



---

## ESTUDIO DE LA FAUNA ICTIOLÓGICA EN LAGOS DE ALTA MONTAÑA ARAGONESES – INFORME FINAL

---





---

## ESTUDIO DE LA FAUNA ICTIOLÓGICA EN LAGOS DE ALTA MONTAÑA ARAGONESES

---

**PROMOTOR:**

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



**SERVICIO:**

ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS

**DIRECCIÓN DEL PROYECTO:**

María José Rodríguez Pérez

Vicente Sancho-Tello Valls

**EMPRESA CONSULTORA:**

Sorelló, estudis al medi aquatic, S.L.



**EQUIPO DE TRABAJO:** Quim Pou i Rovira, Eloi Cruset Tonietti, Andreu Porcar Roman, Guillem Llenas Turet, Andoni Bilbao López, Blanca Font Vinyes

**PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:**

17.620,00 Euros

**CONTENIDO:**

MEMORIA/ANEJOS/CARTOGRAFÍA/CD

**AÑO DE EJECUCIÓN:**

2021

**FECHA ENTREGA:**

JUNIO 2022



#### REFERENCIA IMÁGENES PORTA

Superior. Vista panorámica del lago de Urdiceto: Sorelló.

Inferior. Ejemplar de trucha común: Sorelló.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (AÑO). Estudio de la fauna ictiológica en lagos de alta montaña aragoneses – Informe final. 2021, 36 pp. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.





## ESTUDIO DE LA FAUNA ICTIOLÓGICA EN LAGOS DE ALTA MONTAÑA ARAGONESES

---

Los lagos de alta montaña de los Pirineos están aislados de los ríos de los valles principales por barreras hidrográficas que han impedido una colonización natural por parte de los peces. Dos de las especies más difundidas en los lagos de alta montaña pirenaicos son la trucha común (*Salmo trutta*) y el piscardado (*Phoxinus sp.*). Los efectos de la introducción de peces en lagos originalmente libres de ictiofauna van desde la eliminación de otras especies de fauna, tanto de invertebrados como de vertebrados, hasta cambios radicales en la estructura y la dinámica del ecosistema lacustre. Existen pocos precedentes de evaluación poblacional del poblamiento íctico de estos sistemas. Para este estudio, se han diseñado y ejecutado muestreos estandarizados de las poblaciones de peces en una selección de siete lagos, por un lado, mediante redes y nasas, y técnicas hidroacústicas. Complementariamente, se ha obtenido batimetrías de tres de estos lagos.

## STUDY OF THE ICHTHIOLOGICAL FAUNA IN ARAGONESE HIGH MOUNTAIN LAKES

---

The high mountain lakes of the Pyrenees are isolated from the rivers of the main valleys by hydrographic barriers that have prevented natural colonization by fish. Two of the most widespread species in the Pyrenean high mountain lakes are the brown trout (*Salmo trutta*) and the minnow (*Phoxinus sp.*). The effects of the introduction of fish in lakes originally free of ichthyofauna range from the elimination of other species of fauna, both invertebrates and vertebrates, to radical changes in the structure and dynamics of the lake ecosystem. There are few precedents for fish population evaluation on these systems. For this study, standardized sampling of fish populations in a selection of seven lakes has been designed and then carried out, on the one hand, using nets and traps, and hydroacoustic techniques. In addition, bathymetry has been obtained from three of these lakes.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

---

<b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
<b>2. ZONA DE ESTUDIO</b> .....	<b>9</b>
<b>3. MÉTODOS</b> .....	<b>11</b>
3.1. <i>TÉCNICAS HIDROACÚSTICAS</i> .....	11
3.2. <i>MUESTREOS DE PECES</i> .....	12
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>14</b>
4.1. <i>BATIMETRÍAS</i> .....	14
4.2. <i>FAUNA ICTIOLÓGICA</i> .....	18
4.2.1. <i>Muestreos con captura</i> .....	18
4.2.2. <i>Muestreos con ecosonda</i> .....	30
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>31</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>32</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1. Lista y características de los lagos incluidos en este estudio .....	13
Tabla 2. Caracterización morfológica del lecho de tres lagos mediante ecosondación .....	18
Tabla 3. Especies detectadas, por massa de agua .....	23
Tabla 4. Densidad relativa y biomasa relativa de la trucha, por técnica de captura y masa de agua .....	25
Tabla 5. Densidad relativa y biomasa relativa del pascardo, por técnica de captura y masa de agua .....	26
Tabla 6. Abundancia de peces estimada mediante ecosondación en tres de los lagos de estudio .....	33

---



## ÍNDICE FIGURAS

---

Figura 1. Imágenes de los siete lagos que comprenden la zona de estudio .....	14
Figura 2. Modelo de ecosonda utilizado en este estudio .....	15
Figura 3. Técnicas de captura de peces seleccionadas para este estudio .....	17
Figura 4. Perfil batimétrico del Ibón de Cao, obtenido mediante ecosondación .....	19
Figura 5. Perfil batimétrico del Ibón de Bagüña, obtenido mediante ecosondación .....	20
Figura 6. Perfil batimétrico del Estany Gran de Anglios, obtenido mediante ecosondación .....	21
Figura 7. Especies ícticas detectadas .....	22
Figura 8. Densidad relativa y biomasa relativa por especie y masa de agua por trampa.....	27
Figura 9. Densidad relativa y biomasa relativa por especie y masa de agua por red.....	28
Figura 10. Relación entre densidad relativa y biomasa relativa de pascardo y trucha (redes).....	29
Figura 11. Relación entre densidad relativa y biomasa relativa de pascardo y trucha (trampas-redes) ....	30
Figura 12. Estructuras de tallas globales de la trucha .....	31
Figura 13. Estructuras de tallas globales del pascardo.....	32



## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los lagos de alta montaña de los Pirineos están aislados de los ríos de los valles principales por barreras hidrográficas que han impedido una colonización natural por parte de los peces. A pesar de esto, sobre todo durante el siglo XX, en relación con la práctica de la pesca deportiva, se han ido efectuando introducciones de peces, hasta el punto de que actualmente muchos lagos mantienen poblamientos ícticos estables (Miró, 2011). Las dos especies más difundidas en los lagos de alta montaña pirenaicos son la trucha común (*Salmo trutta*) y el piscardio (*Phoxinus* sp.). Actualmente, entre el 35 % y el 85 % de los lagos de los Pirineos están ocupados por peces, dependiendo del valle (Miró i Ventura, 2013; 2015). Parece claro que la motivación para la introducción de salmónidos ha sido siempre su valor como especies objetivo de la pesca tradicional (antes) y deportiva (en tiempos modernos). En cambio, en el caso del piscardio, su introducción se inició más tarde, probablemente a partir de los años 70, cuando se extendió su uso como cebo vivo y pez forraje.

Los efectos de la introducción de peces en lagos alpinos originalmente libres de ictiofauna van desde la eliminación de otras especies de fauna, tanto de invertebrados como de vertebrados, hasta cambios radicales en la estructura y la dinámica del ecosistema lacustre, llegando a afectar al estado ecológico, o a la calidad y el aspecto visual del agua (Buchaca *et al.*, 2019; Knapp, 2005; Knapp *et al.*, 2015; Maxwell *et al.*, 2011; Miró *et al.*, 2018; Ventura *et al.*, 2017).

Sin embargo, existen pocos precedentes de estudio y evaluación poblacional del poblamiento íctico de estos sistemas lacustres de alta montaña, especialmente en la vertiente sur de los Pirineos. El presente estudio se enmarca en este contexto, asumiendo los siguientes objetivos e hitos:

- A. Análisis de la información previa y diseño de muestreos estandarizados de las poblaciones de peces en una selección de lagos
- B. Ejecución de los muestreos con redes y nasas, técnicas hidroacústicas, y complementariamente realización de batimetrías en algunos de los lagos
- C. Obtención de estimaciones de densidad y biomasa de cada especie íctica detectada, por masa de agua.



