



*Proyectos de investigación en parques nacionales: 2009-2012*

## INTERACCIÓN ENTRE CLIMA Y OCUPACIÓN HUMANA EN LA CONFIGURACIÓN DEL PAISAJE VEGETAL DEL PARQUE NACIONAL DE AIGÜESTORTES I ESTANY DE SANT MAURICI A LO LARGO DE LOS ÚLTIMOS 15.000 AÑOS

JORDI CATALAN<sup>1,2</sup>, ALBERT PÈLACHS<sup>3</sup>, ERMENGOL GASSIOT<sup>4</sup>,  
FERRAN ANTOLÍN<sup>4,5</sup>, ANNA BALLESTEROS<sup>6</sup>, MERITXELL BATALLA<sup>7</sup>,  
FRANCESC BURJACHS<sup>6,8</sup>, TERESA BUCHACA<sup>2</sup>, LLUÍS CAMARERO<sup>2</sup>,  
IGNACIO CLEMENTE<sup>9</sup>, XAVIER CLOP<sup>4</sup>, DAVID GARCÍA<sup>4</sup>, SANTIAGO GIRALT<sup>10</sup>,  
LAIA JORDANA LLUCH<sup>3</sup>, MARCO MADELLA<sup>9</sup>, NICCOLÒ MAZZUCO<sup>9</sup>,  
ELENA MUR<sup>3</sup>, MIQUEL NINYEROLA<sup>7</sup>, LAURA OBEA<sup>4</sup>, JOAQUIM OLTRA<sup>4</sup>,  
RAMON PÉREZ-OBÍOL<sup>7</sup>, RAQUEL PIQUÉ<sup>4</sup>, SERGI PLA-RABÉS<sup>1,2</sup>,  
CARLOS RIVERA RONDÓN<sup>2,11</sup>, JOSEP MANEL RODRÍGUEZ<sup>7</sup>, DAVID RODRÍGUEZ<sup>4</sup>,  
ALBERTO SÁEZ<sup>12</sup> Y JOAN MANUEL SORIANO<sup>3</sup>

### RESUMEN

El paisaje vegetal del Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici es el resultado de la interacción entre clima, dinámica propia de la vegetación y la ocupación humana del territorio. El proyecto OCUPA tuvo como objetivo reconstruir esta interacción a lo largo de los últimos milenios combinando métodos de paleoecología y arqueología. El estudio se centró principalmente en el valle de Sant Nicolau y se fundamentó en el análisis multidisciplinar del archivo sedimentario de los dos lagos (Llebre y Redó) y una serie de yacimientos arqueológicos ubicados en refugios y al aire libre. Hay evidencia arqueológica de la presencia humana desde 9000 cal BP, y un registro continuo desde 7500 cal BP. En las primeras etapas, transformaron sólo el entorno inmediato de los refugios ocupados. Las herramientas líticas indican contactos con áreas tan lejanas como la llanura del Ebro. Desde hace más de 3.000 años, el impacto humano sobre la vegetación ha continuado sin interrupción hasta la actualidad. En un principio, los impactos estuvieron en su mayoría relacionados con la ganadería: uso del fuego

<sup>1</sup> CREA, Cerdanyola del Vallès 08193, j.catalan@creaf.uab.cat.

<sup>2</sup> Centre d'Estudis Avançats de Blanes, CSIC, Blanes 17300, catalan@ceab.csic.es.

<sup>3</sup> Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès 08193.

<sup>4</sup> Departament de Prehistòria, Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès 08193.

<sup>5</sup> IPNA/IPAS, Universitat Basel, Basilea, Suïza.

<sup>6</sup> Àrea de Prehistòria, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona 43002.

<sup>7</sup> Unitat de Botànica, Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès 08193.

<sup>8</sup> ICREA a l'Institut de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES), Tarragona 43007.

<sup>9</sup> Institució Milà Fontanals, CSIC, Barcelona 08001.

<sup>10</sup> Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera, CSIC, Barcelona 08028.

<sup>11</sup> Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

<sup>12</sup> Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines, Universitat de Barcelona, Barcelona 08028.





CATALAN, J. Y COLS.

«Interacción entre clima y ocupación humana en la configuración del paisaje vegetal»

para abrir áreas de pastoreo, erosión del suelo por el ganado, y eutrofización de las aguas. El impacto de la agricultura en la parte baja del valle (por ejemplo, Llebreja) empezó alrededor de 2.100 años atrás, aunque algunos granos de cereales y herramientas para la cosecha se han encontrado incluso para el Neolítico. En la época bajo medieval, el impacto fue mucho mayor que durante los últimos siglos. En general, se puede concluir que los cambios en el uso del espacio por los humanos, aproximadamente, siguen los grandes cambios del clima, pero el vínculo causal específico está probablemente relacionado con la dinámica social y cultural de un territorio mucho más amplio, ya desde el Neolítico.

**Palabras clave:** Clima del pasado, vegetación, impacto humano en el paisaje, paisaje de alta montaña, Holoceno, Tardiglacial

## SUMMARY

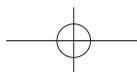
The vegetation of the National Park of Aigüestortes i Estany de St Maurici is the result of an interaction between climate, plant community dynamics and the human occupation of the territory. The OCUPA project aimed to reconstruct this interaction across the last millennia combining methods from palaeoecology and archaeology. The study focused primarily on the Sant Nicolau valley and built on the multidisciplinary analysis of the sedimentary archive of two lakes (Llebreja and Redó) and a number of archaeological sites located in shelters and outdoors. There is archaeological evidence of human presence since 9000 yr cal BP, and a continuous record since 7500 yr cal BP. At early stages, humans transformed the surroundings of the shelters occupied and lithic tools indicate contacts with locations far away (i.e., the Ebro plains). Since more than 3000 years ago, there has been human impact on the vegetation without interruption until present. Initially, the impacts were mostly related to livestock: use of fire to open grazing lands, soil erosion and, during the medieval period, forestry and eutrophication of lakes. The agriculture impact in the lower part of the valley (e.g., Llebreja) occurred about 2100 yr ago, although some cereal grains and tools for harvesting have been found for the Neolithic. In the medieval period, the impact was higher than during the last centuries. In general, the changes in the human land use approximately follow the major changes in climate, but the specific causal link is likely related to the social and cultural dynamics of a broader territory since the Neolithic.

**Key words:** Past climate, vegetation, past human impact, high mountain landscape, Holocene, Late Glacial.

## INTRODUCCIÓN

La concepción de lo que debe ser la conservación de la naturaleza y como se debe llevar a cabo ha ido cambiando desde que se aceptó como uno de los objetivos de la sociedad moderna. A pesar de ello, el término conservación en sí mismo (y también otros de alternativos) lleva implícito una alusión a un referente, aquello que se quiere conservar. En ocasiones, este referente se construye en base a conocimientos, o simplemente a prejuicios científicos o técnicos, «aquello que debería ser», alternativamente se recurre a la histo-

ria, «aquello que fue originalmente». Tanto una aproximación como la otra, generalmente, pecan de falta de perspectiva sobre la realidad de la dinámica natural del territorio que deben gestionar. No es fácil aplicar conceptos generales, necesariamente simplificaciones de la realidad, a espacios naturales concretos llenos de complejidad y, por otro lado, el registro histórico bien documentado es muy limitado, y se degrada y difumina hacia el pasado hasta perderse en la pura especulación. La reconstrucción explícita, en el tiempo y en el espacio, de cómo eran y como han ido cambiando los espacios naturales a lo largo del



*Proyectos de investigación en parques nacionales: 2009-2012*

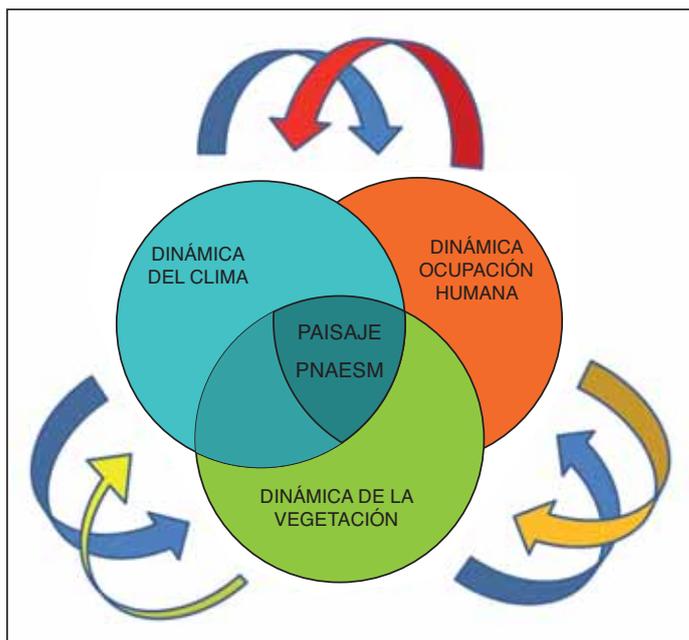
tiempo, basándonos en registros y evidencias acumulados y retenidos en el propio espacio, puede ser una buena herramienta para mejorar esas referencias necesarias para la toma de decisiones en la gestión de los espacios. El paisaje de nuestros espacios naturales está fuertemente humanizado, aunque en algunos de ellos no sea nada aparente en una primera inspección. Esta humanización también ha dejado su rastro. Sin embargo, raramente se utilizan, con una misma finalidad y en un mismo proyecto, técnicas propias del estudio de la actividad humana (arqueología) y técnicas de estudio de la dinámica de la naturaleza (paleoecología) para la reconstrucción del pasado (DEARING *et al.* 2006). En el proyecto OCUPA combinamos esta doble aproximación para reconstruir el cambio del paisaje vegetal en el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici (PNAESM) a lo largo de los últimos

15.000 años y analizar el papel relativo de los motores de este cambio: clima, actividad humana y dinámica interna de las comunidades vegetales (Figura 1). La finalidad última era mejorar el marco de referencia para la gestión del espacio, con una mejor comprensión de la dinámica natural y la interacción establecida con la sociedad a lo largo de la historia de ocupación humana de ese territorio. Eventualmente, esa referencia puede dar algunas claves de cómo afrontar los procesos de cambios locales desencadenados por la modificación del clima global por la actividad humana desde la industrialización.

La influencia de clima, dinámica interna de los ecosistemas y actividad humana sobre la configuración del paisaje vegetal de un territorio no es equitativa, está naturalmente jerarquizada. No obstante, la visión de cómo es esta jerarquía ha

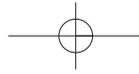
ido cambiando con el tiempo. Tradicionalmente se daba al clima un papel preponderante y determinante de la dinámica vegetal e incluso de la ocupación humana. Poco a poco, se ha ido dando mayor relevancia a los efectos retroactivos entre unos y otros. Es obvia la influencia de la ocupación humana en territorios fuertemente aprovechados; pero también se ha reconocido cómo a escala regional la vegetación influye sobre el clima de esta región y, más recientemente, cómo las emisiones relacionadas con la actividad humana en la sociedad moderna están modificando el clima a escala planetaria. Este último hecho debe constituir la principal preocupación para nuestros espacios naturales en un futuro en el que ya estamos inmersos; pero para valorarlo en su justa medida hay que comprender cuál ha sido la relación entre los tres factores en tiempos históricos (Figura 1).

