

# Primeros Datos sobre Deposición Atmosférica en el Entorno del Lago Enol (Parque Nacional de Picos de Europa, Asturias)

/ JORGE PEY BETRÁN (1\*), MARIAPILAR MATA CAMPO (2), MÓNICA I. MELÉNDEZ ASENSIO (3)

(1) Instituto Geológico y Minero de España. Manuel Lasala, 44, 9ºB. 50006 Zaragoza.

(2) Instituto Geológico y Minero de España, La Calera, 1, 28760 Tres Cantos, Madrid

(3) Instituto Geológico y Minero de España, C/ Matemático Pedrayes, 25, 33005 - Oviedo

## INTRODUCCIÓN

Los lagos de alta montaña son ecosistemas especialmente sensibles a los cambios ambientales y por tanto altamente interesantes desde el punto de vista del estudio de la repercusión del cambio global. Los recientes resultados obtenidos en el estudio del lago Enol muestran que está sufriendo un proceso de reducción progresiva de oxígeno en el hipolimnion y un desarrollo de anoxia produciéndose una transición desde un estado oligotrófico a mesotrófico. El origen de esta anoxia hay que buscarlo en una mezcla de factores que incluyen el aporte de materia orgánica terrestre, los compuestos orgánicos de origen animal, la ecología microbiana y el aumento de temperatura del ambiente.

La deposición atmosférica de algunos nutrientes (P, N) o ciertos metales pesados en sistemas de alta montaña constituye un factor de riesgo en la evolución futura de estos sistemas (Bergström y Jansson, 2006; Camarero y Catalán, 2012). El Parque Nacional de Picos de Europa (PNPE) se enclava en plena Cordillera Cantábrica, estando muy próximo a la zona de industria metalúrgica más importante de España, que constituye un foco emisión a la atmósfera de material particulado y diferentes gases contaminantes. Rodríguez (2005) y Rodríguez et al. (2009) identificaron, entre otras fases minerales, wustita y hematites procedentes de las fundiciones de Fe de Gijón y Avilés en las fracciones PM10 y PM2.5 en muestras tomadas en la ciudad de Oviedo. La influencia de las actividades mineras, frecuentes en esta zona de España, es igualmente importante en la emisión de partículas

atmosféricas (Loredo et al, 2007). Hasta la fecha, descontando los citados estudios y la monitorización continuada que se está realizando desde finales del siglo pasado en la estación EMEP de Niembro-Llanes (Asturias), no existen datos relativos a los aportes atmosféricos y su físico-química en los ecosistemas del PNPE.

En este trabajo se ha realizado una caracterización preliminar de la deposición atmosférica total (húmeda + seca) en el entorno del lago Enol, con el fin de cuantificar los aportes y caracterizarlos geoquímica y mineralógicamente. Se ha prestado una atención especial a la fase soluble, cationes, aniones y metales pesados, además de cuantificar y caracterizar la fase insoluble, para así poder establecer los balances netos. En el estudio se está prestando especial atención a la deposición de ciertas sustancias acidificantes y/o eutrofizantes (nitrógeno, fósforo, hierro) y a la transferencia de metales pesados (Pb, Cu, Zn, Cd) al sistema.

## LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA

El Lago Enol está localizado en el Parque Nacional de Picos de Europa (PNPE), a una altitud de 1070 m sobre el nivel del mar, tiene una superficie de 12 ha y está sobre formaciones carboníferas (Fm, Valdeteja y Picos de Europa) y areniscas y lutitas de Amieva (Julivert y Navarro, 1984; Aller et al., 2004). Está alimentado por escorrentía y aguas subterráneas y existe una salida hacia el borde NE que drena hacia la Vega de Comeya.

