



**Interreg**  
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



UNIÓN EUROPEA



**MIGRAMIÑO MINHO**



# INFORME SOBRE EL ÉXITO REPRODUCTOR DEL SALMÓN Y SÁBALO A PIE DEL EMBALSE DE FRIEIRA

2020



# INFORME SOBRE EL ÉXITO REPRODUCTOR DEL SALMÓN Y SÁBALO A PIE DEL EMBALSE DE FRIEIRA

2020

## **COORDINADOR**

Fernando Cobo Gradín

## **AUTORES**

Rufino Vieira Lanero

Sandra Barca Bravo

María del Carmen Cobo Llovo



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Área de estudio .....</b>	<b>3</b>
2.1.1	Batimetría de la zona situada a pie de presa de Frieira .....	5
2.1.2	Tramo final del río Barxas en su desembocadura en el Miño .....	7
<b>2.2</b>	<b>Metodología utilizada para estimar el éxito reproductor del salmón .....</b>	<b>8</b>
2.2.1	Detección de reproductores y nidos de freza mediante Dron .....	8
2.2.2	Detección de reproductores mediante ecosonda .....	9
2.2.3	Muestreo mediante buceo .....	10
2.2.4	Reconocimientos visuales periódicos.....	11
2.2.5	Muestreo mediante pesca eléctrica en el río Barxas .....	11
2.2.6	Análisis de los datos de la estación de captura y coto de pesca de Frieira .....	12
<b>2.3</b>	<b>Metodología utilizada para estimar el éxito reproductor del sábalo .....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Resultados del estudio del éxito reproductor del salmón.....</b>	<b>17</b>
3.1.1	Resultados del estudio mediante Dron .....	17
3.1.2	Resultados del estudio de reproductores mediante ecosonda.....	18
3.1.3	Resultados del estudio del éxito reproductor mediante buceo .....	19
3.1.4	Resultados de los reconocimientos visuales periódicos.....	20
3.1.5	Resultados del estudio del éxito reproductor en el río Barxas .....	20
3.1.6	Resultados del estudio del éxito reproductor según captura en Frieira .....	21
<b>3.2</b>	<b>Resultados del estudio del éxito reproductor del sábalo.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>Difusión de los resultados del estudio .....</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>Consideraciones finales.....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>27</b>





# 1 Introducción

La Acción 3 de la Actividad 3 del proyecto MigraMiño-Minho supone la evaluación del éxito reproductor del salmón atlántico (*Salmo salar*) y del sábalo (*Alosa alosa*) en la zona situada a pie de la presa del embalse de Frieira. Esta presa está situada a unos 76 km de la desembocadura del río Miño y se trata de un obstáculo totalmente infranqueable para los peces, por lo que este tramo internacional y sus afluentes son el único hábitat accesible actualmente para las especies migradoras. Así, en el proyecto se propone la evaluación de la existencia de áreas de reproducción efectiva para el salmón y el sábalo en la zona situada a pie de presa o en las inmediaciones aguas abajo de la misma, ya que los ejemplares que alcanzan este obstáculo no pueden acceder a la mayor parte de las zonas de freza originalmente disponibles y se ven forzadas en muchos casos a frezar en las zonas subóptimas disponibles. La ejecución de esta actividad es responsabilidad de la USC.

En el río Miño las especies migradoras presentes son la lamprea marina (*Petromyzon marinus*), el salmón atlántico (*Salmo salar*), el sábalo (*Alosa alosa*), la saboga (*Alosa fallax*) y el reo (*Salmo trutta*) como especies anádromas y la anguila (*Anguilla anguilla*) como especie catádrroma. Las especies diádromas son relevantes por su contribución a la biodiversidad, por su papel clave en el funcionamiento de los ecosistemas fluviales y por su elevado interés pesquero, turístico, deportivo y cultural, que las convierten a su vez en una fuente de recursos económicos de primer orden (Close *et al.*, 2002; Dekker, 2003; Lassalle *et al.*, 2008; Limburg y Waldman, 2009; Antunes *et al.*, 2015; Araújo *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2016b). En el río Miño, estas especies han sido históricamente objeto de pesca y uno de los principales soportes económicos para la zona (Antunes *et al.*, 2015; Araújo *et al.*, 2016).



Figura 1. De izquierda a derecha: Salmón *Salmo salar* Linnaeus, 1758 y sábalo *Alosa alosa* (Linnaeus, 1758).

A pesar de ello, las especies diádromas han sufrido un drástico declive poblacional debido a la sobrepesca, la presencia generalizada de presas y azudes, la degradación del hábitat y la introducción de

especies exóticas (Limburg y Waldman, 2009; Mota *et al.*, 2016), llegando incluso a la extinción, como en el caso del esturión del Atlántico (*Acipenser sturio*) en el Baixo Miño. De modo que la superficie actual disponible para las especies diádromas en esta cuenca se corresponde con un 28% de la superficie original debido a la presencia de grandes presas, infranqueables para estas especies.

A continuación se presenta el ciclo vital de las dos especies de estudio, el salmón y el sábalo.

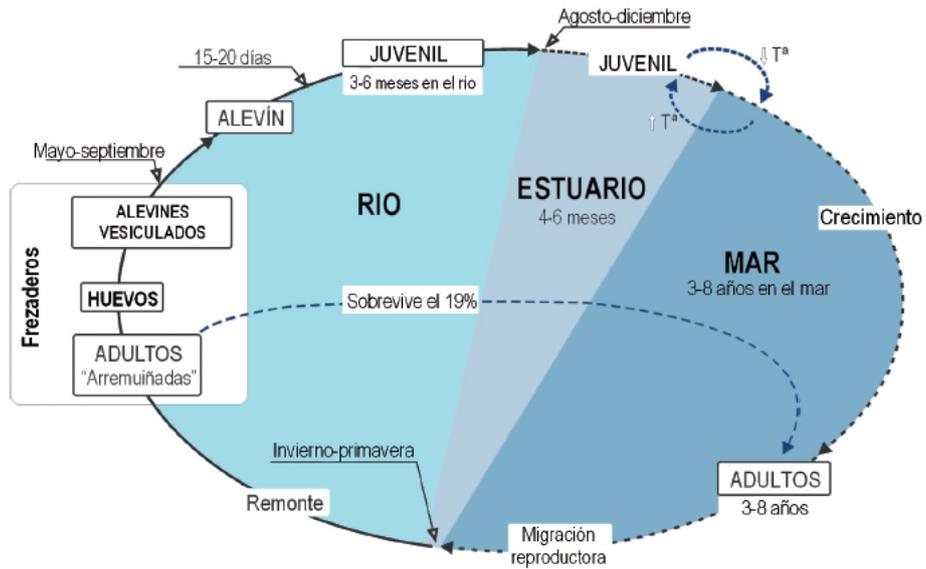


Figura 2. Esquema del ciclo biológico de *Alosa alosa* (tomado de Cobo *et al.*, 2012).

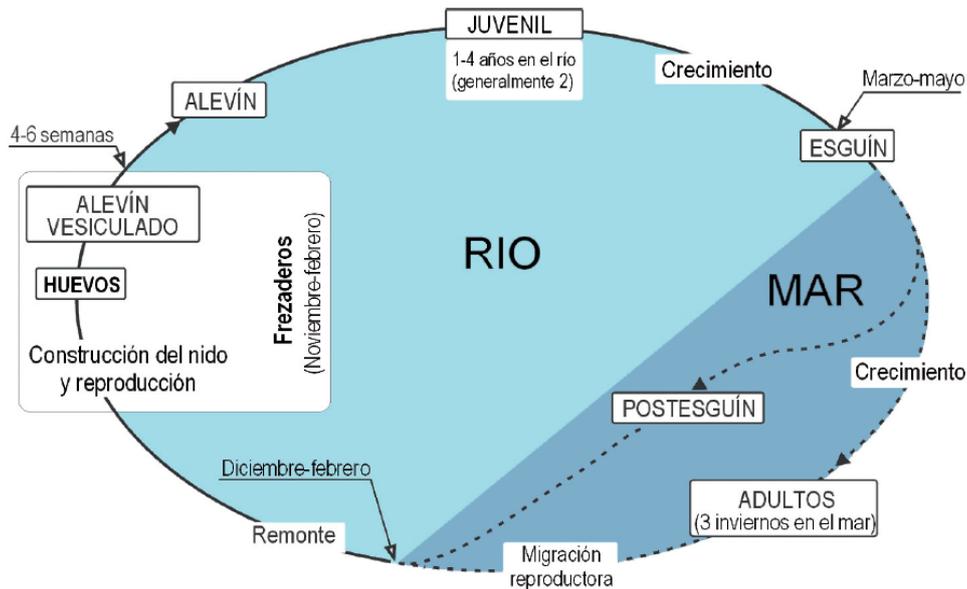


Figura 3. Esquema del ciclo biológico de *Salmo salar* (tomado de Cobo *et al.*, 2012).

## 2 Metodología

### 2.1 Área de estudio

El río Miño tiene una longitud de 343 km, desde su nacimiento en el norte de la provincia de Lugo, hasta su desembocadura en el Océano Atlántico, en A Guarda. Los últimos 76 km sirven de frontera entre España y Portugal. Debido a la presa de Frieira, obstáculo totalmente infranqueable para los peces, este tramo internacional y sus afluentes son el único hábitat accesible actualmente para las especies migradoras diádromas.



Figura 4. Presa de Frieira, obstáculo que marca el límite del tramo accesible para las especies diádromas en el río Miño.

El régimen de caudal del río se ve fuertemente influido por la gran variación, tanto estacional como interanual, de la precipitación. Así, se presenta un patrón típico pluvial atlántico (figuras 5 y 6), con elevados valores durante el otoño y comienzo del invierno y con un descenso acusado a finales de

primavera y durante el verano (Mota, 2014). En la desembocadura el río Miño presenta un caudal absoluto próximo a los 420 m<sup>3</sup>/s (Río-Barja & Rodríguez-Lestegás, 1992).

