

Job opportunities / grants

→PhD position in biological-related fields

University of South Bohemia in České Budějovice, Czech Republic



Topic: *Macrobrachium nipponense*: a new threat to European freshwater ecosystems.

Oriental river prawn is an emerging invasive species in European freshwater ecosystems. Its recent spread is likely facilitated by multiple introduction pathways, and its establishment may exert measurable ecological impacts on native biota through trophic interactions, competition, and potential disease transmission. These impacts, when combined with suitable environmental conditions and ongoing climate change, are expected to promote the species' further spread and invasiveness across Central and Western Europe. This project will monitor the spread of a novel non-native species in Europe, assessing its introduction pathway, several potential impacts on other taxa, role in the invaded trophic web, as well as its potential distribution, and invasiveness and impact risks.

Applicants should submit e-application to the Ph.D. study program at USB FFPW via e-mail at svesela@frov.jcu.cz by **December 1, 2025**.

More information [here](#).

→Postdoc position in data analysis

Université de Rennes, France



This postdoctoral position is part of a French national project on wetlands based on sites belonging to the French eLTER network. More specifically, we are looking for a candidate to analyse data collected by Malaise traps (using molecular approaches such as barcoding and/or metabarcoding) and water samples (by environmental DNA) over two years, in 2026 and 2027, in different types of wetlands (forest ponds, bogs, salt marshes, , temporary flooded areas, etc.). The postdoctoral researcher will be responsible for molecular analyses and publication of results, not sampling, which will be carried out by our partners.

Full details are provided here [here](#).

For more information, please contact benjamin.bergerot@univ-rennes.fr and christophe.piscart@univ-rennes.fr.

→ Curso “Análisis de datos genéticos en Ecología: Conceptos y Herramientas”

Organiza: Asociación Española de Ecología Terrestre

Universidad de Granada, 10 a 14 noviembre 2025



Este curso tiene como principal objetivo dotar de herramientas bioinformáticas que permitan añadir una perspectiva genómica a los estudios en ecología. Al concluir el curso, los participantes conocerán el manejo de diferentes herramientas con las que abordar preguntas biológicas mediante aproximaciones basadas en transcriptómica, genómica comparativa y genómica de poblaciones.

Para la inscripción, clickea en el enlace "[Registrar](#)" situado dentro del cuadro situado en la esquina superior derecha.

Cualquier información adicional de estos cursos en: e-mail secretaria@aeet.org.

→ V Congreso Ibérico de Restauración Fluvial

Organiza: Centro Ibérico de Restauración Fluvial, Confederación Hidrográfica del Duero

Soria, 10 a 12 junio 2026



¡Comienza la cuenta atrás para RESTAURARÍOS 2026!

El V Congreso Ibérico de Restauración Fluvial, RESTAURARÍOS 2026, abre oficialmente su periodo de inscripción. El Congreso Ibérico de Restauración Fluvial RESTAURARÍOS es organizado por el Centro Ibérico de Restauración Fluvial junto con la Confederación Hidrográfica del Duero. Con el apoyo de Wetlands International Europe a través del proyecto Life y el Ayuntamiento de Soria.

Ya puedes inscribirte y consultar toda la información práctica en la web del congreso cirefluvial.

→ Webinars

WiNoDa Knowledge Lab, Museum für Naturkunde Berlin, Germany



On behalf of the [WiNoDa Knowledge Lab](http://winoda.org) at the Museum für Naturkunde Berlin, I would like to invite you to our new season of webinars, ranging from data journals and participatory research to hands-on tools to harmonise your datasets and build sound recognition software. All webinars are free of charge and in English but registration is necessary (the link can be found in the title of the webinar).

- [From Messy Tables to Meaningful Insights: LLMs in Biodiversity Data Curation](#) - November 11th, 11 CET
- [A New Tool for Planning Data Management in Biodiversity, Ecological, and Environmental Research](#) - December 16th, 11am CET

Other interesting information

→ Open call for transnational Access for Early Career Research

As part of the EU-funded project IRISCC, there is currently an [open call for transnational access](#). The call provides a great opportunity for early career researchers (master's students, doctoral candidates, postdocs) to obtain research funding for a short research stay at the German eLTER site Rhine-Main-Observatory ([RMO](#)).

Research stays usually last for 1-3 weeks, must address a relevant research question and include field sampling or specialized lab work in the RMO.

Please note that researchers from outside of Germany can either apply alone or together with other researchers, researchers from Germany are only eligible to participate if they team up with researchers from outside of Germany (majority of applicants must come from outside of Germany).

Publications

PARA ENTENDER EL TIEMPO EN ECOLOGÍA, AQUÍ VA LA NOTICIA SOBRE UN LIBRO DE LIMNOLOGÍA A LARGO PLAZO

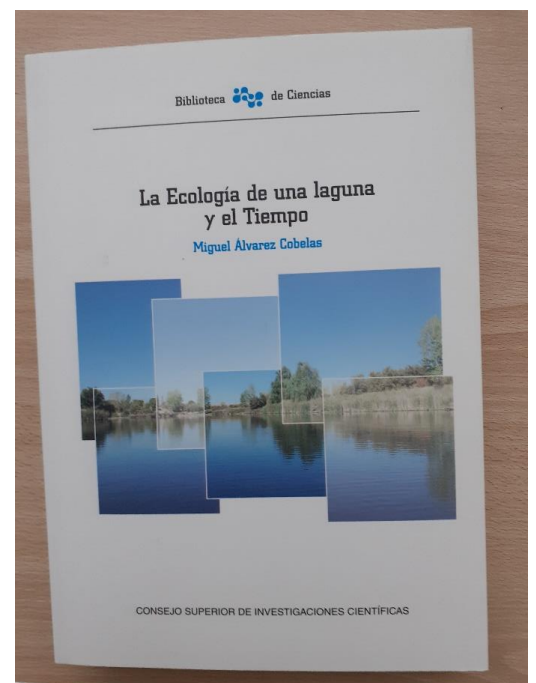
UNDERSTANDING TIME IN ECOLOGY BY MEANS OF A BOOK ON LONG-TERM LIMNOLOGY

Miguel Álvarez Cobelas, Avenida de la Albufera 48, Bajo 2, 28038 Madrid,
malvarezcobelas@gmail.com

Los libros sobre ecosistemas son cada vez menos frecuentes. El modo post-moderno de hacer ciencia favorece los artículos en detrimento de los libros. Pero los artículos limitan mucho el conocimiento al acotar una parcela pequeñísima de la realidad ecológica: un artículo es una viñeta, un libro es un paisaje. Por eso, os doy noticia aquí de un libro propio, recién publicado; quizá os interese.

Books on ecosystems are increasingly rare. The post-modern way of doing science enhances scientific articles and decries books. However, articles are limiting knowledge because they constrain ecological reality. In fact, an article is just a vignette, whereas a book is a landscape of a scientific topic. Here I give you some notice on a book of my own, recently published; maybe you would be interested in.

Autor/Author: **Miguel Álvarez Cobelas**
Referencia/Reference: **14381**



ISBN: **978-84-00-11467-1**

NIPO: **694-25-113-6**

Nombre de colección/Serial Name: **Biblioteca de Ciencias**

Número/Number: **52**

Lugar de edición/City: **Madrid**

Editorial/Press: **Consejo Superior de Investigaciones Científicas**

Año/Year: **2025**

Número de páginas/Page number: **519**

Soporte/Format: **Papel/Paper**

Materia(s)/Disciplines: **Geología y ciencias del suelo/Geology and soil science;
Ecología/Ecology**

Precio/Price: **43,27 €**

IVA/VAT: **4,00 %**

Más información/Further information [aquí/here](#)

El estudio de los ecosistemas casi siempre se reduce al de procesos que suceden a corto plazo: el de la duración de los proyectos de investigación (2-4 años). Sin embargo, los ecosistemas varían a muchas escalas temporales y parte de esas modificaciones tienen lugar a largo plazo, como es el caso -tan de actualidad- de los efectos del cambio global. Este libro, fruto de toda la vida científica del autor, refiere las transformaciones que ha experimentado una laguna artificial cercana a Madrid durante treinta años, como un ejemplo del impacto del Tiempo sobre los ecosistemas. Gran parte de las variables analizadas se han registrado mensualmente. Respecto a los estudios de los procesos a corto plazo, hay pocos ejemplos de un empeño de esta clase en el mundo y casi ninguno en España.