## MÉTODOS

En noviembre de 2015 se instaló un colector de deposición atmosférica total, de diseño propio y adaptado para el muestreo en zonas con innivación frecuente. La superficie de captación es de 0,01 m<sup>2</sup>. Hasta la fecha se han recogido muestras de deposición atmosférica total en periodos mensuales o bimensuales, dependiendo de las condiciones meteorológicas. En este trabajo presentamos los datos relativos al primer año de medidas (noviembre de 2015- octubre de 2016), para el cual tenemos un total de 7 muestras (Tabla I). Las alícuotas obtenidas fueron filtradas en el laboratorio sobre filtros de fibra de cuarzo de 0.45 µm.

De cada muestra se obtuvo al menos una alícuota de 250 ml, en la que se determinaron aniones y cationes, y metales pesados disueltos: Na, K, Ca, Mg, Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, y SiO<sub>2</sub> y Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Pb, Sb, Tl, V, Zn, Ag, B, Be, Fe, Hg, Ni, Se, Th, U.

Los filtros que acumulan el residuo insoluble registrado en cada periodo se analizarán en los próximos meses (ICP-AES + ICP-MS + Analizador termo-óptico), y se determinarán elementos mayoritarios y traza, además del contenido en carbono orgánico (OC) y hollín. Hasta la fecha solo se han determinado las concentraciones en masa del residuo insoluble, lo que permite la cuantificación del flujo total de deposición atmosférica. Una porción de cada filtro se ha destinado al análisis por microscopía electrónica de barrido con un JEOL 6010plus del IGME.

**palabras clave:** Deposición Atmosférica, Metales Traza, Parque Nacional de Picos de Europa.

**key words:** Atmospheric Deposition, Trace Metals, Parque Nacional de Picos de Europa.

## RESULTADOS

La tabla I y la figura 1, muestran los principales resultados de los análisis químicos del agua de lluvia del periodo analizado. La deposición atmosférica anual alcanza los 60 g/m<sup>2</sup>, lo cual es un valor muy elevado teniendo en cuenta el tipo de entorno en el que estamos midiendo. Si bien es cierto que gran parte de la deposición atmosférica se corresponde con aniones y cationes de origen natural como los aerosoles marinos y ciertos componentes ligados a la materia mineral, encontramos picos importantes de nitratos y sulfatos hacia el verano y otoño, y una abundancia inesperada de ciertos metales pesados como Pb, Zn o Cd.

En el estudio por microscopía electrónica de barrido de los filtros se han podido observar abundantes granos clásicos de cuarzo, feldspatos sódicos y potásicos, carbonatos (dolomita y calcita), fosfatos tipo apatito, abundantes filossilicatos tipo illita y óxidos de Ti y Fe, así como circones, junto con restos de organismos de diferente naturaleza. En las muestras de los meses de primavera - verano se observan numerosas esferas de hasta 5 micras de diámetro ricas en Fe, Pb, y Zn y en algunas ocasiones Mn y otras ricas en C. La muestra correspondiente a agosto septiembre (muy rica en Zn) contiene sistemáticamente esferas de menos de una micra ricas en Zn, cuyo análisis EDS muestra presencia sistemática de P, Fe y S.

	2015		2016						
	D	E	F-M	A-M	J-J	A-S	O		
Al (µg/l)	2,6	2,9	17,3	8,7	17,7	25,6	2,7		
As (µg/l)	0,00	0,00	0,00	0,38	0,87	0,60	0,11		
Ba (µg/l)	10,2	6,6	13,6	14,9	12,9	13,2	2,3		
Cd (µg/l)	11,3	5,0	5,2	2,8	2,5	2,7	0,2		
Co (µg/l)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00		
Cr (µg/l)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,09		
Cu (µg/l)	0,5	2,8	5,4	14,9	16,9	37,4	1,5		
Mn (µg/l)	1,0	3,3	6,2	9,8	27,6	28,2	1,4		
Mo (µg/l)	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Pb (µg/l)	2,8	9,7	50,0	34,4	59,4	11,3	0,7		
Sb (µg/l)	0,07	0,00	0,00	0,10	0,16	0,00	0,03		
Tl (µg/l)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,55	0,03		
V (µg/l)	0,04	0,09	0,40	0,46	0,69	1,20	0,06		
Zn (µg/l)	54	151	690	520	912	1600	65		

