

EL PROYECTO AMBER: SOLUCIONES PARA LA MEJORA DE LA CONECTIVIDAD FLUVIAL BASADAS EN LA GESTIÓN DE LAS BARRERAS TRANSVERSALES

Rosa Olivo del Amo ¹, César Rodríguez Ruiz², Sara Garrido Espinosa ², Eduardo Dopico Rodríguez ³, Eva García Vázquez ³, Pao Fernández Garrido¹, Carlos García de Leániz ⁴ & Consorcio AMBER

1. World Fish Migration Foundation, 2.AEMS-Ríos con Vida, 3. Universidad de Oviedo, 4. Swansea University

Palabras clave: fragmentación y conectividad fluvial, barreras transversales, impacto ambiental, concesiones de agua, gestión adaptativa, ciencia ciudadana, restauración de ríos.

Resumen

Los ríos se encuentran entre algunos de los ecosistemas más amenazados en el mundo y son el centro de costosos programas de restauración que cuestan billones de euros a los contribuyentes. Poco menos de la mitad de las aguas superficiales de la UE cumplieron en 2015 con el objetivo de buen estado ecológico de la Directiva Marco del Agua (Agencia Europea de Medioambiente, 2018). Esto se debe en gran medida al fraccionamiento de los ríos causado por las barreras transversales existentes. Sin embargo, al mismo tiempo, estas mismas barreras pueden brindar energía, abastecimiento de agua y oportunidades de ocio.

AMBER (www.amber.international) es un proyecto de investigación multidisciplinar que promueve la gestión adaptativa de las barreras artificiales existentes en los ríos europeos, como presas y azudes, para mejorar la conectividad y el estado ecológico, compatibilizando la reducción del impacto ambiental y los beneficios económicos de la explotación del agua. Financiado por el programa europeo Horizonte 2020 con un presupuesto de 6.2 M€, AMBER reúne bajo el lema 'Let It Flow' a 20 socios de 11 países, incluyendo instituciones académicas, organismos públicos, empresas hidroeléctricas, proveedores de agua, ONGs, pescadores y autoridades locales, todos comprometidos con el desafío de la fragmentación fluvial en Europa.

Las carencias en los inventarios europeos de barreras es el primer y fundamental reto que AMBER quiere superar. La información existente sobre el grado de fragmentación fluvial en Europa se limita a los inventarios de presas superiores a los 10m de altura, obviando casi siempre las barreras de menor altura. Los estudios preliminares señalan que los actuales inventarios probablemente recogen menos del 3% del total de las barreras existentes. Algunas estimaciones sugieren que puede haber más de un millón de barreras transversales en los ríos de Europa, pero la verdadera magnitud de la fragmentación se desconoce, ya que no existe una base de datos europea más allá de las grandes presas. En las demarcaciones hidrográficas españolas ya hay más de 22.000 barreras transversales inventariadas pero el total real podría posiblemente duplicar esta cifra.

Por ello, uno de los objetivos principales de AMBER es crear el primer Atlas pan-europeo de barreras, complementado con la información aportada por un ambicioso programa de participación y ciencia ciudadana que, además de diversas actividades de divulgación, sensibilización, formación, voluntariado, etc., incluye una sencilla e intuitiva app -Barrier Tracker- disponible en varios idiomas europeos, con la que cualquier persona pueda registrar las barreras fluviales. En segundo término, AMBER proporcionará nuevas herramientas para estudiar y valorar mejor el impacto de estas barreras y mejorar su gestión en el contexto de una restauración de ecosistemas más efectiva y una optimización del capital natural de los ríos.

Abstract

Rivers rank among some of the most threatened ecosystems in the world, and are the focus of costly restoration programmes that cost billions of euros to taxpayers. Yet only half of the EU surface waters have met the Water Framework Directive's 2015 target of good ecological status (European Environmental Agency, 2018). This is largely due to the fragmentation of habitats caused by tens of thousands of dams and weirs in rivers. However, at the same time, these same barriers can provide energy, water supply and leisure opportunities.