El libro intenta considerar casi todos los aspectos de la estructura y el funcionamiento de dicha laguna (Las Madres) durante ese lapso, con mayor o menor detalle según las informaciones que ha ido obteniendo el autor a lo largo de tres décadas para los ámbitos de la meteorología, la física del agua, su química y la de los sedimentos, el plancton, los macroinvertebrados bentónicos y los vertebrados (peces, fundamentalmente). También describe aspectos más ecológicos, como la biomasa de todas las comunidades biológicas, la estructura de las redes tróficas y las dinámicas temporales del ecosistema y de sus componentes. Además, hay un modelo conceptual de esta clase de lagos, un esbozo del posible futuro ambiental de la laguna y un apunte de los aspectos poco o nada conocidos de la misma.

Este libro -lleno de detalles ambientales, pero también de bastante abstracción intelectual- termina intentando trascender el ámbito puramente lacustre, para generalizar y abrirse a la consideración del Tiempo en Ecología.

Todos los datos ambientales que he ido registrando sobre este lago pueden consultarse en el Repositorio del CSIC (ved más abajo).

Ecosystem studies are almost always limited to those of processes taken place in the short-term, which is that of project duration (usually, 3-4 years). In spite of this, ecosystems usually change at many time scales and some of that variability occurs in the long-term, as is the case of global change effects. This book is the outcome of the whole scientific life of this author, and describes the transformations that an artificial lake close to Madrid (Las Madres lake) has experienced throughout thirty years. It is an example of the Time impact on ecosystems, with most variables being monthly recorded. As compared with studies of short-term processes, there are fewer examples of that endeavor worldwide and almost no one in Spain.

This book, written in Spanish with a long English summary, intends to tackle most structural and dynamical features of such a lake throughout that lapse, according to the information the author has gathered in three decades on meteorology, water physics and chemistry, sediment chemistry, plankton, benthic macroinvertebrates and vertebrates (mostly fish). It also considers ecological topics, such as biomass of all communities, food web structure and temporal dynamics of the ecosystems and its parts. In addition, a conceptual model of this lake type, a prospect of lake's future and some gaps in the knowledge to be filled in the future are considered.

My book, which provides many environmental details, but it also goes abstract, is ended by searching beyond the freshwater realm in order to gain wider knowledge dealing with the role of Time in Ecology.

The ecological data compiled over the years on this lake is stored in a public repository (see below).

Anexos electrónicos de datos en Digital.CSIC/Electronic databases, stored in Digital.CSIC

Material suplementario al libro/Supplementary materials:
<http://hdl.handle.net/10261/360221>

Bases de datos analíticas/Analytical databases: <http://hdl.handle.net/10261/358184>

LOS LAGOS “TROPICALES” EN ESPAÑA Ó LOS PROBLEMAS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS OFICIALES

Miguel Álvarez Cobelas, Avenida de la Albufera 48, Bajo 2, 28038 Madrid,
malvarezcobelas@gmail.com

DISCLAIMER: AIL is not responsible of the information distributed in this newsletter unless it specifically refers to activities organised or managed by itself.



jovenesail@gmail.com
alquibla@limnologia.net



LOS LAGOS “TROPICALES” EN ESPAÑA Ó LOS PROBLEMAS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS OFICIALES

Miguel Álvarez Cobelas, Avda. de la Albufera, 48, bajo 2, 28038 Madrid

Las características climáticas de la Península Ibérica favorecen un tipo de ecosistemas muy determinado. En el caso de los ambientes acuáticos continentales, podrían encuadrarse dentro de los de la zona templada cálida del Globo, teniendo en cuenta nuestra latitud (36-43° N). El condicionante climático, pues, resulta esencial para empezar a entender nuestros ecosistemas, lo cual es una trivialidad, ¡claro!.

¿Pero qué pasa cuando hay ambientes que no obedecen tanto al clima? ¿Tenemos alguno? Sí, tenemos. La contaminación térmica, que dota al lugar de una temperatura alta y más o menos constante durante todo el año, puede convertir alguno en un “monstruo” limnológico, con características tropicales.

¿En qué difiere un limnosistema tropical de uno templado cálido?

Los ambientes tropicales se sitúan, *grosso modo*, entre 0 y 20° de latitud. En esas regiones, la radiación solar es muy alta durante todo el año, simplemente por su posición respecto a la del sol. Apenas hay cambios de dicha radiación durante el invierno. Como resultado, sus lagos no se estratifican térmicamente de modo estacional, a diferencia de la mayoría¹ de los de la zona templada. Como mucho, los lagos tropicales pueden experimentar una ligera estratificación diurna, que es destruida de manera natural cuando llega la noche. La clasificación térmica de la mayor parte de los lagos templados que pueden estratificar sería la dimíctica o la monomíctica cálida, mientras que la de los tropicales sería la polimíctica cálida, de acuerdo con la tipología térmica de Lewis (1983).

Las consecuencias principales de este proceso de ausencia de estratificación estacional serían: la estabilidad térmica de la columna de agua resulta muy pequeña, la regeneración de nutrientes se vuelve muy rápida y, como resultado, la producción primaria neta es elevada (Lewis, 1987). El control de dicha producción desde abajo (*bottom-up*), pues, sería más de tipo físico que químico. La gran producción primaria neta determinará, por lo tanto, una mayor producción secundaria.

El principal lago “tropical” español: el embalse de Arrocampo (Cáceres)

Las primeras centrales nucleares españolas se refrigeraban con agua. Garoña (Burgos), Zorita (Guadalajara), Ascó (Tarragona) lo hacían con agua fluvial. Vandellós se refrigeraba con agua marina.

La central nuclear de Almaraz entró en funcionamiento en 1981 con una primera fase (Almaraz I) y en 1983 con una segunda (Almaraz II) y se prevé que sigan explotándose hasta 2027 y 2028, respectivamente.

¹Los lagos someros templados son otro cantar.

Ambos reactores se enfrían con agua del río Tajo, para lo cual se diseñó un sistema hidráulico peculiar que seguía un recorrido largo por un embalse pequeño, el de Arrocampo (Tabla I), el cual también es alimentado por el arroyo Saucedilla, un afluente del Tajo por su margen derecha. Las aguas del Tajo, pues, refrigeran los reactores y se vierten a ese embalse, por donde siguen un trayecto largo hasta la presa, el cual se ve favorecido por la construcción un muro impermeable que divide el embalse en toda su extensión (Figs. 1-2). La función de ese trayecto consistiría en reducir la temperatura del vertido de la central nuclear, antes de devolver el agua al río Tajo desde la presa de Arrocampo, pero aguas abajo de la toma para los reactores.

Tabla I. Características limnológicas del embalse de Arrocampo. Fuente de los datos: Alonso (1989), Encina *et al.* (2008) y <https://www.iagua.es/data/infraestructuras/presas/almaraz-arrocampo>. En la publicación de Alonso no queda claro a qué profundidades se han registrado los datos físico-químicos de esta tabla, extraídos de su tabla nº 1.

