundancia de plantas catalogadas, los seguimientos demográficos de plantas, y la variedad de morfoespecies y órdenes de interactuantes asociados.

El primer resultado obtenido tras comparar la abundancia local de plantas catalogadas y sus compañeras no catalogadas indica que en general las primeras no son menos abundantes (test de la t apareado; p=0.35), aunque los resultados varían según los ambientes. Así por ejemplo, mientras que en los bosques y áreas húmedas no hay diferencias entre las abundancias, en los pastos sí son menos abundantes y en los roquedos son más abundantes que sus compañeras.

Respecto a la dinámica de plantas catalogadas, la Tabla 1 muestra que los seguimientos anuales de abundancia dentro de áreas permanentes de sus poblaciones sugieren una importante

estabilidad, pues tan sólo 2 poblaciones han presentado hasta la fecha un crecimiento superior al 5% y otras dos un decrecimiento inferior al 5% (Tabla 1). Además, puede darse el caso de que la misma especie presente poblaciones estables y en retroceso (Carex bicolor) o estables y en crecimiento (*Cypripedium calceolus*), lo que impide en muchos casos decir "a esta especie le van bien o mal", ya que cada población puede tener una dinámica local distinta al resto de poblaciones que conforman el área de distribución de una especie.

Catálogo	TAXON	P1	P2	P3
CEAA -LESRPE-HD	Androsace cylindrica			
CEAA -LESRPE-HD	Androsace pyrenaica			
CEAA	Borderea pyrenaica			
CEAA	Calamintha grandiflora			
CEAA	Carex bicolor			
CEAA	Corallorhiza trifida			•
CEAA -LESRPE-HD	Cypripedium calceolus			
DH	Galanthus nivalis			
CEAA	Petrocoptis crassifolia			
CEAA	Pinguicula longifolia			
LESRPE	Ranunculus parnassifolius			
CEAA	Ramonda myconi			
CEAA	Vicia argentea			
-	Carduus carlinoides			•
-	Pinguicula alpina			
-	Polygonum viviparum			
-	Silene acaulis			
-	Thymelaea tinctoria nivalis			

Tabla 1- Plantas en seguimiento demográfico dentro del PNOMP (P1, P2 y P3 corresponden a distintas poblaciones), e identificación del catálogo oficial en el que se encuentran listadas (CEAA: Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón). Los colores indican si sus poblaciones están en crecimiento (azul), estables (gris) o en declive (rojo) a fecha de 2017, según su media geométrica de crecimiento poblacional anual sea superior o inferior al 5%.

Al comparar la dinámica de especies catalogadas y no catalogadas, también encontramos resultados cuando menos sorprendentes, ya que las últimas muestran dinámicas menos estables que las primeras. De nuevo no existe un patrón claro: 3 de las 7 poblaciones analizadas mostraron dinámicas crecientes, y otras 3 decrecientes. Y de nuevo, la misma especie puede presentar una población en crecimiento y otra en retroceso dentro del PNOMP.

Respecto a los interactuantes asociados, se han registrado casi 3000 datos para las tres especies de plantas, a partir de 4300 minutos de observaciones. En Borderea pyrenaica los ejemplares masculinos juegan un papel más importante que los femeninos para los interactuantes, especialmente a través de la polinización. Ramonda myconi ha resultado albergar una gran diversidad de artrópodos asociados al envés de las hojas que les proporcionan un microambiente muy estable frente a las desecaciones estacionales. Por su parte, Pinguicula longifolia también mantiene un importante red de interactuantes (dípteros detritívoros además de sírfidos y lepidópteros polinizadores) a pesar del riesgo que supone el acercamiento a sus hojas carnívoras. la Figura 1 muestra los resultados generales, y se puede apreciar que las poblaciones grandes suelen tener una mayor diversidad de interacciones a nivel de orden. No obstante, en las grandes también se realizó un mayor esfuerzo de muestreo, por lo que debemos estandarizar antes de llegar a tal conclusión. Este resultado, aun siendo lógico, requiere de un análisis comparativo más profundo, para determinar en qué medida los órdenes registrados coinciden o existe una importante componente de la beta-diversidad.

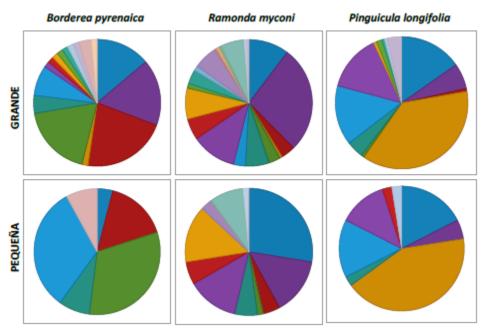


Figura 1- Frecuencia de órdenes (colores) y morforespecies (anchura triángulos dentro círculos) de interactuantes registrados en poblaciones grandes y pequeñas de tres especies catalogadas muestreadas dentro del PNOMP

En resumen, en el PNOMP las poblaciones de plantas amenazadas no son necesariamente menos abundantes, ni tenemos evidencias para concluir que muestren una dinámica peor que la de plantas no amenazadas. Su contribución al sostenimiento de la diversidad local de redes de interactuantes, sin embargo, si puede decirse que es de gran magnitud.

Agradecimientos

Numerosas personas han colaborado de forma generosa a la obtención de datos a lo largo del tiempo: E. Bueno, S. Pedersen, M. Vidal, L. Del Arco, S. Albacete, F. Martín, I. Carrasquer. Personal del PNOMP y APNs de Gobierno de Aragón han colaborado en los estudios (M. Grasa, J. Bosco, A. Gómez, R. García, J. Fanlo, J. Gómez, C. Benedé, R. Jiménez, P. Abadía). Agradecemos a M. Montes, E. Villagrasa y R. Castillo las facilidades prestadas para los estudios realizados.

Bibliografía

Engler R, Randin CF, Thuiller W, et al. (2011) 21st century climate change threatens mountain flora unequally across Europe. Global Change Biology 17, 2330–2341. doi:10.1111/j.1365-2486.2010.02393.x.

Rezende, E.L., Lavabre, J.E., Guimaraes Jr., P.R., Jordano, P., Bascompte, J., 2007. Non-random coextinctions in phylogenetically structured mutualistic networks. Nature 448, 925–928 Sala OE, Chapin FS, Armesto JJ, et al. (2000) Global biodiversity scenarios for the year 2100. Science 287, 1770–1774.

Valiente-Banuet A, Aizen MA, Alcántara JM, et al. (2014) Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. Functional Ecology 29, 299–307. doi:10.1111/1365-2435.12356.

10. DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN A VISTA DE PÁJARO: LA SECUENCIA PALINOLÓGICA DEL IBÓN DE MARBORÉ.

Penélope González-Sampériz, María Leunda y Graciela Gil-Romera Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Zaragoza, España

El cambio global (calentamiento climático y cambio de uso del suelo), es actualmente el principal agente modificador del paisaje, y en áreas montañosas del sur de Europa como los Pirineos, muy especialmente. De hecho, aquí se ha constatado una gran sensibilidad y vulnerabilidad a impactos de perturbaciones variadas tanto en la actualidad, como en el pasado (García-Ruiz et al., 2015; González-Sampériz et al., 2017).

Respecto a la información sobre el pasado, los depósitos lacustres son uno de los depósitos más utilizados ya que permiten reconstrucciones muy completas de periodos temporales largos y continuos. Además, los lagos de montaña son particularmente sensibles a los cambios ocurridos en su entorno, lo que les hace especialmente apropiados para estudios sobre impactos de cambios paleoclimáticos y/o perturbaciones humanas o naturales (Leunda et al., 2017).

Por ello, son ya numerosas las secuencias lacustres publicadas detallando las fluctuaciones de la vegetación en los Pirineos y su relación con el clima y las actividades humanas durante el Holoceno (ej., González-Sampériz et al., 2006, 2017; Pérez-Sanz et al., 2013; Gil-Romera et al., 2014). La complejidad de los paisajes tipo mosaico que conforman esta cadena montañosa en términos de vegetación, su localización estratégica en una zona de transición con influencias tanto de la región biogeográfica Mediterránea como de la Eurosiberiana, y su marcado gradiente altitudinal, hacen del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido-PNOMP en general y del ibón de Marboré en particular, un escenario excepcional para el estudio de la dinámica de vegetación durante los últimos miles de años (Leunda et al., 2017).

El ibón de Marboré (42° 41 ´ N, 0° 02 ´ E, 2612m s.n.m.), es uno de los emblemas del PNOMP. Se localiza bajo la cara norte del Monte Perdido, y posee un registro sedimentario de unos 7m de longitud que cubre desde el final de la última glaciación hasta la actualidad (Oliva-Urcia et al., 2018). En esta secuencia se ha aplicado la metodología de estudio multidisciplinar habitual del grupo PaleoIPE (http://www.ipe.csic.es/cambios-globales) y, para comprender mejor la procedencia de la señal polínica que se deposita en la cuenca, se ha completado con el análisis de un transecto de lluvia polínica actual utilizando musgos como captadores y realizando inventarios florísticos (Figura 1).

Los musgos (MP-1 a MP-12) son excelentes captadores de lluvia polínica actual, y combinar el contenido en polen de musgos con la vegetación real existente en un transecto altitudinal permite interpretar mejor la representatividad real de cada taxón e inferir posibles ascensos y descensos de los pisos de vegetación a lo largo del tiempo.

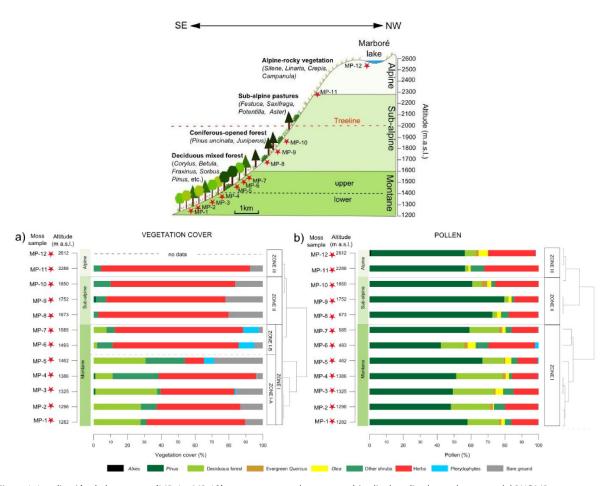


Figura 1. Localización de los musgos (MP-1 a MP-12) que componen el transecto altitudinal analizado en el entorno del PNOMP entre el Valle de Pineta y el ibón de Marboré (esquema catena en parte superior de la figura), y comparación de los resultados del contenido polínico obtenido en estos musgos (histograma derecha de parte inferior de la figura) y la proporción de vegetación existente en la actualidad (histograma de la izquierda) (Leunda et al., 2017).

Los resultados confirman la conocida sobre-representación del pino (muy significativa). Además, se constata una gran dispersión en altitud de polen procedente de cultivos "alejados" y situados en áreas de la montaña media, tal como ya apuntaron Canellas y colaboradores en un estudio previo realizado en el entorno del Parque Nacional de Aigües Tortes (Canellas-Boltà et al., 2009) y que evidenciaba la gran dispersión del olivo en cotas altas. Es destacable también la importante infra-representación de herbáceas que se registra, tal como se aprecia en estudios similares realizados en el Parque Nacional de Picos de Europa (Rieradevall et al., en prensa), y que implican un severo enmascaramiento de los espacios abiertos y zonas de pasto. La mejor relación polen-vegetación sucede con el bosque caducifolio, por lo que se constata el potencial de utilizar datos de este tipo para inferir variaciones en la localización altitudinal del piso montano, dominado por el bosque caducifolio hoy en día (Leunda et al., 2017).

De hecho, si se comparan los porcentajes de bosque caducifolio obtenido en el registro palinológico fósil del ibón de Marboré (Figura 2) y los resultantes de la lluvia polínica contenida en los musgos, se observa que durante la primera mitad del Holoceno (entre hace 9.300 y 5.200 años), las proporciones sugieren que el bosque caducifolio pudo llegar a alcanzar el piso subalpino (esto es, ascender hasta unos 2000 m.s.n.m). Con los datos obtenidos hasta el momento no podemos precisar la altitud exacta ni la localización precisa del "tree-line" porque en el registro sedimentario no se han encontrado macro-restos leñosos de ningún tipo, y la proporción de polen de pino incluye tanto *Pinus uncinata* como *Pinus sylvestris*, que se localiza a menor altitud (Leunda et al., 2017).

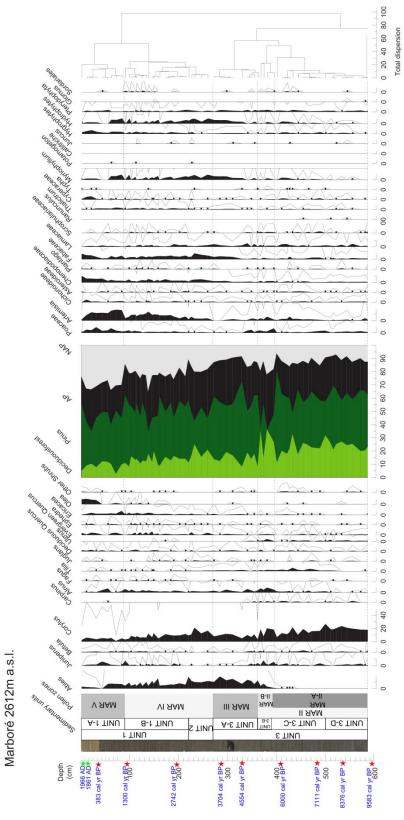


Figura 2. Parte de la secuencia palinológica del registro sedimentario fósil del ibón de Marboré. Las curvas centrales de comparación incluyen, en verde claro, la proporción de bosque caducifolio, en verde oscuro, la proporción de pinos, y en color negro, el total de polen procedente de árboles y arbustos (modificado de Leunda et al., 2017).

Tras este máximo desarrollo forestal, entre hace 5200 y 4000 años se registra un cambio en las condiciones ambientales que podría estar asociado a un cambio climático conocido como el Neoglacial y que implicó un avance del glaciar de Monte Perdido (García-Ruiz et al., 2014). En este momento, desciende considerablemente la proporción de caducifolios y, probablemente, también su localización altitudinal. Además, a partir de hace 4000 años aproximadamente, se observa un importante aumento de taxones herbáceos que sugieren una apertura del paisaje que podría estar causada tanto por un clima más seco (como se registra a escala de cuenca Mediterránea: Roberts et al., 2011), como por actividades humanas (deforestación, proliferación de incendios, etc.). Un estudio de detalle sobre la secuencia de micro-carbones del mismo registro está actualmente en marcha y nos ayudará a clarificar el origen de esta dinámica (Leunda et al., en preparación). En las secuencias del entorno disponibles hasta el momento, el impacto antropogénico intenso en la vegetación queda patente a partir de la Edad Media (Figura 3), siendo los últimos 1300 años los más significativos en este sentido.