AMBER (www.amber.international) is a multidisciplinary research project that promotes the adaptive management of existing artificial barriers in European rivers, such as dams and weirs, to improve connectivity and ecological status, making the reduction of environmental impacts compatible with the economic benefits of water exploitation. Funded by the European program Horizon 2020 with 6.2 M €, AMBER brings together under the motto 'Let It Flow' 20 partners from 11 countries, including academic institutions, public bodies, hydroelectric companies, water suppliers, NGOs, fishermen and local authorities, all committed to the challenge of river fragmentation in Europe.

The shortcomings of existing European inventories of stream barriers represent the first and main challenge that AMBER wants to overcome. The current picture of river fragmentation in Europe is based on inventories of dams higher than 10m and in most cases, does not consider barriers with smaller heights. Preliminary analysis indicate that the existing databases probably represent less than 3% of the total number of barriers. Some estimates suggest that there may be more than one million transverse barriers in Europe's rivers, but the real magnitude of the fragmentation is unknown, since there is no European database beyond the large dams. In the Spanish River basin districts there are already more than 22,000 barriers inventoried but the total number is likely to double this figure.

Therefore, one of the main objectives of AMBER is to create the first Pan-European Atlas of stream barriers, complemented with information provided by an ambitious participatory citizen science program that, in addition to various outreach, awareness-raising, training, volunteering activities, etc, includes a simple and intuitive app -Barrier Tracker- available in several European languages, with which anyone can record stream barriers. Secondly, AMBER will provide new tools to study and better assess the impact of these barriers and improve their management in the context of a more effective restoration of ecosystems and an optimization of the natural capital of rivers.

El proyecto AMBER: un proyecto colaborativo para la adaptación de la gestión de barreras fluviales de ríos europeos

Los ríos cubren únicamente una pequeña superficie del planeta, pero son vitales para nuestras economías, para el medio ambiente y por supuesto para nuestra supervivencia. Pero al mismo tiempo, los ríos también se encuentran entre los ecosistemas más amenazados (Dudgeon et al., 2006). Sólo en los últimos 40 años, las poblaciones de especies de agua dulce han sufrido una disminución promedio de un 83%, equivalente a un 4% por año desde 1970 (Living Planet Index 2018, WWF). En lo referente a los ríos europeos, el último informe de la Agencia Europea de Medioambiente (European Environment Agency, 2018) indica que únicamente el 40% de las masas de agua superficiales presentes en el continente alcanzan el buen estado

ecológico según los criterios de la Directiva Marco del Agua (DMA, 2000). El impacto que causan las presas y otras barreras transversales en los ríos es uno de los principales problemas y, por ello, uno de los mayores desafíos para alcanzar el buen estado ecológico de los ríos es recuperar la continuidad ecológica y reducir la fragmentación longitudinal de los hábitats (DMA, 2000). Sin embargo, estas mismas barreras pueden brindarnos energía, abastecimiento de agua y oportunidades de ocio.

El proyecto AMBER (*Adaptive Management of Barriers in European Rivers*), financiado por el programa europeo Horizonte 2020, es un proyecto de investigación multidisciplinar que cuenta con un presupuesto de 6, 2 millones de euros. Bajo el lema “Let It Flow”, el proyecto promueve la gestión adaptativa de las barreras artificiales presentes en los ríos europeos como presas y azudes, con el fin de mejorar la continuidad y el estado ecológico al compatibilizar la reducción del impacto ambiental y los beneficios económicos de la explotación del agua.

AMBER busca crear conciencia global de los problemas generados por la fragmentación de los cursos fluviales, las presiones sobre los ecosistemas de agua dulce y la necesidad de soluciones innovadoras para restaurar la conectividad fluvial (Rodeles, Galicia & Miranda, 2017). Los principales ríos de Europa están desconectados del mar y esto ha tenido un impacto catastrófico en muchas especies (Grill et al., 2015) incluyendo algunas especies emblemáticas de peces migratorios como el salmón o la anguila que, en algunos casos, se han extinguido.