Desde una visión dinámica de los ecosistemas, la unidad básica del paisaje es la cuenca hidrográfica



**Figura 1.** El paisaje vegetal resulta de la interacción entre clima, la propia dinámica interna de los ecosistemas terrestres y los efectos de la ocupación humana del territorio. Esto se aplica a cualquier espacio y en el proyecto OCUPA se analizó el caso concreto del Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici durante los últimos 15.000 años, utilizando métodos de arqueología y paleoecología.

**Figure 1.** Vegetation landscape results from the interaction of climate, ecosystem development dynamics, and human land occupation impacts. This general view has been applied in the OCUPA project to the vegetation reconstruction of the National Park of Aigüestortes i Estany de Sant Maurici across the last 15,000 years.



CATALAN, J. Y COLS.

«Interacción entre clima y ocupación humana en la configuración del paisaje vegetal»

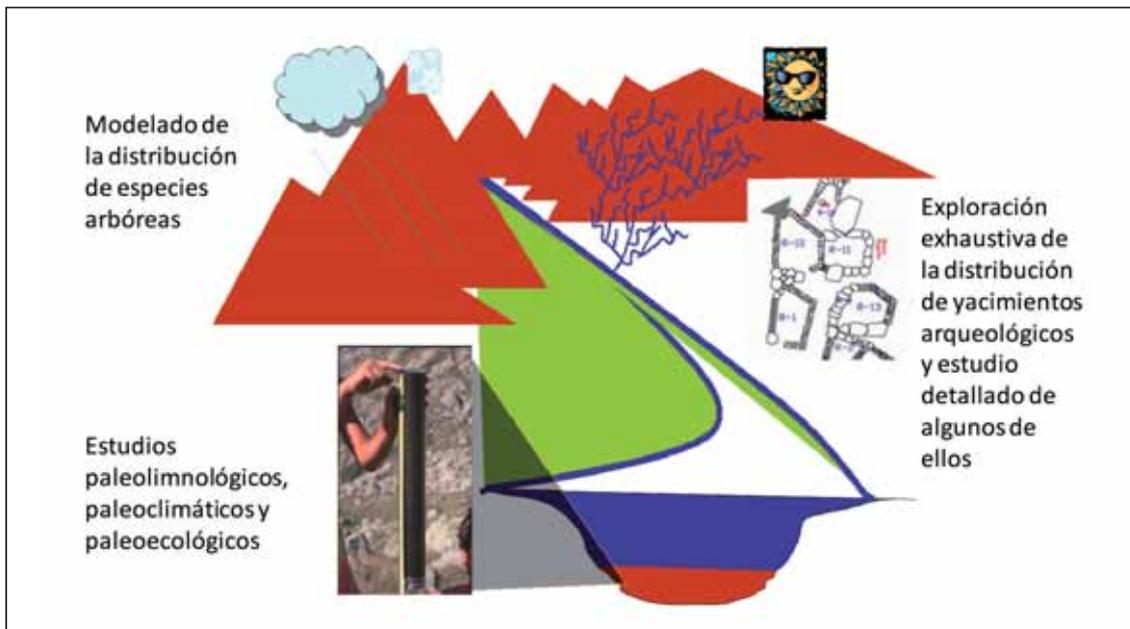
(Figura 2). En ella se organiza el flujo de materiales por la acción de la gravedad, condicionado por el relieve, y la influencia atmosférica percola a través de los ecosistemas, dejando su huella en el transporte de materiales por la red hidrográfica, la cual, en el tipo de valles que contemplamos, deja finalmente un archivo cronológico en los sedimentos de los lagos. Las técnicas de paleolimnología permiten una reconstrucción, siempre parcial y condicionada, de los procesos y factores que han determinado ese registro. En la cuenca, además quedan los vestigios de la actividad humana en su forma más primaria, los yacimientos arqueológicos. Dónde se localizan y en qué número y extensión, qué materiales encontramos en ellos, de dónde provienen esos materiales y qué usos se les daba son elementos que permiten valorar la influencia de esta ocupación en el uso y conformación del paisaje. Tanto paleolimnología, como arqueología brindan hechos, pero son parciales en su carácter y en la resolución espacial y temporal. El ejercicio de recons-

trucción se puede completar con el modelado numérico que extrapole esas observaciones al comportamiento de otras variables en el tiempo (por ejemplo, climáticas) o en el espacio (por ejemplo, distribución de especies). El modelado no es sólo un ejercicio de representación, también de análisis, porque los hechos a veces admiten más de una interpretación, algunas de las cuales pueden desecharse cuando se interpreta de forma cuantitativa. Nuestro estudio parte de esta visión y toma como cuenca modelo el Valle de Sant Nicolau en el oeste del PNAESM (Figura 3), aunque ocasionalmente se utilizó información de otras cuencas próximas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

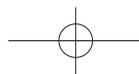
### Prospecciones arqueológicas

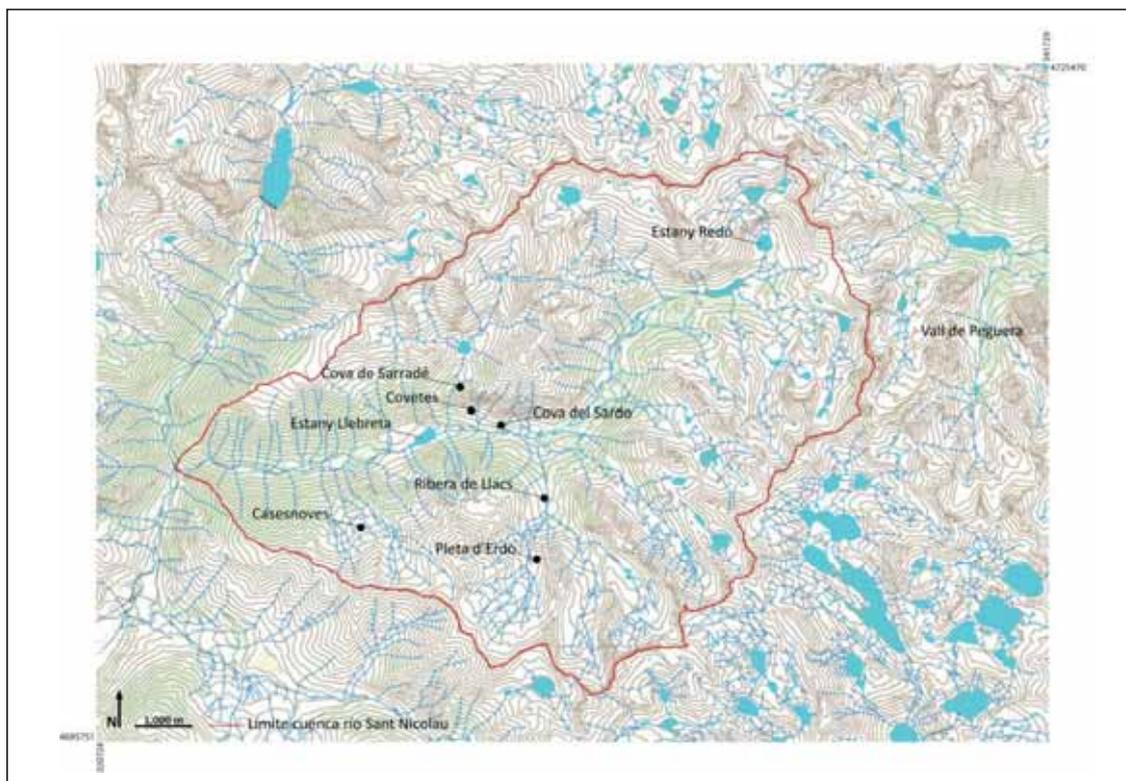
Las prospecciones arqueológicas que se realizaron dentro del proyecto enlazaron con las que se



**Figura 2.** La cuenca hidrográfica es el elemento básico de paisaje donde se produce la interacción entre clima, vegetación y uso del territorio. En nuestro estudio hemos utilizado el registro del sedimento de los lagos, los yacimientos arqueológicos y el modelado de la distribución de las especies arbóreas actuales para reconstruir los cambios en la cuenca del Valle de Sant Nicolau dentro del PNAESM.

**Figure 2.** Catchments are the basic landscape unit where interaction between climate, vegetation and human land use takes place. In our study we have used lake sediment archives, archaeological sites and modelling of tree species distribution to reconstruct the changes in the catchment of the Sant Nicolau valley of the PNAESM.





**Figura 3.** Cuenca del río Sant Nicolau en la mitad oeste del PNAESM. Se indican los lagos utilizados para los estudios paleolimnológicos (Llebreia y Redó) y los principales puntos de prospección arqueológica.

**Figure 3.** Sant Nicolau watershed in the western part of the PNAESM. Lakes (Llebreia and Redó) and main archaeological sites studied are indicated.

estaban realizando desde 2004 en otros valles del PNAESM (GASSIOT 2009). Se priorizó el reconocimiento extensivo no dirigido del terreno (Figura 4), adaptado a la orografía y otros condicionantes de su superficie; para ello se procedió al peinado pedestre del terreno, sin excluir *a priori* ninguna zona salvo aquellas inaccesibles, por parte de un equipo de unas ocho personas durante distintas campañas. Los diferentes vestigios de origen antrópico identificados se georeferenciaron por GPS, se describieron mediante formularios y documentaron gráficamente mediante fotografías, dibujos y, ocasionalmente, levantamientos topográficos (Figura 5). El desarrollo de las prospecciones no dirigidas fue precedido de un estudio detallado de la zona mediante un análisis toponímico, de imágenes aéreas y geológico con el fin de detectar puntos de previsible interés arqueológico. La información

derivada de estas actividades se integró en una base de datos. En algunas ocasiones se emprendió una evaluación del subsuelo, con el fin de a) confirmar la posible existencia de trazas de ocupación humana (por ejemplo, en cavidades), b) obtener un primer diagnóstico de las características de la ocupación en determinados espacios mediante la documentación de contextos estratigráficos y la recuperación de materiales, c) evaluar la longitud, en términos relativos (recurrencia de ocupaciones) de la presencia humana y d) extraer muestras aptas para la datación de  $C^{14}$  y obtener cronologías absolutas. Estas exploraciones consistieron en calas estratigráficas, excavaciones de extensión reducida (entre 0,5 y 1 m<sup>2</sup>), respetando y documentando la estratigrafía existente. En cada caso se tamizó el sedimento extraído y, a parte, se guardaron muestras del mismo. No se realizaron nuevas excavacio-



**Figura 4.** Distintas fases de las prospecciones arqueológicas.

**Figure 4.** Different activities of the archaeological prospections.

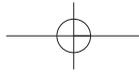
nes en extensión de yacimientos arqueológicos, pero el desarrollo analítico del proyecto contempló el estudio de los materiales procedentes de las excavaciones realizadas previamente en distintos abrigos (por ejemplo, Sardo, Sarradé, Covetes) del valle de Sant Nicolau (GASSIOT 2008; GASSIOT *et al.* 2010b). En el marco del proyecto, se realizaron 23 nuevas dataciones de  $C^{14}$  de 16 yacimientos arqueológicos distintos.