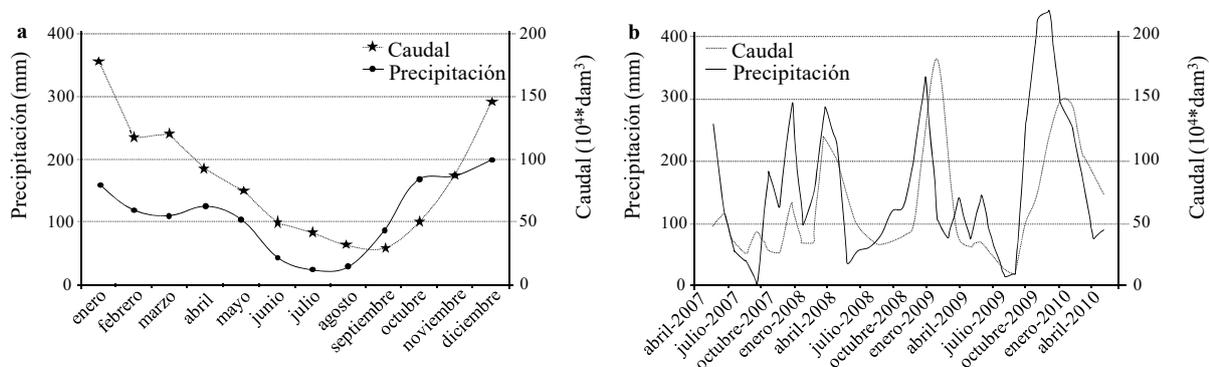


Figura 5. Régimen de precipitación y caudal del río Miño durante el período 1990-2009 (a) y el período 2007-2010 (b). Modificado de Mota *et al.* (2014).

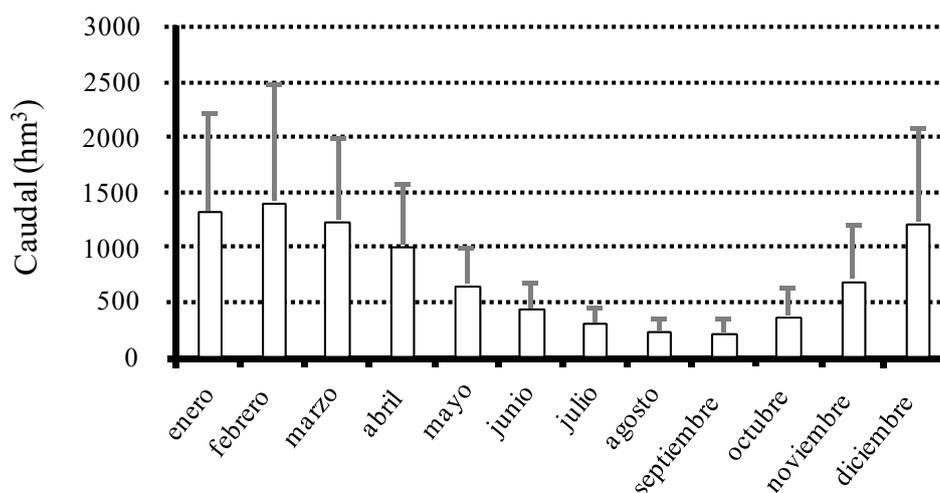


Figura 6. Caudal medio mensual  $\pm$  ET (hm<sup>3</sup>) en Frieira, durante el período 1943-1998, con interrupción de los datos entre 1967-1970. Modificado de Araújo (2011), cuyos datos fueron proporcionados por el Instituto Nacional del Agua (INAG).

No obstante, aguas abajo de Frieira es la explotación hidroeléctrica de la presa lo que provoca las variaciones de caudal, de modo que modifica significativamente el régimen de caudales, con sucesión de períodos de aguas bajas y altas en lapsos cortos de tiempo, incluso de horas, que alteran el funcionamiento del ecosistema fluvial.

### 2.1.1 Batimetría de la zona situada a pie de la presa de Frieira

Se realizó el levantamiento batimétrico del lecho del río Miño en el tramo situado inmediatamente aguas abajo de la presa de Frieira utilizando un GPS Plotter Humminbird Hélix 5. Para su uso con precisión se creó un sistema de coordenadas local, basado en el sistema UTM con el datum ED50 en el huso 29 Norte. La cartografía adquirida con la sonda sirvió de base para la realización del levantamiento topográfico (figura 8).

Para realizar la medición se fijó el dispositivo en una embarcación neumática propiedad de la USC propulsada por un motor eléctrico Motorguide R3-55SW impulsado por batería de gel y se procedió a recorrer el tramo con la embarcación a una velocidad moderada adecuada al ritmo de la toma de puntos de coordenadas. La toma de puntos se realiza de forma continua haciendo que el receptor registre un punto cada 3 segundos. El receptor GPS proporciona las coordenadas de su posición X, Y y Z, así como la profundidad del río en el punto de medición; profundidad que restada a la coordenada Z del receptor arroja la coordenada Z del lecho del río en el punto de medición. Los puntos obtenidos en la medición se trataron posteriormente en gabinete y con ellos se generó un modelo digital del terreno, en este caso el lecho del río, y se obtuvieron las curvas de nivel que lo definen.



Figura 7. Detalle de la sonda trabajando durante los trabajos en el Miño.

Como resultado se obtuvo una imagen digital de la batimetría del fondo del río Miño en el tramo situado aguas abajo de la presa de Frieira, en la que se evidencia el área de zonas profundas que se origina aguas abajo de este tipo de presas y que podrían ser utilizadas por el sábalo para la reproducción (figura 8).

Asimismo, este levantamiento batimétrico permitió decidir también las zonas a prospectar mediante buceo, ya que la turbidez del agua no permite en algunas zonas determinar la profundidad o grado de pendiente de la zona mediante las imágenes obtenidas con el dron.

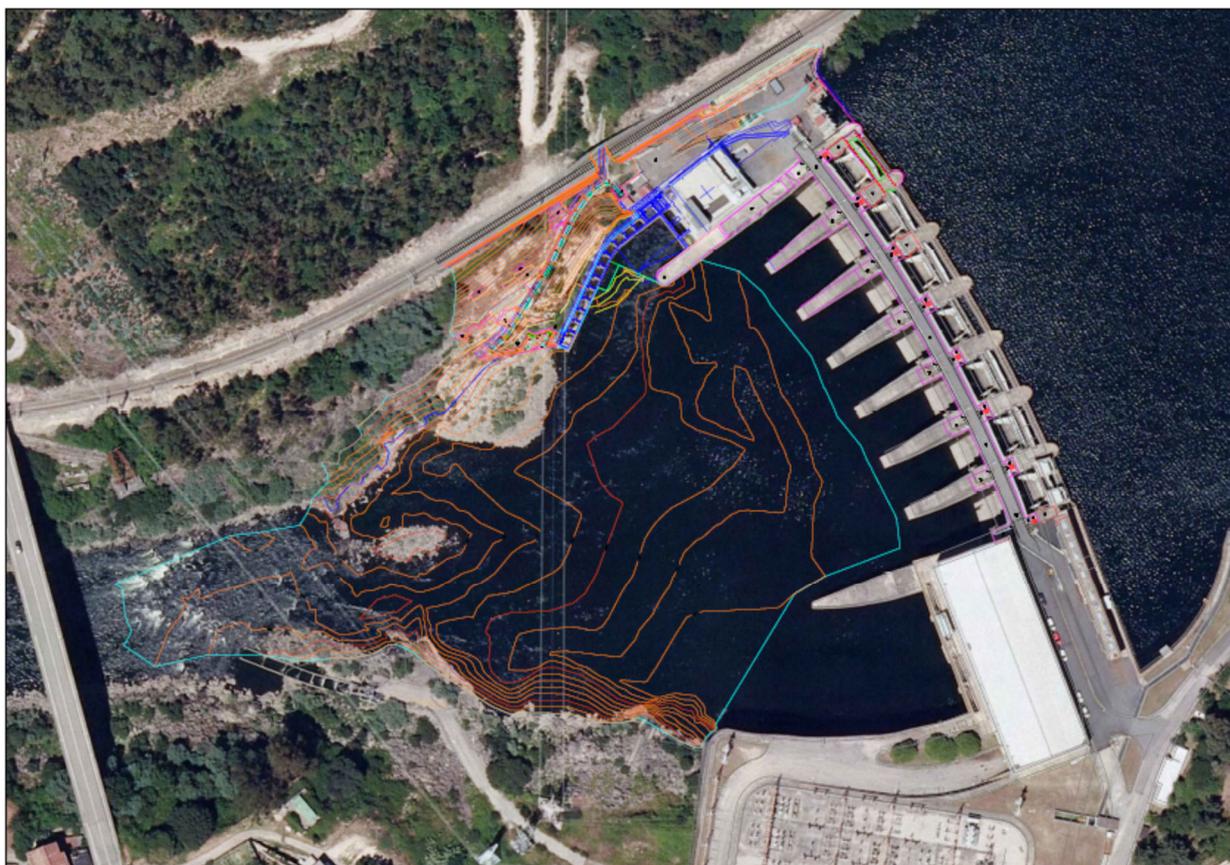
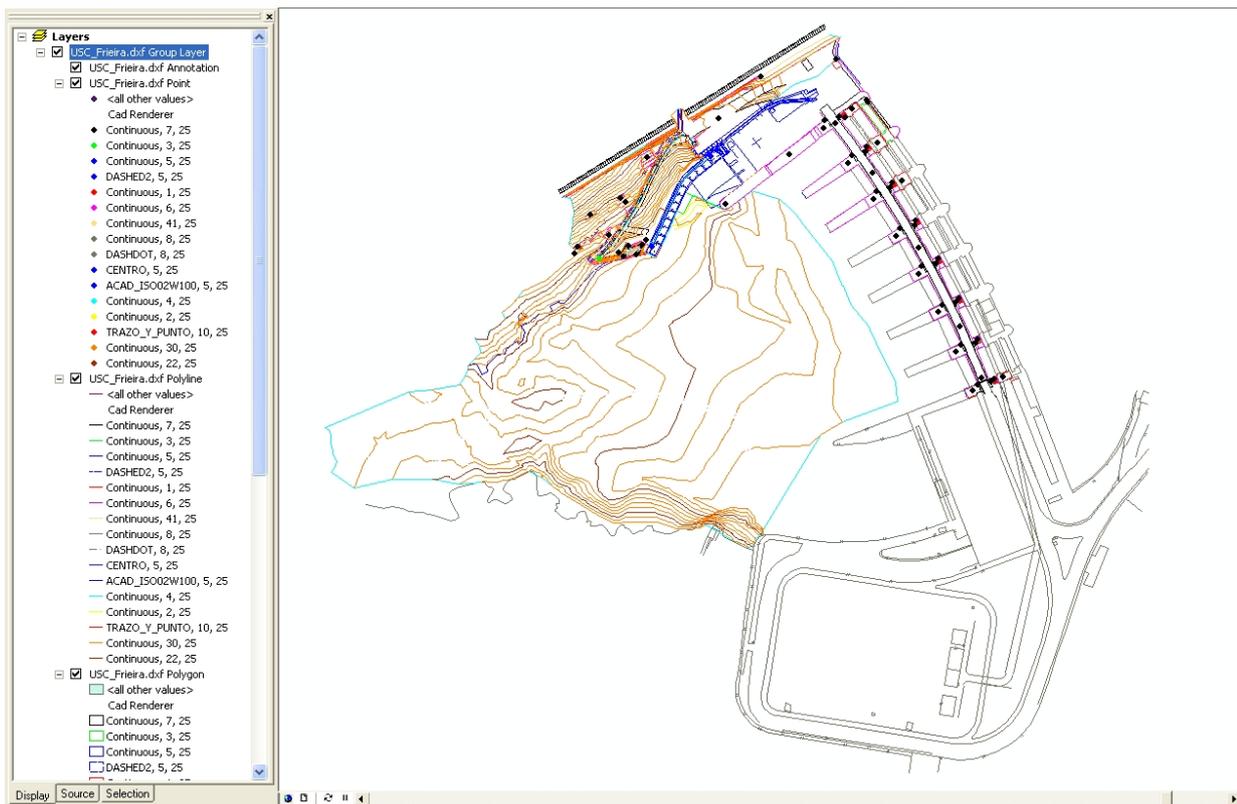