Superficie de la cuenca hidrográfica (km ²)	97
Superficie del embalse (km ²)	7,7
Volumen del embalse (hm ³)	36
Profundidad máxima (m)	36
Profundidad media (m)	4,6
Agua para refrigeración (m ³ /seg)	80
Transparencia (m)	0,35-1,70
Conductividad (µS/cm)	600-1750
Alcalinidad (meq/L)	1,22-3,77
Nitrato (µg N/L)	<0,1-882
Fósforo reactivo soluble (µg P/L)	180-2220
Clorofila "a" (µg/L)	7-230



Figura 1. Con la presa situada en la margen izquierda de la foto y un muro impermeable (que aquí llaman "PANTALLAS") que separa en dos zonas el agua embalsada de Arrocampo, la circulación del agua sigue el sentido de las flechas. La central nuclear se alimenta de agua que procede del Tajo ("ENTRADA DE AGUA"), la calienta y la expulsa a unos 40 °C hacia el circuito hídrico en el punto denominado "SALIDA DE AGUA". Desde allí, continúa en dirección a la cola del embalse, siguiendo las flechas rojas, donde revierte su curso y se encamina hacia la presa, cerca de la cual su temperatura ya disminuye unos 7 °C respecto a la que existe a la salida de los reactores de la central nuclear. Esa agua finalmente es vertida de nuevo al Tajo en el embalse de Torrejón. El nivel del agua en Arrocampo se mantiene

aproximadamente constante, con lo cual su tiempo de retención es muy corto. Fuente de la figura: Wikipedia.



Figura 2. Vista parcial del embalse de Arrocampo desde la zona de la presa. La línea blanquecina del centro es el muro que separa las dos zonas de distintas características térmicas. La central nuclear, en la zona superior derecha, vierte el calor a la porción derecha (en la foto) del embalse y, desde allí, se la fuerza a dirigirse hacia la cola, desde donde regresa hacia la presa por la zona izquierda de la imagen (ved también la Fig. 1). Fuente de la figura: Wikipedia.

La gran cantidad de calor que arroja la central nuclear a las aguas del embalse tiene dos efectos sobre la temperatura del mismo: 1º) la calienta mucho, siendo la diferencia entre la temperatura máxima y la mínima probablemente pequeña, y mucho menor que en los lagos templados; y 2º) genera una capa de mezcla de gran espesor, la cual supera los diez metros durante todo el año (Fig. 3), lo cual supone otra diferencia sustancial respecto a lo que sucede en los lagos templados.

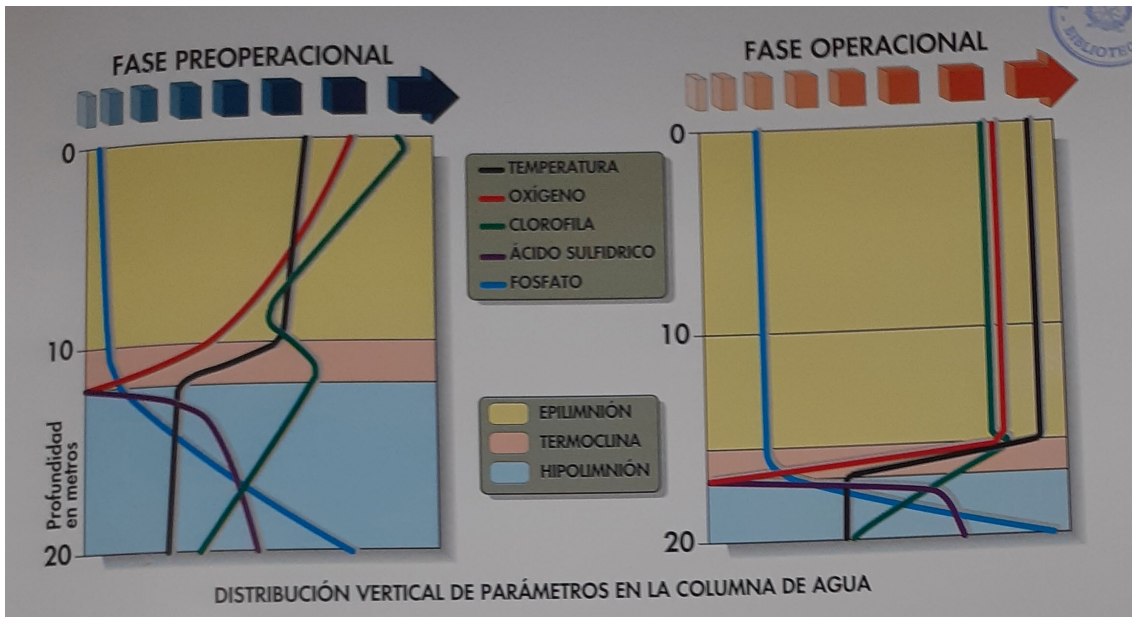


Figura 3. Distribución esquemática de las principales variables físico-químicas en la columna vertical del embalse de Arrocampo durante dos fases distintas del funcionamiento de la central nuclear. Fuente: Alonso (1996).

Y aunque el sistema de refrigeración diseñado se supone que debería enfriar sustancialmente las aguas de Arrocampo antes de su vertido al Tajo, las imágenes aéreas tomadas por Peña *et al.* (1999) indican que no es así (Fig. 4). No se observan diferencias térmicas notables en toda la superficie de Arrocampo y la pluma térmica del Tajo que recibe el vertido final de Arrocampo también es muy patente.

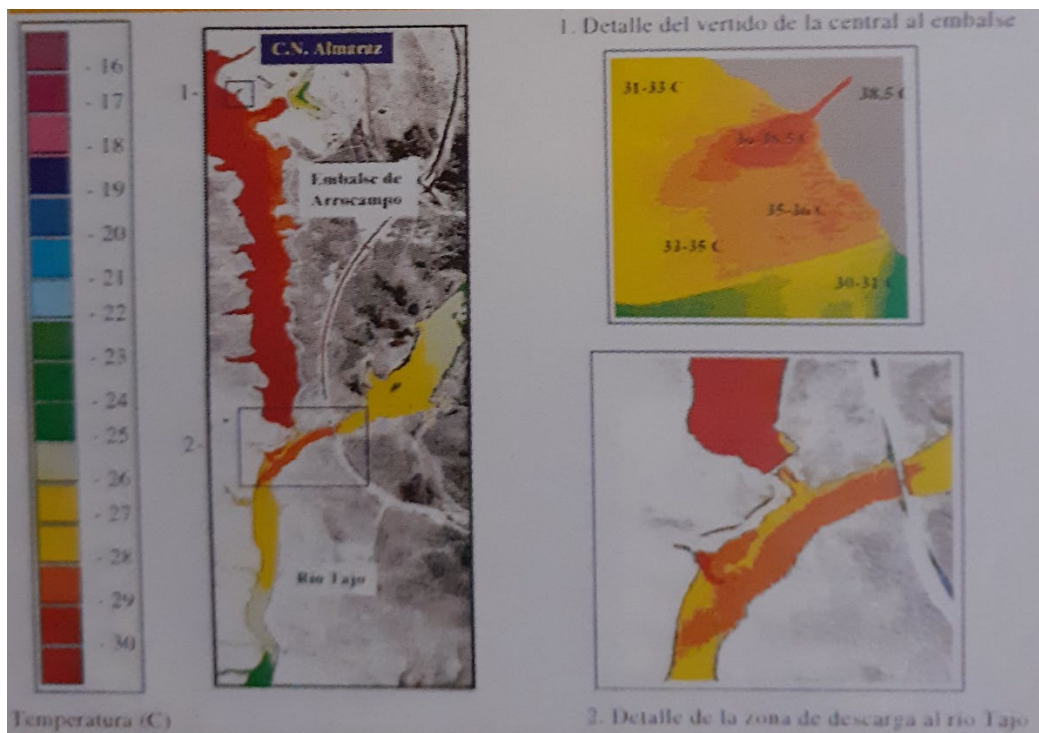


Figura 4. Figura izquierda. Temperatura superficial en el embalse de Arrocampo, registrada mediante imagen aérea, obtenida en julio de 1995 con el sistema multiespectral Dedalus 1268 del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial. En la figura superior derecha se representa el vertido a la salida de la central nuclear de Almaraz, mientras que la inferior derecha muestra la temperatura superficial de las aguas a la salida de Arrocampo y en el embalse de Torrejón, adonde vierte Arrocampo, ya en el Tajo. Imágenes de Peña *et al.* (1999).