Los análisis de materiales líticos (Figura 6) incluyeron la caracterización de la materia prima, el análisis tecnológico de la pieza y la determinación de su uso (MAZZUCCO *et al.* 2013). El estudio de la cerámica arqueológica, principalmente sobre los conjuntos prehistóricos y medievales de la Cova del Sardo, se dirigió, por una parte a la determinación de la morfometría de los recipientes y la caracterización de los ajueres en cada fase de ocupación y, por otra, al análisis de los procesos tecnológicos implicados en su manufactura (origen y tratamiento de las materias primas empleadas, tipos de modelado y atmósferas

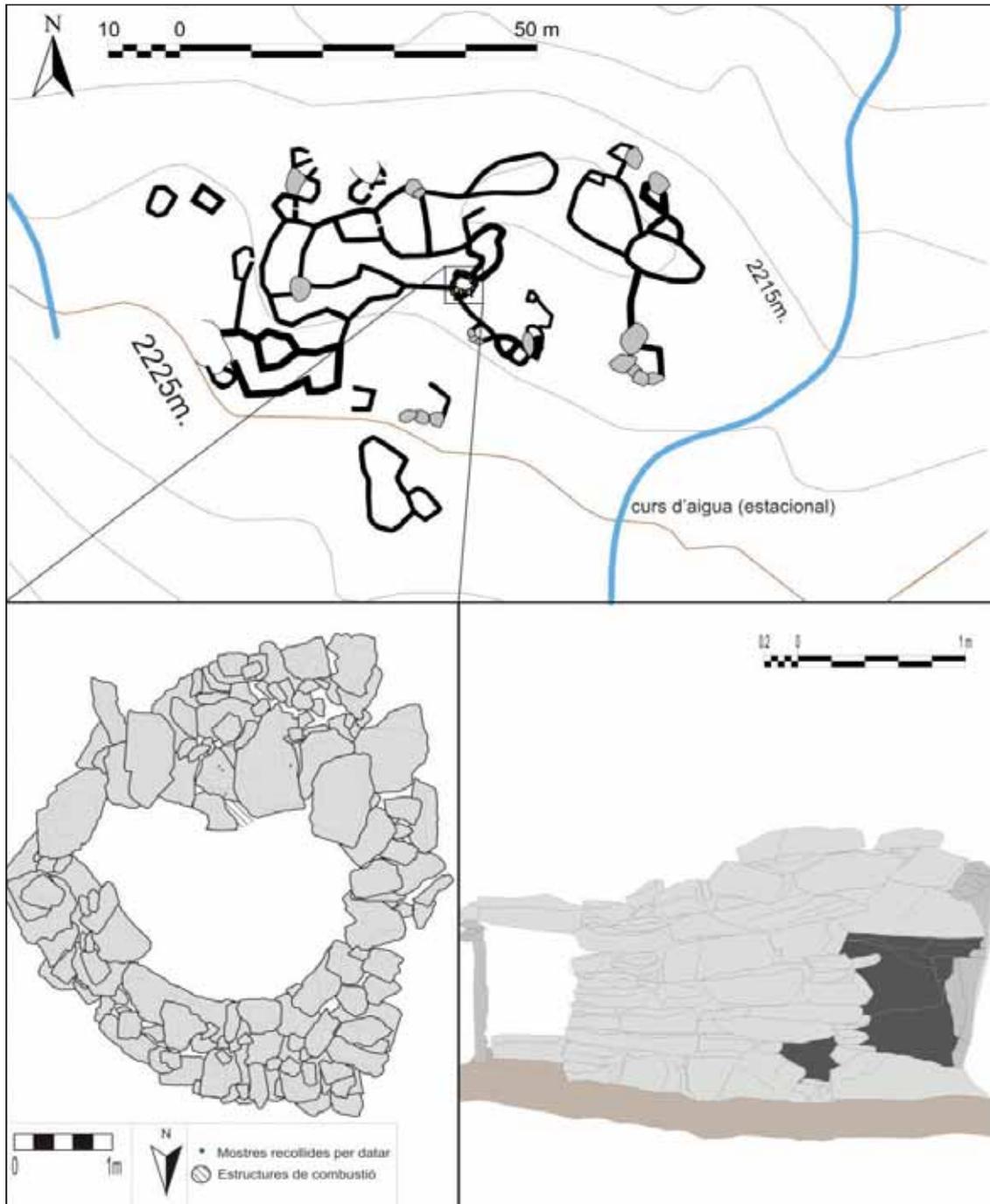
de cocción principalmente). Finalmente, de los niveles prospectados en la cueva del Sardo se realizaron estudios de semillas, polen, carbones y fitolitos (Figura 7). El análisis de fitolitos, restos de sílice opalino biogénico, sirve principalmente al estudio de la gestión y consumo de productos vegetales por parte de las sociedades prehistóricas. El interés de este tipo de analíticas radica en el hecho de que se incorporan al sedimento *in situ* (a diferencia del polen) dejando la evidencia silicificada de diferentes partes de las plantas, principalmente de gramíneas y sus formas domésticas, los cereales, que raramente dejan restos carbonizados (MADELLA & LANCELOTTI 2012).

#### Sondeo paleolimnológico del lago Llebre

El Llebre (Figura 3) es el lago situado a menor altitud (1.600 m) en la cuenca del río Sant Nicolau. En junio de 2010 se realizó un sondeo de los sedimentos del lago (Figura 8) con una sonda



Projectos de investigación en parques nacionales: 2009-2012



**Figura 5.** Yacimiento VB-019, Despoblat de Casesnoves. Arriba, planta general del asentamiento. Abajo a la derecha, planta de una de las cabañas sondeada. Abajo a la izquierda, alzado sudoeste de la cabaña con la puerta y el dintel conservados y las estructuras de combustión donde se recogieron muestras (en gris oscuro).

**Figure 5.** Site VB-019, Despoblat de Casesnoves. Above, settlement general map. Below right, plan of one of the cottages prospected. Below left, Southwest elevation of the cabin door and preserved lintel and combustion structures where samples were collected (in dark grey).



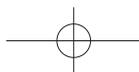


**Figura 6.** Ejemplos de materiales líticos analizados durante el estudio. Los números indican distintas fases de ocupación del abrigo (MAZZUCCO et al. 2013).

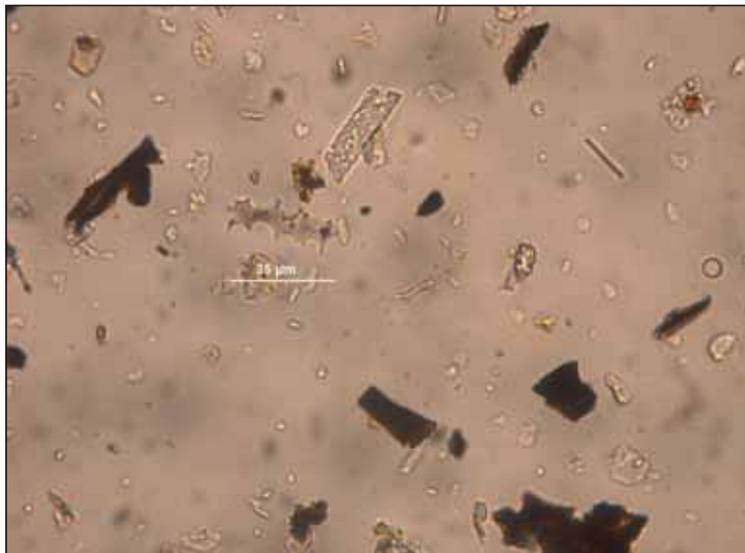
**Figure 6.** Lithic material examples analysed during the study. Numbers refer to different periods of the cave occupation (MAZZUCCO et al. 2013).

tipo Livingstone (UWITEC), que alcanzó los 9 m en su nivel máximo, sin que se llegara a la base del registro. Se realizó una primera caracterización de los sondeos extraídos con fotografía de alta resolución (Figura 8) y análisis elemental (cada 2 mm) mediante fluorescencia de rayos X (XRF). A partir de este estudio de alta resolución, se dividió el registro en 248 muestras para el análisis de otros componentes. El grosor de las secciones se hizo variable en función del contenido en titanio de la muestras, con el objetivo de obtener una mejor representación de los eventos de elevada deposición de materiales, un hecho singular en este registro, claramente visible en ins-

pección directa de una sección del sedimento (Figura 8). De cada una de estas muestras, la caracterización sedimentológica y geoquímica se completó con la determinación del contenido en materia orgánica y distintas especies minerales, estas últimas mediante difracción por rayos X (XRD). Se realizaron 25 dataciones con  $C^{14}$  a lo largo del sondeo de 9 m. La edad más antigua que se obtuvo fue de 3.540 años cal BP. La resolución media por muestra es de unos 15 años, menor a la incertidumbre de las dataciones. No obstante, existe una variación importante, entre tramos y entre segmentos. Finalmente, se analizaron distintos indicadores biológicos. Con rela-



Proyectos de investigación en parques nacionales: 2009-2012



**Figura 7.** Fitolito, posiblemente de cereal doméstico, procedente de una lámina del sedimento del hogar A-5B1 de la Cueva del Sardo, en el valle de Sant Nicolau (PNAESM), datado en 4700 cal BP.

**Figure 7.** Phytolith, likely from cereals, found in the A-5B1 fireside sediment in the Sardo Cave, Sant Nicolau valley (PNAESM), dated 4700 cal BP.

ción a indicadores algales, la composición de diatomeas y la abundancia de cistes de crisofíceas se estimaron por microscopía, y los pigmentos fotosintéticos subfósiles, analizados por cromatografía líquida (UPLC), se utilizaron para una caracterización general de los grupos principales. Finalmente, algunos géneros de clorófitas, con paredes resistentes a la descomposición, pudieron ser identificados en las muestras de polen. Como indicadores de cambios en vegetación, además del registro de polen se analizaron los macrorestos vegetales (Figura 9), los cuales son abundantes y están muy bien conservados en este registro, dado el régimen de avenidas que caracteriza el transporte. Finalmente, también se realizó un análisis de carbones como indicadores del régimen de incendios.