Figura 8. Batimetría del tramo a pie de la presa de Friera.

La figura 8 muestra el resultado de los trabajos. Los archivos, en formato DWG, detallan las curvas batimétricas con una equidistancia de 1 m. Los datos se presentan en m sobre el nivel del mar. Los trabajos de prospección mediante buceo se llevaron a cabo principalmente en la margen derecha del río, donde la pendiente del fondo era menor, así como en la zona de la isla central y alrededores. También se exploró mediante buceo una zona de la margen izquierda situada aguas abajo, entre del puente de la carretera OR-412 que se puede observar en la figura 8 y la desembocadura del río Barxas (Figura 9).

### 2.1.2 Tramo final del río Barxas en su desembocadura en el Miño

El río Barxas (también llamado Troncoso) desemboca en la margen izquierda del Miño, aguas abajo de la presa de Frieira. Su desembocadura es la más cercana a la presa, pues se encuentra a 450 metros de la misma. Ante la imposibilidad de continuar la migración reproductora aguas arriba de la presa, los salmones adultos que alcanzan la zona, así como sábalos y otras especies migradoras, se ven obligados a esperar y, finalmente, a realizar la puesta en zonas no idóneas para este propósito situadas aguas abajo de la misma. Por tanto, existía la posibilidad de que algunos individuos de salmón Atlántico remontasen el río Barxas en busca de un área de freza alternativa, lo cual sería de gran importancia dadas las limitaciones comentadas en el canal principal.

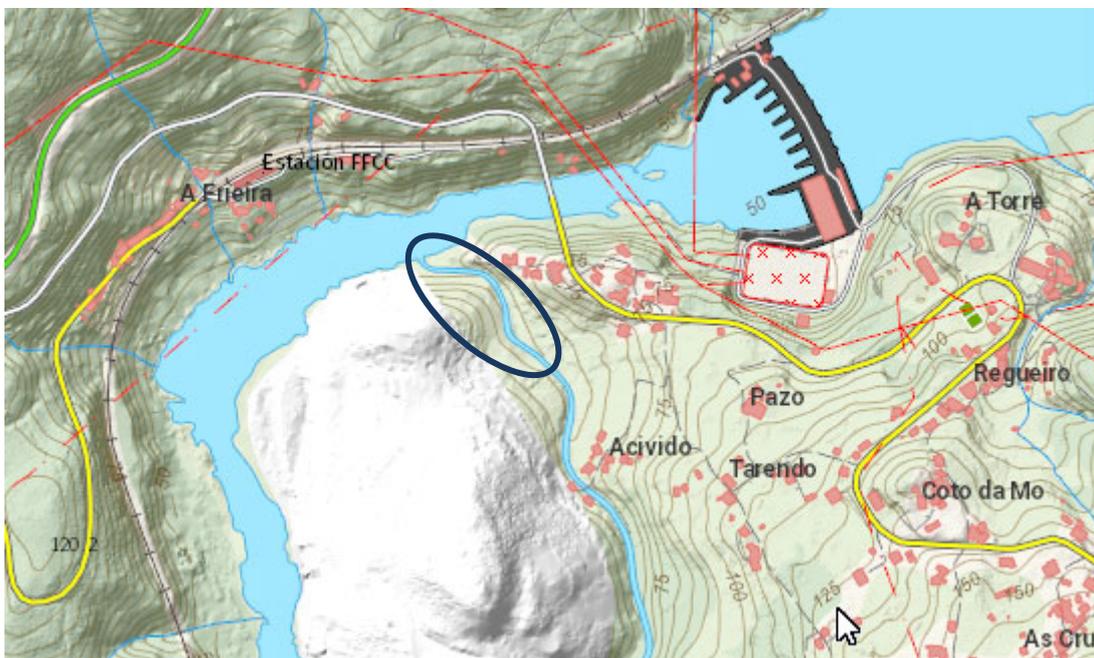


Figura 9. Zona de la desembocadura del río Barxas muestreada en busca de alevines o juveniles de salmón.

Para determinar si este río era usado por los salmones como zona de reproducción se realizó un muestreo mediante pesca eléctrica que se inició en la desembocadura el río Barxas y finalizó 200 m aguas

arriba, cerca de la aldea de Acivido (Figura 9). El muestreo se desarrolló específicamente para detectar la presencia de alevines o juveniles de salmón que indicasen si este río es utilizado como zona de freza del salmón Atlántico.

## 2.2 Metodología utilizada para estimar el éxito reproductor del salmón a pie de presa

### 2.2.1 Detección de reproductores y nidos de freza mediante Dron

Para la caracterización de la zona y la posible observación de nidos de reproducción de salmón o de reproductores se realizaron varios vuelos con un dron DJI Phantom 4 Pro provisto de una cámara 4k en el área de Frieira, aguas abajo de la presa (figuras 10-11). Dada la especificidad de este tipo de trabajo y los permisos necesarios para su realización, se contrató los servicios de una empresa especializada en la realización de vuelos y grabaciones con dron. Los vuelos se realizaron en invierno de 2019, coincidiendo con la época de reproducción del salmón (Cobo *et al.*, 2012). Tanto los vídeos como las fotografías tomadas fueron analizadas en detalle para la posible observación de nidos o reproductores de *S. salar*.

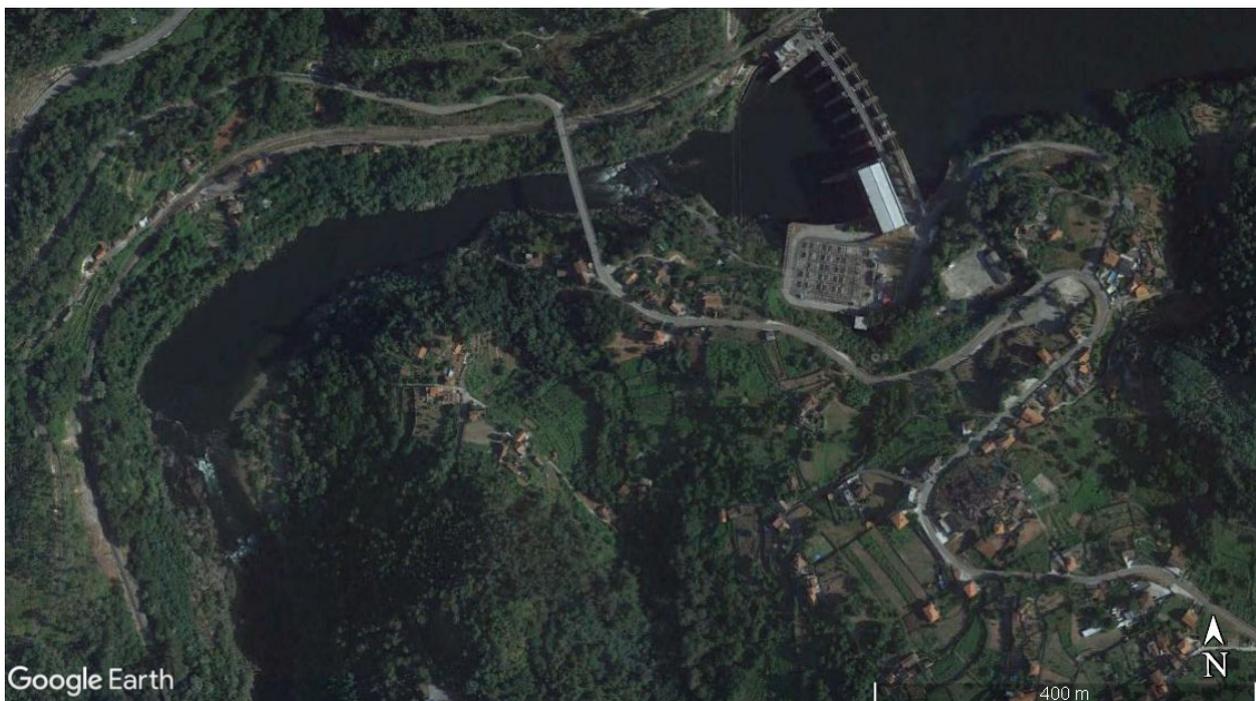


Figura 10. Tramo de estudio, situado aguas abajo de la presa de Frieira.



