



## SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: EMBALSE DE ESCALES



## SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: EMBALSE DE ESCALES

**PROMOTOR:**

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



**SERVICIO:**

ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS

**DIRECCIÓN DEL PROYECTO:**

María José Rodríguez Pérez

**EMPRESA CONSULTORA:**

ECOHYDROS S.L.



**EQUIPO DE TRABAJO:**

Agustín P. Monteoliva, Alberto Criado, María Fernández, Omar Monteoliva y Susana Deus

**PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:**

114.425,25 Euros

**CONTENIDO:**

MEMORIA/ANEJOS/CARTOGRAFÍA/CD

**AÑO DE EJECUCIÓN:**

2023

**FECHA ENTREGA:**

NOVIEMBRE 2023



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Superior izquierda: Panorámica aérea de embalse de Escales

Superior derecha: Ejemplar de escardino (*Scardinius erythrophthalmus*)

Inferior izquierda: Embarcaciones en orilla

Inferior derecha: Técnicos realizando perfil físico químico.

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2023) Sondeo hidroacústico en embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro: Embalse de Escales. 60 págs. 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.

## SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: EMBALSE DE ESCALES. AÑO 2023

---

*El objeto de este informe es la evaluación de la abundancia y biomasa de la biocenosis de peces del embalse de Escales. Para ello, en junio 2023 se realizó un muestreo cuantitativo de los peces en dicho embalse mediante una combinación de técnicas: Muestreo directo mediante redes agalleras científicas (CEN-EN 14.757/2006) y pesca eléctrica desde embarcación, y sondeo indirecto mediante técnicas hidroacústicas de calidad científica.*

*Adicionalmente, se realizó un muestreo y análisis de eDNA, para detectar la presencia de dos especies que podrían estar en números tan bajos que resultarían indetectables con las técnicas de pesca directa. Se trata de la trucha común (*Salmo trutta*) y la anguila europea (*Anguilla anguilla*), dos especies autóctonas en declive en los embalses de esta demarcación.*

*Se ha verificado mediante técnicas de captura directa la presencia en el embalse de cinco especies de peces y solamente una de ellas es autóctona, el barbo de Graells (*Luciobarbus graellsii*). El resto son exóticas e invasoras: Alburno (*Alburnus alburnus*), lucioperca (*Sander lucioperca*), perca de río o Europea (*Perca fluviatilis*) y gardí (*Scardinius erythrophthalmus*). A ellas se añade otra especie autóctona, la trucha común (*Salmo trutta*), detectada únicamente mediante análisis del eDNA y en concentraciones por debajo del límite de cuantificación.*

*La asociación de peces está dominada por una especie depredadora de origen centroeuropeo (perca de río) y una especie de gran ciprínido autóctono (barbo de Graells), que suman el 95% de los efectivos entre ambas. El barbo de Graells es la especie dominante en biomasa (76%) y la perca de río representa el 18% de la biomasa total. La lucioperca aporta el 3% en biomasa, pero presenta una población pobremente estructurada, al igual que ocurre con el alburno y el gardí, que apenas alcanzan el 3% de los efectivos totales. La densidad total estimada es baja ( $2,50 \pm 0,13 \text{ ind/dam}^3$ ) pero la biomasa es moderada ( $4,62 \pm 0,24 \text{ g/m}^2$ ).*





## HYDROACOUSTIC SURVEY IN RESERVOIRS OF THE EBRO RIVER BASIN DISTRICT: ESCALES RESERVOIR. YEAR 2023

---

*The aim of this report is to evaluate the abundance and biomass of the fish biocenosis of the Escales reservoir. To this end, a quantitative sampling of fish in the reservoir was carried out in June 2023, using a combination of techniques: direct sampling with scientific gillnets (CEN-EN 14.757/2006) and electrofishing from a boat, and indirect sampling using hydroacoustic techniques of scientific quality.*

*In addition, eDNA sampling and analysis was carried out to detect the presence of two species that may be present in numbers too low to be detected by direct fishing techniques. These are the brown trout (*Salmo trutta*) and the European eel (*Anguilla anguilla*), two native species in decline in the reservoirs of this demarcation.*

*Five species of fish have been identified in the reservoir, of which only one is native (*Luciobarbus graellsii*). The others are exotic and invasive: *Alburnus* (*Alburnus alburnus*), pikeperch (*Sander lucioperca*), river or European perch (*Perca fluviatilis*) and common rudd (*Scardinius erythrophthalmus*). In addition, another native species, brown trout (*Salmo trutta*), was only detected by eDNA analysis and at concentrations below the detection limit.*

*The fish assemblage is dominated by a predatory species of Central European origin (river perch) and a large native cyprinid species (Ebro barbel), which together account for 95% of the total fish number. The barbel is the dominant species in terms of biomass (76%) and the perch represents 18% of the total biomass. The pikeperch represents 3% of the biomass, but it has an unstructured population, as do the bleak and the common rudd, which barely reach 3% of the total number of fish. The estimated total density is low ( $2.50 \pm 0.13 \text{ ind/dam}^3$ ), but the biomass is moderate ( $4.62 \pm 0.24 \text{ g/m}^2$ ).*



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

---

<b>1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....</b>	<b>10</b>
1.1. <i>PRESTACIONES DE LAS TÉCNICAS APLICADAS .....</i>	11
1.2. <i>INTERÉS DEL ESTUDIO CUANTITATIVO DE LA FAUNA ÍCTICA EN MASAS DE AGUA NO VADEABLES.....</i>	12
<b>2. ÁMBITO DE ESTUDIO.....</b>	<b>13</b>
2.1. <i>SITUACIÓN.....</i>	13
2.2. <i>CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA .....</i>	13
2.3. <i>RÉGIMEN HIDROLÓGICO .....</i>	16
2.4. <i>CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL EMBALSE. PERFILES VERTICALES .....</i>	17
2.5. <i>POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO .....</i>	19
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>20</b>
3.1. <i>DISEÑO DEL MUESTREO.....</i>	21
3.2. <i>MUESTREOS REMOTOS: HIDROACÚSTICA .....</i>	21
3.2.1. <i>Prospección hidroacústica.....</i>	21
3.2.2. <i>Procesado de datos acústicos.....</i>	23
3.3. <i>MUESTREOS DIRECTOS DE PESCA.....</i>	24
3.3.1. <i>Redes agalleras multipaño .....</i>	24
3.3.2. <i>Pesca eléctrica desde embarcación.....</i>	25
3.4. <i>INTERPOLACIÓN ESPACIAL Y ESTIMACIONES GLOBALES .....</i>	26
3.5. <i>EVALUACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE BIÓTICO QFBI.....</i>	27
3.6. <i>DETECCIÓN DE TRUCHA COMÚN Y ANGIULA EUROPEA MEDIANTE ADN AMBIENTAL.....</i>	28
3.6.1. <i>Muestreo de ADN ambiental (eDNA) .....</i>	28
3.6.2. <i>Obtención de ADN ambiental de trucha común y de anguila en muestras de agua .....</i>	29
3.6.3. <i>Detección específica de trucha común.....</i>	30



3.6.4.	<i>Detección específica de anguila europea</i> .....	31
3.6.5.	<i>Estimaciones de biomasa</i> .....	31
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
4.1.	<i>SONDEO HIDROACÚSTICO: DENSIDADES</i> .....	32
4.1.1.	<i>Distribución y estimación de la densidad de peces</i> .....	33
4.1.2.	<i>Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro</i> .....	38
4.2.	<i>MUESTREOS DIRECTOS: COMPOSICIÓN Y BIOMASA ESPECÍFICA</i> .....	40
4.2.1.	<i>Especies presentes en el embalse</i> .....	41
4.2.2.	<i>Composición y distribución de especies</i> .....	41
4.3.	<i>BIOMASA</i> .....	45
4.3.1.	<i>Distribución y estimación de la biomasa de peces</i> .....	45
4.3.2.	<i>Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro</i> .....	50
4.4.	<i>DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIES</i> .....	52
4.5.	<i>MUESTREOS INDIRECTOS: ADN AMBIENTAL</i> .....	53
4.5.1.	<i>Muestras ambientales de agua</i> .....	53
4.5.2.	<i>Detección de trucha común mediante qPCR y estimaciones de biomasa</i> .....	53
4.5.3.	<i>Detección de anguila europea mediante qPCR y estimaciones de biomasa</i> .....	54
<b>5.</b>	<b>VALORACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE QFBI</b> .....	<b>55</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>56</b>
<b>7.</b>	<b>GLOSARIO Y ACRÓNIMOS</b> .....	<b>58</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>60</b>

## ÍNDICE ANEXOS

---

Anexo 1. Especies presentes

Anexo 2. Resultados de las pescas

Anexo 3. Celdas del muestreo hidroacústico (en versión digital)

Anexo 4. Boletines de ensayo eDNA

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1. Estratos considerados en el embalse de Escales.....	16
Tabla 2. Descripción de las redes de muestreo empleadas. ....	24
Tabla 3. Métricas y coeficientes para el cálculo del QFBI .....	28
Tabla 4. Valores de corte del QFBI empleados para la clasificación del potencial ecológico .....	28
Tabla 5. Densidad de peces (ind/dam <sup>3</sup> ) por estratos, estimada mediante acústica .....	33
Tabla 6. Especies presentes en el embalse de Escales .....	41
Tabla 7. Redes utilizadas durante los muestreos directos en el embalse de Escales .....	41
Tabla 8. Resultados de las pescas con red por especies .....	42
Tabla 9. Recorridos de pesca eléctrica realizados durante los muestreos directos del embalse de Escales .....	44
Tabla 10. Resultados de la pesca eléctrica por especies .....	44
Tabla 11. Biomasa de peces por estratos (g/m <sup>2</sup> ) estimada mediante acústica .....	46
Tabla 12. Densidades (ind/dam <sup>3</sup> ) y biomاسas (g/m <sup>2</sup> ) por especie .....	52
Tabla 13. Concentración de <i>Salmo trutta</i> detectada en el embalse de Escales.....	53
<b>Tabla 14.</b> Resultados del QFBI obtenidos para el embalse de Escales.....	55

---



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Técnico realizando toma de parámetros fisicoquímicos en el embalse de Escales.....	12
Figura 2. Situación del embalse de Escales .....	13
Figura 3. Representación batimétrica en planta.....	15
Figura 4. Evolución del volumen embalsado en el embalse de Escales durante el ciclo hidrológico 2022/23 (elaboración propia).....	17
Figura 5. Perfiles físico-químicos del embalse de Escales (ESL23_S1PRO1) .....	18
Figura 6. Esquema del método de censado de poblaciones ícticas en un embalse .....	20
Figura 7. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico .....	22
Figura 8. Red epipelágica desplegada en el embalse de Escales.....	25
Figura 9. Embarcaciones de electropesca y acústica amarradas en la orilla del embalse de Escales .....	26
Figura 10. Ubicación de las estaciones de muestreo directo en el embalse de Escales .....	29
Figura 11. Recorridos del sondeo hidroacústico en el embalse de Escales.....	32
Figura 12. Ejemplo de un ecograma obtenido con el haz vertical en el embalse de Escales. ....	33
Figura 13. Distribución de la densidad de peces en el estrato superior (UOW). ....	35
Figura 14. Distribución de la densidad de peces en el estrato en el estrato medio (MOW). ....	36
Figura 15. Distribución de la densidad de peces en el estrato profundo (LOW) .....	37
Figura 16. Comparación de la densidad con otros embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro ...	39
Figura 17. Fotografías de las labores de muestreo en el embalse de Escales .....	40
Figura 18. Composición de la asociación obtenida mediante redes .....	42
Figura 19. Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm.....	43
Figura 20. Composición de la muestra obtenida mediante pesca eléctrica .....	44
Figura 21 . Ejemplares de las especies capturadas en el embalse de Escales .....	45
Figura 22. Distribución de la biomasa de peces en el estrato superior (UOW). ....	47
Figura 23. Distribución de la biomasa de peces en el estrato en el estrato medio (MOW). ....	48
Figura 24. Distribución de la biomasa de peces en el estrato profundo (LOW) .....	49
Figura 25. Comparación de la biomasa con otros embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro ....	51
Figura 26. Recta patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Ct) frente a la cantidad de ADN. ....	53
Figura 27. Recta patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Ct) frente a la cantidad de ADN. ....	54



## 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El presente documento constituye el informe final de los trabajos realizados en el embalse de Escales (Huesca) durante el año 2023, incluidos en la Asistencia Técnica “Sondeo hidroacústico en embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro” adjudicado a Ecohydros, S.L. por la Confederación Hidrográfica del Ebro (en adelante, CHE).

La CHE viene realizando desde hace años estudios censales de peces en embalses mediante la combinación de técnicas hidroacústicas y de captura directa con métodos científicos. A lo largo de este tiempo, la metodología se ha depurado y es un momento óptimo para su aplicación a las masas de agua que no han sido aún prospectadas en este aspecto.

Además, se ha realizado un muestreo y análisis de eDNA en cada embalse, para detectar la presencia de dos especies que podrían estar en números tan bajos que resultarían indetectables con las técnicas de pesca directa (redes agalleras y electropesca). Se trata de la trucha común (*Salmo trutta fario*) y la anguila (*Anguilla anguilla*), dos especies autóctonas en declive debido a la presencia de presas u obstáculos en los ríos que suponen una barrera para su desplazamiento natural, ya sea por movimientos migratorios reproductivos o alimentarios.

Debido a la dificultad que supone acceder a este tipo de masas de agua de montaña con el equipamiento de sondeo hidroacústico, se ha realizado un esfuerzo extra, tanto en la toma de datos de campo como en el procesado de gabinete, con el fin de producir una batimetría del embalse.

En el presente informe se presentan los trabajos realizados en la evaluación de las poblaciones de peces del embalse de Escales y en la generación de un modelo topobatimétrico de la masa de agua, al tiempo que se somete a contraste el rendimiento de las técnicas hidroacústicas combinadas con muestreos directos de verificación y con métodos de detección de alta sensibilidad (eDNA), como futura metodología de aplicación en las masas de aguas no vadeables para evaluar la biomasa de peces en estos ecosistemas.

El informe recoge la descripción de los métodos aplicados, así como los resultados obtenidos. Consta de una Memoria con sus respectivos ANEXOS, en los que se facilitan *in extenso* los datos que dan lugar las estimaciones sintéticas, tanto en forma de fichas y tablas alfanuméricas como

en forma de mapas, según proceda. Se acompaña además de un CD en el que se facilitan los documentos y datos en formato electrónico.

### 1.1. PRESTACIONES DE LAS TÉCNICAS APLICADAS

Las técnicas hidroacústicas constituyen actualmente la técnica remota por excelencia para cartografiar hábitats y elementos biológicos, tanto los relacionados con los fondos (bentónicos), como con la columna de agua. Los gestores de los ecosistemas acuáticos necesitan identificar y cartografiar los elementos naturales a través de múltiples escalas espaciales, y, en este sentido, los sistemas acústicos resultan óptimos por su enorme rango dinámico, que permite medir propiedades de los objetos desde escalas de centímetros a kilómetros.

La comunidad científico-técnica hace tiempo que ha aceptado los sensores acústicos como una familia de herramientas óptima para estudiar cuantitativamente una diversidad de aspectos relacionados con la morfología y características de los sustratos, sedimentos, rasgos de pequeña escala de los hábitats bentónicos e incluso de la estructura de las comunidades de organismos (animales y plantas) que forman parte de ellos. Esto también es aplicable a organismos pelágicos, permitiendo individualizar elementos biológicos en un rango que trascurre desde escasos milímetros (zooplancton) a varios metros (peces y cetáceos). De hecho, existe ya un cuerpo de conocimiento y tecnología muy desarrollados y con cierta tradición, si bien es cierto que su correcta aplicación depende de una formación técnica altamente especializada.

En lo referente a su aplicación en estudios censales y de dinámica poblacional de los peces, está relativamente extendida en ambientes marinos y en aguas continentales se aplica de forma creciente, debido en gran medida a la elevada portabilidad de los equipamientos hidroacústicos actuales. Existe una norma europea (CEN EN 15910: 2014 *Water quality - Guidance on the estimation of fish abundance with mobile hydroacoustic methods*) que contempla este tipo de técnicas para la evaluación de la biomasa de peces.

La adaptación y aplicación de estas técnicas a las masas de aguas redundan en una mejora de la cantidad y calidad de la información biológica disponible en las masas de agua no vadeables, es decir, no accesibles a las técnicas de muestreo que requieren el acceso a pie del operario, razón por la que ha promovido el presente estudio.

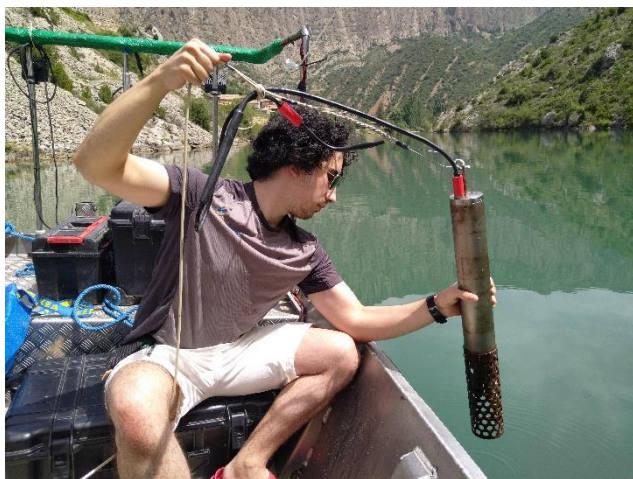
## 1.2. INTERÉS DEL ESTUDIO CUANTITATIVO DE LA FAUNA ÍCTICA EN MASAS DE AGUA NO VADEABLES

La fauna de peces representa un nivel elevado en la red trófica de los ecosistemas acuáticos e integra información espacio-temporal a mayor escala que los invertebrados. De ahí que resulte de interés su estudio desde diferentes puntos de vista, que transcurren desde la perspectiva de la conservación de la biodiversidad (especies amenazadas, especies invasoras, etc.), a su gestión como recurso pesquero, pasando por su interacción con la calidad de las aguas y su valor indicador del estado (potencial) ecológico (p.e. Poikane *et al.*, 2015).

A diferencia de los otros elementos biológicos utilizados como indicadores, los peces integran información plurianual y su papel en la clasificación de estas masas de agua no debe ser desdeñado *a priori*, máxime cuando una de las consecuencias más conspicuas de la degradación de las aguas son las mortandades piscícolas.

Es también muy relevante el papel que pueden desempeñar los peces en el ciclo biogeoquímico del embalse y en la calidad del agua en general, a través de mecanismos con repercusión en la red trófica y el control desde arriba del fitoplancton, pero también mediante el incremento del tiempo de residencia de las formas biodisponibles de los nutrientes en la columna de agua provocado por acciones de resuspensión y bombeo desde los sedimentos.

Este tipo de problemas se ponen especialmente de manifiesto en situaciones de sequía y bajas reservas de agua en los embalses, y las técnicas hidroacústicas permiten obtener la información básica necesaria mediante procedimientos ya muy afianzados, como se puede constatar en los tratados técnicos (Simmonds & MacLennan, 2005) y en las normas estándar existentes (ver más adelante).

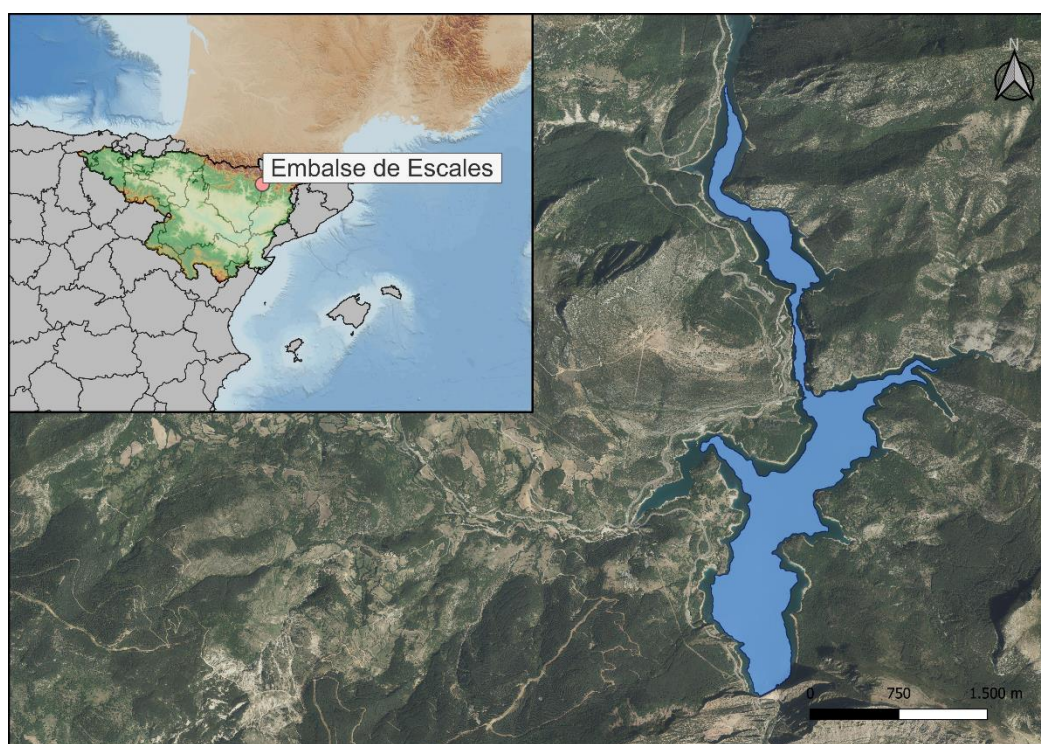


**Figura 1.** Técnico realizando toma de parámetros fisicoquímicos en el embalse de Escales.

## 2. ÁMBITO DE ESTUDIO

### 2.1. SITUACIÓN

El embalse de Escales (MAS 43) se localiza entre los términos municipales de Sopeira y El Pont de Suret, en las provincias de Huesca y Lleida respectivamente, regulando las aguas del río Noguera Ribagorzana.



**Figura 2.** Situación del embalse de Escales

Fue construido principalmente con el propósito de regular el caudal de agua para la generación de energía hidroeléctrica.

### 2.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Según el inventario nacional de presas y embalses, el embalse de Escales tiene una capacidad máxima útil de 152 hm<sup>3</sup> y ocupa en su nivel máximo normal (NMN) una superficie de 400,32 ha, lo que supone una profundidad media de 38 m y máxima de 92 m.

El muestreo hidroacústico, como se explica más adelante en el apartado 3.2, permite obtener una batimetría aproximada que se emplea para cubicar los diferentes estratos y ponderar las densidades y biomásas obtenidas por capa. En este caso se han realizado algunos transectos

adicionales para sondear la profundidad en zonas escasamente cubiertas con el planteamiento inicial de sondeo. En la Figura 3 se representa en planta el modelo batimétrico digital obtenido.

A partir de los datos batimétricos del sondeo y de los datos del vuelo LiDAR del IGN, se ha generado un modelo digital de elevaciones. El embalse presentó durante el muestreo (19-20 de julio de 2023) una profundidad media de 26 m y máxima de 57,1 m; la cota durante esas fechas estaba en el entorno de 786,5 msnm, que según la hipsometría generada corresponde a un volumen de 43,2 hm<sup>3</sup>.

Se ha realizado un trabajo previo de tratamiento de imágenes de satélite para aproximar el contorno correspondiente al límite del agua en el momento del muestreo, o en fechas cercanas. Para ello, se ha recurrido al satélite *Sentinel-2*, equipado con los últimos sensores multiespectrales (MSI), que disponen de una resolución radiométrica de 13 bandas espectrales que se distribuyen en el espectro electromagnético, desde el VNIR (Visible) al SWIR (infrarrojo cercano). Mediante la combinación de estas bandas se pueden generar diferentes índices, muy frecuentemente referidos a la vegetación.



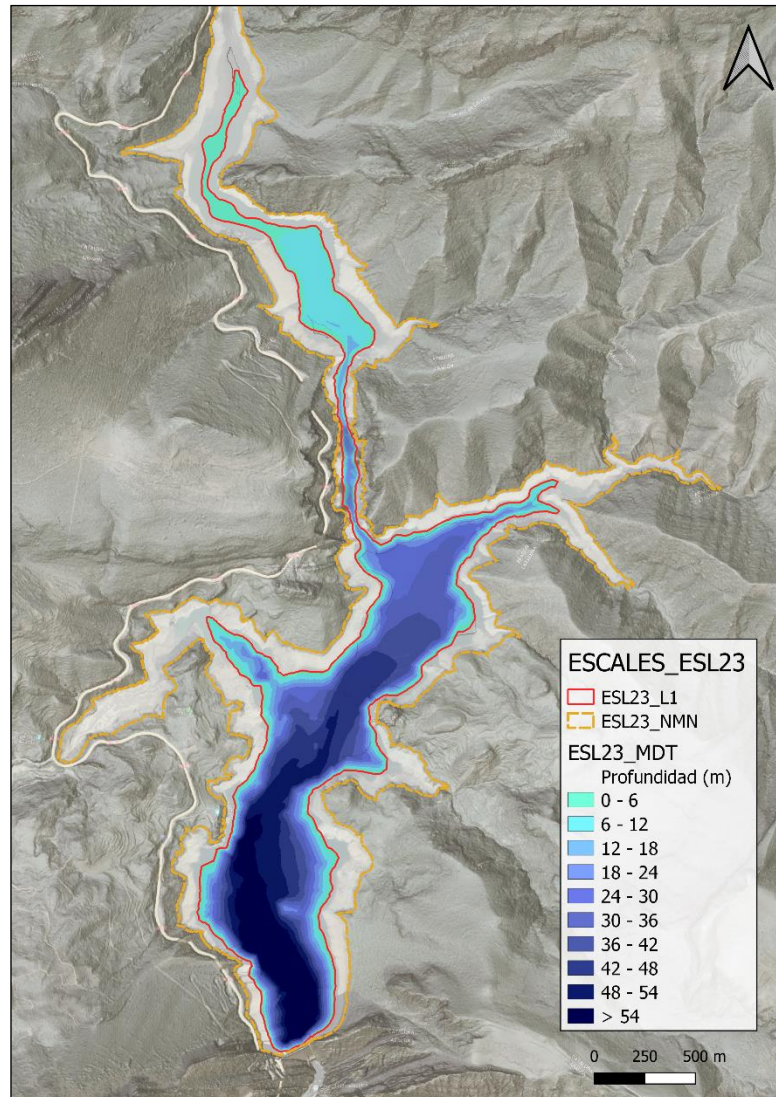


Figura 3. Representación batimétrica en planta.

