

Boletín nº 3  
Diciembre de 2014



**LIFE · TREMEDAL** Nat/Ess/707

Humedales continentales del norte de la Península Ibérica:  
Gestión y restauración de turberas y medios higrófilos.



Turbera de Arxuri (Baztan-Navarra)

Turberas y medios lacustres son las principales fuentes de información para los estudios paleoambientales.

Esto se debe a las importantes concentraciones de restos vegetales fósiles que se encuentran en estos depósitos orgánicos y a su buen estado de conservación.

## Los humedales almacenan una importante información paleoambiental

Esto se debe a las importantes concentraciones de restos biológicos que se encuentran en estos depósitos orgánicos y a su buen estado de conservación. Si la Arqueología estudia las actividades humanas del pasado a partir del análisis de los restos materiales generados por la propia actividad humana, la Paleontología y la Paleoecología estudian los restos de los seres vivos; también reconstruyen los ecosistemas donde estos vivieron.

En los humedales, los restos biológicos procedentes de la cuenca se incorporan periódicamente a sus sedimentos materiales inorgánicos, así como distintos restos orgánicos que se corresponden tanto a los organismos que viven en el humedal, como a aquellos presentes en su entorno y son transportados hacia el humedal.

Las peculiares condiciones de los sedimentos en los humedales, permanente humedad y baja concentración de oxígeno, favorecen la concentración de determinados restos biológicos (maderas, fragmentos de hojas, frutos, pólenes, esporas, pequeños invertebrados edáficos, restos de libélulas y otros artrópodos, etc.).

En las lagunas y turberas el aporte de los restos biológicos de la zona circundante se realiza gradualmente. Se generan así secuencias de sedimentos que registran los cambios en las características biológicas del entorno (la flora y la fauna) en largos periodos temporales (5.000, 10.000 o 100.000 años). De esta manera, a partir del estudio de los sedimentos acumulados se pueden reconstruir los cambios que se han producido en la configuración de la flora y la fauna de los humedales y de su entorno en relación de la dinámica climática, así como evaluar la incidencia humana sobre estos procesos.

En los sedimentos de turberas se encuentra un gran contenido de granos de polen y esporas, originados tanto por la vegetación que forma parte de las distintas comunidades del humedal, como de la vegetación que se encuentra en el entorno de este, siendo transportados al humedal a través del viento, de las aguas, o incluso de los insectos. Muchos granos de polen pueden ser transportados en largas distancias por el viento.

Esto ocurre en Europa con los pólenes de la mayoría de las especies arbóreas (roble, olmo, castaño, sauce, haya, fresno, aliso, avellano, tilo, arce, etc.), pudiendo recorrer largas distancias antes de ser depositados en los humedales. Mientras que otros tipos (retamas, aulagas), son transportados por insectos, en trayectos cortos.

Combinando para un mismo periodo, el tipo y concentración de los granos de polen y esporas obtenidos en distintas turberas y lagunas, los paleo-ecólogos pueden reconstruir, a distintas escalas territoriales, la configuración y dinámica de los ecosistemas, de los paisajes y de los propios humedales.

El término polen fue acuñado por el botánico Linneo, haciendo referencia al polvillo que se libera de las anteras de las flores. El polen de las flores y las esporas de helechos, musgos y hongos son estructuras microscópicas (10-100  $\mu\text{m}$ ) que tras ser liberadas pueden ser incorporados a los sedimentos y persistir en un buen estado de conservación durante miles de años. La morfología externa del polen y las esporas (tamaño, forma, aperturas y ornamentación de la pared) analizada con ayuda de un microscopio permite identificar cada tipo con un determinado grupo vegetal (especie) o grupos de vegetales (género, familia).

Los análisis de polen aplicado a estudios paleoambientales y paleoclimáticos, se empezaron a realizar en los países nórdicos a finales del Siglo XIX y fue a partir de la segunda década del siglo XX cuando se extendieron por toda Europa y América del Norte. En la Península Ibérica los primeros análisis polínicos se realizan en 1945.

En ese año se publican simultáneamente los resultados del estudio efectuado desde el Laboratorio de Botánica de la Universidad de Santiago, por Francisco Bellot Rodríguez (1911, 1983), aplicado a distintas turberas de Galicia, trabajo realizado gracias a la colaboración mantenida con el célebre palinólogo sueco Gunnar Erdtman (1897, 1973). En ese mismo año, se publican en Portugal, los primeros análisis polínicos de sedimentos terciarios.



La **Palinología** se dedica al estudio de los granos de los pólenes y las esporas presentes en los sedimentos de los humedales.



En turberas del norte de Europa se han descubierto numerosos cuerpos humanos, de hace más de 2000 años, en extraordinario estado de conservación.

Durante las décadas posteriores el número de estudios polínicos irá aumentado lentamente. En la década de los cincuenta los doctores Josefa Menéndez-Amor (1926-1985) y Frans Florschütz (1887-1865) realizan el estudio polínico de distintos depósitos ubicados en el norte de la Península Ibérica. Estos trabajos serán posteriormente continuados por grupos de investigación establecidos en Euskadi, Cantabria, Asturias, Galicia y Castilla-León, lo que supondrá un progresivo incremento en el número de sondeos y estudios realizados tanto en humedales, como en cuevas y depósitos de origen antrópico.

Los primeros análisis de polen se realizaron a finales del S iglo XIX en turberas y lagunas de E scandinavia. A partir de la segunda mitad del siglo XX los estudios de restos vegetales recuperados en distintos depósitos establecen nuevos paradigmas y fronteras en la investigación sobre la dinámica temporal del clima y de los ecosistemas.

## ¿Cómo se llevan a cabo los estudios paleoambientales en turberas?

Los estudios paleoambientales exigen el concurso y la integración de distintas técnicas y especialistas que converjan finalmente en una interpretación fiable y exhaustiva de la configuración del ecosistema y de sus componentes principales, así como de los cambios espacio – temporales que estos hayan experimentado, confrontándolos y encuadrándolos con los obtenidos en otros territorios próximos. Como en cualquier estudio científico, los investigadores deben además cerciorarse de la fiabilidad de los datos obtenidos

El desarrollo de un estudio paleoambiental pasa por varias etapas. La primera etapa es de carácter preparatorio, fijando el área preliminar de estudio, los objetivos del mismo y una primera estrategia de muestreo. Para ello es necesario recopilar y analizar tanto la información ambiental y paleoambiental existente en el área, como los datos obtenidos en el transcurso de investigaciones efectuadas en otros territorios.

En una segunda fase se realiza la toma de datos y sedimentos del área de estudio. Es necesario evaluar con detalle el depósito que se pretende muestrear, reconociendo las áreas que puedan haber sido objeto de una alteración antrópica, por la acción del ganado o por cambios naturales en la dinámica hidrológica. Paralelamente se procede, con ayuda de una cala o una sonda manual, a obtener información sobre el distinto espesor y naturaleza de los sedimentos presentes en el depósito. A partir de esta información se seleccionará el punto o puntos donde se llevará a cabo el sondeo.



Arriba: detalle de muestra extraída en la turbera de Arxuri (Navarra).  
Izda.: Manejo de una sonda rusa (extracción manual del testigo). Dcha.: Muestreo en Urdaibai.

El muestreo de sedimentos se efectúa mediante equipos mecánicos. En turberas de reducida potencia (< 2 metros), sobre todo cuando se trata de lugares poco accesibles, se emplean sondas mecánicas de penetración y carga manual, mientras que para turberas más profundas se suele recurrir a sondas mecánicas que penetran en el sedimento gracias a un martillo compresor accionado eléctricamente. Los sedimentos obtenidos deben de manipularse con destreza y pulcritud, minimizando cualquier posible fuente de contaminación. Los testigos obtenidos de las sondas se empaquetan con materiales plásticos y se etiquetan, o bien se subdividen en distintas muestras que serán igualmente empaquetadas y etiquetadas. En el laboratorio las muestras se conservan congeladas hasta su posterior estudio.

La prospección y toma de muestra en las turberas activas y en general en cualquier medio natural debe realizarse evitando en todo momento cualquier alteración sobre el ecosistema y sus componentes. El muestreo debe planificarse de modo que se evite cualquier incidencia sobre las áreas más sensibles del humedal; reduciendo el tránsito y pisoteo del personal, incrementando la limpieza de los equipos de campo y del propio calzado, susceptibles de portar semillas o esporas procedentes de otros territorios, etc.