Los datos limnológicos publicados en una revista científica sobre la columna de agua de Arrocampo son imprecisos (Alonso, 1989). Solo se refieren al nivel superficial, a pesar de que en la publicación de propaganda de la central nuclear (Central Nuclear de Almaraz, 1996) se infiere que se han estado tomando muestras en distintos puntos del embalse y a distintas profundidades durante todo el periodo de funcionamiento de sus reactores. Y sí, sabemos que han llegado allí especies de origen tropical, como el Cladóceros *Ceriodaphnia cornuta* (Alonso, 1989, 1996), pero nada más.

Y es que, lamentablemente, no hay datos publicados sobre el régimen térmico del embalse, a pesar de la gran cantidad de información que debe albergar la central nuclear gracias a sus programas de seguimiento ambiental. Por ejemplo, no sabemos cuál es la temperatura máxima y la mínima de la columna de agua para ninguna fecha. A quienes nos gusta la Limnología física lamentamos esa ausencia de información sobre los intercambios de calor y las capas de mezcla en Arrocampo, a corto, medio y largo plazo. Aspectos que indudablemente han tenido efectos sobre las comunidades biológicas del lago.

Aunque hay datos piscícolas (Granado, 1983, 1996; Encina *et al.*, 2008) e incluso datos radiológicos (Corbacho & Guillén, 2024) publicados sobre este embalse, desconocemos sus dinámicas térmica, físico-química y planctónica a largo plazo. Sencillamente no han querido divulgarse. El sitio es hipertrófico y el plancton y los peces viven muy felices (y las aves del entono, Briz & González, 2011) en el agua calentita, pero nada más llega a saber cualquier persona interesada en un ecosistema tan peculiar y que tantas concomitancias tiene con un lago tropical.

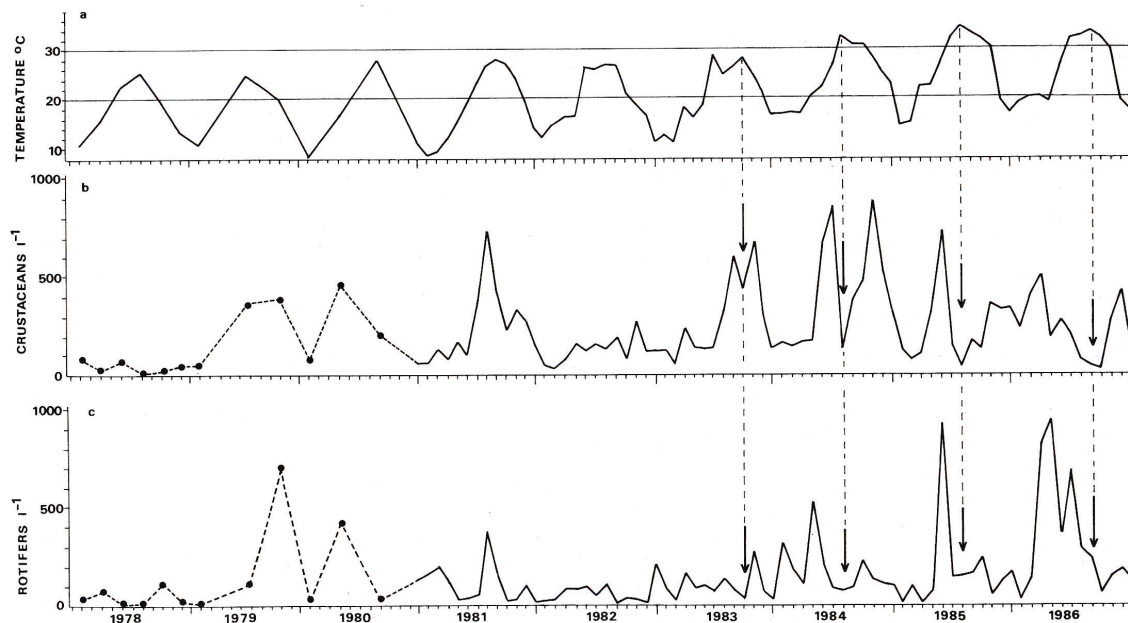


Figura 5. Temperatura del agua en superficie y promedio de las densidades zooplanctónicas, calculado usando datos de distintas profundidades en una estación próxima la presa del embalse de Arrocampo desde 1978 a 1986. En 1983 ya funcionaban los dos reactores nucleares de la central. Fuente de los datos: Alonso (1989).

En resumidas cuentas, ¿hay más información limnológica sobre este embalse “tropical”? Debe haber mucha, pero no está disponible para el investigador ni para la persona con curiosidad ambiental. Cuando se acabe la explotación de la central nuclear a finales de esta década, se preferirá aquel dicho cervantino: *fuese y no hubo nada*.

Otro lugar curioso: el embalse de Bárcena (León)

Esta construcción sobre el río Sil se edificó en 1960 para refrigerar la central térmica de Compostilla II, cercana a Ponferrada. Dicha instalación estuvo funcionando desde 1972 a 2020. La información limnológica (Tablas II-III) que existe sobre el reservorio, disponible para los científicos, es antigua (Revenga, 1983) e imprecisa (Montes del Olmo, 1998).

Tabla II. Características morfométricas del embalse de Bárcena. Fuente de los datos: Revenga (1983), Montes del Olmo (1998) y <https://www.iagua.es/data/infraestructuras/presas/barcena>. Los datos físico-químicos están promediados para la columna vertical.

Superficie de la cuenca hidrográfica (km ²)	832
Superficie del embalse (km ²)	10,6
Volumen del embalse (hm ³)	342
Profundidad máxima (m)	80
Profundidad media (m)	32,3
Agua para refrigeración (m ³ /seg)	16
Tasa de renovación (año ⁻¹)	0,04-1,2

Tabla II. Características físico-químicas del embalse de Bárcena en dos momentos distintos. Fuente de los datos: Revenga (1983) y Montes del Olmo (1998). Los datos físico-químicos de Revenga (1983), tomados en 1981-1982, están promediados para la columna vertical. Ignoro cómo han sido tomados los otros, que pertenecen a los años 1993-1994.

	Revenga (1983)	Montes del Olmo (1998)
Transparencia (m)	1,5-5,7	2,5-7,0
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		125-155
Nitrato ($\mu\text{g N}/\text{L}$)	15-71	13-71
Nitrógeno total ($\mu\text{g N}/\text{L}$)		200-800
Fósforo reactivo soluble ($\mu\text{g P}/\text{L}$)	2,5-29	1-12
Fósforo total ($\mu\text{g P}/\text{L}$)	25-760	1-15
Clorofila "a" ($\mu\text{g}/\text{L}$)	2,2-11,0	0,7-11,0

Gracias a la tesis doctoral de Revenga (1983), sabemos que el embalse experimenta un ciclo térmico anual similar al de otros embalses españoles (Fig. 6 superior). Y una década más tarde la pauta térmica seguía siendo parecida (Fig. 6 inferior), teniendo una capa de mezcla de mucho espesor. Sin embargo, la diferencia entre la temperatura máxima y la mínima en cualquier fecha del año en la columna vertical suele ser pequeña, de unos 5-7 °C en primavera, pero de 1-2 °C en otoño (Fig. 7).