### Modelización

Se realizaron tres ejercicios de modelización: i) reconstrucciones de variables climáticas y de composición química del agua utilizando diatomeas (CATALAN *et al.* 2009) y cistes de crisofí-

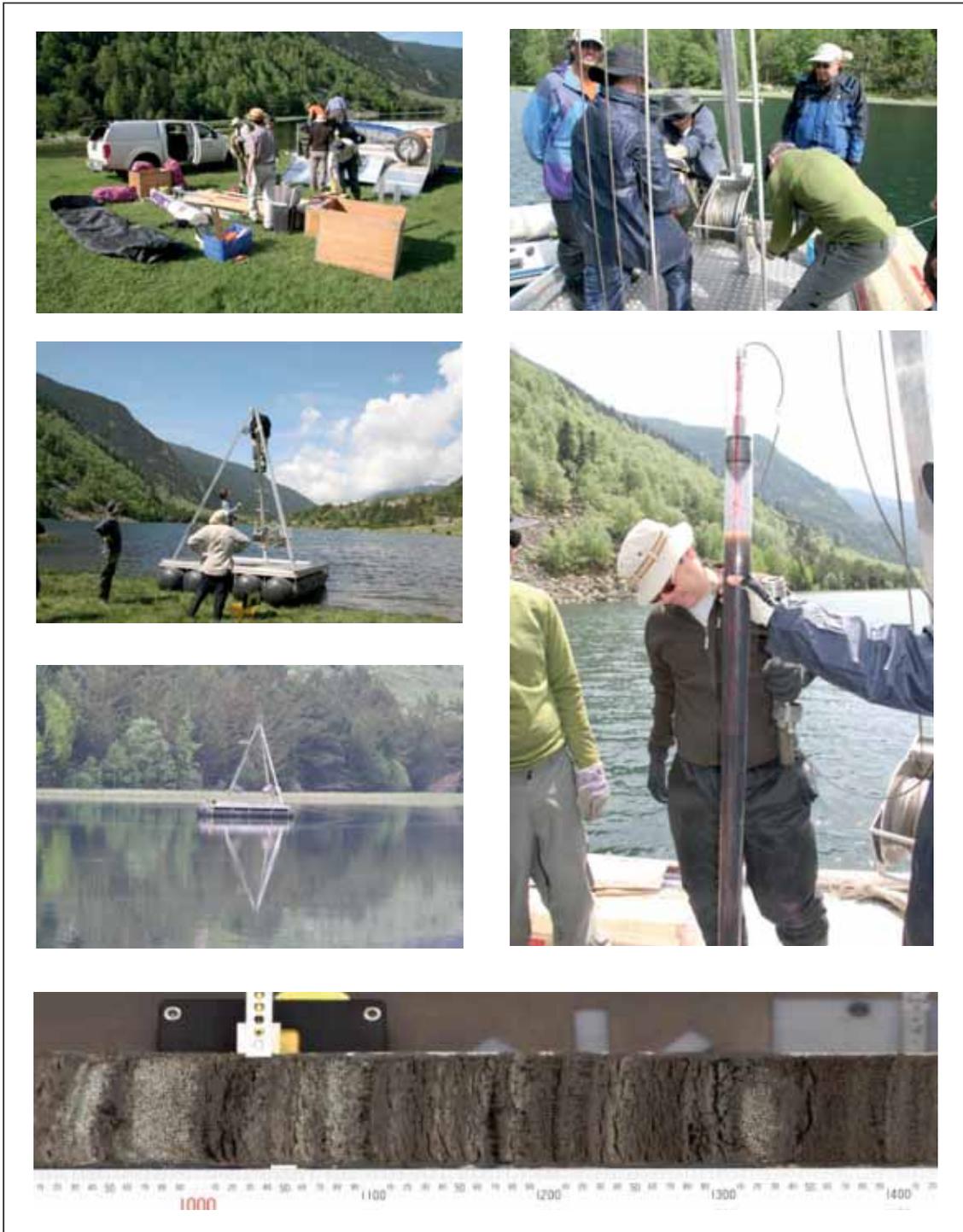
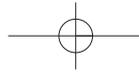
ceas (PLA *et al.* 2003); ii) reconstrucciones de variables climáticas utilizando el registro polínico (GUIOT 1990), y iii) reconstrucción de la distribución de especies arbóreas, modelando la distribución actual (THULLER *et al.* 2009) y simulando la del pasado a partir de las reconstrucciones climáticas (GUIOT *et al.* 2008). Para los modelos basados en diatomeas y cistes de crisofíceas se utilizó la base de datos del equipo que incluye información sobre algunos centenares de lagos de los Pirineos. Los modelos se aplicaron a las secuencias de los sondeos del lago Redó (2100 m s.n.m) y Llebrete (1600 m s.n.m) y Redon (2235 m s.n.m) en el vecino valle de Conangles (CATALAN *et al.* 2000; PLA

& CATALAN 2005). Para los modelos basados en polen se utilizó una base de datos polínicos del sedimento superficial de lagos europeos y norteafricanos combinado con datos meteorológicos de bases de datos internacionales. Finalmente, para los modelos de distribución de las especies arbóreas se utilizaron bases de datos de biodiversidad internacionales y del inventario forestal, así como datos climáticos de WorldClim. Los modelos se proyectaron sobre el espacio con una resolución de 90 m a partir de variables climáticas y topográficas extrapoladas a partir de registros meteorológicos de los Pirineos.

## RESULTADOS

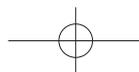
### El clima en el PNAESM a lo largo de los últimos 15.000 años

Nuestro objetivo era realizar una reconstrucción cuantitativa del clima. Tradicionalmente, esta se realiza a partir del registro polínico utilizando técnicas, generalmente, de análogos modernos.

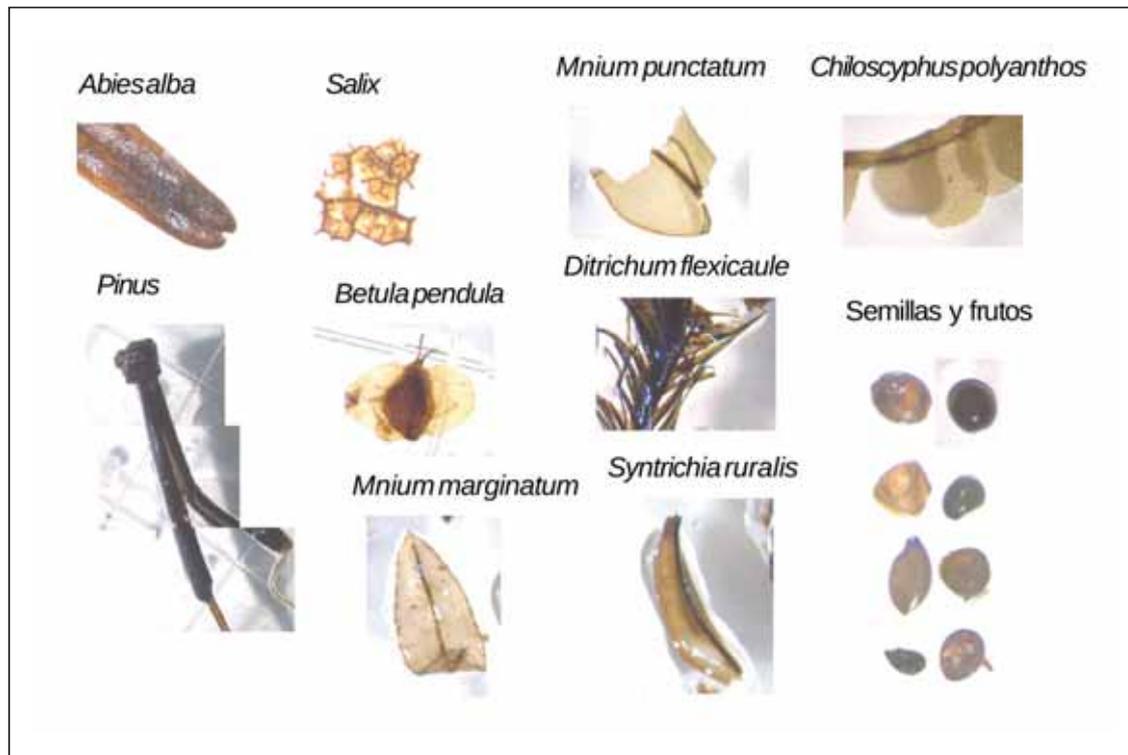


**Figura 8.** Distintas fases del sondeo del lago Llebreta, junio 2010. Fotografías: J.M. Soriano.

**Figure 8.** Lake Llebreta coring during June 2010. Photography: J.M. Soriano.



Proyectos de investigación en parques nacionales: 2009-2012

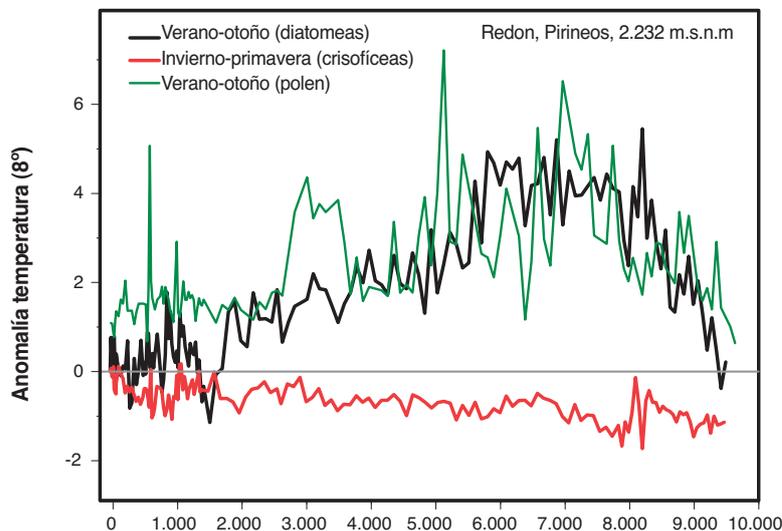


**Figura 9.** Distintos macrorestos vegetales presentes en el archivo sedimentario del lago Llebre, destaca la excelente preservación. Fotografías: A. Pèlachs.

**Figure 9.** Plant macrorests from Lake Llebre sediment archive; preservation is excellent. Photography: A. Pèlachs.

No obstante, el uso del polen conlleva posteriormente cierta circularidad, si se quiere relacionar con los cambios de vegetación, normalmente también inferidos a través del registro polínico. Para evitar en lo posible este problema, nuestra estrategia fue reconstruir el clima utilizando diatomeas y cistes de crisofíceas, ambos microorganismos acuáticos, y comparar los valores y pautas con los obtenidos con el polen (Figura 10). El ejercicio es arriesgado, porque la conexión con el clima, en el caso de las diatomeas, está mediada por el control de la temperatura sobre la meteorización de la roca durante el período libre de nieve, esta influye en la alcalinidad del agua y, finalmente, esta lo hace sobre la composición de diatomeas (CATALAN *et al.* 2009). Por otro lado, la relación de la composición de crisofíceas con el clima se establece fundamentalmente por la duración de la cubierta de hielo en los lagos, la cual depende sobre todo de las temperaturas de

primavera (PLA-RABES & CATALAN 2011). Existen numerosos factores colaterales que pueden desvirtuar las relaciones, tanto por lo que hace a las microalgas como al polen. No obstante, los valores que se obtienen con microalgas y con polen para la temperatura del período vegetativo (verano/otoño) son muy comparables (Figura 10), durante los períodos de ausencia de influencia humana sobre la vegetación. La señal polínica parece más ruidosa, pero los valores suavizados y las tendencias son comparables. Las funciones es probable que mejoren en un futuro próximo. El único sondeo disponible que abarcaba 15.000 años era el del lago Redó en la cabecera del valle de Sant Nicolau, por tanto, la reconstrucción de la parte del Tardiglaciari (período anterior al inicio del Holoceno, aprox. hace 11.500 años), la basamos exclusivamente en él. Para el Holoceno, contamos también con el registro del lago Redon y, parcialmente, del Llebre; aunque este último



**Figura 10.** Reconstrucción de los cambios de temperatura a lo largo del Holoceno para el período del año con nieve (invierno-primavera) y sin ella (verano-otoño). La reconstrucción se realizó a partir del registro de polen, diatomeas y cistes de crisofíceas del lago Redon, en el valle de Conangles, colindante con el PNAESM por el oeste.