En el laboratorio se procederá a la caracterización inicial de los sedimentos. El intervalo de muestreo utilizado suele establecerse cada 5 cm, aunque en estudios en los que se busca una gran resolución ambiental el intervalo de muestreo suele fijarse entre 1 -2,5 cm.

Cada muestra de turba (1 gr) o de arcilla (30 gr) es sometida a un tratamiento físico-químico en el que se suceden distintos ataques químicos de álcalis y ácidos, acordes con la naturaleza de los sedimentos y los microrrestos que se tratan de recuperar. Finalmente se obtiene por flotación diferencial en un líquido de densidad elevada, un pequeño residuo formado por distintos tipos de microrrestos orgánicos.

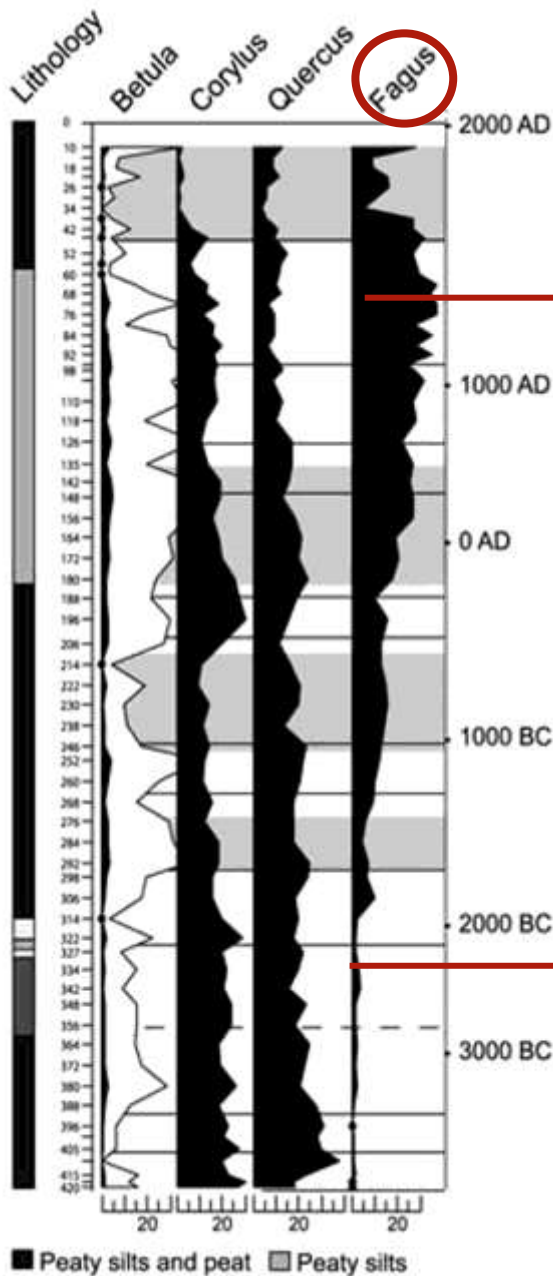
El residuo embebido en glicerina, y en ocasiones teñido, es observado con ayuda de un microscopio óptico. En un análisis de polen de turbera se deben identificar más de 250 granos de polen o esporas por muestra, excluyendo del mismo aquellos granos que tengan una elevada abundancia (>25%). **En una muestra así analizada, un palinólogo experto puede llegar a identificar hasta 1000 granos de polen/esporas, que en ocasiones representan 50-60 tipos distintos (especie, género o familia).**



La identificación de los granos de polen y esporas obtenidos en los sedimentos de humedales resulta una tarea compleja. Teniendo en cuenta la morfología externa de los granos de polen y esporas, y su tamaño, se puede identificar con exactitud su inclusión a una determinada familia botánica. La identificación a nivel de género solamente se puede alcanzar en determinados grupos, como es el caso de los árboles (*Quercus*, *Fagus*, *Castanea*), y la mayoría de los arbustos (*Calluna*, *Erica*, *Arbutus*). La diferenciación en categorías inferiores a géneros es generalmente muy difícil.

Para facilitar el reconocimiento de pólenes, esporas, semillas, frutos y maderas procedentes de humedales o de otros depósitos, los investigadores disponen de colecciones de referencia (palinoteca, seminoteca, lignoteca), así como de ficheros fotográficos y atlas descriptivos.

Tras la identificación de los macro o micro-restos presentes en las distintas muestras, los datos obtenidos se representan gráficamente en diagramas que engloban la información sedimentológica, paleobiológica y cronológica obtenida en un mismo muestreo a fin de favorecer su interpretación y correlación con otras secuencias.



Sobre el **eje de ordenadas**, se representan a escala real los puntos de la columna en los que se ha realizado el muestreo (profundidad, litoestratigrafía y la edad de distintas muestras que han sido obtenidas por métodos isotópicos).

*Hace 500 años la presencia de haya era muy alta entre las formaciones vegetales que rodeaban la turbera a la que corresponde este diagrama polínico.*

Sobre el **eje de abscisas** se sitúan los diversos taxones y su índice de presencia (su valor porcentual respecto a la suma total).

*Hace 2000 años, por el contrario, el haya apenas aparecía entre la vegetación de este lugar.*

Si en el sondeo son muy numerosos tanto los restos de polen como de semillas o de otros microrrestos, el diagrama se representa en distintas figuras, manteniendo siempre la misma estructura en su eje de ordenadas.

**E l control del conjunto de procesos que afecta al registro sedimentológico garantizará una mayor fiabilidad de las reconstrucciones paleoambientales.**

A la hora de interpretar un diagrama palinológico se deben tener en cuenta, entre otros, algunos factores:

- E l tipo de dispersión y la cantidad de polen/esporas producidas por cada vegetal.
- Capacidad de conservación del polen/esporas en los sedimentos del humedal.
- Resistencia de los distintos grupos de pólenes/esporas frente al método de extracción empleado.
- Configuración geográfica del área donde se ubica el humedal.
- Configuración biogeográfica regional.

## ¿Qué nos descubren los estudios paleoambientales efectuados en humedales?

El botánico Alphonse de Candolle (1806-1893), publica en 1883 una de sus más conocidas obras: *L'origine des plantes cultivées*. En ella construye el método científico de la paleobotánica, basada en el estudio e integración de los datos procedentes de distintas fuentes, desde fósiles y restos vegetales, fundamentalmente macrorrestos, pasando por escritos de autores antiguos y clásicos, especialmente de naturalistas y agraristas persas, griegos, romanos, medievales, árabes o los procedentes del estudio de representaciones vegetales en esculturas, mosaicos, pinturas. A pesar de ello la información disponible para muchas de estas especies no era suficientemente resolutive, y existían muchas dudas en el momento de establecer el carácter nativo o exótico de una especie.

En 1945, el profesor Bellot utiliza por primera vez las técnicas de análisis polínico obteniendo muestras de distintas turberas de Galicia con el objetivo de esclarecer el carácter autóctono o exótico de las formaciones de pinares en el NW Ibérico.

El incremento posterior de los análisis polínicos y de macro-restos efectuados en sedimentos de turberas y lagunas han permitido reconocer la presencia de distintas coníferas y cupresáceas en la Península Ibérica desde mediados del Mesozoico (166 millones de años) hasta la actualidad. Sin embargo el número y representación territorial de las angiospermas (coníferas, cupresáceas, enebros, etc.), se reduce progresivamente en los últimos 100.000 años, siendo superadas por las especies provistas de flores y frutos, las designadas como angiospermas.

En relación con las especies de angiospermas, los estudios paleobotánicos han permitido confirmar la presencia tanto en el Terciario (66 -2,5 millones de años), como en distintas etapas del Cuaternario reciente previas a la aparición de las primeras actividades agrícolas (120.000 – 5000 años), de elementos arbóreos como robles, encinas, avellanos, abedules, castaños, hayas, olmos, tilos, carpes, sauces, fresnos, etc. Que por consiguiente deben ser considerados como especies autóctonas.

Las especies autóctonas sufrieron a lo largo del Cuaternario reciente importantes cambios en su área de distribución, adaptándose ésta a los cambios climáticos o a la competencia con otras especies. Los análisis polínicos nos muestran cómo especies como el carpe, actualmente restringidas sus poblaciones silvestres a pequeñas localidades en el País Vasco, poseía durante el Holoceno (10.000 – 0 años) una amplia distribución en el norte de la Península Ibérica, extendiéndose hasta Galicia.

