

## Hoja Informativa AELS Nº 8

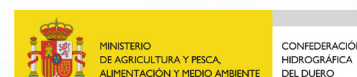
*Página 1 : Coordinación del Programa de Seguimiento Limnológico BIANUAL INTENSIVO del lago de Sanabria*

*Página 2 : Actividades de muestreo*

*Página 6 : Actividades de Investigación*

*Página 7 : Actividades Formativas y Educativas*

### **C**oordinación del Programa



Comisaría de Aguas (CHD)

Siendo conscientes de que los trabajos relacionados con la evaluación del estado ecológico de las masas de agua encierran una gran complejidad técnica, el **Programa** planteó desde el inicio la creación de un programa la difusión tanto de las actividades de investigación llevadas a cabo bajo el proyecto, como del programa de formación y educación ambiental.

Con motivo del Día Mundial del Medio Ambiente (5 de junio), se realiza la apertura a consulta pública de los contenidos de la web del **Programa** (<https://aulaestudiolagosanabria.info>) como un espacio didáctico para la difusión de conocimiento sobre este valioso ecosistema de origen glaciar situado al noroeste de la provincia de Zamora.

El objetivo final de esta página es expresar en un lenguaje inteligible para los ciudadanos el procedimiento y las técnicas de valoración del estado trófico y ecológico, así como mostrar el resto de

valores ambientales del lago y servir como biblioteca actualizada de todos los trabajos científicos realizados en las últimas décadas para poder comprender su funcionamiento en el pasado y el presente; y poder salvaguardar con mayor conocimiento el futuro del ecosistema.

Al margen de estos trabajos específicos, la CHD sigue ejerciendo sus funciones básicas dirigidas al mantenimiento y consecución de los objetivos de calidad y medioambientales de las masas de agua en la cuenca del Duero que se recogen en la Directiva Marco del Agua.

### **PROGRAMA DE CONTROL LIMNOLÓGICO BIANUAL INTENSIVO DEL LAGO DE SANABRIA**



Es objetivo de la CHD, a pesar de la dificultad técnica inherente a este tipo de estudios, que los resultados, conclusiones y experiencias aprendidas a través de este proyecto sean puestos en conocimiento de la sociedad.

Para ello, es preciso realizar previamente una intensa labor de educación y divulgación ambiental, que traslade a un lenguaje claro y comprensible esta materia.





*La masificación turística de verano es la principal presión antrópica directa sobre el ecosistema del lago y todo su entorno.*

## Actividades de muestreo



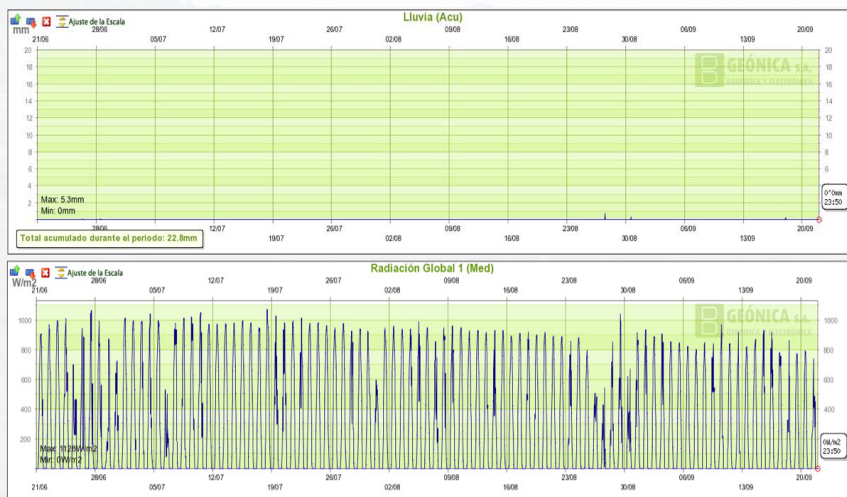
Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX)

En el mes de septiembre de 2017 se ha realizado la última campaña mensual del control limnológico bianual intensivo del lago de Sanabria y su cuenca.

Se han llevado a cabo un total de 24 campañas mensuales seguidas desde octubre de 2015, abarcando de esta forma dos años hidrológicos completos.

A partir de octubre se han retirado algunos equipos del lago y de la cuenca, estando previsto que permanezcan durante el resto del año y en 2018 algunos sensores de medición en continuo.

Como es el caso de los registradores de temperatura y de nivel/caudal del lago y río Tera, así como la estación meteorológica situada en las orillas del lago y los registradores pasivos de contaminantes atmosféricos.