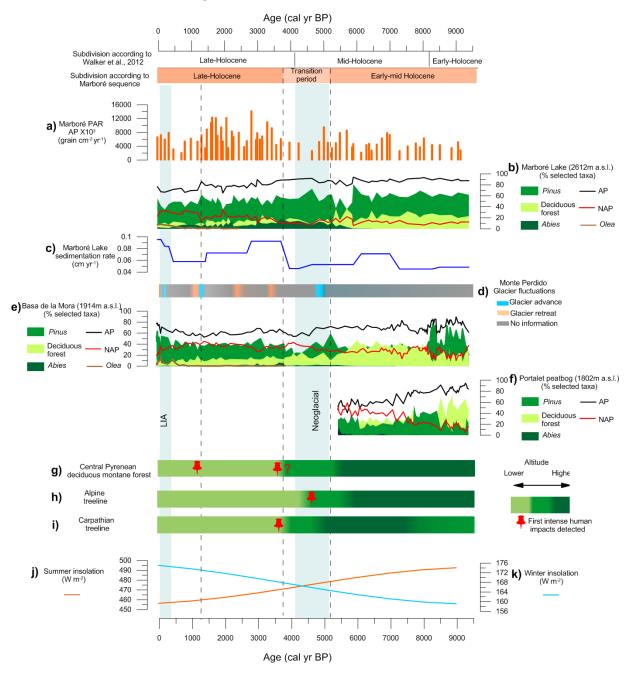


Figura 3. Comparación de la secuencia palinológica y el registro sedimentario del ibón de Marboré (a, b y c), con las fluctuaciones del glaciar de Monte Perdido (d), la secuencia palinológica de la Basa de la Mora (e) y de El Portalet (f), una reconstrucción simplificada de

Situaciones similares se observan en otras secuencias regionales (González- Sampériz et al., 2017), que no obstante en ocasiones apuestan por una antropización más temprana (esencialmente en cotas más bajas o en áreas de influencia local próxima a yacimientos arqueológicos: Galop y Jalut, 1994).

Todos estos datos, sin duda, deben completarse con más estudios sobre las variaciones en la dinámica del fuego y el régimen de incendios especialmente, puesto que siguen siendo muy escasos (Gil-Romera et al., 2014), a pesar de ser un tema de gran interés en el contexto de cambio global en el que está inmerso el PNOMP y su área de influencia en la actualidad.

Referencias Bibliográficas

Canellas-Bolta, N., Rull, V., Vigo, J., Mercade, A., 2009. Modern pollen-vegetation relationships along an altitudinal transect in the central Pyrenees (southwestern Europe). The Holocene 19, 1185-1200.

Galop, D., Jalut, G., 1994. Differential human impact and vegetation history in two adjacent Pyrenean valleys in the Ariège basin, southern France, from 3000 B.P. to the present. Veg. Hist. Archaeobotany 3, 225-244.

García-Ruiz, J.M., Palacios, D., de Andres, N., Valero-Garces, B.L., Lopez-Moreno, J.I., Sanjuan, Y., 2014. Holocene and "little ice age" glacial activity in the Marbore Cirque, Monte Perdido Massif, Central Spanish Pyrenees. The Holocene 24, 1439-1452.

García-Ruiz, J.M., López-Moreno, J.I., Lasanta, T., Vicente-Serrano, S.M., GonzálezSampériz, P., Valero-Garcés, B.L., Sanjuán, Y., Beguería, S., Nadal-Romero, E., LanaRenault,N.,Gómez- Villar,A., (2015). Los efectos geoecológicos del cambio global en el Pirineo Central español: una revisión a distintas escalas espaciales y temporales. Pirineos 170, 012.

Gil-Romera, G., González-Sampériz, P., Lasheras-Álvarez, L., SevillaCallejo, M., Moreno, A., Valero-Garcés, B., López-Merino, L., Carrión, J.S., Pérez-Sanz, A., Aranbarri, J., García-Prieto- Fronce, E., (2014). Biomass-modulated fire dynamics during the Last Glacial-Interglacial Transition at the Central Pyrenees (Spain). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 402, 113-124

González-Sampériz, P., Valero-Garcés, B. L., Moreno, A., Jalut, G., García-Ruiz, J. M., Martí-Bono, C., Delgado-Huertas, A., Navas, A., Otto, T., Y Dedoubat, J. J. (2006). Climate variability in the Spanish Pyrenees during the last 30,000 yr revealed by the El Portalet sequence. Quaternary Research 66, 38-52.

González-Sampériz, P., Aranbarri, J., Pérez-Sanz, A., Gil-Romera, G., Moreno, A., Leunda, M., Sevilla-Callejo, M., Corella, J.P., Morellón, M., Oliva, B., Valero-Garcés, B., (2017). Environmental and climate change in the southern Central Pyrenees since the last glacial maximum: a view from the lake records. Catena 149 (Part 3), 668-688

Leunda M, P. González-Sampériz, G. Gil-Romera, J. Aranbarri, A. Moreno, B. Oliva-Urcia, M. Sevilla, B.L. Valero-Garcés. (2017). The Late-Glacial and Holocene Marboré Lake sequence (2612 m a.s.l., Central Pyrenees, Spain): Testing high altitude sites sensitivity to millennial scale vegetation and climate variability. Global and Planetary Change 157: 214-231

Pérez-Sanz, A., González-Sampériz, P., Moreno, A., Valero-Garcés, B.L., Gil-Romera, G., Rieradevall, M., Tarrats, P., Lasheras-Álvarez, L., Morellón, M., Belmonte, A., Sancho, C., Sevilla-

Callejo, M., Navas. A., (2013). Holocene climate variability, vegetation dynamics and fire regime in the central Pyrenees: the Basa de la Mora sequence (NE Spain). Quaternary Science Reviews, 73: 149-169.

Rieradevall, M., González-Sampériz, P., Pérez-Martínez, C., Tarrats, P., Leunda, M., Aranbarri, J., Gil-Romera, G., Prat, N. Evaluación y seguimiento del cambio global en dos lagos de alta montaña (Enol y Marboré) de la red española de Parques Nacionales: indicadores biológicos (CLAM 2). Monográfico Parques Nacionales 2014-2016 (en prensa)

Roberts, N., Brayshaw, D., Kuzucuoğlu, C., Perez, R., Sadori, L., 2011. The mid-Holocene climatic transition in the Mediterranean: causes and consequences. The Holocene 21, 3-13.

11. ESTUDIO PARA LA CONSERVACIÓN DE PASTOS EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO

Alados, C. L., Gartzia, M., Castillo, M., Pueyo, Y. Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Zaragoza, España

Resumen

La ganadería extensiva juega un papel fundamental en la conservación de los pastos y modela las relaciones culturales, socioeconómicas y ecológicas, particularmente en las zonas de montañas en las que el ganado constituía la principal base económica. En el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP) y su zona periférica de protección (ZPP) la ganadería ha sido, tradicionalmente, la actividad económica fundamental de sus pueblos. Durante la segunda mitad del siglo XX, se han producido cambios socio-económicos importantes que han llevado a una alteración en la forma de gestión ganadera, que repercute en el estado de conservación de los pastos. La comparación de la cobertura de vegetación entre la década del 1980 y 2017 muestran un aumento importante de la invasión de matorral en los pastos. Además hemos detectado un cambio en la calidad de los pastos, generalmente asociada al abandono en zonas menos accesibles. Con el fin de recuperar los pastos matorralizados por Echinospartum horridum se ha llevado a cabo diversas iniciativas de quemas y desbroces en zonas piloto para detener la expansión del matorral. La respuesta de la vegetación al tratamiento de quema y desbroce se ha monitorizado por 5 años consecutivos en el entorno del PNOMP en los municipios de Torla y de Tella. Los resultados han mostrado una recuperación del pasto tras el desbroce, aunque no llega en 5 años a alcanzar las calidades del pasto original. La quema de la comunidades de E. horridum (erizón) es poco aconsejable al recuperarse el erizón rápidamente tras el fuego, al ser una especie que incrementa su germinación tras el fuego.

Pastos del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP) y Zona Periférica de protección (ZPP)

El parque nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP) junto con su zona periférica (ZPPNOMP) tiene una superficie de 89363 ha que incluye los municipios de Torla, Fanlo, Bielsa, Broto, Puértolas y Tella-Sin (Figura 1). En él los pastos alpinos y subalpinos se extienden por una amplia superficie ocupando el 73% del territorio por encima de los 1500 m de altitud (Figura 2).

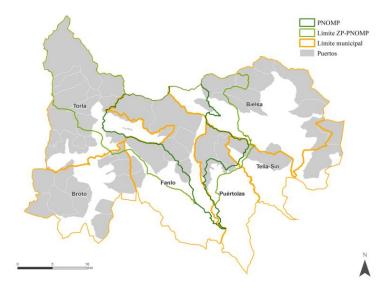


Figura 1. Representación cartográfica de los municipios y puertos del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y su zona de influencia

La vegetación de la zona de estudio ha sido modificada por la acción humana durante siglos. La distribución potencial de matorrales y bosque se extiende hasta los 2100 m, llegando incluso más altos en algunas zonas. Esta línea del límite del bosque se rebajó artificialmente durante la Edad Media para producir pastos y alimentos para las sociedades que habitaban los pueblos de los fondos de valle.

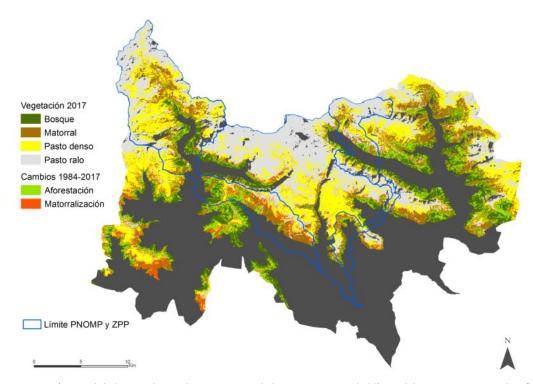


Figura 2. Vegetación actual de la zona de estudios por encima de los 1500 m. En azul el límite del PNOMP y ZPP. Se identifican los pastos que han sido aforestados y matorralizados entre la década del 1980 y 2017.

Los pastos, creados para la alimentación del ganado, sobre todo para el periodo estival, no son resilientes en un estado natural sin la presión ganadera y humana. Por ello en ausencia de la actividad humana y sobre todo de la ganadera, ocurren cambios en el funcionamiento y la fisonomía de estas comunidades, lo que lleva a una reducción de su cantidad y calidad, sufriendo una seriación hacia la vegetación potencial: en este caso matorrales y bosques. El calentamiento global puede estar exacerbando este proceso. Cambios importantes en la vegetación están ocurriendo en las últimas décadas. En la Figura 2 y Figura 3 mostramos las zonas que se han matorralizado (paso de pasto a matorral) y las zonas que se han aforestado (paso de matorral o pasto a bosque) entre la década del 1980 y 2017. Estos cambios vienen afectados por la altitud. Entre los 1500 y los 2100 m de altitud se ha matorralizado el 8% del territorio en los últimos 30 años y la aforestacion ha ocurrido en el 19%, mientras que por encima de los 2100 m sólo se ha matorralizado el 1% y aforestado otro 1%.

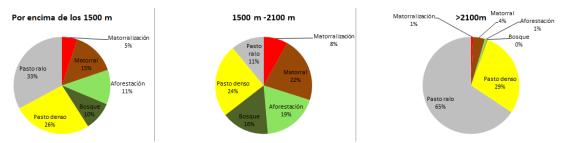


Figura 3. porcentajes de vegetación en la zona de estudio por encima de los 1500 m. Se han identificado el porcentaje de los cambios que se han detectado en las últimas tres décadas: matorralización y aforestación.

Los pastos con cobertura vegetal superior al 50 % (pastos densos) se encuentran en zonas con poca pendiente (<25º), donde los suelos son profundos y permiten una alta productividad, mientras que pastos con cobertura vegetal inferior al 50 % (pasto ralo) se sitúa en laderas más empinadas donde los suelos son superficiales, pedregosos o con afloramientos rocosos (Figura 2). Por encima de los 2100 m casi toda el área está ocupada por los pastos, mientras que entre 1500-2100, las zonas de matorrales y bosques ocupan más del 65% (Figura3). Por debajo de los 1500 m encontramos en los fondos de valle antiguos cultivos, hoy día convertidos a prados para forraje, que se henifica o se ensila sirviendo para alimentar al ganado en invierno. Muchas de estas zonas ya abandonadas y ya matorralizados por aliagas (*Genista scorpius*) y gabarderas (Rosa spp.) a los que suele seguir el boj (*Buxus sempervirens*).

Población del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP) y Zona Periférica de protección (ZPP)

La zona del PNOMP y ZPP presenta una baja densidad de población, una de las menores de España (2.67 hab. km-2), mucho menor que la media de la Comunidad Autónoma de Aragón (28.20 hab. km-2) de la que forma parte. Como en general en todo el Pirineo, en la zona de estudio (los 6 municipios), entre 1900 y 1930 se encuentran los máximos de población de los siglos XX y XXI (IAE 2014, INE 2014). Durante el siglo pasado la población ha disminuido drásticamente pasando de 6252 habitantes en el año 1900 a 2016 habitantes en el año 2010 (Figura 4).

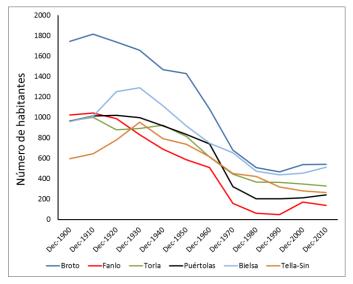


Figura 4. Representación gráfica del número de habitantes por municipio actual de PNOMP y ZPP.

La población de Torla a pesar de la influencia favorable del Parque Nacional se encuentra en un claro declive. Torla es el resultado de la unión de dos municipios históricos (Linás de Broto y Torla). El municipio histórico de Torla tenía una población de alrededor de 600 habitantes a comienzos del siglo pasado, que se ha visto reducida a 269 habitantes a pesar de la importante influencia que este municipio tiene en el sector turístico, al ser el núcleo en que se encuentra la entrada más visitada del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. El municipio histórico Linás de Broto, hoy dentro del municipio de Torla, se redujo desde 400 habitantes a comienzos de siglo XX a 60 habitantes en la actualidad.

La población de Tella-Sin se encuentra en un claro declive y es el resultado de la unión de dos municipios históricos (Tella y Sin-Salinas), que llegaron a alcanzar cerca de los 500 habitantes a mediados del siglo pasado, pero que actualmente han quedado reducidos a 82 habitantes en Sin y 184 en Tella (Figura 4).