En la Tabla 1 se presentan el volumen y la superficie de los tres estratos considerados en este caso, obtenidos a partir de la batimetría elaborada en el presente Estudio. Los volúmenes de los estratos pueden presentar ciertas desviaciones con respecto a los volúmenes reales, los motivos de esta desviación son múltiples (efecto del procedimiento de interpolación espacial, resolución de la batimetría, acumulación de sedimentos, nivel del embalse, etc.). No obstante, más que los valores absolutos, lo importante es conocer la importancia relativa de cada estrato para la ponderación de las densidades y biomásas.

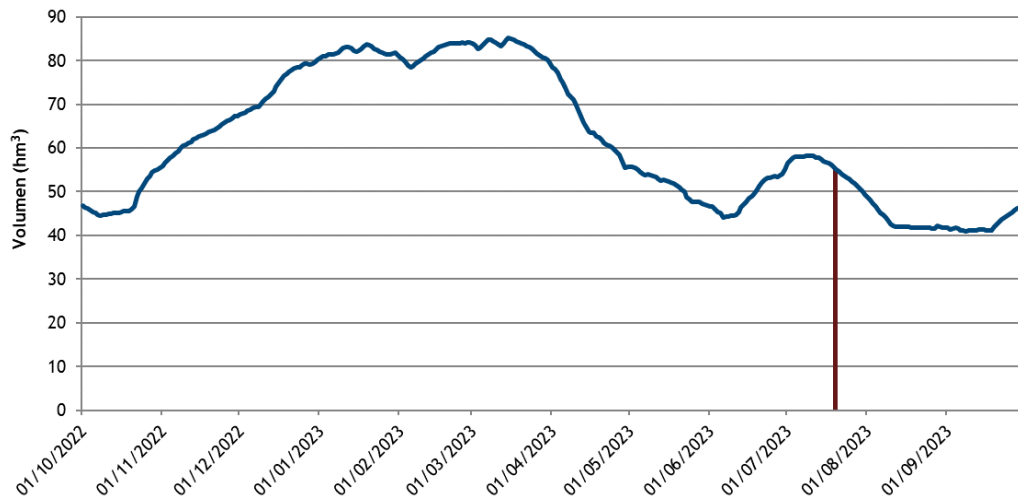
**Tabla 1.** Estratos considerados en el embalse de Escales

Embalse	Sector	Estrato	Profundidad (m)	Volumen (hm <sup>3</sup> )	Superficie (ha)
ESL23	1	1	0 a 5	7,4	159,8
ESL23	1	2	5 a 20	21,8	139,8
ESL23	1	3	20 a 65	14,1	87,7

### 2.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Como se observa en la figura siguiente, el embalse de Escales mantiene en promedio una reserva hídrica de 61,5 hm<sup>3</sup> durante el año hidrológico. La reserva hídrica del embalse alcanzó sus niveles más altos del año a mediados de marzo con un volumen de 85,29 hm<sup>3</sup> (56,11% de su capacidad). Después de este aumento se aprecian grandes descensos de volumen en los meses de abril a julio, y en septiembre se alcanza el volumen mínimo del período objeto de estudio, 40,95 hm<sup>3</sup> (26,94% de su capacidad), volviendo a los niveles del comienzo del año hidrológico.

El nivel del embalse permanece inestable durante todo el año variando su volumen en aproximadamente 44 hm<sup>3</sup>. En las fechas de muestreo (19 y 20 de julio de 2023), marcadas con una línea roja vertical, el embalse mantenía una reserva de 55,33 hm<sup>3</sup> de agua, que corresponde aproximadamente a un 36 % de su capacidad, según los datos proporcionados por el Sistema Automático de Información Hidrológica de la Demarcación Hidrográfica del Ebro (SAIH).



**Figura 4.** Evolución del volumen embalsado en el embalse de Escales durante el ciclo hidrológico 2022/23 (elaboración propia)

#### 2.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL EMBALSE. PERFILES VERTICALES

Para guiar la definición de macrohábitats y establecer la velocidad real del sonido en el agua (parámetro fundamental para el ecosondeo), así como detectar zonas potencialmente hostiles para los peces, se realizó en la zona de máxima profundidad un perfilado vertical de temperatura, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto, clorofila e irradiancia. En los gráficos siguientes se presentan los perfiles obtenidos.

En la Figura 5 se recogen los parámetros resumen de cada perfil vertical y la representación gráfica del mismo en la estación de muestreo más cercana a la presa (ESL23\_S1PRO1).

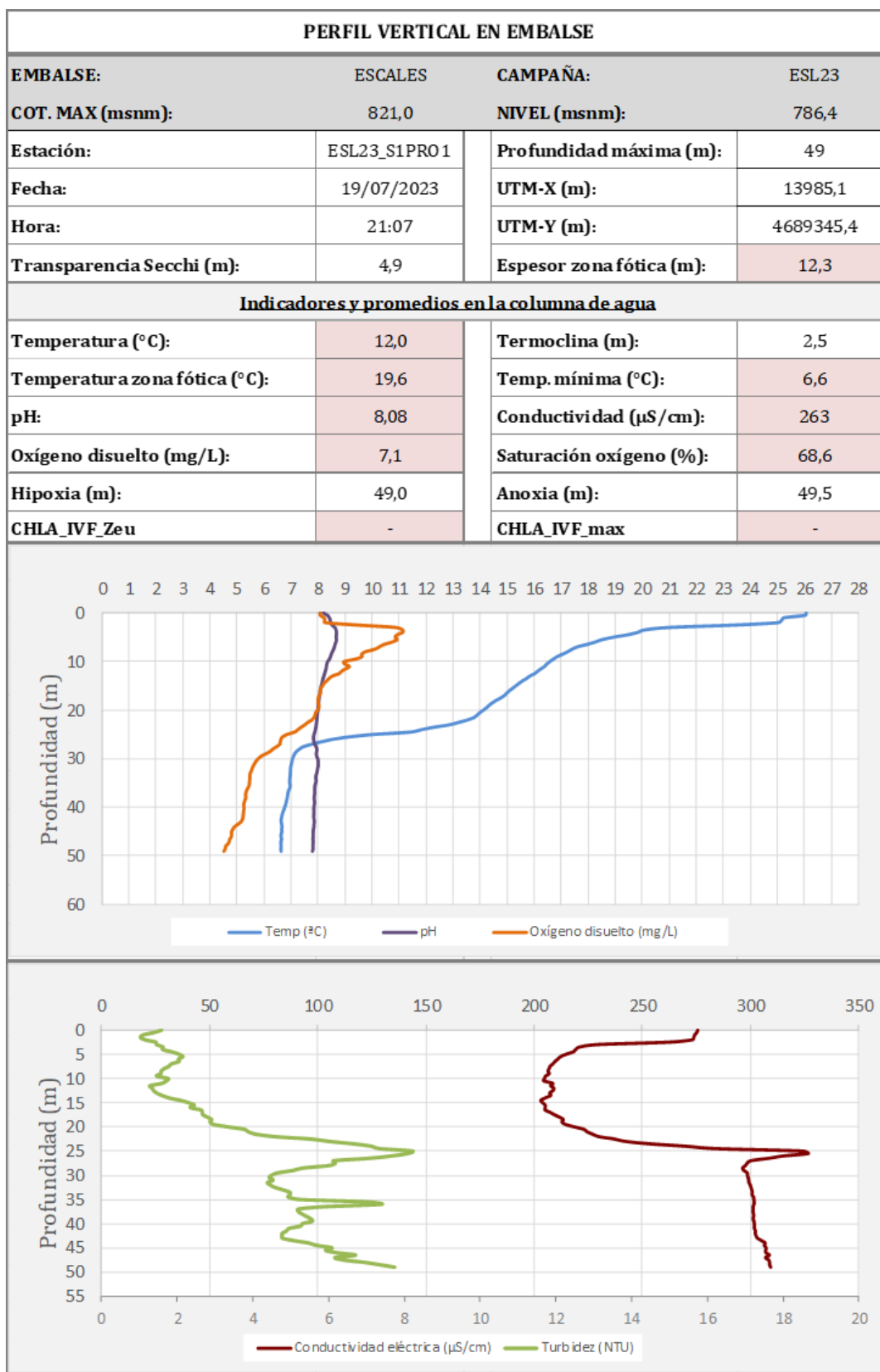


Figura 5. Perfil físico-químico del embalse de Escales (ESL23\_S1PRO1).

Como se observa en el perfil, en la zona principal del vaso del embalse, se alcanza una profundidad de 49 metros de profundidad. La transparencia del agua registrada mediante disco de Secchi es de 4,9 m, lo que supone una profundidad de la capa fótica aproximada de 12,3 m.

La temperatura del agua oscila entre los 6,58 °C en fondo y los 26,05 °C en superficie, disminuyendo progresivamente a lo largo de la columna de agua. Se observa una marcada termoclina, con descenso de la temperatura por debajo de los 20 metros de profundidad, alcanzando los 7 °C a partir de los 30 metros.

El pH es moderadamente básico y regular a lo largo de la columna de agua con una media de 8,08 unidades de pH. El valor promedio de la turbidez es de 4,10 NTUs pero se observa un pico justo en la interfase entre metalimnion e hipolimnion, acompañado por un incremento de la conductividad eléctrica del agua, que supera en 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  el valor promedio de (266  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

El hipolimnion, con mayor turbidez y conductividad, tiene suficiente oxígeno disuelto para la respiración de los peces.

## **2.5. POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO**

El embalse de Escales se cataloga en el ecotipo E-T07 (Monomítico, calcáreo de zonas húmedas, con temperatura media anual menor de 15°C, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos). Este embalse está incluido en la red de control de vigilancia, y ha sido catalogado como oligotrófico y potencial ecológico “bueno o superior” y un estado final del embalse “bueno”, según el informe final de Seguimiento de Embalses 2020 de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE, 2020).



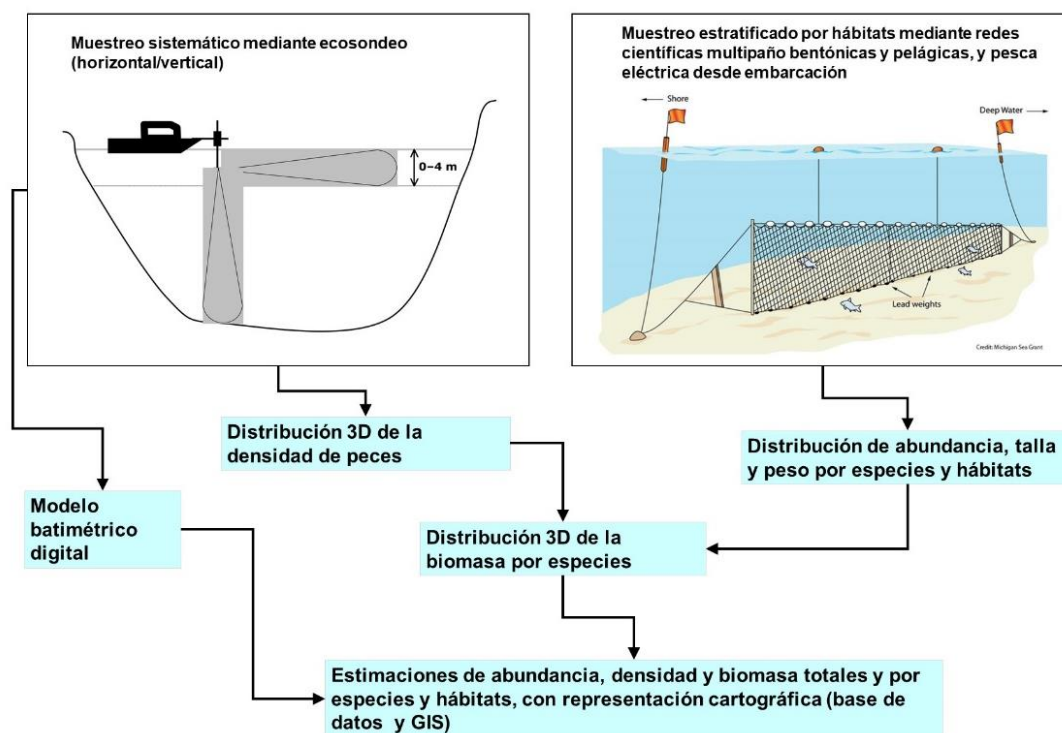
### 3. METODOLOGÍA

Se ha aplicado un procedimiento de muestreo sistemático mediante ecosondeo vertical y horizontal, combinado con muestreos directos por medio de la extensión de redes y pesca eléctrica desde embarcación.

El procedimiento general empleado, que se plasma en la Figura 6, establece diferentes técnicas de muestreo en función de los macrohábitats diferenciados. Como se puede observar en la citada figura, el procedimiento de trabajo se basa en la combinación optimizada de diferentes técnicas prospectivas y de análisis.

Mediante los sondeos acústicos en posición vertical y horizontal se obtiene una alta densidad muestral relativa a la densidad y talla acústica de los peces, y cada elemento de análisis se posiciona en tres dimensiones (latitud, longitud y profundidad). Además, se obtiene un levantamiento del fondo que permite elaborar un modelo batimétrico digital, que sirve para ubicar adecuadamente las estimaciones poblacionales en cada macrohábitat.

#### Metodología de censo de peces



**Figura 6.** Esquema del método de censo de poblaciones ícticas en un embalse

Mediante el muestreo con métodos directos de pesca científica en lugares representativos de los diferentes sectores definidos (macrohábitats), se alcanza un conocimiento de la distribución de especies y relaciones entre la talla y el peso, que permiten finalmente estimar biomazas por especies y sectores.

### **3.1. DISEÑO DEL MUESTREO**

Se ha planteado una distribución sistemática de las unidades de muestreo acústico, con una separación entre transectos de entre 50 y 100 m.

No obstante, se han realizado además recorridos periféricos adicionales proyectando el haz horizontal hacia las riberas, es decir, perpendicularmente a la línea de costa, en aquellos lugares en que la diferenciación del hábitat lo aconsejaba. Con ello se ha maximizado el alcance del sondeo en zonas someras, menos accesibles a un ecosondeo vertical.

Con el objetivo de conocer la composición específica del embalse, se dispusieron una serie de redes agalleras multipaño tratando de cubrir los gradientes presa-cola, zona litoral-zona pelágica y por último el gradiente en profundidad. En las zonas litorales, además se realizaron transectos de pesca eléctrica desde embarcación.

En 3 estaciones de muestreo, coincidentes con puntos de pesca directa, se han tomado muestras de agua para análisis de eDNA de trucha común y de anguila. En esos mismos puntos se han realizado perfiles verticales de parámetros físico-químicos y registros de transparencia del agua mediante disco de Secchi.

Los muestreos acústicos y de pesca directa se han realizado simultáneamente entre los días 19 y 20 de julio de 2023.

### **3.2. MUESTREOS REMOTOS: HIDROACÚSTICA**

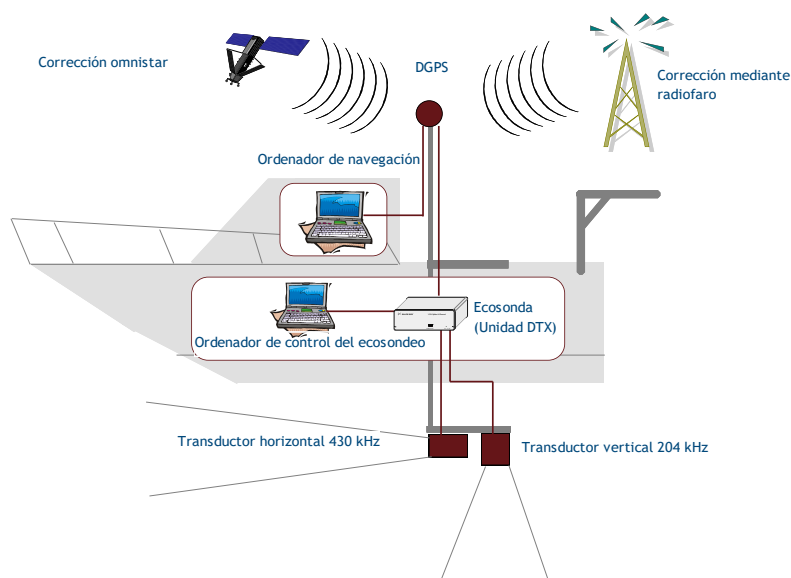
#### **3.2.1. *Prospección hidroacústica***

El equipo utilizado es una ecosonda científica BioSonics DTX, con un transductor elíptico digital de haz dividido y frecuencia de 430 kHz, orientado horizontalmente, y un transductor digital de haz dividido y frecuencia de 200 kHz, orientado verticalmente. Estos sistemas ofrecen un rango dinámico muy superior a los analógicos. El transductor utilizado en orientación vertical

tiene un ángulo de apertura de  $10^\circ$ , lo que permite obtener un volumen muestral que casi duplica los de los transductores estándar.

Los transductores van sujetos lateralmente al barco mediante un soporte construido *ex profeso* que los mantiene sumergidos en su posición, horizontal o vertical, y orientados perpendicularmente al avance de la embarcación.

Durante la adquisición de datos, las posiciones proporcionadas por el sistema GPS se incorporan de forma automática y directa a los ficheros de datos, de modo que los datos de cada medición efectuada por la ecosonda van vinculados de forma inequívoca a sus respectivas posiciones. Con cada pulso o muestra, el sistema adquiere información sobre todos los objetos que se encuentran en ese momento en la columna de agua y dentro del haz acústico que emite la sonda.



**Figura 7.** Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico

Los datos adquiridos se someten a un postproceso, mediante el cual se extraen de los ficheros de datos crudos, adquiridos en el campo y las posiciones originales suministradas por el GPS. Para ello, se empieza por identificar el fondo en cada ecograma.

Posteriormente, se visualizan en forma de ecograma todos los datos acústicos obtenidos y se revisan para descartar posibles artefactos (detecciones de burbujas, etc.) en los ficheros, excluyendo de esta forma falsos ecos.

### 3.2.2. *Procesado de datos acústicos*

Se ha empleado una combinación de las técnicas de detección de ecos (ecoconteo y recuento de rastros) y de ecointegración. La técnica de detección de ecos permite, para cada ping (muestra) o rastro, catalogar cada señal como objetivo (pez) y estimar su intensidad acústica, mientras que, en el caso de la ecointegración, se estima la intensidad acústica de una agrupación de peces y se asigna una intensidad media por individuo.

Esta última técnica se aplica a las agrupaciones densas (bancos) de peces, que no permite a los sistemas acústicos resolver ecos individuales, y también a la insonificación horizontal, en la que variabilidad de la señal en función de la orientación del pez respecto al haz es alta y sigue patrones desconocidos en un sondeo móvil. Se aplica en todos los casos al estrato superficial, en el que el sondeo se realiza con orientación horizontal del haz, dado que la estimación de la talla acústica individual en este tipo de sondeo móvil presenta un alto grado de incertidumbre.

En este caso se ha aplicado la técnica de conteo de rastros para estimar la abundancia en los estratos profundos, sondeados con orientación vertical del haz acústico, dado que la densidad de peces y el ruido por otros factores (burbujas, etc) no son excesivos. Los ecos se compensan con la distancia al eje del haz. Sin embargo, la presencia de bancos de peces ha obligado a realizar un doble análisis en los estratos L2 y L3 se ha aplicado la ecointegración a los bancos después de aislarlos del resto de la señales individuales (conteo de rastros).

Además de la densidad de peces en cada celda georreferenciada, se obtiene la intensidad media del blanco o talla acústica (TS, expresada en dB).

Para convertir la TS en talla física del pez, en los ecogramas obtenidos mediante orientación vertical del haz se ha aplicado un algoritmo adaptado a la frecuencia acústica aplicada, a partir de la ecuación básica de Love (1977).

En el caso de la ecointegración se ha utilizado la talla media de las capturas obtenidas en las pescas para obtener la intensidad de reverberación de sección transversal (*backscattering cross section*) utilizando regresiones *ad hoc* (Kubecka *et al.*, 2009).

### 3.3. MUESTREOS DIRECTOS DE PESCA

#### 3.3.1. Redes agalleras multipaño

A efectos de obtener información sobre la distribución de especies y las relaciones talla/peso, se han calado redes de muestreo científico de tipo NORDIC (Fiskerivertket 2000:1), desarrolladas por el *Nordic Freshwater Fish Group* y que constituye un estándar internacional (CEN-EN 14.757/2006).

Constan estas redes de 12 paños agalleros de luz creciente, que va desde 5 hasta 55 mm, en una longitud total de 10 m, 30 m o 40 m de largo y de 1,5 ó 6 m de alto. La ratio entre la luz de paños consecutivos es de 1,25 y sigue una progresión geométrica. Este tipo de red constituye un arte de pesca no sesgado, puesto que captura con similar probabilidad todas las tallas.

Para completar la información aportada por las redes estándar, se han empleado otras redes formadas por cuatro paños de luces de mayor tamaño cuyo objetivo es la caracterización de las tallas grandes.

La nomenclatura de cada red depende de la ubicación y la altura a la que se despliega, de tal manera que hay redes bentónicas (caladas al fondo), mesopelágicas y epipelágicas, ubicadas ambas en la zona pelágica y caladas, respectivamente, a una profundidad intermedia y en superficie.

**Tabla 2.** Descripción de las redes de muestreo empleadas.

Código	Número de paños * Longitud (m)	Luz de malla (mm)	Longitud * Altura (m)	Esfuerzo respecto a estándar
BEN	16 * 2,5	5 - 135	40 * 1,5	1,33
EPL	15 * 2,5	6,25 - 135	37,5 * 6	5
MPL	15 * 2,5	6,25 - 135	37,5 * 6	5

La unidad estándar de esfuerzo de pesca está constituida por una red de 12 paños y 1,5 m de altura (45 m<sup>2</sup>), calada durante 12 h. El esfuerzo de muestreo se ha repartido geográficamente siguiendo una previsión de hábitats o, como se suelen denominar en este tipo de trabajos, “polos de atracción”. En este caso, el diseño muestral no responde a un carácter sistemático sino estratificado por sectores y hábitats.



**Figura 8.** Red epipelágica desplegada en el embalse de Escales

### **3.3.2. Pesca eléctrica desde embarcación**

Además de las pescas con redes, en las zonas litorales someras (hasta 2 metros), especialmente en presencia de macrófitos acuáticos o vegetación de ribera, se realizó un muestreo complementario mediante pesca eléctrica desde embarcación.

Dada la complicada logística para acceder a los lagos de montaña, que se hubo de realizar en helicóptero, los métodos y materiales para hacer frente a los muestreos directos de electropesca fueron diferentes. El equipo de pesca utilizado fue el Hans-Grassl GmbH EL 60 II GI (1,3 kW), un motor portátil de explosión portado por un técnico, para realizar los transectos de pesca en zonas vadeables de orilla.

La forma de proceder consiste en realizar transectos paralelos a la orilla, de los que se anotan las coordenadas y hora de inicio y fin, en los que se van recogiendo los peces que son atraídos a los ánodos. Una vez finalizado el transecto, se procesan los peces capturados. Para el cálculo



de capturas por unidad de esfuerzo, la unidad estándar de esfuerzo que se aplica es de 100 metros de orilla. Los muestreos de pesca eléctrica se realizan preferentemente en horas crepusculares.



**Figura 9.** Embarcaciones de electropesca y acústica amarradas en la orilla del embalse de Escales

### **3.4. INTERPOLACIÓN ESPACIAL Y ESTIMACIONES GLOBALES**

Para presentar los resultados obtenidos, todas las posiciones contenidas en los ficheros tienen que convertirse a UTM en datum ETRS89 Huso 31. Todos los mapas e ilustraciones que se incluyen en el presente Estudio se han representado en este sistema de referencia.

El embalse se ha dividido en estratos coherentes de profundidad, que han sido debidamente cubrados mediante el modelo batimétrico digital. Esta estratificación se ha efectuado considerando los registros verticales de temperatura y oxígeno disuelto y de la penetración de la luz, obtenidos durante el muestreo, así como criterios relativos a la orientación del transductor y a la coherencia del haz acústico en horizontal.

Para cada estrato se ha realizado un promediado de las estimaciones por celdas, que posteriormente se ha ponderado en función del volumen (densidad) o de la superficie (biomasa) de cada capa. Este promedio se ha realizado sobre los valores densidad y biomasa por celda.

El promediado se realiza independientemente para cada estrato considerado, que se han nombrado (mapas) a partir de la siguiente nomenclatura (se proporciona también su equivalencia con la nomenclatura internacional más extendida):

- L1: Estrato superior - *Upper Open Water (UOW)*
- L2: Estrato intermedio - *Medium Open Water (MOW)*
- L3: Estrato inferior - *Lower Open Water (LOW)*

Se calcula además el error estándar y los intervalos de confianza de las estimaciones de densidad, asumiendo una distribución normal de probabilidad, lo que está justificado cuando el índice de cobertura ( $D_a$ ) es superior a 6 (Simmonds & McLennan, 2005), valor que se supera ampliamente con la intensidad de muestreo planteada en este trabajo.

### 3.5. EVALUACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE BIÓTICO QFBI

No existe en la actualidad un método oficial de evaluación del potencial ecológico de los embalses basado en el bioindicador peces. No obstante, se dispone de un índice biótico de calidad desarrollado previamente dentro del proyecto de I+D+i del MARM “Investigación de la respuesta hidroacústica específica y desarrollo de métodos para la evaluación cuantitativa de las comunidades de peces y del potencial ecológico en embalses” (Expte.: 082/RN08/01.1), coordinado por Ecohydros. Su cálculo puede tener interés a efectos de comparar sintéticamente la calidad entre los diferentes embalses según la composición y biomasa de las biocenosis de peces.

Esta aproximación a un índice de calidad basado en los peces se denominó QFBI (*Quantitative Fish Biotic Index*). Para su desarrollo se siguió una metodología en la línea de la adoptada por el grupo europeo de intercalibración y que consiste en emplear como variable dependiente una medida del grado de presión al que está sometido el embalse (*Global Pressure Index*) y como variables independientes las métricas calculadas a partir de los datos cuantitativos de peces.

Mediante regresión logística (*stepwise*) se seleccionaron cinco métricas que combinadas generan el valor del QFBI. En la tabla siguiente se presentan las métricas empleadas y los coeficientes de la ecuación.