En otros casos se ha podido comprobar como estos cambios afectan a su distribución altitudinal, así hace aproximadamente 90.000 años, los bosques mixtos de hayas con carpes y robles, se asentaban en áreas de baja altitud, próximas a la línea de costa, mientras que posteriormente entre 4.000 – 2.000 años, los hayedos, ya sin carpes, pasan a ocupar las áreas montañosas a mayor altitud.

La información ambiental obtenida en turberas y lagunas combinadas con los datos arqueobotánicos procedentes de yacimientos arqueológicos ha permitido caracterizar el impacto que sobre el paisaje y el medio ambiente ha tenido con el desarrollo de los distintos periodos culturales que se han registrado en la Península Ibérica. Estos estudios permiten precisar tanto las fechas de adopción de las técnicas agrícolas en distintos territorios, como la dinámica de alteración de los ecosistemas prístinos y su sustitución finalmente por agrosistemas.

Las condiciones climáticas imperantes en las vertientes oceánicas del norte de la Península Ibérica tras el final de la Edad del Hielo (E stadial Würmiense 17.000 años) han propiciado la formación y desarrollo de lagunas y turberas de cobertor y turberas altas, en las que la tasa de sedimentación ha mantenido constante durante varios miles de años, constituyendo secuencias de alta resolución para el desarrollo de estudios paleoclimáticos y paleoecológicos.

En lagunas, así como en turberas altas y de cobertor activas, se encuentran registros de más de 4 metros de profundidad, que registran con gran precisión los cambios acaecidos durante el Holoceno (últimos 10.000 años). Algunas turberas activas y lagunas incrementan sus registros hasta los 17.000 años. Mientras que en las turberas fosilizadas se han obtenido secuencias entre 17.000 y 110.000 años.

## A plicación de los estudios paleoambientales en la conservación y gestión de los humedales.

La información paleoambiental resulta además clave en el momento de afrontar la gestión o restauración de un humedal, y especialmente de una turbera, ya que la misma permite conocer los cambios temporales en la configuración del humedal, de sus distintos ambientes, de las especies o grupos de especies características, valorando el efecto que han tenido en los distintos procesos de cambio, tanto los procesos naturales (modificaciones climáticas, hidrológicas, competencia entre especies) como las perturbaciones antrópicas (pastoreo, cortas, quemas, drenajes, etc.).

Al igual que se registran en las secuencias sedimentológicas las variaciones en la concentración de polen y esporas, se pueden también evaluar la presencia de gravas y arenas en los sedimentos más recientes, vinculando su tasa de deposición con el incremento de la erosión en la cuenca causada por la acción humana. O evaluar la presencia de determinados compuestos y elementos químicos (plomo, zinc, fitocidas, etc.), igualmente vinculados a la acción humana sobre el territorio.



## Dinámica del clima y del paisaje en el norte de la Península Ibérica durante los últimos 100.000 años

Hasta finales del Siglo XX se consideraba que la sucesión de los episodios fríos acaecidos durante el Cuaternario provocaron la extinción en amplios territorios europeos, del contingente de especies tropicales, termófilas y mesófilas que dominaron los ecosistemas del Terciario. Se asumía pues que en la Península Ibérica no persistieron áreas de refugio para estos elementos, como por el contrario existieron en las penínsulas Itálica o Balcánica. Y que una vez extinguidos estos elementos, su presencia en la Península Ibérica se debería a un flujo migratorio a través de los Pirineos, acaecido tras el final de los episodios glaciares, lo que supondría que la presencia de estos elementos en los territorios ibéricos sería inferior a los 10.000 años.

Esta hipótesis será invalidada definitivamente a partir de la información polínica obtenida en los registros orgánicos fosilizados del área Cántabro-Atlántica en la que se registra la persistencia de muchos de los elementos mesófilos que estaban ya presentes en estos territorios desde el final del Terciario.

Así, en el depósito de Area Longa (Foz, Lugo), sobre una playa marina atribuida al Eemiense (>110.000 BP.) **se desarrolló un humedal continental, en el que se depositaron distintos niveles de arcillas y turba, hace 85.000 BP.** El análisis polínico de estos niveles muestra un paisaje arbolado, con un gran número de especies leñosas caducifolias, tanto de carácter mesófilo (robles, avellanos, hayas, olmos, fresnos) como termófilas (tilos, carpes, castaños, nogales, madroños, etc.). Y una escasa significación de las gimnospermas (pinos, tejos, enebros). Las especies tropicales desarrolladas durante el Terciario ya no están presentes.

En el **periodo 79.000-59.000 BP.**, el Frente Polar desciende hacia el Sur, situándose a la altura de la desembocadura del río Miño. En los territorios del norte de la Península Ibérica se establece un periodo de condiciones extremadamente frías marcado por el desarrollo de extensos glaciares en las áreas montañosas, prolongándose desde estas hacia zonas de menor altitud. En las áreas no cubiertas permanentemente por las nieves la vegetación es predominantemente arbustiva o herbácea. Los bosques se reducen en superficie y quedan confinados a los fondos de valles angostos que actuaran como áreas de refugio para numerosas especies. Los registros de Area Longa evidencian en las áreas oceánicas un paisaje dominado por brezales y estepas gramínoideas. Probablemente en las áreas más continentales las estepas gramínoideas y las formaciones de enebros desplazarían a los brezales.

Posteriormente, en el periodo comprendido **entre 58.000-28.000 años**, el frente polar se retira hacia posiciones de menor latitud, reduciéndose la superficie ocupada por los glaciares, mientras que por el contrario, en las áreas litorales e interiores se formarían distintos tipos de humedales.

Combinando la información polínica obtenida en depósitos orgánicos fosilizados, con los datos paleontológicos y paleobotánicos procedentes de cuevas y abrigos ocupados bien por el hombre o por animales, se pueden reconstruir con bastante exactitud las condiciones climáticas y ambientales de este periodo. Desde un punto de vista paisajístico, el bosque se incrementa, aunque sin llegar a ser dominante, cohabitando con espacios abiertos conformados por matorrales, herbazales y humedales. Entre las especies arbóreas dominan los árboles caducifolios de carácter mesófilo (robles, castaños, hayas, abedules y avellanos), junto con algunos elementos más termófilos (tilo, carpe, encinas, madroños, etc.) y distintas coníferas. El paisaje muestra a simple vista muchos paralelismos con el actual, pero no es así, ya que en este paisaje en gran medida abierto, subsistirían manadas de grandes herbívoros (bisontes, caballos, ciervos, rebecos, jabalí, cabra montés), a los que probablemente les siguiesen un número importante de depredadores (oso de las cavernas, león de las cavernas, pantera, hiena, etc.). Sin olvidarnos de algunas especies vinculadas con la existencia de los grandes humedales (hipopótamo, castor, nutria, etc.).

Entre los 28.000-16.000 BP., se produce un nuevo descenso latitudinal del Frente Polar, afectando a todos los territorios Cántabro-Atlánticos. Las nieves se apoderan de nuevo de las áreas montañosas y los glaciares recuperan su extensión. El bosque se reduce sustancialmente, sin llegar a desaparecer, y se expanden de nuevo los matorrales y las estepas gramínoideas. El nuevo episodio frío condiciona la distribución de la mayoría de las especies; incluso los elementos más adaptados a condiciones frías, como el mamut lanudo (*Mammuthus primigenius*), el rinoceronte lanudo (*Coelodonta antiquitatis*), del reno (*Rangifer tarandus*), **el zorro ártico (*Alopex lagopus*)**, el buey almizclero (*Ovibos moschatus*) y **el antílope saiga (*Saiga tatarica*)**, **desaparecen de la mayor parte del área continental europea**. Algunos de ellos logran migrar hacia el Sur, refugiándose en determinados enclaves del norte de la Península Ibérica, pero finalmente también desaparecen.



Entre 16.000 - 11.700 BP., se produce una progresiva retirada del Frente Polar hacia el Norte, marcando el inicio de la desaparición de los glaciares. El paisaje recupera en parte su carácter arbolado, aunque siguen predominando los espacios abiertos conformados por matorrales y herbazales. La retirada de los hielos deja en las áreas montañosas relieves deprimidos topográficamente en los que se acumula el agua, que empiezan a funcionar como sistemas lagunares o turberas, muchas de las cuales persistirán hasta la actualidad.

