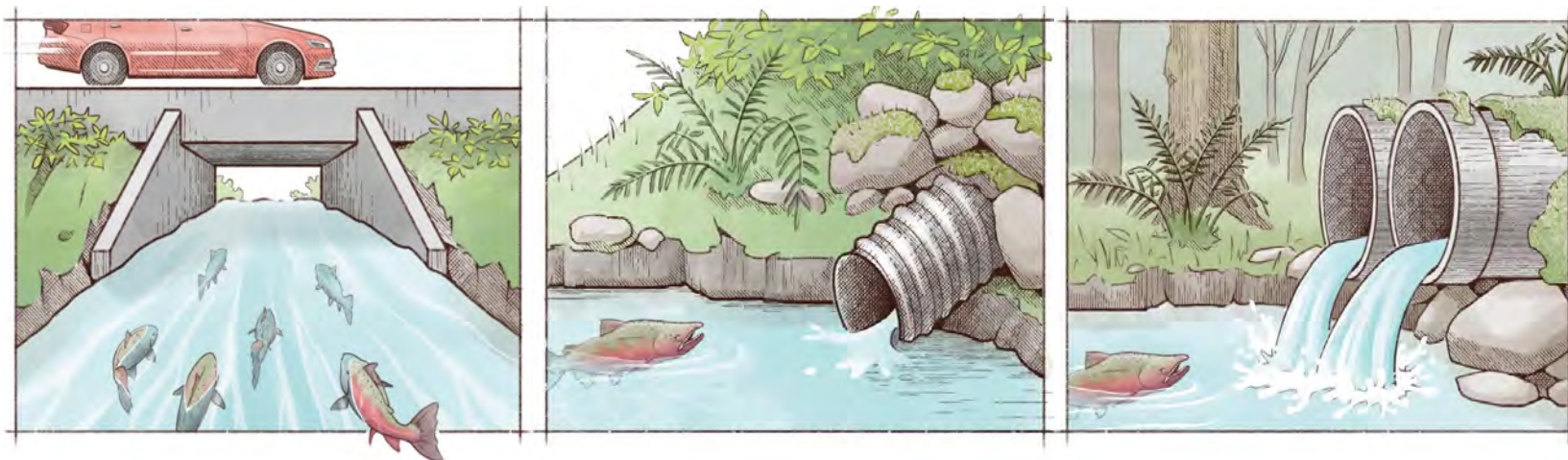


Jornada sobre ODTs

Valladolid, 22 de octubre 2025

Consideraciones ambientales de las obras de drenaje transversal. Problemas y soluciones en el ámbito ibérico.



F.J. Sanz-Ronda; F.J. Bravo-Córdoba; J.F. Fuentes-Pérez; A. García-Vega; & A. Martínez de Azagra

0. Presentación

Profesores e investigadores de la ETSIIAA-Palencia



GEA

[Inicio](#) [Equipo](#) [Áreas de trabajo](#) [Investigación](#) [Tecnología](#) [Contacto](#)



Fco. Javier Sanz-Ronda

Director del grupo, profesor en la UVa, experto en pasos para peces y ecohidráulica en sentido amplio.

[Perfil del Investigador »](#)



Andrés Martínez de Azagra

Co-director del grupo, catedrático en la UVa, experto en hidráulica y modelización matemática.

[Perfil del Investigador »](#)



Juan Fco. Fuentes-Pérez

Investigador post-doctoral de la UVa, experto en hidráulica, sensorización y desarrollo tecnológico.

[Perfil del Investigador »](#)



Fco. Javier Bravo-Córdoba

Investigador post-doctoral de Itagra.ct, experto en evaluación biológica de pasos para peces y telemetría.

[Perfil del Investigador »](#)



Ana García-Vega

Investigadora post-doctoral de Itagra.ct, experta en pasos para peces, grandes bases de datos y machine learning.

[Perfil del Investigador »](#)



Jornada sobre ODT Valladolid, 22 de octubre 2025



1. Objetivos
2. Introducción
3. Obstáculos
4. Condicionantes biológicos
5. Impactos
6. Soluciones ibéricas



1. Objetivos

- ✓ Conocer cómo, cuándo y por qué se mueven los peces
- ✓ Analizar los problemas de las ODT en la migración piscícola
- ✓ Comprender cómo los peces superan las ODT
- ✓ Determinar el impacto ambiental que suponen
- ✓ Mostrar experiencias de conectividad en el ámbito ibérico





Jornada sobre ODT Valladolid, 22 de octubre 2025



1. Objetivos
2. **Introducción**
3. Obstáculos
4. Condicionantes biológicos
5. Impactos
6. Soluciones ibéricas



2. Introducción: Los peces necesitan moverse...

CAUSAS DE LA MIGRACIÓN:

Zonas de reproducción

Alimento

Refugio

Territorios propios

ESTÍMULO:

Fotoperiodo, tª agua, crecidas-caudal, fases lunares, ritmo mareal

Factores hormonales



TIPOS DE MIGRADORES:

ANADROMOS (salmón, esturión, lamprea, ...)

CATADROMOS (anguila)

POTAMODROMOS (trucha, barbos, bogas, ...)

ANFIDROMOS (lubina, pejerrey , ...)



Nuestros peces:

En la Península Ibérica (España y Portugal) tenemos ≈ 100 especies de peces (Doadrio, 2012)

En la cuenca del río Paraná > 600 (Langueani *et al.*, 2007)

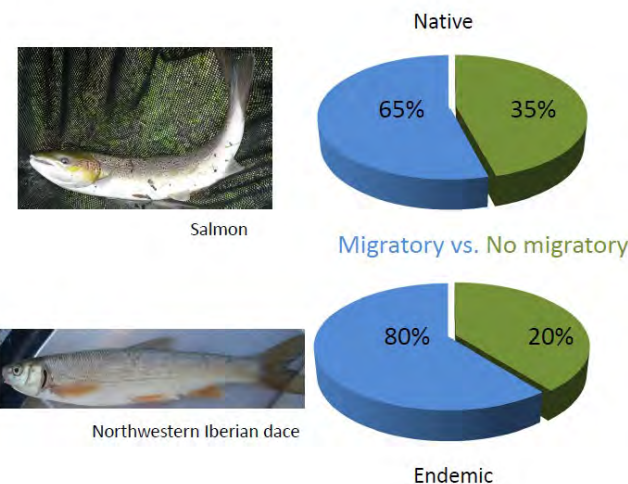


Península Ibérica:

100 especies de peces

70 especies nativas

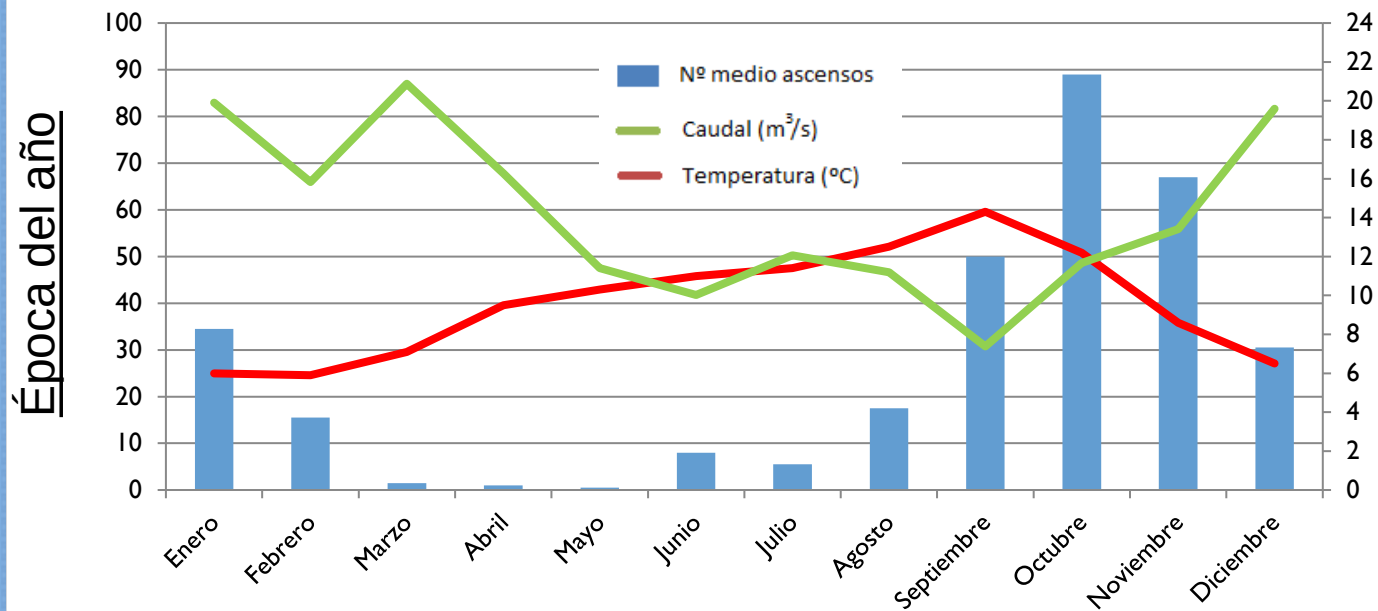
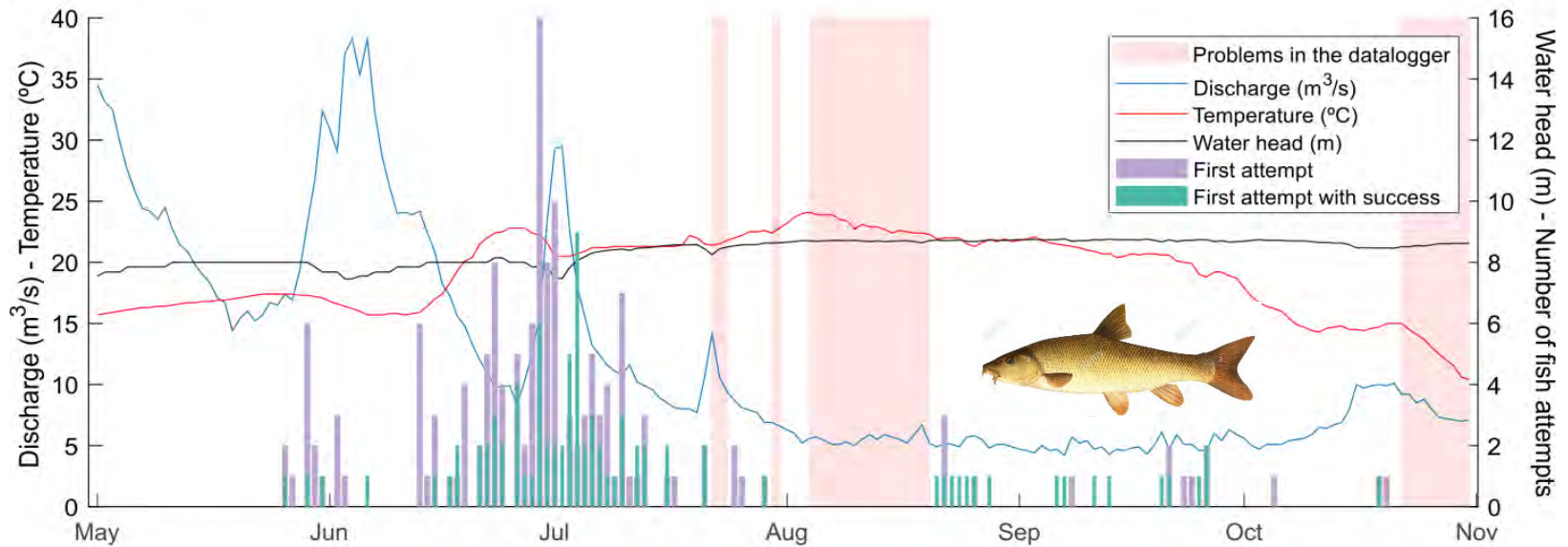
40 endémicas



Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad
Directiva Hábitats 92/43/CEE: Anexo II
IUCN

Época y Momento de la migración: “casi” todo el año

a) 2018 Guma



Potamódromos:
migración
parcial
interanual
(ascenso vs.
descenso)





Jornada sobre ODT Valladolid, 22 de octubre 2025



1. Objetivos
2. Introducción
3. **Problemática**
4. Condicionantes biológicos
5. Impactos
6. Soluciones ibéricas



3. Problemática ODT

Causas más frecuentes de pérdida de conectividad que impiden o limitan la migración de la fauna:

- Descalce / salto excesivo (mejor nulo; $< 0,2$ m)
- Velocidad / turbulencia excesiva
- Calado insuficiente
- Sección insuficiente (obstrucciones / fallo)
- Otros: lecho artificial, falta de luz , rejas desbaste ...



(a) 1979



(b) 1998

*High-velocity discharge from undersized culverts causes downstream scour. (a) Culvert was placed at grade in 1979. (b) By 1998, undersized culvert had caused over 1 foot of downstream scour. Source: USDA (2008). **Stream Simulation Handbook.***

3. Problemática ODT

Causas más frecuentes de pérdida de conectividad que impiden o limitan la migración de la fauna :

- Descalce / salto excesivo (mejor nulo; $< 0,2$ m)
- Velocidad / turbulencia excesiva ($> 1-1,5$ m/s para caudales habituales)
- Calado insuficiente
- Sección insuficiente (obstrucciones / fallo)
- Otros: lecho artificial, falta de luz , rejas desbaste ...



3. Problemática ODT

Causas más frecuentes de pérdida de conectividad que impiden o limitan la migración de la fauna:

- Descalce / salto excesivo (mejor nulo; $< 0,2$ m)
- Velocidad / turbulencia excesiva (< 1 m/s para caudales habituales)
- Calado insuficiente ($> 0,2$ m para caudales habituales)
- Sección insuficiente (obstrucciones / fallo)
- Otros: lecho artificial, falta de luz , rejas desbaste ...



3. Problemática ODT

Causas más frecuentes de pérdida de conectividad que impiden o limitan la migración de la fauna:

- Descalce / salto excesivo (mejor nulo; $< 0,2$ m)
- Velocidad / turbulencia excesiva (< 1 m/s para caudales habituales)
- Calado insuficiente ($> 0,2$ m para caudales habituales)
- Sección insuficiente (obstrucciones / fallo)
- Otros: lecho artificial, falta de luz , rejas desbaste ...



3. Problemática (J) ODT

Causas más frecuentes de pérdida de conectividad que impiden o limitan la migración de la fauna:

- Descalce / salto excesivo (mejor nulo; $< 0,2$ m)
- Velocidad / turbulencia excesiva (< 1 m/s para caudales habituales)
- Calado insuficiente ($> 0,2$ m para caudales habituales)
- Sección insuficiente (obstrucciones / fallo)
- Otros: lecho artificial, **falta de luz**, rejas desbaste...





Jornada sobre ODT Valladolid, 22 de octubre 2025



1. Objetivos
2. Introducción
3. Problemática
4. **Condicionantes biológicos**
5. Impactos
6. Soluciones ibéricas



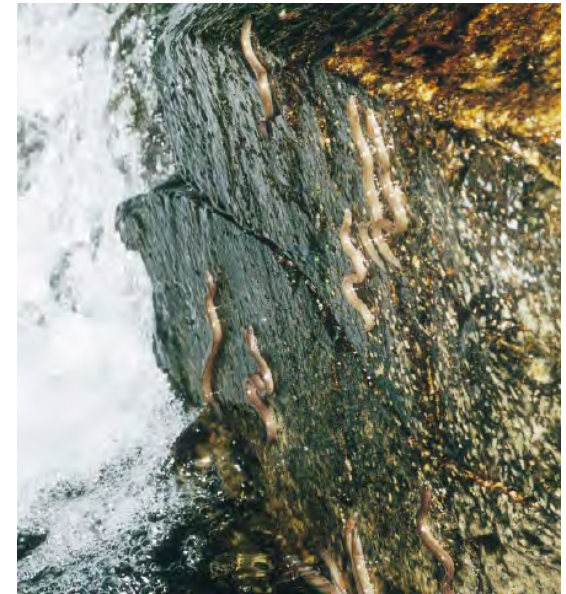
4. CONDICIONANTES BIOLÓGICOS

Capacidad de nado: ¿cómo los peces superan los obstáculos?

a) Forma de natación

REPTANTES: reptan a través de todo tipo de sustratos humedecidos y pueden respirar oxígeno atmosférico (anguilas)

ESCALADORES: escalan ayudándose con su boca suctora (ventosa) y las aletas (lampreas)



SALTADORES

Buena capacidad
natatoria y de salto
(salmónidos)



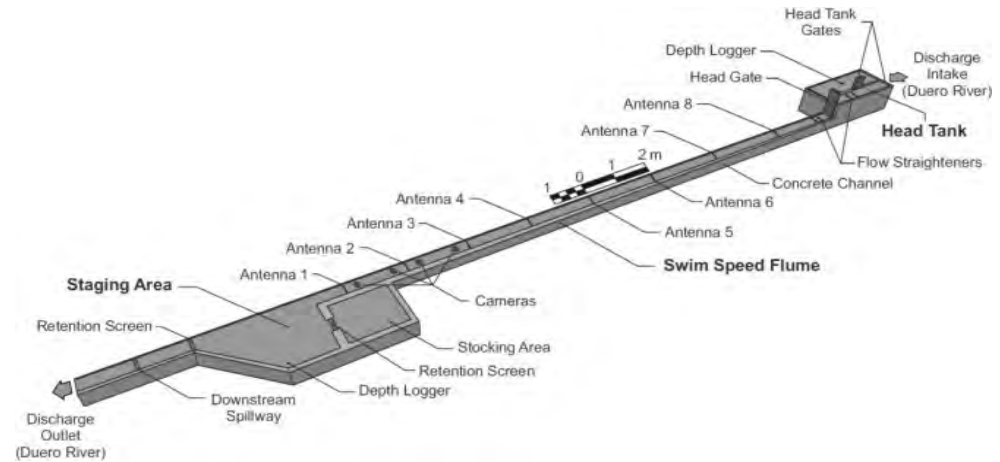
Boga, loina,
cacho,...

NADADORES

Escasa o nula capacidad
de salto. Superan los
obstáculos nadando
(peces de pequeño
tamaño, lucio, esturión, ...)