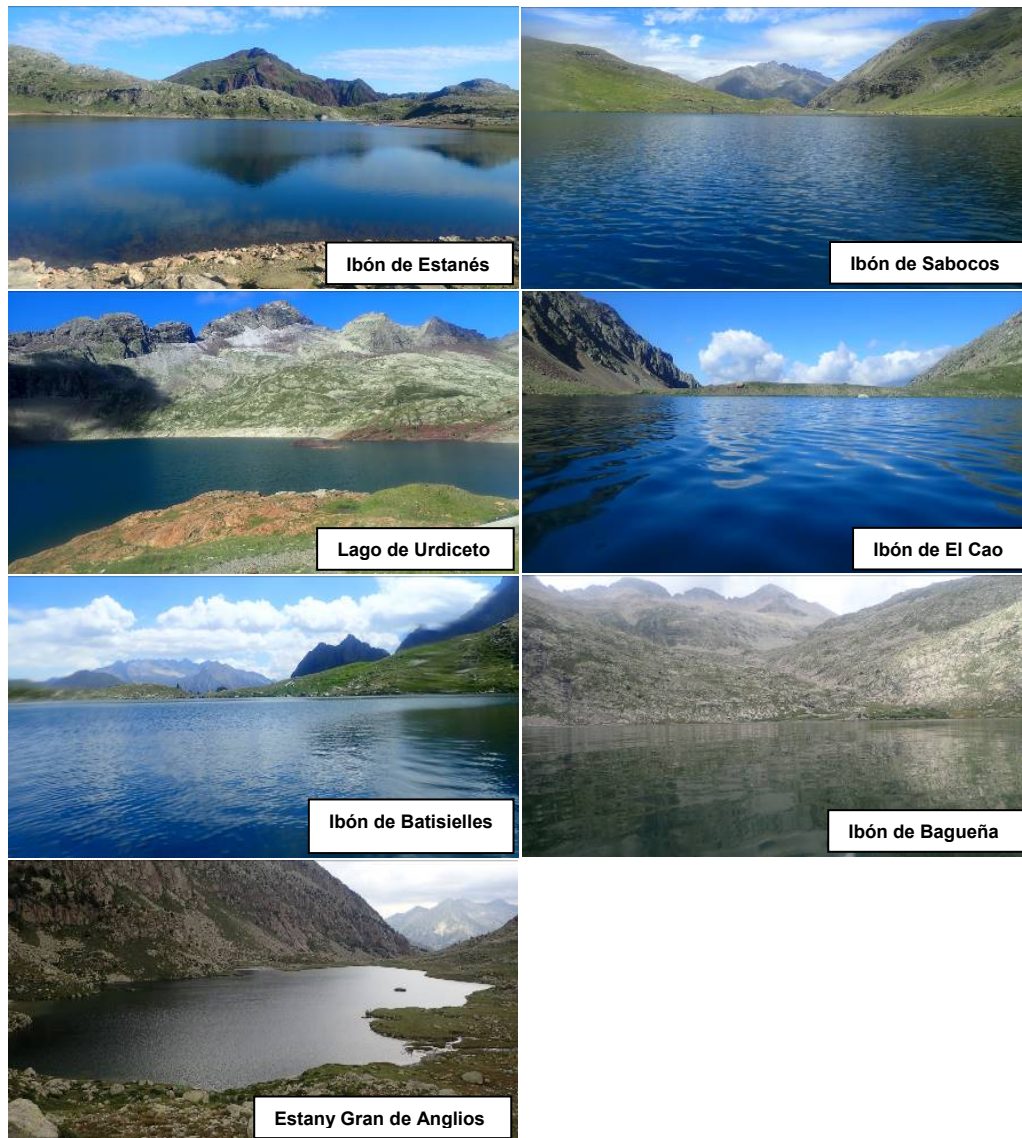


## 2. ZONA DE ESTUDIO

El ámbito de estudio se circunscribe a una selección de siete lagos de alta montaña del Pirineo aragonés, situados por lo tanto todos ellos en la cuenca del Ebro (Tabla 1 y Figura 1).

**Tabla 1.** Lagos incluidos en este estudio.

Código	Nombre	Cuenca	Longitud	Latitud	Superficie (ha)	Altitud (msnm)
MAS1001	Lago de Urdiceto	Cinca	0,2803761	42,6652222	30,21	2.360
MAS7240	Ibón Grande de Batisielles	Ésera	0,4263568	42,616703	5,50	2.212
MAS7674	Ibón de Estanés	Aragón	-0,5905123	42,7996521	27,7	1.755
MAS7680	Ibón de Sabocos	Gállego	-0,2574213	42,6925964	9,51	1.890
MAS7683	Estany Gran de Anglios	Noguera Ribagorzana	0,7116396	42,5918541	5,99	2.209
MAS7685	Ibón de El Cao	Cinca	0,2746554	42,653244	7,67	2.314
MAS7688	Ibón de Bagüeña	Ésera	0,4972581	42,6513176	3,29	2.462



**Figura 1.** Selección de imágenes de los siete lagos que comprenden la zona de estudio. Fotos: Sorelló.



### 3. MÉTODOS

#### 3.1. TÉCNICAS HIDROACÚSTICAS

Se ha optado por el uso de una ecosonda ligera, modelo *Lowrance Elite T2* (Figura 3), para obtener una batimetría precisa del perfil del lecho lacustre de tres de los lagos seleccionados: Ibón del Cao (MAS 7685), Ibón de Bagüena (MAS 7688), y Estany Gran de Anglios (MAS 7683).

La realización de las batimetrías presenta dos fases: primero el muestreo de campo y, en segundo lugar, la elaboración de la cartografía del perfil del fondo obtenido. En cuanto al muestreo de campo, se ha hecho usando una embarcación ligera a remo. Se han realizado transectos a lo largo y ancho de la superficie del lago hasta obtener un “peinado” aproximadamente uniforme, sin dejar grandes espacios sin cubrir, es decir procurando no espaciar los transectos más de 50 m entre sí, con el fin de obtener un resultado preciso. Posteriormente, la batimetría final se ha obtenido mediante un software específico suministrado por la marca comercial del aparato utilizado.

Por otra parte, esta técnica también permite evaluar la densidad de peces, sin distinción de especies, de acuerdo con el protocolo aplicado recientemente en muestreos similares de otros sistemas lénticos (Aparicio *et al.* 2018).



**Figura 2.** Modelo de ecosonda utilizado en este estudio. Foto: Sorelló.



### 3.2. MUESTREOS DE PECES

En cuanto al muestreo directo de las poblaciones de peces mediante el uso de técnicas de captura científica, se ha recurrido al uso complementario de dos técnicas de tipo pasivo, redes de tipo agalladera multimalla y trampas de tipo nasa fluvial (Figura 3).

Se descarta el uso de la pesca eléctrica por su baja eficacia en lagos de alta montaña de muy baja conductividad. De hecho, aunque su uso puede resultar localmente eficaz en algunos proyectos intensivos de gestión de poblaciones ícticas en alta montaña, esta baja efectividad unido a una muy alta variabilidad en su rendimiento desaconsejan su uso para muestreos estándares en este tipo de sistemas.

Las redes multimalla utilizadas son de nilón translúcido. Se trata del modelo estandarizado para muestreos en sistemas lénticos europeos (CEN 14757, 2005). La secuencia de mallas de estas redes multimalla es la siguiente: 5, 6, 8, 10, 12.5, 15.5, 19.5, 24, 29, 35, 43 y 55 mm. La altura de las redes es de 1,5m y su longitud total de 30m. En cada lago se han colocado cuatro redes a distintas profundidades, y distribuidas aproximadamente al azar.

En cuanto a las trampas, se ha usado un modelo plegable de tipo nasa fluvial con vela frontal, con dos muertes o embudos internos, de malla pequeña (4 mm), y sin colocación de ningún cebo. La longitud total de estas trampas es de 3 m aproximadamente, y la altura en la boca de entrada es de 40 cm. Estas trampas solamente son de utilidad para su colocación en el litoral de los lagos, resultando especialmente indicadas para la captura de pequeños peces como el piscardo. En cada lago se han instalado entre cuatro y seis trampas.

Para ambas técnicas pasivas usadas, se han dejado las unidades caladas o instaladas en cada lago durante unas 24 horas. El resultado de los muestreos con redes y trampas se expresan con las siguientes unidades:

	Capturas	Biomasa
Trampas	Ind. / Trampa · Día	Kg / Trampa · Día
Redes	Ind. / Red · Día	Kg / Red · Día

Se trata, por lo tanto, de estimaciones de densidad relativa (Capturas por Unidad de Esfuerzo, CPUE) o de biomasa relativa (Biomasa por Unidad de Esfuerzo, BPUE).



**Figura 3.** Imágenes del uso de las dos técnicas de captura de peces seleccionadas para este estudio, redes multimalla y trampas. Fotos: Sorelló.