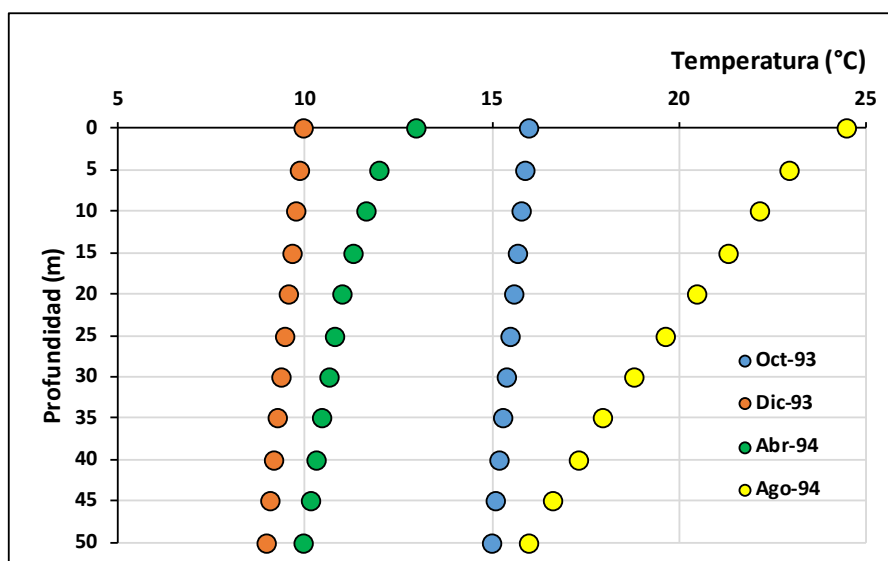
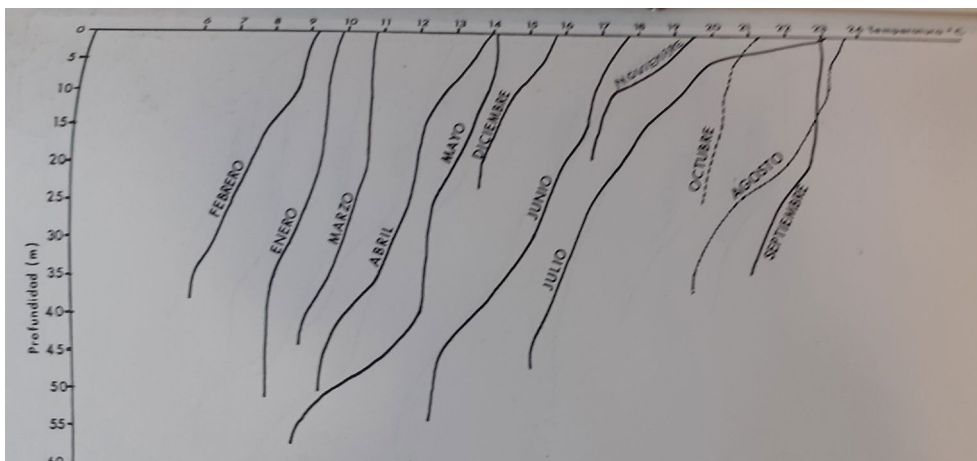


Figura 6. Panel superior. Perfiles térmicos en la estación nº 3 del estudio de Revenga (1983), situada en las inmediaciones del vertido de la central térmica durante 1981. Otros perfiles, registrados más cercanos a la presa, no difieren demasiado de estos. Panel inferior. Perfiles térmicos, redibujados por mí, en la estación nº 3 del estudio de Montes del Olmo (1998) durante 1993 y 1994, situada en las cercanías de la anterior.

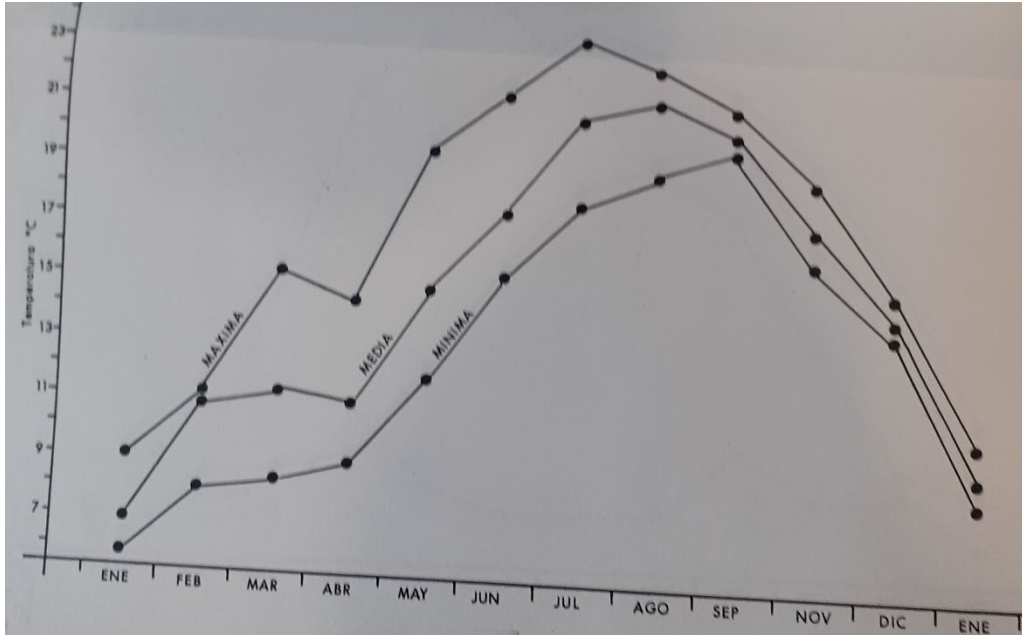


Figura 7. Temperaturas máxima, promedio y mínima en la columna vertical del embalse de Bárcena durante un ciclo anual del año 1981. Fuente de los datos: Revenga (1983).

¿Qué más sabemos de la Limnología de Bárcena? Que dominan las diatomeas todo el año, favorecidas por el notable espesor de la capa de mezcla, resultado del vertido térmico de la central de Compostilla. Que la composición fitoplanctónica ha cambiado poco en una década (Tabla III), pero su biomasa debe ser pequeña, en razón del estado oligotrófico del embalse, aunque solo existan datos de densidad (Revenga, 1983; Montes del Olmo, 1998). Que tiene una notable comunidad de crustáceos (Tabla IV), la cual alcanza biomásas relativamente elevadas, especialmente a finales del invierno (Fig. 8). Todo esto ya es algo más que para Arrocampo, pero nos gustaría saber más. Mis intentos, mirad más abajo, no han dado fruto.

Tabla III. Principales taxones del fitoplancton registrados en el embalse de Bárcena a comienzos de las décadas de 1980 y de 1990. Fuente de los datos: Revenga (1983) y Montes del Olmo (1998).

Grupo taxonómico	Fitoplancton	Revenga (1983)	Montes del Olmo (1998)
Cyanobacterias	<i>Microcystis</i> sp.	Present	Present
Diatomeas	<i>Asterionella</i> sp.	Present	Absent
Diatomeas	<i>Cyclotella</i> sp.	Present	Absent
Diatomeas	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	Present	Present
Clorofíceas	<i>Monoraphidium</i> sp.	Present	Absent
Clorofíceas	<i>Mychonastes elegans</i> (Bachmann) Krienitz, C.Bock, Dadheech & Proschold	Present	Present

Clorofíceas	<i>Scenedesmus</i> sp.		
Clorofíceas	<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korshikov) Bourrelly		
Dinoflagelados	<i>Ceratium</i> sp.		
Dinoflagelados	<i>Peridinium</i> sp.		