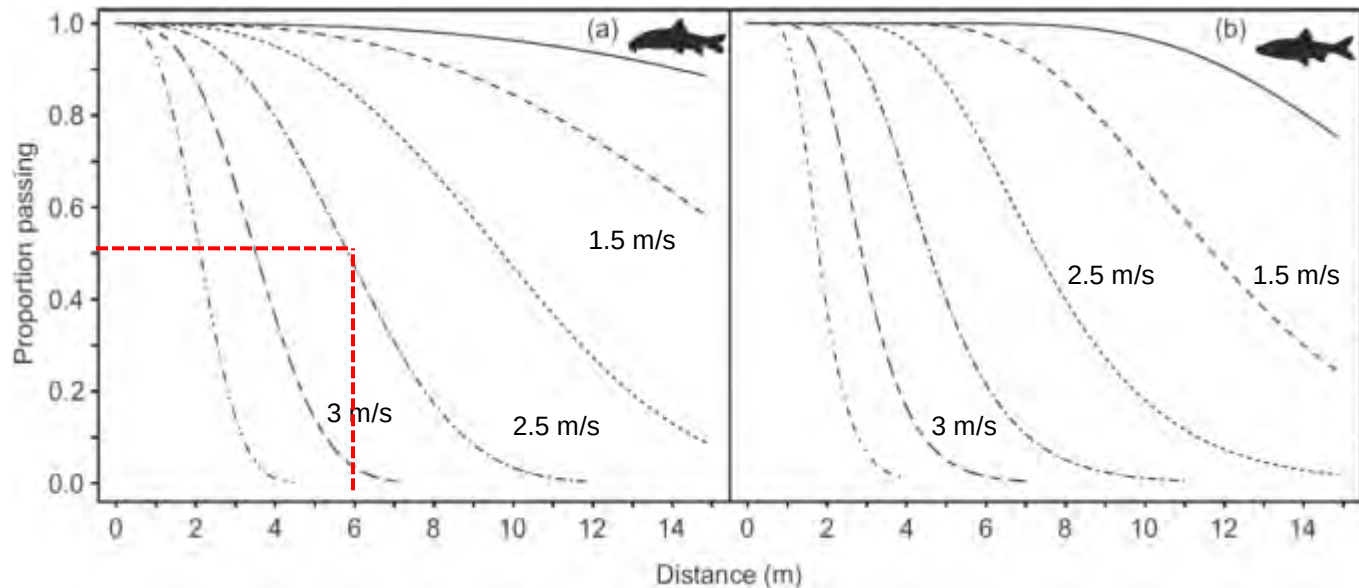


b) Capacidad de nado (distancia-velocidad)



$$(\ln D_{Max}) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon_p$$

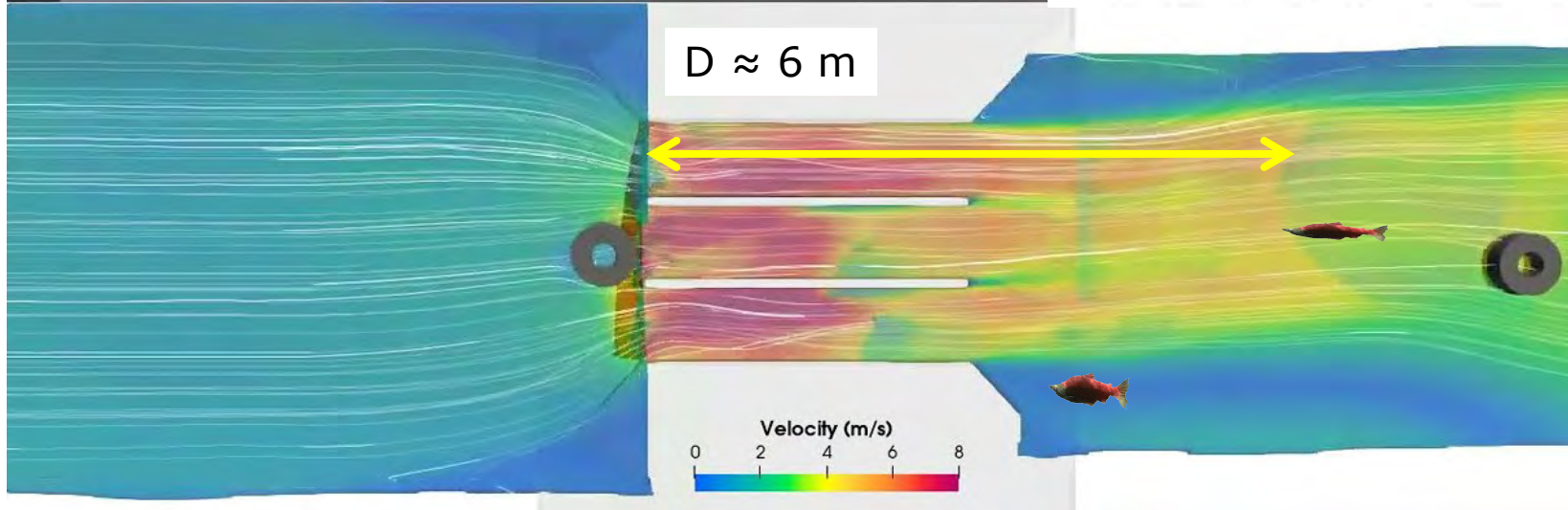
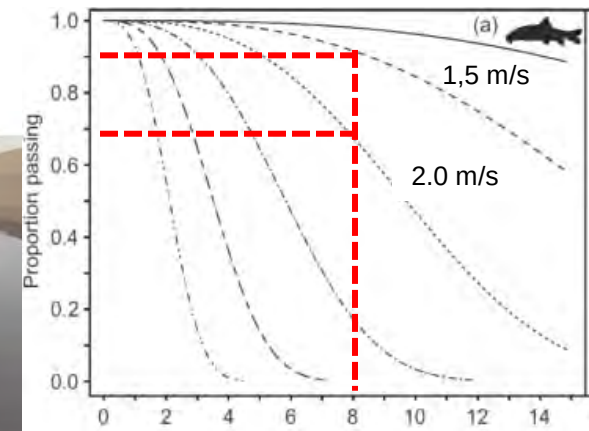
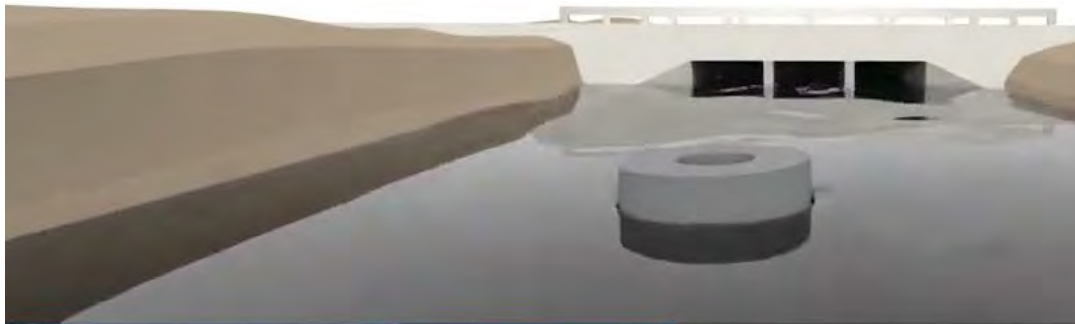
Castro-Santos et al., 2013
 Sanz-Ronda et al., 2015
 Ruiz-Legazpi et al., 2018
 García-Vega et al., 2023



Fork Length: 140-218 mm and water temperature: 18,5 - 21°C

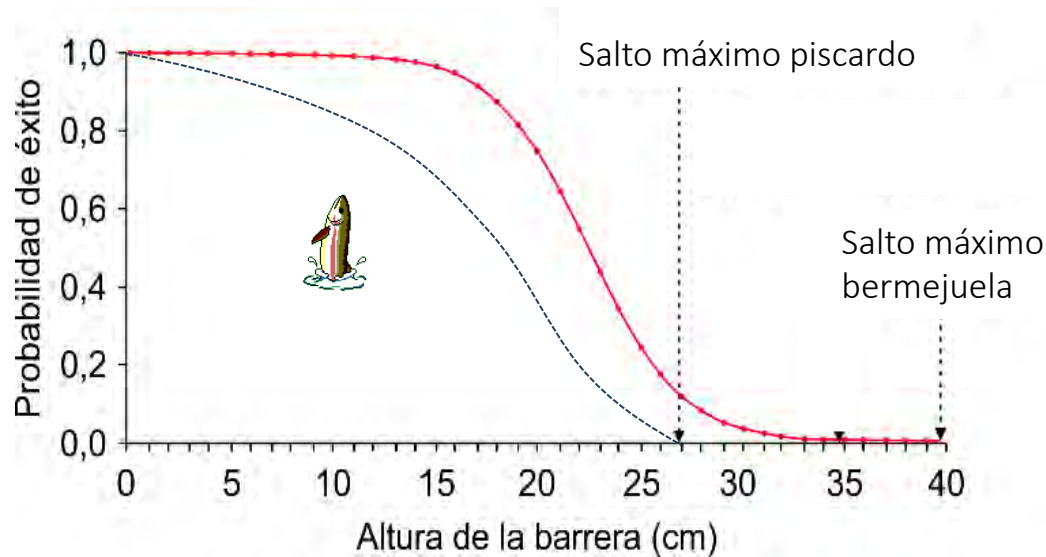
APLICACIONES (Distancia-Velocidad)

° Evaluación de obstáculos hidráulicos



Diseño de soluciones

c) Capacidad de salto

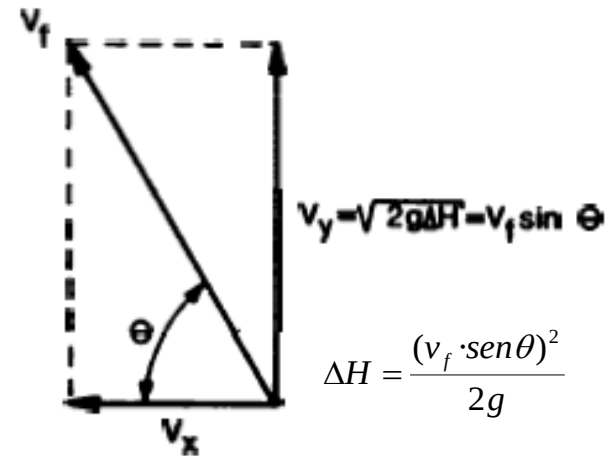


$$(\ln \Delta H) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon_p$$

50 cm es superable por truchas y barbos adultos, si hay profundidad

20 cm para bogas y cachos

?? cm para pequeños ciprínidos



APLICACIONES (ΔH)

