



Encuentros en Logroño



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
EBRO

Restauración fluvial e hidromorfología en la cuenca del Ebro

Dr. Alfredo Ollero Ojeda
Profesor de Geografía Física

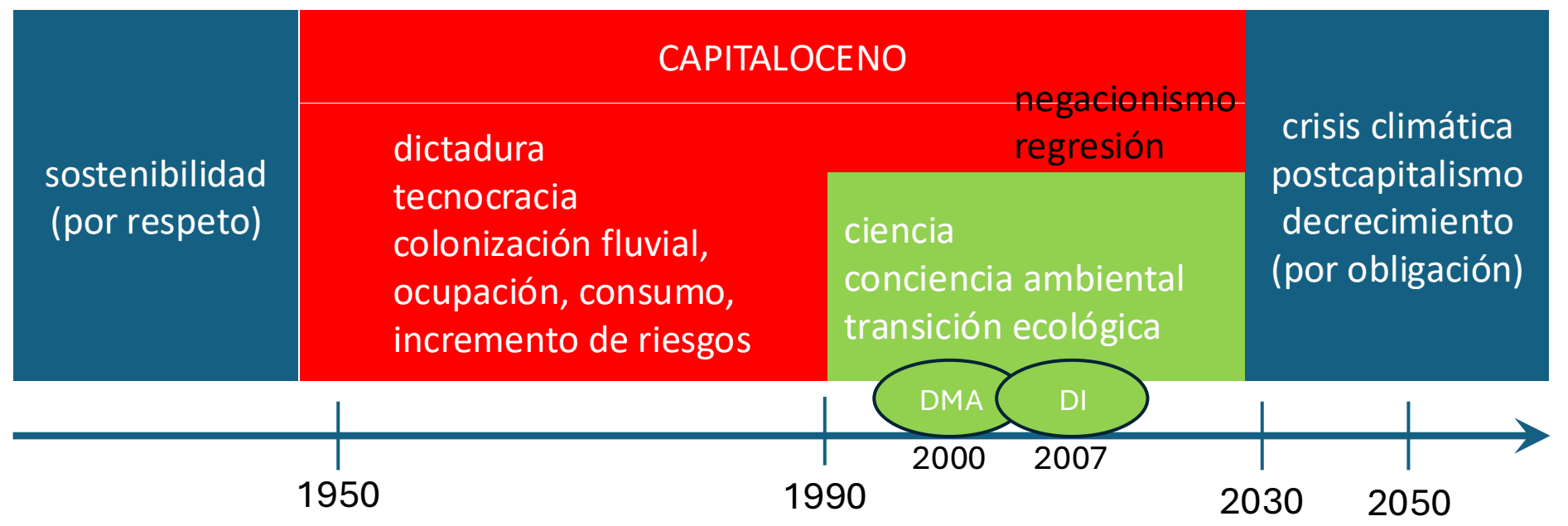
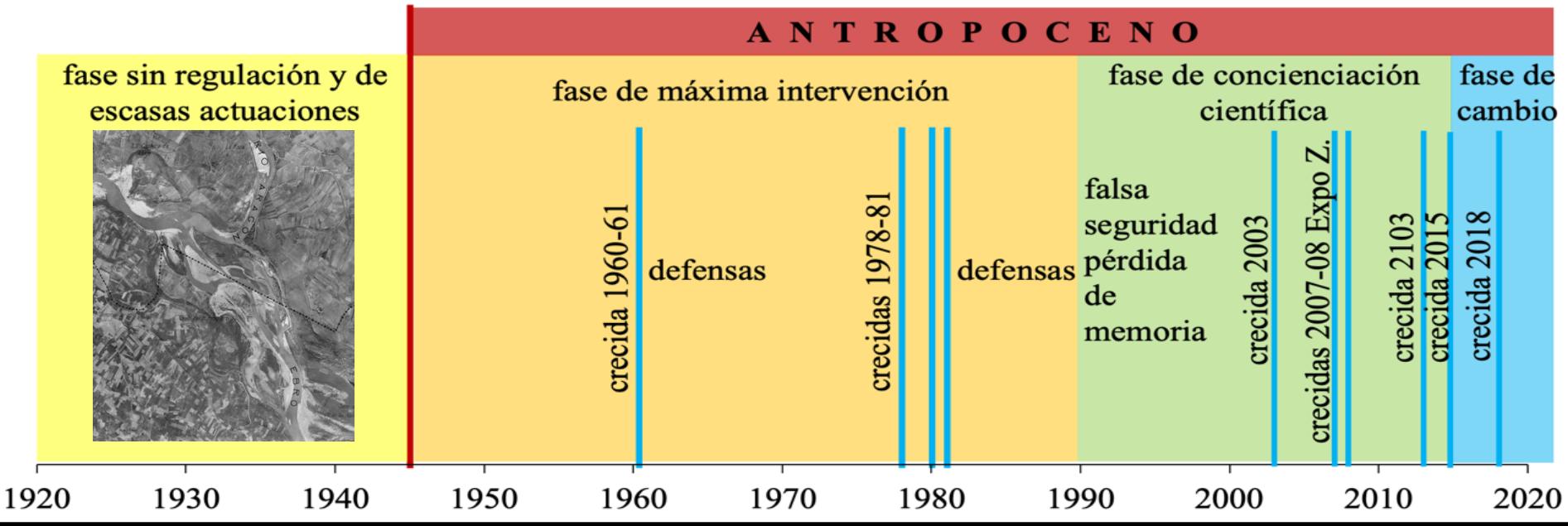


Instituto Universitario de Investigación
en Ciencias Ambientales
de Aragón
Universidad Zaragoza



Departamento de
Geografía y
Ordenación del Territorio
Universidad Zaragoza


La restauración no es volver al pasado, sino construir el futuro



Hidromorfología Fluvial



RÍOS Y RIESGOS, INDICADORES DE PROBLEMAS Y CAMBIOS AMBIENTALES



Un río es un sistema de transporte (de agua, sedimentos, nutrientes, materia orgánica y seres vivos) eficiente (crecidas) y auto-regulado (llanuras de inundación).

El río auto-construye su cauce para transportar con eficacia y es resiliente resolviendo problemas, ajustándose y regulándose. Transporta con eficiencia energética: si le sobra energía erosiona y si le falta sedimenta.

Los cauces son morfologías eficientes para el transporte, diseñados y dimensionados por las crecidas, que realizan el trabajo del río



hidromorfología dinámica fluvial

**Variables primarias
(cuenca):**

CLIMA

GEOLOGÍA

CUBIERTA VEGETAL

USOS DEL SUELO

**Variables externas,
independientes o de
control:**

CAUDALES HÍDRICOS

CAUDALES SÓLIDOS

**Variables internas de
respuesta o grados de
libertad (definen el cauce
autoajustable):**

PENDIENTE

ANCHURA

PROFUNDIDAD

RUGOSIDAD

FORMA EN PLANTA

**Y otras: sinuosidad,
longitud de onda,
velocidad de la corriente...**

Variables de control secundarias:

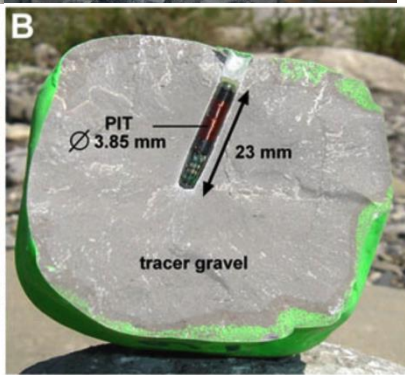
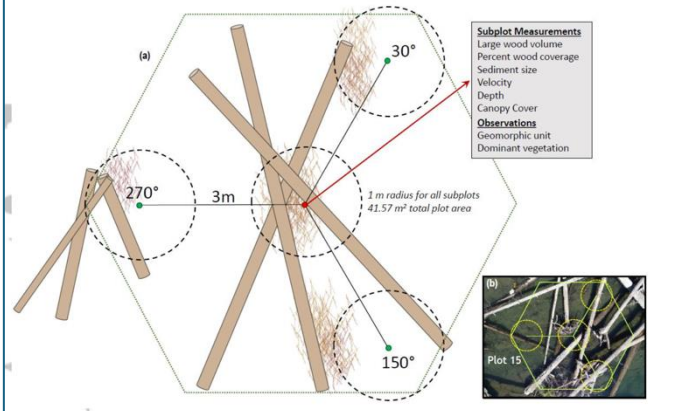
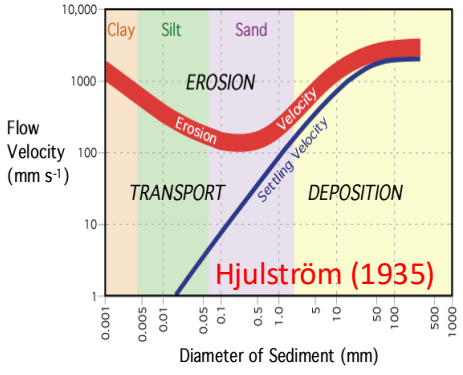
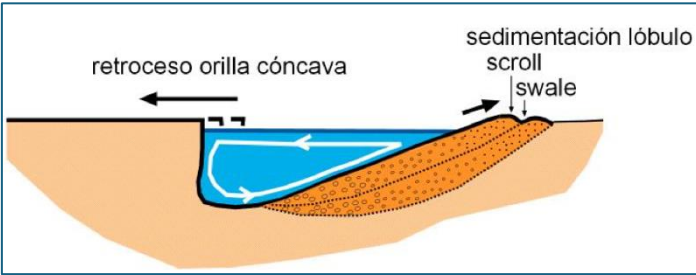
PENDIENTE DEL VALLE

SUSTRATO DE FONDO Y ORILLAS

VEGETACIÓN DE LAS ORILLAS

NIVEL DE BASE

Procesos: erosión, transporte y sedimentación



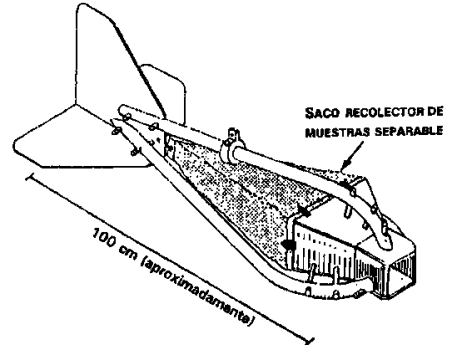
RFID tracking

- Initial position of tracers
- Final position of tracers
- Tracked area
- ← Flow direction
- ⊙ Non reliable tracers

Tracers paths

Initial cross section

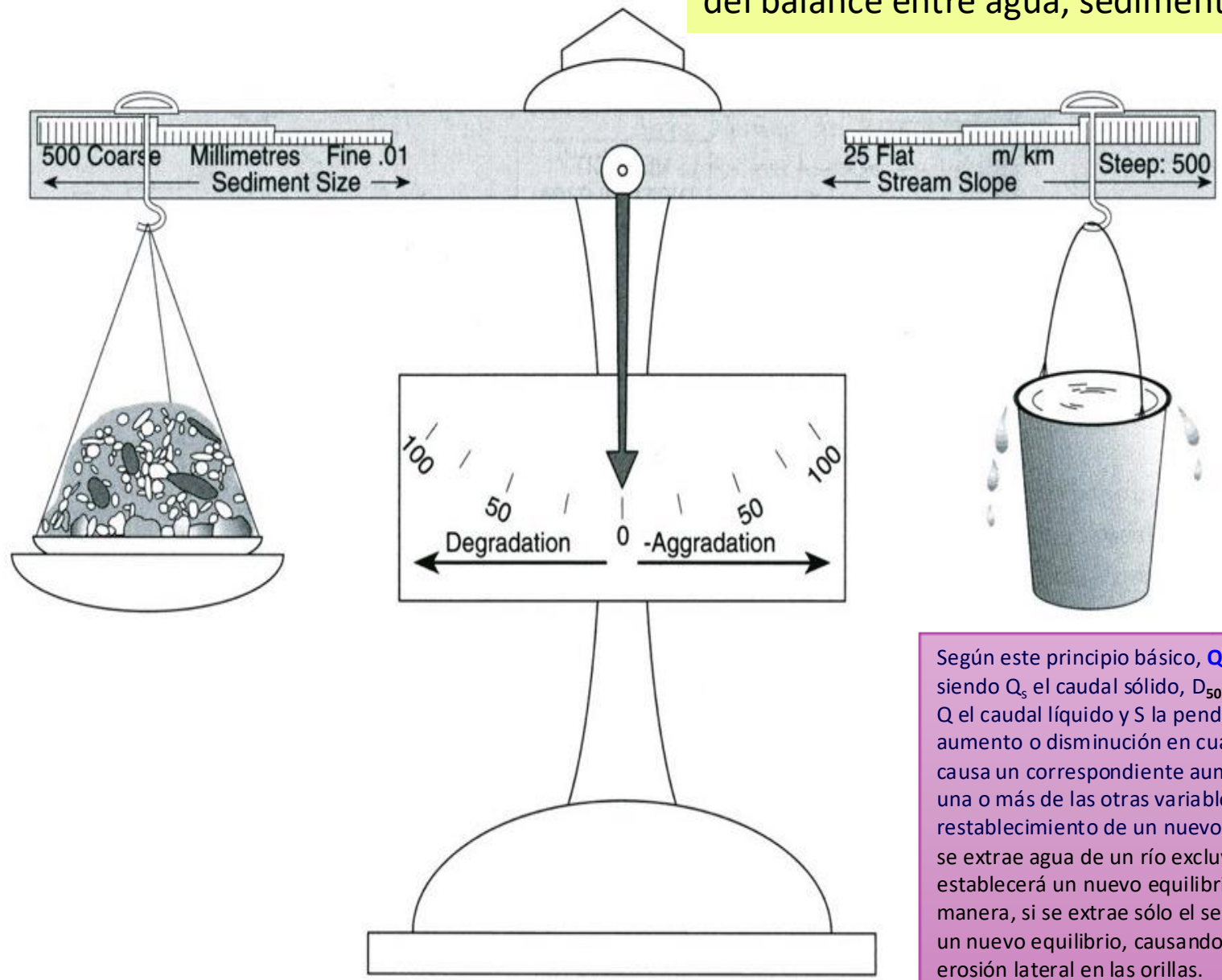
- A (upstream)
- B
- C
- D
- E (downstream)



Aerial photo: EDF 2008

dinámica fluvial

La dinámica tiende al equilibrio y es el resultado del balance entre agua, sedimento y pendiente



Según este principio básico, $Q_s D_{50} \cong QS$, siendo Q_s el caudal sólido, D_{50} el tamaño del sedimento, Q el caudal líquido y S la pendiente del cauce. Un aumento o disminución en cualquiera de estas variables causa un correspondiente aumento o disminución en una o más de las otras variables, hasta el restablecimiento de un nuevo equilibrio. Por ejemplo, si se extrae agua de un río excluyendo el sedimento, se establecerá un nuevo equilibrio aguas abajo. De igual manera, si se extrae sólo el sedimento, el agua buscará un nuevo equilibrio, causando incisión en el fondo y erosión lateral en las orillas.