Liderado por la Universidad de Swansea (Gales, Reino Unido), el consorcio está constituido por un total de 20 socios de 11 países que incluye instituciones académicas, organismos públicos, empresas hidroeléctricas, proveedores de agua, ONGs, pescadores y autoridades locales, todos ellos comprometidos a resolver el desafío de la fragmentación fluvial y mejorar la gestión de las barreras en el contexto de una restauración de ecosistemas más efectiva y una optimización del capital natural.

Atlas Europeo de Barreras Fluviales: una herramienta clave producida con el apoyo de la ciencia ciudadana

Las carencias en los inventarios europeos de barreras es el primer y fundamental reto que el proyecto AMBER quiere superar. Algunas estimaciones basadas en la extrapolación de las encuestas regionales sugieren que puede haber más de un millón de barreras fluviales en Europa (García de Leániz 2016; García de Leániz et al., 2018), pero este dato no se conoce con certeza puesto que no existe ninguna base de datos de barreras más allá de la información sobre las grandes presas. No existe información disponible a nivel europeo sobre el número, la localización o la tipología de las barreras fluviales. Por este motivo, uno de los principales objetivos del proyecto es recopilar la información existente y producir un Atlas Europeo de barreras fluviales que ayude a los gestores en la toma de decisiones y les permita priorizar los esfuerzos de restauración.

El Atlas se construye primero mediante la integración de bases de datos existentes, provenientes en su mayor parte de las administraciones locales, validadas en alrededor de 1.000 km de ríos. Esta información será posteriormente complementada con la información aportada por un ambicioso programa de ciencia ciudadana (McKinley et al., 2017). La aportación que los ciudadanos hacen a la ciencia y la investigación es cada vez más importante y, en este sentido, su contribución es crucial para poder completar el mapa de barreras existentes en todos los ríos europeos. Con ese objetivo desde AMBER se diseñó la aplicación Barrier Tracker, de descarga gratuita y disponible para dispositivos Android y Apple desde Play store & App store respectivamente, ya traducida

a 9 idiomas europeos que permite la colaboración ciudadana en el registro y geolocalización de interrupciones en el curso del agua. Hasta el momento, ya se han registrado más de 800 barreras que impiden la conectividad fluvial.

Actualmente, la foto de la fragmentación fluvial en Europa se basa en las grandes presas con alturas superiores a 10 m, pero a menudo obvia los de menor altura. Los estudios preliminares señalan que los actuales inventarios probablemente reconocen menos del 3% del total de las barreras existentes (Belletti et al., 2018). Se detectó que la densidad de las barreras sobre el terreno era mucho más alta que la indicada por las bases de datos disponibles. Las estimaciones de la validación de campo sugieren que, de promedio, puede haber hasta una barrera por km de río. Esta información, generado por primera vez, se desvía en gran medida de la información existente y proporciona una estimación más realista de la dimensión real de la fragmentación de los ríos en Europa.

España no es una excepción. Aunque ya hay más de 22.000 barreras transversales inventariadas (AMBER, 2018), según algunas estimaciones el número de obras que producen fragmentación fluvial podría superar con creces las 50.000 barreras (Magdaleno Mas, 2018). Entre dichas barreras, de variadas tipologías y dimensiones, destacan más de 1.225 grandes presas, lo que sitúa a España entre los cinco primeros países con mayor número de este tipo de infraestructuras y el primero de la Unión Europea, según recoge el Inventario de Presas y Embalses (MAPAMA).

Muchas de estas barreras están actualmente en uso y otras tienen algún valor patrimonial reconocido, por lo que su presencia queda fuera de duda, aunque en muchos casos deberían adaptarse para reducir su impacto. Otras están obsoletas, abandonadas y a menudo sin concesión vigente. Ruinas industriales sin valor patrimonial ni utilidad que siguen causando un impacto ambiental negativo, por lo que principio deberían eliminarse sin más. En cualquier caso, la anulación o la reducción del impacto de las barreras, ya sea con su adaptación ambiental o con su eliminación supone un gran reto para las administraciones competentes y la sociedad en general.