*Radiación global y precipitación (arriba) registradas en la estación meteorológica del lago de Sanabria durante la estación de verano en 2017. Se observa que la mayoría de los días fueron despejados.*

Continuando con la tendencia primaveral, la estación estival de 2017 en el lago de Sanabria y su cuenca se ha mantenido excepcionalmente seca, con ausencia casi total de precipitaciones (22 mm totales) y mayoría de días totalmente despejados

con temperaturas elevadas, lo que ha propiciado que las aguas del lago alcanzasen temperaturas en el epilimnion más elevadas de lo habitual.

*La web de AELS incluye algunas entradas acerca de esta temática climática, elaborados con los datos de la estación del lago:*

*<https://aulaestudiolagosanabria.info/sin-lluvia-sep17> y en <https://aulaestudiolagosanabria.info/sin-lluvia-nov17>*

*así como sobre la repercusión del largo estiaje en las lagunas de Sierra Segundera: <https://aulaestudiolagosanabria.info/sequia-lagunas/>*



### Parámetros hidrológicos en la cuenca del lago

Durante el verano no ha sido posible recoger muestras de lixiviados en ninguno de los puntos debido a la ausencia de precipitaciones, estando el suelo totalmente seco en los 40-50 cm superiores.

A comienzos de septiembre se tomaron muestras de suelo superficial para el análisis de su composición en los puntos C1, C2, C4, C7, C8 y C10, representativos de los principales tipos de cubierta del suelo en la cuenca del lago.



Arroyo del punto C1 sin agua circulante en agosto.



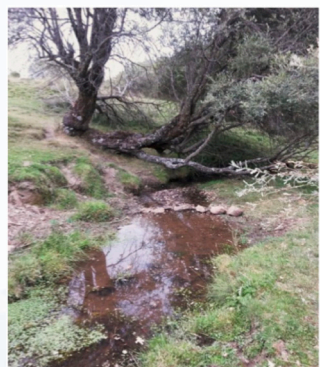
Cauce casi seco en el punto C8.



Cauce seco en el punto C7 en agosto.



Cauce seco en el punto C10.



Cauce seco en el punto C3.



Cauce seco del punto C4, en la zona de Seoane.



Embalse de Puente Porto con niveles bajos de agua almacenada a finales del verano.



Aforo de caudal en el punto C2 en agosto.

La ausencia de precipitaciones y las elevadas temperaturas a lo largo del verano ha tenido como consecuencia la desaparición progresiva de numerosos cursos de agua en toda la cuenca. Así, la mayoría de los puntos de muestreo de la cuenca han ido secándose poco a poco, encontrándose secos 3 de ellos en julio (6, 10 y 11), 6 en agosto (4, 6, 7, 9, 10 y 11) y 9 a comienzos de septiembre (1, 4, 5B, 6, 7, 8, 9, 10 y 11), afectando igualmente al nivel del agua del lago, excepcionalmente bajo y sin apenas oscilaciones a lo largo del verano. Los aportes del turbinado de la Central de Moncabril han

sido también mínimos durante esta estación al encontrarse los embalses de la Sierra con escaso volumen de agua almacenada.



Recogida de muestras de suelo en la zona del lisímetro del punto C10, representativo de cubierta de prados.

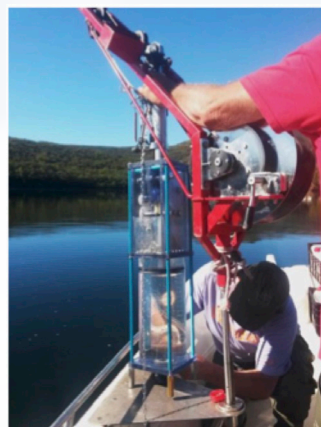




### Parámetros hidrológicos, fisicoquímicos y biológicos en el río Tera y el lago

La columna de agua del lago ha mantenido la estratificación habitual de todos los veranos, con la termoclina en torno a los 7 metros a comienzos de julio, y descendiendo ligeramente a lo largo del verano al ir calentándose el epilimnion, localizándose a 8 m en agosto y a 9 m a comienzos de septiembre, alcanzando la temperatura superficial del agua valores máximos superiores a los 22 °C en el mes de agosto. Se tomaron muestras mensuales a 7 profundidades en ambas cubetas del lago (0, 2, 5, 10, 15, 20 y fondo), además de muestras integradas de la zona fótica para aplicar los protocolos de cálculo del estado ecológico.