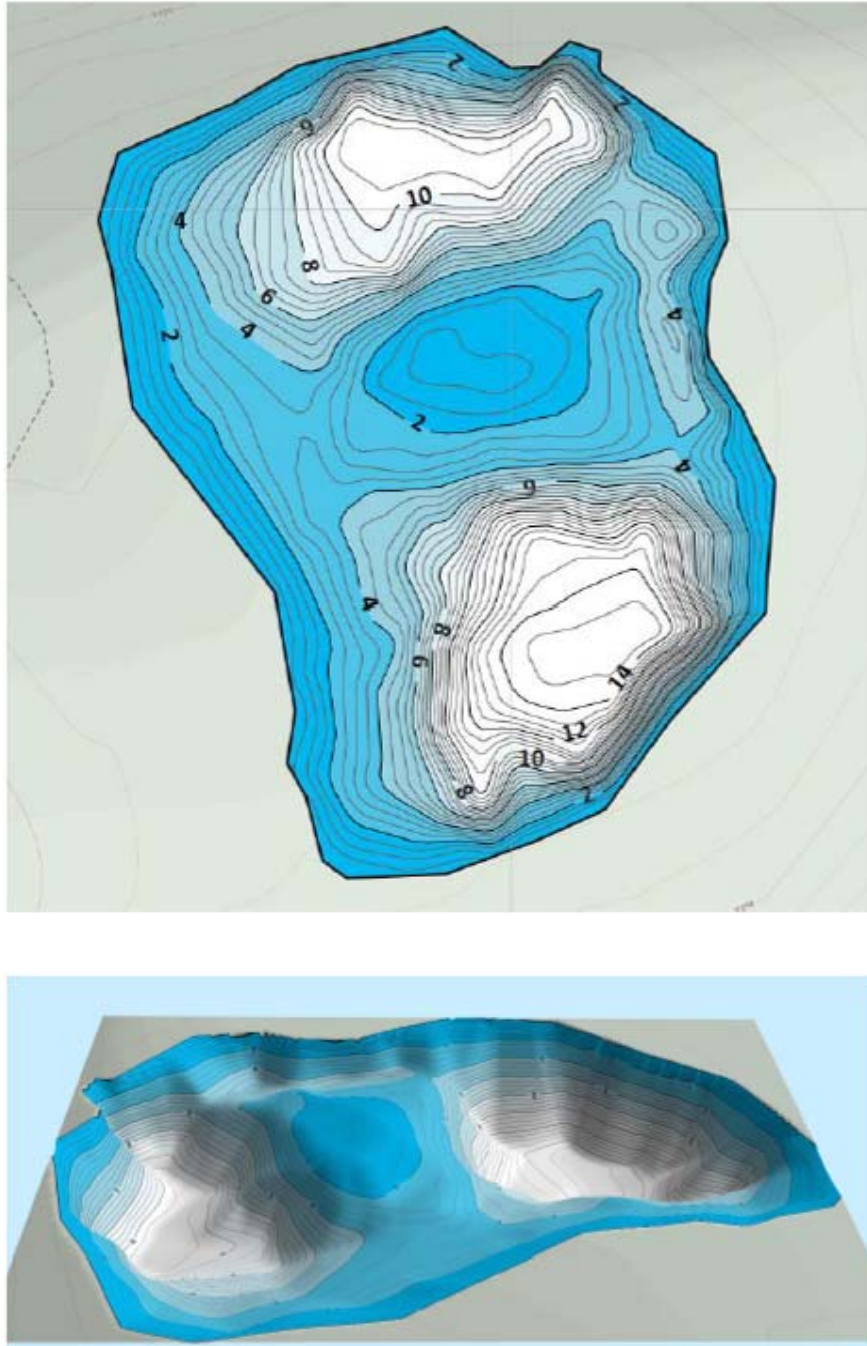
## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. BATIMETRÍAS

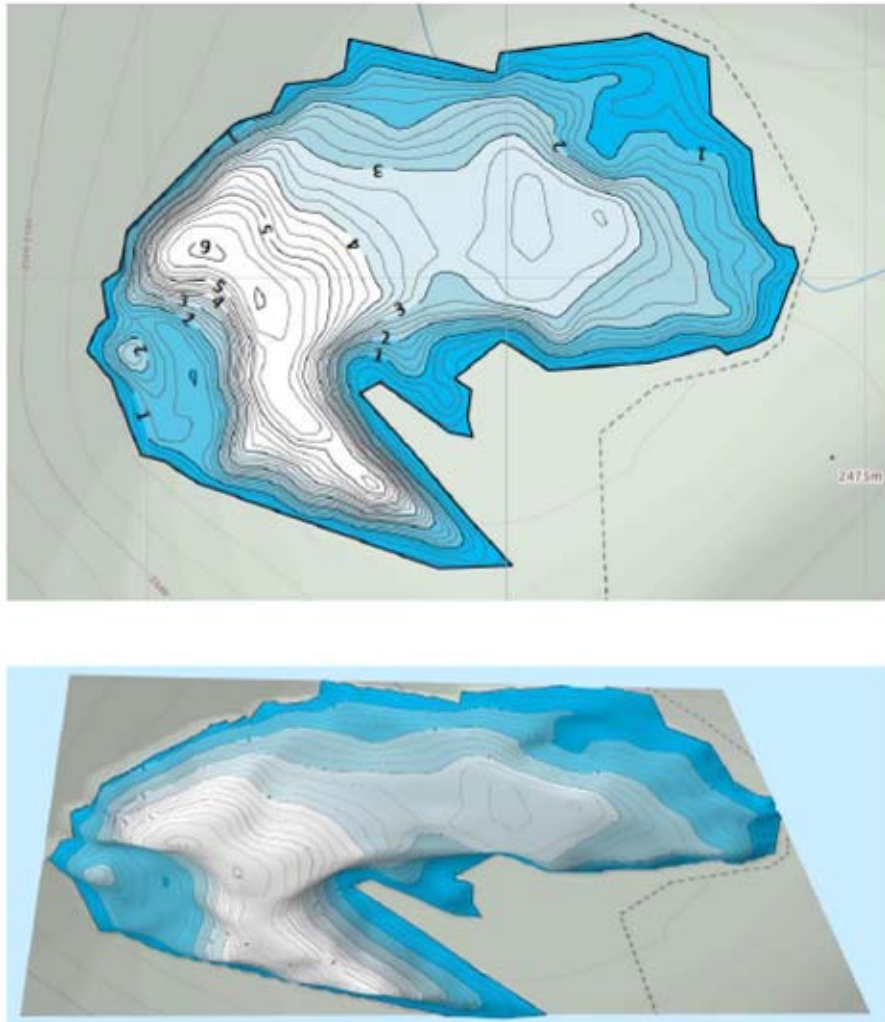
Se han obtenido los tres perfiles batimétricos previstos, juntamente con otros datos morfológicos básicos asociados (Tabla 2 y Figuras 4, 5 y 6). En los tres casos se trata de lagos poco profundos y con un perfil irregular del fondo.

**Tabla 2.** Resultados de la caracterización morfológica del lecho de tres lagos mediante ecosondación. Parámetros y unidades:  $Z_{max}$ , Profundidad máxima (m);  $Z_{med}$ , Profundidad media (m);  $V_m$ , Volumen de muestreo del transecto realizado ( $hm^3$ );  $V_T$ , Volumen total del lago ( $hm^3$ ). Fuente: elaboración propia a partir de datos originales.