Impactos ambientales de las barreras fluviales y soluciones para reducirlos

La fragmentación longitudinal representa una de las amenazas principales sobre los ecosistemas fluviales, tanto en su estructura como en su funcionamiento, debido a la cantidad de barreras transversales que afectan, entre otros, al régimen de caudales y transporte de sedimentos, química y temperatura del agua, flujos de nutrientes, biota y servicios ecosistémicos (McCartney, 2009; Van Cappellen & Maavara, 2016). Está ampliamente documentado en la literatura científica que las barreras fluviales tienen un impacto catastrófico en la biota de los ríos y particularmente significativo sobre las comunidades y poblaciones de peces (García de Leániz, 2008; Clavero et al., 2010; Maceda-Veiga, 2013; entre otros), incluidas algunas especies emblemáticas de peces migratorios en alto riesgo de extinción (ej. salmón, anguila, etc.) (Doadrio et al., 2011; Drouineau et al., 2018) y, como caso más lamentable, dos especies ya se dan por desaparecidas (el sollo o esturión y la lamprea de río) (García de Leániz et al., 1987; García de Leániz & Martínez, 1988; Elvira et al., 1998; Martínez, 1999; Martín, 2016; Algarín, 2002). El estado de la ictiofauna está ligado a las características climáticas e hidrológicas, lo que provoca que la comunidad piscícola esté particularmente expuesta a la gestión de dicho recurso y, en consecuencia, la mejora de la conectividad longitudinal se presenta como una prioridad de gestión (Oliva-Paterna et al., 2016 y 2017b; Sánchez-Pérez et al., 2016). Por otro lado, en España, las barreras transversales y su

gestión también son probablemente una de las principales causas del retroceso de distintas especies vulnerables de ciprínidos endémicos y del avance de numerosas especies exóticas invasoras (Doadrio et al., 2011).

Sin embargo, la restauración de la conectividad en los ecosistemas fluviales tiende a ser escasa e ineficiente porque, en general, los gestores carecen de las herramientas necesarias para medir (y menos aún mitigar) los efectos de las barreras en taxones distintos de unos pocos peces migratorios. Por otra parte, los costes de la restauración suelen ser elevados, generalmente no se ven equilibrados por una valoración razonable de los costes ambientales asociados al impacto de las barreras y de los servicios ecosistémicos que proporcionaría la renaturalización fluvial, y además con demasiada frecuencia terminan recayendo en los presupuestos públicos.

El proyecto AMBER proporcionará nuevas herramientas para, por un lado, estudiar y valorar mejor el impacto de las barreras fluviales, y por otro, para adaptar y mejorar su gestión. En el primer caso, AMBER está aplicando una serie de tecnologías innovadoras para evaluar el impacto de las barreras y sus efectos en los organismos de agua dulce. Para ello, se están aplicando técnicas como el ADN ambiental, el uso de drones o la valoración de los servicios ecosistémicos en siete casos de estudio distribuidos en varios ríos europeos (Polonia, Dinamarca, Inglaterra, Irlanda, Escocia, Francia y España- ríos Nalón y Guadalhorce). Con los datos obtenidos, el proyecto AMBER generará una serie de modelos a escala europea para distintos escenarios de cambio climático, cuantificando los efectos de las barreras fluviales en los procesos hidrológicos y en los impactos sobre la biodiversidad, y teniendo en cuenta los efectos sociales y económicos.

En el segundo caso, AMBER está desarrollando sistemas de soporte a la toma de decisión que ayuden a los gestores en sus estrategias y planes de restauración. ¿Qué infraestructuras deben o no ser eliminadas? ¿Cómo mitigar el impacto de las barreras en uso para minimizar su impacto ambiental y maximizar su beneficio económico? ¿Dónde podría localizarse una nueva barrera teniendo en cuenta aspectos ambientales y socioeconómicos? Estas herramientas incorporan un análisis coste-beneficio o coste-eficacia que aconsejará sobre la idoneidad de eliminar o mantener la barrera y, en ese último caso, determinará cuáles serían las mejores soluciones para su mitigación. Dichos análisis incorporan los beneficios socioeconómicos que tendría la actuación (eliminación o mitigación de la barrera) para las funciones ecológicas del río así como la valoración de los servicios ecosistémicos que puede generar el río en uno u otro caso.