**Tabla 3.** Métricas y coeficientes para el cálculo del QFBI

Métrica	Variable	Descripción	Coefficiente
		Término independiente	-2,31
M1	LOG_BIO	Logaritmo de la biomasa total del embalse expresada en g/ha	0,94
M2	LOG_BIO_native	Logaritmo de la biomasa de especies autóctonas del embalse expresada en g/ha	-1,49
M3	LOG_%_BIO_PISC_Exotic	Logaritmo del porcentaje en biomasa de especies exóticas piscívoras	6,50
M4	LOG_BIO_PISC_Exotic	Logaritmo de la biomasa de especies exóticas piscívoras expresada en g/ha	0,27
M5	LOG_BIO_ciprin_native	Logaritmo de la biomasa de ciprínidos autóctonos expresada en g/ha	0,79

O lo que es lo mismo, expresado en forma de ecuación:

$$QFBI = -2,31 + 0,94 \times M1 - 1,49 \times M2 + 6,5 \times M3 + 0,27 \times M4 + 0,79 \times M5$$

Una de las cuestiones más delicadas en la evaluación de la calidad es la fijación de los valores de corte entre clases, y principalmente el valor que separa el potencial moderado del bueno. En esta primera versión se han empleado los siguientes valores de corte:

**Tabla 4.** Valores de corte del QFBI empleados para la clasificación del potencial ecológico

Clase	1	2	3	4	5
Potencial	Óptimo	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
QFBI		-1	0,2	1,6	2,3

### 3.6. DETECCIÓN DE TRUCHA COMÚN Y ANGUILA EUROPEA MEDIANTE ADN AMBIENTAL

#### 3.6.1. Muestreo de ADN ambiental (eDNA)

Para la detección de trucha común (*Salmo trutta fario*) y de anguila (*Anguilla anguilla*) se tomaron 3 muestras de 1L de agua en otras tantas estaciones de muestreo. En una de esas estaciones (punto más profundo) las muestras se tomaron en 3 profundidades diferentes repartidas en la columna de agua. En las otras dos estaciones las 3 muestras se tomaron en superficie a lo largo de la zona cubierta por el muestreo con red o con electropesca.

En la Figura 12, se representa la ubicación de las redes agalleras de diferente tipo utilizadas en el muestreo directo de peces, así como los recorridos de pesca eléctrica y los puntos de registro físico-químico y de muestreo de eDNA.

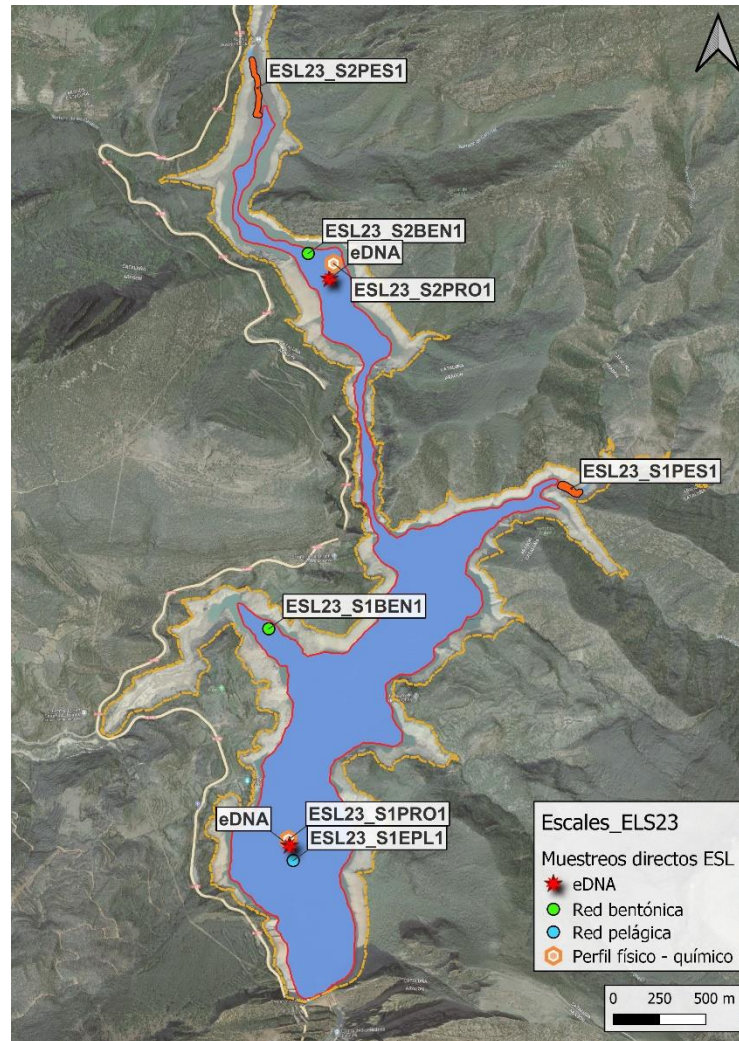


Figura 10. Ubicación de las estaciones de muestreo directo en el embalse de Escales

### 3.6.2. Obtención de ADN ambiental de trucha común y de anguila en muestras de agua

Para aislar el ADN presente en el agua del embalse fue preciso filtrar las muestras con bombas de presión negativa y filtros de 0,2 micras de poro, en condiciones de esterilidad y bajo estrictos controles para evitar posibles contaminaciones de las muestras. Así pues, las muestras se filtraron en un laboratorio aislado y todos los materiales que no fueran desechables se esterilizaron entre cada una de las muestras.



La extracción de ADN se realizó en cabina de flujo laminar con luz ultravioleta (UV), empleando el kit para muestras de agua “*DNeasy Power Water Kit*” de Qiagen. Una vez aislado el ADN de las muestras ambientales, las extracciones se conservaron congeladas (-20°C) hasta su posterior análisis.

Antes de proceder con los análisis específicos de detección de trucha común y de anguila, fue preciso confirmar la calidad e integridad de las muestras. Para ello, el ADN ambiental aislado se amplificó con un marcador genético universal del gen ribosomal 18S. Esto permite por un lado confirmar la presencia de ADN en las muestras, ya que este marcador amplifica multitud de organismos, y por otro lado descartar la presencia de inhibidores de la amplificación por PCR, comunes en las muestras ambientales.

La detección del marcador universal del gen ribosomal se realizó en un termociclador de PCR convencional modelo *Verity Blue* (*Life Technologies, Inc., Applied Biosystems, Carlsbad, CA, USA*). Las detecciones tanto de trucha común como de anguila europea se realizaron mediante PCR cuantitativa (qPCR) en un termociclador *7,900 HT Fast Real- Time PCR System* (*Life Technologies, Inc., Applied Biosystems, Carlsbad, CA, USA*). Todas las amplificaciones se replicaron en el laboratorio, repitiendo los análisis en ocasiones diferentes, correspondientes a días distintos, para asegurar la consistencia y fiabilidad de los datos.

### **3.6.3. Detección específica de trucha común**

Para la detección de trucha común se utilizó un marcador específico y una sonda *TaqMan MGB* (Gustavson *et al.*, 2015, siguiendo las recomendaciones de Fernández *et al.*, 2018). El marcador específico de *Salmo trutta* se une y amplifica únicamente el ADN de trucha común, no de otros organismos ni de otras especies de trucha. Si en la muestra ambiental no hay ADN de *Salmo trutta*, no habrá amplificación, ni por tanto señal, ya que la sonda no emitirá fluorescencia.

Cuando se produce amplificación, porque hay coincidencia del código de los cebadores (o *primers*) con el del ADN de la muestra, se libera un extremo de la sonda, que pasa a emitir fluorescencia. Con ello es posible detectar, mediante la lectura de fluorescencia, la presencia de la especie y adicionalmente, mediante cálculos, la cantidad de ADN de trucha presente en la muestra.

#### **3.6.4. Detección específica de anguila europea**

Para la detección de anguila europea se utilizó un marcador específico de desarrollo propio de Ecohydros. El marcador específico de *Anguilla anguilla* funciona igual que el previamente descrito para *Salmo trutta*; se une y amplifica únicamente el ADN de anguila, pero no el de otros organismos.

#### **3.6.5. Estimaciones de biomasa**

La metodología de PCR cuantitativa (qPCR) permite estimar la cantidad de ADN de la muestra a través de cálculos derivados del número de moléculas presentes en la muestra ambiental analizada, y de su composición molecular.

Se calculó una recta patrón de diluciones seriadas del producto de PCR con amplicones del fragmento especie del marcador utilizado para la detección de la trucha común. Para poder obtener dicha recta patrón, se cuantificó mediante fluorimetría la concentración de ADN disponible en el producto de PCR a utilizar. Después se analizó el genoma de la especie y se encontró la secuencia de los primers para poder discernir el número de bases que existían entre ellos. Finalmente se calculó el número de copias de ADN de la especie.

Todos los ensayos realizados con los amplicones y con tejido de trucha y anguila se realizaron por separado, en una sala de laboratorio diferente, aislados de las muestras ambientales, para evitar cualquier posible contaminación cruzada.



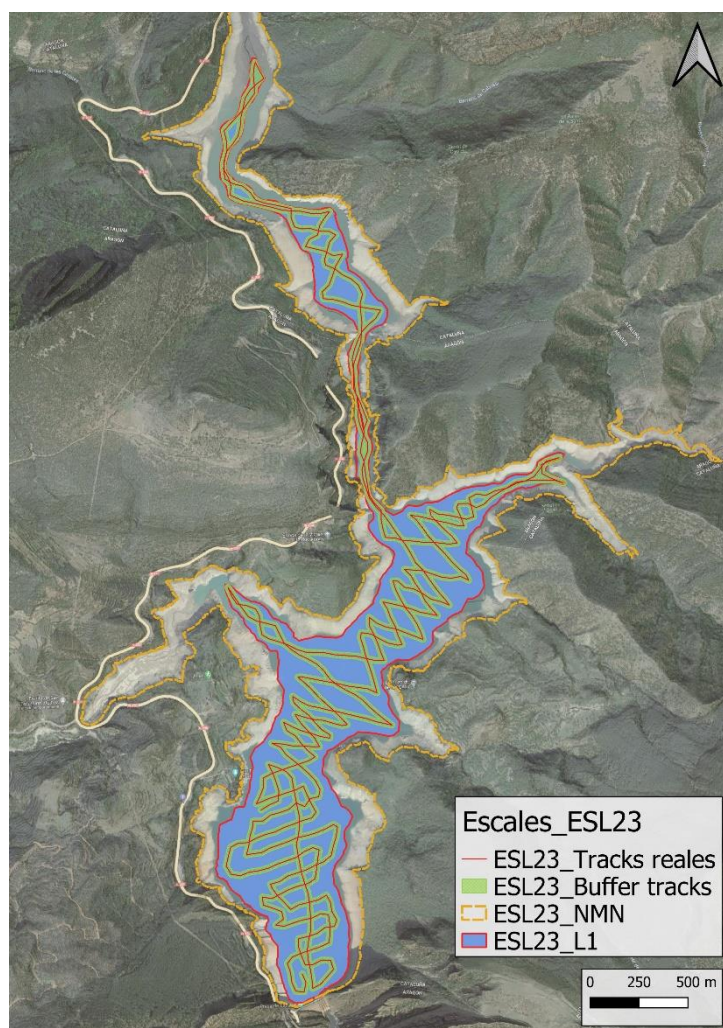
## 4. RESULTADOS

### 4.1. SONDEO HIDROACÚSTICO: DENSIDADES

Los recorridos móviles de ecosondeo han cubierto una longitud total de 27,1 km (con dos transductores), lo que supone un valor del índice de cobertura (Da) de 21,5. Los recorridos completos sobre el mapa batimétrico se presentan en la Figura 11.

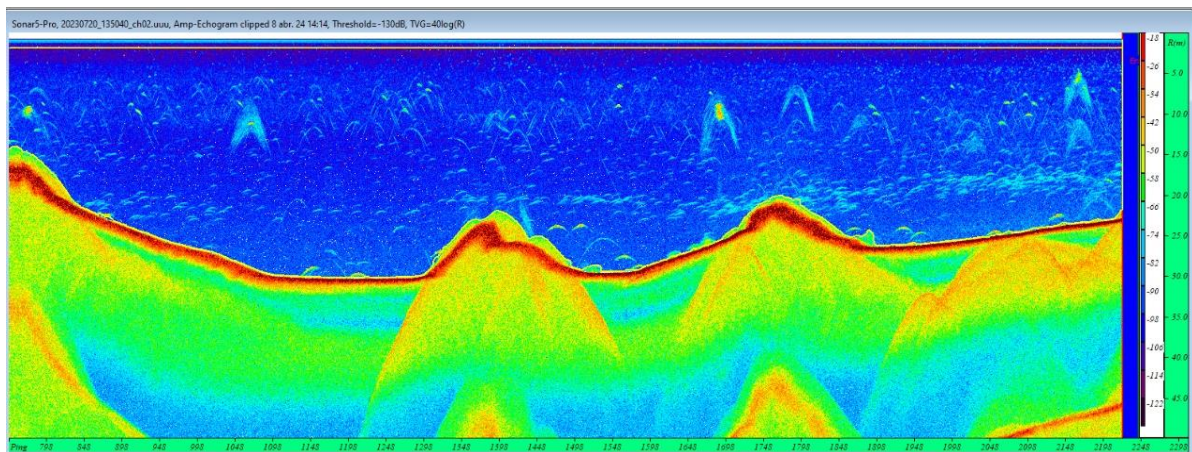
Obsérvese que los recorridos realizados se circunscriben al contorno del agua (rojo) correspondiente con el día de muestreo.

Mediante el método descrito, se ha obtenido una estimación de densidad en celdas de 50 m y también la talla acústica corregida de cada uno de los blancos y rastros ("tracks") de peces.



**Figura 11.** Recorridos del sondeo hidroacústico en el embalse de Escales

En la Figura 12 se muestra un ejemplo de un ecograma del embalse de Escales realizado con haz vertical en el brazo del barranco de Cantallops. La profundidad en esta zona está en torno a los 25 metros. En el ecograma se pueden apreciar señales de peces grandes asociados al fondo, también varios bancos de peces en torno a los 10 metros de profundidad y además un continuo de señales de menor intensidad a unos 18 metros de profundidad. Es un ecograma sin ruido de burbujas pero con una abundancia de señales de peces e invertebrados.



**Figura 12.** Ejemplo de un ecograma obtenido con el haz vertical en el embalse de Escales.

#### 4.1.1. Distribución y estimación de la densidad de peces

En la Tabla 5 se ofrecen los estadísticos descriptivos de cada estrato vertical analizado. La densidad se ha expresado en individuos por decámetro cúbico ( $1 \text{ dam}^3 = 1.000 \text{ m}^3$ ). Los valores de densidad son bajos y no se aprecian diferencias significativas entre estratos de profundidad.

**Tabla 5.** Densidad de peces (ind/dam<sup>3</sup>) por estratos, estimada mediante acústica

Embalse	Sector	Estrato	Densidad media (ind/1000m <sup>3</sup> )	Densidad máxima (ind/1000m <sup>3</sup> )	Número de casos	Número de casos con valor 0	Desviación típica
ESL23	1	1	3,16	55,96	543	29	6,14
		2	3,80	566,57	504	241	32,90
		3	0,14	12,38	345	288	0,85

La densidad resultante en el conjunto del embalse es de  $2,50 \pm 0,13$  ind/dam<sup>3</sup>. Se trata de un valor bajo, a pesar de que se han registrado bancos de peces. El estrato intermedio presenta la densidad más alta y el inferior la más baja.

En las figuras siguientes se presenta la disposición geográfica de las celdas de análisis para cada uno de los estratos y se representa mediante símbolos graduados la densidad de cada celda de análisis. Cada punto representa una celda de 50 m de longitud.

Se ha empleado el método de Jenks "*Natural breaks optimization*" para establecer los valores de corte de los datos de densidad. Es un método de agrupamiento de datos diseñado para determinar la mejor disposición de valores en diferentes clases. El método busca reducir la varianza dentro de las clases y maximizar la varianza entre las clases. Por ello, las clases de valores obtenidas pueden ser diferentes para cada grupo de casos (estratos).

En los 3 estratos la tendencia es a acumular la mayor densidad de peces en las zonas más distales de cada estrato, es decir, en el brazo más estrecho de la cola del embalse. Hay valores en el estrato intermedio (L2) que superan en un orden de magnitud los del estrato superficial, lo que refleja la preferencia de las especies formadoras de bancos por esa capa con temperatura moderada y menos exposición a la luz.



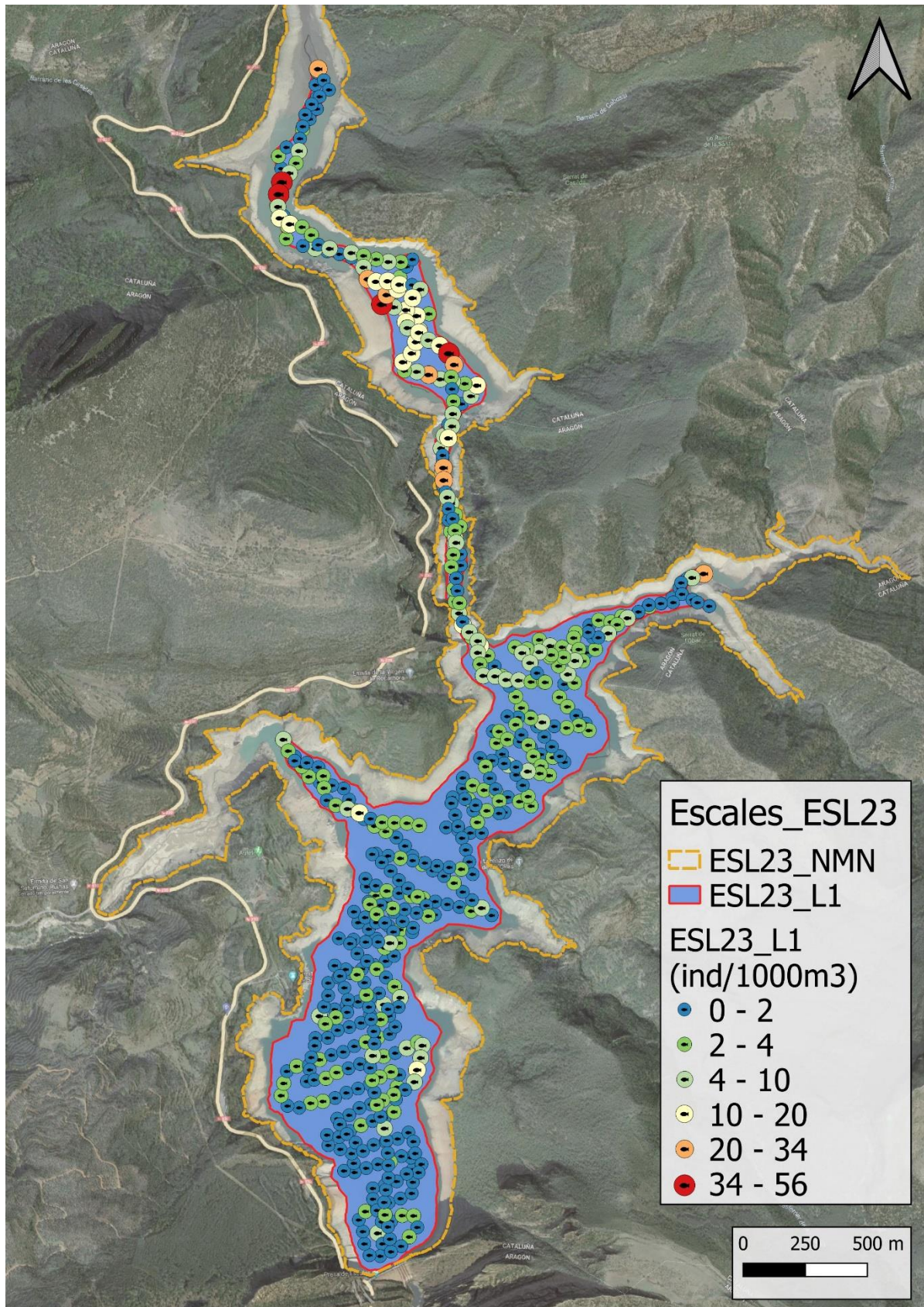
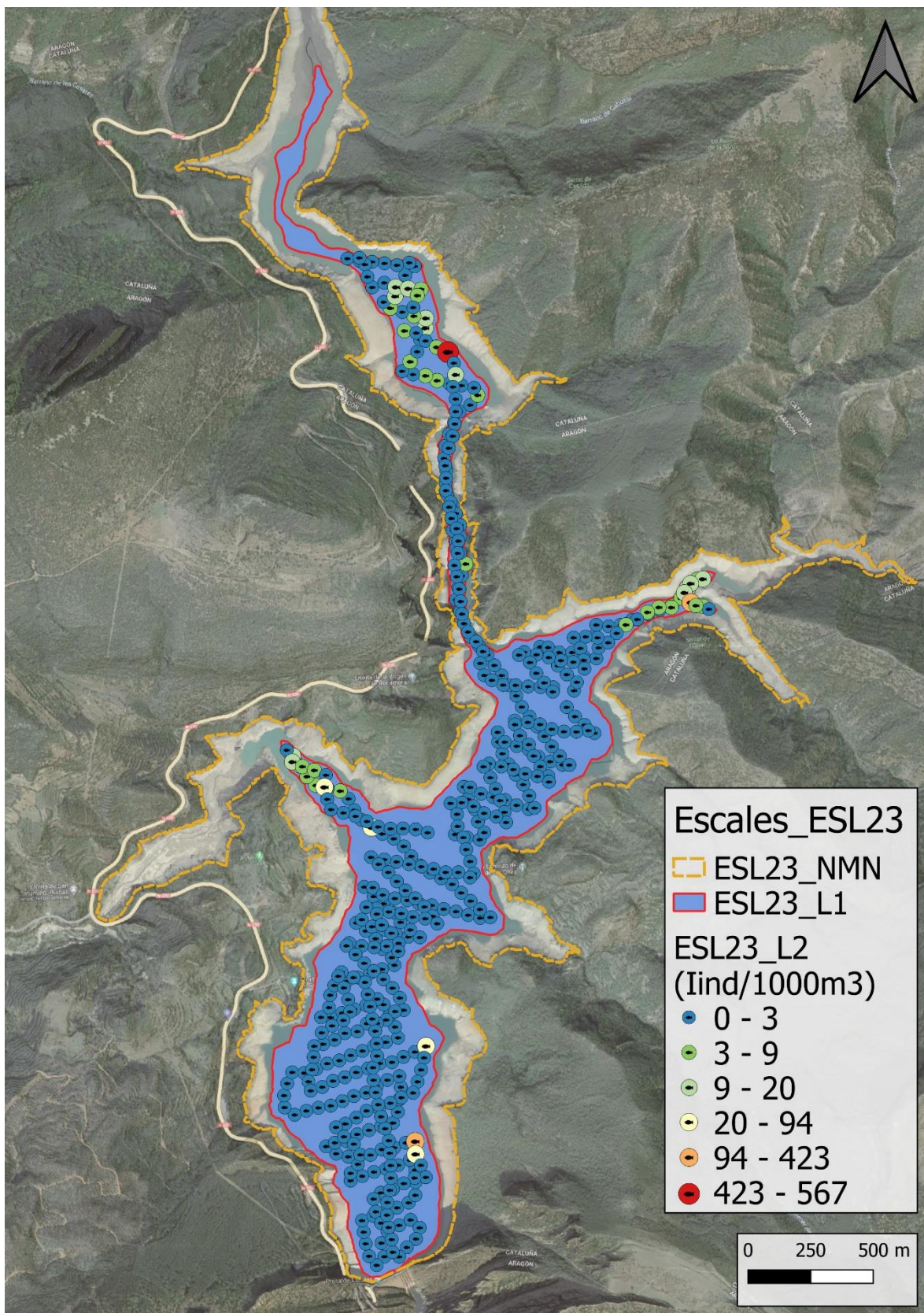


Figura 13. Distribución de la densidad de peces en el estrato superior (UOW).