Entre el 11.700 BP y 1.850 AD se registra un periodo de mayor termicidad, el Holoceno, que suele diferenciarse en términos climáticos en tres fases: una inicial, (11.700 - 8.000 BP.) que representa un periodo de continuas modificaciones ambientales pero que globalmente, supuso el calentamiento progresivo de las aguas marinas y de los territorios emergidos adyacentes; a continuación, una fase templada, el óptimo climático (8.000 - 2.500 BP.), momento en el que se alcanzaron las fases de mayor temperatura en el suroeste de Europa y que, en los territorios de marcado carácter oceánico se caracterizó además, por unas condiciones especialmente húmedas y por último, una tercera fase (2.500 BP - 1850 AD) **que podría definirse como una sucesión de periodos o subfases frías y cálidas** que acabaron derivando hacia las condiciones actuales.



Excepcionalmente, las particulares condiciones mesoclimáticas de las montañas sublitorales Cantabro-Atlánticas (que fueron especialmente propicias para el desarrollo de turberas y comunidades arbustivas) limitaron el ascenso del límite arbóreo a unos 700-600 m. De este modo, los brezales que habían sido un componente natural del paisaje de estos territorios, al menos a lo largo del Würm, mantienen un importante papel durante el Holoceno, lo que le confiere un especial valor paisajístico y ecológico a estas formaciones.

El final de este episodio refleja la estabilización de los porcentajes del polen arbóreo en la práctica totalidad de las secuencias del noroeste de la Península en torno a sus valores máximos del Holoceno, lo que puede interpretarse como una evidencia de que la expansión arbórea queda así definitivamente completada.

**El óptimo climático** fue con toda probabilidad el periodo más propicio para la expansión de los bosques en el noroeste de la Península Ibérica durante el actual interglaciar.

En todo caso, las secuencias recuperadas en depósitos ombrotroficados del territorio, especialmente sensibles a la hora de reflejar los cambios ocurridos en las condiciones del Atlántico Norte, muestran durante este largo periodo dos fases de expansión de los bosques separadas por un periodo algo más frío que condicionó el desarrollo de paisajes más abiertos, dominados por herbazales, brezales, matorrales y depósitos de turba en las cumbres de las montañas de mediana altitud próximas al litoral cantábrico.



Granos de polen de los géneros *Fraxinus* y *Quercus*

El final del óptimo viene marcado por una mayor termicidad, reflejada por la difusión ó expansión de elementos de carácter termófilo (*Arbutus*, *Hummulus*, *Ulmus*, *Celtis*, etc.), aunque en ningún caso adquieren la suficiente importancia para dominar frente al resto de los elementos mesófilos (*Quercus*, *Corylus*, *Alnus*, *Fagus*).

En la práctica totalidad de las secuencias polínicas del noroeste de la Península Ibérica **los últimos 2500 años** de registros se caracterizan por una marcada reducción de la representación de los bosques regionales y una importante expansión de los brezales. En general, este proceso puede subdividirse al menos en dos estadios. En una **primera etapa, el declive del polen arbóreo observado** en los registros de las turberas de las montañas cantábricas coincide con una leve recuperación de los tipos de vegetación más característicos de estos humedales de montaña, es decir, gramíneas, ciperáceas, brezales (*Erica*, *Calluna*, *Daboecia*) **y otros tipos de vegetación hidrófila** (*Drosera*, *Potamogeton*, *Ranunculáceas*, etc.). Mientras, los indicadores de actividad humana en el entorno (cereales, Crucíferas, *Plantago*, *Polypodium*, *Pteridium*) **también experimentan aumentos significativos.**

La **última etapa de la historia climática de la tierra** es el Antropoceno (1850 AD a la actualidad). La acción del hombre sobre el planeta se ha incrementado de forma dramática desde los albores de la Revolución Industrial, provocando modificaciones sobre los ecosistemas que trascienden del nivel local o sub-regional, hasta percibirse a escala regional o incluso global afectando tanto a los componentes de la biodiversidad, como a la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. El Cambio Global incide igualmente sobre el sistema climático del Planeta, el cual ha sufrido desde la Revolución Industrial una dinámica, en la que ciertas variaciones detectadas a escala continental y regional, están directamente vinculadas a la acción humana.

Durante el Antropoceno la temperatura global de la superficie de la Tierra se ha calentado en un promedio de 1,0-0,74°C alcanzando en las áreas más septentrionales, como ocurre en la Península Ibérica, valores de 1,2-1,5°C, con incrementos medios de las temperaturas máximas de 0,12 °C/década y de las temperaturas mínimas de 0,10 °C/década. Paralelamente la superficie ocupada por bosques y hábitats naturales se ha reducido, mientras que se incrementa la ocupada por repoblaciones forestales y grandes sistemas agrícolos.

## E studios Paleoambientales... en Navarra

Hasta finales de la década de los 80 del siglo pasado, los estudios paleoclimáticos y paleoambientales eran escasos en Navarra, pero en los últimos 30 años se han ido adoptando nuevos métodos y tecnologías que permiten avanzar en estos campos, vinculando además, investigaciones históricas con conocimientos del medio ambiente actual.

Los yacimientos arqueológicos han sido una fuente de información paleobotánica irremplazable sobre zonas concretas en Navarra, y en los últimos años, para poder disponer de información a una escala regional se vienen estudiando los registros obtenidos en depósitos orgánicos de turba.

En Navarra se conoce la presencia de **depósitos de turba** importantes en 5 enclaves: **Belate** (Ultzama y Baztan), **Arxuri** (Baztan), turbera de **Anue** (Anue), turbera de **Esteribar** (Esteribar) y **Azaldegi** (Baztan). **Además, en el humedal de Jauregiaroztegi (Auritz-Burguete)**, aunque no existe un depósito de turba como tal, se ha obtenido también información paleoambiental de gran interés.

En el marco del LIFE T R E M E D A L, Navarra ha recopilado toda la información de estudios paleoambientales generada hasta ahora y está completando también el conocimiento paleoambiental de las turberas de Belate, Arxuri y Anue. Cabe destacar que los resultados de los estudios que se están llevando a cabo en Navarra (e incluso otros anteriores al inicio de T R E M E D A L) están pendientes de publicación y es posible que ésta sea posterior a la finalización del propio proyecto.



En la turbera de Arxuri (Ibainetako Zelaia) se ha descrito un depósito de turba que presenta una profundidad de más de 4 m y que puede tener más de 6.370 años de antigüedad según los estudios más recientes (no publicados todavía).



Sondeo realizado en Arxuri con sonda rusa



En la turbera de Belate se ha descrito un depósito de turba de casi 4 m de profundidad. En el estudio de Peñalba (1989) se recogen diferentes dataciones de este depósito: 6.600 años BP de antigüedad a 216 cm, 2960 años BP a 50 cm, etc. Además, los restos vegetales recogidos en las partes más profundas del depósito indicaban que la formación de la turbera se produjo mucho antes, en época tardiglaciaria (hace 13.000-10.000 años).



Turbera de Belate

Posteriormente, durante los trabajos para la caracterización físico-química del depósito realizados entre 2008-2009, se detectó, enterrada a 215 cm de profundidad, una masa de restos vegetales que, gracias al extraordinario buen estado de preservación que presentaban, pudo identificarse como la especie *Palustriella commutata* (Heras y colaboradores 2009). Estos restos mostraron una datación de 17.980-18.620 BP lo que supuso un hallazgo sorprendente y que aportaba una información novedosa sobre la fecha de sedimentación del depósito de arcilla que se encuentra bajo la capa de turba.



Su presencia parece indicar que alguna fuerte avenida arrancó una parte de la población de este musgo de su sitio en alguna ladera de las que rodean la cubeta de Belate y lo arrastró hasta quedar depositado, entre arcilla, en el punto donde fue encontrado.

*Palustriella commutata* no ha sido registrada en los estudios realizados en las últimas décadas en Belate, si bien su presencia no es imposible en algún punto húmedo de las laderas cercanas a la propia cubeta.

Resulta llamativa la presencia de este musgo basófilo, enterrado en el horizonte de arcilla, pues sus preferencias ecológicas chocan con las condiciones acidófilas que presenta la cubeta de Belate y que ha permitido el desarrollo de un importante depósito de turba.

Este hallazgo parece indicar que las condiciones ambientales en el entorno de la cubeta de Belate fueron, en un pasado bastante remoto (mucho antes de la aparición de la turbera y del inicio del depósito turboso), muy diferentes a las actuales.