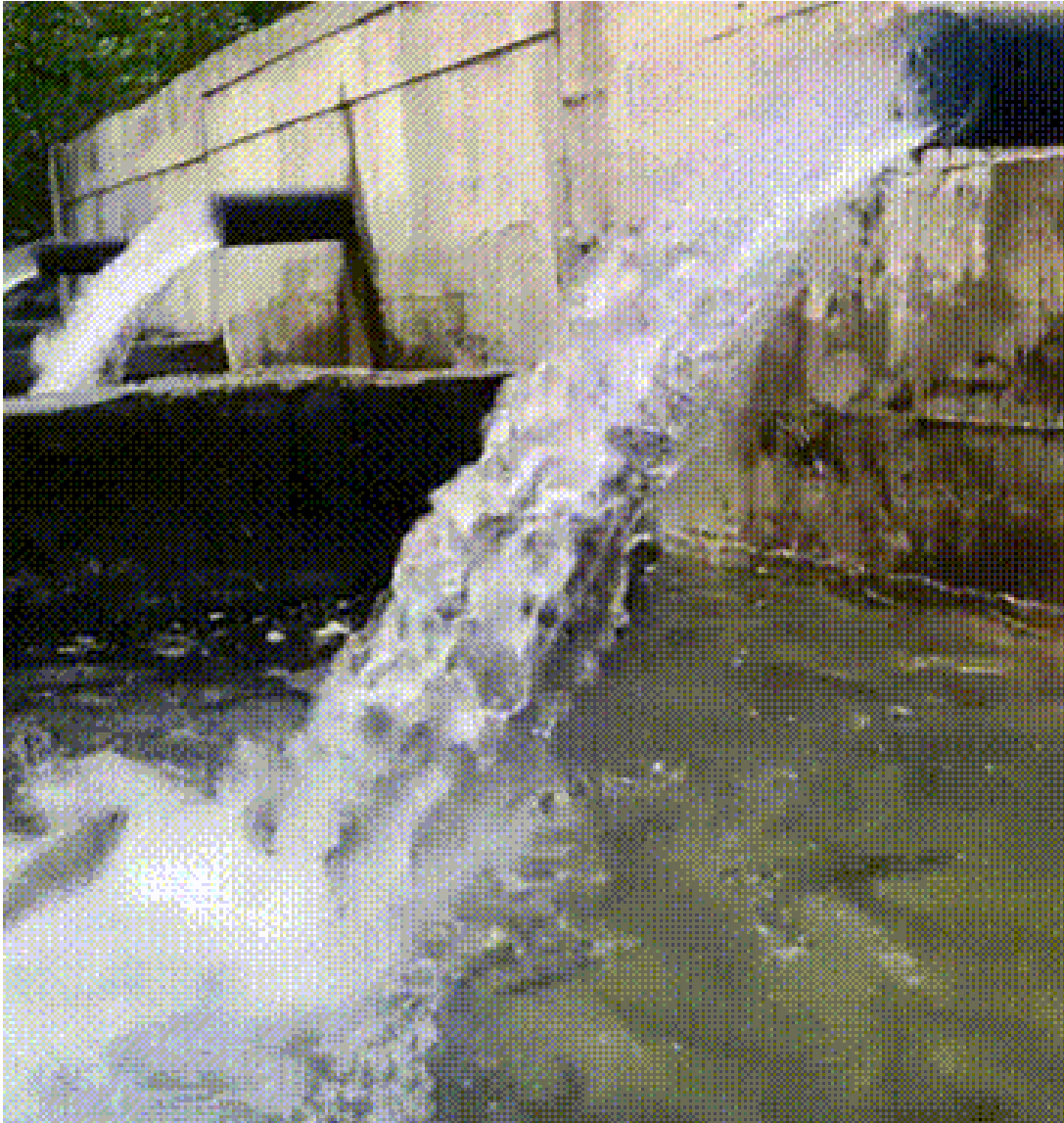


Evaluación de
obstáculos físicos



OJO!!!! No todos los
peces saltan

APLICACIONES (ΔH)



~~Diseño de
soluciones~~

d) Iluminación: f (sp, ambiente: Q, T^a...)

Low light intensities increase avoidance behaviour of diurnal fish species: implications for use of road culverts by fish

John K Keep¹, Jabin R Watson¹, Rebecca L Cramp¹, Matthew J Jones², Matthew A Gordos³,
Patrick J Ward¹, Craig E Franklin¹



Salmón, trucha barbo ibérico > 500 m en oscuridad total
Pequeños ciprínidos >4-7 m 1 m Ø (< 200 lx)
Sábalos y sabogas 0 m



Jornada sobre ODT Valladolid, 22 de octubre 2025



1. Objetivos
2. Introducción
3. Problemática
4. Condicionantes biológicos
5. **Impactos**
6. Soluciones ibéricas



5. Impacto en las poblaciones piscícolas

a) ESTRUCTURA NO FRANQUEABLE:



Migradores anádromos/catádromos:

- Desaparición de la especie o disminución de su abundancia (reproducción en lugares poco adecuados)

Migradores potamódromos/anfídromos:

- Pérdida del hábitat aguas arriba
- Disminución de la diversidad genética
- Desaparición de la especie aguas arriba (crecidas)
- Colapso (metapoblaciones)
- Cambios en el comportamiento migratorio (↑residentes)

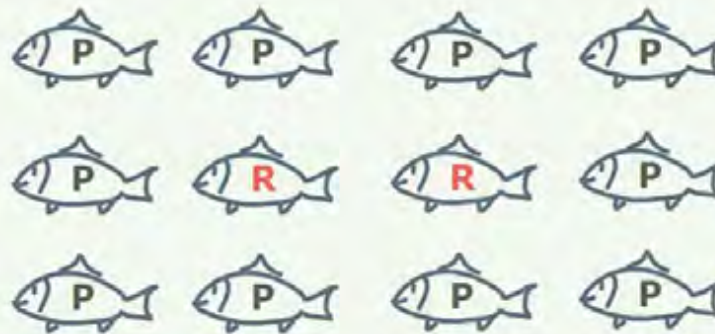
Do small barriers affect the movement of freshwater fish by increasing residency?

Paulo Branco^{a,b,*}, Susana D. Amaral^a, Maria T. Ferreira^a, José M. Santos^a

^a CEF - Forest Research Centre, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

^b CEFIS - Civil Engineering for Research and Innovation for Sustainability, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

Before barriers
(Free flowing)



After barriers
(Fragmented)



Potamodromous
fish



Resident
fish

b) ESTRUCTURA FRANQUEABLE CON DIFICULTAD:



(Sánchez *et al.*, 2021)

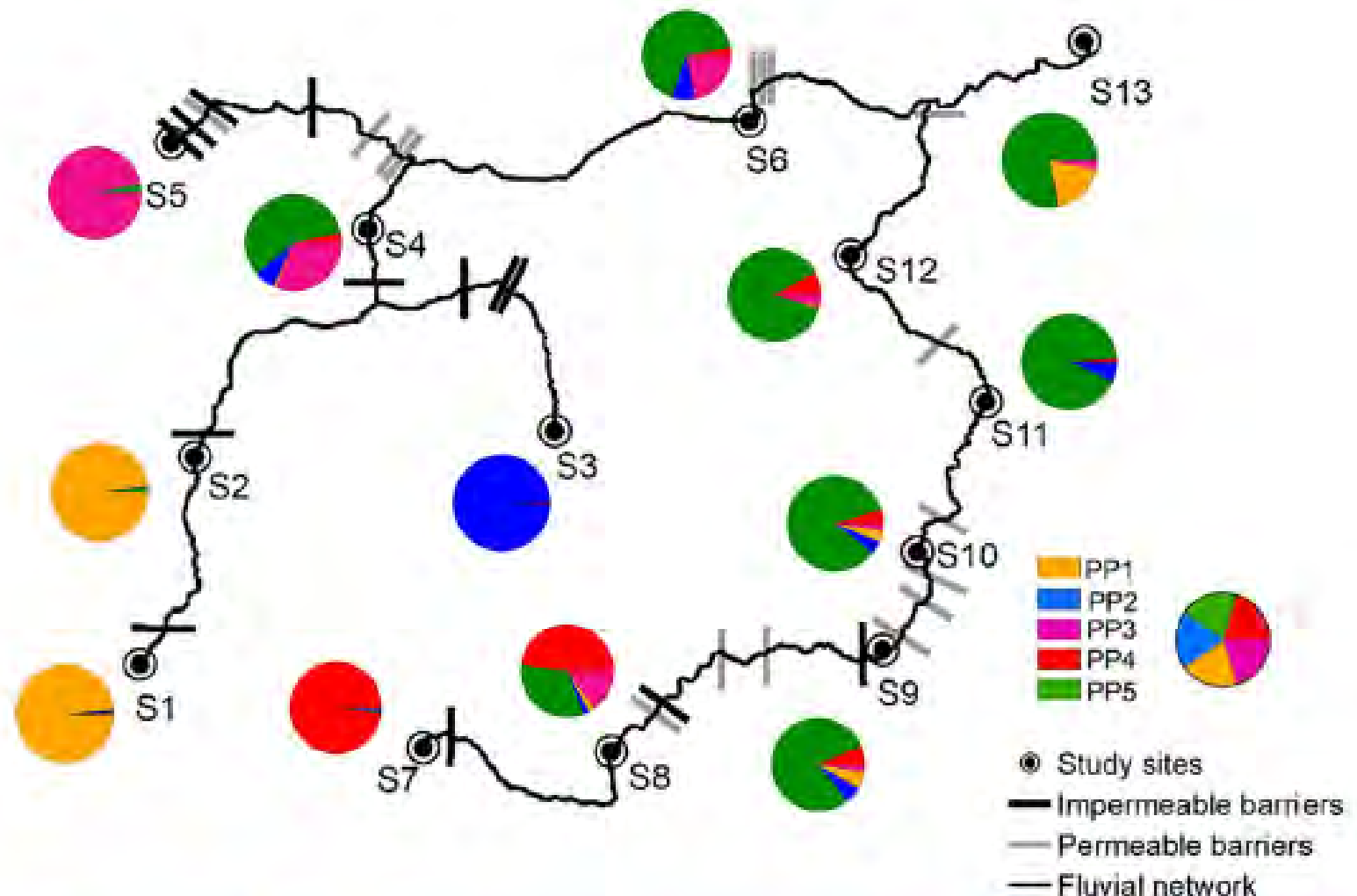
- Disminución de la diversidad genética (selección)
- Sobreesfuerzo y heridas
- Retrasos en la migración