Las medidas con el disco de Secchi de la transparencia del agua del lago han mostrado valores en aumento a lo largo del verano, desde los 6,4 m en julio hasta 7,2-7,5 m en agosto y septiembre. Sin embargo, las lecturas de concentración de clorofila realizadas con la sonda multiparamétrica en la columna de agua del lago han reflejado la presen-



*Tomamuestras para obtención de muestras integradas de la zona fótica de la columna de agua del lago.*

cia de un máximo de concentración de algas permanente entre los 11 y los 19 m, localizándose en las capas altas del hipolimnion justo bajo la termoclina, con valores máximos en torno a los 14-15 m. Esta capa se corresponde con el máximo de crecimiento extraordinario de diatomeas detectado en muestreos anteriores a esas profundidades.



*Sonda multiparamétrica en el río Tera casi totalmente emergida debido al nivel acusadamente bajo del río en el mes de agosto.*



*Nivel mínimo del nivel del lago en el mes de agosto.*

En las campañas de verano se han recogido también muestras de agua de la orilla de los embalses de Garandones, Cárdena, La Playa y Puente Porto, para el análisis de la composición del fitoplancton.

A comienzos de agosto se realizó el muestreo del bentos, recogiendo muestras de zoobentos (micro- y macro-) y fitobentos (epilíton y epifíton). Al igual que a finales de primavera, se pudieron observar los efectos negativos de la presión del baño en la zona de playas y litoral de toda la costa oriental del lago, con presencia de material arenoso resuspendido sobre las piedras del lecho del lago, y una muy baja densidad de algas epilíticas sobre los sustratos rocosos (piedras, gravas). Además, resultaba patente el efecto del pisoteo sobre la vegetación acuática, muy poco desarrollada este año por el bajo nivel de las aguas del lago en los últimos meses.

Las muestras recogidas en las trampas de sedimento de los puntos D1, D2 y D3 mostraron, al igual que en primavera, poco material sedimentado, siendo principalmente de naturaleza orgánica y originado por los organismos planctónicos y materia orgánica autóctona sedimentada.



*Orillas del litoral oriental del lago, muy alteradas por efecto del pisoteo, la erosión y el movimiento de piedras por los turistas, con ausencia casi total de vegetación acuática litoral.*



En una visita realizada a los embalses y lagunas de la sierra a finales de julio se pudo observar una significativa presencia de espumas en algunas zonas del litoral y en el entorno de las presas, formadas con el batir de las olas al soplar vientos fuertes. Se trata del mismo fenómeno natural ya descrito y observado en el lago a finales de la primavera, debido a la presencia de productos de

descomposición de materia orgánica natural y excretados por algunas algas, formándose espumas de color parduzco, lo que confirma tal y como ya se explicó en la Hoja informativa de primavera, que su origen no tiene nada que ver con posibles vertidos.



Formación de espumas de origen natural en las orillas de las lagunas (Izda.: laguna de Lacillo), lago de Sanabria (centro) y embalses (Dcha.: embalse de Cárdena) por el batir de las olas.

La web de AELS incluye gran cantidad de información didáctica acerca del origen y proceso de formación de estas **espumas naturales de origen endógeno**, tanto en el lago como en numerosos ecosistemas de su cuenca:

<https://aulaestudiolagosanabria.info/espumas-endogenas/> y en <https://aulaestudiolagosanabria.info/espumas-invierno/>

## Depósito atmosférico

En lo referente a las tareas de seguimiento de la entrada de contaminantes por vía atmosférica, se realizó el mantenimiento y la sustitución de los captadores pasivos y las resinas de intercambio iónico en las estaciones meteorológicas del embalse de Puente Porto y del lago de Sanabria, descargándose los datos de los monitores de ozono y NOx en la casa forestal del lago. Debido a la ausencia de lluvias, sólo han podido recogerse muestras de depósito seco para su análisis químico (polvo atmosférico y cenizas de incendios ocurridos en las cercanías o interior de la cuenca del lago en el mes de agosto).

A lo largo del verano también se han realizado varios ciclos de 24 horas con el Captador de Alto Volumen de partículas.



Estación meteorológica en el embalse de Puente Porto con los captadores pasivos y las resinas de intercambio iónico para el control de contaminantes atmosféricos.

Recogida de muestra y limpieza del colector de depósito húmedo y seco el 03/07/17

## Dinámica de nutrientes

En agosto se ha llevado a cabo la última campaña de verano de caracterización de los vertidos de sistemas de depuración en la cuenca del lago (V1, V2, V3 y V4), con dos ciclos de 4 muestreos diarios en cada uno: uno en día festivo y uno en laborable. Las muestras de las tres EDARs, Ribadelago Viejo (V1), Ribadelago Nuevo (V2), y Camping-Playas (V3), se tomaron en el sumidero del canal de desagüe del 2º tanque del sistema.