Broto es la unión de los municipios históricos Bergua-Basarán, Broto, Oto y Sarvisé. En total han pasado de 1746 habitantes en 1900 a 542 en 2010. De igual forma Fanlo se ha reducido desde 1023 a 138 habitantes. En general, todos los municipios de la zona presentan una clara tasa de crecimiento anual negativa (Alados et al. 2014). Con las tasas de crecimiento negativas observadas en los municipios de la PNOMP y ZPP la probabilidad de que las poblaciones se vean reducidas a la mitad en los próximos años aumenta considerablemente, sobre todo para los municipios más pequeños y con mayor varianza poblacional (Figura 5).

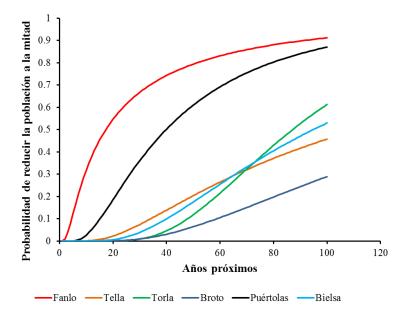


Figura 5. Estimación de la probabilidad de reducir la población a la mitad en los próximos años

El territorio estudiado era mayoritariamente ganadero, con 44280 cabezas de ganado lanar y cabrío, 1627 de vacuno y 1350 de equino a principios del siglo XX. A los puertos de esta zona también acudían rebaños de ovejas de La Solana de Burgasé y Ribera de Fiscal, alrededor de 5000 cabezas. La raza de oveja en la zona de estudio era Churra Tensina; de gran rusticidad, adaptabilidad, versatilidad y muy productiva; obteniendo de ella carne, leche, lana y piel. Durante los duros meses de invierno los rebaños de ovejas y cabras trashumaban a la ribera del Ebro. El vacuno de raza Pirenaica, y el equino permanecían alrededor de los pueblos.

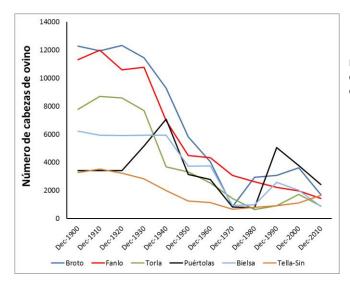


Figura 6. Representación gráfica del número de cabezas de ganado ovino por municipio actual de PNOMP y ZPP entre los años 1900 y 2010.

El abandono rural y el declive de la población comienzan en la década de 1930 y continúa hasta los años 70. Se vive el éxodo de las zonas rurales a zonas industriales. Las cabezas de ganado lanar

y caprino se reducen en más del 80 %, y en un 90 % las de equino en la zona estudiada, y desaparece completamente los rebaños de ovejas que venían de La Solana de Burgasé y Ribera de Fiscal.

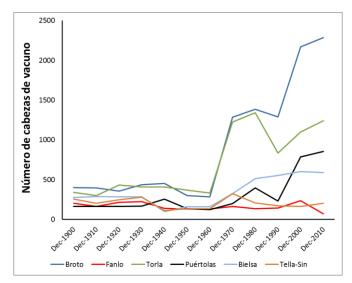


Figura 7. Representación gráfica del número de cabezas de ganado vacuno por municipio actual de PNOMP y ZPP entre los años 1900 y 2010.

Las cargas ganaderas analizadas separadamente según el tipo de ganado sea ovino, vacuno o equino, reflejan una clara disminución del ganado ovino y equino y un aumento del ganado vacuno (Figuras 6, 7). Entre 1900 y 2010, el ganado ovino se redujo un 80% mientras que el vacuno aumentó 322 %. El cambio de tipo de ganado tiene una clara influencia en los pastos, ya que las ovejas y vacas tienen diferentes preferencias y necesidades de alimentación. Las ovejas y cabras pastan extensivamente en amplios mosaicos de pastos densos y sobre todo pastos pedregosos, los situados en las partes altas muchas veces con fuertes pendientes. Sin embargo, las vacas prefieren los pastos densos en rellanos o pequeñas vaguadas, cercanos a los puntos de agua y no lejos de donde les dan la sal, principalmente en terrenos de fácil acceso para los ganaderos.

La ganadería en su conjunto calculada como Unidad de Ganado Mayor (UGM) (1 oveja o cabra = 0.125 UGM; 1 vaca = 0.8 UGM; 1 equino = 1 UGM) refleja que, Fanlo en primer lugar y Tella-Sin a continuación, han reducido considerablemente su carga ganadera, mientras que Broto la ha ampliado, quedando en una posición intermedia Puértolas, Bielsa y Torla (Figura 8) No obstante hay que tener en cuenta que aquí no se incluye el ganado que viene a pastar a los puertos en verano procedentes de otros municipios.

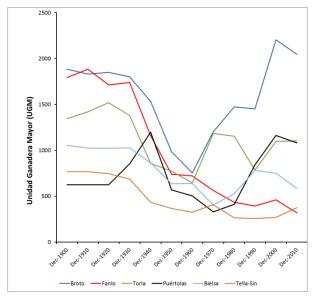


Figura 8. Representación gráfica del número de Unidades de Ganado Mayor (UGM) por municipio actual de ZPPNOMP entre los años 1900 y 2010. El cálculo de las UGM se basa en: 1 oveja o cabra = 0.125 UGM; 1 vaca = 0.8 UGM; 1 equino = 1 UGM.

El número de ganaderos que llevaban su ganado a los municipios del Sobrarbe de la PPNOMP y ZPP en la década de 2010 eran 115 (79 de la propia comarca), a los que cabe añadir 11 ganaderos de la Ribera de Fiscal, que mantienen derechos históricos para pastar en los puertos o estivas de Fanlo.

Las cargas ganaderas por unidades de pasto no son homogéneas. Existen zonas con una carga ganadera muy elevada tanto en ovino como en vacuno, oscilando entre de 21.42 UGM mes/ha en algunos puntos, mientras que en otros presentan menos de 1 UGM mes/ha. Además no siempre la carga de ganado ovino y vacuno van asociadas (Figura 9). El manejo del vacuno es más fácil: no se tiene la necesidad de trashumar, ya que el vacuno puede pasar el invierno estabulado, y puede estar sin pastor en los puertos. Además hay un cambio en las razas ganaderas; en el ovino se pasa a Rasa Aragonesa, más productiva y con carne más apreciada por el nuevo consumidor, pero menos rústica. Algo parecido ocurre con el vacuno, pasando de la raza Pirenaica autóctona, a una explotación de Parda Alpina (de aptitud cárnica).

En resumen, en algunos de los municipios de la zona estudiada, aunque la gestión de los pastos y el tipo de ganado que pasta en ella ha cambiado drásticamente, primero con el abandono y luego con el incremento del vacuno, las cargas ganaderas globales en unidades de ganado mayor (UGM) no han descendido demasiado. Incluso en algún municipio como Broto, ha habido un aumento. No obstante el uso de los pastos es heterogéneo, y se detectan zonas del puerto sobrepastoreadas, mientras que las zonas más inaccesibles, lejos de puntos de sal o agua, están poco pastadas. Este cambio de gestión ha influido en los cambios ya visibles en los pastos de esta década.

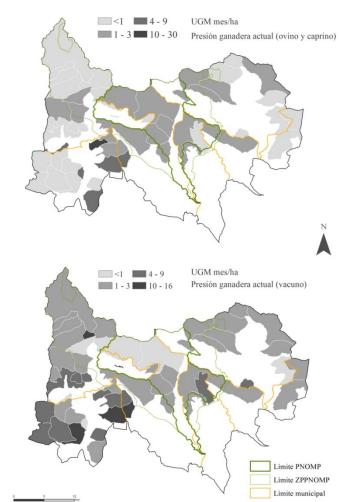
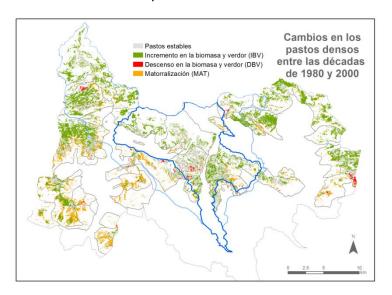


Figura 9. Representación cartográfica de la carga ganadera actual en UGM por mes y por hectárea en PNOMP y ZPP en cada una de las unidades de pasto (datos del 2010).

Vulnerabilidad de los pastos del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP) y Zona Periférica de protección (ZPP)

Algo menos del 50% de los pastos densos se mantienen estables en las últimas décadas, mientras que en la otra mitad han presentado cambios fisionómicos y fisiológicos. Un 23% de los pastos se han matorralizado, un 28% ha incrementado su biomasa y verdor, y en un 2% se ha observado un descenso de la biomasa y verdor (Figura 10). Aunque este descenso ocurre en zonas localizadas y ocupa un porcentaje muy bajo en la zona de estudio, ocurre en pastos de fácil acceso y de alto valor pastoral, por lo que esta pérdida en algunas zonas puede llegar a ser importante. Este descenso en biomasa y verdor mostró alta correlación con los factores antrópicos.



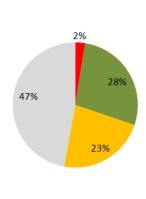


Figura 10. Cambios en la distribución los pastos densos de los puertos de montaña en las últimas décadas. En azul el límite del PNOMP v su ZPP.

El incremento de la biomasa y verdor en los pastos densos se ha asociado al descenso del pastoreo sobre todo por parte de ganado ovino en zonas de pendientes y menos accesibles, y en algunos casos se ha relacionado con el embastecimiento de los mismos (Gartzia et al. 2016a, Gartzia et al. 2016b). Estos cambios presentan un patrón continuo en el área de estudio, y se han asociado con bajas cargas ganaderas. En las zonas menos accesibles (zonas altas con pendientes pronunciadas), el clima tiene también una influencia importante, como lo demuestra el aumento de la biomasa y verdor en zonas más húmedas (menor distancia al mar cantábrico y zonas de más precipitaciones).

Conservación y restauración de pastos

La ganadería extensiva ha sido el modo de vida tradicional de las poblaciones de esas tierras, dando lugar al paisaje que hemos heredado, donde confluyen un ecosistema de alto valor ecológico con un uso de la tierra sostenible. La conservación de los pastos es una tarea muy importante porque estos tienen un papel determinante en proteger la calidad y la estabilidad estructural del suelo, limitando las escorrentías y regulando el balance hídrico, además van unidos a una elevada biodiversidad, constituyendo comunidades catalogados como de interés comunitario según la directiva 92/43/CEE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Directiva Hábitats) (HIC 2010). Pero, durante los últimos 50 años del siglo XX debido al abandono de las tierras menos productivas e inaccesibles, generalmente asociadas a terrenos montañosos, 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 subalpinos del Pirineo (Alados et al. 2011, Alados et al. 2014, Gartzia et al. 2014, Gartzia et al. 2016a). La pérdida de pastos ha supuesto la pérdida de biodiversidad, incremento de riesgos de incendios, perdida de herencia cultural y dependencia externa de los sistemas socioeconómicos.

Con el fin de restaurar los pastos subalpinos matorralizados se ha llevado a cabo diversas iniciativas de quemas y desbroces en zonas piloto para detener la expansión del matorral. En el entorno del PNOMP en los municipios de Torla y de Tella se ha estudiado el efecto estas estrategias de gestión en la recuperación de los pastos de *Bromion erecti* invadidas por Echinospartum horridum en la segunda mitad del siglo XX. La respuesta de la vegetación al tratamiento de quema y desbroce se ha monitorizado por 5 años consecutivos (Nuche et al. 2018, Alados et al. in rev).

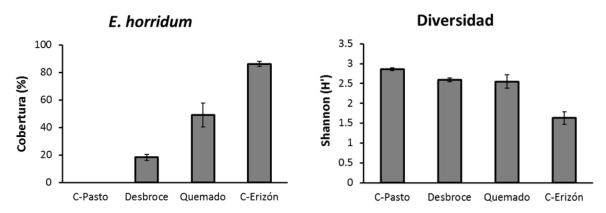


Figura 11. Representación gráfica del cambio en la cobertura de E. horridum y diversidad después de 5 años de la quema y desbroce en comparación con dos situaciones control (control de pasto de Bromion erecti, C-Pasto, y control de E. horridum, C-Erizón).

Los resultados mostraron que el desbroce es más efectivo que la quema en el control de la matorralización por ser el E. horridum una especie pirófita (con mayores tasas de germinación y de supervivencia tras la quema que tras el desbroce), dando lugar a una pronta recuperación de la comunidad de Erizón tras 5 años del tratamiento (Figura 11).

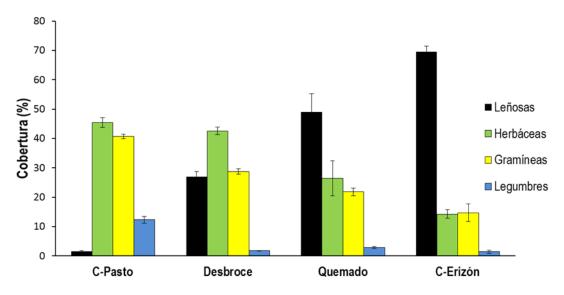


Figura 12. Representación gráfica del cambio en la cobertura de la vegetación (leñosas, otras herbáceas, gramíneas y leguminosas) después de 5 años de la quema y desbroce en comparación con dos situaciones control (control de pasto de Bromion erecti, C-Pasto, y control de E. horridum, C-Erizón).

Además el desbroce contribuye más a la recuperación de la composición de los pastos originales que la quema, tanto en lo que respecta a la recuperación de la diversidad de especies de plantas (Figura 11), como a la recuperación de la cobertura y composición de la vegetación (Figura 12). La cobertura de gramíneas y herbáceas aumenta más tras el desbroce que tras la quema, aunque en ningún momento llega a los niveles de los pastos de *Bromion erecti* bien conservados del PNOMP. Las coberturas de leguminosas (exceptuando E. horridum) quedan muy lejos de los niveles observados en los pastos bien conservados.

Este estudio se ha llevado a cabo manteniendo la carga ganadera habitual de la zona. Sería importante contrastar si estos resultados pueden ser mejorados incrementando la carga ganadera en las zonas tratadas, como los modelos teóricos sugieren (Komac et al. 2013).

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.

Alados, C. L., H. Saiz, P. Nuche, M. Gartzia, A. De Frutos, and Y. Pueyo. in rev. Response of subalpine grasslands communities to clear-cut and prescribed fire to control shrub encroachment.

Gartzia, M., C. L. Alados, and F. Perez-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.

HIC. 2010. Hábitats de Interés Comunitario; Departamento de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón.

IAE. 2014. Instituto Aragonés de Estadística. Gobierno de Aragón.

INE. 2014. Instituto Nacional de Estadística. España.