Tabla IV. Taxones de zooplancton del embalse de Bárcena, a comienzos de la década de 1980. Fuente: Revenga (1983).

CLADÓCEROS
<i>Daphnia longispina</i> O.F. Müller
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller)
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> G.O. Sars
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Müller)
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin)
Cladóceros jóvenes
COPÉPODOS
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer)
<i>Cyclops strenuus</i> Fischer
<i>Macrocyclops albidus</i> (Jurine)
<i>Tropocyclops prasinus</i> (Fischer)
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer)
Copepoditos
<i>Nauplios</i>
ROTÍFEROS
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse
<i>Asplanchna</i> sp.
<i>Polyarthra</i> sp.
<i>Brachionus</i> sp.
<i>Ploesoma</i> sp.
<i>Synchaeta</i> sp.

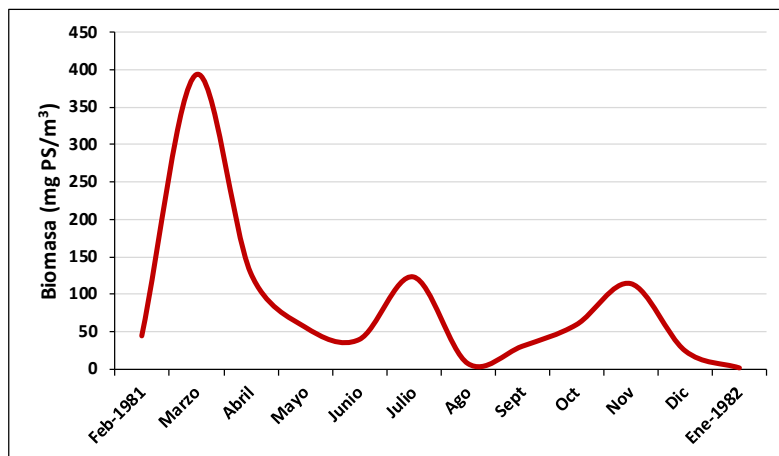


Figura 8. Biomasa de zooplancton (peso seco) en el embalse de Bárcena desde febrero de 1981 a enero de 1982 en la misma estación nº 3 donde ella midió la temperatura del agua (Fig. 6, panel superior) y que estaba próxima al vertido térmico.

Más ambientes acuáticos “tropicales” en España

El vertido térmico de la central nuclear de Santa María de Garoña al embalse de Sobrón, situado en el Ebro burgalés, es el responsable de que la temperatura del agua fluvial aumente en unos 3 °C, lo cual es un hecho bien documentado desde hace tiempo (Alberto Jiménez & Arrúe Ugarte, 1986). El embalse se inauguró en 1960; la central comenzó a funcionar en 1971 y dejó de hacerlo 40 años después.

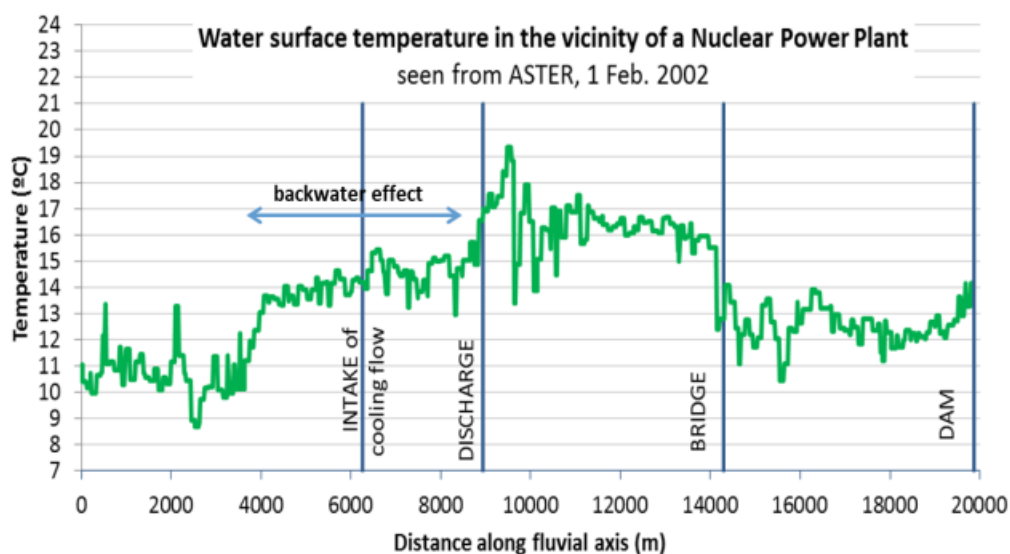


Figura 9. Temperatura superficial registrada a lo largo del eje principal del embalse de Sobrón en el año 2002 mediante el satélite Terra/Aster. Notad el ascenso térmico de unos 4 °C tras la zona de descarga de la central, que luego se atenúa hacia la presa, aunque también hay un efecto de retroceso de la pluma térmica aguas arriba (*backwater effect*). Fuente de los datos: Martí-Cardona *et al.* (2016).

Para la Limnología del embalse (Tabla V) disponemos de algunos informes técnicos elaborados por las consultoras LIMNOS (1996), INFRAECO (2006), Universidad de Valencia (2011) y ECOHYDROS (2016), aunque este último sea un modelo de eutrofización y carece de datos térmicos. He podido consultar también un trabajo realizado para GREENPEACE por la consultora ANBIOTEK (2011), basado en datos pre-existentes, aunque también presentan algún dato térmico propio, registrado en la superficie del embalse y a 5 metros de profundidad.

Tabla V. Características limnológicas del embalse de Sobrón. Fuente de los datos: LIMNOS (1996), INFRAECO (2006), ECOHYDROS (2016) y www.seprem.es.

Superficie de la cuenca hidrográfica (km ²)	4670
Superficie del embalse (km ²)	2,8
Volumen del embalse (hm ³)	20

Profundidad máxima (m)	42
Profundidad media (m)	7,1
Tiempo de residencia (años)	0,01-0,09
Agua para refrigeración (m ³ /seg)	24
Transparencia (m)	1,1-2,1
Conductividad (μS/cm)	305-3660
Alcalinidad (meq/L)	1,72-1,93
Nitrato (μg N/L)	20-228
Nitrógeno total (μg N/L)	93-758
Fósforo reactivo soluble (μg P/L)	3-49
Fósforo total (μg P/L)	11-335
Clorofila "a" (μg/L)	2,0-9,3

Los perfiles térmicos de la columna vertical durante la época estival muestran un epilimnion de 6-10 metros de espesor (Fig. 10). Incluso en el mes de noviembre dicha capa supone unos 4 m (INFRAECO, 2006). Dos estudios puntuales posteriores, realizados el 2 de septiembre de 2011 y el 16 de julio de 2019 por la Universidad de Valencia (2011, 2019), muestran un epilimnion de unos 9 m y 14 m, respectivamente. Los datos de ANBIOTEK (2011) no son comparables con los anteriores, pues no fueron registrados en la presa.

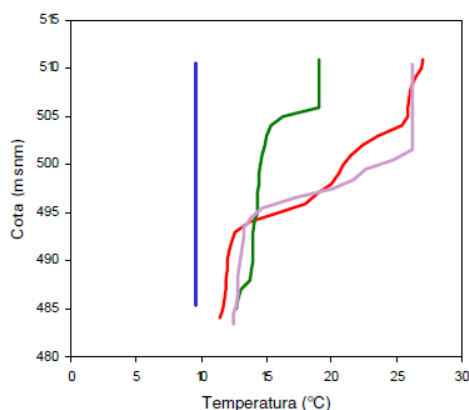


Figura 10. Perfiles térmicos del embalse de Sobrón en 2004 y 2005. Línea azul: marzo-2005; línea roja: julio-2004; línea verde: noviembre-2004; línea gris: julio-2005. Fuente de los datos: INFRAECO (2006).