Figura 11. Trabajos de inspección con dron en el río Miño, aguas abajo de la presa de Frieira.

### 2.2.2 Detección de reproductores mediante ecosonda

Utilizando la embarcación neumática mencionada junto con el GPS plotter adquirido en el proyecto, se recorrió el área a pie de presa en cuatro ocasiones para detectar la presencia de ejemplares reproductores de salmón y sábalos. Se trataría de peces de tamaño grande que, dadas las especies presentes en el río Miño y las características hidrodinámicas de esa zona, solo podrían corresponder a ejemplares de salmón o sábalos. Por otro lado, en caso de tratarse de sábalos es posible que fuesen detectados en grupos, ya que forman cardúmenes de varios individuos, mientras que en el caso del salmón se detectarían normalmente individuos aislados o en pareja.

Se contactó con la empresa que explota el salto de Frieira para disponer de una ventana de trabajo en la que redujeron la descarga de agua desde el embalse al mínimo posible. Se utilizó una embarcación neumática con el motor eléctrico Motorguide R3-55SW y una batería de gel, ya que genera menos ruido y un menor estrés en los peces que uno de combustión, recorriendo la zona a una velocidad moderada mientras se revisaba el registro de la ecosonda en busca de ejemplares.

### 2.2.3 Muestreo mediante buceo

El levantamiento batimétrico del fondo del río Miño realizado en el tramo situado inmediatamente aguas abajo de Frieira permitió determinar con precisión las áreas de trabajo más adecuadas para realizar los muestreos por buceo sin peligro. Así, aunque se dispuso de una ventana de trabajo en la que redujeron la descarga de agua desde el embalse al mínimo posible en ese momento, los trabajos realizados mediante inmersión se limitaron a las áreas menos peligrosas, básicamente zonas cercanas a las orillas, evitando las áreas donde los investigadores podían ser arrastrados por la aún fuerte corrientente.

Se realizaron dos tandas de inmersiones recorriendo las zonas perimetrales a pie de presa y una zona en la parte central donde existe un afloramiento del lecho rocoso. El muestreo en estas zonas se realizó por inmersión en parejas (figura 12); primero se sumergía una pareja de investigadores hasta agotar las botellas y posteriormente una segunda pareja que continuaba el registro. Por seguridad, eran seguidas de cerca por la embarcación neumática en la que igualmente la seguridad de los investigadores se mantuvo en todo momento utilizando chalecos salvavidas y disponiendo de los walkies ICOM para conexión con la orilla. Para el registro en la zona central los buzos se desplazaron en la embarcación hasta la misma, donde se sumergieron para hacer el registro, ya que la fuerte corriente desaconsejaba el acceso, sumergidos, directamente desde la orilla.

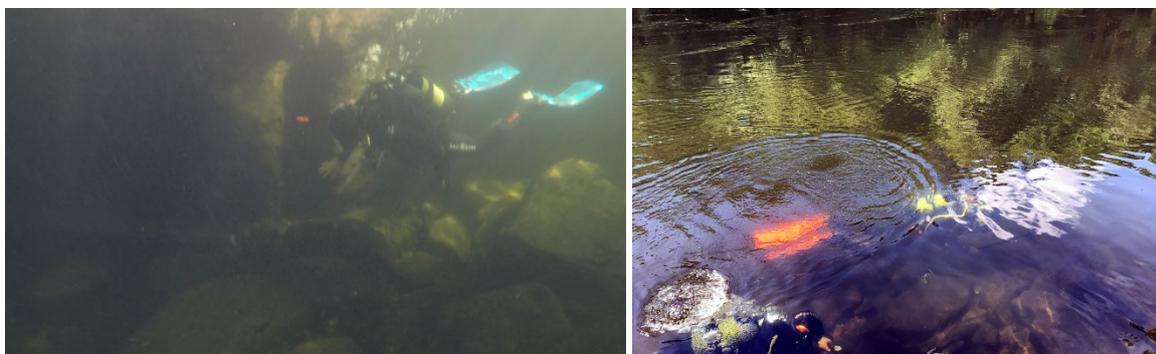


Figura 12. Muestreo mediante buceo a pie de presa en Frieira y aguas abajo de la misma.

Durante el muestreo se buscaron indicios de la existencia de nidos de freza, particularmente en zonas donde las imágenes del dron mostraban estructuras semejantes a los nidos que construye el salmón, así como la confirmación visual de la presencia de ejemplares de salmón o sábalos en la zona.

Cada buceador iba equipado con una botella y una pequeña pizarra de anotación; se dispuso también de una cámara subacuática para registrar, de ser el caso, las observaciones. Se establecieron señales

específicas de ayuda en caso de ser necesaria y se mantuvo en todo momento el contacto entre la embarcación de seguimiento y la orilla mediante los walkie-talkies ICOM IC-M25.

#### 2.2.4 Reconocimientos visuales periódicos

Como método complementario, se realizaron diferentes visitas de campo al tramo de estudio para realizar observaciones directas sobre la presencia de adultos de salmón y sábalo entre otoño de 2018 y otoño de 2020. Durante estas visitas se recorrieron a pie las márgenes del río Miño en el tramo situado entre la desembocadura del río Barxas y la presa de Frieira, utilizando gafas de lentes polarizadas (utilizadas habitualmente en los muestreos de pesca eléctrica realizados) para disminuir los reflejos de la superficie, revisando las zonas con visibilidad en busca de nidos o ejemplares de estas especies.

#### 2.2.5 Muestreo mediante pesca eléctrica en el río Barxas

Como se indicó anteriormente, debido a la cercanía de la desembocadura del río Barxas a la presa de Frieira cabía la posibilidad de que el salmón estuviese usando este río como zona alternativa de freza. No obstante, el acceso al río en su desembocadura no está exento de dificultades para los reproductores de salmón, ya que presenta un grupo de rocas y grandes bloques que con aguas bajas no permitiría el acceso de los salmones, aunque con un caudal elevado es remontable. Por tanto, vista esta dificultad, para constatar si estaba siendo usado o no por los reproductores de salmón se realizó un muestreo en el río Barxas en el que se buscó expresamente a los juveniles de salmón que se estuviesen desarrollando en el cauce.

Como método de captura se empleó la pesca eléctrica que, como herramienta básica del análisis *in situ* de las comunidades de peces, se considera una metodología estandarizada, ampliamente empleada y no perjudicial para los peces si se realiza de forma correcta. Así, el personal que desempeña las labores de campo debe ser buen conocedor de la fauna y de los principios de la técnica, así como los riesgos y procedimientos de su práctica. La metodología empleada para la captura de peces en los tramos vadeables siguió el procedimiento establecido en la norma europea UNE-EN 14011 sobre “Muestreo de peces con electricidad”. Para la pesca se utilizó un equipo de mochila Hans Grassl modelo ELT 60II HI y corriente continua (figura 13). En el informe realizado por este grupo de investigación sobre el seguimiento de los parámetros biológicos se encuentran más detalles sobre el método.

Los individuos capturados fueron protegidos a la sombra, en cubetas de gran capacidad, con agua fresca, aireada, y renovada constantemente. Para facilitar su manipulación los peces fueron anestesiados con MS222. De cada ejemplar se tomó el peso en gramos (se usaron balanzas de campo con una precisión de  $\pm 0.01$  g) y la longitud furcal utilizando un ictiómetro de 50 cm (precisión  $\pm 1$  mm). Una vez contabilizados y manipulados, y una vez finalizada la pesca, los peces fueron liberados en la zona de donde fueron capturados. Para el tramo de estudio se calculó la densidad de individuos por unidad de superficie (individuos por metro cuadrado) de alevines-juveniles de salmón.



Figura 13. Muestreo mediante pesca eléctrica en el río Barxas.

### 2.2.6 Análisis de los datos de la estación de captura y coto de pesca de Frieira

La presa de Frieira está equipada con dispositivos de franqueo en ambos márgenes. El primer dispositivo se instaló en la margen izquierda (figuras 14-15) y se trata de una escala de artesas y una trampa tipo teleférico cuyo fin era capturar los peces al inicio de la rampa y desplazarlos aguas arriba de la presa. Este dispositivo ya no se encuentra operativo en la actualidad. Posteriormente se instaló en la margen derecha una escala de hendiduras verticales en cuyo extremo se acopló un ascensor (véase una descripción de este dispositivo en Travade & Larinier, 1992) para recoger las capturas realizadas y elevarlas hasta la parte superior de la presa. También se instaló una escala específica para ser usada por

las anguilas, pero que tampoco es funcional en la actualidad. Por lo tanto, el único dispositivo de franqueo y captura en funcionamiento actualmente es el ascensor acoplado a la escala de hendiduras verticales. A pesar de ello, su funcionamiento es irregular y carece de operarios especializados (Cobo *et al.*, 2011).



Figura 14. Escala de hendiduras verticales y ascensor situado en la margen derecha de la presa de Frieira.



Figura 15. Dispositivos de franqueo presentes en la presa, ascensor y escala de anguilas (a la izquierda) y teleférico inutilizado (a la derecha).