**Figura 14.** Distribución de la densidad de peces en el estrato medio (MOW).



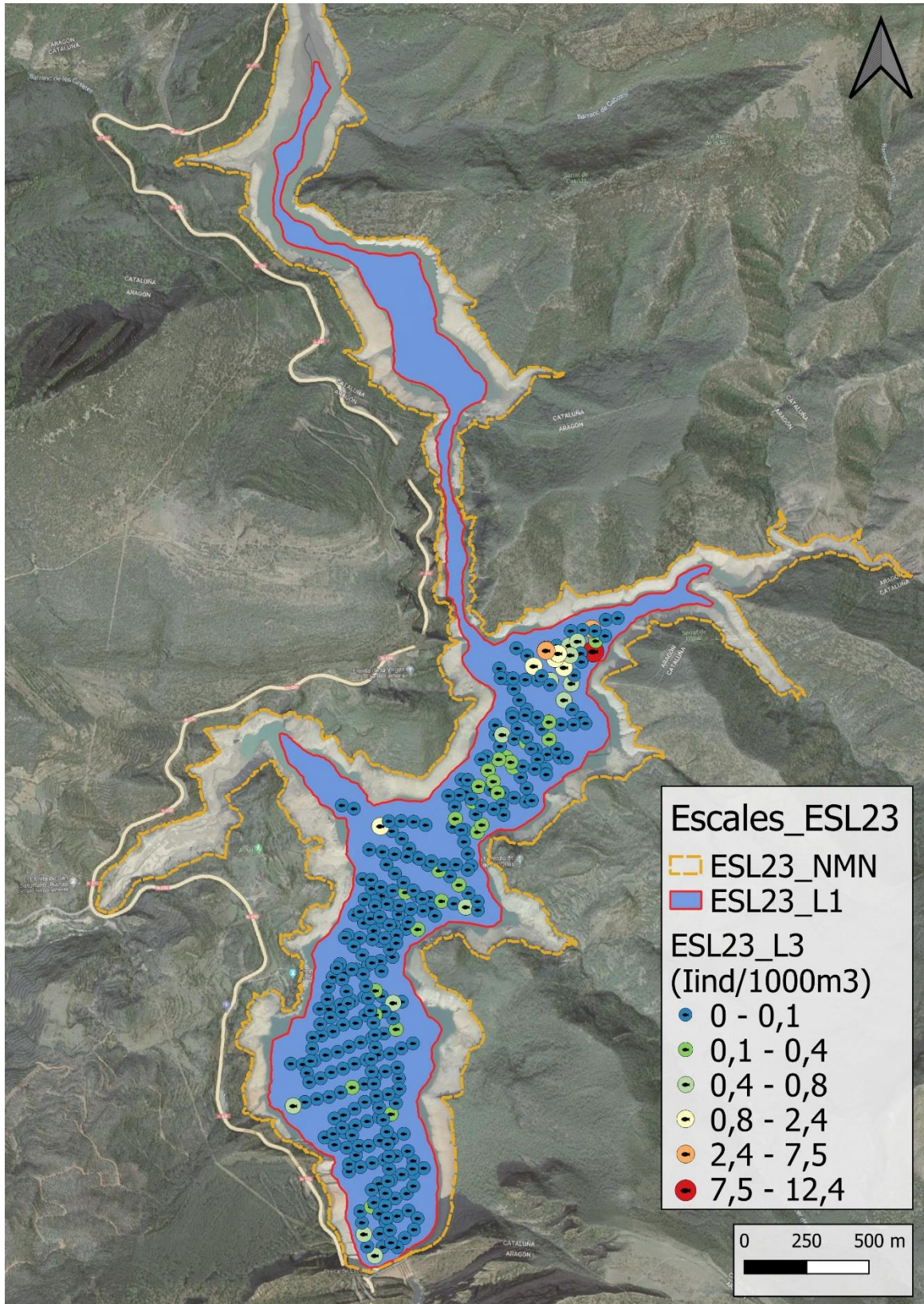


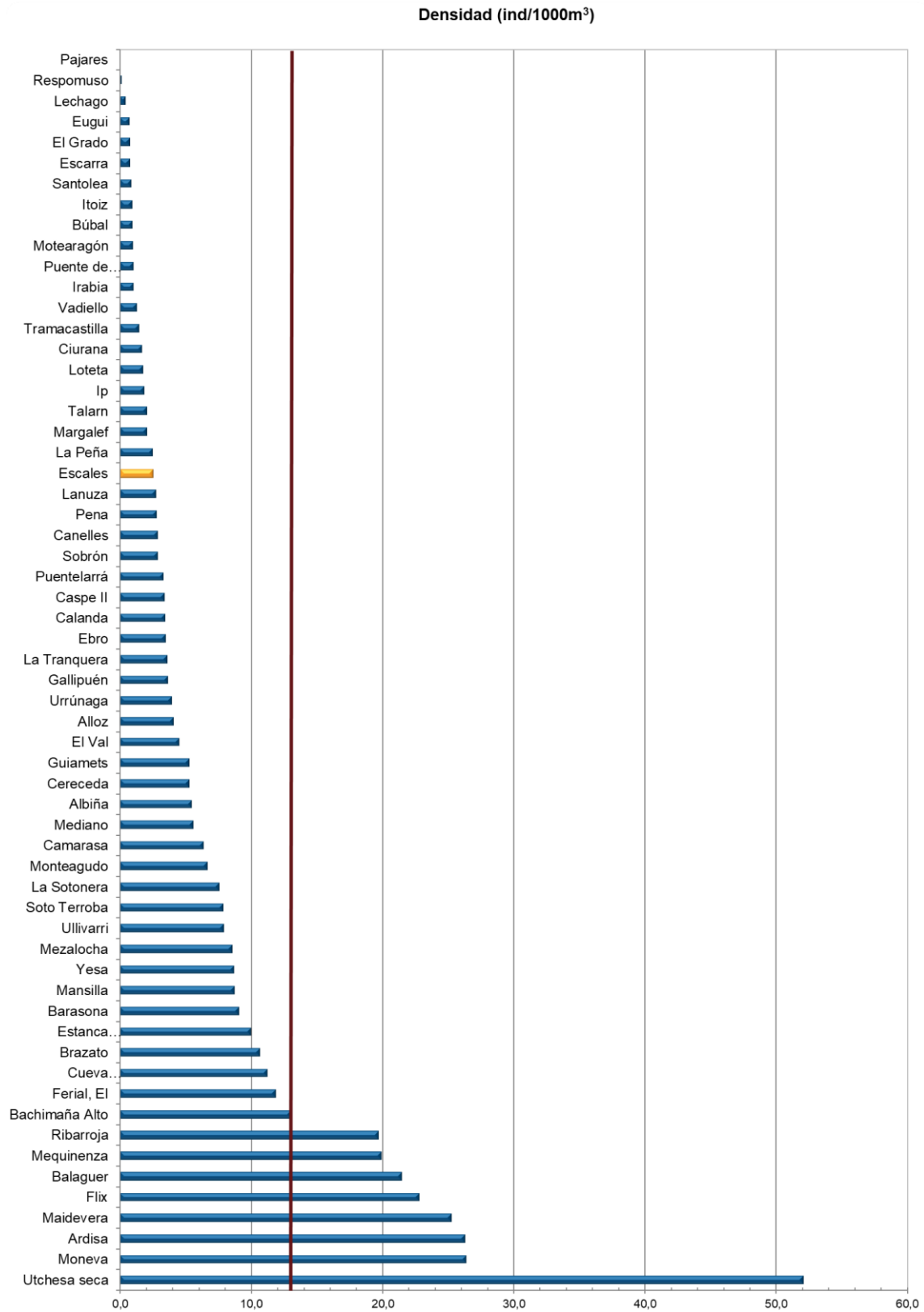
Figura 15. Distribución de la densidad de peces en el estrato profundo (LOW)



#### **4.1.2. Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro**

En el diagrama de barras siguiente se presentan los resultados de densidad obtenidos en el embalse de Escales, en comparación con otros embalses de la cuenca del Ebro en los que se ha trabajado con técnicas hidroacústicas y se dispone de datos cuantitativos. La línea roja representa el valor promedio de los embalses considerados, en la que el embalse de Utchesa Seca constituye un extremo por el lado superior de la distribución.

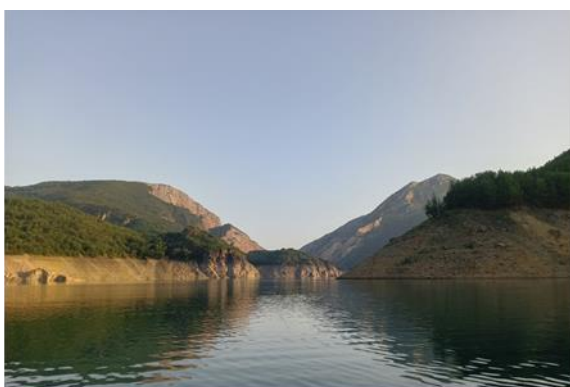
El valor de densidad obtenido para el embalse de Escales queda muy por debajo de los valores medios en el conjunto de embalses estudiados en la cuenca del Ebro, y se puede considerar bajo en el contexto de la demarcación hidrográfica del Ebro.



**Figura 16.** Comparación de la densidad con otros embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro

#### 4.2. MUESTREOS DIRECTOS: COMPOSICIÓN Y BIOMASA ESPECÍFICA

Los muestreos directos se han realizado mediante pesca con redes agalleras multipaño según se describen en la norma CEN 14.757 y mediante pesca eléctrica desde embarcación en las zonas litorales someras.



Vista panorámica del embalse de Escales



Ubicación red epipelágica en el vaso principal



Acceso embarcación con grúa



Ejemplar de barbo de Graells (*Luciobarbus graeslisi*)



Embarcación de hidroacústica durante la navegación



Toma de parámetros con sonda Sea&Sun Tech.

**Figura 17.** Fotografías de las labores de muestreo en el embalse de Escales

#### 4.2.1. Especies presentes en el embalse

De las cinco (5) especies detectadas en los muestreos de diferente tipo realizados en el embalse de Escales, tan solo el barbo de Graells es autóctono en la demarcación hidrográfica del Ebro, y la única que representa a los grandes ciprínidos omnívoros (Tabla 6).

**Tabla 6.** Especies presentes en el embalse de Escales

Nombre científico	Nombre común	Autóctono/alóctono
<i>Alburnus alburnus</i>	Alburno	Alóctono
<i>Luciobarbus graellsii</i>	Barbo de Graells	Autóctono
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Gardí	Alóctono
<i>Sander lucioperca</i>	Lucioperca	Alóctono
<i>Perca fluviatilis</i>	Perca	Alóctono

Por lo demás, es una biocenosis altamente modificada, con dos especies de depredadores (lucioperca y perca de río) y dos especies de peces forrajeros o peces de cebo, de la familia de los ciprínidos (alburno y gardí), todas ellas exóticas e invasoras.

#### 4.2.2. Composición y distribución de especies

##### Capturas con redes

El total de capturas con redes agalleras fue de 110 ejemplares, con un peso total de 24,3 kg, lo que supone 52 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y 11,4 kg de biomasa por unidad de esfuerzo. Se emplearon un total de 3 redes y 10,6 unidades de esfuerzo. En la Figura 10 se representa la ubicación de las redes de muestreo y los recorridos de pesca eléctrica.

**Tabla 7.** Redes utilizadas durante los muestreos directos en el embalse de Escales

Tipo de lance	Código	Número de paños	Longitud (m)	Altura (m)	Esfuerzo
Red epipelágica	ESL23_S1EPL1	16	40	6	6,93 x 45 m <sup>2</sup> /12h
Red bentónica	ESL23_S1BEN1	16	40	1,5	1,81 x 45 m <sup>2</sup> /12h
Red bentónica	ESL23_S1BEN2	16	40	1,5	1,89 x 45 m <sup>2</sup> /12h

En la Tabla 8 y en la Figura 18 se facilitan los resultados obtenidos de las redes, agregados por especies y para cada uno de los estratos del embalse. Los términos empleados para describir la asociación de peces del embalse se describen en el Glosario al final del documento.

**Tabla 8.** Resultados de las pescas con red por especies

	Capturas	CPUE (ind/ud. esf.)	CPUE (%)	Biomasa (g)	BPUE (g/ud. esf.)	BPUE (%)	Longitud furcal media (mm)	Peso medio (g)
<i>Alburnus alburnus</i>	5	0,7	1,4	100	14	0,1	131	20
<i>Luciobarbus graellsii</i>	47	20,9	40,3	18.234	8.394	73,6	308	388
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	2	0,3	0,6	396	57	0,5	220	198
<i>Sander lucioperca</i>	2	1,1	2,1	1.147	635	5,6	396	574
<i>Perca fluviatilis</i>	54	28,9	55,6	4.403	2.301	20,2	149	82
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>52,0</b>	<b>100,0</b>	<b>24.281</b>	<b>11.403</b>	<b>100,0</b>	<b>222</b>	<b>221</b>

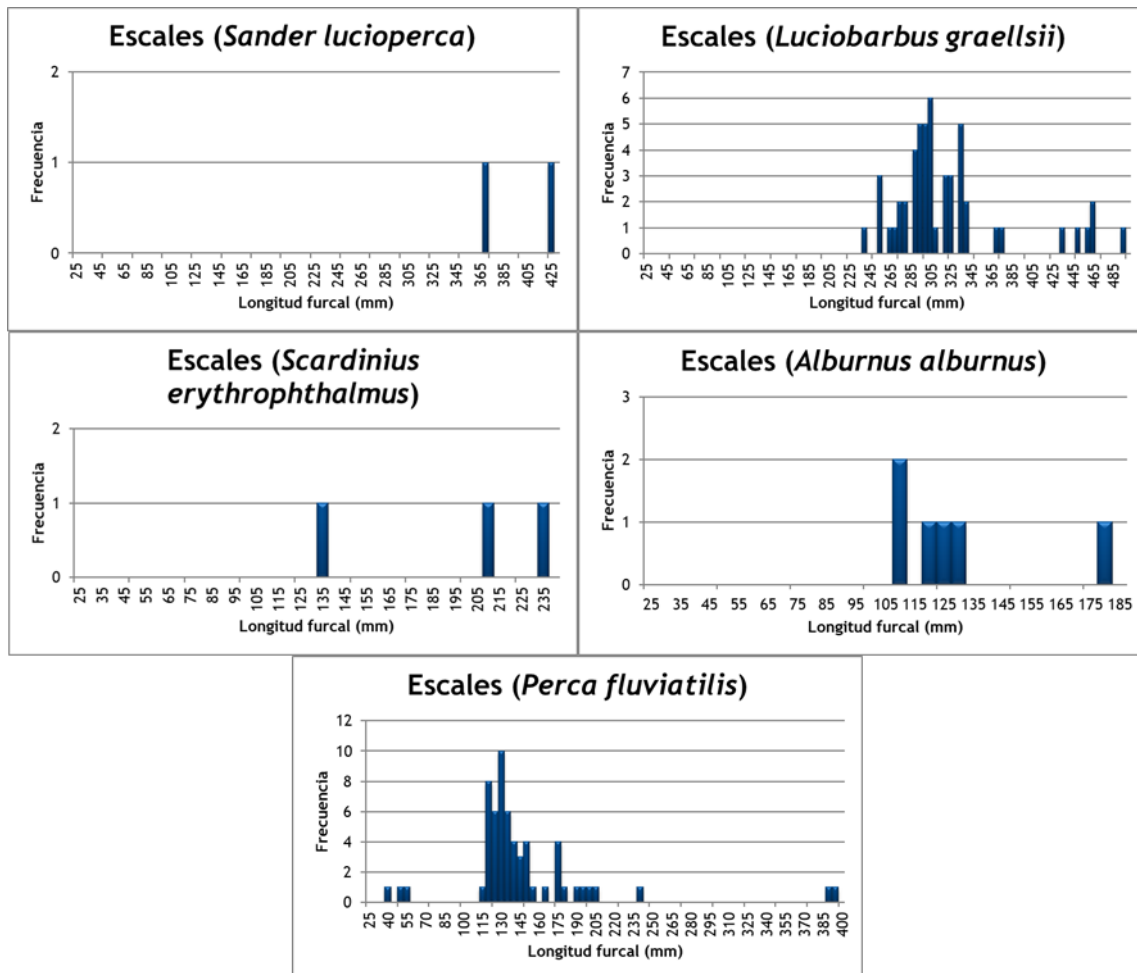


**Figura 18.** Composición de la asociación obtenida mediante redes

Se observa que la asociación está dominada (55,6%) en términos de abundancia por la perca de río (*Perca fluviatilis*) y el barbo de Graells (*Luciobarbus graellsii*) (40,3%), seguida por la lucioperca (*Sander lucioperca*) (2,1%), el alburno (*Alburnus alburnus*) (1,4%) y el gardí (*Scardinius erythrophthalmus*) (0,6%) con unos porcentajes muy inferiores. La especie dominante en términos de biomasa (73,6%) es el barbo (*Luciobarbus graellsii*), seguido de la perca de río (*Perca fluviatilis*) (20,2%). La lucioperca (*Sander lucioperca*), el gardí (*Scardinius erythrophthalmus*) y el alburno (*Alburnus alburnus*) sin apenas representación en términos de biomasa.



En la Figura 19 se muestran los histogramas de frecuencias de las capturas por clases de talla de 5 mm. Se han incluido las capturas realizadas mediante pesca eléctrica, cuyos resultados se exponen en el apartado siguiente.



**Figura 19.** Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm

De las 5 especies capturadas en el embalse de Escales, el barbo de Graells (*Luciobarbus graellsii*) y la perca de río (*Perca fluviatilis*) presentan poblaciones estructuradas, con ejemplares de todas las clases de edad, en cambio, en el caso de la lucioperca (*Sander lucioperca*) solo se han capturado ejemplares adultos.

### Resultados de la pesca eléctrica

El rendimiento de la pesca eléctrica fue muy inferior al de las redes, con una captura total de 12 peces y un peso total de 5,1 kilos, lo que supone 3,2 CPUE (ejemplares capturados por unidad



de esfuerzo) y 1,4 kg de BPUE (biomasa por unidad de esfuerzo). Se realizaron un total de tres transectos que cubrieron 0,62 km de orilla.

**Tabla 9.** Recorridos de pesca eléctrica realizados durante los muestreos directos del embalse de Escales

Tipo de lance	Código	Esfuerzo
Pesca eléctrica	ESL23_S1PES1	248 m
Pesca eléctrica	ESL23_S1PES2	372 m

La ubicación de los transectos de muestreo de electropesca se puede observar en el mapa de la Figura 10 y en el boletín de campo del ANEXO I, donde se presenta además la ubicación de las redes.

En la tabla siguiente se facilitan los resultados obtenidos, agregados por especies. Se capturaron un total de 4 especies diferentes de las cinco detectadas en el embalse, excluyendo la lucioperca (*Sander lucioperca*) que sólo se ha capturado con las redes agalleras.

**Tabla 10.** Resultados de la pesca eléctrica por especies

	Capturas	CPUE (ind/ud. esf.)	% CPUE	Biomasa (g)	BPUE (g/ud. esf.)	% BPUE	Longitud furcal media (mm)	Peso medio (g)
<i>Alburnus alburnus</i>	1	0,3	8,3	17	4,6	0,3	108	17
<i>Luciobarbus graellsii</i>	5	1,3	41,7	4.934	1.326,2	96,9	429	987
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	1	0,3	8,3	38	10,1	0,7	131	38
<i>Perca fluviatilis</i>	5	1,3	41,7	105	28,2	2,1	106	21
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>3,2</b>	<b>100,0</b>	<b>5.093</b>	<b>1.369,1</b>	<b>100,0</b>	<b>243</b>	<b>424</b>



**Figura 20.** Composición de la muestra obtenida mediante pesca eléctrica

Al igual que en los muestreos realizados con redes agalleras, la asociación identificada con la técnica de electropesca desde embarcación está dominada en términos de abundancia por el barbo de Graells (*Luciobarbus Graellsi*) y la perca de río (*Perca fluviatilis*) ambas con igual representación (41,7%). En términos de biomasa, el barbo de Graells es la especie dominante (96,9%) y la perca de río pierde protagonismo en estas zonas más someras.



Figura 21 . Ejemplares de las especies capturadas en el embalse de Escales

### 4.3. BIOMASA

#### 4.3.1. Distribución y estimación de la biomasa de peces

A partir de los datos obtenidos mediante las dos técnicas de prospección (hidroacústica y muestreo directo), se integran los resultados para obtener las estimaciones de densidad y biomasa por especies para el conjunto del sistema (Tabla 11).

**Tabla 11.** Biomasa de peces por estratos ( $\text{g/m}^2$ ) estimada mediante acústica

Embalse	Sector	Estrato	Biomasa media ( $\text{g/m}^2$ )	Biomasa máxima ( $\text{g/m}^2$ )	Número de casos	Número de casos con valor 0	Desviación típica
ESL23	1	1	3,81	63,66	543	29	7,04
		2	0,85	33,72	504	239	2,96
		3	0,13	6,04	345	292	0,56

La biomasa media del embalse se calcula sumando las biomásas de cada uno de los estratos y refiriéndolo a la superficie del embalse. De esta manera se obtiene una biomasa media de  $4,62 \pm 0,24 \text{ g/m}^2$ , o lo que es lo mismo  $46,2 \text{ kg/ha}$ . Se trata de un valor moderado de biomasa, compatible con el carácter oligotrófico del embalse.

En las figuras 22 a 24 se representa la distribución espacial de los valores de biomasa en las celdas de análisis para el único estrato considerado en este embalse. Al igual que en el caso de la densidad, se ha empleado el método de Jenks "*Natural breaks optimization*" para establecer los valores de corte de los datos de biomasa.

Se aprecia que los valores de biomasa más altos se dan en el estrato superior y en la zona de posterior o de cola del embalse. En este caso representan concentraciones de la especie de mayor tamaño: barbo de Graells. Considerando la escasez de capturas de las especies forrajeras (alburno y gardí), se deduce que las agregaciones de peces observadas en el estrato intermedio están protagonizadas por la perca de río y se concentran especialmente en el brazo lateral de la zona central del embalse. Es muy probable que las celdas de mayor biomasa del estrato profundo (L3) correspondan a ejemplares grandes de lucioperca.



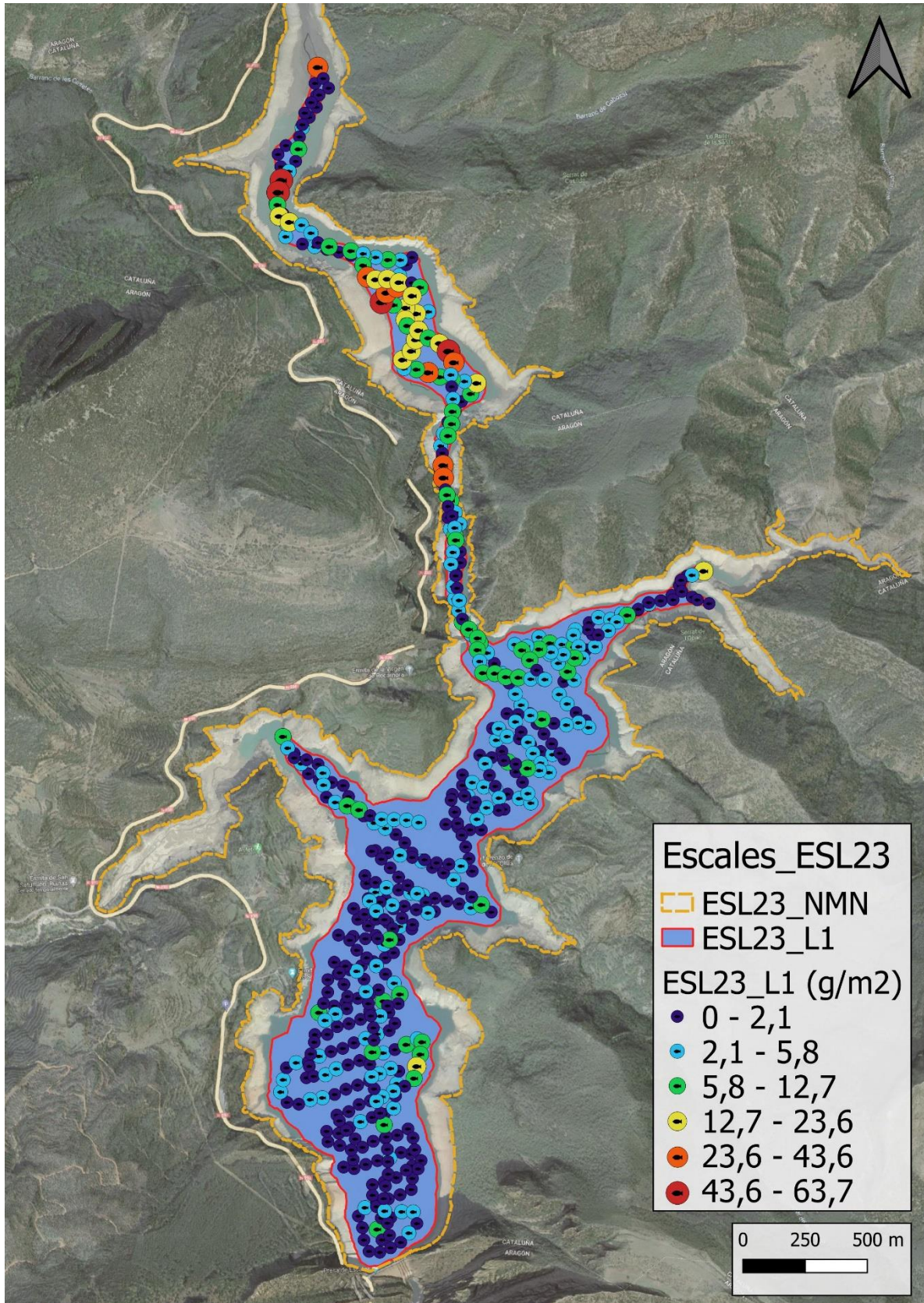
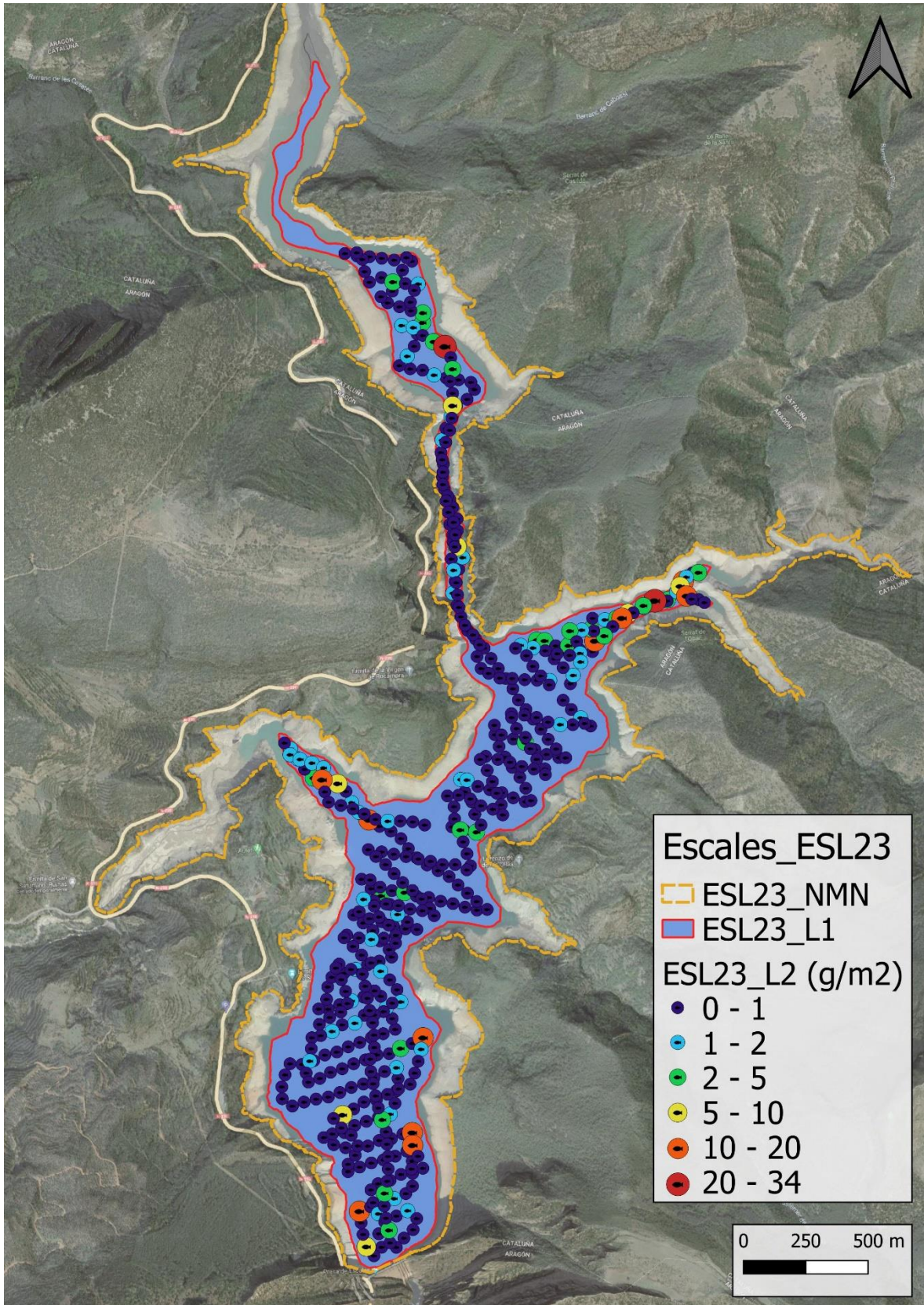


Figura 22. Distribución de la biomasa de peces en el estrato superior (UOW).