*Palustriella commutata*

El de Belate es el primer y único hallazgo de macrorestos subfósiles de *Palustriella commutata* en la Península Ibérica.

# E studios Paleoambientales... en el País Vasco

Desde Euskadi llega una muestra de un estudio paleoambiental en un contexto diferente: un medio lacustre.

En el lago de Caicedo Yuso – Arreo no se deposita materia orgánica en forma de turba. Actualmente cuenta con representaciones de turberas calcáreas, un medio muy diferente a turberas como la de Belate, en Navarra.

Pero no siempre ha sido así, ya que otra diferencia relevante es su dinamismo, como muestra el estudio de Corella *et al.* 2013<sup>1</sup>, anterior al proyecto TREMEDAL.

A diferencia de la estabilidad de las turberas objeto del proyecto –que se han mantenido como tales a lo largo de miles de años- este enclave ha resultado muy dinámico en el periodo estudiado.

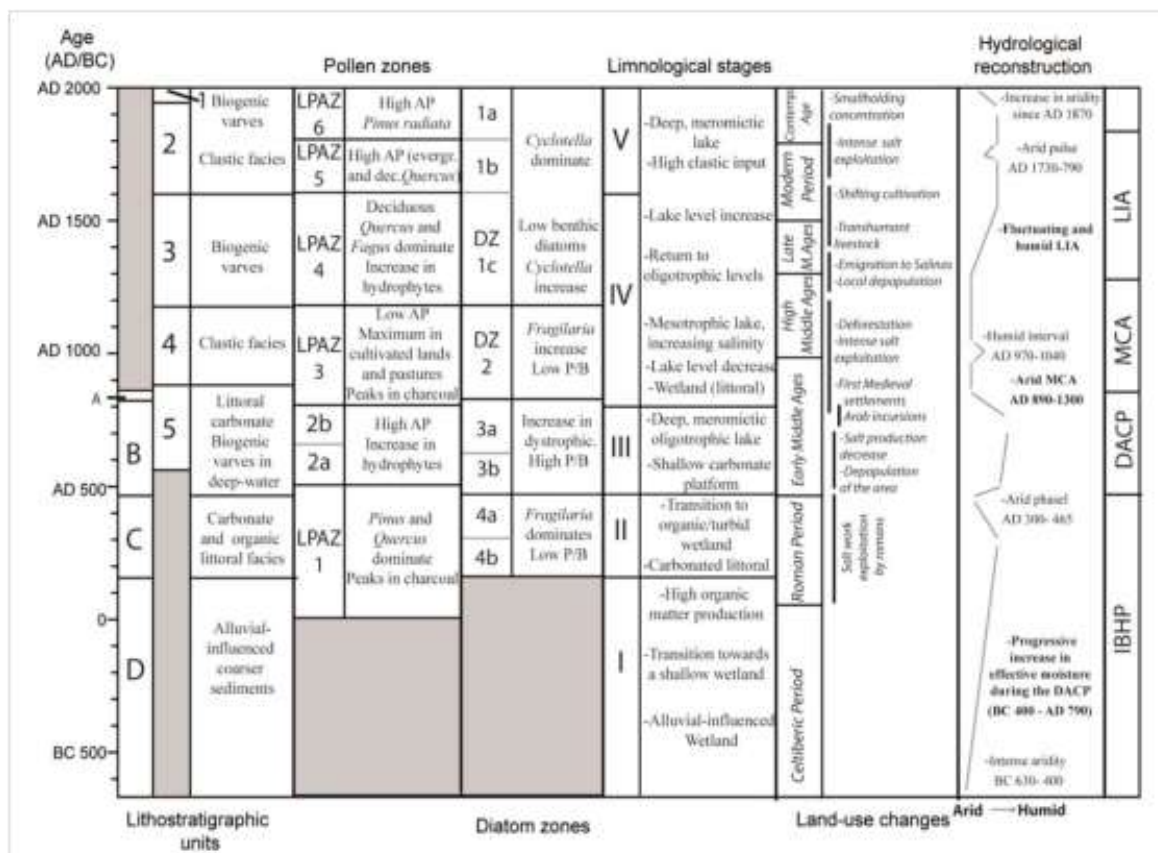
Ha experimentado importantes cambios en su salinidad y ha pasado de ser un humedal con fuerte influencia fluvial a convertirse en el lago actual, con una orla de vegetación palustre en la que se acumulan restos de plantas con materiales calcáreos.

Estos cambios se han producido con una rapidez llamativa, desde el punto de vista geológico, en tan solo 2.500 años. Los cambios en los usos humanos durante este tiempo también han sido notables e introducen la dificultad de distinguirlos de los procesos naturales.



Para distinguir la influencia humana de los procesos ambientales es necesario combinar diferentes técnicas de estudio.

Para ello debe emplearse una aproximación multidisciplinar, que combine estudios geoquímicos, estratigráficos, de radioisótopos, etc.



<sup>1</sup> JP Corella, V Stefanova, A El Anjoumi, E Rico, S Giralt, A Moreno, A Plata-Montero, BL Valero-Garcés. A 2500-year multi-proxy reconstruction of climate change and human activities in northern Spain: The Lake Arreo record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Vol 386, 15 September 2013, p 555–568.

Siguiendo esta idea, el equipo de Juan Pablo Corella realizó sondeos en la zona somera actualmente un carrizal-masegar- y en la zona profunda del lago.

De los dos sondeos seleccionados para su estudio, el correspondiente a la zona somera alcanza una profundidad de 5 m, correspondiente al año 620 aC, se interrumpe en superficie en el año 840± 60 dC, indicando una alteración reciente por procesos erosivos.

El sondeo de la zona profunda del lago, con sus 6,79 m de profundidad, se remonta hasta el año **585 dC y mantiene un registro continuo hasta el presente. La combinación de ambos registros de sedimentos lacustres permite estudiar un periodo de 2.570 años, con un solapamiento de aproximadamente 300 años entre ambos sondeos.**

Como ya se ha expuesto, se procesaron los dos testigos con diferentes técnicas, que permitieron realizar análisis del contenido en polen, diatomeas, abundancias relativas de isótopos, tamaño de los sedimentos, presencia de restos de carbón y otras determinaciones.

### **Dos ejemplos ilustran el tipo de información que puede obtenerse con este enfoque múltiple:**

1. Durante el periodo **Íbero-Romano (570 aC – 400 dC)** el lago experimentó un uso intenso, con un manejo de los bosques cercanos y del propio humedal basado en quemas periódicas y su aprovechamiento para pastos. Esto es coherente con la necesidad de abastecer a animales de carga destinados tanto a explotar las Salinas de Añana (1 km) como para transporte por la Vía Iter XXXIV (5 km).
2. En la **Alta Edad Media (400dC – 900dC) decae la explotación de las salinas**, se reduce el uso de pastos y los bosques se recuperan. Aumentan los cultivos cercanos y bajan los usos que afectan directamente al lago. También hay un descenso del uso de incendios como herramienta de gestión forestal, aunque se produce un aumento alrededor del año 800 dC, evento que puede relacionarse con la quema de zonas boscosas en las incursiones árabes de ese periodo.



Salinas de Añana (Mikel Arrazola)



(Mikel Arrazola)



(Euskonews-Euskoikaskuntza)

Imágenes de la calzada romana  
Vía Iter XXXIV

# E studios Paleoambientales... en Picos de E uropa

(Asturias, Castilla y León)

A lo largo de los últimos 50 años se han realizado numerosos trabajos de temática paleoambiental en Asturias, Cantabria y el norte de Castilla y León, relacionados fundamentalmente con turberas, cuevas o medios lacustres. Además, se han abordado estudios palinológicos en muchos yacimientos arqueológicos, que han permitido caracterizar los paleoambientes de estos enclaves. La mayor parte de estos estudios ha sido recopilada para su incorporación en la base documental del LIFE TREMEDAL.

La turbera con mayor potencia de turba registrada es la que se localiza en la depresión de Comeya, en Picos de Europa, uno de los enclaves del proyecto Tremedal. Esta cubeta de tipo polje se encuentra rellena por un depósito cuaternario de 56,7 m de espesor, cuya capa superior, constituida por turba, alcanza los 5 metros de potencia. Según la datación y el estudio palinológico del depósito de Comeya, realizado en 2001, el inicio de la formación de turba tuvo lugar hace unos 9.000 años.