RESEARCH ARTICLE

Patterns of genetic diversity of brown trout in a northern Spanish catchment linked to structural connectivity

Alexia María González-Ferreras¹  · Sheila Leal²  · José Barquín¹  · Ana Almodóvar² 

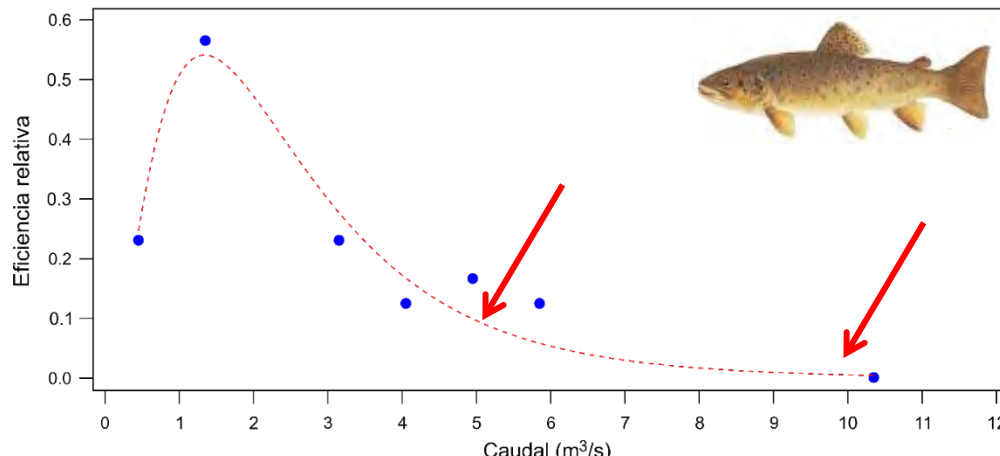


La paradoja velocidad-Q vs. profundidad- ΔH

Success-discharge relationship (adult trout LF>22,5 cm; n=30; 2 antennas; radio-telemetry)



Ajuste de la función Weibull en función del caudal (invertido)



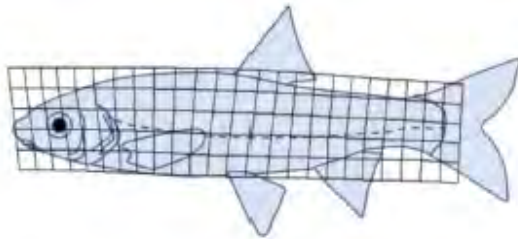
Results (I)



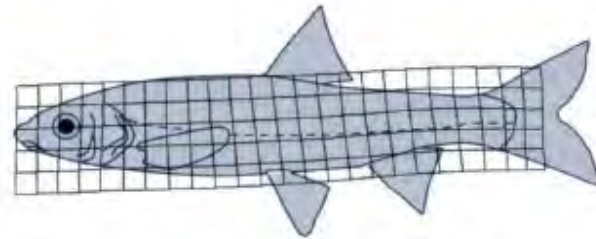
Partial efficiency Leitzaran 64,3 % (4 months)

Morphologic selection:

$$K (\text{condition}) = W / LF^3 < 1,2 (\text{success})$$



Deep body



Fusiform or Elongated body

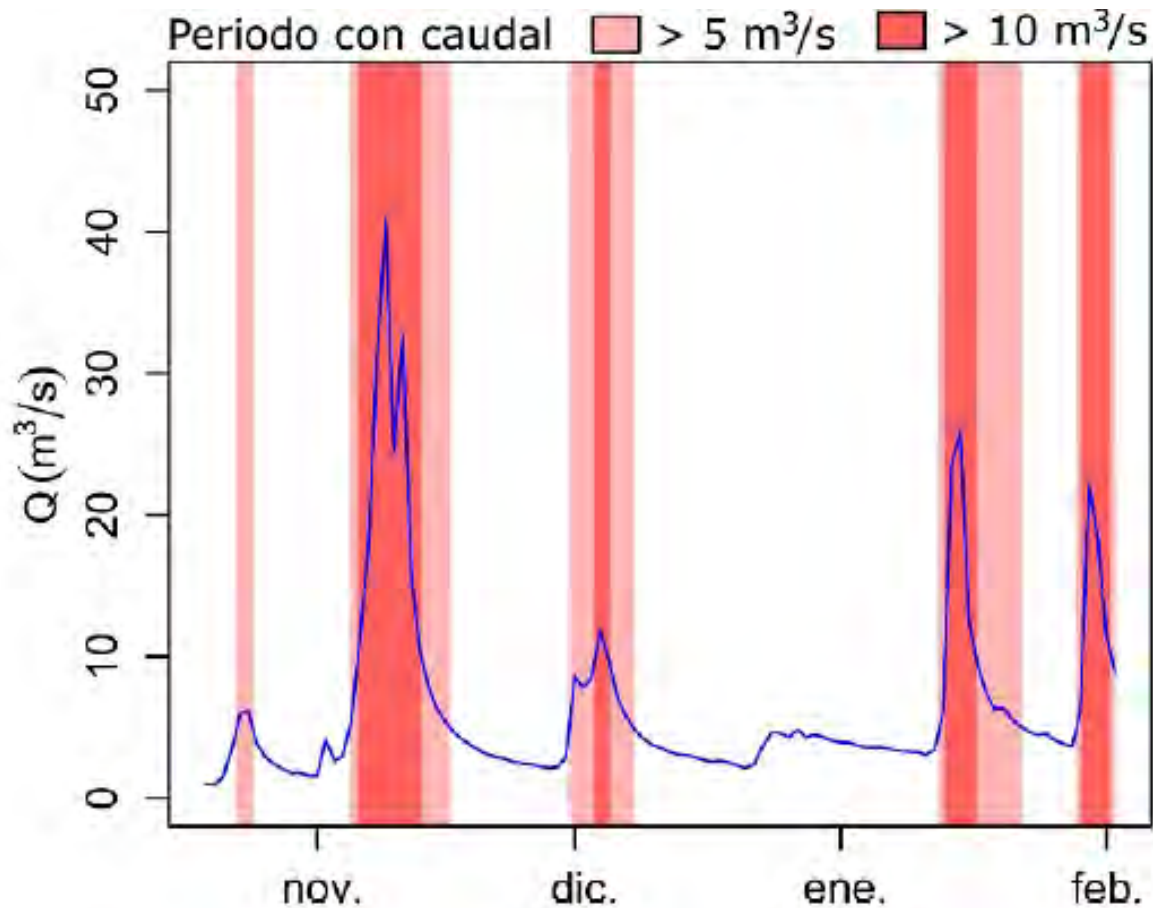
Delay until success: Leitzaran 6 days (delay and energetic cost)

Results (II)



Migration days are limited depending on local hydrology:

- Leitzaran: median days nov-dec with passage probability $<10\%$ = 25d & 0% = 10d



Be careful, fish need 6 days for success and >7 consecutive days with 0% success rates (20-40 days)