**Figure 10.** Reconstructed air temperature throughout the Holocene distinguishing between snow (Winter-Spring) and snow-free (Summer-Autumn) periods. The reconstruction was based on the pollen, diatom and chrysophyceae cyst records from lake Redon, Conangles valley, adjacent to the PNAESM on the west.

ces para hábitats singulares a escalas espaciales de detalle.

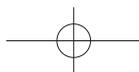
El cambio climático más importante durante el Holoceno se caracterizó por un elevado grado de continentalidad durante la primera mitad del mismo, con temperaturas de verano más elevadas y de invierno más bajas que las actuales (Figura 10). Dentro de los milenios más recientes, las reconstrucciones indican que la Pequeña Edad del Hielo probablemente se manifestó en bajas temperaturas de invierno, más que en las de verano.

es más adecuado para visualizar el impacto humano en la zona, como veremos más adelante.

El Tardiglaciarse caracterizó por una precipitación muy baja. Las temperaturas de invierno eran muy frías, pero no así las de verano, incluso en el Dryas Reciente (12.500-11.500 cal BP), no eran mucho más bajas que las actuales. De 15.000 cal BP hasta 12.500 cal BP, la precipitación en la zona del Parque se estima fue por debajo de 300 mm al año. Durante, el Dryas Reciente subió a unos 600 mm, y cuando este terminó (11.500 años cal BP) ascendió progresivamente hasta valores parecidos a los actuales (ca. 1.400 mm). No obstante, durante la primera parte del Holoceno (10.000-5.000 años cal BP), fueron frecuentes los períodos de menos precipitación, ocasionalmente bajando de 1.000 mm. Por tanto, durante todo el Holoceno, cuando la presencia humana tiene lugar en el territorio del PNASM, nos encontramos con una vegetación fundamentalmente condicionada por la temperatura, más que por la disponibilidad de agua, aunque esto puede tener sus matices.

### Cronología y características de la presencia humana en el PNAESM a lo largo del Holoceno

Los vestigios arqueológicos son la herramienta principal para caracterizar la presencia humana en el PNAESM a lo largo de los últimos 15.000 años, puesto que las fuentes escritas se refieren escasamente a los últimos siglos y, además, acostumbra a tratar muy tangencialmente las poblaciones de la alta montaña. Hasta la fecha las actividades de prospección y excavación arqueológicas han permitido documentar hasta 324 yacimientos en el interior del Parque y en su anillo periférico. De éstos se puede apuntar la antigüedad de una parte de ellos, 72 dataciones en un total de 39 yacimientos. La caracterización de materiales muebles y la tipología de algunos elementos constructivos permiten inferir la antigüedad de algunos de los otros yacimientos. Además, el progresivo incremento de dataciones facilita acotar cronológicamente algunos rasgos, por ejemplo, constructivos y, de ahí, asignar una



*Proyectos de investigación en parques nacionales: 2009-2012*

antigüedad probable a otros yacimientos aún no fechados. Esta serie de yacimientos y dataciones, la más extensa actualmente para un área de alta montaña de los Pirineos, permite esbozar una secuencia de poblamiento humano en el PNAESM. Esta secuencia se puede sintetizar, por el momento, en ocho grandes fases.

*Fase H1. 10750-8500 cal BP.* Contempla lo que los arqueólogos denominan Mesolítico. En esta fase se producen los primeros indicios arqueológicos de presencia humana en las zonas próximas y en el mismo Parque Nacional. En el yacimiento más antiguo, el Dolmen de la Font dels Còms, cercano pero externo a los límites del parque, los vestigios son poco concluyentes y consisten en un agujero de poste y una pieza de sílex, un material exógeno en toda el área (GASSIOT *et al.* 2010a). En cambio, en el Abric del Estany de la Coveta I, en el valle de Peguera dentro del PNASM, se documentó un pequeño refugio, con un hogar donde se quemó madera de *Pinus sp.*, a 2.430 m de altitud. Sus ocupantes usaron herramientas de sílex en actividades de procesamiento de carne y cuero en lo que, actualmente, son las trazas de caza más antiguas en la zona. Aunque la presencia humana es segura para este período, seguramente se trató de un fenómeno de escasa entidad, a juzgar por la cantidad de vestigios y yacimientos identificados.

*Fase H2. 7500-5350 cal BP.* Abarca el Neolítico antiguo y medio. Tras un hiato de casi mil años, el siguiente indicio de ocupación humana lo encontramos en la Cueva del Sardo, (1.790 m.s.n.m), situada en el tramo central del valle de Sant Nicolau, a unos 1.400 m del lago Llebre. La secuencia arqueológica de esta pequeña cavidad comienza hacia 7.500 cal BP y dura todo el Neolítico, hasta aproximadamente el 4.500 cal BP. En ella se documenta la utilización reiterada y a lo largo de ocupaciones sucesivas de la cavidad y su entrada como un lugar de hábitat humano. El estudio de los materiales recuperados permite inferir con una elevada probabilidad la existencia de prácticas ganaderas ya en esta fase, el consumo de cereales domésticos, y la circulación de materiales y personas desde la cuenca del Ebro y las sierras exteriores prepirenaicas. Los

análisis palinológicos han permitido detectar que en esta fase los alrededores del yacimiento albergaron una vegetación con una menor densidad arbórea que en las épocas posteriores, hecho que quizás puede ser imputable a aperturas del bosque reducidas entorno a la cavidad (GASSIOT *et al.* 2012). Posiblemente de este período es también el nivel inferior del abrigo de Covetes (1.875 m.s.n.m), situado también en el tramo central del mismo valle a unos 825 m del lago Llebre.

*Fase H3. 4300-2300 cal BP.* Arranca en el final del Calcolítico y cubre las edades de Bronce y Hierro. Alrededor del 4.300 cal BP se produce una interrupción de la ocupación de los yacimientos en abrigos del período anterior. Únicamente un abrigo (Abric del Conjunt del Mig) ha presentado indicios de presencia humana entorno a 3.550 cal BP. Tampoco se documentan asentamientos al aire libre, con la excepción de los niveles basales del Despoblat de la Cova, cerca del 3.200 cal BP. Paradójicamente deben asignarse a este período los recipientes cerámicos hallados en escondites en canchales en el Planell del Sant Esperit, el Tarter de Llacs, Port de Rus y el Abric de l'Estany de la Coveta I. Los tres últimos se localizan por encima de los 2.200 m de altitud. El bajo número de yacimientos conocidos debe proceder de un problema de muestreo, incapaz de documentar, por el momento, un nuevo patrón de asentamiento y uso del territorio que se produce en este período.

*Fase H4. 2300-1600 cal BP.* Coincide con la época iberorromana y romana imperial. A partir del 2.300 cal BP gradualmente vuelve a producirse un incremento de los asentamientos documentados. Inicialmente se trata de construcciones al aire libre, de un tamaño superior al de las cabañas etnográficas. A partir de la segunda mitad del período se documenta también la ocupación de algunos abrigos. En ambos casos se encuentran restos de cercados construidos en piedra, siendo éstos las estructuras de estabulación más antiguas documentadas en el área. En algunos asentamientos se han documentado materiales romanos de procedencia externa, como vidrios y cerámicas sigiladas. También se constata al inicio del período la explotación del mineral de hierro, hecho documentado también en áreas vecinas.



*Fase H5. 1600-850 cal BP.* Se extiende desde el final del Imperio Romano hasta el inicio de la Baja Edad Media. El incremento de los asentamientos del período anterior se acentúa en esta fase. Una gran parte de los abrigos muestreados han facilitado ocupaciones de este período, a menudo por encima de niveles prehistóricos. Estos abrigos incorporan en este período estructuras de estabulación de ganado en su exterior, hecho que se atestigua en esta época también en la Cova del Sardo, donde además se han recuperado restos de cabra doméstica. Al aire libre, empiezan a documentarse los conjuntos arquitectónicos con un elevado número de cabañas y cercados, aunque éstos, en general, tienen superficies reducidas (no mayores de 60 m<sup>2</sup>). Los asentamientos se emplazan en todas las altitudes: fondos de valle, zonas de ladera, cabeceras de las cuencas.

*Fase H6. 850-500 cal BP.* Cubre la Baja Edad Media. A lo largo de esta fase se extienden todavía más las construcciones al aire libre, tanto en número como en dimensiones. Su relativa infrarrepresentación en la serie de dataciones se debe, en parte, a que se priorizó el muestreo de abrigos. Existen asentamientos con un elevado número de cabañas y cercados, como es el caso del poblado de Casesnoves (Figura 5), entre otros. Este asentamiento tiene entre 13 y 16 cabañas, asociadas a 13 pequeños almacenes (que por paralelismos con otras áreas del Pirineo parecen queseras) y cerca de 20 cercados, junto a una posible iglesia. En su conjunto, parece que en esta fase el asentamiento humano en el área es intenso, principalmente en construcciones al aire libre, y se estructura en numerosas personas controlando un elevado número de rebaños de dimensiones más bien reducidas. La producción de queso parece evidente.

*Fase H7. 500-250 cal BP.* Época moderna. En este período desaparecen los asentamientos propios de las fases 5 y 6 conformados por un elevado número de cercados y cabañas. Los sustituyen conjuntos de una o pocas cabañas circulares asociadas a un número también menor de cercados de mayores dimensiones. En la excavación de alguna de estas cabañas se han documentado, a parte de los hogares y elementos domésticos, ma-

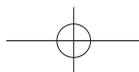
teriales vinculados a la actividad militar. En su conjunto, parece concretarse una actividad ganadera asociada a personas armadas, seguramente para proteger los rebaños. La densidad de yacimientos asignados a este período es alta en todo el Parque, como el caso anterior. También se constata la ocupación episódica de abrigos y cuevas.

*Fase H8. 250-0 cal BP.* Época contemporánea. En este periodo aparecen las estructuras ganaderas documentadas etnográficamente. Destacan los indicios de rebaños de grandes dimensiones junto a pequeñas cabañas, hecho indicativo de un descenso del número de personas por cantidad de animales. Se constatan también un elevado número de elementos diferentes: caminos, pasos contadores, etcétera.