**Figura 23.** Distribución de la biomasa de peces en el estrato en el estrato medio (MOW).



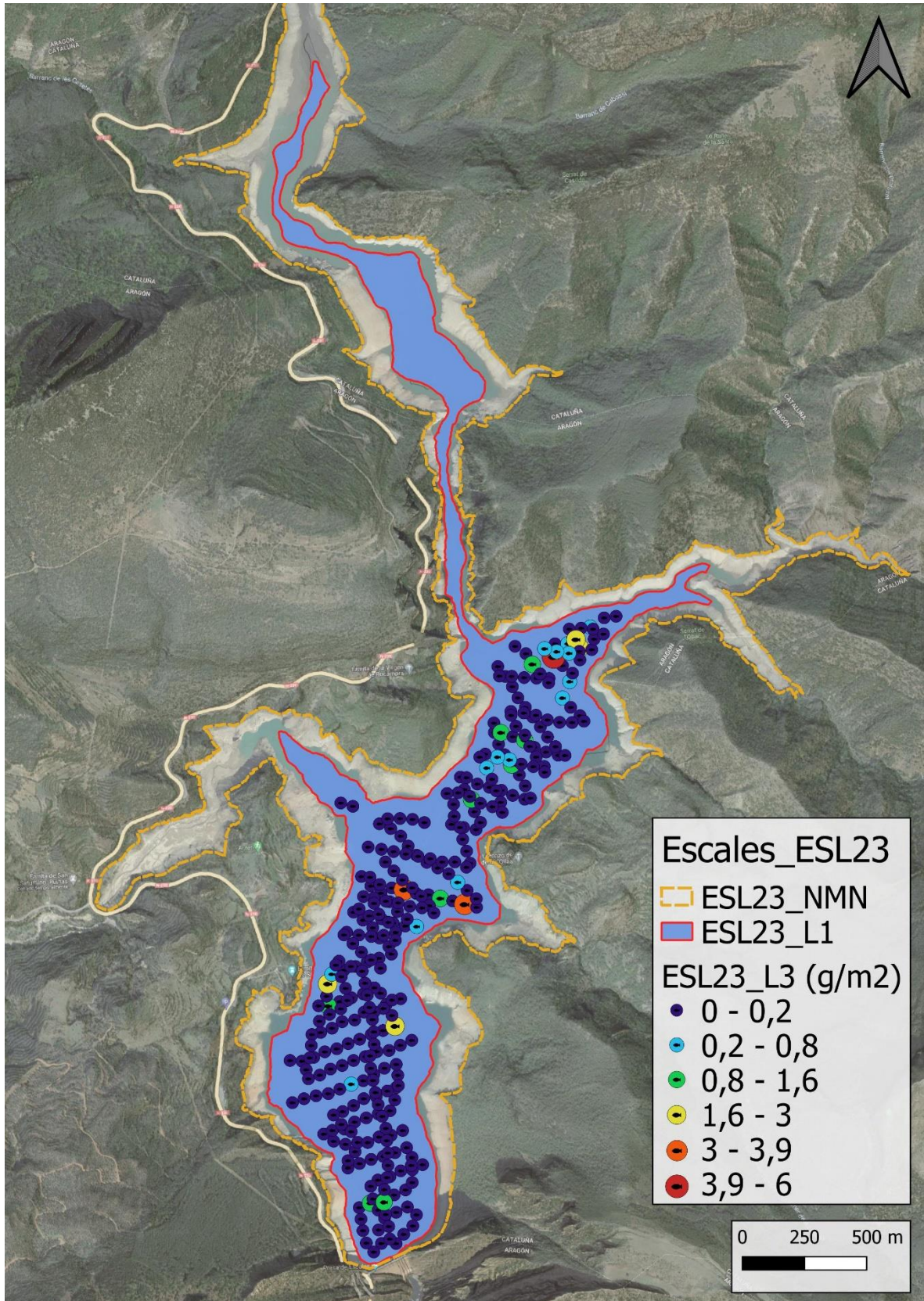


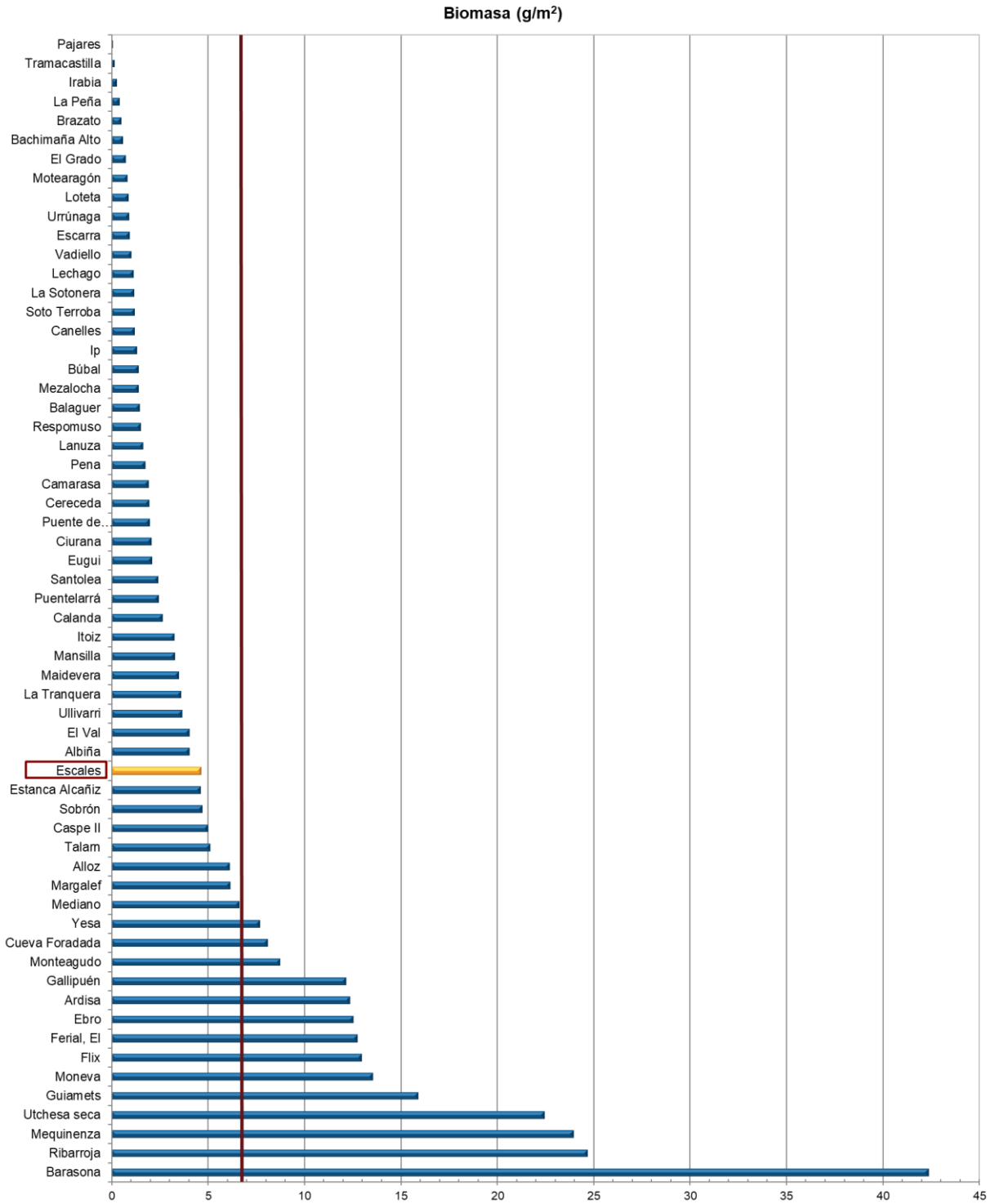
Figura 24. Distribución de la biomasa de peces en el estrato profundo (LOW)



#### **4.3.2. Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro**

En el diagrama de barras siguiente se presentan los resultados de biomasa obtenidos en el Embalse de Escales, en comparación con otros embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro cuyas poblaciones de peces se han evaluado con técnicas hidroacústicas de calidad científica y se dispone de datos cuantitativos de densidad y biomasa.

La línea roja representa el valor promedio de los embalses considerados. Como puede apreciarse, la biomasa en este embalse presenta un valor moderado en el contexto de los embalses estudiados en la cuenca del Ebro.



**Figura 25.** Comparación de la biomasa con otros embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro

#### 4.4. DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIES

Para poder ofrecer una estimación de las densidades y biomاسas por especies, es necesario aplicar la distribución de especies obtenidas mediante muestreo directo a las densidades y biomاسas obtenidas mediante acústica.

En la Tabla 12 se ha calculado la densidad y biomasa relativas por especie, referidas a volumen (dam<sup>3</sup>) y superficie (m<sup>2</sup>) respectivamente, para el conjunto del embalse.

**Tabla 12.** Densidades (ind/dam<sup>3</sup>) y biomاسas (g/m<sup>2</sup>) por especie

	Densidad media (ind/dam <sup>3</sup> )	Abundancia (%)	Abundancia Total (ind)	Biomasa media (g/m <sup>2</sup> )	Biomasa (%)	Peso total (kg)
<i>Alburnus alburnus</i>	0,04	2%	1.936	0,01	0%	11
<i>Luciobarbus graellsii</i>	1,01	40%	43.551	3,51	76%	5.618
<i>Sander lucioperca</i>	0,05	2%	2.165	0,23	5%	367
<i>Perca fluviatilis</i>	1,37	55%	59.142	0,84	18%	1.346
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	0,03	1%	1.090	0,02	1%	39
<b>Total</b>	2,50	100%	107.884	4,62	100%	7.381
Intervalo de Confianza (I.C)	0,13	/	5.668	0,24	/	388

En este cuadro se resumen las observaciones ya expuestas en cuanto a la densidad y biomasa de las especies, así como su importancia relativa en la asociación de peces del embalse. En términos absolutos se estima una población de 107.884 ± 5.668 peces con una biomasa de 7.381 ± 388 kilogramos.

Estos valores absolutos deben usarse con cautela. Es más apropiado trabajar con los valores de densidad y biomasa por unidad de volumen y superficie (respectivamente), que permiten comparar diferentes sistemas.

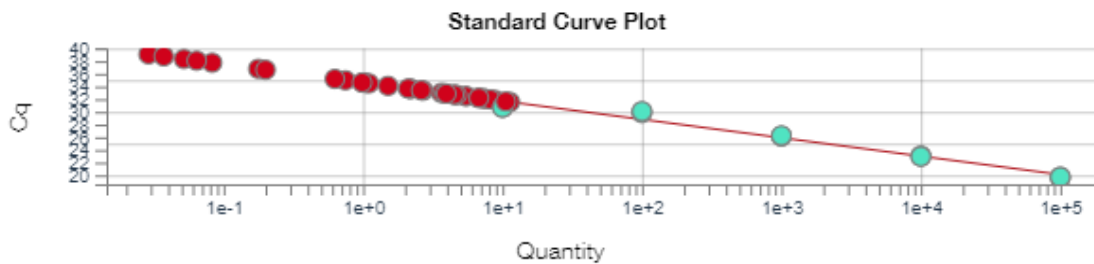
## 4.5. MUESTREOS INDIRECTOS: ADN AMBIENTAL

### 4.5.1. Muestras ambientales de agua

El proceso de filtración de las muestras de agua, así como el de extracción del ADN ambiental se completó sin incidencias. Todas las muestras ambientales del agua del embalse de Escales pasaron los controles de calidad, amplificando con éxito el marcador universal, es decir, confirmando la existencia de ADN ambiental en las muestras y la ausencia de inhibidores de la PCR.

### 4.5.2. Detección de trucha común mediante qPCR y estimaciones de biomasa.

Se ha utilizado un método específico de alta resolución basado en la detección genética mediante ADN ambiental de moléculas de ADN de trucha común en agua, con el que se ha detectado ADN de trucha común en la mitad de las muestras recogidas en el embalse de Escales. Se obtuvo una recta patrón con un buen grado de ajuste ( $R^2=0,969$ ).



**Figura 26.** Recta patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Ct) frente a la cantidad de ADN. En azul la curva de calibración y en rojo las muestras.

**Tabla 13.** Concentración de *Salmo trutta* detectada en el embalse de Escales

Código	Concentración (ng/μL)
ESL_23_S1_E1_S	
ESL_23_S1_E1_M	
ESL_23_S1_E1_F	
ESL_23_S1_BEN_1_1	<LD
ESL_23_S1_BEN_1_2	<LD
ESL_23_S1_BEN_1_3	<LD
ESL_23_S1_PES_1_1	
ESL_23_S1_PES_1_2	<LD
ESL_23_S1_PES_1_3	
ESL_23_S2_E1_S	<LD

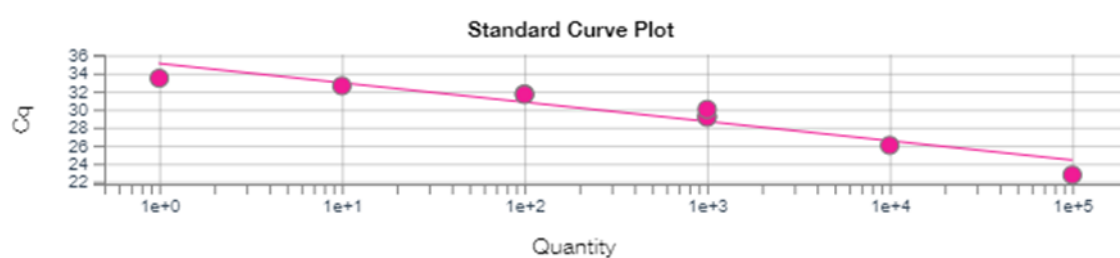


Código	Concentración (ng/μL)
ESL_23_S2_E1_M	
ESL_23_S2_E1_F	<LD
ESL_23_S2_BEN_1_1	<LD
ESL_23_S2_BEN_1_2	<LD
ESL_23_S2_BEN_1_3	
ESL_23_S2_PES_1_1	
ESL_23_S2_PES_1_2	<LD
ESL_23_S2_PES_1_3	

A pesar de no se pescó ningún individuo de esta especie mediante la técnica de ADN ambiental sí se ha podido detectar la mitad de las muestras como positivas. No es posible cuantificar porque el valor se encuentra por debajo del último punto de la curva de calibración, es decir, se trata de una concentración muy pequeña, inferior al límite de cuantificación. Sin embargo, estos resultados demuestran que la técnica de ADN ambiental es más sensible que los muestreos directos de peces.

#### 4.5.3. Detección de anguila europea mediante qPCR y estimaciones de biomasa.

Tras los análisis, ninguna muestra de ADN ambiental resultó positiva en ADN ambiental de anguila europea en el agua del embalse de Escales. Se obtuvo una recta patrón con un buen grado de ajuste ( $R^2=0,90$ ).



**Figura 27.** Recta patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Ct) frente a la cantidad de ADN.

A pesar de haber utilizado un método específico de alta resolución basado en la detección genética mediante ADN ambiental, no se ha podido detectar la presencia de anguila en el embalse de Escales, confirmando en este caso los resultados obtenidos en los muestreos directos. Se concluye, con un alto grado de confianza, que la anguila no está presente en esta masa de agua.



## 5. VALORACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE QFBI

Aunque este método de muestreo se ha aplicado en una reducida población de embalses de la Península Ibérica, los resultados permiten una comparación objetiva y normalizada según el índice biótico sintético QFBI.

Este ejercicio es posible gracias al carácter sistemático de los muestreos, que proporciona información estandarizada sobre la densidad y biomasa de cada una de las especies. El mencionado índice permite a su vez comparar mediante una sola variable, la relación de la ictiocenosis con las características ambientales de cada masa de agua, tanto naturales como derivadas de presiones concretas, y también con la influencia del manejo hidráulico y su interacción con otros factores de presión.

Solamente utilizando indicadores que explícitamente se vinculen a la disponibilidad de hábitats (aguas litorales y abiertas, estratos de profundidad, sustratos y vegetación acuática, gradientes tróficos longitudinales...) será posible dar una salida práctica a la información relativa a los peces en los embalses, puesto que se podrá evaluar separadamente la incidencia que una determinada estrategia de explotación hidráulica pueda tener sobre la ictiofauna, descontando así este efecto de otras presiones, lo cual resulta fundamental en el proceso de planificación hidrológica.

Como se ha apuntado en el apartado de metodología, se ha aplicado el QFBI (*Quantitative Fish Biotic Index*) en una versión todavía experimental. Según esta metodología, la calidad del embalse según los peces sería “Moderado”. En la Tabla 14 se presentan los resultados de las diferentes métricas, así como del QFBI, obtenidos para el embalse de Escales.

Tabla 14. Resultados del QFBI obtenidos para el embalse de Escales

Métrica	Embalse
	ESL23
LOG_BIO	4,66
LOG_BIO_native	4,55
LOG_%_BIO_PISC_Exotic	0,09
LOG_BIO_PISC_Exotic	4,03
LOG_BIO_ciprin_native	4,55
<b>QFBI</b>	<b>0,58</b>
<b>Calidad</b>	<b>Moderado</b>

Este resultado se explica por la combinación de valores moderados de biomasa, en los que la incidencia de una especie autóctona (barbo de Graells) es muy alta, con la dominancia de depredadores exóticos.

## 6. CONCLUSIONES

La posibilidad de censar cuantitativamente las asociaciones de peces de los embalses ofrece evidentes ventajas sobre las técnicas más cualitativas, puesto que permiten responder a los requisitos de la DMA en este indicador, pero también completar el conocimiento limnológico, la incidencia potencial de los peces en el estado del ecosistema y orientar medidas de gestión de la pesca y de manejo de poblaciones.

Exceptuando el barbo (*Luciobarbus graellsii*) las otras cuatro especies capturadas en los muestreos realizados en el embalse de Escales mediante redes agalleras y electropesca son alóctonas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro: Alburno (*Alburnus alburnus*), lucioperca (*Sander lucioperca*), perca de río o Europea (*Perca fluviatilis*) y gardí (*Scardinius erythrophthalmus*).

Mediante la técnica de mayor sensibilidad conocida (eDNA) se ha detectado ADN de trucha común (*Salmo trutta*) en la mitad de las muestras tomadas. Sin embargo, la concentración es muy baja, lo que permite concluir que la especie no ha desaparecido totalmente de la masa de agua. En el caso de la anguila (*Anguilla anguilla*) los resultados son negativos.

Se concluye en consecuencia que en este embalse se presentan seis (6) especies de peces, de las que dos (trucha común y barbo de Graells) son autóctonas en la DHE y el resto son introducidas artificialmente en la masa de agua o en masas a ella conectadas.

La asociación de peces está dominada en términos de densidad por una especie depredadora de origen centroeuropeo y cierto carácter gregario (perca de río) y una especie de gran ciprínido autóctono (barbo de Graells). Entre ambas suman el 95% de los efectivos y también dominan en biomasa (94%), aunque en este caso el barbo adquiere mayor importancia (76%) debido a su mayor tamaño. La lucioperca aporta el 5% en biomasa, pero no se ha observado un reclutamiento exitoso o bien es víctima de su propia especie, que puede presentar comportamiento de canibalismo. Hay dos especies gregarias y de pequeño tamaño (alburno y gardí), pero apenas han penetrado en la ictiocenosis del embalse porque entre las dos suman el 3% de los efectivos.

La densidad media de peces, a partir de la interpolación de celdas de análisis de 50 m de longitud, es de  $2,50 \pm 0,13$  ind/dam<sup>3</sup>, que es un valor bajo, debido a la escasez de efectivos de las especies gregarias de pequeña talla. La biomasa de peces obtenida en el embalse es de

$4,62 \pm 0,24 \text{ g/m}^2$ , o lo que es lo mismo  $46,2 \text{ kg/ha}$ , que representa un valor moderado de biomasa, propio de un sistema oligo/mesotrófico.

Debido a la prevalencia de especies alóctonas depredadoras (perca de río y lucioperca) y, en sentido contrario, a la dominancia en biomasa de una especie autóctona (barbo de Graells), el índice de calidad QFBI ofrece en el embalse de Escales un valor “Moderado”.

Es un embalse encajado, con productividad moderada por su carácter oligotrófico, que limita el desarrollo de poblaciones de peces. Sin embargo, proporciona un hábitat óptimo para especies de depredadores centroeuropeos con querencia por las aguas abiertas (no someras/litorales). La presencia de especies forrajeras como el alburno y el gardí servirán de sustento a estas poblaciones, pero la colonización parece aún incipiente.

El barbo de Graells mantiene poblaciones saludables en el embalse, lo que indica que dispone de hábitat para la reproducción y para el crecimiento de las fases juveniles en los cauces fluviales conexos, donde pueden sortear la presión depredadora de la lucioperca y la perca de río. La ausencia de otros ciprínidos omnívoros alóctonos, como la carpa común, confiere también mayor disponibilidad de hábitat trófico para el crecimiento del barbo adulto en el embalse. En este sentido, las buenas condiciones de oxigenación de la columna de agua proporcionan un hábitat bentónico ampliado para su alimentación.

Un objetivo de mejora de la ictiocenosis del embalse sería la reintroducción de la trucha común.



## 7. GLOSARIO Y ACRÓNIMOS

**% BPUE:** Biomasa por unidad de esfuerzo expresada en porcentaje.

**% CPUE:** Capturas por unidad de esfuerzo expresado como porcentaje.

**ADN ambiental (eDNA):** es el material genético presente en el medio, en este caso, en el agua, procedente de los organismos que transmiten este material genético meramente por su interacción con el medio. Por ejemplo, procedente de excreciones, gametos, mucus, escamas, etc.

**Amplicón:** fragmento del genoma amplificado mediante reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Este fragmento puede variar en tamaño, dependiendo del marcador genético utilizado. Su composición en número de pares de bases y secuencia son conocidas.

**BPUE:** Biomasa por unidad de esfuerzo. El peso de las capturas obtenidas durante las pescas científicas, expresado en gramos, se normaliza a un esfuerzo de referencia, que corresponde a una red bentónica (45 m<sup>2</sup>) expuesta durante 12 horas.

**Capturas:** Número de individuos pescados.

**CPUE:** Capturas por unidad de esfuerzo. El número de capturas obtenidas durante las pescas científicas se normaliza a un esfuerzo de referencia, que corresponde a una red bentónica (45 m<sup>2</sup>) expuesta durante 12 horas.

**Ecograma:** Es una forma de representación del sonido que retorna a la ecosonda, en la que cada ping se dispone en el eje horizontal y la distancia en el vertical.

**Índice de cobertura:** Medida del esfuerzo de muestreo acústico que relaciona la longitud navegada con la raíz cuadrada de la superficie del embalse según la fórmula:

$$D_a = \frac{\text{Long de muestreo acústico}}{\sqrt{\text{Superficie embalse}}}$$

**L. furcal:** Longitud furcal media en milímetros.

**MBPUE12:** Promedio de biomasa por unidad de esfuerzo (g/45m<sup>2</sup>/12h) en redes de 12 paños (luces de malla de 5 a 55 mm).

**MBPUE4:** Promedio de biomasa por unidad de esfuerzo (g/45m<sup>2</sup>/12h) en redes de 4 paños (luces de malla de 70 a 135 mm).

**MCPUE12:** Promedio de capturas por unidad de esfuerzo (ind/45m<sup>2</sup>/12h) en redes de 12 paños (luces de malla de 5 a 55 mm).

**MCPUE4:** Promedio de capturas por unidad de esfuerzo (ind/45m<sup>2</sup>/12h) en redes de 4 paños (luces de malla de 70 a 135 mm).

**Peso medio:** expresado en g.

**PF total:** Peso fresco total de los peces capturados expresado en gramos.

**Ping:** Impulso acústico generado por la ecosonda; a efectos prácticos se puede considerar como una muestra de la columna de agua.

**Plerocercario:** Último estadio larvario de diversos cestodos con ciclos de vida acuáticos.

**Procercario:** Forma embrionaria alargada con un apéndice evaginable en un extremo y una dilatación esférica con 6 ganchos en el otro.

**qPCR: (*quantitative Polymerase Chain Reaction*):** Proceso de Reacción en Cadena de la Polimerasa que permite la cuantificación de la cantidad de ADN presente en las muestras a tiempo real mediante fluorescencia.

**Talla acústica (*Target strength, TS*):** Es la intensidad del sonido procedente de un blanco (pez en este caso) y se mide en decibelios (dB). Es una medida logarítmica de la proporción de la energía incidente que es devuelta por el blanco. Se utiliza una escala logarítmica porque el tamaño de los organismos acuáticos cubre varios órdenes de magnitud, desde el plancton hasta las ballenas. Para casi todos los peces, la TS está en el rango de -70 a -20 dB. Por ejemplo, si decimos que un blanco tiene 3 dB más que otro, es lo mismo que decir que refleja dos veces más energía. Un blanco de -20 dB, un atún o un siluro de gran talla quizás, produce un eco 10 000 veces más fuerte que un blanco de -60 dB, que podría corresponder por ejemplo a un alevín de boga de unos 4 cm de talla.

**Transductor:** Elemento primordial del sistema acústico, que convierte el impulso eléctrico en mecánico (sonido) y viceversa. Son piezas que van sumergidas y de cuyo diseño depende la arquitectura del haz acústico. Mediante la actuación de numerosos elementos piezo-eléctricos se consigue generar un haz tipo pistón, con un lóbulo central prominente y lóbulos laterales pequeños, de lo que depende la ratio señal/ruido de una ecosonda. Este es uno de los aspectos en los que se diferencian las ecosondas científicas de las ecosondas estándar pesqueras, y conlleva una considerable diferencia en sofisticación, que no se percibe en su justa medida en una apreciación puramente visual de un ecograma.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

CEN EN 14011:2003 - *Water quality - Sampling of fish with electricity*

CEN EN 15910: 2014 *Water quality - Guidance on the estimation of fish abundance with mobile hydroacoustic methods.*

CEN EN 14757:2015 - *Water quality - Sampling of fish with multi-mesh gillnets.*

CHE. 1996. *Diagnóstico y gestión ambiental de embalses en el ámbito de la Cuenca Hidrográfica del Ebro.*

CHE. 2009. *Guía de campo de Peces de la Cuenca del Ebro.*

CHE. 2015. Red de Seguimiento de Lagos 2015.

CHE. 2016. *Control del Estado de las Masas de Agua CEMAS. Informe de situación año 2016.*

Directiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.

Doadrio, I. 2001. *Atlas y libro rojo de los peces continentales de España.* Madrid, MMA. Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

Doadrio, I., S. Perea, P. Garzón-Heydt y J. L. González. 2011. *Ictiofauna continental española. Bases para su seguimiento.* DG Medio Natural y Política Forestal. MARM. 616 pp. Madrid.

Fernandez, S., Sandin, M. M., Beaulieu, P. G., Clusa, L., Martinez, J. L., Ardura, A., & García-Vázquez, E. (2018). Environmental DNA for freshwater fish monitoring: insights for conservation within a protected area. *PeerJ*, 6, e4486.

Fishbase. 2009. <http://www.fishbase.org/search.php>. Marzo, 2013.

Gustavson MS, Collins PC, Finarelli JA, Egan D, Conchúir R, Wightman GD, King JJ, Gauthier DT, Whelan K, Carlsson JEL, Carlsson J. 2015. An eDNA assay for Irish *Petromyzon marinus* and *Salmo trutta* and field validation in running water. *Journal of Fish Biology* 87:1254-1262

Jenks, George F. 1967: "The Data Model Concept in Statistical Mapping", an International Yearbook of Cartography nº 7: pp. 186-190

Love, R. H. 1977. Target strength of an individual fish at any aspect. *The Journal of the Acoustical Society of America* 62, 1397-1403.