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

Nuche, P., M. Gartzia, J. Vilellas, R. Reiné, and C. L. Alados. 2018. Assessment of prescribed fire and cutting as means of controlling the invasion of subalpine grasslands by Echinospartum horridum. Applied Vegetation Science.

12. 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: PROYECTO DISESGLOB

Paloma Ibarra*, Javier Martínez Vega**, David Rodríguez**, Mª Teresa Echeverría*, Francisco Fernández Latorre***, Pilar Echevarría.

- *Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.
- ** Instituto de Economía, Geografía y Demografía. CSIC
- *** Universidad de Sevilla

Las áreas protegidas podrían considerarse el paradigma de la sostenibilidad y especialmente los Parques Nacionales, máxima figura de protección. Sin embargo, existe un debate científico que cuestiona la asunción de su sostenibilidad por el mero hecho de que ostenten un estatus jurídico de protección. La evaluación de su eficacia es razonable y necesaria y marcada por la Directiva de Hábitats, la Ley 42/2007 sobre Patrimonio Natural y el Plan Director de la Red de Parques Nacionales señalan la obligación legal de una evaluación. Hay algunas iniciativas a escala de red de áreas protegidas y a escala de hábitats y de ecosistemas pero todavía queda mucho por desarrollar.

El proyecto DISESGLOB aborda un nivel intermedio de seguimiento: a escala de parques nacionales y se presentan los resultados de la evaluación en dos parques representativos de los ecosistemas de alta montaña: Ordesa y Monte Perdido y Sierra de Guadarrama, incluyendo también su Zona Periférica de Protección, Área de Influencia Socioeconómica y un buffer de 5 km a su alrededor. Los resultados se presentan de forma sintética organizados en función de los grupos de objetivos planteados en el proyecto.

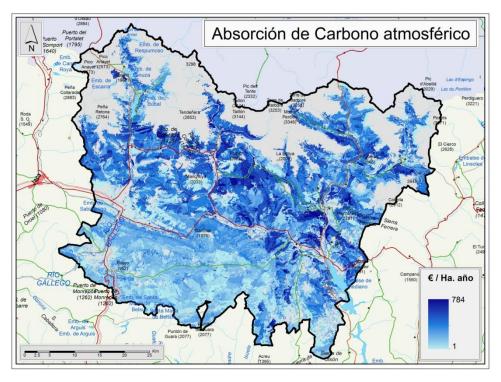


Figura 1. Ejemplo de indicador de sostenibilidad ambiental en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

Objetivo 1.1. Perfeccionamiento y diseño de una metodología optimizada para evaluar la eficacia de los Parques Nacionales (SEIAP optimizado)

Para el diseño de la metodología de evaluación de la eficacia se partió en un inicio de una revisión bibliográfica relacionada con las metodologías para la evaluación de la eficacia de las Áreas Protegidas con objeto de diseñar una nueva y optimizada metodología que sintetizase las fortalezas de cada una de ellas y superase, mediante nuevos planteamientos, sus debilidades. En este proyecto se ha partido de la última versión de SEIAP (Sistema de Evaluación Integrada de Areas Protegidas) (Rodríguez-Rodríguez y Martínez-Vega, 2016) basada en los resultados del I Taller Nacional sobre evaluación de la eficacia de las áreas protegidas (CSIC-Fundación BBVA) y se ha mejorado la metodología, empleando las respuestas de más científicos pertenecientes a las instituciones participantes o colaboradoras en el proyecto. Se ha simplificado el número de indicadores, desde 43 a 22, estructurados en 6 categorías (estado de conservación, planificación, gestión, marco socioeconómico, percepción y valoración social y amenazas a la conservación).

En la recopilación de datos, han sido fundamentales las entrevistas a gestores: se ha entrevistado al director y a la responsable técnico del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido en más de 5 ocasiones (desde marzo de 2015 a abril de 2017) y 1 entrevista a cada uno de los codirectores del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama (Madrid y Castilla y León, mayo de 2015), para recopilar datos primarios para calcular los indicadores SEIAP antes señalados.

Por otro lado, destaca la realización de encuestas a visitantes y a residentes. En cada uno de los Parques Nacionales (PN) se han definido dos muestras aleatorias de visitantes (n=542) y residentes (n= 401), que fueron encuestados mediante cuestionarios estructurados. El tamaño de la muestra para residentes y visitantes fue seleccionado para un nivel de confianza del 90% y un error estándar del 5% para toda la encuesta. El número de encuestas válidas a visitantes fue de 271 en el PN de Guadarrama y de 244 en el PN de Ordesa. Las encuestas se realizaron en los centros de visitantes de ambos parques nacionales en el mes de mayo de 2016 (13-14 de mayo en Ordesa y 20-21 de mayo en Guadarrama). La muestra incluía a 111 residentes en el PN de Ordesa y a 271 residentes en el PN de Guadarrama. Las encuestas a residentes se hicieron por teléfono a lo largo de junio y julio de 2016. Las preguntas, con respuestas múltiples, estaban relacionadas con el conocimiento y uso de cada PN, la percepción sobre su estado de conservación, las principales amenazas percibidas para su conservación, la participación local en la gestión, la importancia personal del PN y la voluntad de pagar una cuota de entrada. Se han procesado los datos con Survey Monkey. Los resultados parciales de esta encuesta se presentaron en las II Jornadas de Investigación de Ordesa y los resultados completos de la misma pueden consultarse en (Rodríguez-Rodríguez et al. 2017a). Otros indicadores se han calculado a partir de datos publicados en distintas fuentes o extraídos de inventarios, anuarios, etc.

Las conclusiones de la aplicación del sistema de evaluación junto con toda la documentación y datos de los indicadores, pueden consultarse en la publicación en abierto (Rodríguez-Rodríguez et al., 2017b) pero se pueden sintetizar así:

Parque Nacional Ordesa y Monte Perdido (PNOMP)

- Colaboración óptima con organismo gestor (22 / 23 Indicadores).
- Eficacia potencial: moderada-alta.
- Puntos fuertes: Evolución positiva de especies en peligro; calidad de aguas superficiales; Percepción y valoración social; amenazas leves (excepto Cambio Climático).

• Puntos débiles: Evolución negativa de la población rural; Norma declaratoria; Ausencia de datos comparables de evolución de hábitats.

Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama (PNSG)

- Colaboración mejorable de los organismos gestores (12 / 22 Indicadores) + "juventud" del PN = Evaluación incompleta: ¿Eficacia?
- Puntos fuertes: Percepción y valoración social.
- Puntos débiles: Ausencia de PRUG; Elevada densidad de visitantes; Ausencia de datos de diversos indicadores.

Objetivo 1.2. Diseñar y aplicar un Sistema de Evaluación de la Sostenibilidad MUnicipal (SESMU).

Se ha evaluado la sostenibilidad ambiental, económica y social de todos los municipios que aportan territorio a cada uno de los parques nacionales (incluyendo sus Zonas Periféricas de Protección y Áreas de Influencia Socioeconómica) analizados (6 en Ordesa y Monte Perdido y 35 en Sierra de Guadarrama) y de los que se encuentran en sus entornos inmediatos, buffer de 5 km (16 en Ordesa y 72 en Guadarrama).

Se ha realizado en primer lugar una revisión de la literatura sobre el tema, de las estrategias y sistemas regionales, nacionales e internacionales más relevantes sobre sostenibilidad, de las fuentes estadísticas y cartográficas disponibles en las áreas de estudio con objeto de poder desarrollar una propuesta inicial de 41 indicadores de sostenibilidad ambiental, económica y social.

En un siguiente paso se ha sometido al conjunto de fichas descriptivas de dichos indicadores a una consulta a expertos (gestores y científicos) en el segundo semestre de 2016 con objeto de testar el grado de consenso que suscitan. Hemos obtenido una tasa de respuesta del 60%, existiendo cierto consenso entre gestores y científicos en la selección de indicadores clave. Posteriormente se ha realizado la selección final: los 5 indicadores de cada dimensión con mayor grado de acuerdo y no correlacionados estadísticamente. Ambientalmente están relacionados con los cambios de uso del suelo, incendios forestales, áreas protegidas y calidad ambiental. En la dimensión económica hay un sesgo hacia los servicios ecosistémicos y el paro y es necesario incorporar la renta per cápita. En la dimensión social, se han seleccionado la población -su estructura y relación con el territorio- y los equipamientos disponibles.

Tras la recopilación de los datos desde las fuentes estadísticas y cartográficas, éstos se han sometido a los procesos previstos en la metodología: normalización de datos, búsqueda de datos objetivo, agregación en índices intermedios, transformación en unidades Z y análisis factorial (componentes principales), diseñando finalmente los mapas temáticos para la representación de cada indicador.

En la Figura 2 se presentan los mapas sintéticos de sostenibilidad ambiental, económica y social de los PN de Ordesa y Guadarrama. Los municipios incluidos en el PN de Ordesa y su ZPP son más sostenibles ambientalmente que los de su entorno. Algunos municipios tienen media-alta sostenibilidad económica debido a las actividades de turismo de naturaleza. La sostenibilidad social es débil por la falta de equipamientos y servicios básicos. En el PN de Guadarrama ocurre un fenómeno similar.

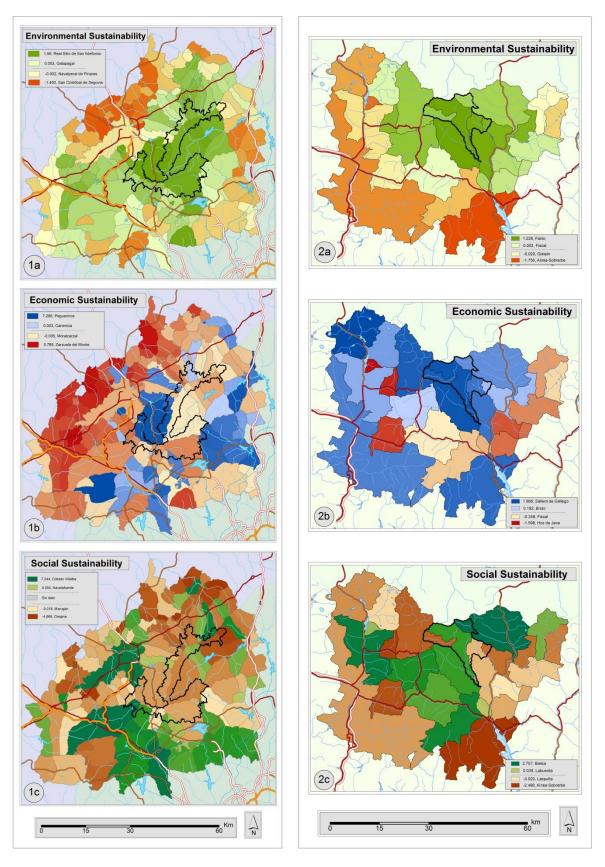


Figura 2. Mapas sintéticos de sostenibilidad ambiental, económica y social en el Parque Nacional de Guadarrama (izquierda) y Ordesa y Monte Perdido (derecha).

Objetivo 2. Simular escenarios de cambio de usos del suelo en cada uno los parques nacionales seleccionados y en sus entornos.

Se han simulado mediante Redes Neuronales Artificiales los escenarios tendenciales de cambio de usos del suelo en los dos parques nacionales, teniendo en cuenta las restricciones legales e incentivos que promueven los planes de gestión. En el parque nacional de Ordesa, además, se han simulado los usos del suelo esperados en 2030, con restricciones y sin ellas, considerando un escenario verde, más respetuoso con el medio ambiente.

Mediante programas que manejan información espacialmente explícita e indicadores de ecología del paisaje, se ha analizado también la influencia de los cambios de usos del suelo ocurridos y simulados sobre la conectividad estructural y fragmentación de los hábitats focales de los PN y sus entornos.

En el PN de Guadarrama y en su ZPP se está propiciando una progresión de la vegetación hacia la clímax que repercute en una mejora en el índice de fragmentación. En el AIS y en su buffer circundante se ha producido una invasión de las zonas agrícolas y forestales por nuevas áreas urbanas e infraestructuras viarias que fragmentan los ecosistemas forestales y dificultan su conectividad estructural. Si se cumplen las tendencias ocurridas entre 1990 y 2006 y se respetan las restricciones legales, se espera que continúe la expansión de las áreas artificiales en torno a la A6, A1 y a la M607. Esta tendencia incrementa la presión ambiental sobre las zonas vecinas al parque nacional. En el piedemonte septentrional se espera la regeneración natural de la vegetación propiciada por los planes de gestión de otras áreas protegidas (ZEPAs). En el PN de Ordesa se espera que continúe la invasión de los pastizales alpinos y subalpinos por los matorrales (Figura 3; Martínez-Vega et al., 2017).

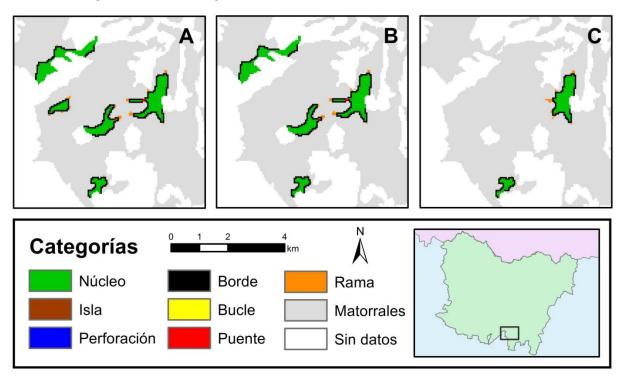


Figura 3. Invasión de los pastizales por matorrales, ocurrida y simulada, en el Parque Navional de Ordesa y Monte Perdido y su entorno. A: 1990; B: 2006;C: 2030.

Objetivo 3. Modelar todos los datos producidos en un Sistema de Información Geográfica.

Se ha agrupado toda la cartografía y los datos estadísticos generados en el proyecto en dos proyectos SIG (ArcGIS), con objeto de transferirlos a las oficinas técnicas de los parques nacionales estudiados, al Organismo Autónomo de Parques Nacionales, a las Comunidades Autónomas, Grupos de Acción Local y ayuntamientos que lo soliciten. Se encuentra en proceso la elaboración de cartografía web interactiva para facilitar su consulta pública a otros usuarios.

Agradecimientos

Agradecemos el óptimo apoyo de interpretación y provisión de datos por parte del director y la técnica del PN de Ordesa. Este proyecto ha sido financiado por el Mº de Economía, Industria y Competitividad de España (CSO2013-42421-P).

Bibliografía

Rodríguez-Rodríguez, D.; y Martínez-Vega, J. (2016). What should be evaluated from a manager's perspective? Developing a salient protected área effectiveness evaluation system for managers and scientists in Spain. *Ecol. Indc.* 64, 289-296.