¿Qué opina la sociedad?

No podemos concebir nuestra actual sociedad europea sin el bienestar asociado al suministro de agua potable o de electricidad en hogares, lugares de trabajo e industrias. Para lograrlo, se han modificado, alterado e incluso destruido grandes áreas naturales en todo el continente. La construcción de presas para almacenar agua, saltos hidroeléctricos, canales y otras infraestructuras para el uso del agua, es la principal responsable de la fragmentación de los ríos europeos. Asignando un valor monetario, un precio, a los servicios de los ecosistemas fluviales, se puede comprobar que el coste ecológico causado por la fragmentación del hábitat puede ser mayor que el coste económico de su diseño, construcción y mantenimiento. Esto es un hecho que en la mayoría de las sociedades europeas se ignora. La interrupción y destrucción de los ecosistemas acuáticos y terrestres, la introducción de especies invasoras, la fragmentación de poblaciones acuáticas y la alteración de los ciclos migratorios de

varias familias de peces, son solo algunos de los efectos negativos más obvios asociados a las barreras transversales instaladas en los ríos.

Para poder diseñar estrategias de restauración eficaces también es necesario conocer e interpretar adecuadamente las actitudes sociales de los ciudadanos europeos hacia las barreras fluviales. Hay muchas variables a considerar en este análisis, tanto generales (idioma, cultura, antecedentes históricos, marco político o contexto socioeconómico) como específicas de la población (sexo, edad, nivel de formación académica, contexto geográfico en el que viven y trabajan los ciudadanos) así como la relación directa o indirecta que puedan tener con las presas y embalses (que habiten cerca, su uso para la pesca, que pertenezcan a una familia que ha sido expulsada de su pueblo natal debido a la construcción de embalses, etc.). A través de encuestas realizadas entre marzo de 2017 y junio de 2018, el proyecto AMBER ha recopilado datos tanto de sectores de población directamente influenciados por la presencia o nueva construcción de presas, como de personas que viven lejos de las zonas embalsadas, con el objetivo de conocer el grado de aceptación social de las presas y embalses en los países europeos y poder definir protocolos de resolución de conflictos suscitados por su construcción o su funcionamiento.

El grado en que los ciudadanos creen que estas infraestructuras son (o no) beneficiosas para sus actividades y para el medio ambiente (agricultura y ganadería; patrimonio industrial e histórico; flora y fauna; turismo y economía, etc.) también permite conocer hasta qué punto la población europea está dispuesta a contribuir económicamente, quizás a través de impuestos, para mitigar el impacto de las barreras fluviales en los ríos.

Referencias

- Agencia Europea de Medioambiente. 2018, <https://www.eea.europa.eu/es/highlights/las-aguas-europeas-estan-cada>
- AMBER (Adaptive Management of Barriers in European Rivers). 2018. www.amberinternational.org.
- Belletti B, S Bizzi, A Castelletti, C García de Leániz, L Borger, J Jones, R Olivo del Amo, G Segura, J Tummers, W van der Bund, AMBER consortium. 2018. Small isn't beautiful: the impact of small barriers on longitudinal connectivity of European rivers. Geophysical research Abstracts 20: EGU2018-PREVIEW.
- Clavero M, V Hermoso, N Levin, S Kark. 2010. Geographical linkages between threats and imperilment in freshwater fish in the Mediterranean basin. *Diversity & Distributions*, 16: 744–754.
- DMA. 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (DMA). DO L 327 de 22 de diciembre de 2000.
- Doadrio I, S Perea, P Garzón, JL González. 2011. Ictiofauna Continental Española. Bases para su seguimiento. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural. Madrid.
- Dudgeon D, AH Arthington, MO Gessner, Z Kawabata, DJ Knowler, C Lévêque, RJ Naiman, AH Prieur-Richard, D Soto, ML Stiassny, CA Sullivan. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81: 163-182.
- Elvira B. 1990. Iberian endemic freshwater fishes and their conservation status in Spain.