(Sediment LOAD) x (Sediment SIZE)

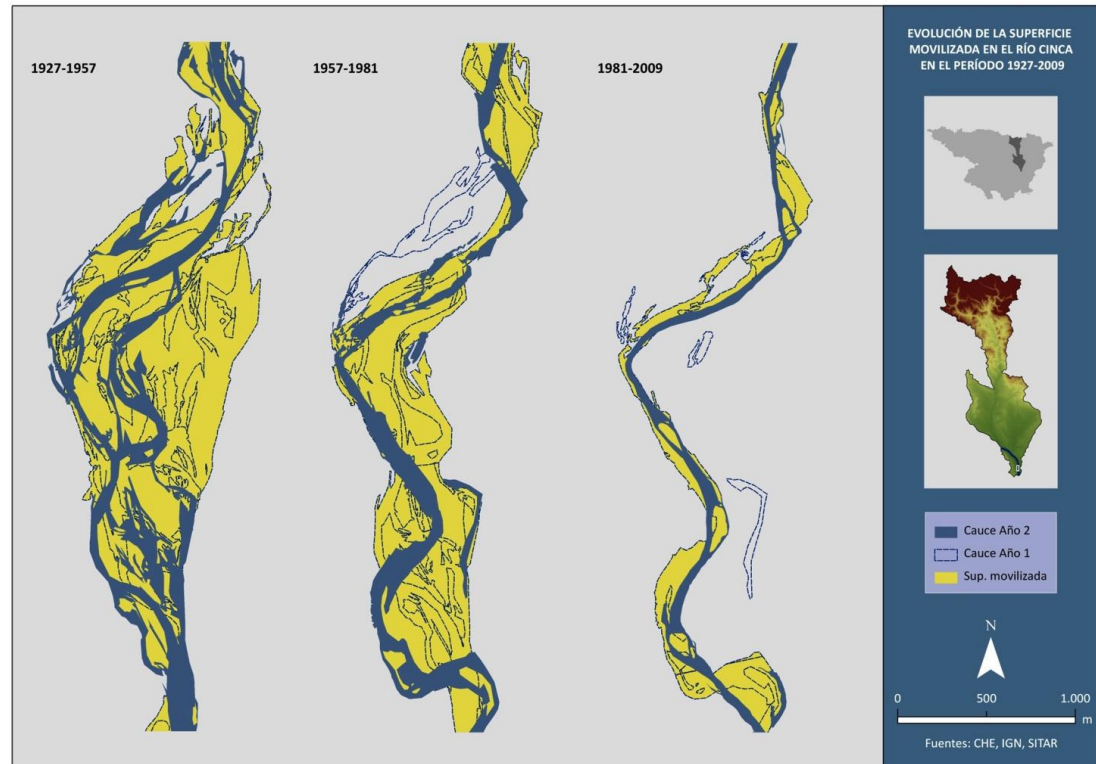
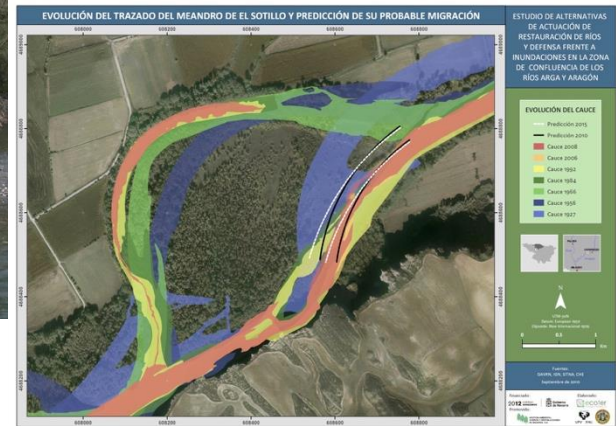
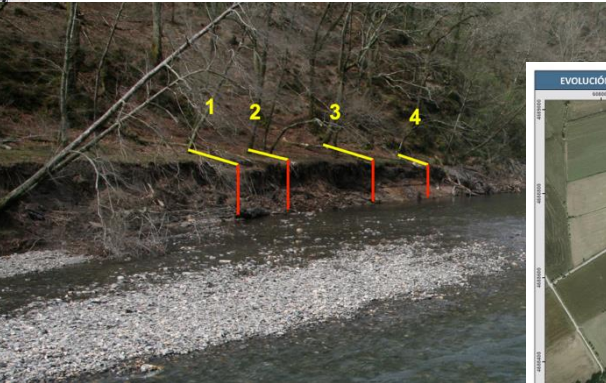
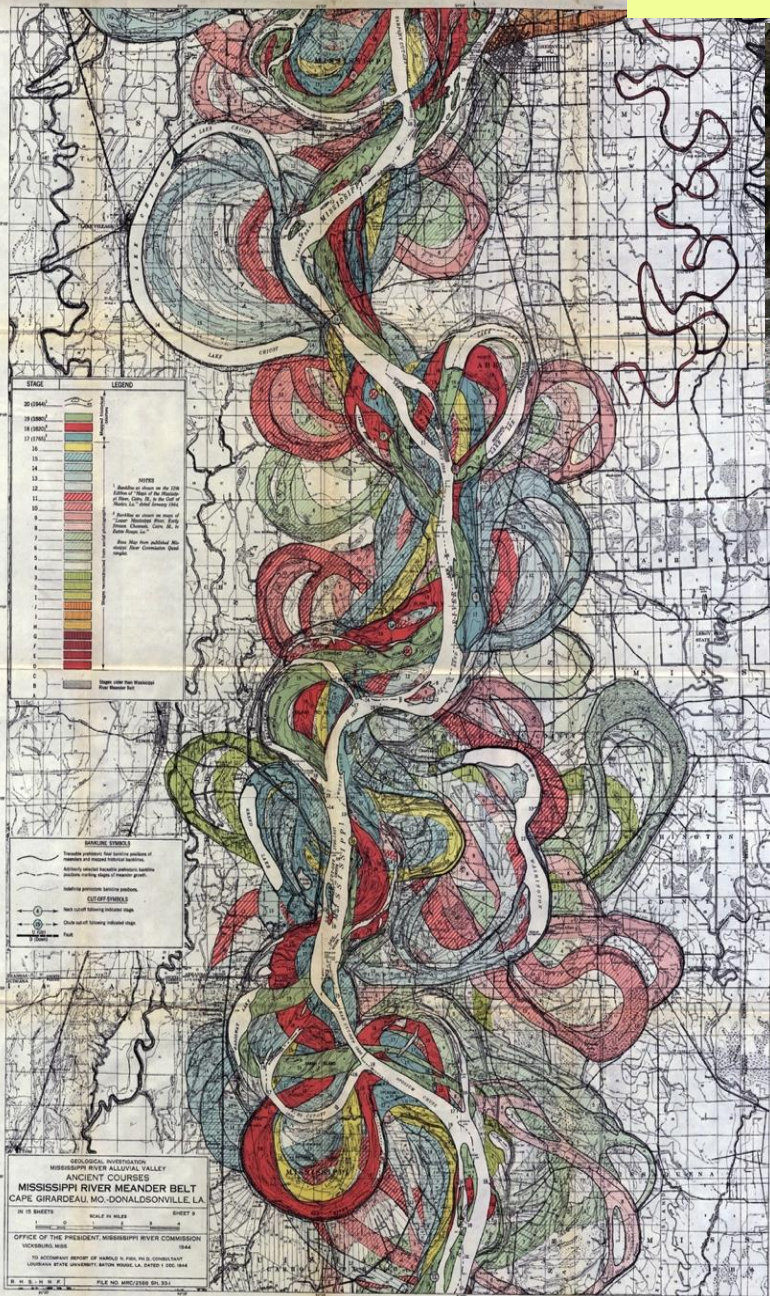
∞

(Stream SLOPE) x (Stream DISCHARGE)

Lane (1955)

dinámica fluvial

La dinámica fluvial genera geodiversidad y biodiversidad, pero necesita conectividad **longitudinal, transversal y vertical**.





