

ALFREDO OLLERO^a; ASKOA IBISATE^b; CARLES FERRER-BOIX^c;
JUAN PEDRO MARTÍN VIDE^d; DANIEL BALLARÍN^e; PEPA CASTILLO PASCUAL^f;
JUAN MIGUEL GARCÍA LAGRANJA^g; SAIOA GARCÍA-RODRÍGUEZ^h;
ÁLVARO MELIÁNⁱ; FRANCISCO NÚÑEZ-GONZÁLEZ^j; ORBANGE ORMAETXEA^k;
VALERIA NOEMÍ PIRCHI^l; ANA SÁENZ DE OLAZAGOITIA^m;
MIGUEL SÁNCHEZ FABREⁿ

EL CURSO MEDIO DEL RÍO EBRO: BASES PRELIMINARES PARA SU DIAGNÓSTICO HIDROMORFOLÓGICO Y PERSPECTIVAS DE GESTIÓN Y RESTAURACIÓN

RESUMEN

El Ebro medio de cauce libre es un tramo excepcional a escala peninsular por sus dimensiones, con un funcionamiento complejo y singular, así como representativo en cuanto que gran río mediterráneo. Este trabajo constituye una reflexión general que se sitúa en el punto de inflexión entre lo que ya se conoce del Ebro medio por análisis anteriores y lo que se está estudiando en el marco del proyecto SEDEXCHARE. Se realiza un diagnóstico hidromorfológico básico en el que se pretende profundizar en cuatro tramos de estudio de detalle y se presentan las principales carencias actuales de conocimiento que dificultan el planteamiento de un nuevo sistema de gestión fluvial y de riesgos. Se estima que la devolución de espacio al río, para que este pueda contar de nuevo con un cauce activo y un corredor ribereño ancho y continuo, dotará de resiliencia natural, social y territorial a un espacio fluvial que debería ser protegido y conservado, venciendo también así las inercias y conflictos socioambientales que ahora obstaculizan el proceso de restauración.

PALABRAS CLAVE: dinámica fluvial; inundaciones; gestión de riesgos; territorio fluvial; resiliencia.

a Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, s/n, 50009 Zaragoza. aollero@unizar.es, <http://orcid.org/0000-0002-9745-5866>

b Dpto. de Geografía, Prehistoria y Arqueología, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, UPV/EHU. 01006 Vitoria-Gasteiz. askoa.ibisate@ehu.eus, <http://orcid.org/0000-0002-9396-476X>

THE MIDDLE EBRO RIVER: BASES FOR ITS HYDROMORPHOLOGICAL DIAGNOSIS AND MANAGEMENT AND RESTORATION PERSPECTIVES

ABSTRACT

The free Middle Ebro River is an exceptional stretch in the Iberian Peninsula due to its dimensions, with a complex and singular functioning, as well as a representative sample of a large Mediterranean river. This work constitutes a general reflection based on what is already known from previous works on the Middle Ebro River and what is being studied in the framework of the SEDEXCHARE project. A basic hydromorphological diagnosis is carried out in four study sections with the goal of identifying the main knowledge gaps that hinder the establishment of a new river and risk management system. We think that giving back space to the river, and thus allowing the river to, once again, have a dynamic active channel and a wide and continuous riparian corridor, will provide natural, social and territorial resilience to the Middle Ebro River space. We advocate for this corridor to be protected and preserved. This protection will also contribute to overcome the current inertias and socio-environmental conflicts that hinder the riverine restoration processes.

KEYWORDS: channel changes; floods; risk management; room for the river; resilience.

-
- c Dpto. de Ingeniería Civil y Ambiental, Universitat Politècnica de Catalunya. C/ Jordi Girona, 1-3, 08034 Barcelona. carles.ferrer@upc.edu, <http://orcid.org/0000-0002-5605-8979>
- d Dpto. de Ingeniería Civil y Ambiental, Universitat Politècnica de Catalunya. C/ Jordi Girona, 1-3, 08034 Barcelona. juan.pedro.martin@upc.edu, <http://orcid.org/0000-0002-3914-615X>
- e Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, s/n, 50009 Zaragoza. danielbf@unizar.es
- f Dpto de Ciencias Humanas, Universidad de La Rioja. C/ Luis de Ulloa, 2, 26004 Logroño. mariajose.castillo@unirioja.es, <http://orcid.org/0000-0003-0002-3336>
- g Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, s/n, 50009 Zaragoza. 817032@unizar.es
- h Dpto. de Geografía, Prehistoria y Arqueología, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, UPV/EHU. 01006 Vitoria-Gasteiz. saioa.garcia@ehu.eus
- i Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, s/n, 50009 Zaragoza. 904252@unizar.es
- j Dpto. de Ingeniería Civil y Ambiental, Universitat Politècnica de Catalunya. C/ Jordi Girona, 1-3, 08034 Barcelona. francisco.nunez-gonzalez@upc.edu, <http://orcid.org/0000-0002-3676-2715>
- k Dpto. de Geografía, Prehistoria y Arqueología, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, UPV/EHU. 01006 Vitoria-Gasteiz. orbanje.ornaetxea@ehu.eus, <http://orcid.org/0000-0001-8573-2806>
- l Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, s/n, 50009 Zaragoza. vpirchi@unizar.es
- m Dpto. de Geografía, Prehistoria y Arqueología, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, UPV/EHU. 01006 Vitoria-Gasteiz. ana.saenzdeolazagoitia@ehu.eus, <http://orcid.org/0000-0003-1912-0259>
- n Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, s/n, 50009 Zaragoza. msanchez@unizar.es

Fecha de recepción: 07-06-2024. Fecha de aceptación: 23-07-2024.

INTRODUCCIÓN

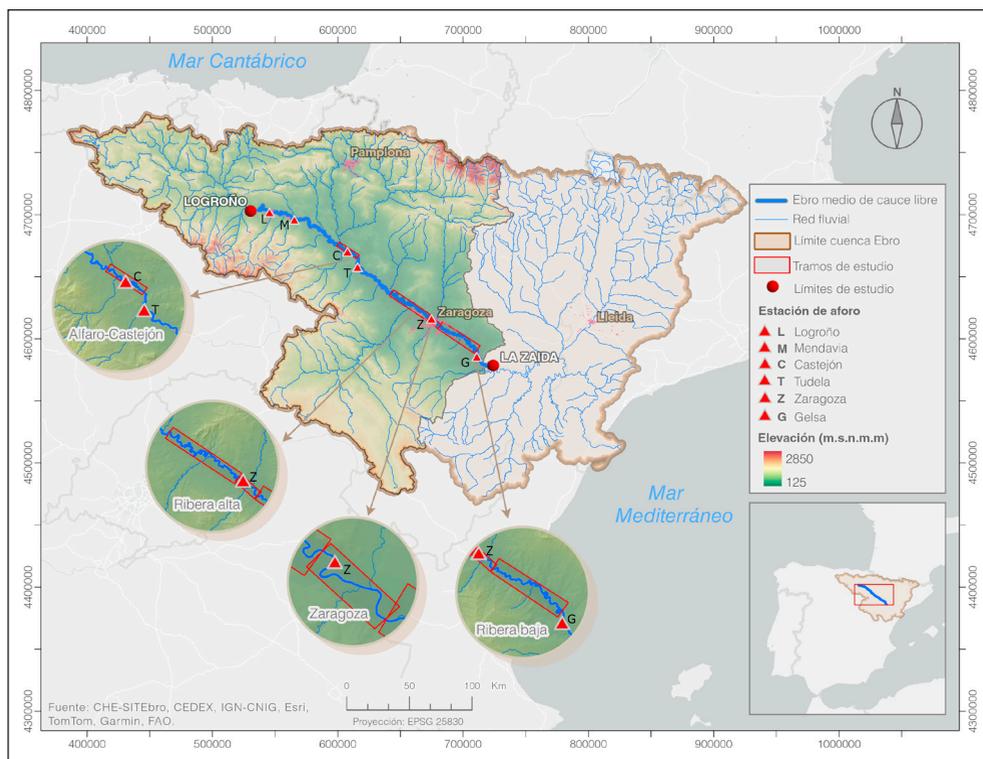
Los ríos son sistemas naturales dinámicos y complejos que, por su combinación de eventos hidrológicos, procesos geomorfológicos y ecológicos y acciones humanas, se convierten en indicadores del cambio ambiental a lo largo de la historia y proporcionan excelentes explicaciones de la evolución natural y humana del paisaje (Horacio et al., 2018). Situado en una intersección climática y geocológica, el río Ebro (930 km de longitud) y su cuenca (85.000 km² de superficie) constituyen un resumen de todos los ambientes del sur de Europa.