Código	Lago	$Z_{max}$	$Z_{med}$	$V_m$	$V_T$
MAS7685	Ibón de El Cao	14,7	5,0	0,174	0,386
MAS7688	Ibón de Bagüaña	6,1	2,7	0,068	0,085
MAS7683	Estany Gran de Anglios	13,1	6,1	0,136	0,248

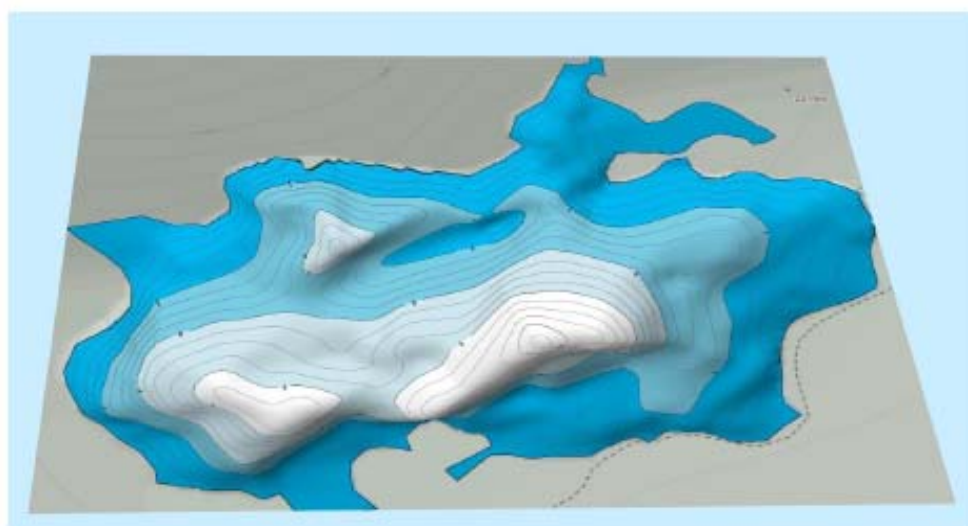
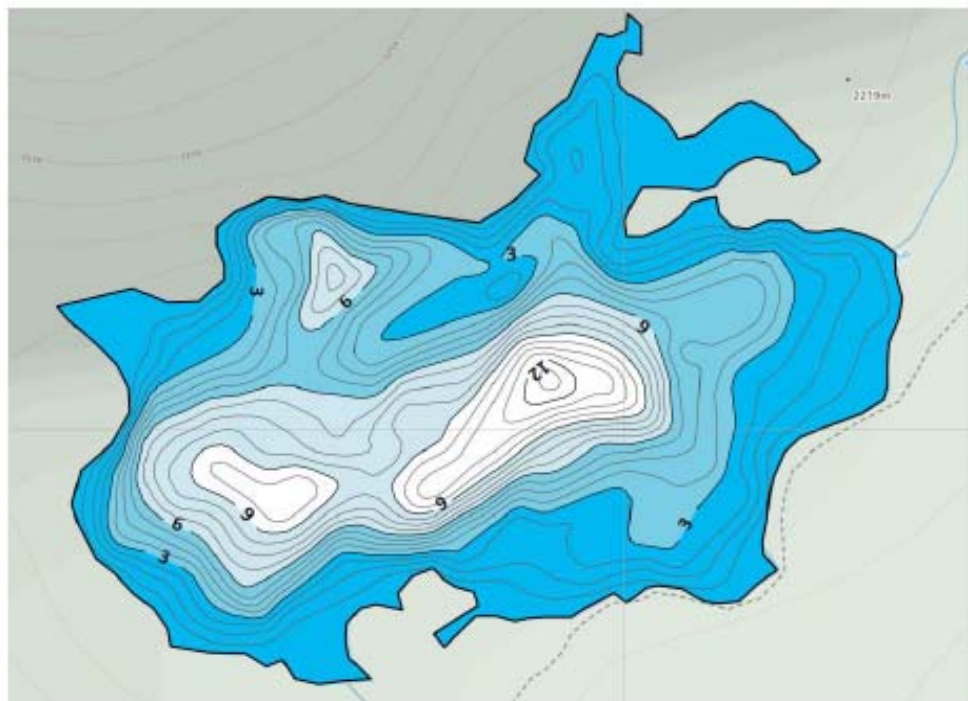


**Figura 4.** Perfil batimétrico del Ibón de Cao, obtenido mediante ecosondación.  
Fuente: elaboración propia.



**Figura 5.** Perfil batimétrico del Ibón de Bagüeña, obtenido mediante ecosondación.  
Fuente: elaboración propia.





**Figura 6.** Perfil batimétrico del Estany Gran de Anglios, obtenido mediante ecosondación.  
Fuente: elaboración propia.

## 4.2. FAUNA ICTIOLÓGICA

### 4.2.1. Muestreos con captura

En el conjunto de los siete lagos de estudio se han detectado dos especies (Figura 7):

- Trucha (*Salmo trutta*)
- Piscardo (*Phoxinus* sp.)

La trucha ha aparecido en todos los lagos, aunque con densidades muy desiguales, como se expone más adelante. En cambio, el piscardo solamente se ha detectado en cinco de los lagos muestreados, es decir, aún no ha sido introducido en dos de ellos (Tabla 3). Cabe recordar que esta especie/s se encuentra aún en una clara fase de expansión en los algos de alta montaña del Pirineo, fruto de introducciones irregulares que todavía se vienen produciendo. La identidad específica del piscardo de los lagos de los Pirineos está pendiente de resolver. Actualmente, este género se encuentra en revisión por parte de diversos especialistas taxónomos, habiéndose descrito recientemente unas siete especies distintas, solamente en Francia. En este contexto, no se descarta que las poblaciones introducidas de *Phoxinus* en estos lagos correspondan a diversas especies.



TRUCHA *Salmo trutta*



PISCARDO *Phoxinus* sp

**Figura 7.** Imágenes de las dos especies ícticas detectadas. Fotos: Sorelló.



**Tabla 3.** Especies detectadas, por masa de agua. Fuente: elaboración propia a partir de datos originales.

Código lago	Lago	Cuenca	Trucha	Piscardo
MAS1001	Lago de Urdiceto	Cinca	X	X
MAS7240	Ibón Grande de Batisielles	Ésera	X	
MAS7674	Ibón de Estanés	Aragón	X	X
MAS7680	Ibón de Sabocos	Gállego	X	X
MAS7683	Estany Gran de Anglios	Noguera Ribagorzana	X	X
MAS7685	Ibón de El Cao	Cinca	X	X
MAS7688	Ibón de Bagüaña	Ésera	X	

Los resultados indican que las redes agalladeras multimalla son eficaces para la evaluación de la densidad y biomasa relativas de las poblaciones de los peces lacustres en estos sistemas. De todas maneras, cabe apuntar que cuando el piscardo coexiste con poblaciones medianamente densas o muy densas de trucha, el primero tiende a ocupar sólo el litoral, donde el muestreo con redes no es eficaz. Por ello resulta pertinente combinar el muestreo con trampas. De hecho, como era de esperar, las trampas han resultado sobre todo eficaces para el muestreo del piscardo; aunque ocasionalmente producen algunas capturas de trucha, en general la densidad relativa (CPUE) obtenida para esta especie mediante trampas no debe considerarse fiable ni de utilidad.

Tanto la densidad como la biomasa relativa de ambas especies detectadas son muy variables entre los siete lagos muestreados (Tablas 4 y 5, y Figuras 8 y 9). De acuerdo con los resultados de muestreos recientes llevados a cabo en más de cincuenta lagos de alta montaña del Pirineo catalán (LIFE LimnoPirineus, datos no publicados), se pueden establecer las siguientes grandes categorías de abundancia relativa:



	Trucha (Redes)	Piscardo (Redes)	Piscardo (Trampas)
Densidad baja	CPUE <1	CPUE <5	CPUE <5
Densidad media	1 < CPUE <10	5 < CPUE <50	5 < CPUE <50
Densidad Alta	CPUE >10	CPUE >50	CPUE >50

(Unidades: ver tablas 4 y 5)

Con esta referencia, la densidad de trucha es alta en los lagos de Urdiceto, ibón de El Cao e ibón Grande de Batisielles, media en el ibón de Estanés, ibón de Bagüeña y Estany Gran de Anglios) y baja en el ibón de Sabocos. De hecho, en este último lago tan sólo se ha capturado una única trucha. En cuanto al piscardo, sólo en el Estany Gran de Anglios y en el ibón de Sabocos la densidad es alta, es media-baja en el ibón de Estanés, media-baja en el lago de Urdiceto y en el ibón de El Cao, y nula en el ibón Grande de Batisielles y en el ibón de Bagüeña (Tabla 4).

**Tabla 4.** Categorías de abundancia de peces, por especie y masa de agua.  
Fuente: elaboración propia a partir de datos originales.