CAMBIO CLIMÁTICO

- + temperatura
- + irregularidad extremos

CAPITALISMO → **CONSUMO** de agua, sedimentos y territorio + **URBANIZACIÓN** + **CONTAMINACIÓN** → **DETERIORO**

CAMBIO GLOBAL EN LAS CUENCAS

- caudal
- + vegetación
- sedimento en mov.

EMBALSES Y MALAS PRÁCTICAS LOCALES (canalizaciones, dragados, limpiezas)

- crecidas pequeñas
- + vegetación en cauces
- + invasoras
- sedimento en mov.

- crecidas pequeñas
- + crecidas grandes
- + estiajes

- + vegetación en cauces
- + invasoras
- sedimento en mov.

ESTRECHAMIENTO
SIMPLIFICACIÓN
INCISIÓN

TRENZADOS

DIVAGANTES

SIMPLES SINUOSOS

EMERGENCIA FLUVIAL



Ezcaray



Castroviejo



Lagunilla del Jubera



Nájera



Cidacos en Calahorra



**Plantaciones en cauces
incomprensibles**

Jubera

Linares en Rincón de Olivedo



emergencia fluvial va asociada al aumento del riesgo

Gestión del Riesgo de Inundación en la Cuenca del Ebro

EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO

Ciclo de Gestión en Tres Fases

1. EVALUACIÓN PRELIMINAR DE RIESGOS

Evaluación preliminar de riesgos y definición del programa de medidas.



2. ELABORACIÓN DE MAPAS DE PELIGROSIDAD



Elaboración de mapas de peligrosidad.



3. DEFINICIÓN DEL PROGRAMA DE MEDIDAS

46 ÁREAS DE RIESGO SIGNIFICATIVO (ARPSI)

Se han identificado 1.764 km de cauces con alta prioridad de actuación en la cuenca.



INVERSIÓN SOSTENIBLE 2028-2033

351 MILLONES DE EUROS

Se prevé una inversión aproximada para fortalecer la resiliencia fluvial.

PILARES DE ACTUACIÓN ESTRATÉGICA



ESTRATEGIA EBRO RESILIENCE

Actuaciones coordinadas en el tramo medio para reducir daños y mejorar hábitats fluviales.



CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN HIDROLÓGICA

Recuperación de la hidromorfología de los ríos y repoblaciones forestales para frenar avenidas.



SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

Priorización de infraestructuras verdes y recuperación de llanuras de inundación para laminar las crecidas.



COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS DE GESTIÓN (Horizonte 2028-2033)

ALTERNATIVA 1 (SELECCIONADA)

Gestión sostenible y aplicación del PGRI



700,00 M€

ALTERNATIVA 2

Intensificación de esfuerzos y nuevas medidas

CONTEXTO ACTUAL DE LA RESTAURACIÓN FLUVIAL

¿Por qué necesitamos restauración fluvial?

- Por el enorme deterioro del funcionamiento fluvial durante el Antropoceno (desde 1950), causado por presas, canalizaciones, dragados y ocupaciones y marcado por el estrechamiento, la simplificación y la incisión de los cauces y la destrucción de las conectividades.
- Para que los ríos nos vuelvan a dar salud y resiliencia ante el cambio climático
- Como herramienta de un nuevo sistema de gestión del riesgo en crecidas e inundaciones.

¿Cómo hacer restauración fluvial?

Es fundamentalmente hidromorfológica, eliminando impactos, reconstruyendo la estructura fluvial y dejando trabajar al río. Hacen falta caudal, sedimentos, crecidas, espacio y tiempo.



Reglamento de Restauración de la Naturaleza (2024)

European Centre for River Restoration (ECRR)



Plan Nacional de Restauración de la Naturaleza (2026)

Centro Ibérico de Restauración Fluvial



Next Generation EU



Financiación: Fondos Next Generation, Proyectos LIFE+, Dam Removal Europe...



ESTRATEGIA NACIONAL DE RESTAURACIÓN DE RÍOS



Programa de Voluntariado en ríos

Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas

LOS 10 OBJETIVOS DE RESTAURAR, ¿QUÉ RÍO QUEREMOS?

NATURAL	sano, libre de presiones e impactos
FUNCIONAL	crecidas construyen y equilibran, inundaciones amortiguan
CONECTADO	conectividad longitudinal, lateral y vertical, zona crítica ECZ
COMPLEJO	múltiples interacciones y hábitats
HETEROGÉNEO	heterogeneidad geomórfica, diversidad, mosaico
ANCHO	todo el espacio fluvial
DINÁMICO	en el espacio y en el tiempo
RESILIENTE	capacidad de absorción y de reequilibrio
RESPETADO	valorado, apreciado más que accesible
PRESERVADO	figura de protección efectiva, personalidad jurídica

¿Y QUÉ INGREDIENTES NECESITAMOS PARA RESTAURAR?

AGUA Y SEDIMENTO	materia que conforma el río
CRECIDAS	energía imprescindible para el trabajo restaurador
ESPACIO	libertad para el trabajo fluvial
TIEMPO	hacer el trabajo, conseguir resiliencia, seguimiento
UN BUEN SISTEMA SOCIOECOLÓGICO:	una sociedad formada, sensible, consciente, compleja, diversa, dinámica, adaptada, integrada en el ecosistema

REGLAMENTO (UE) 2024/1991 DE RESTAURACIÓN DE LA NATURALEZA

Considerando 50 y 72: **Restauración de al menos 25 000 km de ríos de flujo libre (entre 2020 y 2030) eliminando barreras.**

Definición 22: «río de flujo libre»: el río o tramo de río cuya **conectividad longitudinal, lateral y vertical** no se ve obstaculizada por estructuras artificiales.

Artículo 9. Restauración de la conectividad natural de los ríos y de las funciones naturales de las llanuras aluviales correspondientes:

- inventario y eliminación de barreras
- medidas necesarias para mejorar las funciones naturales de las llanuras aluviales
- garantizar que se mantenga la conectividad natural de los ríos y las funciones naturales de las llanuras aluviales restauradas

Todo ello se incluirá en el **Plan Nacional de Restauración** (art. 15, 3, i)

ANEXO VII: LISTA DE EJEMPLOS DE MEDIDAS DE RESTAURACIÓN CONTEMPLADAS EN EL ARTÍCULO 14, APARTADO 16

- 2) Mejorar las **condiciones hidrológicas** aumentando la cantidad, la calidad y la dinámica
- 5) Restablecer los **meandros** de los ríos y reconectar los meandros cortados artificialmente
- 6) Eliminar las **barreras longitudinales y laterales**, como diques y presas; **dar más espacio a la dinámica** y restaurar tramos fluviales de flujo libre.
- 7) Volver a **naturalizar los lechos** de los ríos.
- 8) Restaurar los procesos de **sedimentación natural**.
- 9) Establecer **protecciones ribereñas**, como bosques, franjas de protección, prados.
- 24) Eliminar y controlar las **especies exóticas invasoras**



RESTAURACIÓN FLUVIAL



- Derribo de obstáculos: presas, azudes, vados, defensas...
- Devolución de espacio al río
- Aporte de sedimentos
- Reconexiones cauces-paleocauces-riberas-acuífero
- Mejoras en la vegetación y eliminación de exóticas/invasoras
- Desurbanización y permeabilización en áreas inundables



Sin embargo, siguen predominando las actuaciones convencionales de estabilización, revegetación, ajardinamiento y maquillaje, que no son restauración.