En el curso medio del río Ebro se desarrolla a lo largo de 345 km, entre Logroño y La Zaida (Zaragoza), un cauce aluvial libre con una llanura de inundación que alcanza 3,5 km de anchura media y 6 km de anchura máxima, atravesando una amplia depresión semiárida (figura 1). Por tanto, se trata del cauce libre más largo y extenso de la península ibérica, en la que ningún curso no asociado a una llanura litoral alcanza esta anchura. Su dinámica a lo largo de la historia ha registrado continuos cambios de patrón y de trazado, alternando los modelos divagante y meandriforme. Todo ello otorga a este largo y complejo tramo fluvial un indiscutible valor geomorfológico y una singularidad relevante entre los paisajes fluviales mediterráneos del sur de Europa, a lo que se suma su papel como eje económico y de comunicación a lo largo de la historia.

Con un caudal medio de unos 100 m³/s en su punto inicial (Logroño) y de unos 235 m³/s en su punto final (La Zaida), este Ebro medio de cauce libre discurre por el centro de la depresión terciaria del Ebro con dirección WNW-ESE a lo largo de un valle subsidente por disolución de evaporitas (Guerrero, 2009), bajo el peso de una importante masa aluvial que llega a alcanzar los 100 m de espesor en la zona de confluencia Ebro-Gállego (Benito et al., 1998). El río dejó entre 10 y 12 niveles de terraza, de gravas y patrones predominantemente trenzados, asociados a su progresiva incisión, a 220 m de altura relativa los más elevados (Gil, 2017). El karst subyacente ha estado activo desde el Pleistoceno inicial, con mecanismos de subsidencia de la cubierta aluvial (García-Abadías et al., 2024) que justifican las dimensiones y el espesor de las gravas en este curso medio del río.

Las dimensiones y características del curso medio del Ebro permitieron la navegación en diferentes periodos históricos, aunque con notables dificultades por la irregularidad de los caudales y la dinámica del cauce, lo que llevó en los siglos XVII y XVIII a realizar algunas cortas de meandro artificiales y encauzamientos (Ollero, 1992; Giménez Font, 2009; Conesa et al., 2012).

Figura 1. Mapa de la cuenca, del área de estudio y de los cuatro tramos de estudio seleccionados



Fuente: elaboración propia a partir de CHE, CEDEX, IGN-CNIG.

Pero la compleja dinámica fluvial del curso medio del río Ebro se ha visto muy afectada en las últimas décadas por el cambio global de la cuenca, marcado principalmente por la despoblación y reforestación de las áreas de montaña y el incremento del regadío y de la urbanización en las de llanura, y especialmente por acciones humanas como el aumento de la regulación o las defensas artificiales frente a inundaciones. Varias investigaciones (Ollero, 1992; Cabezas et al., 2009; Magdaleno, 2011; Ollero et al., 2015; Sánchez Fabre et al., 2017; Díaz Redondo et al., 2018) concluyeron que durante la segunda mitad del siglo xx se produjo una importante transformación del funcionamiento fluvial provocada por factores antrópicos y como consecuencia de cambios en la cuenca (Beguería et al., 2003; Batalla et al., 2004; García Ruiz et al., 2015; López Moreno et al., 2014). Se puede decir que el llamado Antropoceno se manifiesta en el Ebro medio con una gran aceleración de la intervención humana entre 1950 y 1990 (Ollero et al., 2021). Los datos hidrológicos, ininterrumpidos desde 1950, así como las imágenes aéreas, permiten verificar claramente este proceso (Ollero, 2010), dominado por la simplificación y fijación del cauce activo y el estrechamiento del espacio fluvial.

Las crecidas e inundaciones, cuando son frecuentes y relevantes, generan adaptaciones en la morfología del cauce que rigen el funcionamiento fluvial a través de cambios y ajustes que son, en primer lugar, geomorfológicos, pero también ecológicos y ambientales en un sentido global cuando se asocian a intervenciones humanas. De manera directa e inmediata, las inundaciones generan procesos de erosión, desbordamiento, inundación y sedimentación, mecanismos que reconstruyen el cauce del río y lo actualizan en todas sus dimensiones e interrelaciones. Pero desde una perspectiva humana, estos procesos naturales son considerados como peligrosos en una situación de riesgo permanente. Esto se debe a la existencia de un medio humano ribereño que utiliza el agua y el territorio fluvial, que “consume río”, y para ello requiere y exige una estabilidad que es imposible en un sistema natural tan dinámico y fluctuante. Nos enfrentamos, por tanto, a un dilema en la gestión de un conflicto continuo: por un lado, el respeto y la preservación de la dinámica fluvial y, en consecuencia, de la salud ambiental; por otro, mantener actividades humanas vulnerables tratando de mitigar el riesgo que suponen.

Este conflicto alcanza dimensiones muy relevantes en el Ebro medio, cuya superficie inundable alcanza una extensión de 744 km². Las inundaciones con un periodo de retorno de 10 años ocupan el 80 % de esta superficie de acuerdo con los datos y cartografías de la Confederación Hidrográfica del Ebro y del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (Ollero, 2010; Ollero et al., 2021). La situación de riesgo es compleja y la exposición y la vulnerabilidad han aumentado debido al incremento de explotaciones ganaderas, urbanizaciones, servicios, vías de comunicación, etc., lo que genera un importante y crónico problema socioeconómico y territorial. El cambio global y los cambios ambientales que se han producido en las últimas décadas tanto en la cuenca como en el río han agravado el problema y hacen urgente la búsqueda de soluciones.

En suma, este proceso de investigación multidisciplinar que se desarrolla en el curso medio del Ebro tiene el objetivo general de obtener una visión global y evolutiva del paisaje fluvial del río Ebro, de sus problemas y amenazas, proponiendo una futura gestión sostenible que resulte en un río Ebro resiliente en el contexto de la emergencia climática. Como meta final se reivindica un paisaje fluvial que debe ser protegido, valorado, gestionado y restaurado desde soluciones basadas en la naturaleza.

MATERIAL Y MÉTODO

Este trabajo constituye una reflexión general que se sitúa en el punto de inflexión entre lo que ya se conoce del Ebro medio por análisis anteriores (por ejemplo, Ollero, 2010; Magdaleno, 2011; Martín Vide, 2018; Ollero et al., 2015, 2021) y lo que se prevé estudiar en los próximos años en el marco del proyecto SEDEXCHARE, cuyo objetivo es profundizar en el conocimiento del funcionamiento y la trayectoria del Ebro medio y de sus problemas medioambientales y de riesgos para proponer medidas de gestión y restauración que consigan un territorio fluvial resiliente. Por tanto, se ha partido de una recopilación y actualización de toda la documentación científica y técnica ya existente disponible y se han identificado sus déficits. La experiencia previa en el conjunto del área de estudio ha constituido una base sólida y ha permitido seleccionar tramos para un estudio de mayor detalle, ya que ante la complejidad del problema y la extensión del área de trabajo es necesario abordarlo a distintas escalas y niveles

de concreción. Los cuatro tramos de estudio seleccionados han sido delimitados y caracterizados con criterios hidromorfológicos, así como cartografiados a partir de una base de datos en SIG.