Código lago	Lago	Cuenca	Trucha	Piscardo
MAS1001	Lago de Urdiceto	Cinca	ALTA	MEDIA-BAJA
MAS7240	Ibón Grande de Batisielles	Ésera	ALTA	-
MAS7674	Ibón de Estanés	Aragón	MEDIA	MEDIA-BAJA
MAS7680	Ibón de Sabocos	Gállego	BAJA	ALTA
MAS7683	Estany Gran de Anglios	Noguera Ribagorzana	MEDIA	ALTA
MAS7685	Ibón de El Cao	Cinca	ALTA	MEDIA-BAJA
MAS7688	Ibón de Bagüeña	Ésera	MEDIA	-



En general, se observa una clara relación negativa entre la densidad relativa de ambas especies, y también entre las respectivas biomásas relativas (Figuras 10 y 11). Es decir, cuanto mayor es la densidad de piscardo, menor es la de trucha. Esto ya ha venido siendo observado en otros lagos pirenaicos muestreados recientemente. Al menos en una parte de los lagos pirenaicos ocupados por ambas especies, esta relación negativa entre sus densidades es una evidencia del proceso de sustitución de la trucha por parte del piscardo, cuya introducción ha sido siempre posterior. De hecho, se tiene constancia de la desaparición de la trucha en numerosos lagos pirenaicos, tiempo después de introducirse el piscardo.

Todo ello explica que, entre los lagos muestreados en este estudio, la mayor densidad de trucha se obtiene justamente en un lago donde aún no está introducido el piscardo, en el ibón Grande de Batsielles. En cambio, en la situación opuesta, la trucha parece encontrarse próxima a una desaparición inminente al menos en un lago, el ibón de Sabocos, donde la densidad de piscardo ya es notable, y unas de las más altas observadas.

Las estructuras de tallas obtenidas son muy contrastadas entre lagos (Figuras 12 y 13). Esto parece indicar que la dinámica poblacional y el crecimiento individual es también muy variable entre lagos, probablemente en función de diversas variables ambientales aquí no analizadas. En todo caso, las estructuras poblacionales de trucha indican claramente que el reclutamiento es a menudo irregular, y en algunos lagos ya inexistente (ibón de Estanés e ibón de Sabocos). En cambio, para el piscardo se observa reclutamiento en todos los lagos.



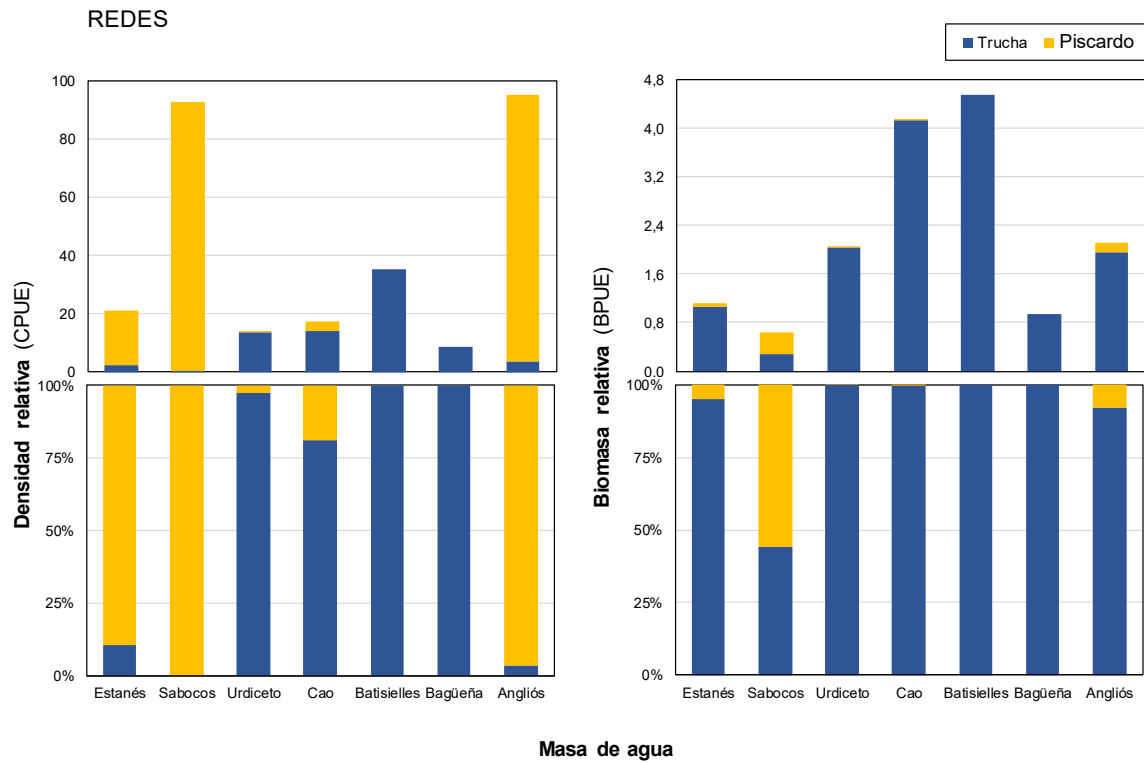
**Tabla 5.** Densidad relativa y biomasa relativa de la trucha, por técnica de captura y masa de agua. Unidades (redes): CPUE, individuos / red · día; BPUE, Kg / red · día. Unidades (trampas): CPUE, individuos / trampa · día; BPUE, Kg / trampa · día. Se aportan los valores medios y los errores estándares (entre paréntesis). Para las redes se indica, mediante una escala de color simple, la categoría de abundancia: Baja, Media o Alta. Fuente: elaboración propia a partir de datos originales.

TRUCHA <i>Salmo trutta</i>					
Código	MASA DE AGUA Lago	REDES		TRAMPAS	
		CPUE	BPUE	CPUE	BPUE
MAS1001	Lago de Urdiceto	13,33 (9,50)	2,05 (1,87)	0,33 (0,82)	0,078 (0,19)
MAS7240	Ibón Grande de Batisielles	35,25 (4,72)	4,55 (1,19)	0,50 (0,84)	0,062 (0,11)
MAS7674	Ibón de Estanés	2,25 (1,71)	1,06 (0,89)	0,00 (-)	0,0 (-)
MAS7680	Ibón de Sabocos	0,25 (0,50)	0,29 (0,57)	0,00 (-)	0,0 (-)
MAS7683	Estany Gran de Anglios	3,50 (2,08)	1,95 (1,60)	0,00 (-)	0,0 (-)
MAS7685	Ibón de El Cao	14,00 (10,23)	4,13 (3,09)	0,00 (-)	0,0 (-)
MAS7688	Ibón de Bagüeña	8,50 (3,70)	0,95 (0,49)	0,00 (-)	0,0 (-)



**Tabla 6.** Densidad relativa y biomasa relativa del piscardo, por técnica de captura y masa de agua. Unidades (redes): CPUE, individuos / red · día; BPUE, Kg / red · día. Unidades (trampas): CPUE, individuos / trampa · día; BPUE, Kg / trampa · día. Se aportan los valores medios y los errores estándares (entre paréntesis). Para las redes se indica, mediante una escala de color simple, la categoría de abundancia: **Baja**, **Media** o **Alta**. Fuente: elaboración propia a partir de datos originales.