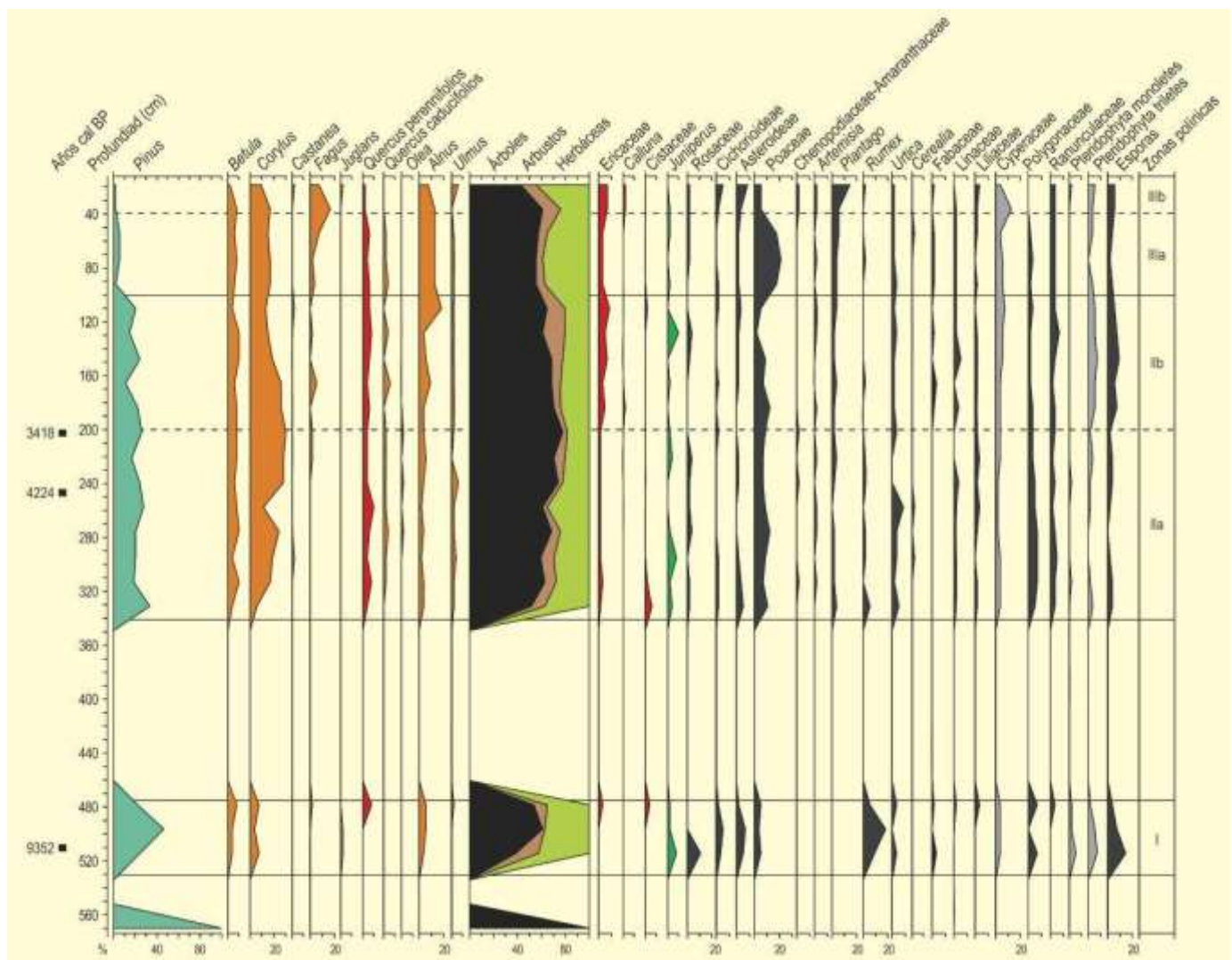


Diagrama polínico del depósito superficial de turba de la depresión de Comeya. (Tomado de Ruiz Zapata, M.B., Farias, P, Jiménez Sánchez, M., Gil García, M.J., Dorado Valiño, M. y Valdeolmillos Rodríguez, A. 2001. Secuencia polínica de un depósito de la depresión de Comeya (Picos de Europa, Asturias): implicaciones paleoclimáticas.) (Secuencia incompleta, sin datos entre los 340 y los 485 cm).

Las investigaciones más recientes incorporan, junto a las dataciones con radiocarbono y los análisis palinológicos, estudios de geoquímica orgánica en los que se analizan biomarcadores moleculares, como alcanos, cetonas, triterpenoides y esteroides.

Los datos de las proporciones relativas de estas moléculas aportan información acerca del tipo de plantas de las que proceden y su abundancia, lo que resulta especialmente útil en muchas turberas cuyo alto grado de humificación no permite identificar las especies que generaron la turba. (López Días, V. 2013. *Geoquímica orgánica y evolución ambiental de turberas de las rasas costeras asturianas*. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo.)

En el proyecto “Las Turberas como registro del cambio climático en el Holoceno del Norte Peninsular”, desarrollado por el Instituto Nacional del Carbón y la Universidad de Oviedo, se han estudiado, mediante geoquímica orgánica, palinología y análisis de macrorrestos, 8 turberas de zonas medias y bajas (turberas cántabro-atlánticas litorales y submontanas) y de zonas de montaña (turberas orocántabras templadas) de Asturias.

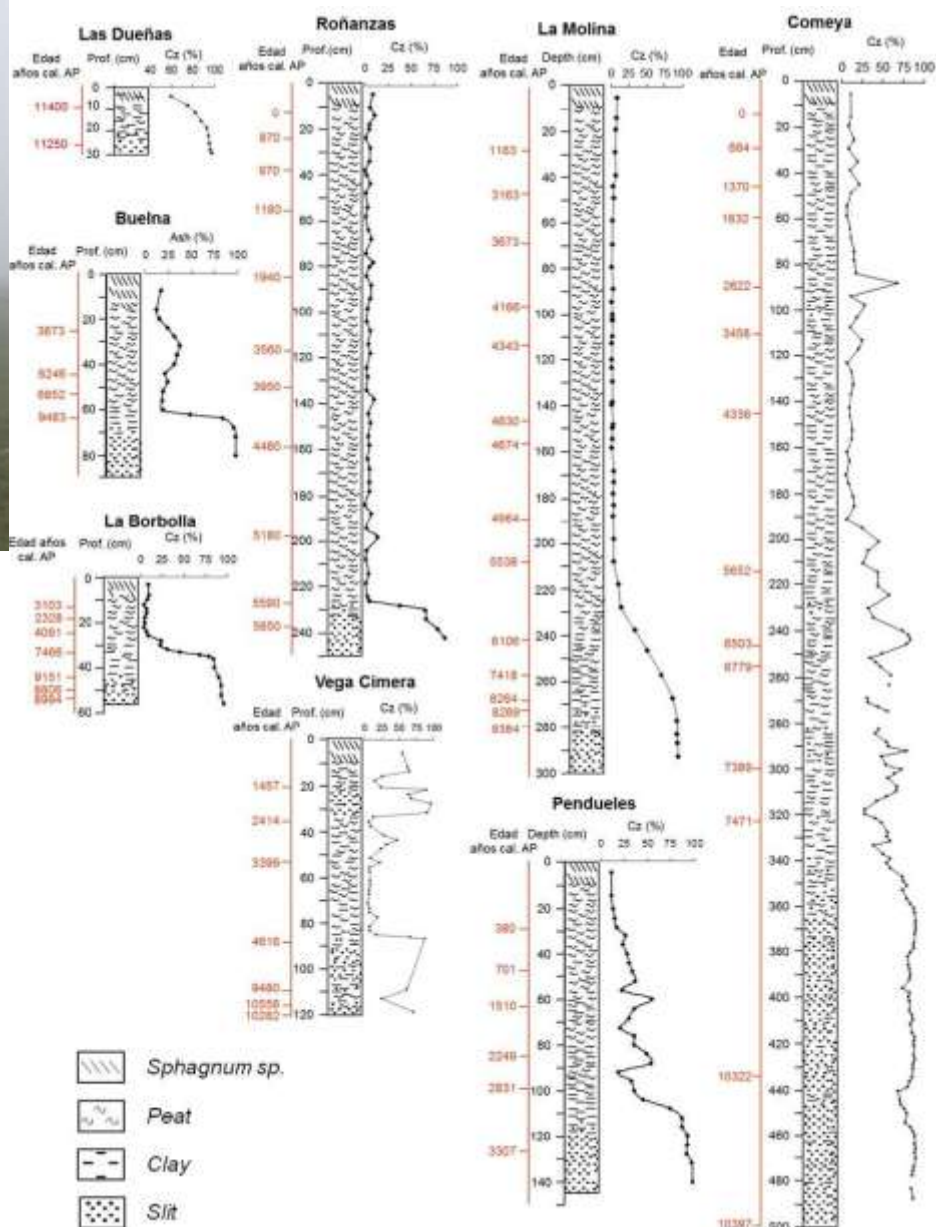
Los datos del estudio revelan que estas turberas presentan dos tipos de tasas de crecimiento: crecimiento lento (0,05-0,1 mm/año) y crecimiento rápido (0,5-0,7 mm/año), y que manifiestan la existencia de dos episodios húmedos, datados en 4000-5200 y 2200-3000 años cal. BP. La relación con estudios previos ha mostrado intervalos ricos en plantas vasculares que se corresponden con niveles enriquecidos en polen arbóreo durante el Holoceno medio y el establecimiento de condiciones más húmedas y frías a continuación, que ha favorecido el desarrollo de *Sphagnum* en las turberas.