Derribo barrio
Canterería
Ontinyent
(València) tras la
DANA 2019

junio 2021



junio 2023



junio 2023



septiembre 2025



DEVOLVER ESPACIO AL RÍO



**capacidad de
ABSORCIÓN**
de entradas y cambios en
materia y energía en el río

RÍO COMPLEJO CON ESPACIO

**capacidad de
ADAPTACIÓN**
flexibilidad de los sistemas
socioecológicos: reducir
daños y aprovechar
oportunidades

**SERES VIVOS, PERSONAS
CULTURA DEL RIESGO**

**capacidad de
TRANSFORMACIÓN**
cambio para crear un
nuevo sistema

**CIENCIA, GESTIÓN,
RESTAURACIÓN**



Las conectividades, y en especial la conectividad lateral, son fundamentales para la salud del río (funciones, complejidad, diversidad, resiliencia) y por tanto de su territorio y de sus habitantes.

Las motas no protegen, desconectan

Es un sistema ineficaz y obsoleto, que impide beneficios, genera graves daños y no evita la inundación, sino que la prolonga en el tiempo.



Science of the Total Environment 837 (2022) 155773



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

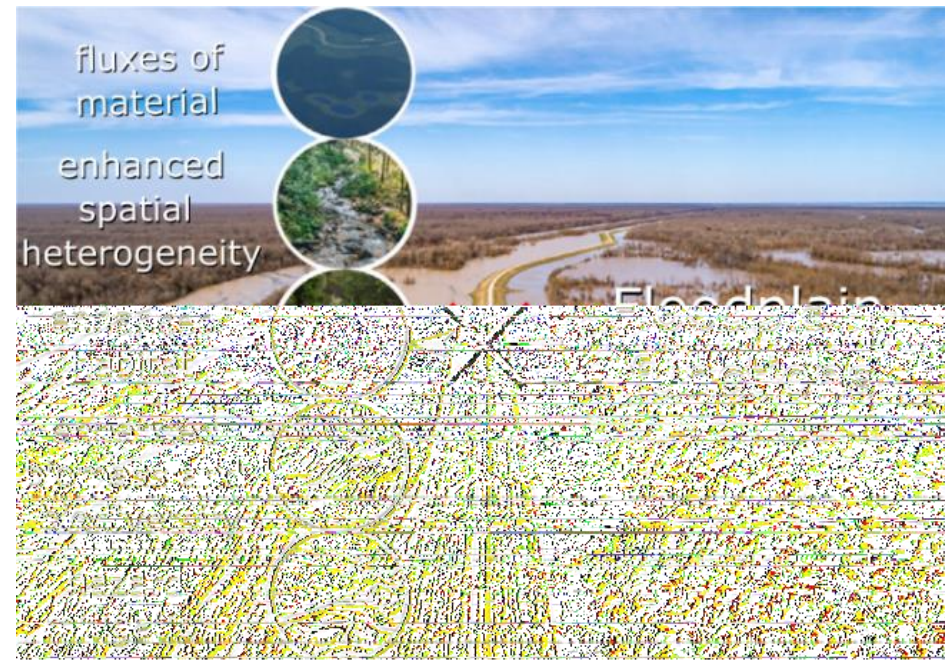
Review

Levees don't protect, they disconnect: A critical review of how artificial levees impact floodplain functions

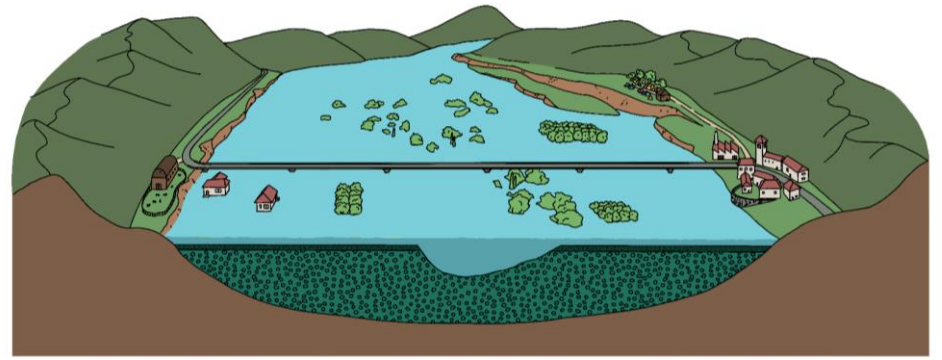
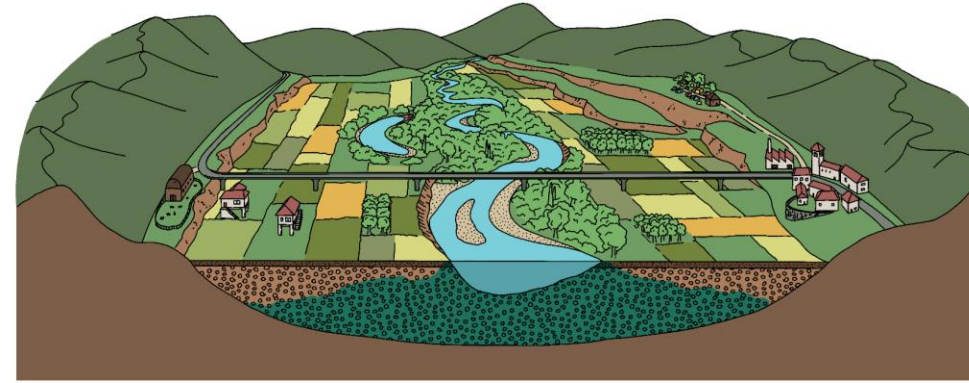
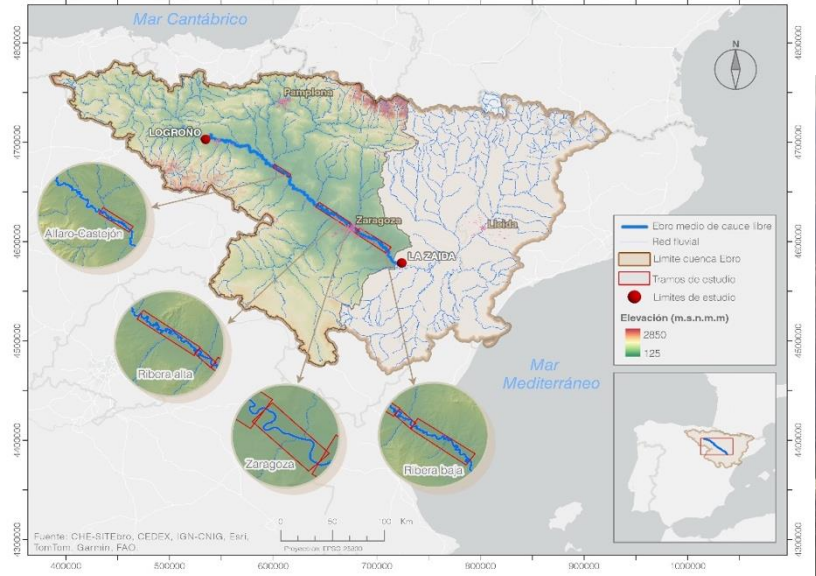
Richard L. Knox ^{a,*}, Ellen E. Wohl ^a, Ryan R. Morrison ^b

^a Department of Geosciences, Colorado State University, Fort Collins, CO, USA

^b Department of Civil and Environmental Engineering, Colorado State University, Fort Collins, CO, USA