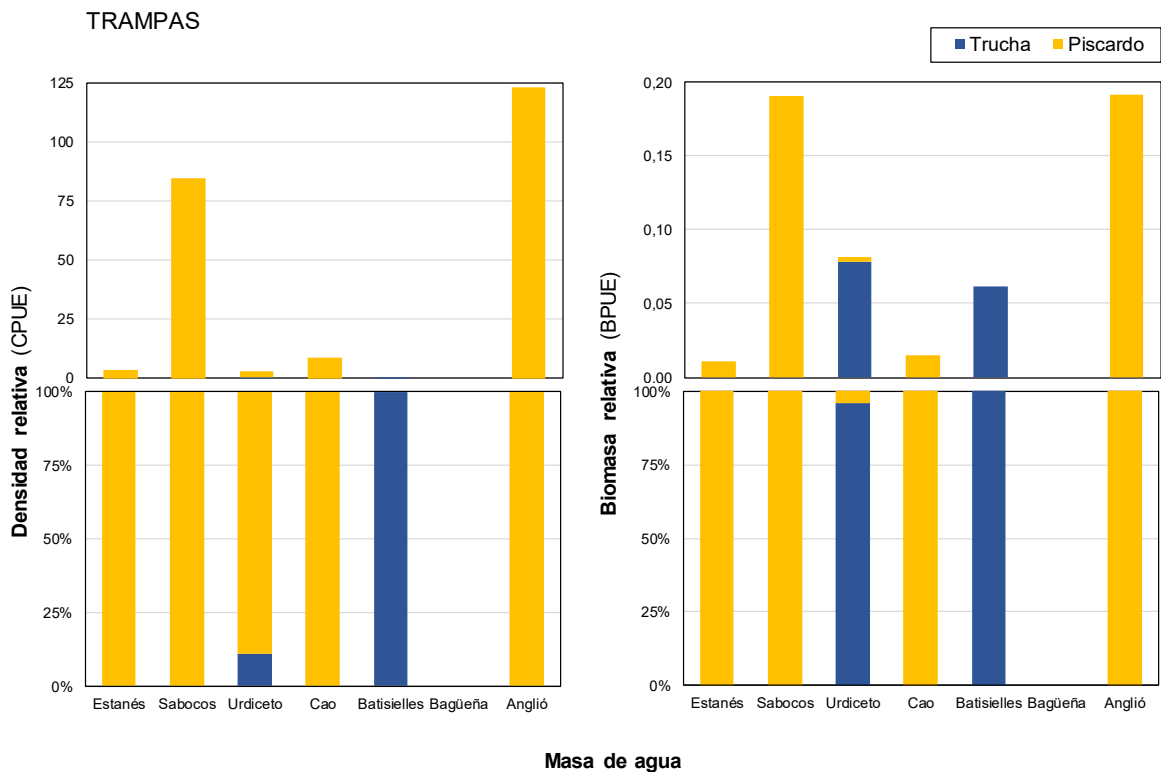
PISCARDO <i>Phoxinus sp</i>					
Código	MASA DE AGUA Lago	REDES		TRAMPAS	
		CPUE	BPUE	CPUE	BPUE
MAS1001	Lago de Urdiceto	0,33 (0,58)	0,0006 (0,0001)	2,67 (5,13)	0,004 (0,005)
MAS7240	Ibón Grande de Batisielles	-	-	-	-
MAS7674	Ibón de Estanés	18,75 (37,50)	0,05 (0,10)	3,17 (4,07)	0,010 (0,018)
MAS7680	Ibón de Sabocos	92,50 (104,20)	0,37 (0,41)	84,50 (56,67)	0,19 (0,15)
MAS7683	Estany Gran de Anglios	91,75 (49,89)	0,16 (0,08)	123,00 (93,00)	0,19 (0,16)
MAS7685	Ibón de El Cao	3,25 (5,85)	0,007 (0,013)	8,50 (8,24)	0,002 (0,002)
MAS7688	Ibón de Bagüeña	-	-	-	-



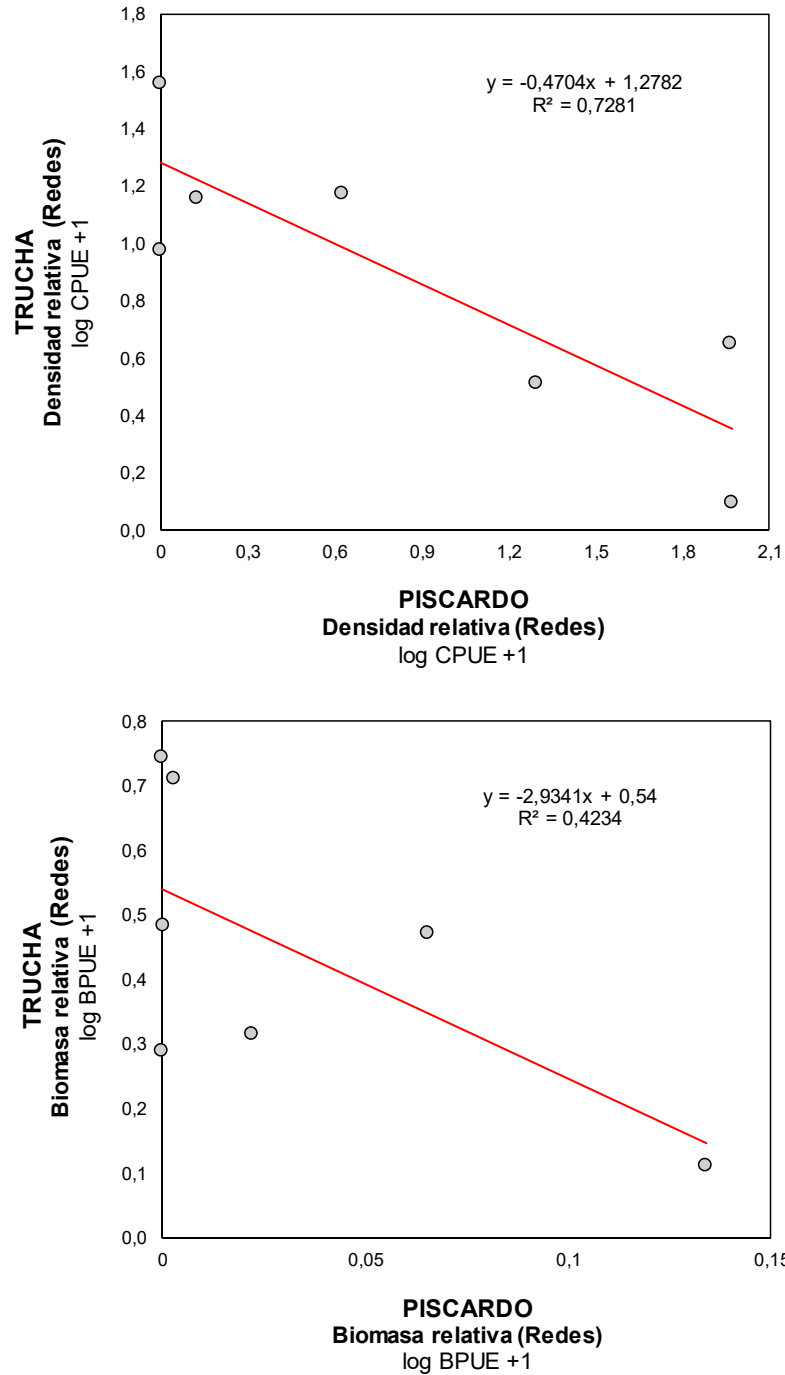
**Masa de agua**

**Figura 8.** Densidad relativa y biomasa relativa por especie y masa de agua, expresadas en términos absolutos (arriba) y proporcionales (abajo). Unidades (redes): CPUE, individuos / red · día; BPUE, Kg / red · día. Fuente: elaboración propia a partir de datos originales.