La información de mayor frecuencia anual sobre el fitoplancton fue tomada trimestralmente y no se cuantificó su biomasa, sino la densidad, todo lo cual significa que las conclusiones derivadas de ella deban tomarse con mucha precaución. Las diatomeas, que deberían dominar la biomasa de la comunidad en razón de los grandes espesores de la capa de mezcla, no parecen hacerlo siempre y sí dominan cripto- y clorofíceas, pero –insisto– esto se basa solo en datos de densidad durante un ciclo anual concreto (INFRAECO, 2006). Disponemos de algún dato puntual de biomasa: en septiembre de 2011 dominaban las clorofíceas (0,31 mm³/L) y criptofíceas (0,28 mm³/L) y seguía habiendo poca biomasa de diatomeas (0,08 mm³/L) (Universidad de Valencia, 2011); a mediados de julio de 2019 lo hacían las diatomeas (0,65 mm³/L), seguidas de los dinoflagelados (0,61 mm³/L) (Universidad de Valencia, 2019²).

²Ese Informe da una cifra puntual elevada de algas zignematofíceas, pero claramente se refiere a un taxón proveniente del bentos.

La central nuclear de Zorita de los Canes (Guadalajara) fue la segunda que se implantó en España y también estaba refrigerada por agua. No he encontrado datos sobre su Limnología, a excepción de una imagen aérea estival debida a Peña *et al.* (1999), en la cual se aprecia un salto térmico en sus aguas superficiales de 6-8 °C por influjo del vertido de dicha central (Fig. 10). Nada sabemos de qué ocurría en la columna de agua o en el bentos del embalse.



Figura 10. La contaminación térmica superficial en el embalse de Zorita de los Canes, en el río Tajo (Guadalajara), debida al vertido de refrigeración de la central nuclear del mismo nombre. La imagen no es buena, lo cual es culpa mía, pero no he conseguido copiarla mejor. La mancha verde indica temperaturas entre 22 y 26 °C, mientras que la mancha rosa las sitúa entre 16 y 18 °C; la flecha apunta a la posición de la central, donde se genera el vertido. Datos de julio de 1996, usando la misma metodología de la Figura 3 (Peña *et al.*, 1999).

Otra respuesta de interés es la del Ebro en el entorno de la central nuclear de Ascó, donde el “salto térmico” por el impacto del agua de refrigeración es de unos 3 °C (Prats *et al.*, 2011; Lorenzo-González *et al.*, 2023). Hay alguna información antigua sobre las comunidades afectadas por el vertido que yo no he podido consultar (LIMNOS, 1997; Ibáñez, 1998), aunque resulta poco concluyente porque las especies detectadas antes y después del impacto térmico son euritermas, según señalan Prats *et al.* (2011). Por su parte, Quevedo Báez (2015) asegura que las comunidades de diatomeas y macroinvertebrados que se presentan antes y después del vertido térmico tienen la misma composición específica, pero varían en las proporciones de cada taxón, atribuyéndolo al aumento de la temperatura fluvial inducido por la refrigeración de la central nuclear.

El problema de la obtención de literatura “gris” en España

Muchos de los limnólogos españoles hemos trabajado haciendo estudios de impacto ambiental para la Administración pública y/o para empresas. La cantidad de informes generados ha sido astronómica. Solo una pequeña parte de las informaciones obtenidas se han publicado en revistas científicas, a las que cualquiera puede tener acceso, aunque sea pagando en ocasiones.

El inconveniente surge cuando esa información no se publica y duerme el sueño de los justos en algún almacén, armario, biblioteca u ordenador. La obligatoriedad del acceso público a la información ambiental ya la promulgó hace muchos años la Unión Europea en el llamado Convenio de Aarhus (Ley 27/2006). Pero el científico inocente, como un servidor, no ha dejado de llevarse sorpresas desde entonces cuando busca uno o más de esos Informes. Si conoce al funcionario que los tiene, se dirige a él o a ella y, si se lleva bien con él o ella, estos se lo proporcionan. ¿Y si no conoce a esa persona, qué puede hacer el sufrido investigador?

Así que ahora os contaré brevemente algunas de mis aventuras “detectivescas” para obtener literatura limnológica gris en nuestro país.

Me dirigí el pasado mayo a TRAGSA por correo electrónico para solicitar la consulta de los informes sobre el embalse de Bárcena (INIMA, 1995, 1996), pues aquella empresa es la heredera de la que en su momento creó el Instituto Nacional de Industria para abordar los estudios de impacto ambiental. Todavía estoy esperando alguna contestación (bueno, a estas alturas del año ya no).

El Centro de Estudios y Técnicas Aplicadas (CETA) es un ente ahora dependiente del ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, radicado en Madrid. En su biblioteca tenían otro informe sobre Bárcena (Avilés, 1993). Allí acudí a consultarlo. Las bibliotecarias me negaron la consulta, alegando que era un informe oficial, pero que se había hecho para una entidad privada y que no se permitía verlo a nadie. Ante mis protestas de que habían transcurrido 32 años desde que se realizó el estudio, que ya se había cerrado la central de Compostilla (causante del vertido térmico) y que todo eso no podía ya ser secreto, se cerraron en banda. Me fui muy cabreado de allí.

No era la primera vez que me sucedía. Hace más de cinco años, cuando preparaba mi libro sobre la Limnología de Madrid (Álvarez Cobelas & Sánchez Carrillo, 2020), quise consultar en la misma biblioteca un Informe sobre un embalse que se había colmatado por los vertidos de una potabilizadora. La contestación fue idéntica, aunque también me sugirieron que lo solicitara por escrito al Director General del CETA. Lo hice. Aún espero la respuesta.

Así que ya no he tenido ganas de dirigirme a la central nuclear de Almaraz para pedirles los informes anuales que han estado haciendo sobre el embalse de Arrocampo.

Alguna conclusión

Esta pequeña recopilación quiere poner de relieve la enorme cantidad de “literatura gris” que existe en España en el tema del Agua y, hablando de Limnología, en los estudios aplicados que hemos hecho los científicos para entidades públicas y privadas, gran parte de los cuales no se hacen públicos. Sin embargo, contienen una ingente cantidad de información y —a menudo— conciernen a aspectos limnológicos que han sido poco o nada abordados en nuestro país.

Uno de ellos es la contaminación térmica. Aunque hay varias instalaciones de producción de energía que usan agua fluvial (embalsada o no) para refrigerar, no se les presta atención oficial y la documentación existente solo se limita a consignarlos, como hace en el Libro Blanco del Agua (Ministerio de Medio Ambiente, 2000, p. 223).

Además de apuntar a la posibilidad (y ¡ay! la certeza) de que la legislación ambiental se haya vulnerado en determinadas ocasiones, esa información también serviría para llegar a conocer aspectos interesantes y peculiares de algunos de nuestros ecosistemas acuáticos continentales, como es el caso de los referidos aquí. Sin embargo, las dificultades en la obtención de esa “literatura gris” hacen que esos dos objetivos no puedan alcanzarse. Es decir, tanto el posible delito ambiental como el conocimiento científico de los ecosistemas se ven lastrados por la falta de acceso a esa documentación, especialmente lamentable cuando sabemos que existen grandes cantidades de información, pero no está disponible para las personas interesadas, como sucede –por ejemplo– en el caso del embalse de Arrocampo.