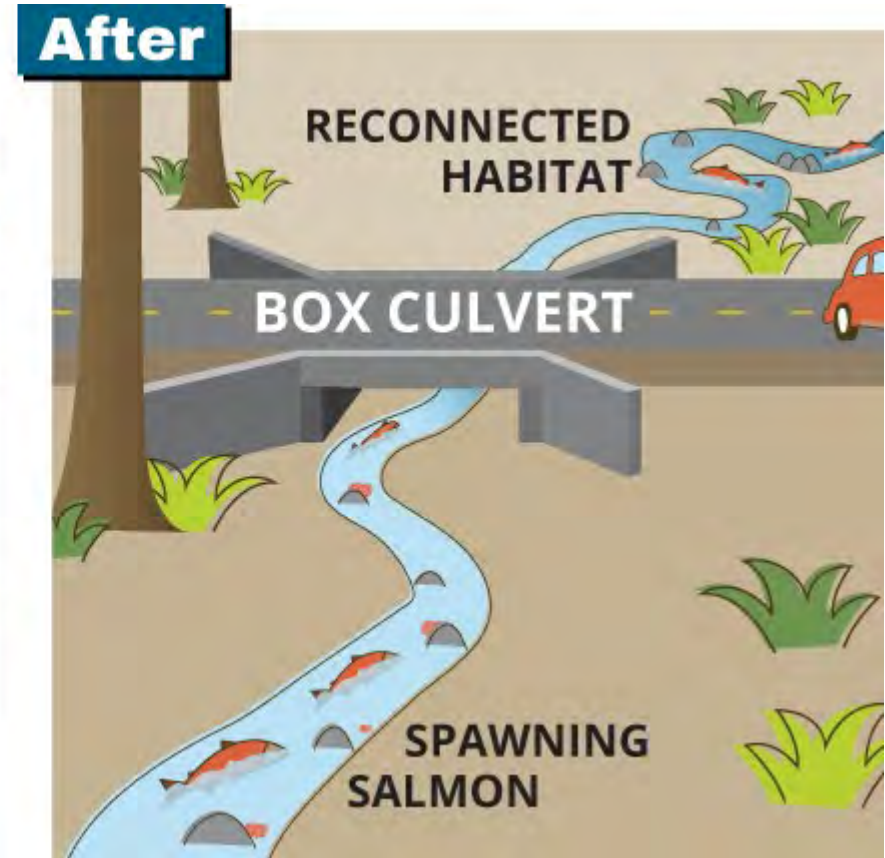
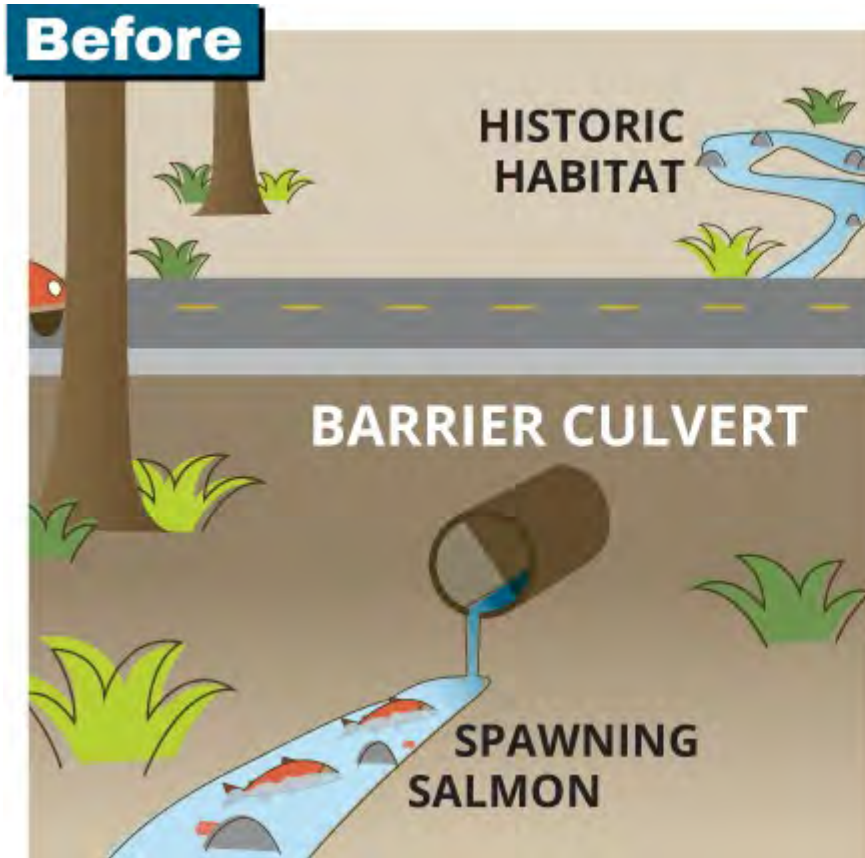
Jornada sobre ODT Valladolid, 22 de octubre 2025



1. Objetivos
2. Introducción
3. Problemática
4. Condicionantes biológicos
5. Impactos
6. **Soluciones ibéricas**



MEJORA / ADAPTACIÓN



<https://kingcounty.gov/en/dept/dnrp/nature-recreation/environment-ecology-conservation/wildlife/fish-and-shellfish/fish-passage-program>

MEJORA / ADAPTACIÓN

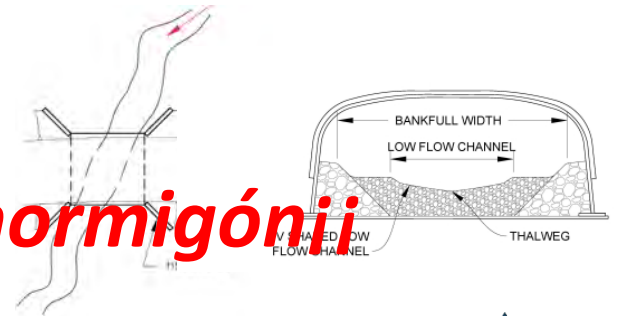
Roaring River crossing site before-and-after culvert replacement in 2007, Boise National Forest, Idaho.



ANTES



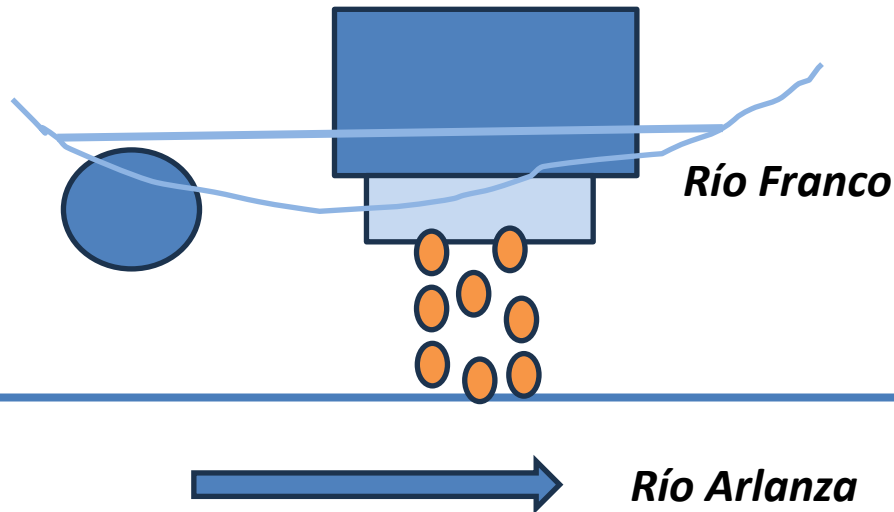
DESPUÉS



Source: USDA (2008). *Stream Simulation Handbook*.

MEJORA / ADAPTACIÓN

Drenaje transversal en la confluencia del río Franco con el río Arlanza (Peral de Arlanza, Burgos)



MEJORA / ADAPTACIÓN

Drenaje transversal en la confluencia del río Franco con el río Arlanza (Peral de Arlanza, Burgos)

Aguas arriba

Aguas abajo



ANTES

- Poca profundidad
- Infiltración bajo la base
- Descalce

MEJORA / ADAPTACIÓN

Drenaje transversal en la confluencia del río Franco con el río Arlanza (Peral de Arlanza, Burgos)



MEJORAS

- Profundización caño rectangular
- Rampa para peces hasta confluencia

MEJORA / ADAPTACIÓN

Drenaje transversal en la confluencia del río Franco con el río Arlanza (Peral de Arlanza, Burgos)



MEJORAS

- Profundización caño rectangular
- Rampa para peces hasta confluencia

MEJORA / ADAPTACIÓN

Paso viario – Doney de la Requejada (río Negro, Zamora)



ANTES

- Descalce (salto entrada)
- Poca profundidad

MEJORA / ADAPTACIÓN

Paso viario – Doney de la Requejada (río Negro, Zamora)



MEJORAS

- Relleno solera con grava y mortero en marcos 1 y 3 (concentrar aguas bajas en marco 2)
- Bloques rugosidad y refugio

MEJORA / ADAPTACIÓN

Puente y aforo de Brime de Urz (arroyo Almucera, Zamora)



ANTES

- Descalce (salto entrada)
- Poca profundidad

MEJORA / ADAPTACIÓN

Puente y aforo de Brime de Urz (arroyo Almucera, Zamora)



MEJORAS

- Rebaje en ojo central y muretes
- Prepresas



MEJORA / ADAPTACIÓN

Puente y aforo de Brime de Urz (arroyo Almucera, Zamora)



MEJORAS

- Rebaje en ojo central y muretes
- Prepresas



MEJORA / ADAPTACIÓN

Puente de Rosinos de la Requejada (río Negro, Zamora)



ANTES

- Descalce (salto entrada)
- Poca profundidad

MEJORA / ADAPTACIÓN

Puente de Rosinos de la Requejada (río Negro, Zamora)

ANTES

- Descalce (salto entrada)
- Poca profundidad

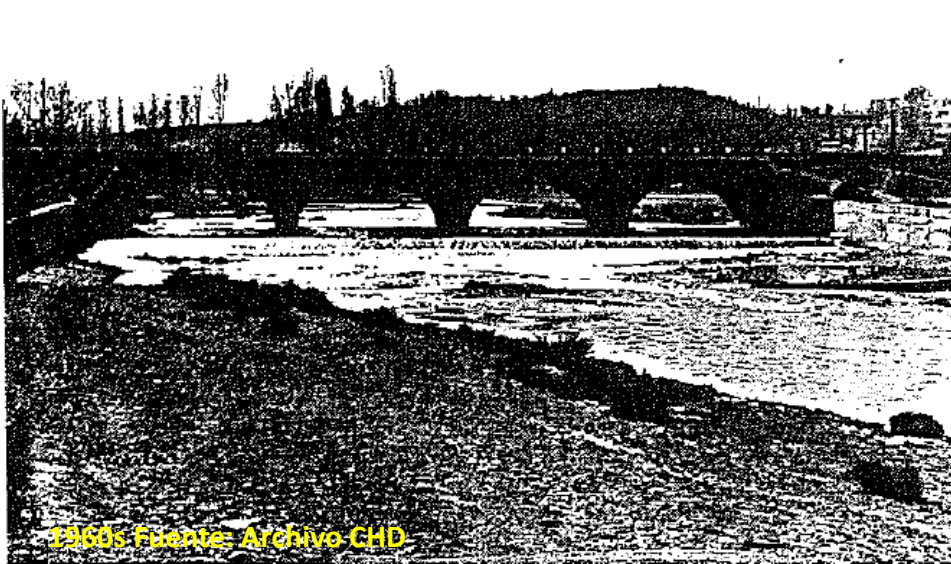
MEJORAS

- Rebaje solera (1,5 – 2 m) hasta lecho natural
- Embocadura



MEJORA / ADAPTACIÓN

Puente Bulevar (río Arlanzón, Burgos)



ANTES

- Descalce (salto elevado)
- En solera puente: poca profundidad



MEJORA / ADAPTACIÓN

Puente Bulevar (río Arlanzón, Burgos)