Podemos realizar aquí un inciso con respecto a la eficacia de capturabilidad de estos dispositivos. En general existen dos tipos de ascensores: con el dispositivo de captura incorporado a la cubeta de elevación y con el dispositivo de concentración mecanizado independiente del de captura. La elección del tipo depende del número de individuos y de las especies susceptibles de usarlo, dado que hay especies que soportan mal el confinamiento (el sábalo, por ejemplo) y precisan de un gran volumen de estabulación. El primer modelo es apropiado para lugares donde el número de peces presentes simultáneamente no exceda algunas decenas de individuos, y donde no existan especies frágiles que corran el riesgo de lesionarse o de estresarse demasiado. En líneas generales, este tipo está perfectamente adaptado a las poblaciones de salmónidos, pero está contraindicado para el sábalo, teniendo en cuenta la fragilidad de la especie y su modo de migración “en picos” (Travade & Larinier, 1992). Sería posible adaptar este tipo de ascensor para el sábalo, pero se precisaría instalar una cámara de estabulación de grandes dimensiones para minimizar el daño a los individuos. Además existen otros requerimientos en cuanto al caudal de agua del efecto llamada, etc. que deben variar también según las especies para que funcione de forma idónea. Por tanto, el diseño del ascensor de la presa de Frieira no es el más adecuado para el sábalo puesto que pertenece al primer tipo, donde el dispositivo de captura está acoplado al mecanismo de elevación (figura 14); además la evacuación de los peces tampoco es la apropiada para el sábalo (véase el dimensionado de las cajas de captura y estabulación en Travade & Larinier, 1992) debido a su fragilidad y susceptibilidad de sufrir daños o estrés. La escala de entrada al dispositivo tampoco es adecuada por presentar una mala situación en el río y una mala gestión del caudal de atracción (efecto llamada). De lo expuesto se infiere que los datos recabados para el sábalo pueden ser muy variables de un año a otro en función de las condiciones hidrológicas del río y de la dinámica poblacional del sábalo y, por tanto, deben ser interpretados con cautela.

En el caso del salmón Atlántico, además de las capturas registradas en la estación de captura también se recabaron datos de capturas registradas en el coto de pesca de salmón existente aguas abajo de la presa de Frieira, que fueron facilitados por la Xunta de Galicia.

## **2.3 Metodología utilizada para estimar el éxito reproductor del sábalo a pie de presa**

Los trabajos realizados para determinar la presencia de salmón Atlántico a pie de presa (dron, ecosonda, buceo, recorridos a pie) estaban igualmente enfocados a la detección de ejemplares de sábalo. Sin embargo, para realizar el recuento de los reproductores de sábalo aguas abajo de la presa de Frieira se recurrió principalmente a la escucha nocturna, ya que es el método utilizado normalmente. La

reproducción del sábalo se realiza por la noche y exhiben un curioso comportamiento en el que los grupos de reproductores nadan hacia la superficie y, a continuación, macho y hembra, medio emergidos y flanco contra flanco, golpean violentamente la superficie del agua con la aleta caudal ejecutando desplazamientos circulares de 1 a 1.2 m de diámetro mientras la fecundación de los huevos se produce gracias al remolino formado (Rameye *et al.*, 1976; Cassou-Leins *et al.*, 2000; Baglinière *et al.*, 2003). Este comportamiento es particularmente ruidoso y produce un sonido característico al que se denomina como “bull”, que proviene del nombre occitano “bouillonnements” (Cassou-Leins & Cassou-Leins, 1990). En Galicia los pescadores del río Ulla emplean el término “arremuiñar” para referirse a este sonido, pero desconocemos si existe otra palabra, gallega o portuguesa, para designarlo en la zona del bajo Miño.

Así, las zonas de desove pueden ser detectadas gracias a ese característico sonido producido durante el acto reproductor, de modo que cada “bull” cuenta como una puesta (Cassou-Leins & Cassou-Leins, 1981) y es posible estimar el número de reproductores contabilizando el número de “bulls”, teniendo en cuenta que: los progenitores solo se reproducen en un frezadero, solo está implicada una hembra en cada “bull”, la relación machos-hembras en un frezadero es de 1:1 y, por último, cada hembra realiza la puesta una media de 7.5 veces. Este valor corresponde a la media de los valores propuestos por Cassou-Leins & Cassou-Leins (1981) y Dartiguelongue (1996).

De acuerdo con la bibliografía, de enero a julio se produce un continuo flujo de reproductores que se desplazan río Miño arriba hasta alcanzar las zonas de freza para desovar, si bien el grueso de la reproducción se concentra entre los meses de junio y julio (Mota, 2014). En vista de estos estudios previos, durante los meses de junio y julio de 2018 se realizaron 10 visitas nocturnas a la zona de pie de presa de Frieira, así como a la zona situada aguas abajo, frente a la desembocadura del río Barxas, a fin de corroborar mediante escuchas la presencia de reproductores en esta zona, verificar si la zona es realmente funcional y saber qué zonas son las más productivas como frezaderos en razón del número de bulls escuchados (a mayor número de bulls mayor productividad).

Durante estas visitas, parte de los investigadores permanecían en las inmediaciones de la presa mientras que otro grupo se situaba en la zona portuguesa de Casais/San Gregorio, sita aguas abajo de la desembocadura del río Barxas, puesto que la presencia de reproductores en esta zona se constata año tras año mediante capturas realizadas por los pescadores deportivos y también durante las campañas de muestreo realizadas por investigadores portugueses (Mota, 2014). De este modo era posible comparar los resultados en las dos localidades y ver si se estaban produciendo bulls en una de ellas, o en ambas. Los muestreos nocturnos se iniciaron hacia las 23:00 h.



## 3 Resultados

### 3.1 Resultados del estudio del éxito reproductor del salmón

#### 3.1.1 Resultados del estudio mediante Dron

A pesar del gran detalle que mostraban las imágenes, en el análisis de los vídeos y fotos realizados durante los vuelos con dron (figuras 16 y 17) no se observaron nidos ni reproductores de *S. salar* en el tramo de estudio. Tampoco se detectaron reproductores de *Alosa alosa* (reconocibles por su gran tamaño y porque normalmente forman cadúmenes de varios ejemplares). No obstante, se detectaron varias zonas con sustrato apropiado para la construcción de nidos de freza que fueron revisadas posteriormente mediante buceo para confirmar la presencia de nidos o juveniles. Estas zonas también fueron objeto de las visitas realizadas para el reconocimiento visual periódico de la zona.

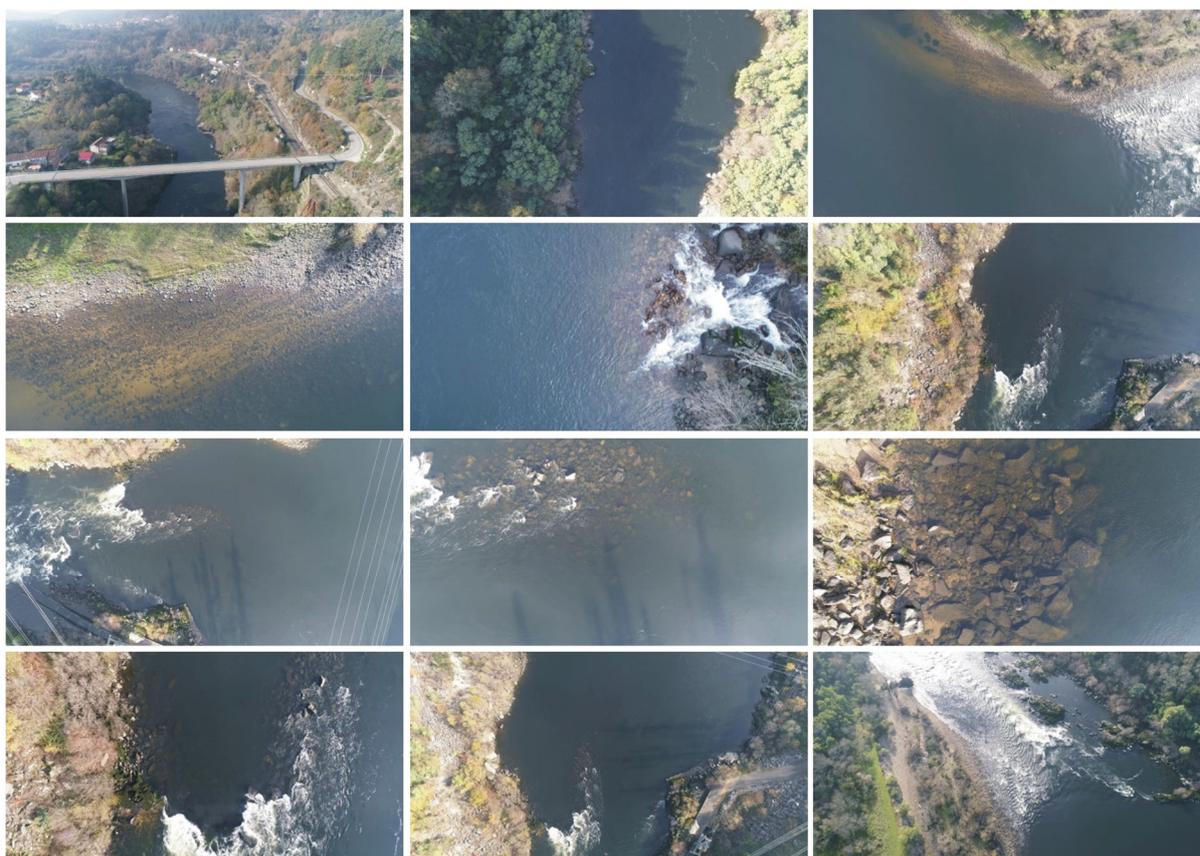


Figura 16. Imágenes captadas durante vuelos realizados con dron en el río Miño aguas abajo de la presa de Frieira.