Las muestras, una vez medidos el pH y conductividad, fueron transportadas refrigeradas al laboratorio para su análisis.

Al igual que en las campañas anteriores, el efluente de la fosa séptica de San Martín de Castañeda (V4) ha presentado mayor carga orgánica (valores superiores de DQO y DBO) y olor que el resto de vertidos.





Toma de muestras en la EDAR de Playas-Camping Los Robles (V3)

Durante 2018 se llevará a cabo el análisis de los datos obtenidos en el **Programa** de seguimiento del lago y su cuenca por el CEDEX (muestras físico-químicas y biológicas, perfiles de sonda, sensores automáticos, trampas de sedimentación, testigos de sedimento, estaciones meteorológicas

y de contaminación atmosféricas, suelos y lixiviados, caudales, vertidos de sistemas de depuración, etc...), así como la modelización hidrodinámica, hidroquímica, sedimentológica y ecológica, cuyos resultados se irán exponiendo progresivamente.

## Actividades de investigación

Ana I. Negro / Manel Leira / María Pérez (USAL)  
Pedro Sánchez-Castillo (UGR)

### Estudio de las comunidades de algas planctónicas y bentónicas

Entre los elementos de calidad biológicos a controlar en los lagos y embalses se encuentran la composición y biomasa del fitoplancton (microalgas). Durante los meses de verano la composición y abundancia del fitoplancton, así como su distribución vertical en la columna de agua, han estado marcadas por el desarrollo de la diatomea *Asterionella formosa*. Esta especie comenzó a destacar a finales del otoño pasado, y paulatinamente fue incrementándose su biomasa hasta alcanzar el máximo en los meses de abril y mayo de 2017. Durante este verano ha estado por debajo de los niveles primaverales, aunque ha seguido dominando el fitoplancton.

Una peculiaridad de esta especie ha sido su distribución vertical, ya que durante los meses de la estratificación, y de forma particular en julio, agosto y septiembre, la máxima biomasa en la columna de agua se ha encontrado entre los 15 y los 20 m de profundidad. Sin embargo, en las capas superiores la biomasa de *A. formosa* y del conjunto del fitoplancton fue muy baja; quizás en relación con la mayor transparencia del agua este verano.

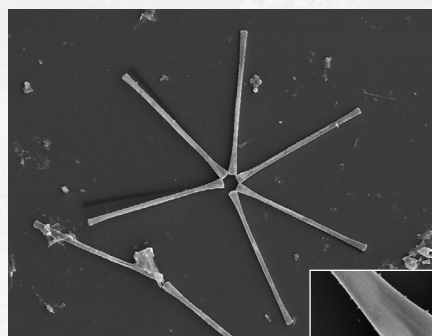
En cuanto al resto de especies, es destacable la escasez de cianobacterias y de crisofíceas en 2017 en comparación con el verano anterior.

El desarrollo de *A. formosa* no ha estado restringido únicamente al lago de Sanabria. Ha sido detectada en cantidades significativas en muestras recogidas mensualmente en la salida de agua de la central de Moncabril durante todo el año 2017, lo que indica que ha estado también presente en los embalses de la Sierra. El análisis de muestras recogidas durante el verano de 2017 directamente en los ecosistemas lacustres (ver siguiente página) lo confirma, ya que hemos encontrado cantidades importantes de esta diatomea en los embalses de la cuenca del río Segundera.

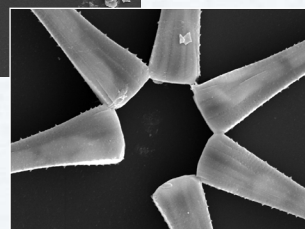


*Euastrum oblongum*

*Xanthidium armatum*



Colonia de la diatomea *Asterionella formosa* vista en el microscopio electrónico de barrido -MEB-, y detalle (dcha.) de la zona de unión de las células.







Presencia estival masiva de vacas y caballos dentro de la cubeta del embalse de Vega de Conde y toma de muestras desde el litoral en julio de 2017.

En los muestreos de verano se han recogido también muestras de agua de algunos embalses, como Vega de Tera, y varias lagunas de Sierra Segundera para el análisis de la composición del fitoplancton y de la presencia de *Asterionella formosa* en ellos.