#### **El paisaje vegetal del PNAESM a lo largo de los últimos 15.000 años**

El paisaje vegetal del PNAESM durante los últimos 15.000 años presenta dos grandes transiciones, una entre 11.000 y 10.000 cal BP y otra entre 6.000 y 5.000 cal BP, que determinan tres períodos bien diferenciados ecológicamente: una primera fase de vegetación esteparia semiárida; una segunda fase forestada con características de marcada continentalidad, con coníferas pero también rica en variedad de caducifolios; y una tercera fase, donde la continentalidad desaparece y hay una sustitución de algunas coníferas y caducifolios predominantes, se corresponde con lo que conocemos en la actualidad. La huella humana en el paisaje se hace evidente desde 3.500 cal BP, pero ya con anterioridad hay indicios de su presencia. A grandes rasgos los cambios en el paisaje serían los siguientes:

*Fase V1. 15000-11000 cal BP.* Paisaje estepario de montaña. Espacios abiertos, con algunos árboles en las altitudes menores. El registro polínico se caracteriza por formaciones herbáceas y arbustivas (gramíneas, *Artemisia* y *Ephedra*), con enebrales (*Juniperus*) y poblaciones arbóreas dispersas (*Pinus*). Hacia 12.500 cal BP aparece *Betula* y *Salix* y se produce un incremento de ciperáceas y pos-



*Proyectos de investigación en parques nacionales: 2009-2012*

teriormente (ca. 12.000 cal BP) una caída abrupta de los elementos esteparios, que se recuperan un poco antes de finalizar esta fase definitivamente. A lo largo de todo el período se observan fluctuaciones de las ciperáceas, quizá relacionadas con cambios en la cantidad o estacionalidad de las precipitaciones.

*Fase V2. 11000-10500 cal BP.* Fase de transición relativamente rápida de un paisaje vegetal semiárido a una vegetación sin estrés hídrico. Colonización por los árboles de las laderas y formación de una masa forestal en función del contraste en altitud y entre solana y umbría.

*Fase V3. 10500-8500 cal BP.* Consolidación de las formaciones forestales con *Pinus* y *Betula* y aparición de *Corylus avellana* y *Quercus* caducifolios (robles). En el fondo de valle el paisaje es cada vez más forestal. Progresiva colonización arbórea en altitud. En el registro polínico del lago Redó aparece *Quercus ilex* (encina) por primera vez; se relaciona con poblaciones lejanas; ya que se estima que nunca ha habido presencia en el valle; es un indicio del cambio en la montaña media cercana fuera del Parque. *Corylus avellana* se adueña de las umbrías y probablemente sustituye a *Pinus* en muchos lugares. Según la modelización marcaría diferencia entre solana y umbría.

*Fase V4. 8500-6500 cal BP.* Bosque de caducifolios en los fondos de valle y hasta el piso subalpino. Predominio forestal caracterizado por *Corylus avellana* y *Quercus* caducifolios. Presencia de otros caducifolios (*Ulmus* y *Tilia*) en el paisaje. *Pinus* perdura en el paisaje pero compete con los caducifolios y probablemente se consolida en altitud. Aparición de las ericáceas en el paisaje. Consolidación del bosque caducifolio en la umbría y partes bajas del valle. Estabilización de *Betula* en las solanas y partes con suelos escasos.

*Fase V5. 6500-5000 cal BP.* Aparición en el paisaje de *Abies* y *Alnus*. El abeto probablemente se relaciona con las umbrías de las cotas medias y la disponibilidad de suelos bien desarrollados, se consolida rápidamente en el paisaje. A pesar

de ello, el paisaje forestal continúa estando dominado por caducifolios. Al final del período se producen caídas abruptas de ericáceas, *Corylus*, *Tilia* y *Ulmus*. Se dan los primeros indicios de intervención humana relacionados con la ganadería, probablemente alrededor de los abrigos que ocupan, dado el tipo de herramientas líticas que se encuentran e indicios de ovicaprinos domésticos. También podrían darse prácticas agrícolas, con cierta incidencia en algunos llanos. Este aspecto merece más estudio en el futuro, tanto con técnicas paleoecológicas como arqueológicas.

*Fase V6. 5000-3500 cal BP.* Bosque de aciculifolios que se consolida en el piso subalpino, caracterizado por una presencia importante de *Abies*. Aparición de *Fagus* en el paisaje; que parcialmente puede competir con *Abies* por un mismo espacio forestal. Caída progresiva de caducifolios en el piso subalpino y localización en el piso montano y fondos de valle. Desaparición del registro polínico de *Tilia*, *Ulmus* y *Acer*. Identificación de las primeras perturbaciones humanas, aunque poco significativas y difíciles de determinar.

*Fase V7. 3500-2100 cal BP.* Bosques de pino, abeto y hayas y consolidación de caducifolios en el fondo de valle. Constitución definitiva de la actual estructura de pisos altitudinales y aspecto general del paisaje vegetal del PNAESM. Aparición de los cultivos de Cerealia como señal débil pero continuada, probable bajo impacto en el paisaje.

*Fase V8. 2100-850 cal BP.* Impacto claro de la humanización del entorno. Probable fuerte modificación de la línea de bosque y abertura de prados en altitud. Claro desarrollo de los cultivos de cereales en el fondo del valle, como atestigua el registro polínico del lago Llebreta (Figura 11) (Cerealia). Indicadores polínicos de humanización: *Juglans*, *Castanea* y *Olea* (de aportes lejanos). Consolidación de la actual estructura de pisos forestales humanizados.

*Fase V9. 850-450 cal BP.* Período de mayor humanización del paisaje del PNAESM a lo largo



CATALAN, J. Y COLS.

«Interacción entre clima y ocupación humana en la configuración del paisaje vegetal»

de la historia. Apertura del sistema forestal en todos los pisos de vegetación. El incremento notable de *Betula* indica el estado de alteración general y regresión sucesional. Notable desforestación de coníferas. Aumento de indicadores de sistemas humanizados (*Poaceae*, *Rumex*, *Plantago*). El uso antrópico del territorio tanto en el fondo de valle como en altitud es intenso. La actividad en los alrededores del lago Llebreta llega a provocar un fenómeno de eutrofización de las aguas, como indica la presencia de algas verdes de ambientes mesotróficos (i.e., *Pediastrum*) en el registro polínico (Figura 11) y un aumento general de todos los grupos algales en el registro de pigmentos fotosintéticos (Figura 12).

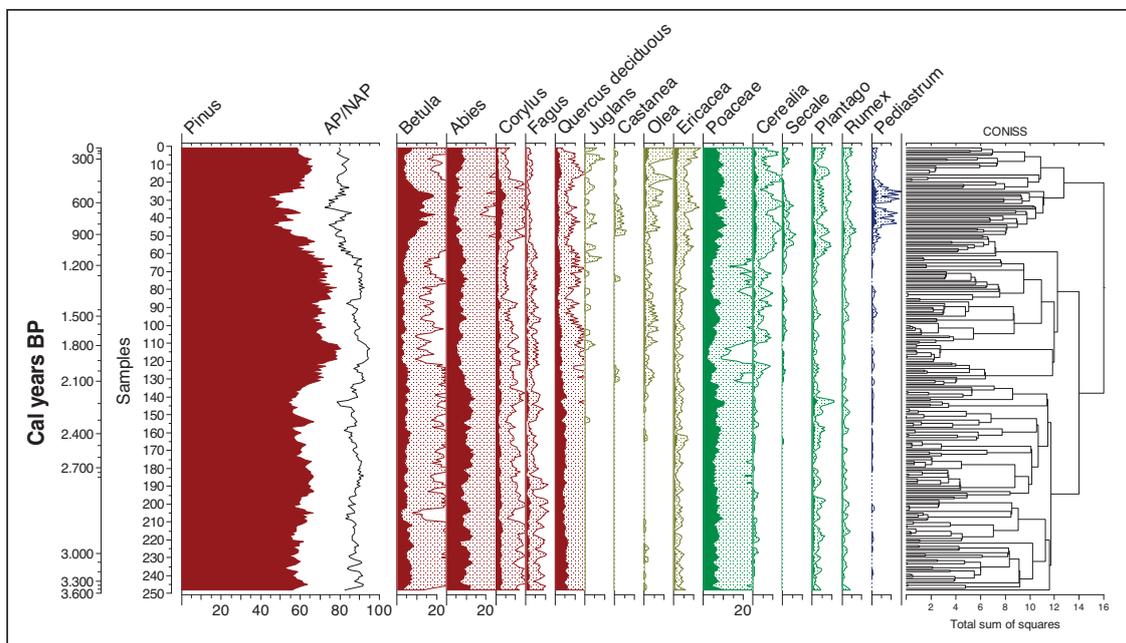
*Fase V10, 450 cal BP – actualidad.* Recuperación forestal de las coníferas, pero disminución notable de los caducifolios, explotación más selectiva. Siguen siendo elevados los indicadores antrópicos (*Poacea*, *Cerealia*, *Secale*, *Plantago*) y

todos los pisos de vegetación están fuertemente humanizados. No obstante, la intensidad de la presión decrece respecto a los siglos anteriores. El proceso de eutrofización de las aguas remite.

## DISCUSIÓN

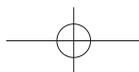
### Clima y ocupación humana en la configuración del paisaje vegetal del PNAESM a lo largo del Holoceno.

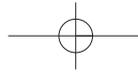
El clima es el principal factor en la configuración del paisaje en este territorio hasta hace poco más de 2.000 años, aunque el impacto humano empieza antes. Durante el Tardiglaciario, es la disponibilidad de agua la que controla la vegetación, aunque se pasa por períodos algunos de ellos más fríos y otros más cálidos que los actuales. Parece existir un cierto desfase entre el cambio del clima (según lo reconstruido) y la respuesta más aparente de la vegetación. Esto se constata espe-



**Figura 11.** Diagrama polínico simplificado del sondeo del lago Llebreta (Junio 2010). Analistas: R. Pérez-Obiols, J.M. Soriano y J. M. Rodríguez.

**Figure 11.** Simplified pollen diagram from Lake Llebreta sediments (June 2010). Analysts: R. Pérez-Obiol, J.M. Soriano y J. M. Rodríguez.





Proyectos de investigación en parques nacionales: 2009-2012

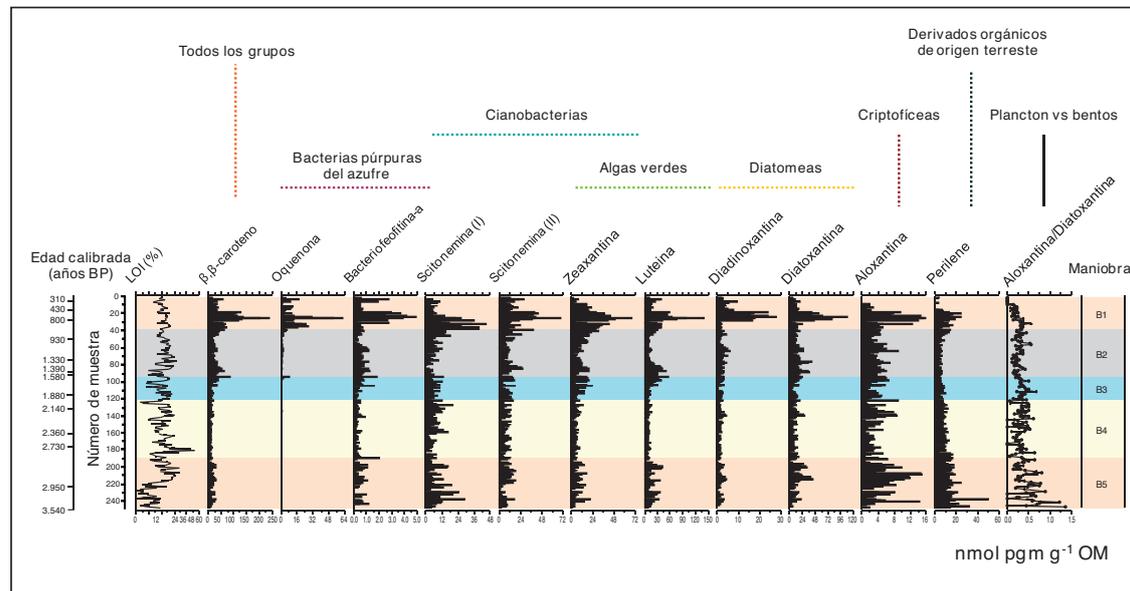


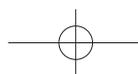
Figura 12. Diagrama simplificado del registro de pigmentos fósiles en los sedimentos del lago Llebreta a lo largo de los últimos 3500 años. Analista: T. Buchaca.