Como bases para el diagnóstico hidromorfológico y para la gestión de riesgos y la restauración se ha trabajado en una primera fase con los caudales hídricos (estaciones de aforo de Logroño, Mendavia, Castejón, Tudela, Zaragoza y Gelsa) para analizar su distribución y las crecidas de los últimos años (siglo XXI), con ortoimágenes recientes (de 2015, 2019 y 2023) que han permitido identificar puntos y morfologías con dinámica geomorfológica. En fases siguientes del proyecto se pretende estudiar el transporte de sedimentos y se abordarán la evolución histórica del cauce y su relación con la navegación y otros usos humanos, la información y valoración económica de todas las defensas de las márgenes del cauce y el catálogo completo de las actuaciones de la estrategia y proyecto LIFE Ebro Resilience (conjunto de acciones de restauración fluvial y gestión de inundaciones dirigido por la Confederación Hidrográfica del Ebro). También se implementará una campaña de participación y divulgación en los diferentes tramos de estudio.

Hasta el momento, en la citada primera fase, se ha trabajado en la evolución de los usos del suelo en toda la cuenca sobre las fotografías aéreas de 1956 y su comparación con las ortoimágenes actuales. Y en el curso medio del Ebro se está analizando la evolución de detalle de todo el espacio fluvial desde la imagen aérea georeferenciada de 1927, identificando las diferentes unidades fluviales (agua, barras de sedimentos, vegetación pionera, bosque ribereño y otros usos antrópicos del suelo: cultivos, áreas urbanas, escolleras, diques, áreas de dragado) en cada imagen disponible. A continuación, se cuantificarán los cambios en la forma en planta y se calcularán los cambios en la superficie, las proporciones, el índice de sinuosidad y las tasas de migración a lo largo del tiempo. También se ha aplicado ArcGIS Pro 3.1 en georeferenciación para integrar mapas históricos y la digitalización de cartografía no digital. Se han recogido datos de dragado y extracción de gravas de los archivos oficiales de la Confederación Hidrográfica del Ebro, tratando de reconstruir y datar la localización y fechas de las diferentes actuaciones.

En aguas altas y crecidas de febrero y marzo de 2024, con caudales de entre 1.000 m³/s y 1.300 m³/s, se ha experimentado en el subtramo de Alcalá de Ebro y Cabañas (sector superior del tramo 2) con una técnica de medición de profundidades y velocidades mediante ADCP (*acoustic doppler current profiler*) a partir de una embarcación tipo kayak adaptada y gestionada por piragüistas deportivos (de la empresa EbroNautas). Comprobada su eficacia, se aplicará en los próximos años para la medición de caudales durante los episodios de crecida en el cauce principal, en los secundarios, en los cauces de alivio y en los pasillos permeabilizados en los sotos.

La medición de transporte de sedimento durante crecidas ordinarias se realizará en la segunda fase de investigación por medio de un equipo Helley Smith, HS152 de 152 mm de apertura (Helley y Smith, 1971), que ha sido fabricado para el presente proyecto siguiendo las premisas de Benahmed (2021); mientras que los sedimentos en suspensión se medirán por medio de un muestreador DH74 (Tena et al., 2011). No se cuenta todavía con mediciones y resultados, puesto que solo se han realizado las primeras pruebas, y se muestrearán en el invierno 2024-25.

Los métodos históricos y arqueológicos y la obtención de catas en antiguos cauces completarán la recopilación de información para el diagnóstico evolutivo del río. Con todo ello se llegará a una fase

final de debate interno y externo que permitirá plantear medidas y propuestas de gestión, restauración y seguimiento.

IDENTIFICACIÓN DE CARENCIAS DE CONOCIMIENTO Y GESTIÓN

En esta primera fase de la investigación, que se está cerrando en el marco de este artículo, se han sentado las bases conceptuales, metodológicas y de conocimiento previo, por lo que los resultados que aquí se recogen se centran en la identificación de carencias de conocimiento, en la definición de tramos de estudio y en los primeros datos obtenidos en ellos.

El equipo de trabajo se ha apoyado en los antecedentes científicos sobre el tema y área de estudio (Ollero, 1992, 2007, 2010; Magdaleno, 2011; Castillo, 2014, 2016; Lobera et al., 2015; Ollero et al., 2015, 2021; Sánchez et al., 2017; Martín Vide, 2018) y ha debatido de forma interna y con agentes del territorio para identificar las principales carencias de conocimiento, que se convierten así en los 11 temas de trabajo que se desarrollan en el proyecto SEDEXCHARE y que se describen a continuación:

1. Es precisa una reconstrucción y una visión evolutiva más clara y detallada de la historia hidrogeomorfológica y ambiental del curso medio del Ebro, con la definición de sus fases a partir de documentación histórico-arqueológica, datos de perforaciones geoarqueológicas, cartografías temáticas y fotografías aéreas. No hemos llegado todavía a definir una hipótesis de cómo sería el Ebro sin acción humana, a modo de condición de referencia. Hay que profundizar en la cuantificación de los principales cambios geomorfológicos durante el último siglo y medio, proponiendo un modelo causa-efecto que vincule estos cambios a los efectos combinados de múltiples motores de cambio (presas, regadíos, clima...). En este contexto permanente de cambio, es necesario establecer periódicamente momentos de reflexión y evaluación científica y técnica, como el que se persigue aquí. El río Ebro es un laboratorio de campo permanente en el que comprobar las dimensiones y efectos del cambio global de su cuenca. Como base para abordar la reconstrucción histórica de procesos puede emplearse la evolución de los modelos generales de gestión del riesgo, sintetizada en la tabla 1.
2. Los datos empíricos sobre el transporte de sedimento en el curso medio del Ebro son escasos y discontinuos en el espacio y en el tiempo. Queremos tratar de cuantificar y comprender los procesos de transporte sólido, ver su papel en la generación de formas fluviales y observar si los cambios registrados pueden ser inducidos por acción humana en la cuenca, y especialmente como consecuencia de la regulación mediante embalses. Por ello, este estudio debe abarcar el último siglo, desde la fotografía aérea de 1927. Los procesos de transporte de sedimentos son los agentes más importantes en la configuración de los ríos, es decir, en la contribución a su morfología (Church, 2006), y por lo tanto son los principales contribuyentes indirectos a la salud de los ecosistemas fluviales. Se han seleccionado 50 barras dinámicas en los cuatro tramos de estudio para su análisis granulométrico y de acorazamiento. En cuatro de ellas, una por tramo, se van a realizar catas en profundidad en la campaña de muestreo del verano de 2024. Las mediciones con la técnica

de Helley y Smith (1971) en el puente de la Z-30 con diferentes caudales altos en el invierno 2024-25 completarán el estudio de la carga de fondo y permitirán estimar sus tasas de transporte.