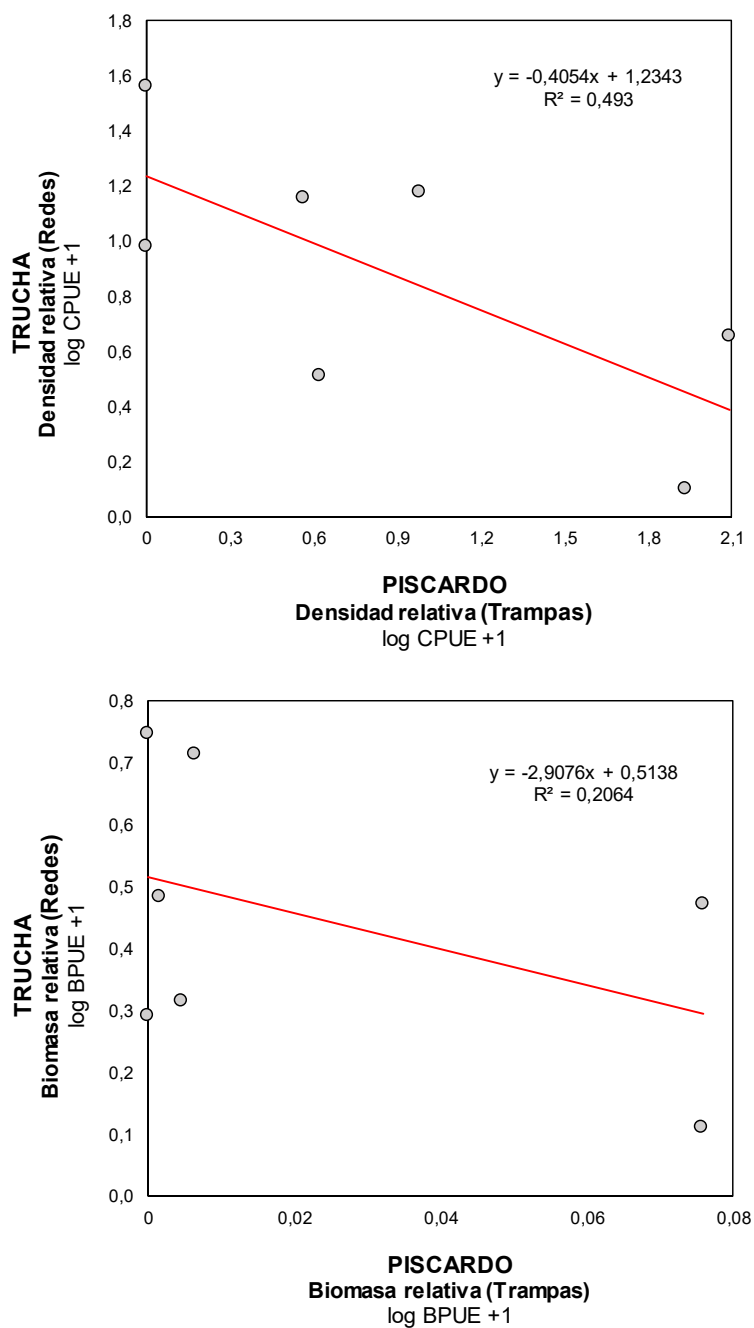




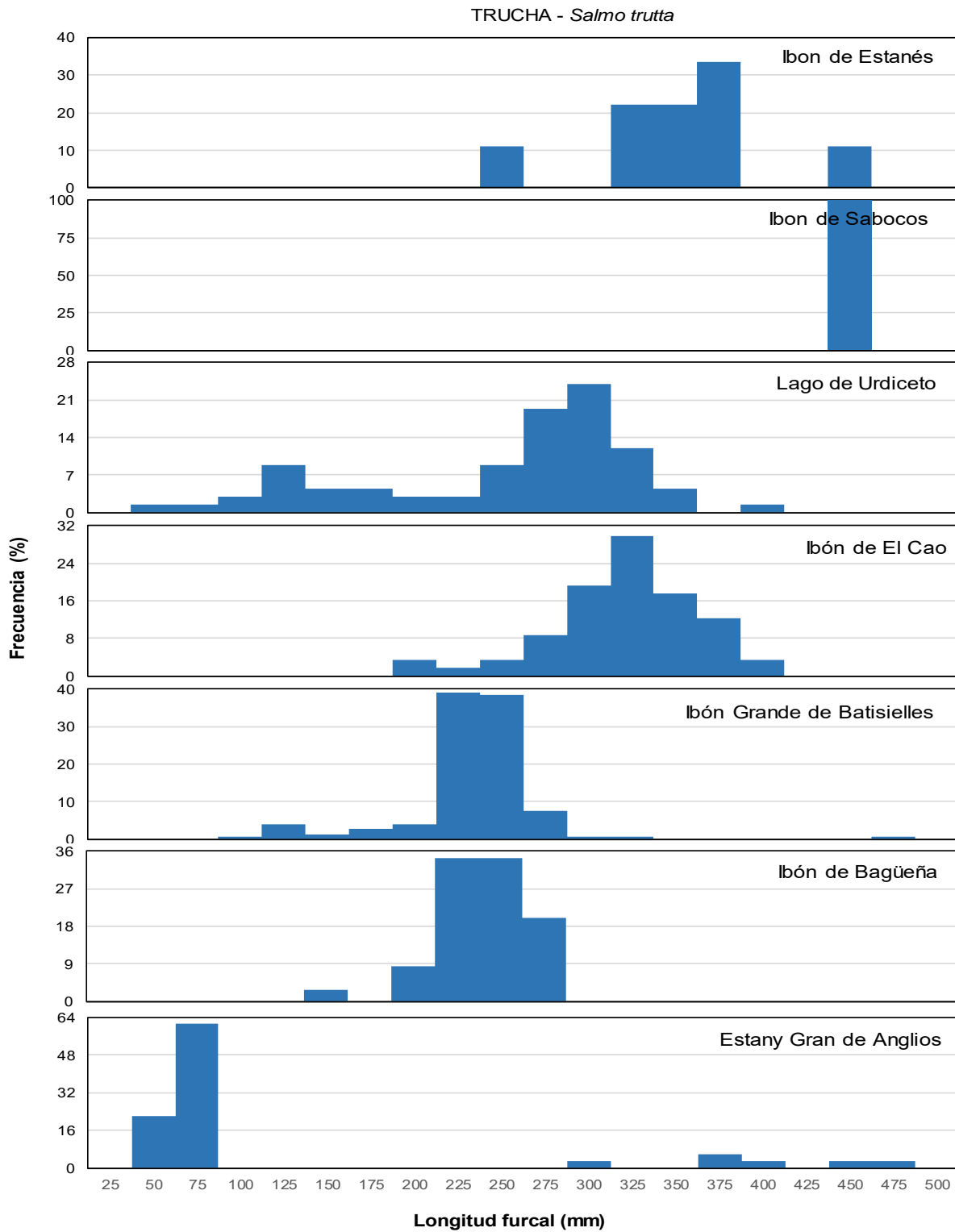
**Figura 9.** Densidad relativa y biomasa relativa por especie y masa de agua, expresadas en términos absolutos (arriba) y proporcionales (a bajo). Unidades (trampas): CPUE, individuos / trampa · día; BPUE, Kg / trampa · día. Fuente: elaboración propia a partir de datos originales.



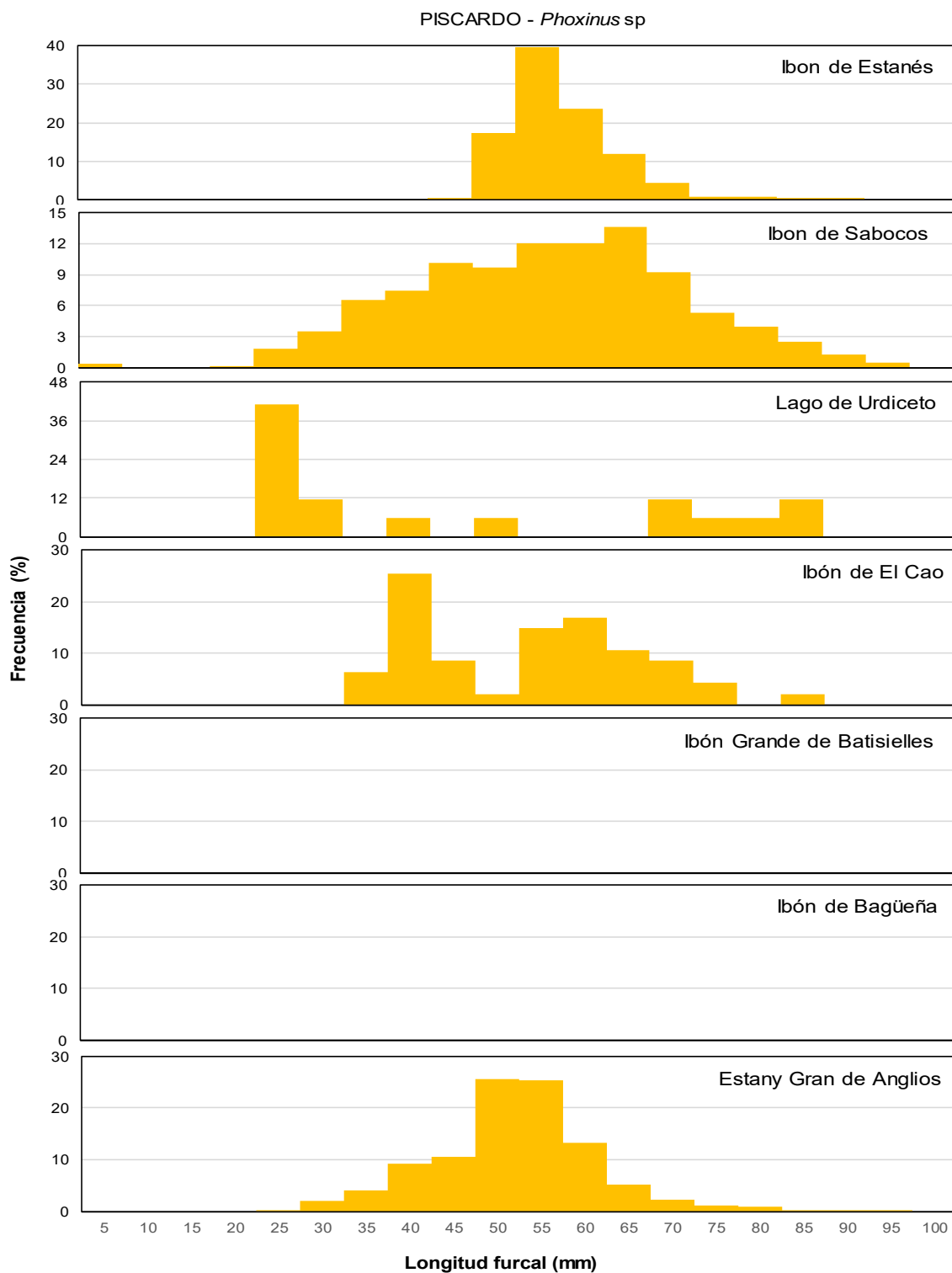
**Figura 10.** Relación entre la densidad relativa (arriba) y biomasa relativa (abajo) de piscardo y trucha. Estimaciones para ambas especies obtenidas mediante redes. La línea roja es la tendencia generada mediante regresión lineal. Fuente: elaboración propia a partir de datos originales.