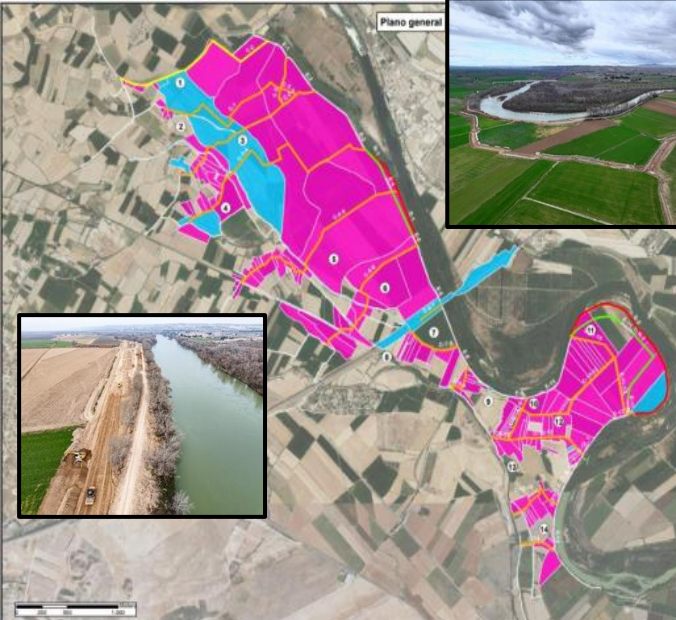


Curso medio del río Ebro





Eliminación y retranqueo de defensas, cauces de alivio, recuperación de brazos del cauce, revegetación... (Alfaro – Castejón)



EBRO RESILIENCE P1

PARTICIPANTES

- Ayuntamiento de Fuentes de Ebro
- Ayuntamiento de Osera de Ebro
- Diputación General de Aragón
- Comunidad de Regantes Huerta de Ebro
- Sindicato de Riego de Quinto
- Particulares
- Explotación Agroalimentaria Aragonesa, S.L.
- ADIF

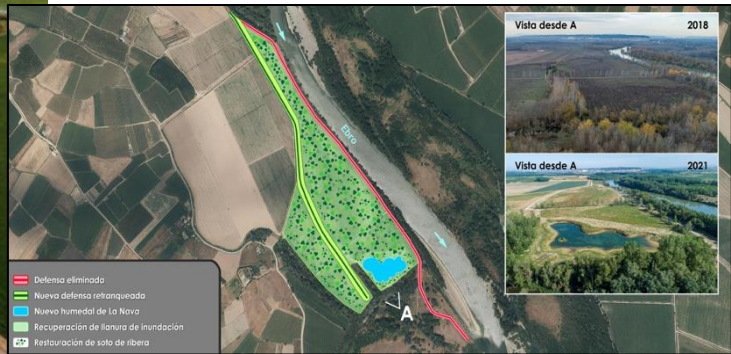
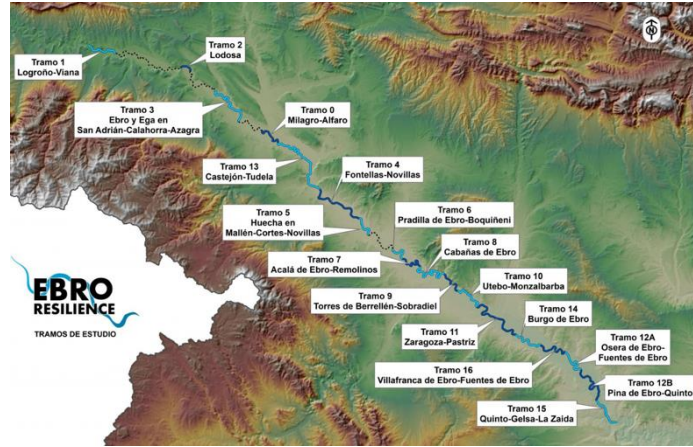
Leyenda

Tipo de actuación

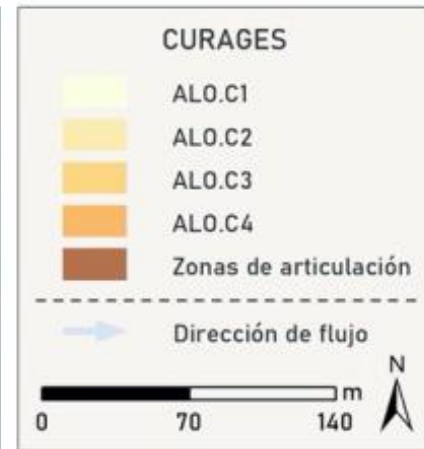
- Zonas de amortiguación de flujos laterales
- Caudales de alivio
- Caudales de reserva
- Caudales de riego
- Caudales de riego
- Polígono
- Parcela



Zonas de amortiguación de flujos laterales (Fuentes – Osera)



LOCALIZACIÓN "CURAGES" EN ALFOCEA



Fuente:
Instituto Geográfico Nacional y
Confederación Hidrográfica del Ebro.
Sistema de referencia:
ETRS-1989 UTM zona 30N.

Realizado por:
Grupo de investigación: 2021-GM-131.

Efetividad del cauce de alivio de Alcalá de Ebro. Pequeña crecida de febrero de 2024



Foto dron: Álvaro Melián

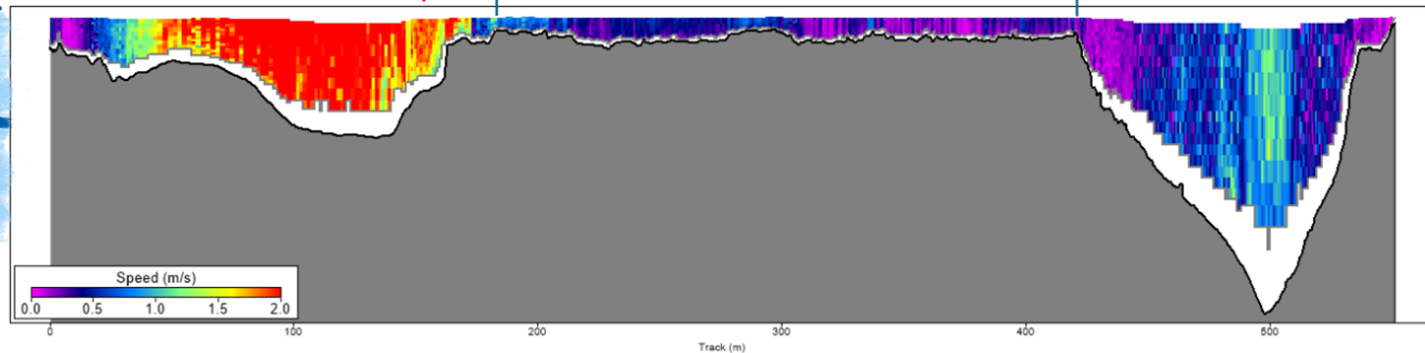
 ebroNAUTAS

Q cauce de alivio = 811 m³/s (64%)

Q soto inundado = 24 m³/s (2%)

Q cauce principal = 427 m³/s (34%)

SEDEXCHARE project
Observatorio del río Ebro



Río Huerva en Zaragoza



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU

Restitución paisajística [hidromorfológica] y acciones de participación en el entorno del río Huerva