- Journal of Fish Biology, 37(A): 231-232.
- European Environment Agency. 2018. European waters - Assessment of status and pressures 2018. Eur. Environ. Agency. URL <https://www.eea.europa.eu/publications/state-of-water>.
- García de Leániz, C., Belletti, B., Bizzi, S., Segura, G., Börger, L., Jones, J., Olivo del Amo, R., Wanningen, H., Tummers, J., Kerr, J., Kemp, P., van de Bund, W. 2018. The importance of having a good database for restoring river connectivity: the AMBER Barrier Atlas, in Brink, K., Gough, P., Royte, J., Schollema, P. P. & Wanningen, H. (Eds.), From Sea to Source v.2. Protection and Restoration of Fish Migration in Rivers Worldwide, pp. 142-145: World Fish Migration Foundation
- García de Leániz, C. 2016. The damming problem of reconnecting Europe's rivers. The Conversation. December 13th 2016.
- García de Leániz, C. 2008. Weir removal in salmonid streams: implications, challenges and practicalities. *Hydrobiologia* 609, 83-96.
- García de Leániz, C. & Martínez, J. J. 1988. The Atlantic Salmon in the Rivers of Spain with particular reference to Cantabria. In *Atlantic Salmon: Planning for the future*: 179-209. Mills, D. & Piggins, D. (Ed.). London: Croom Helm.
- García de Leániz, C., Hawkins, A. D., Hay, D. W., & Martínez, J. J. 1987. *The Atlantic Salmon in Spain*. Pitlochry: The Atlantic Salmon Trust.
- Grill, G., Lehner, B., Lumsdon, A. E., MacDonald, G. K., Zarfl, C., & Liermann, C. R. (2015). An index-based framework for assessing patterns and trends in river fragmentation and flow regulation by global dams at multiple scales. *Environmental Research Letters*, 10(1), 015001.
- Magdaleno F. 2018. Presas y azudes en España ¿cómo mejorar la conectividad de nuestros ríos? *Revista Montes*.
- Martín, J. M. V. 2016. Consideraciones socio-económicas sobre el momento actual de la acuicultura marina en España. *Revista AquaTIC*, (10).
- McCartney M. 2009. Living with dams: managing the environmental impacts. *Water Policy*, 11: 121–139.
- McKinley, D. C., Miller-Rushing, A. J., Ballard, H. L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S. C., & Ryan, S. F. 2017. Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, 208, 15-28.
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA). 2017. *Inventario de Presas y Embalses*.
- Oliva-Paterna FJ, E Lafuente, R Olivo del Amo, FJ Sanz-Ronda, J Sánchez-Balibrea, R Díaz, M Torralva. 2016. LIFE+ Segura-Riverlink: a green infrastructure approach to restore de longitudinal connectivity. *FiSHMED Fishes in Mediterranean Environments* 2016.007:3p.
- Oliva-Paterna FJ, F Amat-Trigo, A Sánchez-Pérez, JM Zamora, M Torralva. 2017. Peces exóticos en la Cuenca del río Segura: impactos potenciales y prioridad en la gestión. En: *Biodiversidad y procesos ecológicos del sureste*. (Ballesteros G, Belmonte, F, Sanchez J, Robledano F, Eds.). Editum. Ediciones Universidad de Murcia. Murcia, España.

Sánchez-Pérez A, FJ Oliva-Paterna, JM Zamora, F Amat-Trigo, A Zamora, JM Franco, FJ Bravo-Córdoba, A Ruiz-Navarro, FJ Sanz-Ronda, M Torralva. 2016. Seasonal use of fish passes in a modified Mediterranean river: first insights of the LIFE+ Segura-Riverlink. FISHMED Fishes in Mediterranean Environments 2016.008: 3p.

Rodeles, A. A., Galicia, D., & Miranda, R. (2017). Recommendations for monitoring freshwater fishes in river restoration plans: A wasted opportunity for assessing impact. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27(4), 880-885.

WWF. 2018. Living Planet Report -2018: Aiming Higher. Grooten, M. and Almond, R.E.A.(Eds). WWF, Gland, Switzerland.