**Figura 11.** Relación entre la densidad relativa (arriba) y biomasa relativa (abajo) de piscardo y trucha. Estimaciones para el piscardo obtenidas mediante trampas, y para la trucha mediante redes. La línea roja es la tendencia generada mediante regresión lineal. Fuente: elaboración propia a partir de datos originales.



**Figura 12.** Estructuras de tallas globales de la trucha. Fuente: elaboración propia a partir de datos originales.



**Figura 13.** Estructuras de tallas globales del piscardo. Fuente: elaboración propia a partir de datos originales.



#### 4.2.2. Muestreos con ecosonda

La prospección hidroacústica, en cuanto a la estima de densidades totales de peces, ha dado como resultado bajas densidades de peces en cada lago muestreado, como es propio de este tipo de sistemas tan poco productivos. Esto contrasta con lo obtenido en un conjunto de embalses de Cataluña, en base al mismo sistema de muestreo, donde se han obtenido densidades y biomasa globales de peces entre 10 y 100 veces mayores, aproximadamente (Aparicio *et al.* 2018).

Cabe apuntar aquí que esta técnica es adecuada principalmente para la detección de los peces que nadan entre dos aguas, siendo probablemente menos eficaz para detectar los peces situados en el litoral o bien muy cerca del lecho. Por ello, las estimaciones obtenidas corresponden principalmente a las poblaciones de truchas de estos lagos.

**Tabla 7.** Abundancia de peces estimada mediante ecosondación en tres de los lagos de estudio. Parámetros y unidades:  $D_v$ , Densidad por volumen (Individuos / 1000 m<sup>3</sup>);  $D_s$ , Densidad por superficie (Individuos / ha);  $B_v$ , Biomasa por volumen (Kg / 1000 m<sup>3</sup>);  $B_s$ , Biomasa por superficie (Individuos / ha);  $D_T$ , Densidad absoluta del lago (Individuos);  $B_T$ , Biomasa absoluta del lago (Kg). Fuente: elaboración propia a partir de datos originales.

Código	Lago	$D_v$	$D_s$	$B_v$	$B_s$	$D_T$	$B_T$
MAS7683	Estany Gran de Angliós	1,09	24,9	0,61	13,9	270,9	150,9
MAS7685	Ibón de El Cao	1,53	34,9	0,45	10,3	380,1	112,1
MAS7688	Ibón de Bagüeña	1,44	32,9	0,16	3,65	358,3	39,8



## 5. CONCLUSIONES

- La técnica usada para obtener perfiles batimétricos de los lagos pirenaicos analizados, basada en el uso de una ecosonda ligera de coste medio, se ha demostrado efectiva para esta finalidad. También resulta eficaz para obtener estimaciones rápidas de la densidad absoluta de peces.
- En cinco de los siete lagos muestreados (Lago de Urdiceto, Ibón de Estanés, Ibón de Sabocos, Estany Gran de Anglios e Ibón de El Cao), se han detectado dos especies ícticas introducidas, la trucha (*Salmo trutta*) y el piscardado (*Phoxinus* sp). En los otros dos (Ibón Grande de Batsiellles e Ibón de Bagüeña) solamente se ha detectado la trucha. Todo apunta a una expansión reciente del piscardado en buena parte de los lagos del Pirineo aragonés.
- La densidad de la trucha es aún alta donde el piscardado no ha sido introducido, o donde este pequeño ciprínido mantiene una densidad baja, por ahora. En cambio, todo indica que la trucha acabará desapareciendo en los lagos con mayor densidad de piscardado (Ibón de Sabocos y Estany Gran de Anglios), en el marco de un proceso general de sustitución entre ambas especies.



## 6. BIBLIOGRAFÍA

AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA. 2006. ECOEM: *Protocol d'avaluació del potencial ecològic dels embassaments*. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. Barcelona.

APARICIO, E., ALCARAZ, C., CARMONA-CATOT, G., GARCÍA-BERTHOU, G., POU-ROVIRA Q., ROCASPANA, R., VARGAS, M.J. & D. VINYOLES. 2017. *Peixos continentals de Catalunya. Ecologia, conservació i guia d'identificació*. Lynx Edicions, Barcelona. 251 pp.

APARICIO, E., POU-ROVIRA Q., ROCASPANA, R. 2018. *Els peixos dels embassaments i els estanys de les conques internes de Catalunya. Campanyes 2016-2018*. ACA, Dept. de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya. Barcelona. 64 pp.

BUCHACA T., SABÁS I., OSORIO V., POU-ROVIRA Q., MIRÓ A., PUIG M.À., CRUSET E., FONT B., BALLESTEROS E. & VENTURA M. 2019. Cambios en los lagos a partir de la reducción de las densidades de peces.. LIFE LimnoPirineus. Monografía técnica. Depósito legal B27921-2019.

CEN (2005). Water Quality Sampling of Fish with Multi-mesh Gillnets (CEN14757). European Committee for Standardization. Bruselas.

DOADRIO, I., PEREA, S., GARZÓN-HEYDT, P., GONZÁLEZ, J. L. 2011. *Ictiofauna Continental Española. Bases para su seguimiento*. Dirección General Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid. 610 pp.

GARCÍA-BERTHOU E., ALCARAZ C., POU-ROVIRA Q., ZAMORA L., COENDERS G. & FEO C. 2005. Introduction pathways and establishment rates of invasive aquatic species in Europe. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 65: 453-463.

KEITH P., POULET N., DENYS G., CHANGEUX T., FEUNTEUN E. & PERSAT H. 2020. *Les Poissons d'eau douce de France - 2ème édition*. Paris, França.

KNAPP R.A. 2005. Effects of nonnative fish and habitat characteristics on lentic herpetofauna in Yosemite National Park, USA. *Biological Conservation* 121, 265-279.

MIRÓ A. 2011. Les truites als estanys dels Pirineus: Tradicions, vivències i implicacions per a la conservació. Pagès Editors, Lleida.

MIRÓ A. I VENTURA M. 2013. Historical use, fishing management and lake characteristics explain the presence of non-native trout in Pyrenean lakes: Implications for conservation. *Biological Conservation* 167, 17-24.

MIRÓ A. I VENTURA M. 2015. Evidence of exotic trout mediated minnow invasion in Pyrenean high mountain lakes. *Biological Invasions* 17, 791-803.





MIRÓ A., SABÁS I. & VENTURA M. 2018. Large negative effect of non-native trout and minnows on Pyrenean lake amphibians. *Biological Conservation* 218, 144-153.

MIRÓ A., O'BRIEN D., TOMÁS J., BUCHACA T., SABÁS I., OSORIO V., LUCATI F., FONT B., JURADO I., CASES M., CRUSET E., POU-ROVIRA Q. & VENTURA M. 2019. Ràpida recuperació de les poblacions d'amfibis en vuit Estanys d'alta muntanya lligada a l'erradicació de peixos introduïts. LIFE LimnoPirineus. Monografia tècnica. Dipòsit legal B27920-2019.

POU-ROVIRA Q., CRUSET E., FONT B., JURADO I., CASAS M., BUCHACA T., SABÁS I., OSORIO V., MIRÓ A., PUIG M.À. & VENTURA M. 2019. Eliminación de peces introducidos como medida de restauración de lagos de alta montaña. LIFE LimnoPirineus. Monografía técnica. Depósito legal B27921-2019. SIBIC (01/11/2021). *Carta piscícola española*. <http://www.cartapiscicola.es>