Rodríguez-Rodríguez, D., Ibarra, P., Echeverría, M., Martínez-Vega, J. (2017a). Perceptions, attitudes and values of key stakeholders on the oldest and newest Spanish National Parks, Environment, Development & Sustainability, 1-21. https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10668-017-0051-5

Rodríguez-Rodríguez, D., Ibarra, P., Martínez-Vega, J. Echeverría, M., Echavarría, P. (2017b). Fine-Tuning of a Protected Area Effectiveness Evaluation Tool: Implementation on Two Emblematic Spanish National Parks, Environments. http://www.mdpi.com/2076-3298/4/4/68/htm#app1-environments-04-00068

Martínez-Vega, J., Díaz, A. Nava, J., Gallardo, M., Echavarría, P. 2017. Assessing land use-cover changes and modelling change scenarios in the Spanish network of National Parks, *Environments*, 4 (4) 79. http://www.mdpi.com/2076-3298/4/4/79/htm

13. LA CUEVA DE CORO TRASITO (TELLA-SIN) UNO DE LOS PRIMEROS ASENTAMIENTOS PASTORILES EN LA PERIFERIA DEL PNOMP.

Ignacio Clemente Conte1, Javier Rey Lanaspa2, Ermengol Gassiot Ballbè3, Laura Obea Gómez3, Sara Díaz Bonilla3, Manuel Quesada Carrasco3, David Rodríguez Antón3, Xavier Sánchez Bonastre3, David García Casas3, Guillem Salvador Baiges3, Niccolò Mazzucco4, Ángel Viñerta5 y Virginia García Díaz5

- 1 Arqueología de las Dinámicas Sociales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Institución Milá y Fontanals (IMF). GAAM.
- 2 Departamento de Educacion, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragon (DGA).
- 3Departamento de Prehistoria. Universidad Autonoma de Barcelona. Grup d'Arqueologia d'Alta Muntanya (GAAM).
- 4 UMR 7055 "Prehistoire et Technologie", CNRS Université Paris Ouest Nanterre. Grupo GAAM.
- 5 Arqueológa independiente, Sor Ángela de la Cruz 26, 28020 Madrid.

En este trabajo presentamos resumidamente los datos obtenidos en la Cueva de Coro Trasito tras varios años de intervenciones arqueológicas y estudio de los materiales recuperados. Esta cueva se encuentra al borde del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP) en el territorio municipal de Tella-Sin (Figura 1). Desde los años 70s, debido al hallazgo de fragmentos de cerámicas e instrumentos líticos pulimentados por parte del Grupo de Espeleología de Badalona, se conocía ya que grupos prehistóricos pudieron ocupar esta cavidad como lugar de hábitat (Canela y Font 2006). Sin embargo, no fue hasta 2011 cuando se solicitaron los primeros permisos para intervenir mediante sondeos arqueológicos. Estos sondeos se terminaron en una segunda campaña en 2013. Las dataciones realizadas a distintos niveles estratigráficos permitieron comprobar que el paquete sedimentario que logramos perforar en dicho sondeo alcanzaba un fechado de 5300-5200 calANE y que fue ocupado por otros grupos del Neolítico Antiguo hasta al menos el 4800-4600 calANE. Luego, en una parte de los niveles superiores se identificó también un momento de ocupación de la época del Bronce, hacía el 1400-1200 calANE (Clemente et al. 2016). Por los tipos de sedimentos de *'fumier'* documentados se atestigua la estabulación de ganado desde los inicios de su ocupación (Clemente et al. 2014).





Figura 1. Cueva de Coro Trasito.

De las distintas muestras extraídas en los perfiles del sondeo, así como con el estudio de los restos materiales recuperados hemos podido definir algunos aspectos relacionados con el

desarrollo tecnológico de esos grupos, así como con los recursos animales y vegetales utilizados para la alimentación; del mismo modo que se han podido aportar datos a cuestiones relacionadas con el clima y medio ambiente (Gassiot et al. 2017).

Aunque el estudio de determinación de materias primas líticas está aún por desarrollar, hemos podido observar que el sílex utilizado en Coro Trasito podía provenir en una pequeña parte de las propias formaciones de sílex que se desarrolla en las areniscas de Marboré y que afloran en la zona de la cueva y fundamentalmente de la cuenca del Ebro. Ambos sílex tienen un origen diferente pues el del Ebro, de origen sedimentario lacustre, presenta una mayor aptitud para la talla laminar y permite obtener productos de mayor tamaño; mientras que el sílex local, de formaciones carbonatadas marinas del período Crétacio superior, presenta numerosas fisuras y fracturas internas por lo que en ocasiones se usa solamente para la obtención de pequeños soportes (Mazzucco, 2014; Mazzucco et al.. 2013; Mazzucco et al. 2014).

Los **instrumentos** elaborados en **sílex** se utilizaron primordialmente para la manufactura de puntas de armas (geométricos usados como puntas de flecha) y para conseguir instrumentos cortantes. Cuchillos que normalmente se enmangaban en un mango recto y se utilizaron a modo de hoces para cortar plantas y/o cereales; también muy usados en actividades de carnicería y trabajos de pieles. Estos mismos soportes-instrumentos se podían transformar a través del retoque en perforadores o en cualquier otro instrumento utilizado para raspado de hueso, madera o piel; mientras que los perforadores también se pudieron usar para actividades de reparación y mantenimiento de las vasijas cerámicas (Clemente et al.. 2016a, Mazzucco et al. 2017).

Pero no solamente usaron el sílex para conseguir los instrumentos productivos. También hemos documentado el uso del granito como manos y molinos. Los cantos o bloques de granito probablemente fueran adquiridos en la ribera del río Cinca y transportados desde allí hasta la cueva, donde se utilizaron tanto para moler cereales y conseguir harina como para machacar ocre y utilizar el polvo conseguido en otras actividades productivas como: limpieza y tinte de pieles, enmangues de instrumentos, etc. o tal vez en otras actividades relacionadas con ceremonias o ritos. Otras materias primas como cuarcita y/o fragmentos de caliza de la propia cueva fueron usadas también para elaborar instrumentos que sirvieron para trabajar sobre materias de dureza media y dura (madera y/o hueso), de esa forma podrían conservar y prolongar la vida activa o de uso de los instrumentos en sílex. Cabe destacar también el uso de cantos rodados, provenientes del río interno de la cueva, como piedras termóforas que pudieron servir para cocinar o transformas algunos productos alimenticios.

Otros instrumentos de producción que se han documentado en Coro Trasito están manufacturados en materias duras animales: hueso, cornamenta de ciervo y conchas de moluscos. Entre la industria ósea destacan los instrumentos apuntados y utilizados tanto como agujas y punzones como con formas de espátula. Fueron utilizados para perforar y coser pieles y para trabajos de cestería o tejidos vegetales. También se han documentado espátulas empleadas para adelgazar y/o alisar paredes cerámicas antes de su cocción (Clemente et al. 2016a). Destacamos que los dos instrumentos en puntas de astiles de cornamenta de ciervo se utilizaron uno de ellos para la producción lítica, usándolo como retocador-presionador y el otro, cuya punta estuvo preparada previamente para conseguir un ángulo adecuado se usó para trabajar madera. Por último, conchas de pequeño tamaño de *Glycimeris* tuvieron una doble función. Por una parte, tres de las seis recuperadas a lo largo de estos cinco años de excavación presentan perforaciones en el umbo -una de ellas natural y dos antrópicas por fricción- y que pudieron usarse como elementos de adorno (cuentas de collar) y a la vez los filos se usaron para trabajos relacionados con la producción cerámica, tal y como se han documentado en otros sitios del neolítico. Otros instrumentos relacionados con estos mismos procesos de producción cerámica son los

bruñidores. En Coro Trasito se han documentado huellas referidos a esta actividad en varios de los pequeños cantos o guijarros analizados. (Clemente et al. 2016a).

Hasta la fecha, en Coro Trasito han aparecido **materiales cerámicos** pertenecientes a dos contextos históricos distintos. El más reciente correspondería con la Edad del Bronce y el más antiguo al Neolítico. Los niveles arqueológicos de esta última época prehistórica de Coro Trasito quedan reflejados en pequeñas áreas del abrigo. Las cerámicas recuperadas se caracterizan por tener paredes gruesas y pertenecen a recipientes de mayor tamaño que en el Neolítico. Presentan decoraciones a base de cordones con impresiones digitales, aplicaciones plásticas y algún fondo plano. Por otra parte, la cerámica neolítica que ha aparecido durante las excavaciones está decorada con motivos incisos o impresos, aunque también encontramos de forma escasa algún cordón bajo liso de sección triangular o redondeada. Por lo general las formas y decoraciones de las cerámicas neolíticas recuperadas en Coro Trasito tienen muchas similitudes con las recuperadas en otros yacimientos del entorno de los Pirineos centrales, también con dataciones del Neolítico antiguo, como podrían ser los sitios de Chaves en Somontano-Sierra de Guara y Cueva del Moro de Olvena y Els Trocs en la Ribagorza (Baldellou 2011, Baldellou y Utrilla 1995, Rojo et al. 2013; Utrilla y Baldellou 1996, Clemente et al. 2014).

El análisis de los restos de fauna hallados en Coro Trasito, nos permiten proponer una estrategia de gestión y consumo de los recursos animales durante ocupaciones neolíticas de este yacimiento no así, en el caso de la ocupación de la edad de Bronce. El pequeño tamaño de la muestra de fauna de estos niveles únicamente nos permite documentar la ganadería ovina y bovina así como, la caza de ciervos.

Respecto a los niveles neolíticos se ha documentado la explotación de las mismas especies domésticas, tanto en las ocupaciones más recientes como en las más antiguas: oveja, cabra, cerdo doméstico y buey. Tanto en las ocupaciones más antiguas como en las más recientes las principales especies criadas son ovejas y cabras (tendencia que se pronuncia en los niveles más recientes en los que se observa una ganadería centrada en la explotación de estas dos especies) de las que posiblemente se explotaría tanto carcasa como la leche. Tanto en los niveles neolíticos más antiguos como en los más modernos les siguen en importancia los suidos y los bóvidos (posiblemente estos últimos también fue explotada la leche), aunque en la fase más reciente se observa un menor porcentaje de estos animales así como, un retraso en su edad de sacrificio. Respecto al consumo de animales salvajes en Coro Trasito, vemos que tanto en las unidades estratigráficas más modernas (4600-4900 cal ANE) como en las más antiguas (4900-5300 cal ANE), ciervo, corzo y conejos se consumieron siempre. Sin embargo, en los momentos de ocupación más antiguos se consumió tortuga, mientras que en los más modernos fueron jabalí y cabra salvaje pirenaica. Resulta llamativo que el porcentaje de animales salvajes presentes en los restos faunísticos sea mayor durante la Edad del Bronce (alcanzando un 44, 44 % de la fauna identificada anatómica y taxonómicamente) con una ganadería plenamente consolidada que durante las ocupaciones neolíticas. En las fases más antiguas, cuando comienza a desarrollarse la agricultura, las especies salvajes apenas significan un 10 % de los restos identificados anatómica y taxonómicamente. Por el contrario, en las más recientes alcanzan un 30 %). Será interesante observar si esto se mantiene cuando se estudien colecciones más amplias y la excavación en extensión alcance esos niveles. Parecería más razonable pensar que los porcentajes de fauna doméstica y salvaje consumida en Coro Trasito hubiesen sido a la inversa (Viñerta 2015, Clemente et al. 2016b).

El análisis antracológico, carpológico y polínico realizados nos ha permitido obtener datos muy interesantes sobre el medio ambiente de la zona durante los distintos periodos que se ocupó la cueva. Tal y como se recoge en trabajos anteriores, se aprecia como los recursos vegetales fueron ampliamente utilizados en Coro Trasito hasta el punto de modificar la composición vegetal del entorno de la cueva (Clemente et al. 2016a, Obea et al. en prensa). Según los datos palinológicos,

esta transformación del paisaje vegetal se vio favorecida por un cambio ambiental consistente en el incremento de la aridez y la bajada de las temperaturas durante el segundo tercio del V Milenio cal ANE dando como resultado la expansión de las coníferas (Pinus sp.). De todos modos, el cambio significativo que se documenta en el registro arqueológico en el II Milenio cal ANE evidencia la presión antrópica sobre los recursos vegetales desde el Neolítico, que se verá intensificada aún más en el Bronce (Obea et al. en prensa). El estudio carpológico revela que ya desde los niveles más antiguos, a partir del primer tercio del VI milenio cal ANE, se documentan semillas de cereales domésticos -cebada desnuda (Hordeum vulgare var. nudum), cebada (Hordeum sp.), trigo desnudo (Triticum aestivum/durum/turgidum), escanda menor (Triticum cf. dicoccum), trigo (Triticum sp.), cereal sin determinar (Cerealia)- y legumbres como el guisante (Pisum sativum) (Clemente et al. 2016a). Sin embargo, el consumo de cereales domésticos, muy importante en los primeros momentos de ocupación de la cueva, disminuye drásticamente a inicios del V milenio cal ANE, momento en que dominan los restos de semillas silvestres, y no vuelve a tener cierta presencia en la vida de los habitantes de Coro Trasito hasta el 4728-4582 cal ANE, aunque sin llegar a los niveles del 5220-4990 cal ANE. Estos cambios definen tres patrones distintos de consumo de alimentos vegetales a lo largo del Neolítico en Coro Trasito con una importancia variable de los cereales.

Junto con las prácticas agrícolas, la recolección de madera para ser utilizada como combustible también fue un factor determinante en la composición del paisaje y una de las causas de degradación del bosque (Obea, 2014). Tal vez, el ejemplo más claro sea la relación inversamente proporcional entre la presencia de roble y la de boj a lo largo de la secuencia. La baja variabilidad de taxones junto con la presencia anecdótica de muchas de ellas en la mayoría los estratos parece indicar una clara preferencia por el roble como combustible, posiblemente combinado con el pino que habría funcionado a modo de tea para iniciar el fuego o aumentar su luminosidad. Si tenemos en cuenta, además los datos polínicos vemos como se confirma esta preferencia por un taxón concreto. Y es que el cambio del paisaje que se aprecia en el diagrama a mediados del V milenio cal ANE, no se observa con la misma intensidad en los datos antracológicos donde el roble y el pino, con ligeras variaciones, mantienen sus valores hasta principios de la segunda mitad del V milenio cal ANE mostrando una continuidad en las estrategias de selección del combustible a pesar de los cambios ambientales (Obea et al. en prensa).