### Estudio de las comunidades faunísticas litorales del lago

Javier Morales / Miguel Lizana (USAL)

Se realizaron muestreos de macrofauna litoral en distintos tramos del perímetro del lago y zonas próximas al lago enfocados básicamente para los anfibios e invertebrados (no artrópodos y odonatos) y también para las poblaciones de lamprehuelas.

En particular se trabajó en la prospección subacuática de los fondos profundos para la localización de fauna bentónica con carácter bioindicador.

Además se han recogido complementariamente muestras de microfauna y bentos litoral para su determinación al microscopio (en especial de nuevos elementos indicadores de calidad), así como para la fotografía y grabación en vídeo en condiciones "in vivo" en acuarios propios. Material gráfico destinado a ilustrar la web de AELS y las actividades divulgativas y formativas con material propio del **Programa**.

Durante los trabajos de caracterización de las poblaciones de *Cobitis calderoni* en el lago y su entorno más próximo, se ha detectado una población de gambusias que en una primera aproximación parece que ha conseguido reproducirse. Siendo la primera cita de una especie de pez exótico invasor que se presenta en estas aguas y dada la peligrosidad para la integridad biológica que tiene *Gambusia holbrooki* (especie EEL incluida en el RD 630/2013) se estudia en estos momentos más en detalle su localización precisa y ocupación de las orillas; para valorar su posible control y erradicación de estas aguas.

Se ha colocado una entrada en la web AELS:

<https://aulaestudiolagosanabria.info/presencia-gambusia/>

Captura manual para la determinación de visu de libélulas (p.e. *Oxygastra curtisii*, *Cordulegaster boltonii*)

Manejo en las orillas de peces autóctonos presentes en las orillas

La rana patilarga es una especie muy sensible a la calidad del agua

*Gambusia holbrooki* es el primer pez exótico que vive en el lago



## Actividades formativas y divulgativas



VNIVERSIDAD  
DE SALAMANCA  
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



Áreas de Biología Animal y Ecología

### Campus Científico de Verano

Se trata de una actividad organizada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología en colaboración con las Universidades españolas, y en

2017 se contó además con la participación del Espacio de Cultura Científica de la USAL.



FUNDACIÓN ESPAÑOLA  
PARA LA CIENCIA  
Y LA TECNOLOGÍA





Los destinatarios de este programa Campus Científicos de Verano (<https://www.campuscientificos.es/>) son pequeños grupos (6 - 8 alumnos) de estudiantes de 4º de la ESO y 1º de Bachillerato, seleccionados por su buen expediente escolar y por su interés por la ciencia, la tecnología y la innovación. Los alumnos que este año escogieron el campus de biodiversidad (que organizan las Áreas de Biología y Animal y Ecología de la USAL desde hace más de 7 años) estuvieron representados por chicas y chicos de muchas provincias, todos y todas con excelentes expedientes.



Para la realización en 2017 del Campus Científico de biodiversidad temático sobre el lago de Sanabria participaron como profesores los doctores Fernando Silla y Ana Negro (área de Ecología), Javier Morales y Miguel Lizana (área de Zoología) y Paco Álvarez, como biólogo especialista en educación ambiental.

Y además se contó con la colaboración de otras personas de la USAL para las actividades en el Campus Unamuno de Salamanca.

También con la participación de José Carlos Vega en San Martín de Castañeda, como responsable del seguimiento limnológico mensual del lago durante más de 3 décadas.

### Actividades de divulgación / charlas para la población local



Un instante en la charla divulgativa del Dr. Miguel Alonso en Ribadelago

Al igual que en 2016 durante el mes de agosto se organizaron charlas de divulgación sobre el estado ecológico del lago en los pueblos del entorno, en colaboración con el Excmo. Ayuntamiento de Galende, y dentro de las actividades de su Verano Cultural.

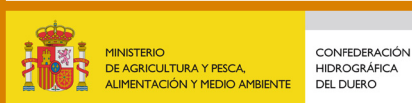
Varios integrantes del equipo de investigadores del **Programa** informaron de primera mano a los habitantes de Ribadelago y Vigo de Sanabria de los principales

avances del primer año completo de estudio; y también sobre las presiones ambientales y antrópicas que actualmente más condicionan la conservación del lago.

La actividad se planteó en formato "charla-debate" en las que participaron numerosos vecinos interesados por el futuro de esta masa de agua y que sometieron a los ponentes a un gran número de preguntas.

© Aula de Estudio del Lago de Sanabria <https://aulaestudiolagosanabria.info>

### Coordinación y financiación



Comisaría  
de Aguas

### Programa de Difusión y Divulgación



Áreas de Biología  
Animal y Ecología



### Otros organismos participantes