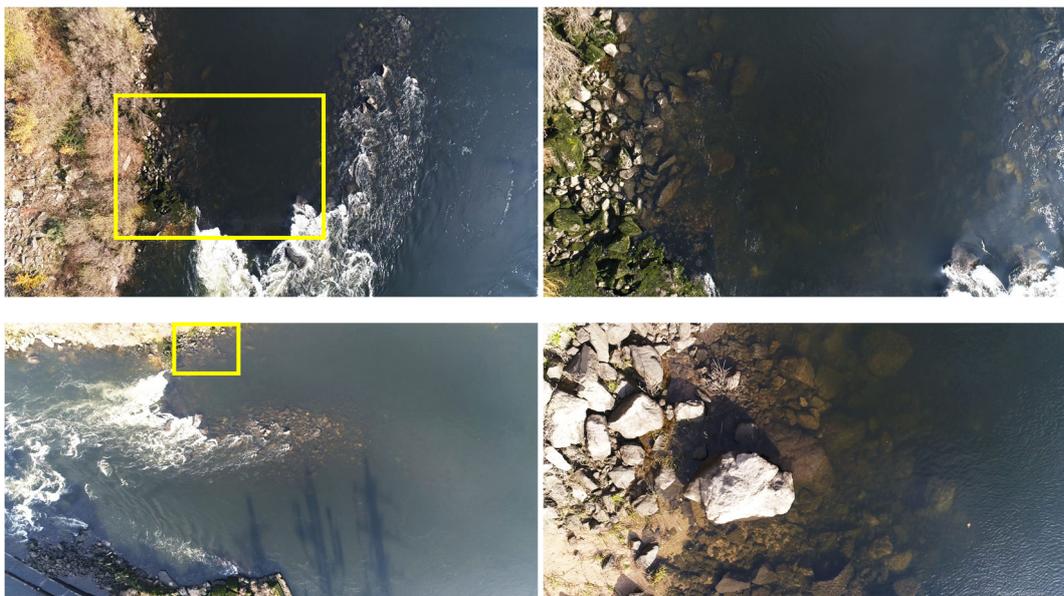


Figura 17. Imágenes de la misma zona tomadas con el dron a distintas distancias para detectar peces o nidos de freza (la imagen derecha corresponde al recuadro amarillo de la izquierda).

Adicionalmente, las imágenes tomadas por el dron también fueron usadas en el video promocional del proyecto.

### 3.1.2 Resultados del estudio de reproductores mediante ecosonda

El estudio mediante ecosonda mostró la presencia de numerosos peces situados a pie de presa o en las zonas laterales, estando prácticamente ausentes en la zona del centro de la corriente de salida de aguas de la presa. No obstante, hemos de tener en cuenta que en esta zona se hace complicada la detección por la cantidad de burbujas presentes en la columna de agua, que distorsiona la lectura de la sonda.

El uso del GPS plotter nos ha permitido, por tanto, detectar grupos de peces, algunos de ellos de entre 30 y 50 cm, aproximadamente. El análisis de las imágenes de la pantalla de la sonda (figura 18) nos permitió distinguir en toda la zona muestreada al menos 11 ejemplares que, por su tamaño, podrían tratarse de salmones, algunos posiblemente en pareja (por ejemplo: parte inferior derecha de la figura 18). Por tanto, podemos afirmar que en la zona se acumulan ejemplares, entre los que parecen encontrarse parejas ya formadas en busca de una zona adecuada para realizar la puesta.

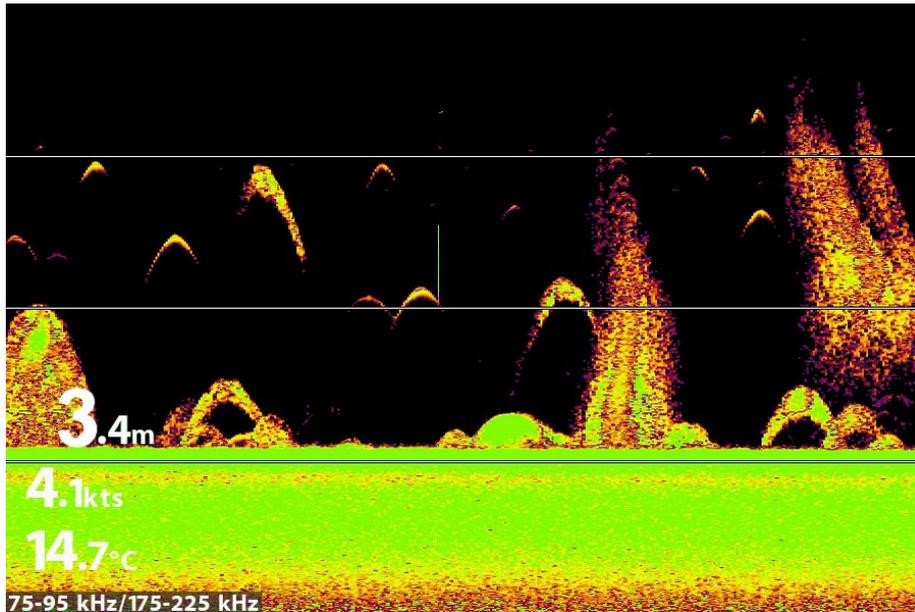


Figura 18. Fotografía de la pantalla de la sonda mostrando unos 16 ejemplares, al menos 5 de ellos de gran tamaño.

### 3.1.3 Resultados del estudio del éxito reproductor mediante buceo

El buceo se realizó tanto a pie de presa como en una zona de la margen izquierda del Miño situada aguas abajo, entre del puente de la carretera OR-412 que se puede observar en la figura 16 y la desembocadura del río Barxas.

Los resultados fueron en todos los casos negativos, pues no se detectaron salmones ni sábalos. No obstante, hemos de destacar que, si bien la empresa que explota el salto limitó el turbinado para poder realizar la inmersión, la visibilidad en la zona era escasa (Figura 19) debido a la elevada turbidez del agua recién aportada desde el embalse. Por tanto, puede que los peces detectasen a los buzos y escapasen, moviéndose a otra zona, antes de que éstos pudiesen detectar la presencia de los peces.

Por otro lado, en la zona explorada entre el puente y la desembocadura del río Barxas se hallaron dos áreas semejantes a un nido de freza típico de *Salmo salar*, aunque no se pudo determinar con seguridad. No obstante, la guardería de la zona tiene constancia de que esa parte del río suele ser usada por los salmones para frezar, de modo que las puestas han llegado a quedar en seco en ocasiones, cuando disminuye el nivel del río de forma acusada porque no se turбина caudal ni se permite la salida de agua por las compuertas de la presa de Frieira.

Tampoco se detectó la presencia de alosas aunque, como se ha comentado, hay que tener en cuenta que la visibilidad en la zona a pie de presa era muy reducida debido a la turbidez del agua.



Figura 19. Muestreo mediante buceo a pie de presa en Frieira y aguas abajo de la misma.

### 3.1.4 Resultados de los reconocimientos visuales periódicos

Se detectó visualmete la presencia de salmones en dos de las visitas realizadas, las correspondientes a los días 11 de febrero y 25 de marzo de 2020; siete la primera vez y once la segunda; entre ellos dos parejas recorriendo la zona de grava cercana a la desembocadura del río Barxas. Existe, por tanto, actividad de los reproductores de salmón en la zona como, por otro lado, también ha constatado la guardería y pescadoers de la zona.

Igualmente se detectó la presencia de un grupo de 7 - 8 sábalos en la zona a pie de presa en una visita realizada el día 8 de junio; fecha que se halla dentro del período reproductor de la especie.

No se detectaron nidos en las visitas realizadas. Sin embargo, y como se comentó anteriormente, la guardería de la zona, así como pescadores locales, indicaron que en años anteriores encontraron nidos de freza de salmón emergidos en una zona de grava situada en la margen izquierda del Miño cercana a la desembocadura del río Barxas (donde fue observada la pareja mencionada anteriormente) durante una fase de aguas bajas motivada por la disminución del turbinado de agua en Frieira.

### 3.1.5 Resultados del estudio del éxito reproductor mediante pesca eléctrica en el río Barxas

Los muestreos mediante pesca eléctrica permitieron evidenciar la presencia de alevines de salmón y, por lo tanto, la existencia de reproducción de esta especie en este río. La densidad de los ejemplares capturados fue de 0.052 individuos/m<sup>2</sup>, siendo la práctica totalidad de los mismos ejemplares de menos de un año de edad (menores de 8 cm, figura 20).

Esto demuestra que el salmón utiliza este río para reproducirse, dato del que no se tenía constancia, y evidencia la importancia de este afluente para la reproducción del salmón. Sería conveniente realizar más

muestreos y estudios en el futuro para conocer mejor la distribución y densidad de ejemplares y hábitat de salmón a lo largo de todo este curso fluvial.

Por otro lado, creemos conveniente incluir una figura de protección de los tramos que se consideren oportunos para garantizar la reproducción y reclutamiento de la especie en este río.

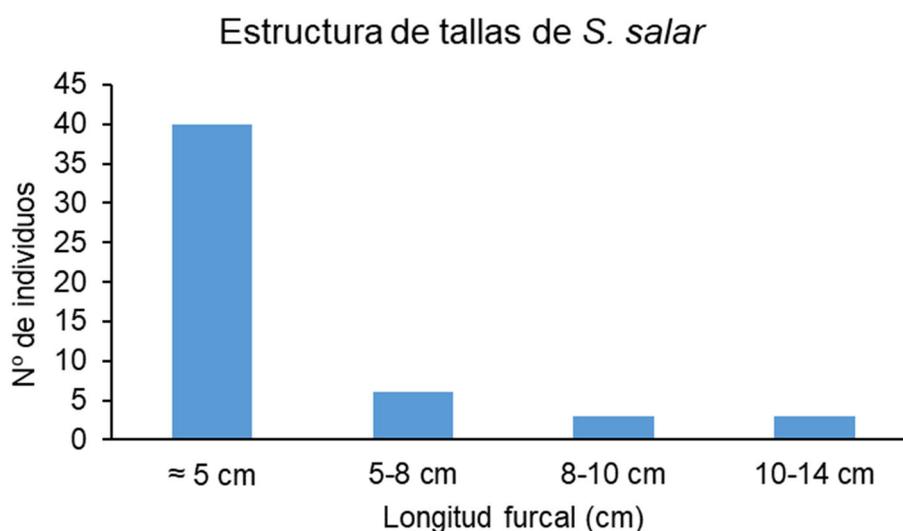


Figura 20. Estructura de tallas de los ejemplares de *S. salar* capturados en el río Barxas.