ANTES

- Descalce (salto elevado)
- En solera puente: poca profundidad

MEJORAS

- Escala para peces
- Rebaje en solera puente



MEJORA / ADAPTACIÓN

Puente Bulevar (río Arlanzón, Burgos)



ANTES

- Descalce (salto elevado)
- En solera puente: poca profundidad

MEJORAS

- Escala para peces
- Rebaje en solera puente



MEJORA / ADAPTACIÓN

Puente San Salvador de Cantamuda (río Pisuerga, Palencia)



ANTES

- Descalce (salto y velocidad elevadas)
- En solera puente: poca profundidad



MEJORA / ADAPTACIÓN

Puente San Salvador de Cantamuda (río Pisuerga, Palencia)



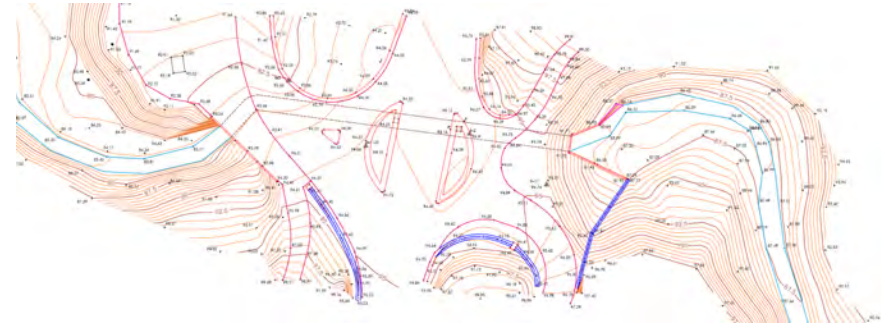
MEJORAS

- Escala para peces (rampa de piedras rápido remanso)



CASO PRÁCTICO

Paso inferior Regata de Iruribieta en la N-121 (Sunbilla, Navarra)



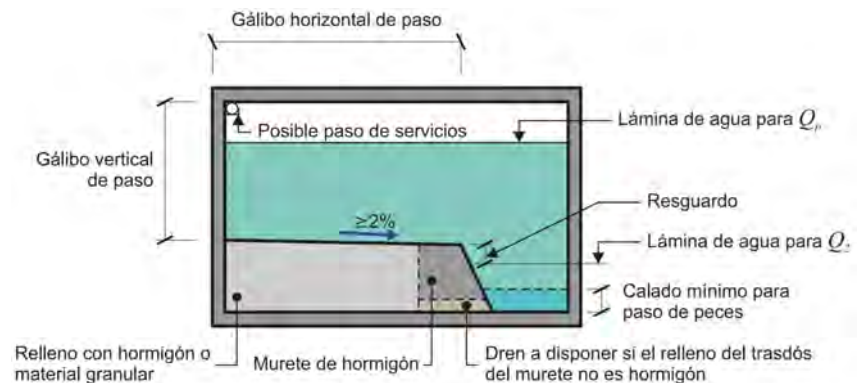
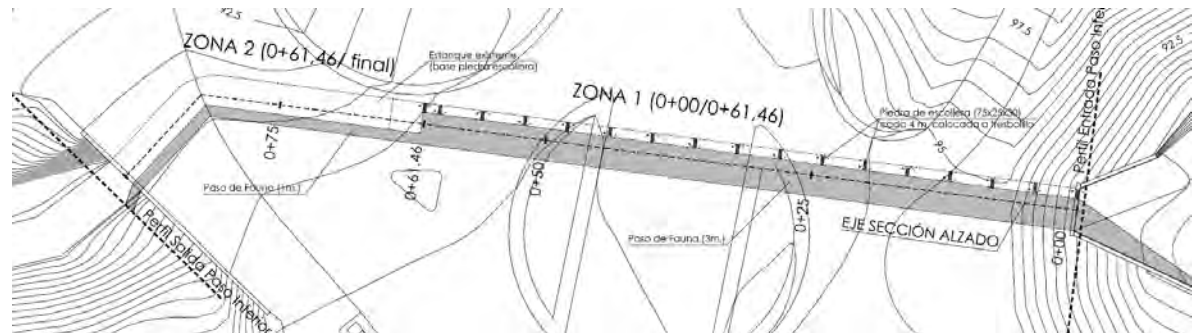
PROBLEMÁTICA: Muy poco calado

CASO PRÁCTICO

Paso inferior Regata de Iruribieta en la N-121 (Sunbilla, Navarra)

ALTERNATIVA 0: SITUACIÓN ACTUAL

- Recreer parte de la solera en el tramo inicial formando un canal lateral
- Deflectores en el canal



CASO PRÁCTICO

Paso inferior Regata de Iruribieta en la N-121 (Sunbilla, Navarra)



ALTERNATIVA 0 - SITUACIÓN ACTUAL

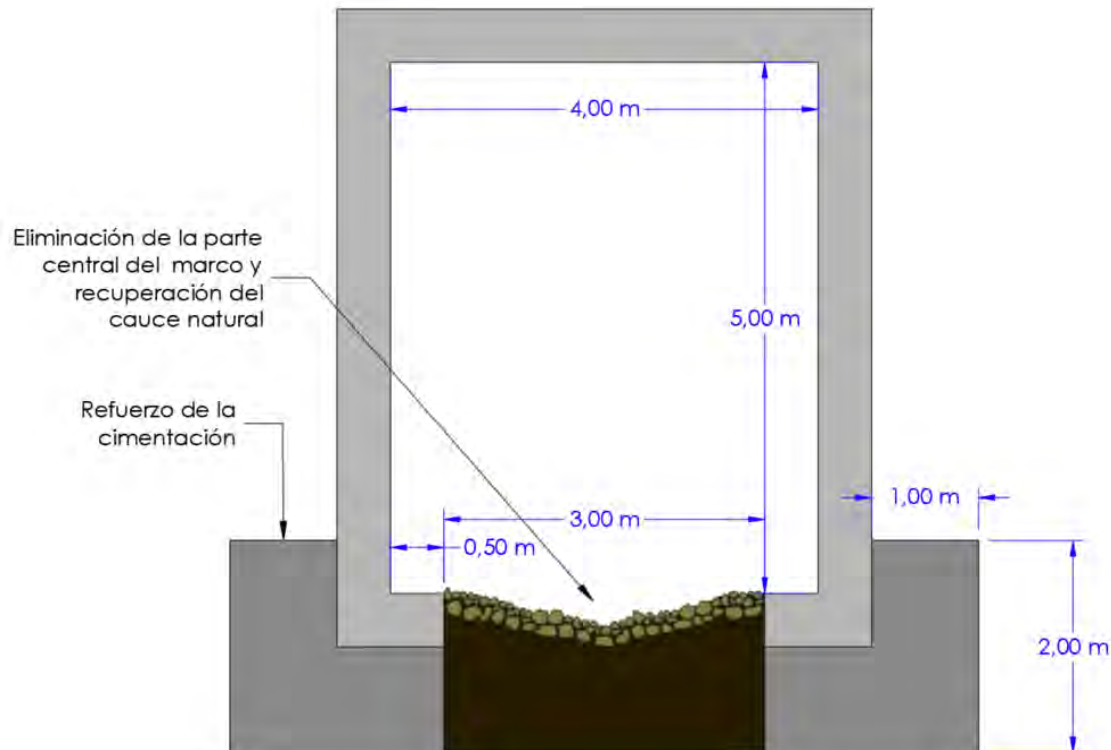
- Solera por encima del cauce (poco calado)
- Solera erosionada (infiltración)
- Vertidos libres en tramo final

CASO PRÁCTICO

Paso inferior Regata de Iruribieta en la N-121 (Sunbilla, Navarra)

PROPUESTAS

- Alternativa 1. Recuperación del lecho del cauce y refuerzo de la cimentación del paso inferior (*stream simulation*)



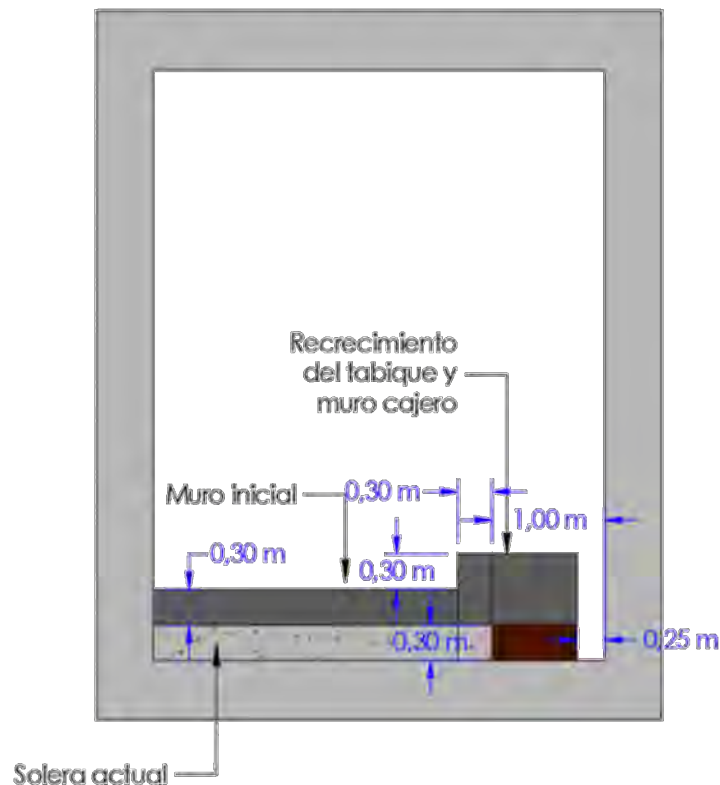
CASO PRÁCTICO

Paso inferior Regata de Iruribieta en la N-121 (Sunbilla, Navarra)