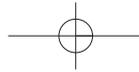
Figure 12. Simplified pigment record from lake Llebreta sediments during the last 3500 years. Analyst: T. Buchaca.

cialmente durante el Dryas Reciente (12.500-11.500 cal BP), para el cual el registro de restos de microalgas (diatomeas, crisofíceas) muestra clara sincronía con los registros de hielo de Groenlandia, y, en cambio, la variación en el registro polínico muestra un cierto desfase de varios centenares de años. De hecho, existe un menor déficit hídrico que en el período inmediatamente anterior, y es probable que ya en el Dryas reciente y luego de forma sostenida hasta ca. 10.000 cal BP el incremento de precipitación vaya propiciando la paulatina formación del suelo, avance de la vegetación y eventual forestación. Todo ello no puede producirse de forma instantánea. Nos falta precisión para determinar el desfase entre clima y vegetación, pero debe estar más cercano a unos pocos siglos que a unas pocas décadas. En este sentido, la dinámica de la vegetación introduce un cierto suavizado en las tendencias del forzamiento climático, aunque, ocasionalmente, esta inercia termina por dar cambios aparentemente más abruptos en la vegetación que en el clima. Por otro lado, desde hace al menos unos 3.500 años, la actividad humana es un factor que no se

puede desdénar como configurador de paisaje del territorio y es muy determinante desde 2100 cal BP. Los llanos, a cualquier altitud, son las zonas más afectadas. De hecho, la deforestación para crear pastos en altitud parece anteceder a la obertura de espacios en los fondos de valle para la agricultura. Aunque esto se debería confirmar con nuevos estudios, porque hay indicios que apuntan a pequeños usos agrícolas ya en el Neolítico.

En cuanto al papel facilitador que los humanos pudieran tener en el cambio forestal que se da a mediados del Holoceno, con la entrada del abeto y, posteriormente, del haya, no hay indicios de que fuera significativo, al menos localmente. La explosión de la ocupación humana y uso del territorio es posterior a ese cambio. Sin embargo, en los últimos milenios, la actividad humana ha sido el principal configurador de los cambios en el paisaje vegetal. El mantenimiento de pastos en altitud, el uso agrícola en los llanos de fondo de valle de menor altitud y un cierto grado de deforestación más o menos selectivo están presentes a lo largo de ese tiempo, con un





CATALAN, J. Y COLS.

«Interacción entre clima y ocupación humana en la configuración del paisaje vegetal»

pico de incidencia durante la baja edad media (Figura 10).

### El pasado como referencia del futuro

Si las reconstrucciones cuantitativas del clima que hemos realizado son correctas, probablemente no hay un análogo estricto que se corresponda con las proyecciones del actual cambio climático. No obstante, puede que dentro de las próximas décadas nos acerquemos a lo que fue la situación de la primera parte del Holoceno, con temperaturas más elevadas que las actuales. Si la precipitación no decrece de forma muy marcada, podría darse una situación que favoreciera de nuevo a los caducifolios (por ejemplo robles), en detrimento de los abetos. Falta por ver cuál sería el papel del haya, que estaba ausente en ese momento.

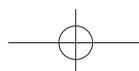
De todos modos, los cambios más importantes durante las próximas décadas, probablemente estarán relacionados con la menor presión humana sobre la vegetación y cómo estas tendencias pueden reforzar o mitigar otras relacionadas con el cambio climático. Aquí estamos hablando de 2.000 años de influencia humana marcada sobre el paisaje. ¿Existe alguna razón para intentar mantenerla como medida de conservación? Aquí puede haber argumentos para todos los gustos, pero el registro histórico es claro en el sentido de que mayor presión humana aumenta todos los indicadores de regresión sucesional y aumento de perturbaciones (por ejemplo incendios). Por tanto, las razones para mantener usos tradicionales no cabe revestirlas de bondades de conservación. Esto no quita que se quiera mantener un paisaje que se ha asimilado como el propio de estos espacios. Por otro lado, queda evidente en el registro paleoecológico y arqueológico que las características de la relación de la ocupación humana con el espacio del PNAESM van más allá de las características del clima y la existencia de recursos que en él se den en un momento dado. Las características de la ocupación responden a un contexto socio-económico y cultural mucho más amplio ya desde el Neolítico, donde ya se constata la llegada reiterada de herramientas lí-

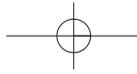
ticas y, posiblemente el movimiento de personas (¿y rebaños?) desde las llanuras del valle del Ebro. Posteriormente, los cambios en las formas y las fluctuaciones en la intensidad también guardan poca relación con las oscilaciones del clima y el entorno natural local. No es de esperar que esto cambie en el futuro próximo, el PNAESM como espacio de conservación debe encontrar su conexión y papel en un espacio socio-económico y cultural mucho más amplio, más aún en el contexto de globalización creciente. En consecuencia, sin menoscabar la misión de conservación y divulgación de los valores de la naturaleza, su función como observatorio del actual cambio climático, en su sentido más amplio, y como foco vertebrador de la concienciación y divulgación de la proyección de este en el medio natural debería también asumirse.

### Puesta en valor y divulgación del patrimonio arqueológico y su papel en la configuración del paisaje vegetal del PNAESM actual e histórico

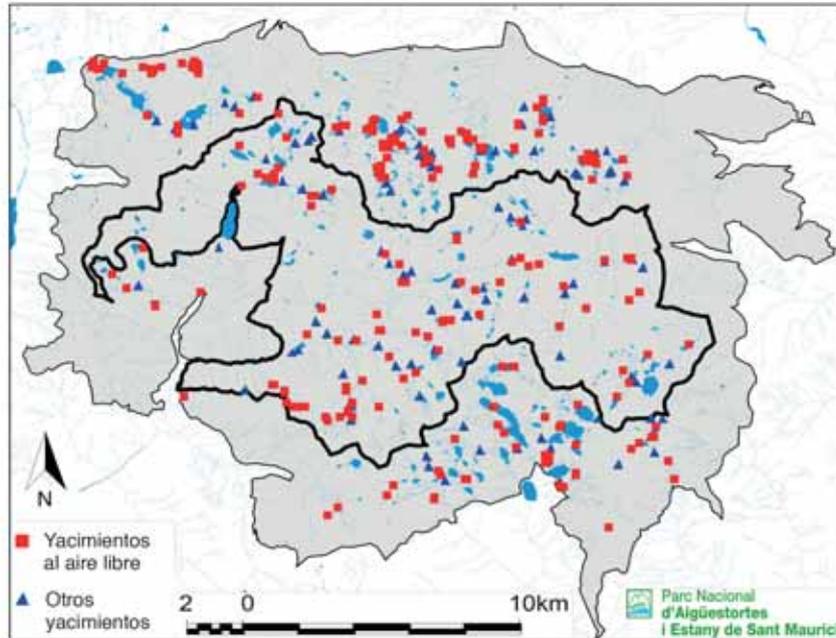
Después de años de investigación continuada, el PNAESM es una de las áreas de alta montaña del sur de Europa con un patrimonio arqueológico conocido más extenso, tanto en número de vestigios como en amplitud cronológica (Figura 13). Lejos de ser algo ajeno al paisaje, el patrimonio arqueológico es un elemento básico en su configuración actual en tanto que sumatorio de los vestigios de las sucesivas intervenciones humanas a lo largo del tiempo. Por su naturaleza es, además, un recurso no renovable: su alteración o destrucción comporta una pérdida en su valor de información irreparable, puesto que las condiciones que lo crearon ya han desaparecido.

Investigaciones recientes en otras áreas del Pirineo, como en la Cerdanya norte (RENDU 2003) y en el valle de Madriu, en Andorra (PALET *et al.* 2008), han mostrado la elevada densidad de vestigios arqueológicos de presencia humana en las franjas superiores de los pisos forestales y en los estadios alpinos de la cordillera. La abundancia de vestigios documentados en el PNAESM refuerza las evidencias e ilustra que las zonas elevadas de





*Proyectos de investigación en parques nacionales: 2009-2012*



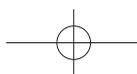
**Figura 13.** Distribución de los yacimientos arqueológicos documentados en el PNAESM hasta la fecha.  
**Figure 13.** Distribution of the archaeological sites currently documented in the PNAESM.

la cordillera pirenaica, incluso en la zona central, albergaron una intensa actividad humana a lo largo de gran parte del Holoceno. A partir del estado de los conocimientos de hace apenas 10 ó 15 años, esta inferencia era inimaginable.

La serie de 324 yacimientos arqueológicos conocidos hasta la fecha en el PNAESM, a los que cabe añadirles algunas decenas más de vestigios como carboneras y restos de antiguos banales, destaca, en el contexto de los Pirineos, por diversos aspectos. En primer lugar supone el conjunto de restos arqueológicos documentados mayor en número y, a diferencia de los casos mencionados anteriormente, cubre diversos valles y cuencas. Este hecho permite comparar, a escala microregional, dinámicas de presencia humana. Por ejemplo, en el PNAESM las carboneras y trazas de actividad minero-metalúrgica están presentes únicamente en su extremo oriental, y tuvieron relevancia al inicio y final de la época romana y, posteriormente y de forma diferente, en los siglos XVIII y XIX. Otra

muestra de la diversidad geográfica la ilustra la concentración de determinados grandes asentamientos ganaderos en algunas zonas de paso entre vertientes de la cordillera al norte del PNAESM (como el área del Lac de Rius), claramente diferente del patrón observado en el sector sur, donde los asentamientos se establecen más en función de los pastos.

Otra fortaleza que presenta el conjunto de vestigios arqueológicos del PNAESM es su diversidad morfológica. Se han identificado ocupaciones en cuevas, cornisas y abrigos. Se ha documentado una gran cantidad de tipos arquitectónicos diferentes asociados a la actividad ganadera, ilustrando diversidad de formas de gestión de los rebaños. También se han localizado vestigios de actividades mineras y siderúrgicas, así como de caza. Finalmente, el hallazgo de arte rupestre y de depósitos de cerámicas prehistóricas otorga al conjunto un carácter de excepcionalidad en comparación con las otras series conocidas para los Pirineos.





CATALAN, J. Y COLS.