Por otra parte, la excavación en extensión practicada en la zona más amplia del abrigo de Coro Trasito nos ha permitido poner al descubierto una serie de hallazgos que muestran una estructuración u organización social del espacio. Se trata de unas series de 'estructuras negativas' excavadas en el suelo, que pudieron servir para almacenar y conservar diversos productos y finalmente algunas fueron amortizadas con su rellenado de sedimentos. Por ahora estas estructuras se ubican todas en la zona de más al fondo, donde se está más fresco y se siente más la humedad y el aire que sale de la cueva. Por el momento del inicio de la perforación para elaborar estas estructuras hemos podido diferenciarlas cronológicamente. Las estructuras relacionadas con la ocupación del Bronce (1400-1200 calANE) se encuentran en el cuadrante NE de la excavación, son de mayor tamaño, con formas irregulares y sobreponiéndose una estructura sobre la otra (Figura 2: A). En estas estructuras hemos constatado la presencia de huesos de animales de ovicápridos, prácticamente en conexión por lo que sospechamos pudieron ser almacenados conteniendo aún la carne. Las estructuras realizadas durante el Neolítico son de tamaño más reducido (de unos 23 litros de capacidad) y con formas más cilíndricas y regulares (Figura 2: B). En algunos casos hemos podido identificar la presencia de alguna semilla de avellana entre los sedimentos del relleno y algunos rasgos 'constructivos' de las mismas nos permite además considerar que tuvieran alguna forma de taparlas para proteger el producto almacenado.

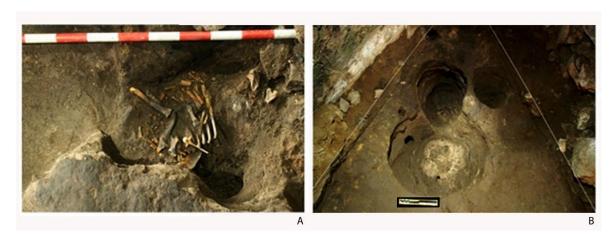


Figura 2. A: Huesos de animales ovicápidos. B: Estructuras realizadas durante el Neolítico.

2017- ampliación de la excavación en otra zona del abrigo (Zona B de Coro Trasito)

Llegando al yacimiento de Coro Trasito, por el sendero que asciende desde la Cueva de Los Osos, conocido yacimiento paleontológico que contiene numerosos restos de Oso de las Cavernas, nos encontramos inicialmente con un pequeño habitáculo que se sitúa entre dos muros a distintos niveles. En la superficie de este habitáculo se aprecia un hogar/fogón utilizado en los últimos años tanto por pastores como por espeleólogos y una superficie compuesta por tierra, clastos de caliza arrastrados y desprendidos de paredes y techo y una pequeña capa inicial compuesta por excrementos de ovicápridos. En esta zona, en los años 90s se realizó un sondeo para buscar la posible entrada a la cueva donde se encuentran los restos de osos cavernarios. Esta cata, realizada por el equipo de paleontólogos de la Universidad de Zaragoza, se paralizó en el momento del hallazgo de una mandíbula infantil.

En la última campaña de 2017 planteamos una excavación en extensión de esta zona que presenta características sedimentarias y de materiales bien diferentes a las registradas en la zona amplia y de hábitat de la cueva. Esta zona se caracteriza por no tener, hasta el momento, ningún nivel de 'fumiers' prehistóricos, por lo que pensamos que se trataba de una zona protegida al acceso de animales. Los muros pudieron servir a modo de barrera para impedir el paso de los animales. La excavación llevada a cabo nos ha permitido localizar y delimitar el sondeo realizado por los paleontólogos y conocer hasta qué profundidad llegaron, por la presencia de plásticos que dejaron como testimonio.

Destacamos la presencia en esta zona B de Coro Trasito de diferentes huesos y dientes humanos, cerámica en fragmentos grandes y profusamente decorada por incisiones (Figura 3: 4-6) y entre los restos de fauna recuperados destacan mandíbulas y cuernos de animales de tamaño grande (Figura 3: 2 y 3). Llama la atención también la presencia de una vértebra (Figura 3: 1) y un colmillo muy grande de oso de las cavernas, animal que ya estaba extinto cuando allí fueron depositados y que tuvo que ser aportado desde el interior de la Cueva de los Osos. Todo esto nos hace presuponer que nos encontramos en una "zona especial" que pudo ser destinada como lugar de enterramientos de las primeras sociedades de campesinos y ganaderos que ocuparon y explotaron ya en el Neolítico Antiguo estos parajes del entorno y del propio PNOMP. Aún es más, para acabar de sustentar esta hipótesis hay que destacar también en esta área del yacimiento la recuperación de un fragmento de brazalete de mármol blanco (Figura 4) que podría proceder de regiones lejanas del Mediterráneo.



Figura 3. 1: Vértebra; 2: Cuerno; 3: Mandíbula; 4, 5 y 6: Cerámica decorada por incisiones.

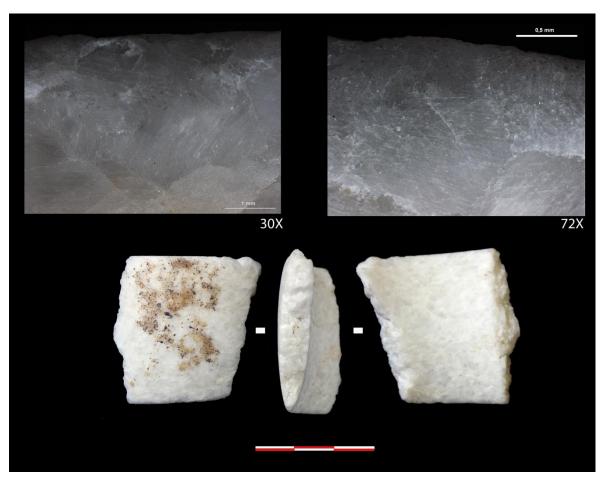


Figura 4. Brazalete de mármol.

A modo de conclusión

La investigación que se está llevando a cabo en Coro Trasito está complementando, junto a otros trabajos, el conocimiento de las primeras sociedades pastoriles y agricultoras en zonas altas del Pirineo Central (Rojo et al. 2013, Orengo et al. 2014, García Casas 2013, Gassiot et al. 2014 y 2017; Rendu 2003, Rendu et al. 2013; Codina et al. 2016, Laborda et al. 2017). Son solamente dos intervenciones con sondeos y cuatro campañas con excavaciones en extensión las que se han realizado hasta el momento en Coro Trasito. Sin embargo, pensamos que los resultados obtenidos a partir de las dataciones de C14 y de los análisis de los materiales recuperados son importantes ya que aportan datos al conocimiento de las actividades productivas para la subsistencia de los grupos agro ganaderos prehistóricos que frecuentaban el valle.; Se han conseguido también datos relacionados con el desarrollo tecnológico y la explotación de los recursos naturales del entorno. Pero aún queda mucho por hacer en Coro Trasito, ya sea en relación al estudio de la ganadería y la movilidad de los rebaños así como con los inicios de la agricultura en este entorno de alta montaña. En cuanto a la movilidad de los animales domésticos, futuros estudios de Estroncio y Oxígeno18 aplicados a determinados restos óseos de los animales nos permitirán conocer si existió algún tipo de desplazamiento (trashumancia) o si por el contrario solamente pastaron en las zonas próximas a Coro Trasito.

Otro aspecto en el que Coro Trasito podrá aportar importante información es sobre el origen y desarrollo de la agricultura en el Pirineo central. No solamente con el estudio de las semillas que se extraigan a lo largo de las excavaciones arqueológicas, sino también cruzando datos con los instrumentos de trabajo relacionados con esos procesos productivos y con el estudio de antiguas terrazas a través de sondeos geológicos. Además, si realmente la zona B de Coro Trasito pudo ser destinada como zona de enterramientos, el estudio de restos humanos puede aportar

información sobre los rasgos antropológicos y componentes genéticos de las primeras poblaciones ganaderas y agricultoras montañesas del Pirineo central.

Agradecimientos

Queremos agradecer al Geoparque de Sobrarbe-Comarca de Sobrarbe por sus ayudas constantes 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". Este trabajo se inserta también en el proyecto de I+D Modelización de los espacios prehistóricos de montaña. Un SIG del patrimonio arqueológico y los territorios pastoriles (HAR2015-66780-P MINECO-FEDER). Agradecemos también las ayudas recibidas por el Centro de estudios de Sobrarbe, por el Ayuntamiento de Tella-Sin y por el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

Bibliografía

Baldellou, V. (2011). La Cueva de Chaves (Bastarás-Casbas de Huesca). En: Bernabeu, J.; Rojo, M. y Molina, L. (eds.). Las primeras producciones cerámicas en el VI milenio cal. AC en la Península Ibérica. *Saguntum*, Extra 12, pp. 141-144.

Baldellou, V. y P. Utrilla (coords.) (1995). La Cueva del Moro de Olvena (Huesca). Bolskan: *Revista de Arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 12 (1), 214p.

Canela i Font, R., 2006. La Cueva de los Osos. Ed. Ramón Canela. Barcelona.

Clemente Conte, I.; Gassiot Ballbè, E.; Rey Lanaspa, J.; Mazzucco, N. y Obea Gómez, L. (2014). "Cort o Transito" - Coro Trasito - o corral de tránsito: una cueva pastoril del Neolítico Antiguo en el corazón de Sobrarbe. En: I. Clemente Conte, E. Gassiot Ballbè y J. Rey Lanaspa (eds.), Sobrarbe antes de Sobrarbe: pinceladas de historia de los Pirineos, pp. 11-32. Centro de Estudios de Sobrarbe (CES), Instituto de estudios Altoaragoneses (IEA) editores. Cometa S.A., Zaragoza.

Clemente Conte, I.; Mazzucco, N.; Cuenca Solana, D. y Mozota Holgueras, M. (2016a). The Toolkit for pottery production and repair in Prehistory. Traditions and innovations in the study of earliest pottery (Materials of the International Conference, May 24-27, 2016 St. Petersburg, Russia), pp 135-139. Russian Academy of Sciences- Institute for the History of Material Culture. The State Hermitage Museum. Samara State Academy of Sciences and Humanities and UMR 8215 Trajectories CNRS-Université Paris I.

Clemente-Conte, I.; Gassiot Ballbè, E.; Rey Lanaspa, J.; Antolín, F.; Obea Gómez, L.; Viñerta Crespo, A. y Saña Segui, M. (2016b). Cueva de Coro Trasito (Tella-Sin, Huesca): un asentamiento pastoril en el Pirineo Central con ocupaciones del Neolítico Antiguo y del Bronce Medio. En: J. I. Lorenzo Izalde y J. M. Rodanés Vicente (eds.), I Congreso CAPA, Arqueología Patrimonio Aragonés. Actas 24 y 25 Noviembre 2015. Edita Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragó, pp. 74-83.

Codina, O.; Forto, A.; Pujol, F. y Vidal, A. (2016). *Memòria de la prospecció arqueològica a la Vall del Madriu-Perafita-Claror (Andorra). Campanyes* 2013-201; Patrimoni Cultural d'Andorra, Àmbit de Recerca Històrica.

García Casas, D. (2013). "Aproximación al poblamiento de las zonas de alta montaña pirenaicas desde la arqueología y la etnografía". Saguntum, 45, p: 221-239.

Gassiot Ballbè, E.; Rodríguez Antón, D.; Pelachs Mañosa, A.; Pérez Obiol, R.; Julià Brugues, R.; Bal-Serin, M-C. y Mazzucco, N.; (2014) "La alta montaña durante la Prehistoria: 10 años de investigación en el Pirineo catalán occidental" en Trabajos de Prehistoria, 71 (2), p: 261-281.

Gassiot Ballbé, E.; Mazzucco, N.; Clemente Conte, I.; Rodríguez Antón, D.; Obea Gómez, L.; Quesada Carrasco, M. y Díaz Bonilla, S. (2017). The Beginning of High Mountain Occupations in the Pyrenees. Human Settlements and Mobility from 18,000 calBC to 2000 calBC. In: J. Catalan, J. M. Ninot y M.M. Ariz (eds.), High Mountain Conservation in a Chamgimg World, pp. 75-105.

Laborda, R., Villalba_Mouco, V., Lanau, P., Gisbert, M., Sebastián, M., Domingo, R., Montes, L. (2017). "El Puerto Bajo de Góriz (Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido). Ocupación y explotación de un paisaje de alta montaña desde la prehistoria hasta el siglo xx", Bolskan, 26, pp. 9-30.

Mazzucco, N. (2014) The Human occupation of the Southern Central Pyrenees in the Sixth-Third Millenia cal.BC. A traceological Analysis of Flaked Stone Assemblages. Tesis Doctoral, Departament de Prehistòroa, Universitat Autònoma de Barcelona. http://www.tdx.cat/handle/10803/287893.

Mazzucco, N., I. Clemente Conte, V. Baldellou, y E. Gassiot (2013). The management of lithic resources during the V millennium cal BC at the Espluga de la Puyascada (La Fueva, Huesca). *Preistoria Alpina*, 47 pp. 17-30.

Mazzucco, N., D. Ortega Cobos, I. Clemente Conte, E. Gassiot Ballbè, V. Baldellou Martínez y M. Rojo Guerra (2014). Pautas de movilidad en el pirineo central durante el Neolítico antiguo: una aproximación a partir de los recursos líticos. En: I. Clemente Conte, E. Gassiot Ballbè y J. Rey Lanaspa (eds.), Sobrarbe antes de Sobrarbe, pinceladas de historia de los Pirineos, pp. 107-126. Centro de Estudios de Sobrarbe (CES) e Instituto de Estudios Altoaragoneses (IEA) editores. Cometa S.A. Zaragoza.

Mazzucco, N., Clemente-Conte, I. y Gibaja Bao, J. F. (2017). Working pottery with flaked stone tools: a preliminary experimental approach. En: Playing with the time. Experimental archeology and the study of the past, pp. 131-138. Rodrigo Alonso, David Canales, Javier Baena (Eds.). Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid.

Obea, L. (2014). "El paisaje en el Neolítico. Un estudio preliminar de los restos antracológicos de Coro Trasito" en: Clemente Conte, I.; Gassiot Ballbè, E.; Rey Lanaspa; (eds.), Sobrarbe antes de Sobrarbe. Pinceladas de historia de los Pirineos, pp. 43-54.; Huesca: Centro de Estudios de Sobrarbe.

Obea, L.; Expósito, I.; Antolín, F. y Burjachs, F., en prensa. La obtención y consumo de recursos vegetales en Coro Trasito (Tella-Sin, Huesca) a lo largo del Neolítico. VI Congreso del Neolítico en la Península Ibérica, 23-26 junio 2016, Granada.

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

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

Rendu, Ch.; Calastrenc, C.; Le Couedic, M.; Galop, D.; Rius, D.; Cugny, C.; Bal, M-C.; (2013). "Montagnes et campagnes d'Oloron dans la longue durée. Premiers résultats d'un programme interdisciplinaire" en BARRAUD, D. y RÉCHIN, F. (dir.), D'Iluro à Oloron-Sainte- Marie. Un millénaire d'histoire; Bordeaux: Supplément d'Aquitania, 29, p. 37-68.