Tabla 1. Evolución histórica de la gestión del riesgo de inundación y erosión en el Ebro medio (modificada de Ollero et al., 2021)

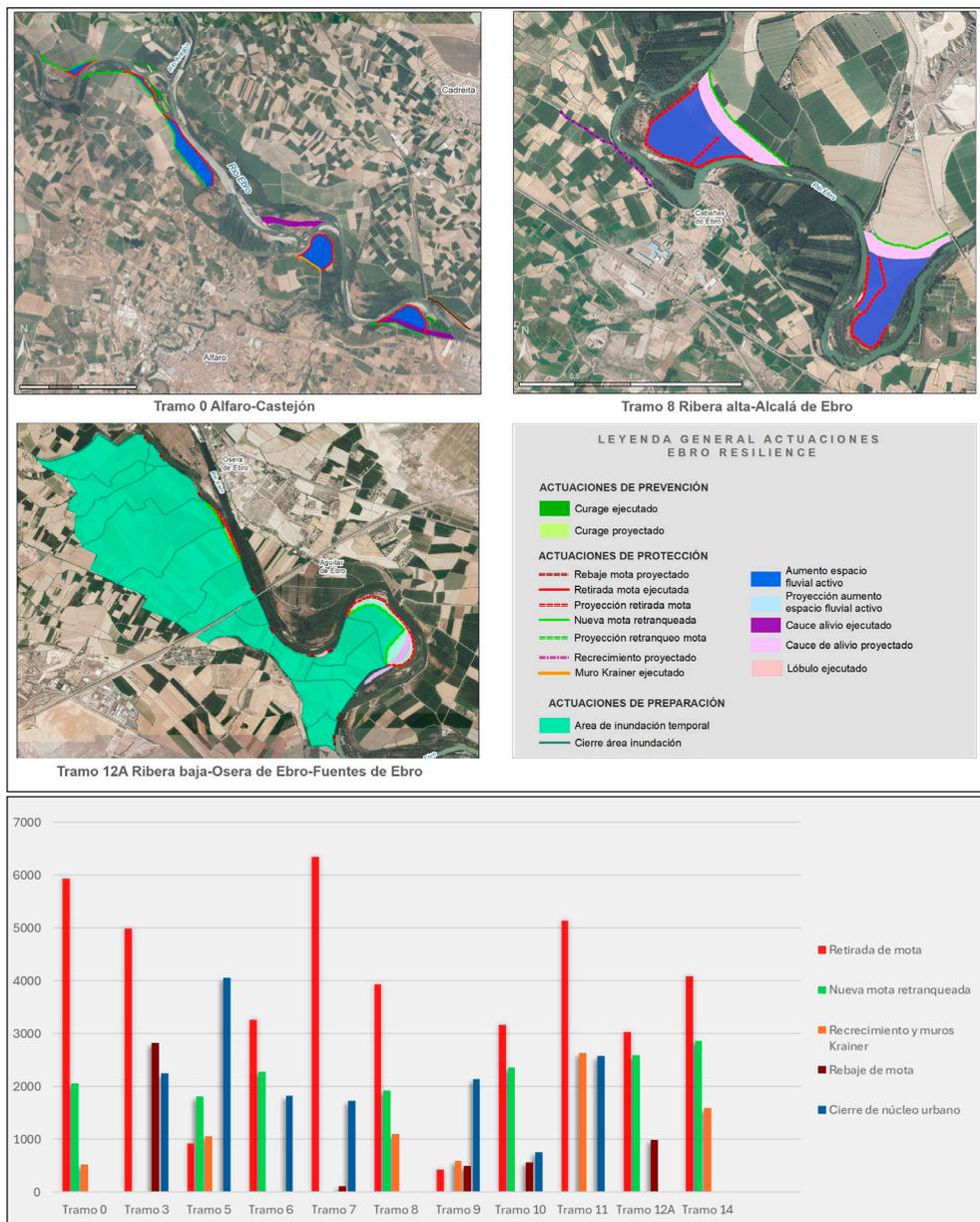
Fase anterior al Antropoceno, hasta 1945	<ul style="list-style-type: none"> – no hay regulación efectiva de caudales (solo algunos pequeños embalses en la cuenca) – obras de defensa escasas y locales, precarias y en su mayoría particulares
Fase de máxima intervención en el río (1945-1990)	<ul style="list-style-type: none"> – construcción del hiperembalse del Ebro (Reinosa) en 1945 – muchos grandes embalses en la cuenca, donde destaca Yesa (1960) – plan de defensas con motas (diques) longitudinales de tierra compactada y escolleras de bloques en meandros tras las crecidas de 1959 y 1960-61 – ocupación agraria del territorio fluvial, falsa seguridad y aumento de exposición al riesgo – nuevo periodo de inundaciones (1977, 1978, 1980, 1981) con importantes daños y nueva oleada de actuaciones defensivas que completaron los diques e impidieron por completo la dinámica de cualquier meandro, simplificando el cauce y su dinámica – nuevo incremento de la ocupación agraria, edificios y urbanizaciones alegales
Fase de concienciación científica y técnica (1990-2015)	<ul style="list-style-type: none"> – escasas crecidas entre 1990-2003 que consolidan el modelo anterior y aumentan la confianza – sigue aumentando la exposición agrícola y urbana – desde el ámbito científico, no obstante, se alerta de la fragilidad del sistema de gestión, de la ineficacia del sistema de defensa y de su caro mantenimiento – se desarrolla el concepto y la propuesta de territorio fluvial – se denuncia la destrucción de la dinámica fluvial, que ha sido muy restringida, casi eliminada – en la toma de decisiones el sistema de defensa tradicional sigue manteniéndose y consolidándose – las Directivas 2000/60/CE y 2007/60/CE y el Plan Medioambiental del Ebro (2005) ayudan a una progresiva concienciación del ámbito técnico y gestor
Fase actual de cambio (2015-2024)	<ul style="list-style-type: none"> – comienza con la riada de 2015 y se asienta con las de 2018 y 2021 – Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI): prevención, protección, preparación y reparación – Estrategia Ebro Resilience (desde 2018), ahora LIFE20 ENV/ES/000327 Ebro Resilience, y procesos de participación – cambio marcado por el retranqueo de motas, los cauces de alivio, las zonas de inundación controlada y la apertura de pasillos en áreas de sedimentación – intensa oposición social al cambio, asociaciones de afectados – implicación científica en la educación y divulgación

3. Los procesos de incisión y de acreción en el cauce del Ebro medio no han sido medidos con frecuencia suficiente y arrojan resultados poco concluyentes hasta ahora. Es un tema que preocupa al ámbito científico, al organismo gestor y también a la población, como se señala en el punto 7. Es necesario un esfuerzo en los próximos años para localizar, analizar y cuantificar estos procesos, definiendo puntos críticos y tendencias.
4. No se conoce bien el funcionamiento del acuífero aluvial en los procesos de crecida e inundación. Hay poca información sobre los niveles freáticos, piezómetros escasos y en mal uso, y no

existen estudios que correlacionen los procesos superficiales con los subterráneos. Es necesario introducir esta componente en la modelización y cartografía de los procesos de desbordamiento e inundación.

5. Otro déficit de conocimiento se refiere a la cuantificación y la evaluación económica de los efectos de las inundaciones y su balance con respecto al valor de las acciones de defensa y protección tradicionales y también con las nuevas medidas y actuaciones.
6. El catálogo de acciones de la actual estrategia y proyecto LIFE Ebro Resilience no está actualizado, no cuenta con una adecuada representación cartográfica ni ha sido todavía evaluado desde el punto de vista científico (Cuartero et al., 2022). En un primer inventario parcial que se realizó en noviembre de 2021 se contabilizaron 154 actuaciones (eliminación, retranqueo y rebaje de motas, zonas de inundación controlada, cauces de alivio, *curages*, permeabilizaciones, etc.) con la eliminación de más de 34 km de motas y la obtención de 2.346 ha de terreno inundable, pero en algunos casos se trata de acciones proyectadas y aún no realizadas. En el presente estudio se está verificando y actualizando el catálogo, base fundamental para poder evaluar sus resultados. A modo de ejemplo de dicha tarea de localización y clasificación, en la figura 2 se representan las acciones registradas en algunos tramos.
7. No se han conseguido definir de forma completa y clara los elementos y procesos del conflicto socioambiental sobre los riesgos asociados al funcionamiento fluvial. Aquí se esbozan los más evidentes en un primer análisis, pero esta definición está en construcción:
 - existe una generalizada falsa sensación de seguridad y un exceso de confianza en la regulación de la cuenca, tanto en espacios ribereños rurales como urbanos
 - socialmente y de forma unánime se atribuye a las gravas y a la vegetación un supuesto –y erróneo– incremento de la frecuencia del desbordamiento y una elevación en los niveles de inundación
 - se consideran al organismo de cuenca y al ámbito científico que lo apoya responsables de la falta de limpieza y mantenimiento del cauce, lo que se valora, en los ámbitos ribereños, como una grave negligencia
 - es muy difícil plantear y negociar permutas, compras y expropiaciones, ya que la propiedad privada y la posesión del terreno concreto está muy arraigada, aunque la actividad agraria muchas veces sea secundaria en la renta familiar
 - la posibilidad de establecer un territorio-riesgo con beneficios fiscales, seguros financiados y compensaciones no se ve de forma positiva, sino que se considera un menosprecio y un reconocimiento de que la ribera es un espacio con problemas y sometido a restricciones
8. No existe todavía un sistema de gestión ambiental y de riesgos enfocado hacia la resiliencia y la sostenibilidad, adecuadamente basado en la naturaleza de los procesos fluviales y coordinado con la ordenación del territorio y con los programas de conservación y restauración fluvial. Es urgente acelerar para trabajar en una estrategia de gestión de riesgos más sostenible y eficiente, y así establecer un entorno socioeconómico adaptado y más seguro, resiliente, y un marco