### 3.1.6 Resultados del estudio del éxito reproductor según datos de la estación de captura de Frieira

La captura de salmones en la estación de captura de Frieira y en el coto de pesca situado aguas abajo de la presa ha sido muy reducida durante los últimos años (tabla 1). El registro de alosas en los dispositivos de captura fue aún más escaso: 12 ejemplares en 2018, 26 en 2019 y 5 en 2020.

Tabla 1. Salmones capturados en la estación de captura de Frieira y en el coto de pesca deportiva situado aguas abajo.

Año	Estación de captura	Coto pesca deportiva
2012	22	2
2013	12	6
2014	2	6
2015	4	8
2016	22	8
2017	4	0
2018	16	5
2019	3	5
2020	18	8

El tamaño de los salmones capturados (longitud furcal media  $\pm$  error típico) fue de  $78 \pm 0.7$  cm (rango: 58-98 cm); y su peso medio fue de  $4247 \pm 118.0$  g (rango: 1456-8100 g). Se trata, por tanto, de ejemplares reproductores de buen tamaño que llegan a pie de presa y no pueden continuar su migración aguas arriba de la misma.

El coeficiente de sexos entre los reproductores (machos/hembras) es de 0.58, por lo que existe un sesgo a favor de las hembras. Además el tamaño de los machos es menor que el de las hembras al tener normalmente menor edad de mar; así todas las hembras capturadas presentan una edad de dos años de mar (2+SW), mientras que entre los machos solo el 35% corresponde a esa edad, mientras que el 65% restante presenta un año de edad marina (1+SW).

De acuerdo con los datos obtenidos tras hacer desovar las hembras capturadas en la piscifactoría de Carballedo para obtener el stock de salmón del río Miño, la fecundidad de las hembras capturadas se ha estimado en 6547.73 huevos/hembra, lo que se halla dentro de los valores considerados normales en nuestras poblaciones.

### 3.2 Resultados del estudio del éxito reproductor del sábalo

El hábitat de reproducción potencial del sábalo abarca todo el río Miño y también en su tramo final aguas abajo de la presa de Frieira, puesto que su presencia en esta zona se constata año tras año mediante las capturas realizadas por los pescadores. No obstante, las zonas de freza características del sábalo se pueden describir de forma esquemática como tramos de río que tienen una zona de sustrato grueso (gravas), delimitados en su parte superior por una zona profunda (pozo) y por una zona de poca profundidad con corriente rápida en la parte inferior (Cassou-Leins & Cassou-Leins, 1981; Boisneau *et al.*, 1990; Taverny, 1991; Sabatié, 1993; Baglinière *et al.*, 2003), por los datos obtenidos por la ecosonda y las inmersiones realizadas a pie de presa mostraron que no se trataba de una zona apropiada para el desove de la especie, si bien al no poder continuar el remonte podría ser que se utilizase como zona de freza forzada a pesar de no presentar las características adecuadas.

Sin embargo, los resultados de las escuchas nocturnas realizadas no fueron positivos a pie de presa, donde durante el presente estudio no se detectó actividad, y aunque se advirtieron algunos movimientos bajo la superficie del agua, no se llegaron a oír “bulls” con nitidez. Por el contrario, si se detectaron bulls en la zona de San Gregorio (Tabla 2), por lo que seguramente las características hidrodinámicas de la zona a pie de presa no sean las idóneas para que esta especie lleve a cabo su comportamiento reproductor, de

modo que tras cerciorarse de que han alcanzado un obstáculo no remontable los reproductores buscan aguas abajo una zona profunda e hidrodinámicamente compatible para realizar la freza.

Tabla 2. Actividad horaria (GMT+1, +1 h en horario de verano) de la reproducción de las alosas en el río Miño (San Gregorio, Portugal). Los datos corresponden al número de “bulls” escuchados entre el 4 de junio y el 30 de julio de 2018.

Hora	04/06	08/06	21/06	22/06	02/07	05/06	10/07	12/07	26/07	30/07
23:00 - 00:00	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0
00:00 - 01:00	1	3	4	0	3	0	0	0	2	0
01:00 - 02:00	20	17	13	18	21	24	13	12	17	7
02:00 - 03:00	24	80	41	53	38	47	59	42	38	41
03:00 - 04:00	51	102	37	60	87	61	26	65	55	67
04:00 - 05:00	11	15	22	12	14	3	7	19	21	7
05:00 - 06:00	0	2	1	4	0	1	0	2	1	2
Total bulls	109	219	118	147	165	136	105	140	134	124

Así en la zona de freza de San Gregorio y durante los días de muestreo dedicados a esta actividad y entre las 23:00 h y las 06:00 h se detectaron  $139.7 \pm 33.15$  bulls/noche (media $\pm$ SD), principalmente entre las dos y las cuatro de la madrugada. Por tanto, esta actividad contrasta sobremanera con la nula actividad detectada a pie de presa de Frieira, lo que indica que la especie prefiere zonas situadas aguas abajo de la presa, probablemente por las razones indicadas más arriba.

Aunque todo indica que se trata de frezas de sábalo (*Alosa alosa*) es probable que un porcentaje de las mismas no correspondan a la saboga (*Alosa fallax*), ya que ambas especies conviven en el río Miño y utilizan los mismos frezaderos durante prácticamente las mismas épocas, motivo por el que en otros estudios realizados en la zona se han detectado ejemplares híbridos de ambas especies, como ya quedó dicho anteriormente. No obstante, el muestreo realizado durante el proyecto confirma que no se está utilizando la zona situada a pie de presa como frezadero, mientras que en zonas situadas aguas abajo si se produce la freza de estas especies.

### 3.3 Difusión de los resultados del estudio

En la Acción 3 de la Actividad 3 del proyecto se incluía, además de la realización del estudio, su difusión entre aquellas entidades que pudiesen estar interesadas en la conservación de las poblaciones del salmón atlántico y del sábalo afectadas por el obstáculo que supone la presa del embalse de Frieira en sus migraciones reproductoras.

A este respecto, y debido a las limitaciones impuestas por la pandemia de la COVID-19, finalmente se optó por realizar una difusión no presencial a finales de 2020 mediante el envío de este documento en formato pdf por correo electrónico a las entidades o grupos de interés. Para ello se seleccionaron cuatro grupos de destinatarios de ambos países: gestores, Administración, asociaciones de pescadores y grupos ecologistas. Finalmente se realizó el envío a 21 entidades.

1. Capitania do Porto de Caminha
2. Comandancia Naval del Miño
3. Agência Portuguesa do Ambiente
4. Presidente da Câmara Municipal Melgaço
5. Consellería de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia
6. Concellería de Medio ambiente del Concello de Padrenda
7. Associação pescadores da Ribeira Minho
8. Associação pesca Lúdica de Melgaço
9. Club Gallaecia Pesca a mosca
10. Asociación de pescadores do río Miño
11. Asociación galega de sociedades de pesca (AGSP)
12. Artesáns da Pesca
13. Federación Galega de Pesca
14. Asociación galega de pesca fluvial
15. Asociación de pesca Reo Miño de Tui
16. Asociación Galega pola defensa da pesca Recreativa
17. AGAIA: Asociación galega de Investigadores da Auga
18. AEMS Rios con vida
19. ADEGA - Proxecto Rios
20. ANABAM - Asociación Naturalista “Baixo Miño”
21. Asociación galega de custodia do territorio

## 4 Consideraciones finales

La presencia de grandes presas disminuye de forma significativa el hábitat disponible para las especies migradoras como el sábalo y el salmón (Limburg & Waldman, 2009; Araújo *et al.*, 2016). De hecho, la superficie disponible en la actualidad para las especies migradoras diádromas en la cuenca del Miño corresponde a un 28% de la superficie original, debido a la presencia de la presa de Frieira, que situada a 76 km de la desembocadura impide totalmente el remonte de estas especies. Como consecuencia las especies migradoras, no pueden acceder a la mayor parte de las zonas de freza originalmente disponibles y se ven forzadas en muchos casos a frezar en zonas subóptimas.

Además, la explotación hidroeléctrica modifica significativamente el régimen de caudales, con sucesión de períodos de aguas bajas y altas en lapsos cortos de tiempo, incluso de horas, que alteran el funcionamiento del ecosistema fluvial (García-Jalón *et al.*, 1993; Bagliniere *et al.*, 2003). Como ejemplo cabe mencionar la detección, por parte de la guardería ambiental del río Miño, de puestas de salmón en seco en tramos situados aguas abajo de la presa de Frieira, durante períodos con variaciones de caudal elevadas.

La presencia de la presa también causa la interrupción del caudal sólido del río, que queda retenido en el vaso del embalse (Syvitski *et al.*, 2005). Esto provoca un rejuvenecimiento artificial del cauce aguas abajo y una reducción en la cantidad y calidad de las zonas de freza disponibles. Por último, el agua liberada por el embalse también es de peor calidad desde el punto de vista fisicoquímico.