Rojo Guerra, M.; Peña Chocarro, L.; Royo Guillén, J. I.; Tejedor Rodríguez, C.; García Martínez de Lagrán, I.; Arcusa magallón, H.; Garrido Pena, R.; Moreno García, M.; Mazzucco, N.; Gibaja Bao, J. F.; Ortega, D.; Kromer, B. y Alt, K. W. (2013). Pastores trashumantes del Neolítico Antiguo en un entorno de alta montaña: secuencia crono-cultural de la Cova de els Trocs (San Feliú de Veri, Huesca). *BSAA arqueología*, LXXIX, 2013, pp. 9-55. Universidad de Valladolid.

Utrilla Miranda, M. P. (1996). La explotación de los recursos hábitat y territorio. Bolskan nº 13 vol. II: 147-172. Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. Utrilla, P. y V. Baldellou (1996). Evolución diacrónica del poblamiento prehistórico en el valle del Cinca-Ésera: el registro de Olvena y otros yacimientos. Bolskan: *Revista de Arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 13, pp. 239-261.

Viñerta Crespo, A. (2015). El análisis de la Fauna de los niveles neolíticos de Coro Trasito (Tella-Sin, Huesca). Trabajo de grado. Departamento de Prehistoria. Universidad Autónoma de Barcelona.

14. OCUPACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE UN PAISAJE DE ALTA MONTAÑA DESDE LA PREHISTORIA AL SIGLO XX: EL PUERTO BAJO DE GÓRIZ EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO.

Rafael Domingo*, Lourdes Montes*, Rafael Laborda*, Vanessa Villalba-Mouco*, Paloma Lanau*, María Sebastián**, Mario Gisbert**

- * Área de Prehistoria, Universidad de Zaragoza
- ** Área de Didáctica de las Ciencias Sociales, Universidad de Zaragoza
- *** Centro de Espeleología de Aragón

Introducción

Entre 2014 y 2016 se han realizado prospecciones arqueológicas intensivas en la zona del Puerto Bajo de Góriz, tradicional acceso del ganado a los pastos de altura del actual territorio del PNOMP, con el objetivo de documentar los inicios de la presencia humana en esa área. No se partía de cero: en la zona central de la cordillera pirenaica los trabajos de arqueología de montaña habían dado inicio en los años 70, con las intervenciones de Baldellou en Sierra Ferrera. En años posteriores otros equipos fueron documentando ocupaciones prehistóricas en Tierra Bucho, Hospital de Benasque, el Turbón o Tella en Aragón, Aigüestortes en Lérida y Ossau en el departamento francés de Pyrénées-Atlantiques (Laborda et al. 2017).

Durante nuestros trabajos de campo se han recorrido de forma exhaustiva el barranco de la Pardina y la orilla occidental del cañón de Añisclo, documentando 59 puntos de interés arqueológico de tipología variada: casetas exentas, mallatas al abrigo de paredones rocosos, abrigos y cuevas. Muchos de los lugares no han ofrecido restos arqueológicos, pero varios de ellos sí cuentan con evidencias de ocupación antigua que en algunos casos puede remontarse varios milenios atrás. El rango de altitudes de los lugares visitados oscila entre los 1.700 y los 2.200 metros, por lo que el tipo de asentamientos que podemos esperar encontrar difícilmente puede ser permanente: se trata de zonas con nieve y temperaturas bajo cero durante varios meses al año que serían visitadas de forma esporádica en los meses de verano para explotar los pastos de altura.

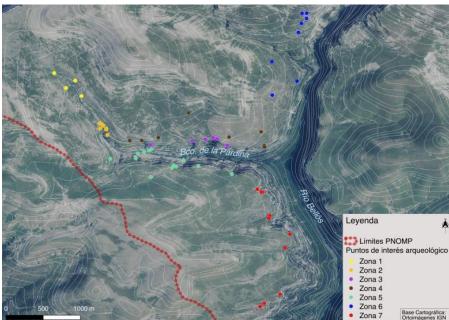
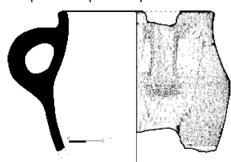


Figura 1. Puntos de interés arqueológico visitados.

Dos de los enclaves arqueológicos, la cueva FP5 y la Mallata Valle Pardina, han ofrecido fechas de radiocarbono procedentes de sendas hogueras que remontan la presencia humana en este territorio al menos hasta el Neolítico Final (mediados del III milenio a. C.) Esos lugares acogerían pequeños contingentes de ganaderos que acudirían a los puertos para realizar la estiva, desde sus lugares de hábitat permanente, que suponemos situados en la parte baja de los valles más cercanos: no creemos en la existencia para tiempos prehistóricos de auténtica trashumancia desde el valle del Ebro; se trataría más bien de una trasterminancia de carácter local. Estas ocupaciones pueden ponerse en relación con las localizadas en entornos cercanos: en torno a



1.500 metros de altitud las cuevas de Coro Trasito en Tella y de Trocs en el Turbón, ambas con presencia humana desde fases previas del Neolítico; en torno a los 1.200 metros de altitud, y unos 40 km al sur, la ocupación de Tierra Bucho, donde cueva Drólica y diversos enclaves funerarios ofrecen fechas contemporáneas a las de FP5 y Mallata Valle Pardina.

Figura 2. Vasija carenada recuperada en la cueva FP5.

Resulta significativo que en el momento en que, según datos paleoambientales obtenidos por el equipo del IPE-CSIC, la intervención humana comienza a manifestarse en la alta montaña, este territorio no ofrezca restos arqueológicos. Sólo un carbón -no ligado con presencia humanadatado en la Edad del Bronce procedente del abrigo VP1 ofrece indicios de lo que podían ser tareas de deforestación con vistas a la obtención de pastos para el ganado. No hay restos de la Edad del Hierro o de época romana, aunque alguna secuencia paleoambiental (lago de Marboré) muestra un aumento de la presencia de plomo que los investigadores ponen en relación con los inicios de la explotación minera de plata en el Sobrarbe, actividad que no se testimonia documentalmente hasta el siglo XII pero que podría ser muy anterior de acuerdo a esos datos y a las abundantes acuñaciones monetales de las cecas altoaragonesas, especialmente la de Bolskan.

Es en época medieval cuando de nuevo contamos con datos arqueológicos de interés que pueden relacionarse con fuentes documentales para explicar el sistema de ocupación del territorio de alta montaña. En cueva Candón se localizó un cráneo de bóvido datado por radiocarbono entre los siglos XII y XIII, lo que ayuda a contextualizar el debate sobre la ganadería medieval en el Pirineo central. El dominio del ovino, según las fuentes disponibles (como la documentación procedente del cercano monasterio de San Andrés de Fanlo), es evidente durante la Edad Media, aunque se acentúa en sus siglos finales y en inicios de la época Moderna con la apertura de los mercados europeos. La presencia de ganado bovino, aunque minoritaria, está bien atestiguada en documentos del cenobio de Fanlo. A nivel local, son escasos los datos disponibles acerca del entorno de Ordesa, ya que las aldeas de la zona consiguieron permanecer ajenas al dominio señorial (civil o eclesiástico) y organizaron sus propios sistemas de explotación de los recursos (forestales o de pastos). De forma general, se documentan deforestaciones intensas del Pirineo central a partir del siglo XII, combinando la explotación maderera con la apertura de pastizales, situación que se prolongará en el tiempo hasta bien entrado el siglo XX, cuando la despoblación ha permitido recuperar para los bosques amplios territorios.



Figura 3. Situación de cueva Candón y cráneo de bóvido recuperado (en el momento de ser localizado y tras su limpieza).

En el curso de las prospecciones se localizaron también restos que muestran la intensa actividad bélica en la zona durante la Guerra Civil, cuando unidades militares franquistas cerraron el cerco por el flanco occidental de la 43 División de la República, en el episodio conocido como Bolsa de Bielsa. La mallata Sabarils fue fortificada con un pequeño murete, junto al cual fue hallado un casquillo disparado de 7 mm con la marca FNT*1937 (Fábrica Nacional de Toledo). Se trata sin duda de una posición ocupada por los sublevados en su rápido avance de los primeros días de junio de 1938. Estas operaciones pusieron fin a casi dos años de actividad bélica en el Frente de Aragón: las tropas republicanas se vieron obligadas a huir hacia Francia por el puerto viejo de Bielsa.

Los resultados obtenidos durante las tres primeras campañas animan a proseguir las campañas de prospección en el futuro, con diversos objetivos: 1) afianzar los datos procedentes de los yacimientos ya conocidos, ampliando la superficie excavada para valorar la intensidad y extensión de las ocupaciones; 2) buscar nuevos enclaves que permitan conocer mejor periodos cronológicos hasta ahora no localizados. Ocupaciones del Neolítico antiguo en puntos próximos como Coro Trasito hacen sospechar que este territorio también pudo ser visitado por los ganaderos pioneros en épocas previas a las ya documentadas.

Estas investigaciones han comenzado a ser difundidas en medios científicos: se ha publicado un primer artículo en la revista Bolskan -Laborda et al. 2017- que detalla los hallazgos arqueológicos (http://revistas.iea.es/index.php/BLK/article/view/2662). Además, en fechas próximas aparecerá un resumen en francés centrado en las ocupaciones prehistóricas, en las actas del Congreso del CTHS celebrado en Pau en abril de 2017.

15. CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD FUNGICA DEL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO



Francisco Serrano Ezquerra Equipo Ordesa 2014

Introducción

El Equipo Ordesa 2014, somos un grupo de amigos compuesto por 25 micólogos, algunos profesionales y otros amateur de alto nivel y experiencia, que en 2014 ofrecimos a la Dirección del Parque elaborar altruistamente un catálogo de las especies de hongos que localizásemos, en una prospección a 3 años. Además de aragoneses los hay procedentes de Asturias, Cantabria, País Vasco, Cataluña, Valencia, Andalucía, Castilla-León, Castilla la Mancha y un grupo numeroso de Madrid. Como este proyecto se ofrecía altruistamente, sin ayuda alguna, cada componente asumía sus gastos de desplazamiento y estancia, por lo que las visitas se supeditaban a sus vacaciones o festivos. Algunos al estar más cercanos y liberados, las visitas las haríamos más frecuentes.

Objetivos

El principal objetivo de este proyecto, era recoger muestras de todas las especies fúngicas que durante 3 años encontrásemos en nuestras visitas al Parque, para una vez estudiadas y determinadas hacer un catálogo con sus datos de localización en el Parque.

Otro objetivo era depositar en el Herbario JACA del Instituto Pirenaico de Ecología las muestras o exicatas identificadas, con su referencia y también los datos de localización.

También proporcionar estos datos a los encargados de elaborar el Atlas Micológico de Aragón para que los incluyeran en su programa

Y por último tratar de publicar los trabajos que surgieran de especies de interés especial.

Desarrollo del trabajo

Convenientemente identificados y sin cesta, para evitar alarma en los visitantes, hemos recorrido el Parque en pequeños grupos, y en solitario, sobre todo los que estamos más cercanos. Pero no todos los años han sido generosos en especies, pues climatológicamente cada año ha sido peor y más seco.

Hemos buscado en todo tiempo, incluso con nieve a la salida del invierno buscando Mixomicetos nivicolas, hasta diciembre con especies curiosas que brotan con las cencelladas y hielos.

Hemos tenido ayudantes muy especiales para buscar hipogeos con éxito, unos perritos que están muy entrenados y obedientes con sus amos. Lástima que no hayan podido visitarnos más veces.

Sobre el terreno tomamos notas, fotografiamos y recogemos muestras. Luego toca estudiar en laboratorio y efectuar microscopia, aplicar reactivos y hacer consultas bibliográficas.

Tenemos la suerte de contar con expertos tanto en microscopia como en fotografía y podemos ver algún resultado a cual más espectacular, usando programas de apilamiento de imágenes.

También hemos secuenciado el ADN de algunos ejemplares dudosos y hemos contado para ello con la colaboración del CITA, para hacer el cromatograma y comparar en el árbol filogenético.

Las muestras estudiadas las deshidratamos a baja temperatura, para que no le afecte a las posibles pruebas de ADN y guardamos en sobres convenientemente etiquetados con los datos, que luego depositamos en el Herbario JACA del IPE.

Elementos de búsqueda

Hemos buscado bajo tierra diferentes hipogeos ayudados por los perros, también semihipogeos dado que a veces están bastante superficiales y se ven.

En ramitas de árbol y plantas son abundantes, así como en madera en descomposición, en árboles caídos y tocones.

También en las brácteas de la piña del abeto y pino caídas, en hayucos o en troncos que descomponen e incluso en arboles vivos que están débiles o viejos, acabando con ellos.

En musgos y zonas húmedas, entre hojarasca de diversos árboles, sobre las propias hojas, en abetal y en primavera, donde hemos localizado diversas especies de Morchella o colmenilla que tenemos pendiente de ver su ADN, dado que hay un gran lio con este género y en estos momentos no es fácil su determinación.

En terrenos diversos de bosque y praderíos. Algunos son comestibles bien conocidos. También hasta en excrementos de diversos animales, corzos, jabalís y vacas. Otros están en zonas altas ligados a turberas, Salix y Dryas.

Lugares de búsqueda

Hemos dividido el estudio por cuencas hidrográficas, incluyendo también la del rio Ara.

- Bujaruelo (cuenca del rio Ara)
- Ordesa (cuenca del rio Arazas)
- Añisclo (cuenca del rio Bellós)
- Escuain (cuenca del rio Yaga)
- Pineta (cuenca del rio Cinca)

Hemos tenido en cuenta las diversas cuencas del Parque, incluido Bujaruelo y Cornato en Pineta y también zonas de altura como Puerto de Bujaruelo, Faja de Pelay, Portiello de Tella y desde Cuello Gordo a los Llanos de Millaris.

Además de citar el lugar y municipio, marcamos localizaciones y anotamos la cuadricula y altitud. Visitamos varias paradas en Bujaruelo y principalmente en Ordesa. Visitamos Añisclo, Revilla, Escuain y Pineta tanto el hayedo del Parque como el abetal del Cornato.

En estos 3 años hemos visitado el parque 132 días, que teniendo en cuenta que en ocasiones éramos varios componentes repartidos por diversos lugares, equivale a contabilizar 335 visitas individuales.