Dentro de este proyecto están pendientes de realización o finalización los estudios palinológicos de varias turberas, entre ellas la de Comeya, de la que, hasta ahora, se han analizado los restos polínicos del nivel más superficial de la capa de turba.

Es previsible que los resultados finales de los trabajos de palinología no estén disponibles antes de la finalización de Tremeñal.



Sondeo en la capa de 5 metros de turba, en Comeya, Picos de Europa (2011).



Perfiles de las diferentes turberas con indicación de la edad aportada por datación AMS 14C y contenido en materia mineral de la turba.

# Para saber más...

El “**Grupo de trabajo sobre Turberas**” del proyecto **LIFE TREMEDAL** se reunió en Lugo durante los días 17, 18 y 19 de noviembre para un sesión de trabajo centrado en el análisis de los distintos tipos de turberas presentes en el norte de la Península Ibérica. Este grupo está conformado por científicos, técnicos y gestores especialistas en humedales del norte de España y de otros países de la Unión Europea.

En esta reunión se debatió acerca de los tipos de turberas existentes en el norte de la Península Ibérica, las claves y problemática para su identificación y caracterización, directrices de gestión y posibles acciones de conservación y restauración. Asimismo se realizó una visita a localidades de referencia de diferentes tipos de turberas presentes en las montañas del norte de Lugo, en la denominada Sierra do Xistral. Este lugar perteneciente a la Red Natura 2000 constituye la mejor representación de turberas de cobertor de Europa continental y posee una gran singularidad e importancia para la conservación de la biodiversidad.



El grupo visita Serra do Xistral



VI Comité Técnico TREMEDAL LUGO







## ...en Galicia

### Recuperación del hábitat prioritario 7210\* Turberas calcáreas de *Cladium mariscus*. Plantación de masiega en los Ollos de Begonte.

Continuando con las actuaciones del proyecto LIFE TREMEDAL, técnicos del Ibader han efectuado la plantación de individuos de *Cladium mariscus* en diferentes áreas de los Ollos de Begonte. Las formaciones de esta especie constituyen el hábitat prioritario Turberas calcáreas de *Cladium mariscus* (HIC 7210\*), el cual es objeto de recuperación en el marco del proyecto LIFE TREMEDAL. Este tipo de formaciones son relativamente frecuentes en el litoral gallego, sin embargo en el interior, el ZEC Parga-Ladra-Támoga es el único lugar de la Red Natura 2000 gallega con presencia de este hábitat, lo que acentúa la importancia del proyecto LIFE TREMEDAL al recuperar extensiones de este hábitat en este lugar.



### Las lluvias otoñales continúan el trabajo del proyecto LIFE TREMEDAL

Las actuaciones desarrolladas en los diferentes enclaves de la ZEC Parga-Ladra-Támoga: la Laguna de Cospeito, Ollos de Begonte y Insua de San Roque son completadas por la acción de las lluvias otoñales, siendo visibles los efectos de las mismas. En las imágenes se observan los efectos en una charca de la Insua de San Roque.



## E especies amenazadas se instalan en las áreas de actuación de Galicia

Las actuaciones desarrolladas en la Laguna de Cospeito (ZEC Parga-Ladra-Támoga) para la mejora de diferentes tipos de hábitats de interés comunitario la mejora del “cardiño da lagoa” (*Eryngium viviparum*) han deparado beneficios positivos para otras especies acuáticas. Además de instalarse poblaciones de cardiño da lagoa (especie prioritaria en Europa) se han localizado poblaciones de otras dos especies de flora amenazadas: *Luronium natans* y *Pilularia globulifera*, ambas plantas acuáticas.

*Luronium natans* que puede vivir tanto en grandes masas de agua como en pequeñas charcas, ríos y arroyos de corriente lenta. España es el límite sur de su área de distribución, manteniendo localidades muy dispersas, en pequeñas áreas y aisladas entre sí, por lo que se ha incluido en el Catálogo Español de Especies Amenazadas como En Peligro de Extinción.

*Pilularia globulifera* es un helecho de unos centímetros (3-15) que una buena parte del año vive sumergida. Cuenta con pocas poblaciones en España, destacando las existentes en los humedales de la Terra Chá por ser las más abundantes. Su estado de conservación ha conducido a ser catalogada como En Peligro de Extinción en el Catálogo Gallego de Especies Amenazadas.



*Luronium natans* y *Pilularia globulifera* (ambas imágenes se corresponden a las áreas de actuación de la Laguna de Cospeito)

## Investigadores de Japón visitan los enclaves de actuación del proyecto LIFE TREMEDAL

Investigadores de las universidades de Hokkaido, Tushima y Obihiro asistieron a la presentación del proyecto LIFE TREMEDAL como ejemplo de actuaciones orientadas a la recuperación y mejora de hábitats de humedales. Posteriormente se trasladaron a diferentes áreas de actuación en donde se está desarrollando el proyecto para comprobar los resultados obtenidos.

Esta actividad se engloba dentro de unas jornadas de trabajo e intercambio de conocimientos entre investigadores de universidades de Japón con sus homólogos del Ibader y el Proepla.



# ...en Navarra

## Nueva población de la libélula amenazada *Coenagrion mercuriale*

Los trabajos de diagnóstico y seguimiento de las poblaciones de odonatos en los humedales del LIFE TREMEDAL en Navarra coordinados/organizados por GAN y Gobierno de Navarra, y acometidos por Biosfera Consultoría Medioambiental, están proporcionando útiles datos para la gestión y agradables sorpresas sobre la especie de libélula de interés comunitario *Coenagrion mercuriale*.

Esta libélula está recogida en el Listado de Especies de Protección Especial, y en el Libro Rojo de los Invertebrados se la considera como vulnerable. Así, se ha localizado una nueva población de esta especie en Argintzu, remarcando la importancia de este singular humedal navarro de montaña.

Los datos de su distribución en Navarra son muy escasos, ya que hasta hace poco no se había detectado en esta comunidad, por lo que la nueva población permitirá avanzar en el conocimiento y conservación de la especie y de las turberas navarras.



## Labores de recogida de material vegetal

Durante 2014 se han realizado las labores de recogida de material vegetal de diferentes especies, en varias de las turberas y zonas húmedas de Navarra, con el objeto de reproducirlas en vivero.

La recogida de la mayor parte de planta ha sido realizada durante el verano y principios del otoño, para posteriormente, clasificarlo minuciosamente e implantarlo en bandejas de cultivo. El sustrato utilizado para ello ha sido turba rubia, 100% natural y sin ningún tipo de aditivo.

Las bandejas han sido situadas en el exterior, orientadas hacia el noroeste, en condiciones de sombra en el vivero de Miluce (Pamplona).

Los resultados han sido satisfactorios (**prácticamente no ha habido faltas**) y en algunos casos se observa un crecimiento notable de las plantas.