Figura 2. Tipificación y localización de las actuaciones de la estrategia Ebro Resilience



A) Leyenda general de las actuaciones y cartografía de 3 de los 11 tramos de Ebro Resilience (la numeración de estos es la establecida en la estrategia). B) Longitud en metros de las actuaciones lineales en los 11 tramos. Fuente: elaboración propia a partir de la Estrategia Ebro Resilience y de las comprobaciones en campo.

menos vulnerable, lo que en última instancia provocará que los futuros eventos extremos causen menos daños, lo que redundará en un ahorro económico para los afectados y para la propia Administración.

9. No existe un índice de resiliencia fluvial aplicable al Ebro medio que combine la evaluación del riesgo y su gestión y consecuencias, que sea apto tanto para valorar la situación actual como para definir el potencial de resiliencia futura. Es preciso crearlo e implementarlo. Dicho índice deberá valorar diferentes escenarios del modelo evolutivo, incluyendo propuestas de restauración fluvial y su repercusión en la gestión, así como el propio cambio climático o las actuaciones en curso en el marco de Ebro Resilience. La evaluación y el seguimiento son importantes para una gestión del riesgo adaptativa (y no solo defensiva), modificándose en función de los cambios observados y de los resultados obtenidos en fases anteriores, marcando un proceso de aprendizaje permanente del comportamiento del río. En este sentido, se ha defendido el cambio actual desde los fallos detectados en los sistemas de gestión anteriores. La predicción y la emergencia son fundamentales, y mejoran a medida que aumenta el conocimiento hidrológico. La prevención debe tener en cuenta las características hidrológicas y geomorfológicas con medidas basadas en la naturaleza. Algunos aspectos clave de la prevención orientada a la resiliencia social son la educación pública, la memoria y experiencia de preservación y el conocimiento de los nuevos paradigmas de gestión y el carácter adaptativo de un proceso que debe ser continuo en el tiempo.
10. También cuenta con deficiencias la ordenación del territorio en relación con la inundabilidad y con la figura del Dominio Público Hidráulico, y sigue sin implementarse de forma sistemática y extensa el territorio fluvial o espacio para el río (De Bruijn et al., 2009; Arnaud-Fassetta et al., 2009; Vinet, 2010; Merz et al., 2010; Thorne et al., 2010; Batica y Gourbesville, 2016; Ribas et al., 2018) que se ha propuesto en diferentes estudios desde 1993 (Ollero, 2007; Ollero et al., 2015). Las dificultades de su aplicación, especialmente en relación con la propiedad privada, han ido consolidando paulatinamente la primacía del objetivo de gestión de inundaciones sobre los más puramente geomorfológicos y ambientales, ya que no se admiten la erosión de riberas ni la movilidad de cauces. No obstante, el momento actual implica cierto cambio de paradigma en la gestión y desde la ciencia, apoyando a las administraciones implicadas, y puede y debe trabajarse por un nuevo modelo que recupere la resiliencia fluvial, social y territorial del río Ebro. Dar espacio al río tiene como objetivo hacer que el sistema fluvial funcione mejor hidrológica, geomorfológica y ecológicamente y que autorregule mejor sus procesos de inundación. Valorar el río como eje vertebrador del territorio trasciende todo el fondo del valle y supera los objetivos ambientales, logrando así los de gestión y planificación. Conseguir territorios fluviales amplios y continuos es una propuesta con enormes beneficios, inteligente y resiliente, ya que mejora y fortalece de manera integrada el río y la sociedad, es decir, todo el territorio.
11. No se ha trabajado en la consideración del río Ebro como gran eje ambiental y de protección y transferencia de biodiversidad a escala ibérica y europea, lo cual tendría que estar en la base del nuevo modelo de gestión fluvial. No se ha podido avanzar en esta línea por la tradicional priorización de los intereses económicos en la ribera del Ebro, pero es necesario y urgente

cambiar este paradigma para destacar el valor de un paisaje fluvial de patrimonio natural y cultural único amenazado.

DELIMITACIÓN, CARACTERIZACIÓN BÁSICA Y PRIMEROS DATOS DE TRAMOS DE ESTUDIO

Como se ha representado en la figura 1, se han seleccionado cuatro tramos de interés, por sus caracteres internos, dinámica y relevancia en la gestión fluvial (tabla 2). El tramo 1 destaca por la confluencia del Aragón, afluente que drena todo el Pirineo occidental y que con su llegada duplica el caudal del Ebro –de 110 m³/s a 220 m³/s en valores medios– e incrementa su dinámica. Este tramo 1 queda separado del resto, pero los tramos 2, 3 y 4 presentan continuidad, como se aprecia en la figura 1. El tramo 2 destaca por su elevada sinuosidad y por sus cambios notables de trazado en el pasado. El tramo 3 es urbano y suburbano, y marca una menor sinuosidad y una mayor pendiente que justificaron el propio emplazamiento de Zaragoza en época romana (Ollero et al., 2024). El tramo 4 contó con una activa dinámica de meandros.