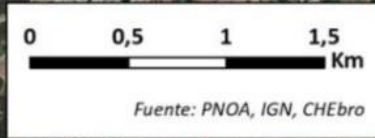
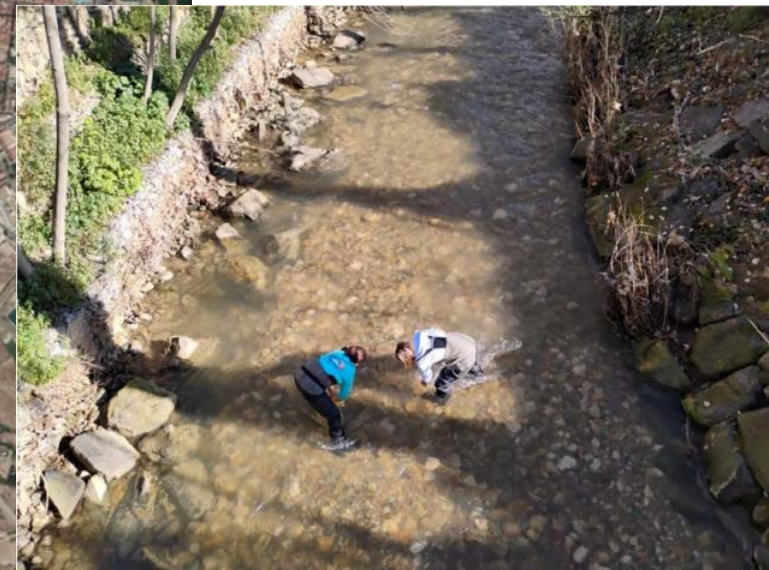
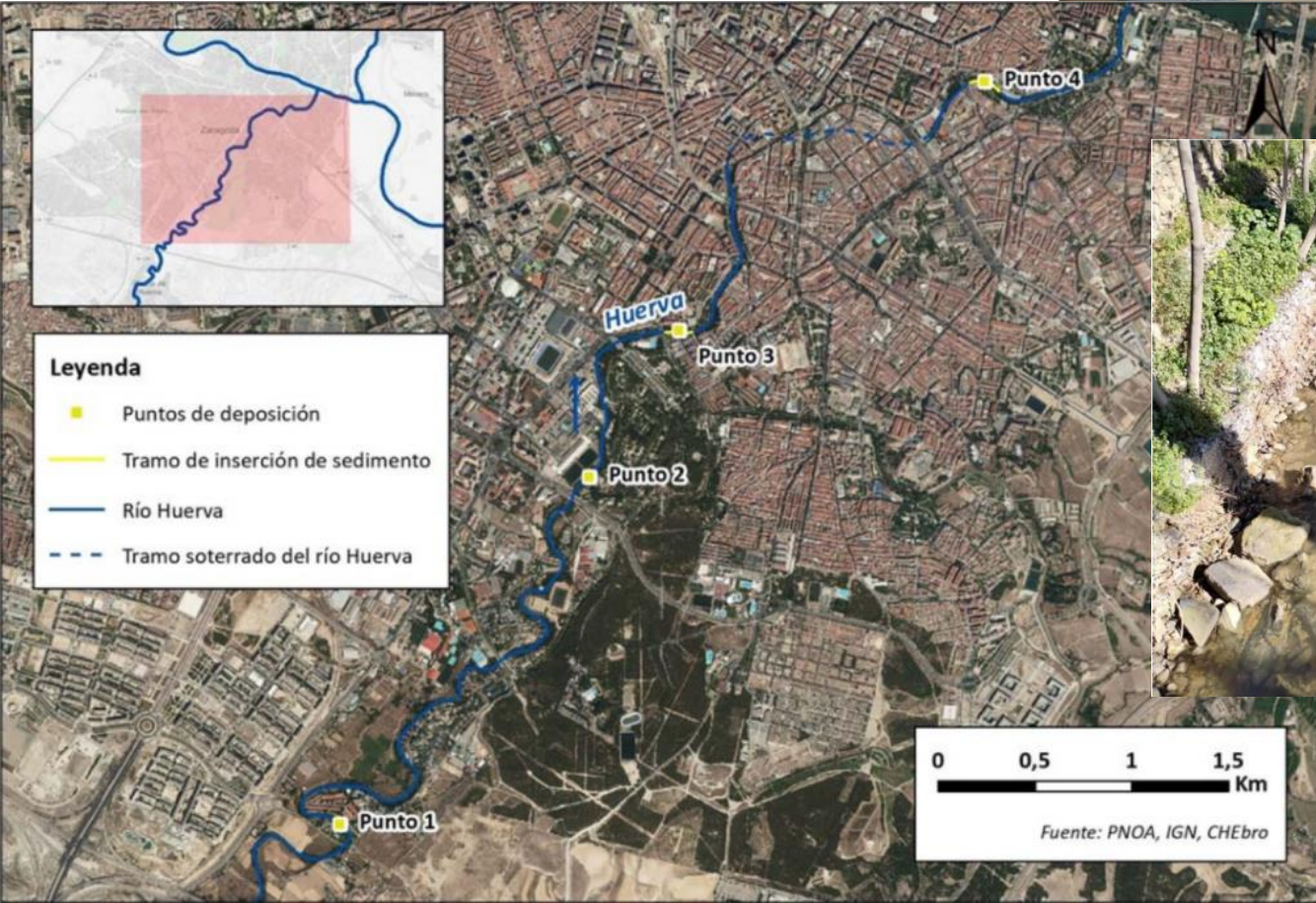


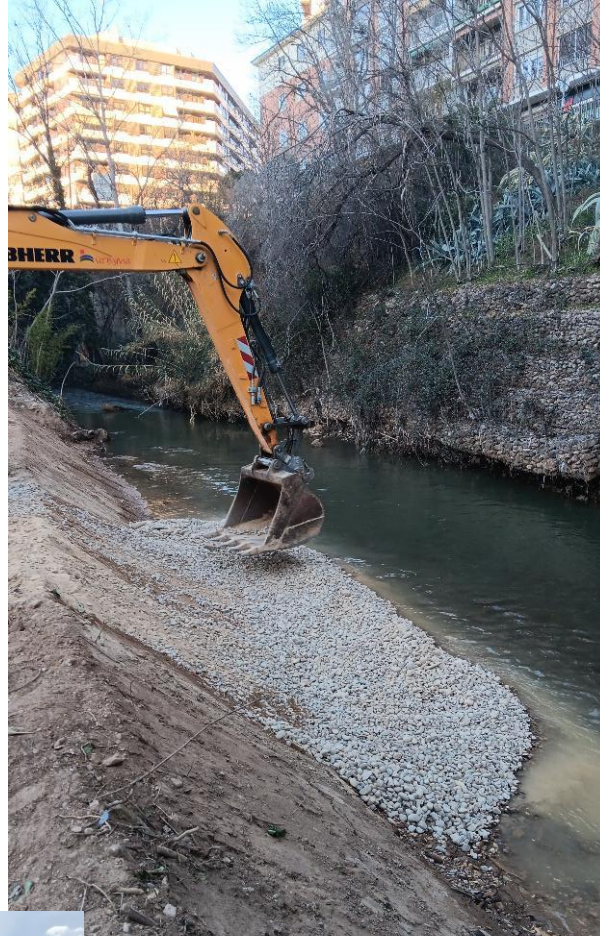
Aporte de sedimentos



Leyenda

- Puntos de deposición
- ▬ Tramo de inserción de sedimento
- ▬ Río Huerva
- - - Tramo soterrado del río Huerva





Pasarelas
Bioingeniería
Escolleras
Eliminación de exóticas
No hay espacio para
ganar