Tabla I. Concentración de metales en µg/l en las 7 muestras analizadas

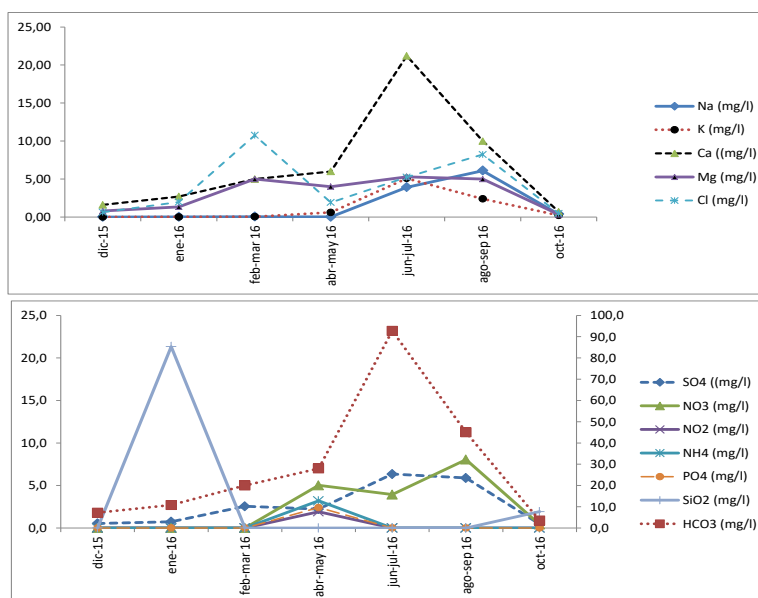


fig.1. Gráficas de los principales cationes y aniones analizados para este periodo.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos durante el primer año de medidas muestran la transferencia de concentraciones importantes de algunos metales pesados y ciertos nutrientes a los ecosistemas del Parque. Nuestro estudio está todavía incompleto, pero estos primeros resultados sugieren que la monitorización de la deposición atmosférica en el PNPE debe continuar en los próximos años.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la guardería del PNPE por la ayuda prestada en la recolección de las muestras del captador. Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto DONAIRE Deposición atmosférica en ambientes naturales y antropizados del Noreste de España, caracterización geoquímico-magnética

integrada y CLAM: Evaluación y seguimiento del cambio Global en tres lagos de alta montaña: Enol, Marboré y La Caldera. Indicadores físico-químicos" (OAPN- 533S/2012).

## REFERENCIAS

- Aller, J., Álvarez-Marrón, J., Bastida, F., Bulnes, M., Heredia, N., Marcos, A., Pérez-Estaún, A., Pulgar, J.A., Rodríguez-Fernández, L.R. (2004). Zona Cantábrica. Estructura, deformación y metamorfismo. En: vera, J.A. (Ed.) Geología de España, SGE-IGME, Madrid, 42-47
- Bergström, A.-K., Jansson, M. (2006). Atmospheric nitrogen deposition has caused nitrogen enrichment and eutrophication of lakes in the northern hemisphere. *Global Change Biology*, **12**, 635-643.
- Camarero, L. y Catalán, J. (2012).

Atmospheric phosphorus deposition may cause lakes to revert from phosphorus limitation back to nitrogen limitation. *Nature communications*, **3**, article 1118.

Julivert, M., Navarro, D. (1984). Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja n°55 (Beleño). IGME, Madrid

Loredo, J., Soto, J., Álvarez, R. y Ordóñez, A. (2007). Atmospheric monitoring at abandoned mercury mine sites in Asturias (NW Spain). *Environmental monitoring assess.*, **130**, 201-14.

Rodríguez, I. (2005). Mineralogía y evaluación ambiental de las partículas atmosféricas de Oviedo y Gijón. Tesis Doctoral, University of Oviedo, España.

Galí, S., Marcos, C. (2009). Atmospheric inorganic aerosol of a non-industrial city in the Centre of an industrial region of the North of Spain and its possible influence on the climate on a regional scale. *Environ. Geol* **56**: 1551-1561.