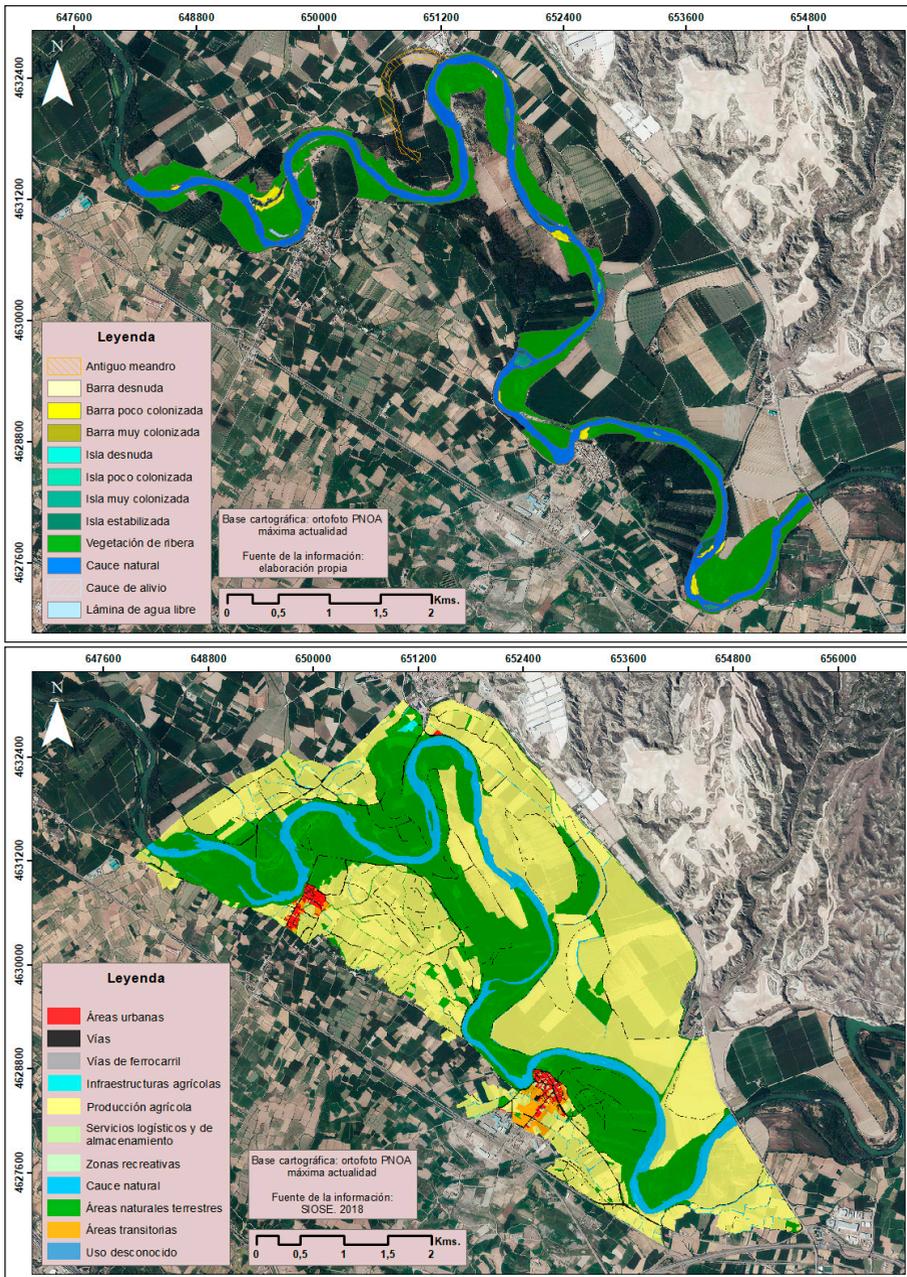
De entre ellos se ha considerado prioritario el estudio del tramo 2, cuyo sector de aguas arriba (subtramo Alcalá-Cabañas) ha sido objeto de las primeras mediciones en campo en el marco del proyecto y de una primera cartografía geomorfológica (figura 3). También se han llevado a cabo aquí las primeras batimetrías y mediciones de velocidad de la corriente en aguas altas (figura 4).

Tabla 2. Caracteres principales del cauce activo en los tramos preferentes de estudio

Tramo de estudio	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Sinuosidad
1. Alfaro-Castejón	17,21	0,00062	1,47
2. Ribera alta	36,42	0,00048	1,68
3. Zaragoza	11,49	0,00073	1,39
4. Ribera baja	36,14	0,00059	1,45

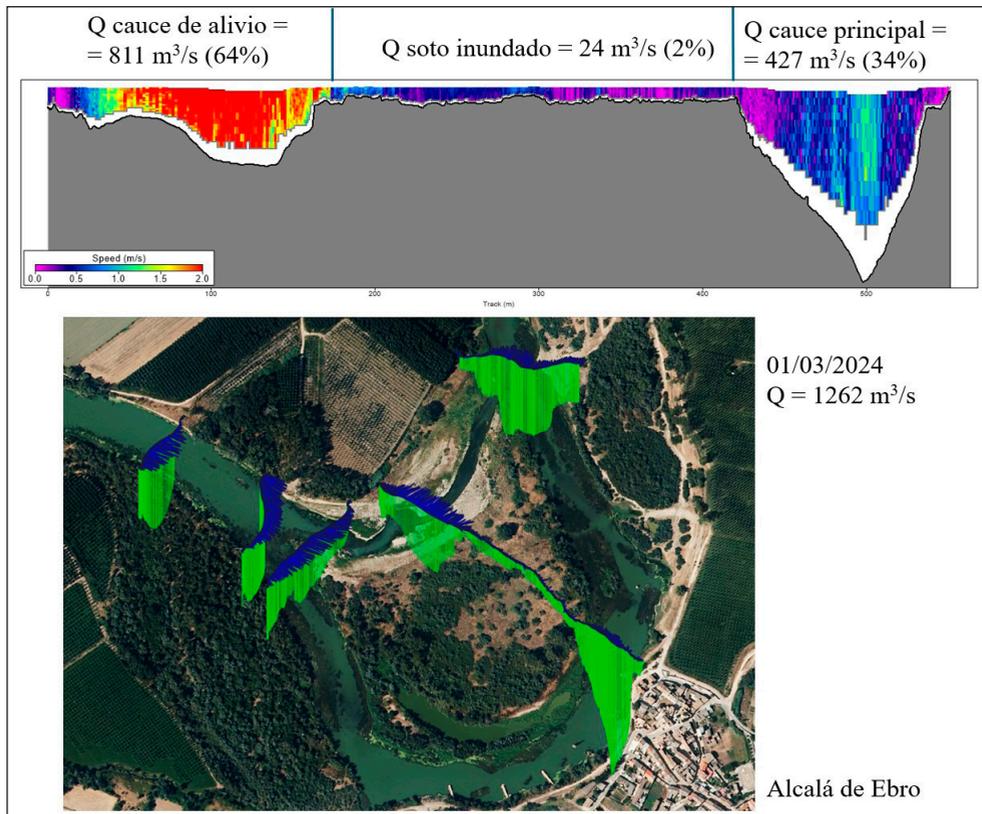
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Mapas biogeomorfológico (arriba) y de usos del suelo (abajo) del subtramo preferente Alcalá-Cabañas (Ribera alta)



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Mediciones de velocidades y profundidades en Alcalá de Ebro realizadas por EbroNautas el 1 de marzo de 2024 mediante ADCP y GPS con un caudal total medido *in situ* de 1262 m³/s



La gráfica superior de velocidades (que expresa las diferencias de caudal circulante entre el cauce de alivio, el soto inundado y el cauce principal) corresponde con la sección de mayor longitud (550 m) de la imagen inferior, en la que las líneas azules marcan velocidades y las líneas verdes, profundidades. Fuente: base de ortofoto del PNOA; elaboración de EbroNautas.

DIFICULTADES, PERSPECTIVAS Y CONCLUSIÓN

Tal como se mostró en el estudio previo de Ollero et al. (2021), los caudales circulantes por el Ebro medio, y más en situaciones de aguas altas y crecidas, fueron mal medidos al menos hasta 1996, sobredimensionándose los valores en algunos casos hasta un 30 %. Algunos de ellos han sido revisados y corregidos oficialmente por el organismo gestor, pero otros no. Ello implica un problema a la hora de emplearlos en análisis hidrológicos estadísticos, ya que la incertidumbre sobre su validez es muy elevada. Lo más prudente para cualquier estudio actual es descartar los datos anteriores a 1996, lo cual reduce las series disponibles fiables a menos de 30 años. Al mismo tiempo, estudios hidrológicos precedentes como

el de Ollero (1992), que trabajó con la serie 1950-1985, han quedado obsoletos y sus valores y cálculos no pueden emplearse ya como referencia. Se impone, por tanto, centrar el análisis hidrológico solo a partir de 1996, especialmente en lo que concierne a las crecidas, de manera que solo las acontecidas en el siglo XXI aportan la suficiente fiabilidad para constituir las referencias que sirvan de base al diagnóstico del actual funcionamiento fluvial y de la peligrosidad natural en la situación de riesgo del Ebro medio.

Otras dificultades se relacionan con la falta de equipamiento previo (limnimecros, puntos de referencia de mediciones antiguas, sensores, piezómetros, etc.) que habría permitido un mejor análisis evolutivo de los procesos naturales y antrópicos registrados. Por ejemplo, hay trabajos que señalan un aumento del nivel del fondo del cauce aguas abajo de la confluencia del Aragón, a raíz de los aportes sedimentarios de este (Villar, 2015). Sin embargo, nuestras observaciones de campo indican una incisión cada vez más clara y extendida, aunque no puede ser cuantificada todavía con exactitud por la ausencia de referencias preinstaladas que aseguren y cuantifiquen esas observaciones. Se trabajará en estimaciones a partir de topografías antiguas recogidas en proyectos de actuaciones en el cauce y de fotografías antiguas de puentes y orillas, tal como se hizo en el bajo Gállego (Martín Vide et al., 2010).