Obviamente, lo que yo he denominado “lagos tropicales” no existe en España. Nuestra situación respecto al sol evita el verano “sin fin” del que hablaban Peter Kilham y Susan Soltau Kilham (1990) en un artículo antiguo, tan citado como poco leído, sobre la Limnología tropical. Sin embargo, lo que sí tienen los ambientes que aquí describo es una característica propia de los lagos tropicales y es el gran espesor de la capa de mezcla, resultado de la entrada de agua caliente procedente del agua de refrigeración de las centrales eléctricas (nucleares o no). Lamentablemente, casi nada sabemos de la distribución de la temperatura en la columna vertical de esos ecosistemas y de la influencia de la misma sobre su funcionamiento ecológico. Esta carencia quizá se vuelva definitiva en vista del cese operativo de muchas de esas instalaciones: “muerto el perro, se acabó la rabia”.

¿Por qué se actúa oficialmente así, a pesar de la obligatoriedad de cumplir con las normativas europeas de acceso a la información ambiental? La respuesta no está en el viento, como Bob Dylan creía, sino en el temor a que la sociedad pida responsabilidades cuando se detecte algún incumplimiento de la legislación ambiental. Durante mucho tiempo, el mundo de la energía en España –especialmente la de origen nuclear– ha querido ser opaco a la supervisión pública y los poderes “públicos” han obedecido. Es un problema político del que quejarse y para el que habría que poner remedio, si realmente deseáramos tener un país mejor.

En resumen, estoy hablando del poder de las eléctricas, del poder de la burocracia y de la impotencia (o sea, de la falta de poder) del ciudadano.

Bibliografía

- Alberto Jiménez, F. & Arrúe Ugarte, J.L. 1986. Anomalías térmicas en algunos tramos de la red hidrográfica del Ebro. *Anales de la Estación Experimental del Aula Dei* 18: 91-113.
- Alonso, M. 1989. Temperature increase effects on zooplankton structure in a cooling reservoir. *Archiv für Hydrobiologie, Ergebnisse der Limnologie* 33: 503-511.
- Alonso, M. 1996. Transformaciones de la masa de agua. In: *El embalse de Arrocampo* (Central Nuclear de Almaraz, Ed.), 53-73. Almaraz.
- Álvarez Cobelas, M. & Sánchez Carrillo, S. (Eds.). 2020. *Ecología acuática de Madrid*. Editorial CSIC. Madrid. 648 pp. + anexo en Digital.CSIC.
- ANBIOTEK, 2011. *Valoración de la descarga de aguas de refrigeración de la C.N. Garoña al río Ebro y de su vigilancia ambiental*. Informe para GREENPEACE. 61 pp.
- Avilés, J. 1993. *Reconocimiento limnológico del embalse de Bárcena*. Informe parcial nº 6. Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid.
- Briz, J. & González, O.J. 2011. *Almaraz, un entorno para admirar*. Centrales Nucleares Trillo-Almaraz. Madrid. 110 pp.
- Central Nuclear Almaraz. *Estudio ecológico anual de los embalses de Arrocampo y Torrejón*. Años 1986-1995. Informes no publicados.
- Central Nuclear Almaraz, 1996. *El embalse de Arrocampo*. Central Nuclear Almaraz. Almaraz.
- Corbacho, J.A. & Guillén, J. 2024. Long-term radiological assessment of a Mediterranean freshwater ecosystem surrounding a nuclear power plant. *Environmental Science and Pollution Research* 31: 29669-29683.
- ECOHYDROS, 2016. *Estado trófico del embalse de Sobrón y programa de medidas*. Informe para la Confederación Hidrográfica del Ebro. 62 pp.
- Encina, L., Rodríguez-Ruiz, A. & Granado-Lorencio, C. 2008. Distribution of common carp in a Spanish reservoir in relation to thermal loading from a nuclear power plant. *Journal of Thermal Biology* 33: 444-450.
- Granado, C. 1983. *Ecología de la comunidad íctica del embalse de Arrocampo (cuena del río Tajo, Cáceres)*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. 364 pp.
- Granado, C. 1996. La ictiofauna. In: *El embalse de Arrocampo* (Central Nuclear de Almaraz, Ed.), 75-95. Almaraz.
- Ibáñez, C. 1998. *Anàlisi i conclusions dels resultats de l'estudi dels efectes de l'abocament tèrmic de la Central d'Ascò sobre les comunitats biològiques*. Junta de Sanejament. Barcelona. 22 pp.
- INFRAECO, 2006. *Ejecución de trabajos relacionados con los requisitos de la Directiva Marco (2000/60/CE) en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Ebro referidos a: elaboración del registro de zonas protegidas, determinación del potencial ecológico de los embalses, desarrollo de programas específicos de investigación*. *Embalse de Sobrón*. Informe para la Confederación Hidrográfica del Ebro. 59 pp.
- INIMA, 1995. *Estudio del comportamiento físico-químico y biológico del embalse de Bárcena (León)*. Vols. 1 y 2. ENDESA.
- INIMA, 1996. *Estudio de control y vigilancia de la calidad del agua y estado trófico del embalse de Bárcena (León)*. ENDESA.

- Kilham, P. & Kilham, S.S. 1990. Endless summer: internal loading processes dominate nutrient cycling in tropical lakes. *Freshwater Biology* 23: 379-389.
- Lewis jr., W.M. 1983. A revised classification of lakes based on mixing. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40: 1779-1787.
- Lewis jr., W.M. 1987. Tropical limnology. *Annual Reviews of Ecology and Systematics* 18: 159-184.
- LIMNOS, 1996. *Diagnóstico y gestión ambiental de embalses en el ámbito de la cuenca hidrográfica del Ebro. Embalse de Sobrón*. Informe para la Comisaría de Aguas de la C.H. Ebro.
- LIMNOS, 1997. *Estudi dels efectes de l'abocament tèrmic de la central nuclear d'Ascó sobre les comunitats biològiques*. Junta de Sanejament. Barcelona. 50 pp.
- Lorenzo-González, M., Quílez, D. & Isidoro, D. 2023. Factors controlling the changes in surface water temperature in the Ebro basin. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 47: 101379. Doi: 10.1016/j.ejrh.2023.101379.
- Martí-Cardona, B. et al. 2016. Thermal remote sensing for reservoir modelling and management. *Living Planet Symposium, Prague*, 5 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente, 2000. *Libro blanco del agua en España*. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 637 pp.
- Montes, C. 1998. Estudio limnológico del embalse de Bárcena. In: *I Simposio sobre calidad de aguas del Bierzo* (J.M. González Marín & A. Cabo Díez, Eds.), 183-191. Univ. León & Laboratorio Biosalud. León & Ponferrada.
- Peña, R., Serrano, M.L. & Ruiz-Verdú, A. 1999. Studies of impact on fluvial ecosystems by airborne remote sensing: thermal discharges in river Tajo and suspended solids diffusion in rivers Esera and Cinca (Spain). *Limnetica* 16: 99-107.
- Prats, J. et al. 2011. Dams and reservoirs in the lower Ebro river and its effects on the river thermal cycle. In: *The Ebro river basin* (D. Barceló & M. Petrovic, Eds.), 77-96. Springer Verlag. Berlin.
- Quevedo Báez, L.A. 2015. *Effects of global change on benthic communities of the lower Ebro River: implications for the assessment of the ecological status*. Tesis doctoral. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona. 164 pp.
- Revenga, S. 1983. *Estudio ecológico de los crustáceos zooplanctónicos del embalse de Bárcena (León)*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma. Madrid. 229 pp.
- Universidad de Valencia, 2011. *Informe final del embalse de Sobrón. Año 2011*. Informe para la Comisaría de Aguas de la C.H. Ebro. 22 pp.
- Universidad de Valencia, 2019. *Informe final del embalse de Sobrón. Año 2019*. Informe para la Comisaría de Aguas de la C.H. Ebro. 29 pp.