«Interacción entre clima y ocupación humana en la configuración del paisaje vegetal»

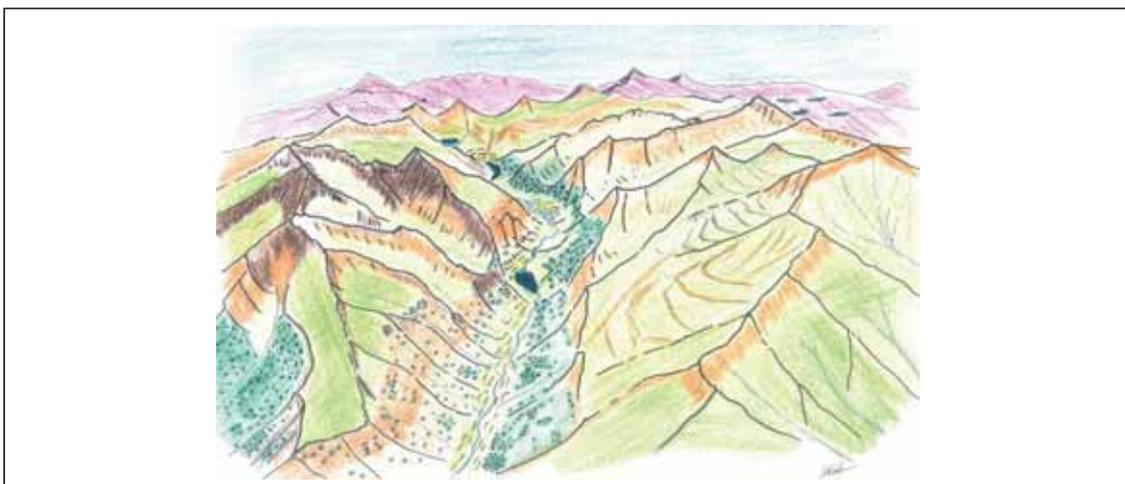
Otro elemento a destacar es la amplitud cronológica. En el interior del PNAESM se documentan, arqueológicamente, 9.000 años de presencia humana casi ininterrumpida. Si consideramos el Dolmen de la Font dels Coms, ubicado a unos 8 km del extremo sud-este del Parque, la secuencia temporal se amplía a casi 11.000 años. Sin lugar a dudas, se trata de los indicios más antiguos de ocupación humana de las zonas altas de los Pirineos y presentan cronologías similares a algunos yacimientos antiguos en altitud de Suiza.

Finalmente, la excavación y análisis de los yacimientos de Abric de l'Estany de la Coveta I y la Cova del Sardo del valle de Sant Nicolau ha facilitado una gran cantidad de datos que permiten interrelacionar ambos yacimientos con la explotación de los entornos en los que se encuentran e, incluso, con dinámicas humana a escala regional.

Los paisajes culturales de alta montaña son un valor cultural y patrimonial en auge. Este hecho ha sido reconocido, en el valle del Madriu, An-

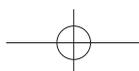
dorra, por su declaración como patrimonio cultural de la humanidad por parte de la UNESCO en 2004. El PNASM tiene un amplio patrimonio que debería ponerse en valor y divulgar más allá de los estudios científicos. El proyecto ha generado y ha ampliado abundante material documental y un conocimiento suficiente del pasado como para poder proponer dos posibles tipos de actuaciones. Por un lado, una posible exposición en paneles que contemplen los cambios durante estos 15.000 años. En ese sentido, se han realizado una serie de bocetos sobre cómo podría ser el paisaje en cada uno de los momentos clave (Figura 14), para eventualmente desarrollarlos adecuadamente en forma de exposición.

Por otro lado, proponemos un itinerario arqueológico a través de los principales yacimientos del valle de Sant Nicolau, que aproximadamente sigue un circuito a través de los yacimientos indicados en la Figura 3. Este mismo recorrido podría, parcialmente o en su totalidad, implementarse de forma virtual, ya que existen muchos elementos gráficos y multimedia que se



**Figura 14.** Esquema del paisaje vegetal del valle de Sant Nicolau durante la Baja Edad Media, período de mayor impacto de la actividad humana en el paisaje. Visión oeste-este, con el lago Llebrete en primer término y el lago Redó al fondo. Nótese la baja densidad forestal, el contraste entre la solana y la umbría, los cultivos en los llanos cercanos a los lagos de valle y los amplios pastos en las cotas superiores, determinantes de una línea de bosque claramente por debajo de su límite natural. Dibujo: D. Molina y A. Pelachs.

**Figure 14.** Scheme of the Sant Nicolau vegetation during the low Middle Ages, period of the highest human impact on the valley landscape. West to east view, lake Llebrete at the front and lake Redó at the rear. Note the low forest density, the contrast between the sunny and shady, crops in the plains near the lakes and the pastures at high altitude, which determined treelines below its natural limit. Drawing: D. Molina and A. Pelachs.





*Proyectos de investigación en parques nacionales: 2009-2012*

podrían incorporar al mismo. Hay que reconocer que el itinerario propuesto encierra dos dificultades. Es bastante largo, con lo cual probablemente sería conveniente dividirlo en etapas. Y hay una parte que pasa por una zona de reserva del PNAESM. Hay que analizar con calma la compatibilidad de la actividad propuesta con la zonificación. En cualquier caso, la documentación para el posible itinerario está disponible.

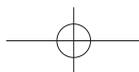
Finalmente, creemos que la documentación y puesta en valor del patrimonio arqueológico y su consideración en un contexto histórico de los cambios del paisaje sirve como elemento para priorizar de forma objetiva el mantenimiento (o abandono) de espacios y actividades de uso tradicionales. En nuestro estudio queda claro que no todos tienen el mismo valor intrínseco y que el contexto histórico con el que se relacionan es muy distinto. Esto puede servir para la toma de decisiones en el momento que se requiera.

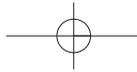
## AGRADECIMIENTOS

Los miembros del proyecto quieren agradecer a la dirección del PNAESM y a todo el personal del mismo las facilidades y apoyo prestados durante la realización del proyecto. Algunas anécdotas quedarán para nuestra pequeña historia particular. Este proyecto se enmarca dentro de los trabajos del nodo LTER-Aigüestortes, perteneciente a la red LTER-España que es a su vez miembro de las redes internacionales ILTER y LTER-Europa. Para el sondeo y estudio mineralógico se ha contado con la colaboración de financiación adicional a través del proyecto «Multidisciplinary research consortium on gradual and abrupt climate changes, and their impacts on the environment (GRACCIE), CSD2007-00067, Programa Consolider 2007». Los autores quieren agradecer a David Molina Gallart su ayuda en el diseño y elaboración de los bocetos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CATALAN, J., PÉREZ-OBOL, R. & PLA, S. 2000. Canvis climàtics a Aigüestortes durant els darrers 15.000 anys, V Jornades sobre recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, pp. 45-52.
- CATALAN, J., PLA, S., GARCIA, J. & CAMARERO, L. 2009. Climate and CO<sub>2</sub> saturation in an alpine lake throughout the Holocene: Limnology and Oceanography, 54: 2542-2552.
- DEARING, J.A., BATTARBEE, R.W., DIKAU, R., LAROCQUE, I. & OLDFIELD, F. 2006. Human-environment interactions: towards synthesis and simulation: Regional Environmental Change, 6: 115-123.
- GASSIOT, E. 2008. Excavació arqueològica de l'Abric de l'Estany de la Coveta I. Memòria final de la intervenció de juny-setembre 2005., Direcció General del Patrimoni Cultural, Barcelona, pp. 184.
- 2009. Prospeccions arqueològiques al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, Direcció General del Patrimoni Cultural, Barcelona, pp. 278.
- GASSIOT, E., PÈLACHS, A., BAL, M.C., GARCÍA, V., JULIÀ, R., RODRÍGUEZ-ANTÓN, D. & ASTROU, A.C. 2010a. Dynamiques des activités anthropiques sur un milieu montagnard dans les Pyrénées occidentales catalanes pendant la période de la préhistoire: une approche multidisciplinaire. En: Tzortzis, S. & Delestre, X., eds., Archéologie de la Montagne Européenne: Bibliothèque d'Archéologie de la Méditerranéenne et Africaine: Paris, Errance, pp. 33-44.
- GASSIOT, E., RODRÍGUEZ-ANTÓN, D., BURJACHS, F., ANTOLÍN, F. & BALLESTEROS, A. 2012. Poblamiento, explotación y entorno natural de los estadios alpinos y subalpinos del Pirineo central durante la primera mitad del Holoceno: Cuaternario y Geomorfología, 26: 9-45.
- GASSIOT, E., RODRÍGUEZ-ANTÓN, D. & GARCIA, V. 2010b. El poblament del Parc Natural de Aigüestortes i l'Estany de Sant Maurici durant el neolític. Noves dades arqueològiques i les seves implicacions per a l'estudi de les zones d'alta muntanya, VIII Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya, Barcelona, pp. 153-164.





CATALAN, J. Y COLS. «Interacción entre clima y ocupación humana en la configuración del paisaje vegetal»

- GUIOT, J. 1990. Methodology of the last climatic cycle paleoclimatic reconstruction in France from pollen data: *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 80: 49-69.
- GUIOT, J., HELY-ALLEAUME, C., WU, H. & GAUCHEREL, C. 2008. Interactions between vegetation and climate variability: what are the lessons of models and paleovegetation data: *Comptes Rendus Geoscience*, 340: 595-601.
- MADILLA, M. & LANCELOTTI, C. 2012. Taphonomy and phytoliths: a user manual: *Quaternary International*, 275: 76-83.
- MAZZUCCO, N., GASSIOT, E., RODRÍGUEZ, D., GARCÍA, D. & OBEA, L. 2013. Les primeres comunitats ramaderes de la vall de Sant Nicolau (5000-2300 cal ANE). En Aniz, M., ed., IX Jornades sobre recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici: Boí, pp. (en prensa).
- PALET, J.M., EJARQUE, A., MIRA, Y., RIERA, S., EUBA, I. & ORENDO, H. 2008. Formes d'ocupació d'alta muntanya a la vall de la Vansa (Serra del Cadí - Alt Urgell) i a la vall del Madriu-Perafita-Claror (Andorra): estudi diacrònic de paisatges culturals pirinencs: *Tribuna d'arqueologia* (2006-2007): 229-253.
- PLA-RABES, S. & CATALAN, J. 2011. Deciphering chrysophyte responses to climate seasonality: *Journal of Paleolimnology*, 46: 139-150.
- PLA, S., CAMARERO, L. & CATALAN, J. 2003. Chrysophyte cyst relationships to water chemistry in Pyrenean lakes (NE Spain) and their potential for environmental reconstruction: *Journal of Paleolimnology*, 30: 21-34.
- PLA, S. & CATALAN, J. 2005. Chrysophyte cysts from lake sediments reveal the submillennial winter / spring climate variability in the northwestern Mediterranean region throughout the Holocene: *Climate Dynamics*, 24: 263-278.
- RENDU, C. 2003. La montagne d'Enveig, une estive pyrénéenne dans la longue durée: Canet, Trabucaire.
- THUILLER, W., LAFOURCADE, B., ENGLER, R. & ARAÚJO, M.B. 2009. BIOMOD - A platform for ensemble forecasting of species distributions: *Ecography*, 32: 369-373.