Otras dificultades derivan de la escasa y difícil integración entre los campos de investigación y la gestión pública. Las actuaciones y medidas y la integración de varias de ellas se han ido implementando sin una base científica que permita prever las interacciones que se producen en un sistema ambiental tan complejo. Sería interesante apoyar y acompañar de una manera más coherente y consolidada estas iniciativas de la Administración pública desde el ámbito científico, mediante el análisis evolutivo, la evaluación de las medidas y sus efectos y el seguimiento, en una perspectiva científico-técnica colaborativa y constructiva.

El presente estudio y el proyecto en el que se enmarca tratan de definir cómo es y cómo está el Ebro medio en la actualidad, así como cuáles son sus tendencias hacia las próximas décadas, por ejemplo con el horizonte 2050, en un contexto de cambio climático y global. Pero esta perspectiva y prospectiva de cómo será y cómo estará el Ebro medio en 2050, cuando cumpla un siglo inmerso en su Antropoceno fluvial, dependerá en buena medida de cómo evolucione a nivel político, ideológico y económico nuestra sociedad. Este hecho impone la más fuerte dificultad al estudio del Ebro medio y a su propia supervivencia como eje fluvial. Las inercias actuales son todavía muy fuertes. Son necesarias la investigación, la educación, la divulgación, la ordenación del territorio, el decrecimiento, las figuras de protección aplicables; en suma, toda una batería de herramientas para vencer esas inercias tradicionales y conseguir un río sano que perviva en el tiempo en coevolución, reciprocidad e interdependencia con una sociedad ribereña respetuosa, adaptada y resiliente, que desarrolle una cultura y capacidades para el cuidado fluvial (Brierley, 2020; García et al., 2021).

Este paisaje fluvial debería ser protegido, valorado, gestionado y restaurado desde soluciones basadas en la naturaleza. La principal medida podrá ser, sin duda, conseguir un río más ancho y naturalizado localmente, un territorio fluvial del Ebro con un espacio entre defensas de al menos un kilómetro, como ya se planteó en estudios anteriores como el Plan Medioambiental del Ebro de 2005 (Ollero, 2007). Aunque la regulación y las presiones provenientes de la cuenca van a seguir estando presentes y van a condicionar la naturalidad de los procesos, la posibilidad de un cauce activo y libre con un corredor

ribereño natural que alcance esa anchura ideal dotará al sistema fluvial de la resiliencia suficiente para absorber los impactos procedentes de aguas arriba. El corredor fluvial generado aportará múltiples beneficios ecológicos y sociales y podrá constituir un modelo de restauración fluvial aplicable a otros muchos ríos.

Con todos los resultados del proyecto se pretende, por último, generar un “Observatorio del Ebro” integrando diferentes ciencias fluviales que pueda funcionar de forma autónoma y continua en sucesivos proyectos de investigación, como aportación científica para la gestión de un territorio fluvial resiliente. Este observatorio podría constituir un ejemplo extrapolable para el estudio y la gestión de otros ríos, y de los ríos en general, de manera que podría establecerse un protocolo de medidas y acciones mínimas de obligado cumplimiento a nivel estatal con el objetivo de asegurar una gestión sostenible y un ecosistema fluvial resiliente.

AGRADECIMIENTOS

Queremos dedicar esta modesta contribución a Francesca Segura, a quien agradecemos el gran trabajo que ha desarrollado en hidrogeomorfología fluvial y las muchas reflexiones compartidas con ella sobre problemas fluviales concretos. Sus enormes conocimientos, experiencia y sensibilidad sobre los ríos siempre han constituido un referente para nuestro trabajo.

Esta investigación se desarrolla en el proyecto coordinado “Sedimento, extremos hidrológicos, cambios histórico-ambientales y resiliencia fluvial: el río Ebro (SEDEXCHARE, Observatorio del río Ebro)”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyectos de Generación de Conocimiento 2022 Investigación Orientada).

Agradecemos el apoyo técnico con la aportación de datos e instrumental a Ramón Sánchez, María Luisa Moreno y David Gargantilla (Confederación Hidrográfica del Ebro) y en el trabajo de campo a Óscar Alamán y Néstor Jiménez (EbroNautas, S. L.). También a miembros del equipo y personas que colaboran en el proyecto SEDEXCHARE, Jorge Bielsa, Amaia Bescós, Alba Ballester, Iban Sánchez, Antonio Montealegre, Ibai Ortiz de Arri, Galder Mentxaka, Casandra González y Óscar Pueyo, que han aportado ideas y consejos. Igualmente valiosas han sido las aportaciones de las dos personas anónimas que han evaluado el manuscrito.

REFERENCIAS

- Arnaud-Fassetta, G., Astrade, L., Bardou, E., Corbonnois, J., Delahaye, D., Fort, M., Gautier, E., Jacob, N., Peiry, J. L., Piégay, H., & Penven, M. J. (2009). Fluvial geomorphology and flood-risk management. *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 2/2009, 109-128. <http://dx.doi.org/10.4000/geomorphologie.7554>
- Batalla, R. J., Gómez, C. M., & Kondolf, G. M. (2004). Reservoir-induced hydrological changes in the Ebro River basin (NE Spain). *Journal of Hydrology*, 290, 117-136. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2003.12.002>

- Batica, J. & Gourbesville, P. (2016). Resilience in flood risk management: a new communication tool. *Procedia Engineering*, 154, 811-817. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.411>
- Beguería, S., López-Moreno, J. I., Lorente, A., Seeger, M., & García-Ruiz, J. M. (2003). Assessing the effect of climate oscillations and land-use changes on streamflow in the Central Spanish Pyrenees. *Ambio*, 32(4), 283-286. <http://dx.doi.org/10.1579/0044-7447-32.4.283>
- Benahmed, Z. (2021). *Disseny d'un sistema de mostreig del transport de sediment de fons a rius amb Helley-Smith* [Trabajo de fin de grado]. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Benito, G., Pérez-González, A., Gutiérrez, F., & Machado, M. J. (1998). River response to Quaternary subsidence due to evaporite solution (Gállego River, Ebro Basin, Spain). *Geomorphology*, 22, 243-263. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-555X\(97\)00088-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-555X(97)00088-3)
- Brierley, G. J. (2020). *Finding the voice of the river: beyond restoration and management*. Palgrave Macmillan, Springer Nature.
- Cabezas, A., Comín, F. A., Beguería, S., & Trabucchi, M. (2009). Hydrologic and landscape changes in the Middle Ebro River (NE Spain): implications for restoration and management. *Hydrology and Earth System Sciences*, 13, 1-12. <http://dx.doi.org/10.5194/hess-13-273-2009>
- Castillo, P. (2014). The navigability of the River Ebro: A reason for roman territorial planning in the Ebro Valley. *e-Topoi*, 3, 129-142.
- Castillo, P. (2016). Ríos y calzadas en el valle del Ebro: la influencia de la navegación en el trazado de las vías. En Czeguhn et al. (eds.). *Wasser – Wege–Wissen auf der iberischen Halbinsel: vom Römischen Imperium bis zur islamischen Herrschaft* (pp. 47-72). Baden-Baden: Nomos V.
- Church, M. (2006). Bed material transport and the morphology of alluvial river channels. *Annual Review of Earth and Planetary Science*, 34, 325-354. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.earth.33.092203.122721>
- Conesa, C., Pérez Cutillas, P., García Lorenzo, R., & Martínez Salvador, A. (2012). Cambios históricos recientes de cauces y llanuras aluviales inducidos por la acción del hombre. *Nimbus*, 29, 159-176.
- Cuartero, N., Moral, R., Ollero, A., & Pirchi V. N. (2022). *Evaluación hidromorfológica tras la aplicación de la técnica curage en el curso medio del Ebro*. Zaragoza: Confederación Hidrográfica del Ebro.
- De Bruijn, K. M., Klijn, F., Öllfert, A., Penning-Rowsell, E., Simm, J., & Wallis, M. (2009). *Flood risk assessment and flood risk management*. Delft: FLOODsite Consortium.
- Díaz Redondo, M., Marchamalo, M., Egger, G., & Magdaleno, F. (2018). Toward floodplain rejuvenation in the middle Ebro River (Spain): from history to action. *Geomorphology*, 317, 117-127. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.05.014>
- García, J. H., Ollero, A., Ibisate, A., Fuller, I. C., Death, R. G., & Piégay, H. (2021). Promoting fluvial geomorphology to “live with rivers” in the Anthropocene era. *Geomorphology*, 380, <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107649>
- García Ruiz, J. M., López Moreno, J. I., Lasanta, T., Vicente, S. M., González Sampéris, P., Valero, B. L., Sanjuán, Y., Beguería, S., Nadal, E., Lana-Renault, N., & Gómez Villar, A. (2015). Los efectos geocológicos del cambio global en el Pirineo central español: una revisión a distintas escalas espaciales y temporales. *Pirineos*, 170, e012. <http://dx.doi.org/10.3989/Pirineos.2015.170005>