En estas imágenes de vivero se ve el buen desarrollo del material vegetal correspondiente a *Carex echinata* y *Sphagnum*

## El trabajo de campo de reconocimiento de las zonas y de revisión de las actuaciones a realizar en T remedal ha permitido localizar nuevas zonas con valores remarcables:

- en Okolin se ha localizado una superficie intercalada en el hayedo correspondiente al Hábitat de Interés Comunitario 7140;
- en Mendaur se han detectado nuevos núcleos de presencia de una especie de flora recogida en los Anexos de la Directiva Hábitats como es *Soldanella villosa*, y también otra planta Protegida en Navarra como es *Illecebrum verticillatum*.

Además, la colaboración con el guarderío ha permitido encontrar nuevas áreas de presencia de una planta de alto interés para la conservación como es *Carex hostiana* en Arxuri, y ha permitido constatar la expansión de otra planta, *Sanguisorba officinalis*, en Jauregiaroztegi desde que ha adaptado la gestión del humedal a la fenología de la planta (A. Senosiain com. pers.).

Imagen del espacio localizado en Okolin



## A lo largo de 2014 se han ejecutado obras de restauración en 6 zonas de Navarra: Xuriain, Okolin, Maulitx, Arxuri, Belate y Mendaur.

Las labores han sido variadas y en general de pequeña dimensión, pero la situación remota de alguno de estos humedales ha obligado a la utilización de helicóptero para el traslado del material (Xuriain y Mendaur).

**“Destacan los trabajos realizados en Xuriain con el objetivo de favorecer la recolonización vegetal de la zona. Este espacio ha sido cercado y se han instalado mallas vegetales para favorecer la regeneración de la vegetación en las zonas más erosionadas. También está prevista la revegetación con plantas reproducidas en vivero y a partir de plantas presentes en zonas próximas”.**

Los trabajos han sido ejecutados por una empresa local de carácter social (TASUBINSA).

### Imágenes de Xuriain

A la izquierda, zona muy deteriorada por fuego, erosión...

A la derecha, detalles de las mallas vegetales instaladas en las zonas más erosionadas.



# ...en País Vasco, las actuaciones realizadas en 2014 por la DFA son las siguientes:

**Compra de parcelas:** Entre finales de 2013 y principios de 2014 se adquirieron la totalidad de las 16 parcelas previstas que se localizaban alrededor del lago. De estas parcelas, cinco que corresponden a las más grandes, se encontraban en producción agrícola y se extendían por un total de 9,6 hectáreas. Ocho parcelas con un total de 1,3 ha, formaban parte de las áreas turbosas del humedal; tres parcelas con un total de 0,9 ha forman una masa forestal de encinar-carrascal en las pendiente más fuertes junto al lago y por último otras tres parcelas que sumaban 0,9 ha que se encontraban en barbecho con pastizal natural.

**Proyecto de restauración ambiental y actuaciones:** En mayo de 2014 se redactó el proyecto de restauración ambiental del lago y de las parcelas adquiridas y en noviembre se iniciaron las actuaciones. Las actuaciones realizadas o efectuadas en 2014 han sido las siguientes:

**1. Restitución morfológica del vaso del lago.** En la zona en contacto de las parcelas agrícolas con el basal del lago se pretende restituir la cubeta original del mismo. En primer lugar se analizaron las curvas de nivel para localizar las áreas que habían sido sobre elevadas para impedir o limitar la ocupación de terrenos por el agua del lago. Se identificaron caballones y acumulaciones de tierras a lo largo de toda la orilla del lago adyacente a los terrenos agrícolas. Complementariamente se realizaron catas transversales del terreno para establecer el nivel originario del lago, fácilmente identificable por su color oscuro de depósito de materia orgánica. Este perfil nos orientó en la profundidad de excavación en la restitución de estas áreas. En total se han recuperado unos 12 000 m<sup>2</sup> de superficie inundable que generarán el carrizal-mesagar y hábitats turbosos. Estas zonas fueron inmediatamente ocupadas por las aguas del lago que de esta manera recupera su fisionomía original.

## 2. Restauración de vegetación:

**Plantación de superficie forestal.** En las zonas más próximas a la orla forestal y coincidiendo con las pendientes más inclinadas, se ha procedido a la plantación de quejigar-encinar, junto con una mezcla de especies acompañantes arbustivas en un total de unos 17 000 m<sup>2</sup> con una distribución aproximada de 80% de quercíneas *Q faginea*- *Q rotundifolia*, 10% de *Juniperus communis*, 5% de *Crataegus monogyna*, 1% de *Pinus sylvestris* y 4% de otras especies arbustivas.

**Regeneración de soto de ribera** en un total de unos 3.900 m<sup>2</sup>, distribuidos en 6 tramos, en los bordes de las parcelas agrícolas en la orilla sur del lago, mediante estaquillado de salicáceas.

**Rodales dispersos.** Se crean 18 rodales dispersos para la recuperación y ampliación del bosque de carrascal-quejigar y arbustivo diverso, consistente en:



40% de superficie	Siembra de <i>Quercus faginea</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>
40% de superficie	Plantación y estaquillado de especies nodrizas
40% de superficie	Plantación de especies características carrascal-quejigar: 45 % <i>Quercus faginea</i> 30 % <i>Quercus rotundifolia</i> 10 % <i>Quercus pyrenaica</i> 5 % <i>Juniperus communis</i> 4 % <i>Crataegus monogyna</i> 1 % <i>Pinus sylvestris</i> .....5 % otras especies arbustivas

Estas áreas se superponen. En total estos rodales ocupan 5.200 m<sup>2</sup>

**Siembre de herbáceas.** En aproximadamente un 15% de la superficie agrícola, en correspondencia con las zonas más sensibles, se plantea una siembra mediante el método de extendido de heno o restos verdes de siega local que en alguna zona se fija mediante malla orgánica.

**Evolución hábitats herbáceos.** En las parcelas ya dejadas en barbecho y que presentan hábitats herbáceos 6210 se propone el cierre parcial, con el fin de observar su evolución espontánea en comparación con las zonas sin cerramiento.

**Evolución natural.** En aproximadamente un 30% de la superficie agrícola se potenciará la regeneración espontánea de la vegetación, sin intervención directa. Al igual que en las zonas anteriores, el cierre parcial de estas zonas permitirá comparar la evolución natural de los terrenos, con y sin afección ganadera o de ungulados silvestres.

**Vid silvestre:** En la zona SE del lago se realizará una plantación de vid silvestre, con formación de viña en parra o en vaso. Se plantarán vides dispersas a lo largo del arroyo del lago, junto a los árboles o arbustos ya existentes o los plantados.

**3. Cierres.** Los cierres perimetrales se plantean para proteger las plantaciones arbóreas y arbustivas y las áreas herbáceas generadas con la intervención.

También incluirán la zonas arbustivas o herbáceas naturales ya existentes, y las áreas reservadas a regeneración espontánea, lo que permitirá comparar su evolución con las áreas abiertas a la influencia ganadera o silvestre.

**4. Charcas para anfibios.** Debido a las características del lago y de toda la zona, se constata la ausencia de humedales idóneos para la reproducción de anfibios, por lo que en la parcela sur del lago, se han acondicionado dos charcas alimentadas por surgencias y aguas de escorrentía, para facilitar la ocupación por anfibios.



Imagen de una de las charcas acondicionadas para anfibios

## T areas pendientes para 2015

La pequeña parcela adquirida junto a la ermita del lago, se destinará a un futuro **área de aparcamiento, integrado en el entorno, con pavimentos permeables y estéticamente acordes con el paisaje**, con un tratamiento de vegetación arbolada-arbustiva y un sistema de drenaje sostenible que no pueda generar impactos en el sistema hidrológico del lugar.

**Senda perimetral, pasarela y pantalán.** Se plantea un posible trazado de senda que permita completar un recorrido perimetral del lago desde la ermita y futuro aparcamiento. Integrará un pequeño tramo-pasarela de madera a través del borde este del mesagar y tras bordear el manantial salino, conectaría con la senda ya existente al norte del lago, el GR1.

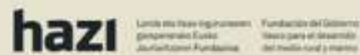
En la margen oeste del lago se encuentra el acceso a la superficie libre del lago. Debido al fondo fangoso y a las fluctuaciones naturales de nivel del agua, se prevé habilitar un sencillo embarcadero en madera, que sirva para los servicios de mantenimiento y conservación del área.



*Eryngium viviparum*



**SOCIOS / PARTNERS / SOCIOS / KIDEAK**



**COLABORADORES / SUPPORTING AUTHORITIES / COLABORADORES / LAGUNTZAILEAK**