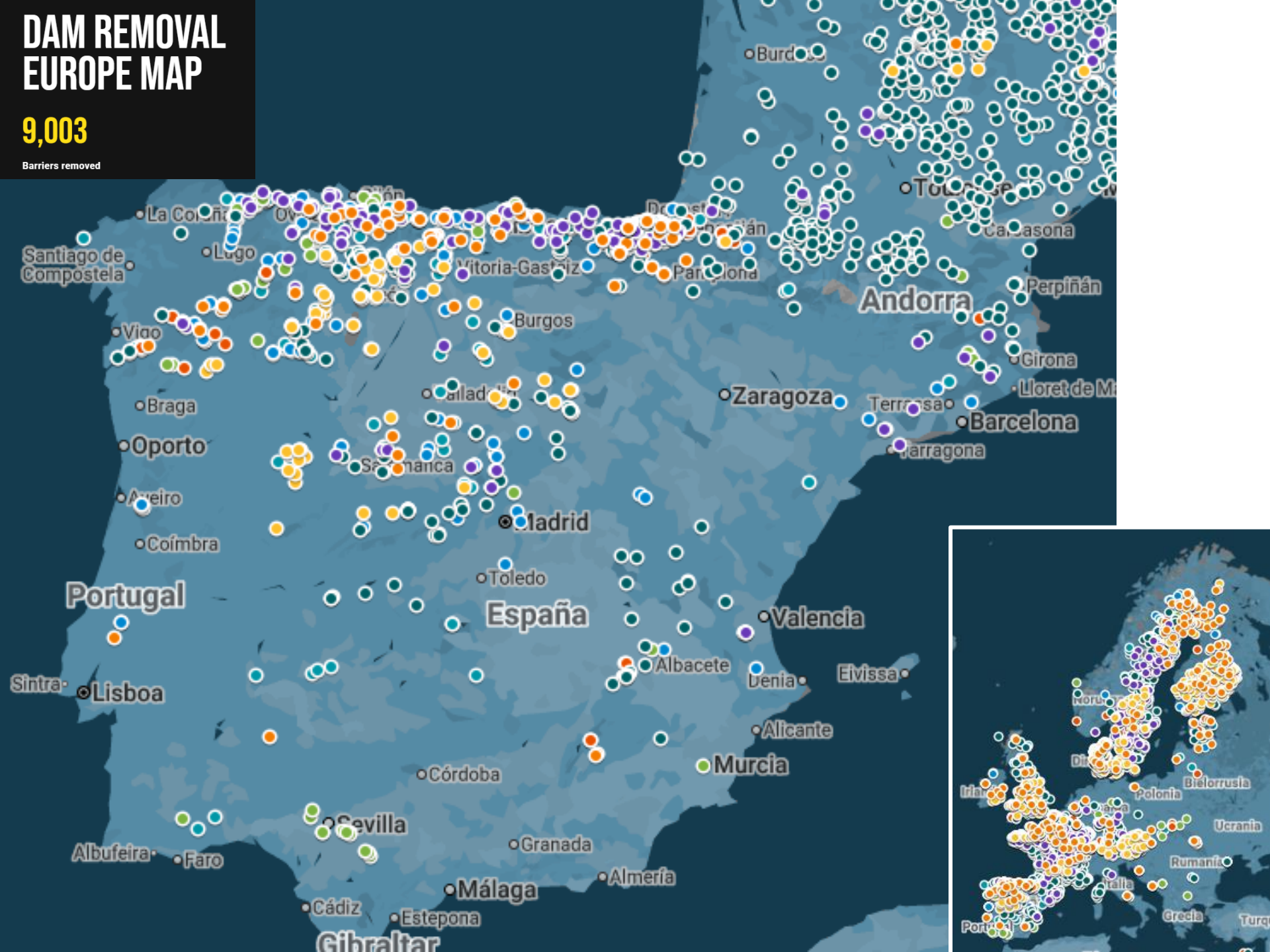
Paso para peces, río Najerilla (Torremontalbo)



DAM REMOVAL EUROPE MAP

9,003

Barriers removed



RETIRADA DEL AZUD DEL MOLINO DE ARQUIJAS

Y mejora del hábitat fluvial en la cabecera del río Ega.

El entorno

El Molino de Arquijas (o de Zúñiga) se encuentra en la parte alta de la cuenca del río Ega, afluente del Ebro a su paso por la Comarca del Foru de Navarra. Está ubicado en un entorno de gran relevancia ecológica declarado Reserva Natural "Marratxo de Larra" y Zona Especial de Conservación (ZEC) Natura 2000 por el Gobierno de Navarra.

Flora y fauna

Encontramos bosques en galería presididos por alisos y fraxinos, acompañados de sauces, álamos y chopos negros, junto a una interesante vegetación localista. Además de la vegetación de ribera, podemos encontrar el característico bosque de ladera contiguo: el carrizal supramediterráneo. La fauna se caracteriza por la garduña, el gato montés y la ginetta en el bosque, y en el sistema fluvial, por la nutria. Entre las especies de peces nativos que destacan se encuentran la madrilla y la bembrejuela.

La eliminación del azud permitirá que el río vuelva a fluir con naturalidad y recupere los procesos geodinámicos propios de un río de cabecera.

¿PORQUÉ ES NECESARIO RETIRAR EL AZUD?

El azud de Arquijas se encuentra en evidente estado de abandono y supone un obstáculo para el flujo natural del río Ega en una zona de gran relevancia ecológica. Con la retirada del azud, se conseguirá:

Permitir el flujo libre de sedimentos

Los ríos transportan y acumulan sedimentos que son clave para la regeneración natural de nuestras playas. La retirada del azud permitirá que el río recupere sus procesos geodinámicos naturales.

Recuperar el paso de peces que habitan el río

El azud actúa como una barrera física que impide la libre circulación de la fauna acuática en el río Ega. Esto provoca alteraciones en las poblaciones de peces, y más aun en aquellas especies nativas que necesitan migrar para desarrollarse.

Beneficios para la población

La retirada del azud favorecerá un entorno mejor conservado y más saludable para los visitantes. Además, se evitarán los posibles daños que podría ocasionar una rotura del azud por su estado deteriorado.

FASES DE LA OBRA

La obra tendrá una duración de tres meses aproximadamente y consistirá en la retirada del azud y en la mejora del hábitat del río y su entorno, a través de las siguientes fases:

Fase I. Trabajos previos



Se abrirá un camino de acceso al azud y, para ello, se realizarán algunos desbroces. Se retirará una tubería de fibrocemento detectada en la zona del azud y se instalarán redes alrededor de la infraestructura para evitar que los restos de su demolición caigan al río.

Fase II. Demolicion del azud



Se demolerá la barrera que está conformada por una estructura interna de bloques de piedra y revestida por una capa de hormigón. El 60% de los residuos que se generen serán gestionados en el lugar y servirán para estabilizar el edificio del molino, mientras que, el 40% del material resultante será llevado a vertedero.

Fase III. Revegetación y mejora del hábitat



Se construirán entramados vegetales con el material vegetal retirado en la Fase I. Los entramados servirán para estabilizar el edificio del molino y construir un talud a modo de muro de contención. Además, se construirá un refugio para el visón europeo y la nutria que son habitantes protegidos del lugar.

Se construirá un punto de biodiversidad como refugio para el visón y la nutria.



Derribo de azud en
el río Siurana
(Bellmunt del
Priorat, Tarragona)
2025



DEMOLICIÓN DEL AZUD DE LA PISCIFACTORÍA DE TORRECILLA DE CAMEROS (LA RIOJA)





Azud de La Retorna, río Najerilla

Perspectivas y retos

- **El cambio global y la crisis climática**, con estiajes cada vez más frecuentes y prolongados y crecidas súbitas. Respeto por los cauces naturales y recuperar su espacio y dimensiones.
- **La educación fluvial** para una percepción humana adecuada, luchando contra el negacionismo y la codicia, tanto en ámbitos rurales como urbanos. Sensibilización sobre los procesos naturales y sobre el valor de los ríos y de las crecidas y su repercusión positiva en la salud humana.
- **La gestión del riesgo** integrada con la gestión medioambiental y con la ordenación del territorio: reducir exposición y la vulnerabilidad, devolver espacio a los ríos, aumentar la naturalidad y funcionalidad de las zonas inundables.
- **La conservación eficaz de los procesos (crecidas) y de los cauces**, es decir, del funcionamiento hidromorfológico natural, para garantizar las funciones fluviales y toda la salud ambiental que aportan.
- **La restauración hidromorfológica fluvial** como gran línea de trabajo para solventar los problemas y cumplir los retos anteriores.



muchas gracias

aollero@unizar.es