- Gil, H. (2017). *Los depósitos cuaternarios en el sector central de la Cuenca del Ebro: Arquitectura estratigráfica, paleokarst, su interacción con la sedimentación y cronología* [Tesis doctoral]. Universidad de Zaragoza.
- Giménez Font, P. (2009). Cauces meandriformes y riesgos naturales en la cartografía histórica del Mediterráneo español. *Mapping*, 133, 12-16.
- Gracia-Abadías, J., Simón, J. L., Soriano, M. A. y Salvador, T. (2024). Testing the predictive ability of a karst subsidence susceptibility map made thirty years ago in the central Ebro Basin (Zaragoza, Spain). *Natural Hazards*. <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-024-06507-2>
- Guerrero, J. (2009). *Dinámica fluvial y riesgos naturales derivados de la subsidencia kárstica en los valles del Huerva y Ebro* [Tesis doctoral]. Universidad de Zaragoza.
- Helley, E. J. & Smith, W. (1971). *Development and calibration of a pressure-difference bedload sampler*. Menlo Park, California: US Geological Survey.
- Horacio, J., Ollero, A., Ballarín, D., & Ibisate, A. (2018). Herramientas para el diagnóstico del ecosistema fluvial. En Díez, J. R. & Ibisate, A. (eds.). *Retos y experiencias de restauración fluvial en el ámbito de la red Natura 2000* (pp. 22-44). Vitoria-Gasteiz: Gobierno Vasco.
- Lobera, G., Besné, P., Vericat, D., López Tarazón, J. A., Tena, A., Aristi, I., Díez, J. R., Ibisate, A., Larrañaga, A., Elosegi, A., & Batalla, R. J. (2015). Geomorphic status of regulated rivers in the Iberian Peninsula. *Science of the Total Environment*, 508, 101-114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.10.058>
- López-Moreno, J. I., Vicente-Serrano, S. M., Revuelto, J., Gilaberte, M., Azorín-Molina, C., Morán-Tejada, E., García-Ruiz, J. M. & Tague, C. (2014). Respuesta hidrológica del Pirineo central al cambio ambiental proyectado para el siglo XXI. *Pirineos*, 169. <http://dx.doi.org/10.3989/Pirineos.2014.169004>
- Magdaleno, F. (2011). *Evolución hidrogeomorfológica del sector central del río Ebro a lo largo del siglo XX. Implicaciones ecológicas para su restauración* [Tesis doctoral]. ETSI Montes, Universidad Politécnica de Madrid.
- Martín Vide, J. P. (coord., 2018). *Estudio del equilibrio sedimentario del río Ebro en el tramo urbano de Zaragoza* (informe inédito). Zaragoza: Ayuntamiento de Zaragoza.
- Martín Vide, J. P., Ferrer-Boix, C., & Ollero, A. (2010). Incision due to gravel mining: modeling a case study from the Gállego River, Spain. *Geomorphology*, 117, 261-271. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.01.019>
- Merz, B., Hall, J., Disse, M., & Schumann, A. (2010). Fluvial flood risk management in a changing world. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10, 509-527. <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-10-509-2010>
- Ollero, A. (1992). *Los meandros libres del río Ebro (Logroño-La Zaida): geomorfología fluvial, ecogeografía y riesgos* [Tesis doctoral]. Universidad de Zaragoza.
- Ollero, A. (2007). *Territorio fluvial. Diagnóstico y propuesta para la gestión ambiental y de riesgos en el Ebro y los cursos bajos de sus afluentes*. Bilbao: Bakeaz y FNCA.
- Ollero, A. (2010). Channel changes and floodplain management in the meandering middle Ebro River, Spain. *Geomorphology*, 117, 247-260. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.01.015>
- Ollero, A., Ibisate, A., Granada, D., & Real de Asúa, R. (2015). Channel responses to global change and local impacts: perspectives and tools for floodplain management (Ebro River and tributaries,

- NE Spain). En Hudson, P. F., & Middelkoop, H. (eds.). *Geomorphic approaches to integrated floodplain management of lowland fluvial systems in North America and Europe* (pp. 27-52). Nueva York: Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4939-2380-9_3
- Ollero, A., García, J. H., Ibisate, A., & Sánchez Fabre, M. (2021). Updated knowledge on floods and risk management in the Middle Ebro River: the “Anthropocene” context and river resilience. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 47. <http://dx.doi.org/10.18172/cig.4730>
- Ollero, A., Albero, L., Boné, P., Díaz-Morlán, J., Pirchi, V. N., & Marchioro, E. (2024). Three rivers and different approaches of urban riverscapes in Zaragoza city: hydromorphology, memory, perception and planning. En Farguella, J. & Santasusagna, A. (eds.). *Urban and metropolitan rivers: geomorphology, planning and perception*. Springer (The Urban Book Series).
- Ribas, A., Olcina, J., & Saurí, D. (2018). Sustainable land use planning in areas exposed to flooding: some international experiences. En Vinet, F. (ed.). *Floods*, 103-117, Elsevier.
- Sánchez Fabre, M., Ollero, A., Moreno, M. L., Losada, J. A., Sánchez, J. R., & Serrano Notivoli, R. (2017). Évolution hydrologique et inondations récentes dans l'Èbre moyen. *Sud-Ouest Européen*, 44, 97-116.
- Tena, A., Batalla, R. J., Vericat, D., & López Tarazón, J. A. (2011). Suspended sediment dynamics in a large regulated river over a 10-year period (the lower Ebro, NE Iberian Peninsula). *Geomorphology*, 125, 73-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.07.029>
- Thorne, C. R., Henshaw, A., Bates, P. et al. (2010). *Applied fluvial geomorphology for sustainable flood risk management*. Telford: DEFRA Annual Flood & Coastal Risk Management Conference.
- Villar, J. (2015). *Evolución histórica de la propagación de las grandes avenidas en el tramo medio del Ebro* [Trabajo final de grado]. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Vinet, F. (2010). *Le risque inondation. Diagnostic et gestion*. París: Tec & Doc Lavoisier.

Cómo citar este artículo:

Ollero, A., Ibisate, A., Ferrer-Boix, C., Martín Vide, J. P., Ballarín, D., Castillo Pascual, P., García Lagranja, J. M., García-Rodríguez, S., Melián, Á., Núñez-González, F., Ormaetxea, O., Pirchi, V. N., Sáenz de Olazagoitia, A. & Sánchez Fabre, M. (2024). El curso medio del río Ebro: bases preliminares para su diagnóstico hidromorfológico y perspectivas de gestión y restauración. *Cuadernos de Geografía*, 112, 131-149.

<https://doi.org/10.7203/CGUV.112.29564>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.