En consecuencia, la presencia de la presa de Frieira no solo reduce de forma significativa la superficie de hábitat disponible para el sábalo y el salmón en la cuenca del río Miño por tratarse de una barrera infranqueable, sino que el hábitat disponible es de peor calidad, lo que origina una reducción adicional del reclutamiento de estas especies. En consonancia con lo anterior, el reducido número de capturas registradas en la estación de captura de Frieira y en el coto de pesca deportiva situado aguas abajo, junto con la ausencia de nidos de salmón en este tramo sugiere una baja relevancia de esta área para la reproducción de las especies de estudio en la actualidad.

Junto a la degradación del hábitat de reproducción también se produce, en el caso de las especies del género *Alosa* (*Alosa alosa* y *A. fallax*), el solapamiento de las zonas de freza, que da lugar a la aparición de híbridos (Baglinière *et al.*, 2003). En ausencia de presas, *Alosa alosa* suele reproducirse en tramos más alejados de la desembocadura, mientras que *A. fallax* suele hacerlo en tramos bajos. Sin embargo, en la

actualidad en el río Miño esta segregación espacial no se produce debido a la presencia de la presa de Frieira, lo que obliga a ambas especies a compartir las mismas zonas adecuadas para la freza existentes aguas abajo de la presa.

Así, la hibridación entre ambas especies en el Miño es un hecho constatado (Mota, 2014) y puede ser perjudicial para ambas especies, poniendo en peligro su integridad genética por introgresión o por pérdida de riqueza genética (Carstairs, 2000; Bagliniere *et al.*, 2003). La existencia de estos híbridos, que parecen ser fértiles y que presentan características morfométricas, merísticas y biométricas intermedias entre las dos especies, se verificó mediante estudios genéticos (Alexandrino & Boisneau, 2000; Mota, 2014; Nachón *et al.*, 2016). Actualmente este fenómeno no representa una amenaza para el estado de conservación de las dos especies de *Alosa* en el río Miño, ya que el porcentaje de híbridos es bajo (3.6% de los adultos según Mota, 2014); sin embargo, esto podría cambiar en el futuro, dependiendo de diversas condiciones como un descenso de la población, precocidad o severidad de épocas de estiaje, etc. (Cobo *et al.*, 2011). La presencia de la presa supone, por tanto, una amenaza para el futuro de estas poblaciones.

Asimismo, es preciso promover medidas de protección y conservación del hábitat de freza del sábalo, prestando especial atención a la calidad del agua en estas zonas y a la situación de las mismas, ya que juegan un papel importante en la existencia de hibridación introgresiva entre las dos especies del Atlántico Este (Baglinière *et al.*, 2003).

Por otro lado, para incrementar el éxito reproductor del salmón y el sábalo en los tramos situados aguas abajo de Frieira es recomendable que se reduzcan, en la medida de lo posible, las alteraciones de caudal durante la época de reproducción de ambas especies, así como durante el período de eclosión de los alevines. Por ello, es deseable que las variaciones de caudal sean más moderadas, evitando alteraciones bruscas y acercándose más a las variaciones que se producirían en condiciones naturales.

En lo que se refiere al río Barxas los resultados obtenidos evidencian la importancia de este afluente para la reproducción del salmón. Por ello, se recomienda la realización de más estudios para conocer la distribución y densidad de ejemplares y hábitat de salmón a lo largo de todo este curso fluvial, además de la protección de los tramos que se considere oportunos para garantizar la reproducción y reclutamiento de la especie.

## 5 Bibliografía

- Alexandrino P, Boisneau P. 2000. Diversité génétique. *En*: Baglinière JL & Elie P (Eds.), *Les aloses (Alosa alosa et Alosa fallax spp.)*, Écobiologie et variabilité des populations: 179-196. CEMAGREF-INRA Editions, Paris.
- Antunes C, Cobo F, Araújo MJ. 2015. Iberian inland fisheries. *En* *Freshwater Fisheries Ecology*, Craig JF (ed). John Wiley & Sons, Ltd.: Chichester; 268–282.
- Araújo MJ. 2011. Ecologia e composição nutricional da lampreia-marinha (*Petromyzon marinus*, L.) no rio Minho Internacional. Universidade de Porto.
- Araújo MJ, Silva S, Stratoudakis Y, Gonçalves M, Lopez R, Carneiro M, Martins R, Cobo F, Antunes C. 2016. Sea lamprey fisheries in the Iberian Peninsula. *En* *Jawless Fishes of the World*, Orlov A, Beamish R (eds). Cambridge Scholars Publishing: Newcastle upon Tyne; 115–148.
- Bagliniere J-L, Sabatié MR, Rochard E, Alexandrino P, Aprahamian MW. 2003. The Allis Shad *Alosa alosa*: biology, ecology, range, and status of populations. *American Fisheries Society Symposium*. 35: 85-102.
- Carstairs M. 2000. *The ecology and conservation of Allis and Twaite Shad*. *British Wildlife*. 11: 159-166.
- Cassou-Leins F & Cassou-Leins JJ 1981. *Recherches sur la biologie et l'halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l'Alose, Alosa alosa L.* Thèse Doctorat. Institut National Polytechnique. Toulouse, Francia.
- Cassou-Leins F & Cassou-Leins JJ. 1990. *La frayère d'Alose feinte (Alosa fallax) de Tartifume. Étude du milieu et de la reproduction*. ENSA Toulouse-Lycée Agricole Montauban.
- Cassou-Leins JJ, Cassou-Leins F, Boisneau P & Bagliniere JL. 2000. La reproduction. *In*: Baglinière, J. L. & Elie, P. (Eds.), *Les aloses (Alosa alosa et Alosa fallax spp.)*. Écobiologie et variabilité des populations: 73-92. CEMAGREF-INRA Editions, Paris.
- Close D, Fitzpatrick MS, Li HW. 2002. The ecological and cultural importance of a species at risk of extinction, Pacific lamprey. *Fisheries* 27: 19–25.
- Cobo F, Sánchez-Hernández J, Vieira-Lanero R, Servia M, Barca S, Couto-Mendoza M, Rivas S, Nachón D, Silva S, Morquecho C, et al. 2011. Conservación da poboación de sábalos no río Miño. Informe Interreg VII, Santiago do Compostela.

- Cobo F, Sánchez J, Vieira-Lanero R, Servia MJ, Silva S, Nachón D, Barca S, Gómez P, Morquecho C, Lago L, et al. 2012. Documento Marco de Gestión y Conservación de las Especies de Peces Migradores del Espacio SUDOE. Ríos de Galicia. Fundación Centro de Estudos Eurorrexionais Galicia-Norte de Portugal: Santiago de Compostela.
- Dartiguelongue J. 1996. — Contrôle du fonctionnement de l'ascenseur à poissons de Tuilière en 1995 - suivi de l'activité ichthyologique. Rapport Association Migrateurs Garonne-Dordogne (MI.GA.DO).
- Dekker W. 2003. Did lack of spawners cause the collapse of the European eel, *Anguilla anguilla*? *Fisheries Management and Ecology* 10: 365–376.
- García-Jalón D, Mayo M, Hervella F, Barceló E, Fernández T. 1993. *Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales*. Mundi-Prensa Libros S. A: Madrid.
- Lassalle G, Béguer M, Beaulaton L, Rochard E. 2008. Diadromous fish conservation plans need to consider global warming issues: An approach using biogeographical models. *Biological Conservation* 141: 1105–1118.
- Limburg KE, Waldman JR. 2009. Dramatic declines in north atlantic diadromous fishes. *BioScience* 59: 955–965.
- Mota M. 2014. Biology and Ecology of the Allis shad, *Alosa alosa* (Linnaeus, 1758), in the Minho River. Universidade de Porto.
- Mota M, Sousa R, Bio A, Araújo J, Braga C, Antunes C. 2014. Seasonal changes in fish assemblages in the River Minho tidal freshwater wetlands, NW of the Iberian Peninsula. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* 50: 185–198.
- Mota M, Rochard E, Antunes C. 2016. Status of the diadromous fish of the Iberian Peninsula: past, present and trends. *Limnetica* 35: 1–18.
- Nachón DJ, Mota M, Antunes C, Servia MJ, Cobo F. 2016. Marine and continental distribution and dynamic of the early spawning migration of twaite shad (*Alosa fallax* (Lacépède, 1803)) and allis shad (*Alosa alosa* (Linnaeus, 1758)) in the north-west of the Iberian Peninsula. *Marine and Freshwater Research* 67: 1229–1240.
- Rameye L, Kiener A, Spillman CP & Biousse J. 1976. Aspects de la biologie de l'Alose du Rhone-Pêche et difficultés croissantes de ses migrations. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 263: 50-76.

- Río-Barja FJ, Rodríguez-Lestegás F. 1992. *Os Ríos Galegos. Morfoloxía e Réxime*. Consello da Cultura Galega, Ponencia de Patrimonio Natural: Santiago de Compostela.
- Silva S, Vieira-Lanero R, Barca S, Cobo F. 2016. Densities and biomass of larval sea lamprey populations (*Petromyzon marinus* Linnaeus, 1758) in north-western Spain and data comparisons with other European regions. *Marine and Freshwater Research* 68: 116–122.
- Syvitski JPM, Vörösmarty CJ, Kettner AJ, Green P. 2005. Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal ocean. *Science*.
- Travade F, Larinier M. 1992. Les techniques de contrôle des passes à poissons. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*. 326-327: 151-164.



**Interreg**  
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional



UNIÓN EUROPEA

  
**MIGRA**miño  
minho

[www.migraminho.com](http://www.migraminho.com)



AGÊNCIA  
PORTUGUESA  
DO AMBIENTE



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL MIÑO-SIL, O.A.



XUNTA  
DE GALICIA



CERQUEIRA  
VILA DAS ARTES



ciimar  
Centro Interdisciplinar  
de Investigación  
Marinha e Ambiental



ICNF  
Instituto da Conservação  
da Natureza e das Florestas



USC  
UNIVERSIDADE  
DE SANTIAGO  
DE COMPOSTELA