Resultados

- Total de especies determinadas 700 (con más de 1200 recolectas),
- Especies 1ª cita nacional 22 (al menos no hemos encontrado documentación donde se citen)
- Especie Nueva para la Ciencia 2. (Ver enlace en publicación de revista Persoonia)
- Especies en propuestas de listas rojas 17 (borradores de propuesta nacional y de Aragón)
- Especies indicadoras de bosques maduros 11, al menos
- Así como bastantes especies raras y escasas.
 - Especies Nuevas para la ciencia (publicadas en la revista Persoonia. Ver enlace)
 Elaphomyces barrioi
 Elaphomyces quercicola



Elaphomyces barrioi

Elaphomyces quercicola

Primeras citas nacionales

Calonectria frullaniae

Cupulina montana

Clitocybe houghtonii

Cortinarius parelegantior

Dermea morthieri

Elaphomyces barrioi

Elaphomyces quercicola

Encoeliopsis rhododendri

Gautieria retirugosa

Gautieria villosa

Hebeloma geminatum

Inocybe coelestium

Inocybe tricolor

Ophiostoma polyporicola

Peziza ninguis

Peziza nivalis

Peziza nivis

Plicariella scabrosa

Ramaria ochrochlora

Russula adulterina

Steccherinum robustius

Tricholoma ilkkae



Tricholoma ilkkae

En listas rojas

Boletopsis grisea

Gautieria villosa

Caloscypha fulgens

Clavicorona cristata

Coprinopsis martinii

Cortinarius caperatus

Craterellus melanoxeros

Dentipellis fragilis

Entoloma pluteisimilis

Ischnoderma resinosum

Phlebia nothofagi

Pycnoporellus fulgens

Thuemenidium atropurpureum

Gomphidius roseus

Gomphus clavatus

Ramaria botrytis

Ramariopsis crocea

Sarcoscypha jurana



Gomphus clavatus

Cortinarius caperatus

(a destacar que *Gomphus clavatus*, que está en Cornato con cierta abundancia, es el único lugar citado de Aragón y junto con *Cortinarius caperatus* se consume en el valle, con el consiguiente peligro de desaparecer).

Especies indicadoras de bosques maduros

De especial interés las especies de bosques maduros, que indican una buena conservación

Annulohypoxylon cohaerens

Dentipellis fragilis

Eutypa spinosa

Flammulaster limulatus

Ischnoderma resinosum

Pycnoporellus fulgens

Lentinellus ursinus

Mycoacia nothofagi

Pholiota squarrosoides

Phyllotopsis nidulans

Stereum subtomentosum



Pholiota squarrosoides

Pycnoporellus fulgens

Publicaciones

- Además de los informes anuales al Parque, hemos entregado informe final con tabla Excel donde figuran todas las recolectas determinadas, así como todos sus datos de localización. También hemos entregado las exicatas y estos datos al IPE para guardarlas en Herbario JACA y se incorporen en su día al Atlas Micológico de Aragón.
- En 2016 publicamos en la revista Pirineos del C.S.I.C. el 1º trabajo correspondiente al año 2014

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD FÚNGICA DEL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO I

(http://pirineos.revistas.csic.es/index.php/pirineos/issue/view/30)

- En 2017 acabamos de publicar el 2º correspondiente a 2015

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD FÚNGICA DEL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO II

(http://pirineos.revistas.csic.es/index.php/pirineos/issue/view/31)

- y esperamos publicar al menos un 3º en 2018 año del centenario. Se pueden ver y bajar PDF de ambos.
 - Como puede verse, no se trata solo de un catálogo de especies y su localización, sino que a la vez se describen varias especies de más interés, con todos los datos de su estudio científico.
- También se han publicado las 2 especies Nuevas en la revista Persoonia (junto con otras recolectas de otros lugares) y se pueden ver y bajar PDF en el enlace.

http://www.ingentaconnect.com/content/nhn/pimj/pre-prints/content-nbc-persoonia-402

Conclusiones

La riqueza fúngica del Parque es enorme. Teniendo en cuenta que más del 90% de los vegetales son micorrízicos, a veces centenares de especies de hongos coexisten entorno a las raíces de un mismo árbol y se han llegado a identificar por expertos hasta 350 especies de hongos alrededor de las raíces de un solo ejemplar de haya. Los expertos estiman que por cada especie vegetal puede haber 10 especies de hongos. Y creo que en Ordesa hay censadas al menos 1500 especies vegetales. Así que hace falta muchos más años y especialistas para hacer un catálogo más amplio de lo que nosotros hemos podido realizar, que es bastante. Y por supuesto dedicar medios y una partida económica a ello.

En los trabajos publicados, hacemos referencia a las personas y organismos a los que agradecemos su colaboración. No obstante aquí quiero agradecer particularmente a la Guardería del Parque su ayuda logística, para acercarnos más fácilmente a algunos lugares de búsqueda.

A Daniel Gomez del Instituto Pirenaico de Ecología, por abrirnos las puertas del afamado Herbario JACA para depositar nuestras exicatas, que ojalá sirva para continuar y ser el respaldo al Atlas Micológico de Aragón. Y a Teodoro Lasanta por facilitarnos la publicación de los trabajos en la revista Pirineos del CSIC.



CONTACTOS DE LOS AUTORES

 Composición, origen y efectos de las partículas atmosféricas que se depositan en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido en el marco de los proyectos DONAIRE y AERONIVAL.

Jorge Pey Betrán Instituto Geológico y Minero de España (IGME) C/Manuel Lasala, 44. 9º B, 50.006. Zaragoza, España Teléfono: 976 555 153

Correo electrónico: <u>j.pey@igme.es</u>

2. Estimación de la recarga mediante modelización numérica del balance de agua en el suelo en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

Luis Javier Lambán Jiménez
Jefe de la Unidad de Zaragoza
Científico Titular de OPIS
Instituto Geológico y Minero de España (IGME)
C/Manuel Lasala, 44. 9ºB, 50.006. Zaragoza, España
Teléfono: 976 467 088 (directo) y 976 555 153
Correo electrónico: javier.lamban@igme.es
http://es.linkedin.com/pub/luis-javier-lambán-jimenez/89/5a6/560/

3. La red REPLIM: Lagos y Turberas como Observatorios del Cambio Climático en el Pirineo.

Blas Valero Garcés Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC) Avda. Montañana 1005 Zaragoza 50059, España Teléfono: 656 639 691

Correo electrónico: blas@ipe.csic.es

http://www.ipe.csic.es/valero-garces-blas-l http://www.lincg.uc-csic.es

4. Video La memoria perdida del agua-Lagos y hielo en los Pirineos. IGME-IPE, CSIC, PNOMP, OAPN y Geoparque de Sobrarbe.

Pilar Mata Campo Dpto. Investigación en Recursos Geológicos Instituto Geológico y Minero de España (IGME) La Calera 1, 28760 Tres Cantos, Madrid, España

Teléfono: 34 91 7287256

Correo electrónico: p.mata@igme.es

5. Controles morfológicos de los Ríos en Roca del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

Jose A. Ortega Becerril
Departamento de Geología y Geoquímica
Facultad de Ciencias
Universidad Autónoma de Madrid
Francisco Tomás y Valiente, 7, Madrid
Teléfono: 91 497 38 33 / 622 533 232
Correo electrónico: j.ortega@uam.es

6. Monitorización del glaciar de Monte Perdido: resultados de la campaña de 2017.

Esteban Alonso González
Dep. Procesos Geoambientales y Cambio Global
Instituto Pirenaico de Ecología, C.S.I.C
Avda. Montañana 1005
Zaragoza 50059, España
Teléfono: 0034 976 369 393 ext. 880 036
Correo electrónico: e.alonso@ipe.csic.es

http://www.ipe.csic.es/lopez-moreno-j.i.

Video cartografía con dron del Glaciar de Monte Perdido

Alfredo Serreta Oliván
UIMP-Pirineos
Director de la sede Pirineos de la
Universidad Internacional Menéndez Pelayo
EPSH
Carretera de Cuarte s/n
22071 Huesca, España
Teléfono: 974 239 333, Móvil: 686 552 702

Correo electrónico: <u>aserreta@uimp.es</u> http://www.uimp.es/sedes/pirineos.html

7. Parcelas permanentes de seguimiento de la dinámica forestal en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

Oscar Schwendtner Bioma-forestal Polígono Parque Empresarial La Muga, 9, oficina 5, 31160 Orcoyen, Navarra, España Teléfono: 628 675 689

Correo electrónico: <u>oskar@biomaforestal.es</u> http://www.biomaforestal.es/index.php/es/

8. Plantas raras, amenazadas o indicadoras: dinámica y papel en la conservación de la diversidad. Video "Adopta una planta".

Begoña García González Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC)

Apdo. 13034

50080 Zaragoza, España

Teléfono: +34 976 369393 ext. 880 051 Correo electrónico: mariab@ipe.csic.es

http://www.ipe.csic.es/web/ipe-instituto-pirenaico-de-ecologia/garciagonzalez

9. Dinámica de la vegetación a vista de pájaro: la secuencia palinológica del ibón de Marboré.

Penélope González Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC)

Apdo. 13034

50080 Zaragoza, España

Teléfono: +34 976 369 393 ext. 880 051 Correo electrónico: pgonzal@ipe.csic.es

http://www.ipe.csic.es/web/ipe-instituto-pirenaico-de-ecologia/

10. Retos para la conservación de pastos frente al calentamiento global.

Concepción L. Alados y Miguel Castillo. Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC)

Avda. Montañana 1005 50059 Zaragoza, España

Teléfono: +34 976 369 393 ext. 880 046

Fax: +34 974363222

Correo electrónico: alados@ipe.csic.es

http://www.ipe.csic.es/web/ipe-instituto-pirenaico-de-ecologia/

11. Seguimiento y evaluación de la sostenibilidad de Parques Nacionales. Resultados del proyecto Dissesglob.

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

Teléfono: + 34 876 553 911

Fax: + 34 976 761 506

Correo electrónico: pibarra@unizar.es

http://geoforest.unizar.es http://geografia.unizar.es

12. La cueva de Coro Trasito (Tella-Sin) uno de los primeros asentamientos pastoriles en la periferia del PNOMP.

Dr. Ignacio Clemente Conte

Departamento de Arqueología y Antropología

CSIC- Institución Milá y Fontanals (IMF)

C/ Egipcíaques 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

Teléfono: 649 918 841

Correo electrónico: ignacio@imf.csic.es

www.imf.csic.es

Javier Rey Lanaspa

Gobierno de Aragón. Dpto. Educación, Cultura y Deporte

Dirección General de Cultura y Patrimonio Teléfono: 976 715 494 / 607 283 508

Correo electrónico: jreyla@aragon.es

13. El Puerto Bajo de Góriz (Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido). Ocupación y explotación de un paisaje de alta montaña desde la Prehistoria hasta el siglo XX.

Rafael Domingo Martínez Investigador Ramón y Cajal Área de Prehistoria Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Zaragoza Pedro Cerbuna, 12. 50009 Zaragoza

Teléfono: (34)976762057 - 974292583

Correo electrónico: laborda@unizar.es; rafaellaborda@gmail.com

www.unizar.es/ppve

14. Biodiversidad fúngica del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

Francisco Serrano Ezquerra Coordinador equipo Ordesa 2014 Cno. Puente Virrey 6, 4ª, 50008 Zaragoza

Teléfono: 660 678 923

Correo electrónico: francisco@setasysitios.com

www.setasysitios.com

TRÍPTICO

JUEVES 14 DE DICIEMBRE

2014.

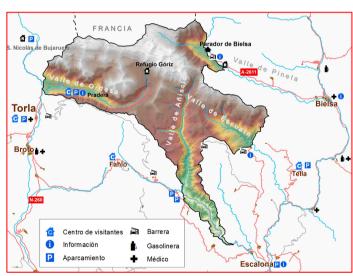
17:00 - 17:30-. El Puerto Bajo de Góriz (Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido). Ocupación y explotación de un paisaje de alta montaña desde la Prehistoria hasta el siglo XX. Rafael Domingo. UZ. 17:30 - 18:00- Biodiversidad fúngica del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Paco Serrano. Coordinador equipo Ordesa





LUGAR DE REALIZACIÓN



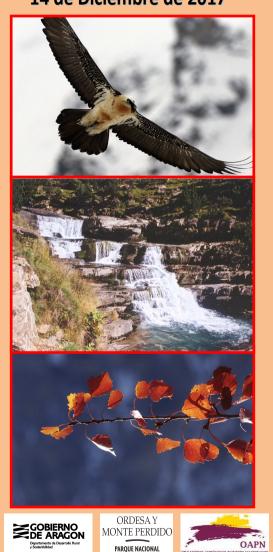


INFORMACION

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

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

14 de Diciembre de 2017









ANTECEDENTES

Por tercera 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 (PNOMP), 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 y trabajos de seguimiento ecológico 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 del a naturaleza, monitores, informadores, celadores...

JUEVES 14 DE DICIEMBRE

9 - 9:30- Composición, origen y efectos de las partículas atmosféricas que se depositan en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido en el marco de los proyectos DONAIRE y AERONIVAL. Jorge Pey. IGME.
9:30 - 10:00- Estimación de la recarga mediante modelización numérica del balance de agua en el suelo en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Javier Lambán.
IGME.

10:00 - 10:30- La red REPLIM: Lagos y
Turberas como Observatorios del Cambio
Climático en el Pirineo. Blas Valero, IPE, CSIC.
10:30 - 11:00- Video La memoria perdida
del agua—Lagos y hielo en los Pirineos. IGMEIPE, CSIC, PNOMP, OAPN y Geoparque de
Sobrarbe, Pili Mata, IGME.

11:00 - 11:30 Café

11:30 - 12:00- Controles morfológicos de los Ríos en Roca del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. José Ortega. UAM. 12:00 - 12:30- Monitorización del glaciar de Monte Perdido: resultados de la campaña de 2017. Video Cartografía con dron del Glaciar de Monte Perdido. Esteban Alonso. IPE, CSIC y Alfredo Serreta, UZ.

JUEVES 14 DE DICIEMBRE

12:30 – 13:00- Parcelas permanentes de seguimiento de la dinámica forestal en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Oscar Schwendtner. Biomaforestal.

13:00- 13:30- Plantas raras, amenazadas o indicadoras: dinámica y papel en la conservación de la diversidad. Video "Adopta una planta". Begoña García. IPE, CSIC.

13:30- 14:00-. Dinámica de la vegetación a vista de pájaro: la secuencia palinológica del ibón de Marboré. Penélope González. IPE, CSIC.

14:00 - 15:30 Comida

15:30- 16:00- Estudio para la conservación de los pastos en el PNOMP. Concepción L. Alados y Miguel Castillo. IPE, CSIC.

16:00 - 16:30 Seguimiento y evaluación de la sostenibilidad de Parques Nacionales. Resultados del proyecto DISSESGLOB. Paloma Ibarra, UZ.

16:30 - 17:00-. La cueva de Coro Trasito (Tella-Sin) uno de los primeros asentamientos pastoriles en la periferia del PNOMP. Javier Rey (DGA) e Ignacio Clemente (IMF, CSIC).