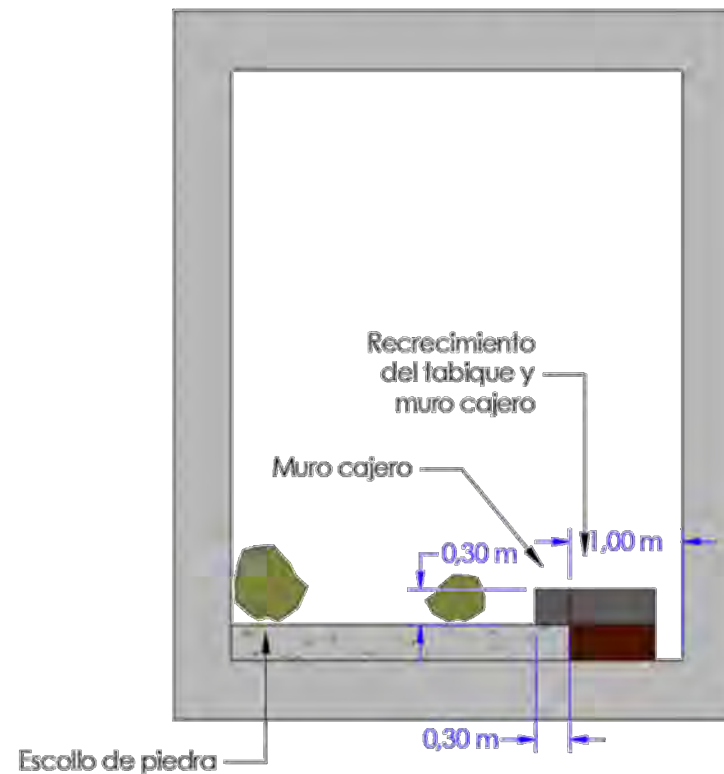
PROPUESTAS

- Alternativa 2. Mejora de la escala para peces existente

ALIMENTACIÓN DE LA ESCALA (A-A')



VERTEDERO TIPO (B-B')

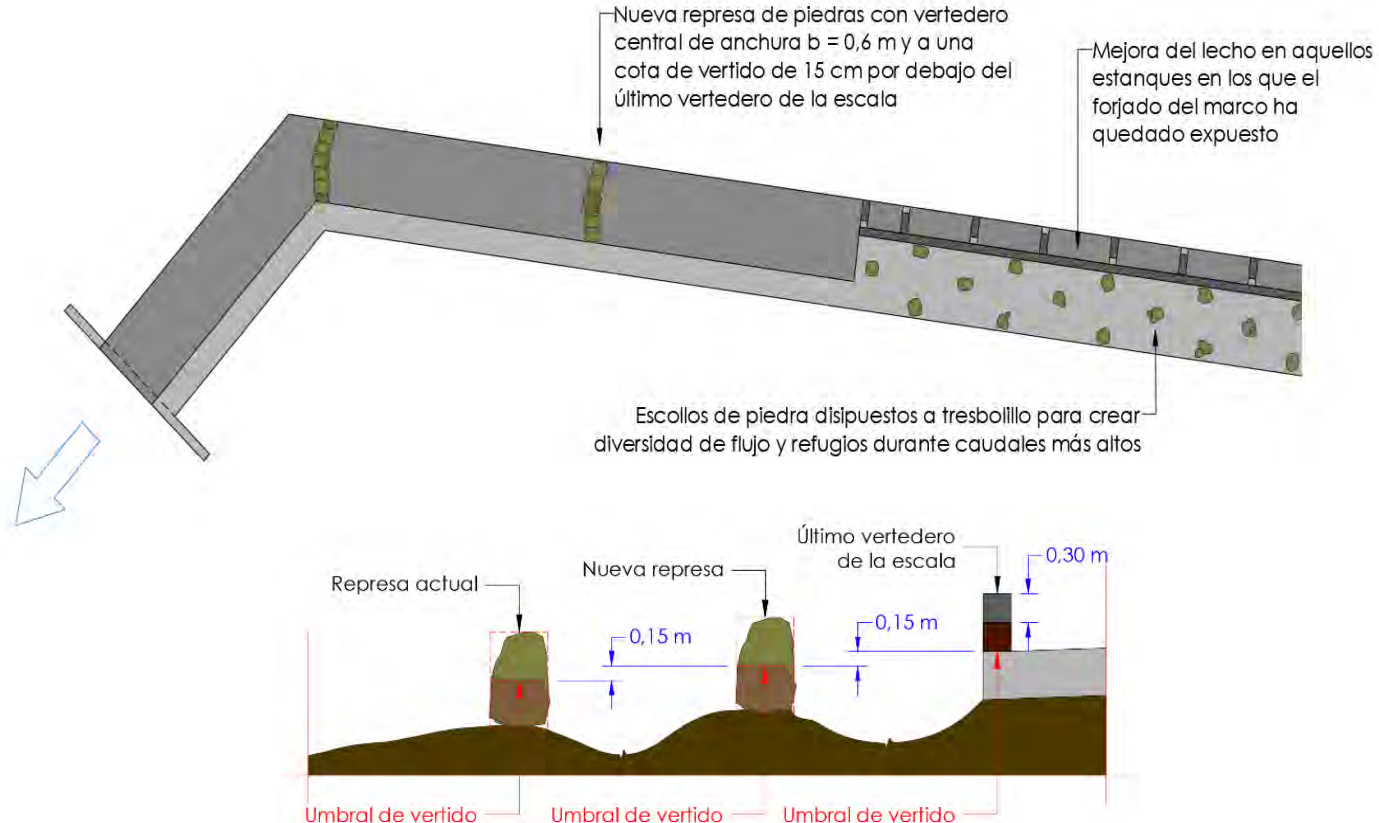


CASO PRÁCTICO

Paso inferior Regata de Iruribieta en la N-121 (Sunbilla, Navarra)

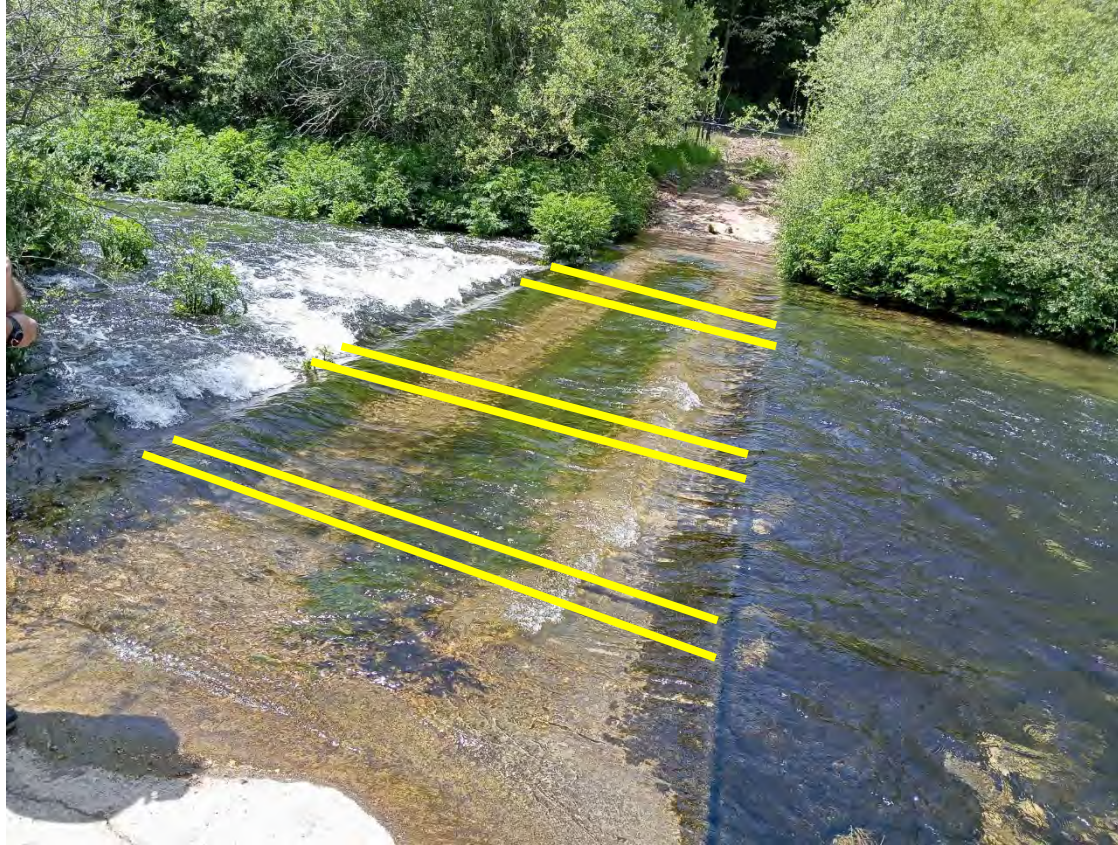
PROPUESTAS

- Alternativa 2. Mejora de la escala para peces existente



CASO PRÁCTICO

Vado en Ruesga (río Pisuerga, Palencia)



CASO PRÁCTICO

Vados en la cuenca del río Bidasoa (Navarra)



CONSIDERACIONES

- Muchas ODT son un **problema** para la conectividad ambiental “senso lato”
- Es necesario un **inventario** para cuantificar su impacto real
- Hay una carencia de **información** sobre capacidades de salto y nado de los pequeños ciprínidos ibéricos
- Resulta muy sencillo **compaginar** ODT y conectividad en fase de Proyecto
- **Control, control y control...** de las obras ODT



Consideraciones ambientales de las obras de drenaje transversal. Problemas y soluciones en el ámbito ibérico.

Valladolid, 22 de octubre de 2025

Gracias por su atención

Fco. Javier Sanz-Ronda
GEA-Ecohidráulica.
ETSIIAA de Palencia
Universidad de Valladolid