Poikane, S., Birk, S., Böhmer, J., Carvalho, L., de Hoyos, C., Gassner, H., Van de Bund, W. (2015). A hitchhiker's guide to European lake ecological assessment and intercalibration. *Ecological Indicators*, 52, 533-544.

Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. BOE, 219, 12 de septiembre de 2015.

SAIH Ebro. <http://195.55.247.237/saihebro/index.php?url=/historicos/peticion>. Noviembre 2020.



MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y RETO DEMOGRÁFICO



## ANEXOS

---





MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y RETO DEMOGRÁFICO



## ANEXO 1. ESPECIES PRESENTES

---

Nombre común

# Alburno

Nombre científico

*Alburnus alburnus*

Orden

Cypriniformes

Familia

Leuciscidae

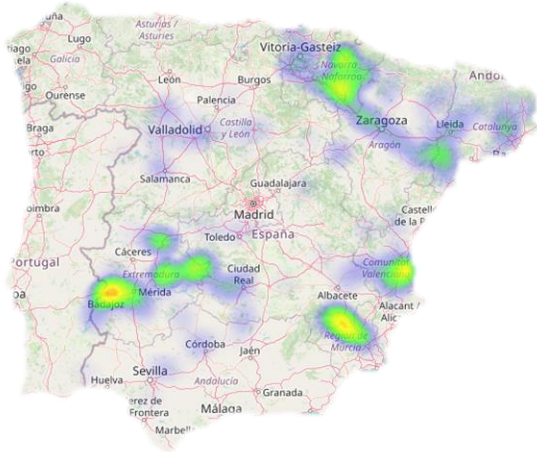


Ilustración 1. Distribución alburno. Fuente: SIBIC

Su área de distribución natural se localiza en Europa y Oeste de Asia, a excepción de la península ibérica e Italia. Fue introducido en estas zonas como pez pasto. En la península ibérica, además de en otras pequeñas cuencas, está presente en las cuencas del Ibaizábal, Fluviá, Foix, Muga, Llobregat, Ebro, Duero, Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Guadalete, Segura, Júcar, Turia y Mijares.

Introducida en los años 90 e incluida en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. Se debería controlar la abundancia y expansión de sus poblaciones, ya que es un fuerte competidor por el espacio y alimento con otros ciprínidos.



Ilustración 2. Ejemplar de alburno. Fuente: SIBIC

Especie que alcanza hasta los 20 cm de longitud, de cuerpo alargado y comprimido lateralmente. Boca súpera y cola larga y estrecha, con escamas grandes y brillo metálico. Posee una línea lateral curvada. Aleta anal muy larga. Prefiere aguas lentas de cursos medios o bajos. Muy gregaria. Microhábitat preferente cerca de la superficie. Zooplánctívora. Híbrida con algunos ciprínidos endémicos. Se reproduce entre los meses de mayo y julio en zonas someras con moderada corriente y temperatura depositando entre 1000 y 15000 huevos por hembra. En ríos mediterráneos su longevidad es de 4 o 5 años.



Ilustración 3.- Ejemplares de alburno. Fuente: elaboración propia

Nombre común

# Barbo de Graells

Nombre científico

*Luciobarbus graellsii*

Sinónimo

*Barbus graellsii*

Orden

Perciformes

Familia

Percidae

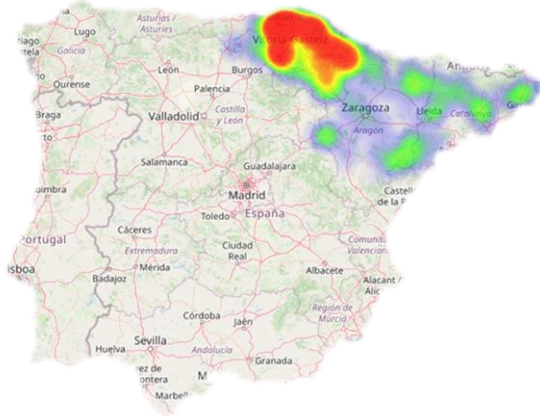


Ilustración 1.- Distribución barbo de Graells. Fuente: SIBIC

Autóctono, endemismo ibérico. Se distribuye por las cuencas hidrográficas mediterráneas del Ebro, Besós, Llobregat, Fluvià, Daró y Ter. En cuencas cantábricas aparece en los ríos Oria, Nervión, Artibai y Oca. Introducido en el río Asón.

Sus principales amenazas son la introducción de especies alóctonas depredadoras, la construcción de canalizaciones y presas, la contaminación y la extracción de agua y áridos, que destruyen sus frezaderos. Para su conservación se deberían depurar los vertidos, diseñar adecuadamente las obras hidráulicas, evitar la introducción de especies alóctonas y controlar las que ya existen.



Ilustración 2.- Ejemplar de barbo de Graells. Fuente: SIBIC

Especie que alcanza hasta los 80 cm de longitud, de cuerpo alargado y esbelto de color pardoverdoso y moteado en los juveniles. Cabeza un poco alargada con dos pares de barbillas relativamente largas que salen del labio superior. Habita tramos medios o bajos de río y embalses. Son gregarios y de microhábitat bentónico (ligados al fondo). Se alimentan sobre todo de macroinvertebrados. Especie endémica del Ebro y otros ríos del nordeste peninsular. En regresión en el Ebro. Se reproduce entre los meses de mayo y agosto en Tramos altos, sobre fondos de arena y grava. La hembra excava un surco con su aleta anal, donde deposita los huevos. Su longevidad es de aproximadamente 12 años.



Ilustración 3.- Ejemplar de barbo de Graells. Fuente: elaboración propia

Nombre común

## Gardí, escardinio

Nombre científico

*Scardinius erythrophthalmus*

Orden

Cypriniformes

Familia

Leuciscidae



Ilustración 1. Distribución gardí. Fuente: SIBIC

Alóctono. Su área de distribución natural se localiza en Europa y Oeste de Asia, faltando en la península ibérica e Italia. Llega hasta los Urales por el NE y hasta Afganistán por el SE (cuencas del Mar Negro, Caspio y Aral). Introducido en el resto de Europa (Italia y España), Norte de África, Norteamérica y Nueva Zelanda. En la península ibérica está presente en las cuencas de los ríos Muga, Ter, Besós, Tordera, Llobregat y Ebro. También se encuentra en las Lagunas de Ruidera.

Introducida en España en los años 1910-1913 e incluida en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. Se debería realizar un seguimiento de la especie para controlar que no se expanden sus poblaciones. Potencialmente un competidor para los ciprínidos autóctonos. También puede alterar el hábitat mediante su efecto sobre la vegetación acuática.



Ilustración 2. Ejemplar de gardí. Fuente: SIBIC

Especie que alcanza hasta los 30 cm de longitud en España, cuerpo alto y con escamas grandes, coloración plateada, con aletas rojizas. Parecido al rutilo: se diferencia porque el origen de la aleta dorsal es bastante posterior al de las aletas pélvicas. Prefiere aguas lentas o estancadas. Pone los huevos en la vegetación acuática entre los meses de abril y junio. Alimentación omnívora, siendo una de las especies piscícolas más herbívoros de los peces de los ríos ibéricos. Su longevidad se estima aproximadamente en 7 años.



Ilustración 3.- Ejemplar de gardí. Fuente: elaboración propia



Nombre común

# Lucioperca

Nombre científico

*Sander lucioperca*

Sinónimo

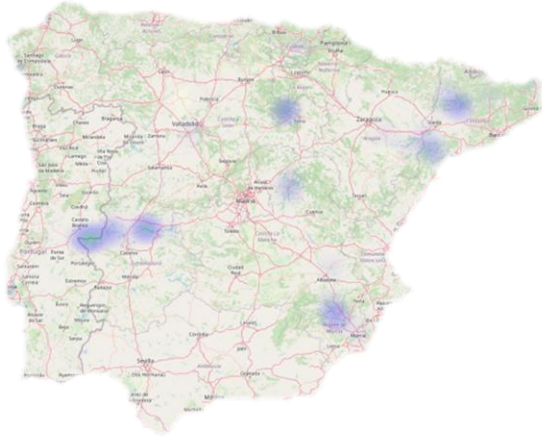
*Stizostedion lucioperca*

Orden

Perciformes

Familia

Percidae



Su área de distribución natural se localiza en las cuencas euroasiáticas que fluyen hacia los mares Norte, Báltico, Blanco, Caspio, Aral, Negro, Egeo y también al Océano Ártico. Se ha introducido en el resto de Europa y algunos países de Asia, África y Norteamérica para la pesca deportiva. En la península ibérica se distribuye por las cuencas del Ebro, Duero, Tajo, Guadiana, Júcar y Segura.

Ilustración 1.- Distribución lucioperca. Fuente: SIBIC

Introducida en los años 70 e incluida en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. Su abundancia y dispersión deberían ser controladas, fomentando entre los pescadores que no se devuelva al agua una vez capturada, sin importar la talla.



Ilustración 2.- Ejemplar de lucioperca. Fuente: SIBIC

Especie que alcanza hasta los 100 cm de longitud, de cuerpo y cabeza alargados con boca grande armada con fuertes dientes, presenta dos aletas dorsales, una con radios espinosos y otra con radios blandos. Habita en aguas estancadas o de poca corriente, especialmente zonas profundas. Para la reproducción, los machos preparan un nido en la vegetación o en el fondo entre los meses de abril y mayo. Poseen buena visión con poca luz por lo que prefieren aguas turbias. Tienen actividad nocturna. Esta especie presenta una dieta muy piscívora, por lo que puede afectar a la fauna autóctona.



Ilustración 3.- Ejemplar de lucioperca. Fuente: elaboración propia

Nombre común

## Perca de río

Nombre científico  
*Perca fluviatilis*

Orden  
Perciformes

Familia  
Percidae



Ilustración 1. Distribución perca de río. Fuente: SIBIC

Introducida en España entre los años 1970-1979 e incluida en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. Su abundancia y dispersión deberían ser controladas, fomentando entre los pescadores que no se devuelva al agua una vez capturada, sin importar la talla. Esta especie depreda sobre una gran cantidad de peces y sus huevos, por lo que puede afectar a la fauna autóctona.



Ilustración 2. Ejemplar de perca de río. Fuente: SIBIC

Especie que alcanza hasta los 60 cm de longitud, cuerpo alto y comprimido lateralmente presenta dos aletas dorsales, una con radios espinosos y otra con radios blandos. De cinco a siete bandas verticales negras. Aletas pélvicas y anal rojizas en los adultos. Boca con dientes. Prefiere aguas estancadas o de poca corriente. Se reproduce en el litoral, pronto en la primavera entre los meses de marzo y mayo, poniendo largos cordones de huevos. Los adultos se alimentan de peces e invertebrados grandes. Su longevidad se estima en aproximadamente 7 años.



Ilustración 3.- Ejemplares de perca de río. Fuente: elaboración propia



MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y RETO DEMOGRÁFICO



## ANEXO 2. RESULTADOS DE LAS PESCAS

---



**FICHA DE PESCA**

**DATOS DE LA PESCA**

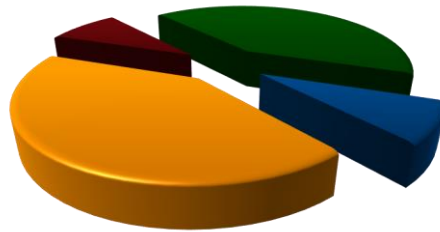
SISTEMA	Escales	CÓDIGO	ESL23_S2PES1
UMT-X	808.128	UTM-Y	4.697.731
RIQUEZA ESPECIES	4	Distancia (m)	372,0

**RESUMEN DE LAS PESCAS**

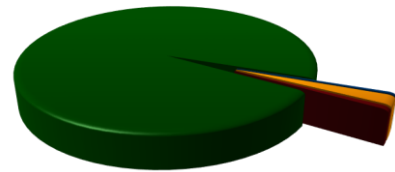
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Alburno	1	0,00	8%	17	0,05	0%
Perca	5	0,01	42%	105	0,28	2%
Gardí	1	0,00	8%	38	0,10	1%
Barbo de Graells	5	0,01	42%	4934	13,26	97%
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>0,03</b>	<b>100%</b>	<b>5093</b>	<b>13,69</b>	<b>100%</b>

**CPUE**

- Alburno
- Perca
- Gardí
- Barbo de Graells



**BPUE**



**RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Número Ind
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	108	17,0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	274	272,2	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	464	1134,8	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	450	1020,0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	463	1100,2	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	493	1406,4	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	171	42,8	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	136	36,6	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	119	23,4	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	53	1,0	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	49	1,0	1
Gardí	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	131	37,6	1





### FICHA DE PESCA

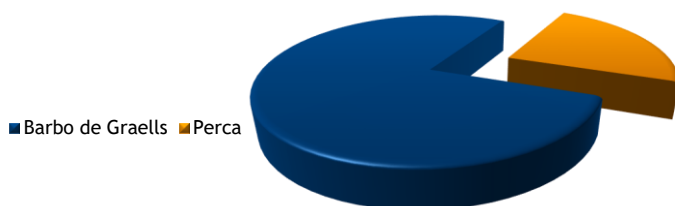
#### DATOS DE LA RED

SISTEMA	Escales	CÓDIGO DE RED	ESL23_S2BEN1
UTM-X	808402	UTM-Y	4696833
TIPO DE RED	Bentónica (16x1.5) 40m	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30
INICIO	19-7-23 19:30	FIN	20-7-23 12:30
PROFUNDIDAD	4	PROFUNDIDAD DE LA RED	3
RIQUEZA ESPECIES	2	ESFUERZO APLICADO	1,9

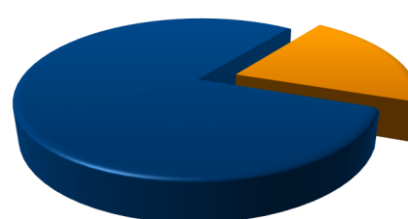
#### RESUMEN DE LAS PESCAS

ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Barbo de Graells	24	12,71	77%	9495	5.026,82	80%
Perca	7	3,71	23%	2445	1.294,20	20%
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>16,41</b>	<b>100%</b>	<b>11940</b>	<b>6.321,02</b>	<b>100%</b>

#### CPUE



#### BPUE



#### RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Número Ind
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	321	422,8	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	301	399,6	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	287	306,6	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	275	261,8	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	297	333,4	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	296	322,2	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	460	1251,8	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	255	235,0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	287	353,6	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	304	406,2	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	367	616,6	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	332	410,2	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	310	375,0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	331	503,2	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	280	282,0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	276	321,5	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	317	396,4	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	321	433,6	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	302	357,2	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	236	192,4	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	316	358,6	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	266	235,6	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	305	379,6	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	300	340,2	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	388	1036,8	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	393	1074,0	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	193	102,2	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	146	52,2	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	176	69,8	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	172	56,2	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	132	53,4	1



### FICHA DE PESCA

#### DATOS DE LA RED

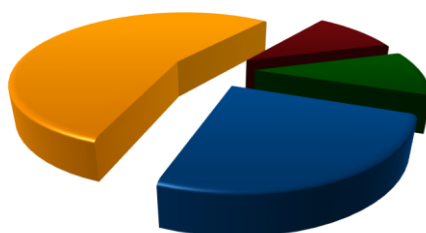
SISTEMA	Escales	CÓDIGO DE RED	ESL23_S1EPL1
UTM-X	808321	UTM-Y	4693538
TIPO DE RED	Epipelágica (16x6) 40	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30
INICIO	19-7-23 18:45	FIN	20-7-23 10:20
PROFUNDIDAD	52	PROFUNDIDAD DE LA RED	0
RIQUEZA ESPECIES	4	ESFUERZO APLICADO	6,9

#### RESUMEN DE LAS PESCAS

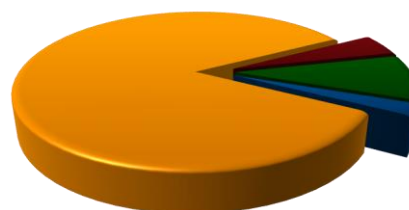
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Alburno	5	0,72	25%	100	14,50	2%
Barbo de Graells	11	1,59	55%	3596	519,15	84%
Perca	2	0,29	10%	190	27,46	4%
Gardí	2	0,29	10%	396	57,12	9%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>2,89</b>	<b>100%</b>	<b>4282</b>	<b>618,23</b>	<b>100%</b>

#### CPUE

- Alburno
- Barbo de Graells
- Perca
- Gardí



#### BPUE



#### RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	177	18,0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	118	19,0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	129	25,6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	123	20,6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	108	17,2	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	335	351,8	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	301	325,8	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	317	354,4	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	305	343,2	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	290	335,6	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	300	338,4	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	293	322,8	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	293	263,6	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	294	346,4	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	297	297,0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	295	316,6	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	189	88,6	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	197	101,6	1
Gardí	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	233	220,8	1
Gardí	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	206	174,8	1



**FICHA DE PESCA**

**DATOS DE LA RED**

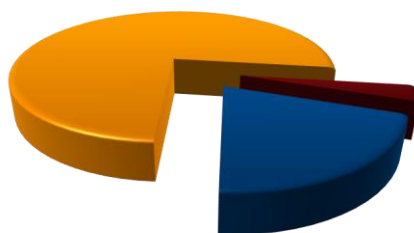
SISTEMA	Escales	CÓDIGO DE RED	ESL23_S1BEN1
UTM-X	808189	UTM-Y	4694796
TIPO DE RED	Bentónica (16x1.5) 40m	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30
INICIO	19-7-23 19:05	FIN	20-7-23 11:20
PROFUNDIDAD	-	PROFUNDIDAD DE LA RED	-
RIQUEZA ESPECIES	3	ESFUERZO APLICADO	1,8

**RESUMEN DE LAS PESCAS**

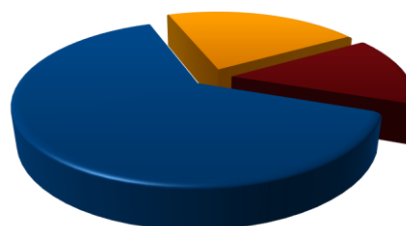
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Barbo de Graells	12	6,65	20%	5143	2.848,43	64%
Perca	45	24,92	76%	1768	979,42	22%
Lucioperca	2	1,11	3%	1147	635,48	14%
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>32,68</b>	<b>100%</b>	<b>8059</b>	<b>4.463,34</b>	<b>100%</b>

**CPUE**

- Barbo de Graells
- Perca
- Lucioperca



**BPUE**



**RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Número Ind
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	374	644,6	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	433	881,4	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	334	456,8	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	338	472,0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	253	223,4	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	254	223,0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	295	303,4	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	290	313,2	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	335	484,8	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	264	261,8	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	325	426,0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	337	452,6	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	145	41,8	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	204	126,8	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	122	24,8	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	134	33,6	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	135	33,2	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	144	41,2	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	122	23,4	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	147	47,8	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	132	32,4	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	175	83,6	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	145	43,0	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	134	34,2	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	138	39,6	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	130	31,0	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	119	23,0	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	140	35,6	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	127	23,0	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	151	51,8	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	120	22,4	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	126	28,0	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	130	31,8	1



NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Número Ind
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	175	72,4	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	126	28,8	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	120	24,6	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	121	25,6	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	136	39,0	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	120	25,4	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	127	28,2	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	128	32,6	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	124	26,4	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	118	25,0	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	127	30,2	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	129	32,8	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	238	168,4	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	114	24,0	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	150	49,8	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	130	33,6	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	117	28,2	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	124	26,4	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	120	25,2	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	123	28,8	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	131	32,0	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	147	45,2	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	165	62,8	1
Perca	<i>Perca fluviatilis</i>	40	1,0	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	367	469,6	1
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	424	677,8	1





MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y RETO DEMOGRÁFICO



## ANEXO 3. CELDAS DEL MUESTREO HIDROACÚSTICO

---



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
1	1	314057,0	4688572,2	4,81	6,2
1	2	314045,0	4688523,3	0,44	0,57
1	3	314002,2	4688530,0	0,01	0,01
1	4	313985,0	4688577,0	0,01	0,02
1	5	313982,4	4688626,7	0,01	0,01
1	6	313969,3	4688674,5	0,86	1,08
1	7	313998,3	4688706,4	0,39	0,5
1	8	314046,0	4688722,5	2,18	2,77
1	9	314094,4	4688734,8	0,98	1,27
1	10	314142,6	4688747,9	0,93	1,21
1	11	314189,3	4688765,8	0,21	0,27
1	12	314196,8	4688810,1	0,02	0,03
1	13	314199,8	4688860,0	0,33	0,42
1	14	314196,4	4688908,8	0,32	0,42
1	15	314158,2	4688917,1	0,68	0,88
1	16	314111,7	4688898,0	0,96	1,23
1	17	314061,9	4688891,2	1,86	2,41
1	18	314013,4	4688879,4	0	0
1	19	313965,6	4688865,8	0,29	0,38
1	20	313923,8	4688875,0	0,04	0,06
1	21	313965,1	4688902,7	0,5	0,62
1	22	313959,5	4688941,8	0	0
1	23	313914,8	4688962,5	0,02	0,03
1	24	313868,0	4688981,6	1,1	1,42
1	25	313865,9	4689023,2	0,51	0,66
1	26	313914,1	4689011,7	0	0
1	27	313958,8	4689032,2	0	0
1	28	314004,9	4689052,1	0,14	0,18
1	29	314052,7	4689066,1	2,14	2,75
1	30	314102,2	4689075,4	0,22	0,29
1	31	314141,2	4689096,8	0	0
1	32	314152,4	4689145,7	3,02	3,88
1	33	314161,1	4689195,1	1,46	1,87
1	34	314172,4	4689243,5	1,91	2,47
1	35	314140,9	4689257,5	1,15	1,49
1	36	314094,3	4689239,7	2,36	3,06
1	37	314051,9	4689213,2	1,85	2,39
1	38	314003,4	4689199,7	1,52	1,96
1	39	313955,4	4689186,5	0,38	0,49
1	40	313908,6	4689168,7	0,28	0,36
1	41	313858,8	4689159,0	0,05	0,06
1	42	313809,3	4689155,2	1,91	2,47
1	43	313761,9	4689140,0	2,53	3,27
1	44	313715,3	4689150,5	1,03	1,3
1	45	313692,8	4689193,9	1,42	1,57
1	46	313706,4	4689242,3	3,35	3,62
1	47	313722,6	4689289,4	1,92	2,45
1	48	313763,1	4689306,9	0,86	1,11
1	49	313812,0	4689306,5	1,96	2,53



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
1	50	313857,4	4689326,5	0,47	0,6
1	51	313905,7	4689341,7	3,21	4,16
1	52	313954,3	4689351,0	0,73	0,95
1	53	314000,6	4689370,6	0,01	0,01
1	54	314048,8	4689383,7	1,31	1,7
1	55	314096,8	4689399,0	2,79	3,61
1	56	314145,6	4689409,5	2,39	3,09
1	57	314170,1	4689436,9	0,68	0,88
1	58	314149,2	4689482,4	1,02	1,31
1	59	314130,7	4689528,6	1,51	1,94
1	60	314114,1	4689575,7	5,3	6,81
1	61	314077,7	4689559,3	0,32	0,42
1	62	314028,8	4689547,4	0,55	0,71
1	63	313980,3	4689534,7	0,72	0,93
1	64	313931,7	4689523,3	1,48	1,92
1	65	313868,7	4689501,3	0,66	0,84
1	66	313889,9	4689537,1	5,91	7,66
1	67	313909,6	4689580,7	0,23	0,3
1	68	313913,6	4689631,0	1,18	1,52
1	69	313956,6	4689650,2	0,98	1,25
1	70	314004,7	4689664,2	1,24	1,6
1	71	314052,9	4689677,4	0,71	0,91
1	72	314101,8	4689690,1	1,6	2,06
1	73	314150,4	4689702,3	0,28	0,36
1	74	314185,4	4689720,5	0,99	1,27
1	75	314149,8	4689755,8	1,38	1,78
1	76	314118,8	4689794,7	3,48	4,48
1	77	314091,7	4689835,3	1,5	1,94
1	78	314051,0	4689864,3	0,41	0,53
1	79	314037,2	4689908,8	1,48	1,92
1	80	314080,1	4689882,7	1,37	1,76
1	81	314123,2	4689859,5	0,18	0,23
1	82	314170,8	4689842,9	0,88	1,14
1	83	314217,0	4689823,9	1,17	1,51
1	84	314265,2	4689810,8	1,7	2,2
1	85	314269,7	4689827,6	1,07	1,39
1	86	314229,1	4689856,7	1,6	2,07
1	87	314197,3	4689896,1	0,43	0,55
1	88	314168,1	4689936,3	1,3	1,66
1	89	314130,2	4689967,8	0,67	0,86
1	90	314096,3	4690005,6	2,62	3,38
1	91	314092,3	4690037,5	0,78	1,01
1	92	314133,1	4690007,2	0,4	0,51
1	93	314175,2	4689982,7	1,4	1,8
1	94	314223,2	4689970,4	2,9	3,74
1	95	314270,7	4689954,8	0,44	0,57
1	96	314318,5	4689942,0	4,04	5,23
1	97	314366,6	4689926,8	3,46	4,47
1	98	314414,0	4689911,9	0,7	0,9



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
1	99	314462,2	4689897,5	0,97	1,24
1	100	314508,3	4689878,5	0,63	0,82
1	101	314589,0	4689855,2	2,07	2,66
1	102	314550,9	4689887,6	1,05	1,36
1	103	314514,5	4689921,6	4,86	6,28
1	104	314479,4	4689957,3	0,97	1,25
1	105	314447,0	4689995,4	1,17	1,51
1	106	314408,6	4690026,1	2	2,59
1	107	314365,1	4690051,4	1,1	1,42
1	108	314324,0	4690079,7	0,19	0,25
1	109	314287,6	4690115,0	1,76	2,28
1	110	314261,0	4690157,6	0,32	0,41
1	111	314227,9	4690193,7	0,16	0,21
1	112	314187,4	4690221,5	0	0
1	113	314143,6	4690245,9	3,29	4,19
1	114	314103,9	4690276,7	2,27	2,92
1	115	314068,3	4690312,8	0,79	1,02
1	116	314049,1	4690359,1	2,59	3,36
1	117	314030,5	4690404,9	1,49	1,92
1	118	313984,7	4690420,6	1,42	1,84
1	119	313936,7	4690435,4	1,23	1,51
1	120	313894,2	4690462,0	0,04	0,05
1	121	313868,3	4690504,6	1,68	1,7
1	122	313842,7	4690547,3	2,41	3,08
1	123	313802,4	4690617,9	0,62	0,65
1	124	313818,7	4690570,8	6,21	6,73
1	125	313841,5	4690529,9	2,93	3,56
1	126	313890,2	4690518,5	0,12	0,14
1	127	313935,6	4690497,3	0,2	0,22
1	128	313952,5	4690460,8	0,93	1
1	129	313951,8	4690412,1	1,96	2,52
1	130	313959,4	4690362,7	2,29	2,94
1	131	313993,8	4690339,8	1,19	1,53
1	132	314040,8	4690322,4	4,27	5,47
1	133	314087,2	4690302,6	5,16	6,13
1	134	314130,0	4690276,4	11,09	11,94
1	135	314175,7	4690258,7	0,5	0,51
1	136	314225,1	4690253,5	2,39	3,04
1	137	314275,1	4690248,4	2,02	2,62
1	138	314323,5	4690235,2	1,69	2,18
1	139	314431,1	4690220,1	2,44	3,16
1	140	314478,9	4690205,3	0,75	0,96
1	141	314526,8	4690191,3	1,39	1,79
1	142	314572,1	4690188,0	0,62	0,81
1	143	314557,9	4690232,0	0,52	0,66
1	144	314544,8	4690280,2	1,68	2,15
1	145	314528,5	4690325,6	1,01	1,3
1	146	314508,7	4690371,5	2,59	3,35
1	147	314512,0	4690413,8	0,71	0,78





ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
1	148	314549,2	4690380,6	0,99	1,27
1	149	314594,1	4690358,6	1,99	2,57
1	150	314642,1	4690345,5	1,93	2,48
1	151	314687,7	4690323,9	2,31	2,97
1	152	314733,0	4690302,8	0,35	0,45
1	153	314778,1	4690281,7	3,89	5,04
1	154	314768,9	4690320,5	2,64	3,4
1	155	314750,7	4690367,2	2,01	2,6
1	156	314727,2	4690410,6	1,34	1,73
1	157	314698,7	4690452,1	0,92	1,19
1	158	314676,6	4690497,2	4,66	6,05
1	159	314657,5	4690543,5	0,2	0,26
1	160	314645,7	4690591,7	2,67	3,45
1	161	314670,7	4690588,9	0,09	0,12
1	162	314702,1	4690555,0	2,22	2,86
1	163	314750,7	4690542,7	1,73	2,23
1	164	314793,6	4690515,7	1,29	1,67
1	165	314832,1	4690485,0	0,38	0,49
1	166	314879,2	4690469,8	0,26	0,33
1	167	314924,3	4690447,8	2,19	2,81
1	168	314908,4	4690472,8	0,79	1,01
1	169	314878,7	4690513,0	0,62	0,8
1	170	314850,5	4690554,9	0,78	1
1	171	314825,4	4690597,9	0,69	0,89
1	172	314799,3	4690640,6	0,77	1
1	173	314766,9	4690677,1	1,22	1,57
1	174	314747,3	4690723,4	1,83	2,36
1	175	314725,0	4690768,0	4,26	5,5
1	176	314698,4	4690809,4	0,54	0,7
1	177	314671,2	4690851,7	2,1	2,71
1	178	314646,2	4690895,6	0,52	0,67
1	179	314619,2	4690937,0	3,47	4,35
1	180	314586,3	4690974,3	12,99	12,72
1	181	314555,2	4691025,2	2,4	2,35
1	182	314543,1	4691073,4	10,21	8,86
1	183	314530,2	4691121,6	4,71	5,71
1	184	314528,1	4691171,3	1,8	2,16
1	185	314544,1	4691218,8	3,77	4,86
1	186	314564,1	4691264,9	0,47	0,61
1	187	314566,2	4691309,3	1,39	1,79
1	188	314546,4	4691355,2	0,43	0,51
1	189	314533,1	4691403,0	4,7	5,55
1	190	314526,6	4691449,4	2,15	2,14
1	191	314535,1	4691497,5	0	0
1	192	314530,2	4691543,0	1,62	1,68
1	193	314514,2	4691590,0	1,32	1,6
1	194	314517,2	4691640,4	0	0
1	195	314520,4	4691688,6	5,43	6,6
1	196	314517,9	4691738,7	0,27	0,29



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
1	197	314532,6	4691787,1	5,5	4,94
1	198	314553,4	4691832,7	5,26	5,48
1	199	314577,2	4691876,2	1,21	1,05
1	200	314613,6	4691910,4	4,88	6,04
1	201	314652,7	4691939,1	0,15	0,19
1	202	314680,5	4691979,9	7,8	10,09
1	203	314632,0	4691990,5	12,24	15,65
1	204	314583,1	4692002,4	3,47	4,48
1	205	314534,8	4692015,1	5,51	7,12
1	206	314489,0	4692036,2	5,98	7,68
1	207	314442,4	4692051,9	23,62	30,35
1	208	314392,8	4692059,1	5,71	7,38
1	209	314389,3	4692094,4	2,53	3,1
1	210	314427,3	4692126,9	15,1	19,01
1	211	314447,3	4692171,3	17,53	22,5
1	212	314465,4	4692217,9	15,16	19,56
1	213	314507,1	4692279,9	4,48	5,76
1	214	314458,4	4692275,3	2,29	2,91
1	215	314416,6	4692301,8	11,3	14,62
1	216	314368,8	4692316,6	13,9	18,01
1	217	314320,8	4692331,5	7,31	8,75
1	218	314343,0	4692367,8	55,96	63,66
1	219	314386,8	4692386,5	21,84	26,56
1	220	314400,4	4692434,5	20,18	25,35
1	221	314430,9	4692474,8	2,99	3,75
1	222	314456,4	4692502,5	0,04	0,05
1	223	314409,5	4692495,3	0,36	0,42
1	224	314359,2	4692499,6	2,39	2,81
1	225	314311,3	4692513,2	5,27	6,52
1	226	314261,5	4692519,1	2,72	3,36
1	227	314211,8	4692527,7	8,35	10,23
1	228	314164,5	4692544,2	1,2	1,52
1	229	314116,4	4692558,6	0,64	0,8
1	230	314068,5	4692573,9	1,15	1,41
1	231	314020,4	4692587,0	4,89	5,71
1	232	313955,6	4692621,4	0,98	1,19
1	233	313962,5	4692670,8	2,34	2,74
1	234	313951,9	4692712,6	3,3	3,94
1	235	313930,5	4692758,1	0	0
1	236	313940,7	4692807,0	8,02	9,45
1	237	313956,1	4692854,5	1,18	1,48
1	238	313955,3	4692903,3	5,76	7,16
1	239	313947,8	4692953,5	0,18	0,21
1	240	313982,3	4692986,9	1,84	1,98
1	241	314052,5	4693054,1	1,08	1,25
1	242	314083,9	4693093,2	2,34	2,45
1	243	314115,6	4693131,7	0,32	0,35
1	244	314118,2	4693177,5	0	0
1	245	314116,5	4693227,9	0	0



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
1	246	314125,7	4693277,3	0	0
1	247	314132,0	4693291,1	0,15	0,11
1	248	314151,0	4693244,8	34,04	35,94
1	249	314169,4	4693204,9	0	0
1	250	314129,5	4693180,1	0	0
1	251	314095,7	4693152,2	0	0
1	252	314066,7	4693111,8	0,35	0,38
1	253	314053,8	4693065,6	0	0
1	254	314039,0	4693017,6	0,66	0,46
1	255	314031,5	4692968,6	0	0
1	256	314016,6	4692920,7	6,86	7,31
1	257	313987,4	4692882,5	1,71	1,99
1	258	313954,0	4692848,2	4,49	5,27
1	259	313937,7	4692800,7	51,77	59,63
1	260	313931,4	4692751,3	47,88	55,41
1	261	313935,1	4692705,0	8,66	7,42
1	262	313974,5	4692678,5	12,02	14,94
1	263	314022,5	4692663,3	11,73	13,32
1	264	314057,7	4692628,8	4,38	5,06
1	265	314083,4	4692587,9	3,79	4,64
1	266	314127,2	4692568,9	0,9	1,1
1	267	314213,0	4692545,9	8,35	10,25
1	268	314261,3	4692531,0	9,9	11,8
1	269	314257,3	4692484,5	3,91	4,24
1	270	314271,8	4692436,2	7,03	8,49
1	271	314304,0	4692423,9	27,52	32,16
1	272	314351,1	4692422,7	18,84	23,58
1	273	314397,3	4692405,8	14,05	17,54
1	274	314447,1	4692400,6	15,57	18
1	275	314479,4	4692379,8	1	0,94
1	276	314445,8	4692348,1	5,45	6,65
1	277	314411,7	4692254,0	12,86	16,32
1	278	314417,3	4692229,7	13,29	17,18
1	279	314461,9	4692207,8	9,16	11,78
1	280	314498,2	4692174,6	15,3	19,69
1	281	314541,6	4692150,1	8,85	11,19
1	282	314576,2	4692115,7	16,21	17,9
1	283	314594,3	4692069,0	52,49	58,59
1	284	314578,9	4692020,7	34,03	43,57
1	285	314578,9	4691972,8	2,44	3,14
1	286	314580,8	4691923,2	0,88	1,15
1	287	314574,9	4691872,9	2,57	2,98
1	288	314568,2	4691823,4	7,5	8,7
1	289	314550,1	4691776,9	9,35	10,38
1	290	314522,5	4691709,8	10,29	11,69
1	291	314522,1	4691659,8	0,02	0,02
1	292	314520,0	4691609,8	33,74	31,92
1	293	314523,8	4691561,8	28,73	28,41
1	294	314543,2	4691515,9	1,23	1,26



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
1	295	314557,2	4691468,1	9,34	10,98
1	296	314572,7	4691419,8	3,53	3,89
1	297	314549,7	4691375,0	2,71	2,86
1	298	314529,1	4691540,1	9,32	12,06
1	299	314530,0	4691494,2	8,17	9,93
1	300	314544,4	4691453,6	0,03	0,04
1	301	314550,8	4691405,9	0,57	0,74
1	302	314551,9	4691356,3	2,09	2,68
1	303	314536,7	4691308,8	5,41	6,79
1	304	314525,6	4691260,8	2,09	2,65
1	305	314541,2	4691213,8	2,69	3,25
1	306	314543,5	4691163,7	1,11	1,2
1	307	314548,3	4691114,4	1,16	1,16
1	308	314555,5	4691038,3	3,73	4,2
1	309	314579,2	4690995,3	0,01	0,01
1	310	314611,4	4690957,1	6,2	6,69
1	311	314607,6	4690910,2	9,46	11,56
1	312	314612,9	4690863,8	5,31	6,87
1	313	314622,8	4690816,5	2,59	3,37
1	314	314670,5	4690811,0	6,54	8,35
1	315	314713,9	4690793,8	6,35	8,2
1	316	314763,9	4690787,8	5,76	7,45
1	317	314813,1	4690778,4	4,91	6,29
1	318	314863,0	4690775,0	3,88	4,99
1	319	314944,9	4690759,7	2,21	2,86
1	320	314987,0	4690762,4	1,37	1,77
1	321	314963,2	4690798,2	3,37	4,35
1	322	314928,0	4690834,3	6,91	8,92
1	323	314895,4	4690872,9	2,47	3,2
1	324	314863,7	4690911,0	3,66	4,75
1	325	314858,2	4690944,2	7,25	7,75
1	326	314900,1	4690916,9	1,9	2,17
1	327	314947,8	4690908,4	6,57	8,44
1	328	314995,4	4690894,8	3,51	4,53
1	329	315042,9	4690880,0	5,47	7,02
1	330	315080,6	4690890,5	0,78	1,01
1	331	315073,4	4690939,4	2,34	3,02
1	332	315063,4	4690988,4	1,17	1,51
1	333	315102,4	4691006,0	0,51	0,66
1	334	315150,9	4690995,4	2,11	2,72
1	335	315196,0	4691014,2	3,92	5,08
1	336	315262,3	4691025,1	1,93	2,49
1	337	315308,5	4691045,5	0,48	0,61
1	338	315357,9	4691055,2	2,41	2,99
1	339	315403,0	4691074,0	0,12	0,13
1	340	315435,6	4691111,3	0,1	0,11
1	341	315469,7	4691147,7	1,07	1,09
1	342	315537,8	4691162,0	0,71	0,75
1	343	315489,4	4691149,3	23,87	19,73



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
1	344	315444,0	4691132,3	4,67	4,41
1	345	315443,8	4691086,5	0	0
1	346	315484,2	4691061,2	0,07	0,08
1	347	315549,9	4691030,7	0	0
1	348	315503,9	4691048,4	0	0
1	349	315406,4	4691055,7	0,12	0,11
1	350	315356,4	4691055,3	1,27	1,63
1	351	315307,8	4691051,9	1,1	1,42
1	352	315264,2	4691028,1	0,29	0,33
1	353	315218,8	4691006,4	0,48	0,61
1	354	315175,6	4690982,9	8,18	9,36
1	355	315137,8	4690950,8	1,83	2,37
1	356	315096,5	4690936,3	4,58	5,56
1	357	315056,5	4690960,6	1,31	1,69
1	358	315006,4	4690962,8	1,51	1,96
1	359	314996,8	4690942,3	1,78	2,29
1	360	315014,5	4690894,8	1,69	2,18
1	361	315026,9	4690847,0	4,38	5,59
1	362	314995,9	4690850,3	3,48	4,17
1	363	314950,8	4690867,2	4,94	6,35
1	364	314902,2	4690880,3	4,39	5,63
1	365	314854,4	4690895,6	3,94	5,09
1	366	314806,9	4690910,8	5,04	6,48
1	367	314758,6	4690921,4	3,7	4,72
1	368	314785,8	4690896,6	2,52	3,26
1	369	314814,6	4690854,7	5,64	7,21
1	370	314839,4	4690812,1	4,69	6,06
1	371	314869,7	4690772,7	1,21	1,54
1	372	314922,8	4690709,0	2,97	3,83
1	373	314952,1	4690668,8	2,83	3,67
1	374	314985,1	4690631,0	2,32	3
1	375	315020,4	4690596,2	1,46	1,9
1	376	315031,8	4690567,9	0,93	1,2
1	377	314992,6	4690590,1	3,48	4,48
1	378	314942,9	4690584,2	4,33	5,62
1	379	314893,5	4690594,0	3,01	3,88
1	380	314847,1	4690613,5	1,41	1,83
1	381	314801,8	4690632,9	4,63	5,95
1	382	314752,1	4690639,7	2,3	2,96
1	383	314708,0	4690646,8	0,09	0,11
1	384	314739,7	4690611,7	0,09	0,12
1	385	314759,3	4690569,2	3,37	4,36
1	386	314784,6	4690526,1	0,35	0,45
1	387	314801,3	4690479,9	2,32	2,98
1	388	314829,3	4690438,9	3,47	4,48
1	389	314860,3	4690398,6	1,78	2,3
1	390	314822,3	4690409,4	2,46	3,17
1	391	314774,6	4690421,3	1,74	2,26
1	392	314728,6	4690442,0	7,75	9,93





ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
1	393	314682,1	4690459,7	1,58	2,05
1	394	314634,2	4690474,6	0,01	0,01
1	395	314586,8	4690487,7	0,61	0,79
1	396	314606,6	4690452,4	0,52	0,67
1	397	314620,0	4690404,6	1,77	2,29
1	398	314640,6	4690358,7	0,65	0,83
1	399	314651,9	4690310,5	1,32	1,69
1	400	314669,7	4690263,8	1,98	2,53
1	401	314647,2	4690261,4	0,92	1,17
1	402	314599,2	4690275,4	1,51	1,94
1	403	314555,6	4690300,7	1,66	2,16
1	404	314514,5	4690328,5	0,21	0,28
1	405	314466,1	4690338,3	0,7	0,9
1	406	314459,0	4690315,6	0,95	1,22
1	407	314470,7	4690266,9	0,53	0,67
1	408	314479,1	4690220,9	0,71	0,91
1	409	314492,0	4690172,7	0,28	0,36
1	410	314504,3	4690124,5	0,75	0,96
1	411	314514,5	4690075,9	0,02	0,03
1	412	314524,0	4690025,2	1,51	1,95
1	413	314480,2	4690048,8	0,41	0,53
1	414	314432,5	4690059,4	3,94	5,08
1	415	314383,3	4690068,8	1,41	1,82
1	416	314335,8	4690084,0	0,24	0,32
1	417	314287,2	4690097,2	0,06	0,08
1	418	314238,5	4690109,5	0,48	0,62
1	419	314190,2	4690122,6	2,53	3,24
1	420	314141,7	4690134,9	0,89	1,15
1	421	314126,7	4690133,6	0,83	1,07
1	422	314162,7	4690098,8	1,26	1,62
1	423	314195,8	4690061,4	0,39	0,5
1	424	314226,8	4690022,0	0,72	0,92
1	425	314261,4	4689986,4	1,37	1,78
1	426	314296,8	4689950,7	0,36	0,47
1	427	314329,7	4689912,9	1,95	2,52
1	428	314360,9	4689873,9	0,54	0,7
1	429	314334,7	4689870,4	0,64	0,82
1	430	314288,3	4689886,0	3,89	5
1	431	314241,4	4689903,8	0,65	0,85
1	432	314193,4	4689911,4	0,45	0,58
1	433	314145,9	4689927,1	3,71	4,79
1	434	314098,9	4689944,9	0,57	0,74
1	435	314103,5	4689934,2	0,05	0,07
1	436	314127,7	4689892,4	1,84	2,36
1	437	314158,0	4689855,6	3,07	3,96
1	438	314189,5	4689817,0	0,3	0,39
1	439	314211,1	4689771,1	0,94	1,22
1	440	314173,1	4689773,4	1,64	2,12
1	441	314126,2	4689781,4	5,26	6,79



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
1	442	314075,8	4689784,4	0,42	0,55
1	443	314027,3	4689797,2	0,62	0,8
1	444	313969,0	4689806,3	0,25	0,27
1	445	314012,3	4689782,7	0,36	0,46
1	446	314038,7	4689740,9	0,97	1,25
1	447	314075,9	4689707,7	0,14	0,17
1	448	314112,3	4689672,8	0,03	0,04
1	449	314146,9	4689636,7	1,87	2,4
1	450	314178,8	4689598,1	1,28	1,42
1	451	314198,6	4689551,8	3,07	3,93
1	452	314189,5	4689515,2	5,56	6,95
1	453	314145,9	4689509,2	1,32	1,68
1	454	314114,6	4689470,1	0,1	0,12
1	455	314071,8	4689491,6	1,73	2,23
1	456	314033,8	4689462,1	0,13	0,17
1	457	313985,6	4689448,5	0,12	0,16
1	458	313937,8	4689439,6	0,78	1,01
1	459	313896,3	4689411,5	0,8	1,03
1	460	313846,2	4689414,5	0,62	0,8
1	461	313841,8	4689384,1	0,44	0,56
1	462	313824,5	4689338,0	0,69	0,89
1	463	313815,0	4689288,6	0,81	1,04
1	464	313799,9	4689243,7	0,01	0,01
1	465	313829,8	4689247,5	0,9	1,16
1	466	313877,4	4689250,1	0,4	0,51
1	467	313922,6	4689270,9	3,19	4,12
1	468	313970,5	4689283,6	4,24	5,47
1	469	314018,7	4689297,6	1,26	1,62
1	470	314065,6	4689314,2	0,47	0,61
1	471	314115,4	4689321,3	0,75	0,98
1	472	314162,7	4689331,5	2,53	3,29
1	473	314210,3	4689348,1	1,34	1,74
1	474	314255,5	4689368,1	6,52	8,41
1	475	314274,1	4689354,0	2,77	3,04
1	476	314263,8	4689305,1	5,42	5,95
1	477	314246,0	4689258,1	5,9	7,27
1	478	314231,8	4689210,6	16,37	20,73
1	479	314192,2	4689182,0	4,84	6,06
1	480	314145,2	4689165,4	0,15	0,19
1	481	314099,0	4689145,9	1,7	2,19
1	482	314050,1	4689133,2	2,16	2,77
1	483	314003,6	4689121,7	1,59	2,02
1	484	313960,4	4689096,1	0,43	0,56
1	485	313911,6	4689085,5	0,32	0,41
1	486	313920,1	4689062,0	0	0
1	487	313945,5	4689021,5	1,11	1,44
1	488	313978,4	4688984,6	0,55	0,7
1	489	314005,5	4688949,1	0,01	0,01
1	490	314050,1	4688970,4	0,97	1,26



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
1	491	314099,6	4688978,8	0,87	1,13
1	492	314148,3	4688987,7	0	0
1	493	314193,3	4689009,8	0,39	0,48
1	494	314210,8	4688972,5	0	0
1	495	314214,8	4688924,5	1,13	1,46
1	496	314236,7	4688879,4	1,56	2
1	497	314222,5	4688847,1	0,68	0,87
1	498	314174,5	4688845,0	0,31	0,39
1	499	314132,5	4688817,7	0,17	0,22
1	500	314083,6	4688805,4	0,61	0,78
1	501	314034,7	4688796,6	0	0
1	502	314032,0	4688753,8	0,27	0,35
1	503	314044,6	4688707,3	0,13	0,17
1	504	314060,5	4688660,2	0	0
1	505	314098,7	4688659,2	0	0
1	506	314144,6	4688679,6	0,54	0,7
1	507	314190,7	4688675,4	3,28	4,25
1	508	314202,2	4688628,1	2,26	2,78
1	509	314167,1	4688592,1	0,98	1,25
1	510	314131,8	4688557,0	3,56	4,62
1	511	314089,5	4688537,8	0,01	0,01
1	512	314088,9	4688588,7	0,04	0,06
1	513	314084,2	4688638,0	0,13	0,17
1	514	314076,1	4688687,4	0	0
1	515	314076,2	4688737,4	2,17	2,78
1	516	314086,4	4688787,1	0,17	0,22
1	517	314100,5	4688834,3	0,11	0,14
1	518	314103,3	4688884,2	0,59	0,76
1	519	314104,5	4688934,2	0	0
1	520	314103,6	4688984,2	0,61	0,78
1	521	314098,6	4689033,1	1,04	1,35
1	522	314085,7	4689081,3	5,02	6,5
1	523	314074,3	4689130,0	0,51	0,66
1	524	314068,6	4689179,7	1,92	2,49
1	525	314062,8	4689229,5	0,29	0,37
1	526	314058,2	4689279,6	1,8	2,31
1	527	314072,0	4689327,6	0,48	0,61
1	528	314081,6	4689375,2	6,21	7,92
1	529	314082,8	4689424,8	1,13	1,45
1	530	314075,9	4689473,7	0,38	0,49
1	531	314070,1	4689523,5	1,25	1,61
1	532	314063,5	4689572,8	1,16	1,49
1	533	314059,3	4689622,5	2	2,58
1	534	314031,9	4689656,7	0,42	0,54
1	535	313987,9	4689680,4	2,37	3,05
1	536	313944,4	4689698,9	0	0
1	537	313962,8	4689655,6	0,03	0,03
1	538	313977,1	4689607,3	0,75	0,94
1	539	313988,2	4689558,3	0,18	0,24



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
1	540	313981,7	4689508,8	0,39	0,5
1	541	313934,7	4689491,4	0,97	1,25
1	542	313890,6	4689468,5	2,06	2,66
1	543	314046,8	4688602,5	2,11	2,73
2	1	314054,6	4688547,5	0	0
2	2	314021,4	4688515,3	0	0
2	3	313993,9	4688553,7	0,26	0,03
2	4	313983,8	4688604,4	0,26	5,99
2	5	313979,3	4688651,3	0	0
2	6	313975,6	4688697,5	0	0
2	7	314021,8	4688712,8	0,27	14,34
2	8	314070,7	4688726,1	0,26	0,06
2	9	314119,2	4688738,9	0,26	0,84
2	10	314166,5	4688755,7	0,26	0,67
2	11	314195,5	4688783,8	0	0
2	12	314199,6	4688834,7	0,26	0,13
2	13	314201,8	4688884,8	0	0
2	14	314182,9	4688925,2	0	0
2	15	314134,9	4688908,4	0,78	0,31
2	16	314086,7	4688896,7	0	0
2	17	314037,2	4688888,0	0,26	0,07
2	18	313989,1	4688874,8	0,26	0,03
2	19	313941,4	4688859,9	0,52	0,58
2	20	313943,7	4688889,6	0,25	0,16
2	21	313975,0	4688923,8	0	0
2	22	313938,7	4688956,2	0	0
2	23	313891,7	4688971,8	0	0
2	24	313853,8	4689003,3	0,52	0,05
2	25	313889,6	4689015,5	0	0
2	26	313937,8	4689017,5	0,26	0,01
2	27	313981,2	4689043,0	0	0
2	28	314029,3	4689056,2	0	0
2	29	314078,4	4689068,5	0,26	0,41
2	30	314126,8	4689078,2	0	0
2	31	314148,9	4689120,5	0,26	1,62
2	32	314157,9	4689169,6	0	0
2	33	314168,0	4689218,8	0	0
2	34	314165,1	4689262,6	0	0
2	35	314116,2	4689250,8	0,78	1,92
2	36	314072,1	4689229,0	0	0
2	37	314027,9	4689206,4	0,26	0,01
2	38	313978,4	4689196,1	0,52	0,2
2	39	313931,1	4689179,2	0,77	0,46
2	40	313883,8	4689164,3	0	0
2	41	313833,9	4689159,5	0	0
2	42	313784,9	4689150,9	0,52	0,13
2	43	313737,2	4689138,3	0,26	0,35
2	44	313698,8	4689170,4	0	0
2	45	313700,4	4689218,3	0	0



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
2	46	313716,6	4689265,5	0	0
2	47	313739,5	4689308,5	0,43	0,02
2	48	313787,2	4689302,3	0	0
2	49	313835,6	4689314,2	0,26	0,31
2	50	313881,7	4689333,6	0,26	0,06
2	51	313930,7	4689342,3	0,26	0,03
2	52	313977,5	4689359,8	0	0
2	53	314025,2	4689373,9	0	0
2	54	314072,9	4689390,0	0	0
2	55	314121,6	4689402,5	0,51	0,06
2	56	314170,8	4689416,6	0	0
2	57	314161,8	4689460,6	0,52	0,15
2	58	314141,9	4689506,3	0,52	0,16
2	59	314122,4	4689553,0	0,77	1,09
2	60	314098,8	4689576,8	0,26	0,03
2	61	314053,2	4689555,0	0,52	0,39
2	62	314004,0	4689543,0	0	0
2	63	313955,3	4689530,9	0,26	0,7
2	64	313908,0	4689516,4	1,03	0,19
2	65	313869,7	4689519,9	0	0
2	66	313904,3	4689556,3	0,26	0,53
2	67	313912,6	4689605,6	0	0
2	68	313931,7	4689643,4	0,26	0,11
2	69	313980,9	4689655,7	0	0
2	70	314029,2	4689667,6	0	0
2	71	314077,4	4689682,6	0,26	1,71
2	72	314126,2	4689694,3	0	0
2	73	314177,1	4689706,9	0	0
2	74	314168,7	4689737,9	0,4	0,04
2	75	314133,9	4689774,7	0	0
2	76	314109,4	4689818,2	0	0
2	77	314072,4	4689851,6	0,26	0,05
2	78	314036,7	4689886,4	0	0
2	79	314059,7	4689898,0	0,26	0,01
2	80	314098,9	4689867,1	0	0
2	81	314147,0	4689851,5	0,26	0,19
2	82	314192,3	4689831,3	0	0
2	83	314240,3	4689816,0	0	0
2	84	314286,0	4689810,5	0	0
2	85	314250,2	4689843,3	0	0
2	86	314213,1	4689876,4	0	0
2	87	314184,7	4689917,9	0,26	1,23
2	88	314151,7	4689955,1	0	0
2	89	314113,4	4689986,7	0,52	2,58
2	90	314078,7	4690027,3	0	0
2	91	314112,8	4690022,2	0	0
2	92	314150,2	4689990,3	0	0
2	93	314197,2	4689972,9	0	0
2	94	314246,6	4689962,0	0	0





ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
2	95	314293,3	4689944,2	0,26	3,16
2	96	314342,4	4689935,1	0	0
2	97	314389,0	4689916,8	0,26	0,02
2	98	314437,6	4689903,5	0,26	0,08
2	99	314484,7	4689886,0	0,78	0,26
2	100	314531,9	4689870,8	0	0
2	101	314572,8	4689870,7	0,27	0,09
2	102	314533,4	4689905,5	0,45	0,01
2	103	314498,8	4689941,5	0	0
2	104	314463,1	4689976,8	0	0
2	105	314429,7	4690013,4	0	0
2	106	314387,4	4690040,1	0,26	0,01
2	107	314344,7	4690066,0	0	0
2	108	314305,6	4690097,4	0	0
2	109	314274,6	4690136,6	0	0
2	110	314247,6	4690178,5	0	0
2	111	314209,9	4690211,5	0	0
2	112	314165,6	4690233,9	0,26	0,01
2	113	314124,6	4690262,5	0,27	0,08
2	114	314086,5	4690295,4	94,03	15,48
2	115	314060,3	4690336,9	1,31	1,86
2	116	314041,1	4690383,5	1,25	0,65
2	117	314010,0	4690416,9	0,32	0,31
2	118	313961,2	4690429,6	2,87	7,12
2	119	313914,2	4690446,3	0,58	0,2
2	120	313881,4	4690483,6	5,83	2,48
2	121	313857,2	4690527,4	3,16	0,43
2	122	313831,2	4690569,9	5,94	1,67
2	123	313808,6	4690594,7	14,11	0,82
2	124	313827,3	4690546,1	0	0
2	125	313866,1	4690524,6	15,09	1,34
2	126	313912,7	4690506,7	4,14	1,43
2	127	313957,7	4690484,1	6,41	1,09
2	128	313948,3	4690436,4	1,38	0,67
2	129	313955,9	4690387,7	85,89	13,32
2	130	313968,2	4690345,5	0	0
2	131	314016,6	4690328,7	0	0
2	132	314064,0	4690311,8	0,35	0,07
2	133	314107,8	4690288,0	0,71	0,51
2	134	314151,2	4690263,1	1,1	0,01
2	135	314200,2	4690252,2	0	0
2	136	314249,9	4690249,5	0,56	1,84
2	137	314300,1	4690242,6	0,27	0,01
2	138	314346,7	4690226,2	0,26	0,02
2	139	314455,1	4690211,6	0,26	0,21
2	140	314502,4	4690195,3	0,26	0,18
2	141	314552,0	4690183,4	0	0
2	142	314572,1	4690210,7	0,77	2,76
2	143	314550,4	4690255,8	0	0



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
2	144	314542,2	4690305,5	0	0
2	145	314516,5	4690347,9	0	0
2	146	314503,8	4690398,6	0	0
2	147	314528,7	4690394,8	0,34	1,37
2	148	314570,2	4690366,0	0,27	0,83
2	149	314617,5	4690349,7	0	0
2	150	314665,2	4690333,9	0,51	0,04
2	151	314708,9	4690310,3	0,26	0,01
2	152	314756,1	4690291,5	0	0
2	153	314779,4	4690294,5	0	0
2	154	314761,6	4690345,0	0	0
2	155	314741,3	4690390,9	0,26	0,1
2	156	314713,4	4690432,6	0,26	0,01
2	157	314688,3	4690475,5	0	0
2	158	314666,7	4690520,1	0	0
2	159	314653,1	4690568,5	0	0
2	160	314654,1	4690606,7	0	0
2	161	314679,5	4690565,7	0	0
2	162	314726,2	4690546,1	0	0
2	163	314772,9	4690529,0	0,26	0,01
2	164	314809,7	4690496,8	0,26	2,82
2	165	314855,0	4690474,9	0,26	0,02
2	166	314902,8	4690458,8	0	0
2	167	314930,4	4690455,9	0	0
2	168	314894,8	4690493,9	0	0
2	169	314865,5	4690534,8	0,52	0,15
2	170	314839,5	4690577,8	0,26	0,08
2	171	314811,5	4690619,4	0	0
2	172	314784,9	4690660,5	0	0
2	173	314757,3	4690700,9	0	0
2	174	314738,4	4690747,1	0	0
2	175	314713,1	4690790,3	0	0
2	176	314685,7	4690832,2	0,26	0,21
2	177	314659,7	4690874,6	0,53	0,22
2	178	314634,8	4690918,1	0,29	0,49
2	179	314603,0	4690956,6	0	0
2	180	314573,3	4690993,8	0	0
2	181	314550,6	4691050,0	0	0
2	182	314538,2	4691098,2	0	0
2	183	314525,0	4691147,3	0	0
2	184	314537,5	4691194,7	0,46	1,37
2	185	314555,5	4691241,1	1	0,26
2	186	314574,5	4691287,0	0	0
2	187	314555,1	4691332,2	4,05	1,41
2	188	314541,0	4691380,4	0,56	6,93
2	189	314532,2	4691423,3	0	0
2	190	314530,0	4691472,4	0	0
2	191	314539,7	4691523,0	0	0
2	192	314520,5	4691566,3	0	0



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
2	193	314516,4	4691615,4	0	0
2	194	314523,3	4691666,3	0	0
2	195	314517,2	4691713,7	0	0
2	196	314525,6	4691763,1	0	0
2	197	314543,7	4691809,6	1,23	1,17
2	198	314567,4	4691853,4	1,11	0,1
2	199	314593,3	4691896,6	2,16	1,02
2	200	314637,0	4691919,6	1,14	0,1
2	201	314669,5	4691956,6	0	0
2	202	314656,9	4691986,8	2,98	0,58
2	203	314608,1	4691999,7	2,49	0,11
2	204	314559,2	4692011,3	2,05	0,07
2	205	314511,6	4692026,1	0	0
2	206	314467,1	4692048,7	4,52	1,48
2	207	314417,7	4692057,5	4,83	0,51
2	208	314375,2	4692073,7	1,79	0,05
2	209	314409,7	4692109,2	0	0
2	210	314440,5	4692147,0	4,76	0,96
2	211	314455,7	4692195,1	2,31	0,29
2	212	314479,9	4692238,8	0	0
2	213	314484,3	4692277,9	11,44	3,43
2	214	314437,2	4692290,2	12,1	2,46
2	215	314392,2	4692309,4	4,53	0,11
2	216	314346,1	4692328,1	0	0
2	217	314321,1	4692354,7	3,66	0,19
2	218	314368,2	4692373,8	0	0
2	219	314395,4	4692409,5	10,8	0,4
2	220	314414,6	4692455,2	0	0
2	221	314454,8	4692488,1	0	0
2	222	314279,4	4692416,4	0	0
2	223	314433,9	4692504,3	0	0
2	223	314384,3	4692497,8	0	0
2	224	314335,3	4692508,8	0	0
2	225	314286,4	4692518,3	0	0
2	226	314236,9	4692524,7	0	0
2	227	314188,8	4692538,1	0	0
2	228	314328,7	4692431,3	0	0
2	229	314373,2	4692410,4	0	0
2	230	314422,4	4692400,8	16,53	4,35
2	231	314474,1	4692395,1	17,96	0,19
2	232	314457,0	4692371,0	8,46	2
2	233	314437,4	4692324,6	7,69	0,23
2	234	314395,6	4692233,8	0	0
2	278	314442,0	4692222,1	3,8	1,06
2	279	314477,2	4692187,8	2,32	1,5
2	280	314519,0	4692159,8	2,34	0,28
2	281	314562,9	4692136,7	4,09	2,98
2	282	314583,3	4692091,3	566,57	33,72
2	283	314587,4	4692044,3	2,49	0,03



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
2	284	314573,2	4691996,6	11,16	4,24
2	285	314580,7	4691947,8	1,82	0,06
2	286	314577,1	4691897,7	0	0
2	287	314570,2	4691848,4	2,48	9,99
2	288	314558,5	4691800,5	0	0
2	289	314539,3	4691753,5	0	0
2	290	314520,2	4691684,9	1,02	0,04
2	291	314520,0	4691634,8	0,8	0,01
2	292	314516,0	4691585,2	0	0
2	293	314531,8	4691538,0	0	0
2	294	314549,2	4691491,2	0	0
2	295	314563,3	4691443,1	0	0
2	296	314560,6	4691397,2	0	0
2	297	314540,3	4691351,8	0	0
2	298	314524,0	4691518,2	0,53	0,17
2	299	314530,0	4691472,5	0	0
2	300	314548,0	4691430,8	0	0
2	301	314551,4	4691380,5	0,56	0,03
2	302	314545,0	4691331,9	0	0,37
2	303	314528,7	4691284,3	0	0
2	304	314534,7	4691238,8	0	0
2	305	314541,6	4691188,6	0,5	0,87
2	306	314543,5	4691138,9	0	0
2	307	314545,4	4691088,4	0,68	0,07
2	308	314564,2	4691015,1	0	0
2	309	314593,8	4690974,3	0	0
2	310	314617,9	4690933,0	0	0
2	311	314603,9	4690886,7	0,36	0,01
2	312	314617,0	4690837,6	0,43	0,01
2	313	314645,6	4690816,0	0	0
2	314	314689,2	4690793,7	0,41	0,07
2	315	314739,0	4690789,2	0	0
2	316	314788,2	4690780,3	0	0
2	317	314837,8	4690774,4	0	0
2	318	314888,2	4690769,9	0	0
2	319	314970,0	4690751,2	0,52	0,86
2	320	314983,9	4690784,1	0,51	0,45
2	321	314945,5	4690817,5	0,78	1,46
2	322	314912,5	4690855,2	0,26	0,03
2	323	314880,2	4690893,6	0,26	0,03
2	324	314257,1	4692509,5	0,54	0,12
2	325	314847,5	4690935,2	0	0
2	325	314879,0	4690930,3	2,15	3,06
2	326	314922,0	4690907,4	1,2	4,74
2	327	314973,1	4690904,0	0	0
2	328	315017,8	4690884,0	0,52	3,09
2	329	315067,7	4690873,5	0,77	0,54
2	330	315080,1	4690915,2	0	0
2	331	315068,3	4690964,2	1,04	12



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
2	332	315077,3	4691007,1	0,78	2,74
2	333	315126,6	4690997,6	0	0
2	334	315174,7	4691000,5	1,1	1,66
2	335	315220,9	4691016,9	1,07	2,79
2	336	315285,6	4691034,8	1,87	5,19
2	337	315332,9	4691048,5	1,92	1,19
2	338	315382,1	4691059,8	2,2	0,18
2	339	315421,5	4691089,7	2,83	2,48
2	340	315451,6	4691129,5	7,17	0,96
2	341	315491,0	4691160,2	19,95	13,63
2	342	315514,5	4691159,9	8,49	0,33
2	343	315464,6	4691145,3	18,73	2,89
2	344	315437,1	4691110,4	15,29	0,71
2	345	315460,2	4691069,5	18,05	9,06
2	346	315507,8	4691051,7	423,48	16,39
2	347	315529,8	4691038,3	8,99	0,46
2	348	315479,6	4691056,2	0	0
2	349	315381,3	4691055,4	6,51	0,35
2	350	315331,4	4691059,3	5,9	0,47
2	351	315284,8	4691042,9	4,29	25,42
2	352	315241,7	4691017,5	3,3	2,83
2	353	315195,0	4690999,1	0,33	0,01
2	354	315156,2	4690968,2	3,75	17,31
2	355	315119,5	4690932,9	1,8	0,29
2	356	315078,7	4690955,7	2,04	2,61
2	357	315031,3	4690962,8	0,52	0,18
2	358	314983,2	4690962,5	1,04	1,76
2	359	315007,1	4690918,3	0,94	3,78
2	360	315017,2	4690869,9	1,29	0,2
2	361	315017,4	4690835,7	0,52	1,63
2	362	314975,2	4690865,3	0,27	0,74
2	363	314926,3	4690875,0	0,51	0,07
2	364	314878,7	4690890,5	0,26	0,23
2	365	314830,7	4690905,1	0,26	0,02
2	366	314782,2	4690919,1	1,25	1,41
2	367	314760,5	4690908,7	0,59	1,15
2	368	314802,0	4690876,0	0,78	0,1
2	369	314824,7	4690831,5	0,51	0,06
2	370	314853,5	4690790,9	0	0
2	371	314885,1	4690752,6	0	0
2	372	314936,3	4690687,2	0,77	0,19
2	373	314966,5	4690647,7	0	0
2	374	315001,8	4690611,4	0,77	0,08
2	375	315039,4	4690575,9	0,55	0,88
2	376	315016,0	4690588,1	0	0
2	377	314968,0	4690586,4	1,17	0,6
2	378	314918,0	4690590,5	0,26	0,06
2	379	314870,0	4690603,8	1,04	1,39
2	380	314825,0	4690625,9	0	0





ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
2	381	314776,8	4690638,1	0	0
2	382	314725,4	4690648,3	0	0
2	383	314725,1	4690632,4	0	0
2	384	314741,7	4690587,0	0,26	0,06
2	385	314775,0	4690548,9	0,52	0,14
2	386	314791,2	4690502,2	0,26	0,01
2	387	314813,9	4690457,9	0	0
2	388	314843,7	4690417,5	0,26	0,04
2	389	314844,3	4690394,5	0,52	0,29
2	390	314263,3	4692459,8	0,55	0,16
2	391	314799,9	4690419,9	0	0,03
2	391	314752,2	4690433,6	0,26	0,05
2	392	314705,8	4690453,9	0,51	0,04
2	393	314658,4	4690468,5	0,26	0,02
2	394	314610,5	4690484,0	0,26	0,29
2	395	314587,6	4690473,5	0	0
2	396	314612,3	4690427,8	1,16	0,1
2	397	314630,2	4690381,4	0,26	0,01
2	398	314644,2	4690333,8	0	0
2	399	314658,8	4690286,0	0,26	0,08
2	400	314662,3	4690245,0	0	0
2	401	314624,2	4690270,5	0,26	0,05
2	402	314577,2	4690287,7	0,26	0,53
2	403	314536,6	4690318,3	0	0
2	404	314490,8	4690336,5	0,26	0,31
2	405	314445,9	4690336,8	0	0
2	406	314469,1	4690291,5	0	0
2	407	314467,9	4690243,0	0	0
2	408	314487,9	4690196,6	0	0
2	409	314495,8	4690148,3	0,26	2,93
2	410	314507,9	4690099,3	0	0
2	411	314518,6	4690050,2	0	0
2	412	314502,7	4690035,0	0,27	0,22
2	413	314457,6	4690059,3	0,26	0,19
2	414	314407,1	4690063,0	0	0
2	415	314359,7	4690079,5	0	0
2	416	314311,8	4690092,4	0,26	0,01
2	417	314263,1	4690105,3	0,26	0,29
2	418	314214,7	4690118,5	0,52	0,05
2	419	314166,4	4690131,1	0,26	0,01
2	420	314113,9	4690143,9	0	0
2	421	314142,7	4690114,1	0	0
2	422	314178,9	4690079,2	0,4	0,04
2	423	314236,7	4692537,8	0,26	0,02
2	424	314210,4	4690040,5	0	0
2	424	314242,0	4690001,9	0	0
2	425	314279,1	4689967,7	0	0
2	426	314313,3	4689931,2	0	0
2	427	314343,1	4689891,2	0,52	0,23



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
2	428	314359,0	4689860,5	0,26	0,02
2	429	314312,8	4689884,0	0	0
2	430	314264,1	4689893,9	0,26	0,02
2	431	314218,8	4689911,1	0,26	0,26
2	432	314169,6	4689921,5	0,52	0,13
2	433	314122,2	4689937,3	0	0
2	434	314080,8	4689946,2	0,26	0,04
2	435	314121,2	4689916,1	0,78	0,76
2	436	314137,5	4689871,1	0,26	0,02
2	437	314173,9	4689835,8	0,52	0,11
2	438	314199,7	4689793,3	0	0
2	439	314196,5	4689761,8	0,52	0,22
2	440	314150,8	4689785,0	0,27	0,08
2	441	314100,9	4689783,7	0,26	0,12
2	442	314051,4	4689792,5	0,51	1,26
2	443	314003,4	4689807,7	0,26	0,31
2	444	313991,6	4689797,7	0	0
2	445	314024,9	4689760,6	0	0
2	446	314057,0	4689723,4	0	0
2	447	314093,6	4689689,6	0,26	0,06
2	448	314128,9	4689653,6	0,26	0,11
2	449	314162,9	4689616,3	0,52	1,53
2	450	314189,3	4689574,8	0	0
2	451	314201,2	4689525,0	1,82	0,32
2	452	314166,5	4689522,3	1	0,77
2	453	314129,0	4689491,1	0	0
2	454	314091,3	4689480,2	0	0
2	455	314050,7	4689481,9	0,26	0,11
2	456	314010,7	4689452,9	0,26	0,06
2	457	313959,9	4689449,6	0,26	1,24
2	458	313917,5	4689426,2	0	0
2	459	313870,7	4689412,5	0,26	1,31
2	460	313834,6	4689406,6	0	0
2	461	313829,1	4689362,8	0	0
2	462	313819,3	4689313,5	0,26	0,21
2	463	313801,6	4689266,8	0,26	1,51
2	464	313808,2	4689229,7	0	0
2	465	313855,0	4689241,3	0	0
2	466	313899,4	4689262,6	0	0
2	467	313947,5	4689273,6	0	0
2	468	313994,4	4689290,5	0	0
2	469	314043,0	4689302,8	0,26	0,09
2	470	314090,8	4689319,5	0,51	0,31
2	471	314139,9	4689320,5	0	0
2	472	314186,9	4689338,5	0	0
2	473	314234,1	4689355,2	0,26	4,2
2	474	314280,2	4689374,7	0,34	0,21
2	475	314269,1	4689329,4	90,51	13,99
2	476	314253,6	4689282,2	2,58	0,89



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
2	477	314236,3	4689235,7	0	0
2	478	314215,4	4689192,5	0	0
2	479	314167,4	4689177,0	0	0
2	480	314121,6	4689158,1	0	0
2	481	314074,9	4689139,1	0	0
2	482	314024,9	4689134,1	0	0
2	483	313981,9	4689109,3	0	0
2	484	313936,5	4689088,3	0	0
2	485	313898,6	4689077,0	0,26	5,27
2	486	313927,4	4689037,2	0	0
2	487	313964,8	4689005,1	0	0
2	488	313987,9	4688960,4	0	0
2	489	314028,2	4688956,9	0,52	0,4
2	490	314074,8	4688975,8	0	0
2	491	314124,6	4688979,5	0	0
2	492	314171,9	4688995,4	0	0
2	493	314210,2	4688997,8	0	0
2	494	314208,1	4688946,9	141,51	20,08
2	495	314225,9	4688901,9	64,38	11,7
2	496	314242,3	4688852,3	0	0
2	497	314196,7	4688852,9	0	0
2	498	314152,7	4688833,6	0	0
2	499	314107,5	4688813,5	0,26	0,04
2	500	314058,3	4688803,2	0	0
2	501	314027,9	4688780,4	0	0
2	502	314033,1	4688729,1	0	0
2	503	314050,9	4688682,5	0	0
2	504	314074,2	4688647,9	0,26	1,01
2	505	314122,5	4688668,3	0	0
2	506	314169,3	4688686,6	0	0
2	507	314203,4	4688652,6	0,26	2,15
2	508	314185,6	4688609,2	0,26	0,03
2	509	314146,7	4688578,1	0,52	0,04
2	510	314113,6	4688542,9	0	0
2	511	314089,7	4688563,0	0,26	0,1
2	512	314088,8	4688613,7	0	0
2	513	314080,1	4688662,9	0,26	4,02
2	514	314076,7	4688712,4	0,26	0,09
2	515	314081,8	4688762,9	0	0
2	516	314095,2	4688810,7	0,77	3,65
2	517	314103,3	4688859,1	0	0
2	518	314106,1	4688909,4	0	0
2	519	314105,2	4688958,8	0	0
2	520	314105,1	4689009,0	0	0
2	521	314093,9	4689057,8	0	0
2	522	314080,9	4689106,4	0,26	2,61
2	523	314073,2	4689155,7	0	0
2	524	314066,9	4689204,9	0	0
2	525	314061,1	4689254,5	0	0



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
2	526	314062,9	4689304,6	0	0
2	527	314082,1	4689349,9	0,52	0,19
2	528	314084,3	4689399,8	0	0
2	529	314082,1	4689449,6	0,26	0,24
2	530	314073,7	4689499,1	0,26	0,28
2	531	314068,2	4689548,9	0	0
2	532	314062,5	4689598,1	0	0
2	533	314054,7	4689647,0	0	0
2	534	314010,5	4689669,3	0	0
2	535	313964,3	4689693,8	0,78	0,56
2	536	313950,4	4689678,9	0	0
2	537	313969,1	4689630,8	0	0
2	538	313982,8	4689582,7	0,26	0,18
2	539	313986,7	4689533,6	0	0
2	540	313957,9	4689501,6	0,26	0,08
2	541	313911,3	4689482,7	0	0
2	542	313868,2	4689458,1	0	0
2	543	314046,8	4688602,5	0,78	0,55
3	1	314054,6	4688547,5	0	0
3	2	314021,4	4688515,3	0	0
3	3	313993,9	4688553,7	0,57	0,03
3	4	313983,8	4688604,4	0	0
3	5	313979,3	4688651,3	0,59	0,05
3	6	313975,6	4688697,5	0	0
3	7	314021,8	4688712,8	0	0
3	8	314070,7	4688726,1	0,11	1,57
3	9	314119,2	4688738,9	0	0
3	10	314166,5	4688755,7	0	0
3	11	314195,5	4688783,8	0	0
3	12	314199,6	4688834,7	0	0
3	13	314201,8	4688884,8	0	0
3	14	314182,9	4688925,2	0	0
3	15	314134,9	4688908,4	0	0
3	16	314086,7	4688896,7	0	0
3	17	314037,2	4688888,0	0	0
3	18	313989,1	4688874,8	0	0
3	19	313941,4	4688859,9	0	0
3	20	313943,7	4688889,6	0	0
3	21	313975,0	4688923,8	0	0
3	22	313938,7	4688956,2	0	0
3	23	313891,7	4688971,8	0	0
3	24	313853,8	4689003,3	0,06	0,1
3	25	313889,6	4689015,5	0	0
3	26	313937,8	4689017,5	0	0
3	27	313981,2	4689043,0	0	0
3	28	314029,3	4689056,2	0	0
3	29	314078,4	4689068,5	0	0
3	30	314126,8	4689078,2	0	0
3	31	314148,9	4689120,5	0,18	0,01



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
3	32	314157,9	4689169,6	0	0
3	33	314168,0	4689218,8	0	0
3	34	314165,1	4689262,6	0	0
3	35	314116,2	4689250,8	0	0
3	36	314072,1	4689229,0	0	0
3	37	314027,9	4689206,4	0	0
3	38	313978,4	4689196,1	0	0
3	39	313931,1	4689179,2	0,1	0,32
3	40	313883,8	4689164,3	0	0
3	41	313833,9	4689159,5	0	0
3	42	313784,9	4689150,9	0	0
3	43	313737,2	4689138,3	0	0
3	44	313739,5	4689308,5	0,41	0
3	48	313787,2	4689302,3	0	0
3	49	313835,6	4689314,2	0	0
3	50	313881,7	4689333,6	0	0
3	51	313930,7	4689342,3	0	0
3	52	313977,5	4689359,8	0	0
3	53	314025,2	4689373,9	0	0
3	54	314072,9	4689390,0	0	0
3	55	314121,6	4689402,5	0	0
3	56	314170,8	4689416,6	0	0
3	57	314161,8	4689460,6	0,18	2,63
3	58	314141,9	4689506,3	0	0
3	59	314122,4	4689553,0	0	0
3	60	314098,8	4689576,8	0	0
3	61	314053,2	4689555,0	0,13	0
3	62	314004,0	4689543,0	0	0
3	63	313955,3	4689530,9	0	0
3	64	313908,0	4689516,4	0	0
3	65	313869,7	4689519,9	0,08	1,04
3	66	313904,3	4689556,3	0	0
3	67	313912,6	4689605,6	0	0
3	68	313931,7	4689643,4	0,09	3,01
3	69	313980,9	4689655,7	0,08	0,81
3	70	314029,2	4689667,6	0	0
3	71	314077,4	4689682,6	0	0
3	72	314126,2	4689694,3	0	0
3	73	314177,1	4689706,9	0	0
3	74	314168,7	4689737,9	0	0
3	75	314133,9	4689774,7	0	0
3	76	314109,4	4689818,2	0	0
3	77	314072,4	4689851,6	0,09	0
3	78	314036,7	4689886,4	0	0
3	79	314059,7	4689898,0	0	0
3	80	314098,9	4689867,1	0	0
3	81	314147,0	4689851,5	0	0
3	82	314192,3	4689831,3	0	0
3	83	314240,3	4689816,0	0	0





ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
3	84	314286,0	4689810,5	0	0
3	85	314250,2	4689843,3	0,18	0,48
3	86	314213,1	4689876,4	0	0
3	87	314184,7	4689917,9	0	0
3	88	314151,7	4689955,1	0	0
3	89	314113,4	4689986,7	0	0
3	90	314078,7	4690027,3	0	0
3	91	314112,8	4690022,2	0	0
3	92	314150,2	4689990,3	0	0
3	93	314197,2	4689972,9	0	0
3	94	314246,6	4689962,0	0	0
3	95	314293,3	4689944,2	0,14	3,93
3	96	314342,4	4689935,1	0	0
3	97	314389,0	4689916,8	0	0
3	98	314437,6	4689903,5	0,16	1,22
3	99	314484,7	4689886,0	0	0
3	100	314531,9	4689870,8	0,41	3,62
3	101	314533,4	4689905,5	0	0
3	103	314498,8	4689941,5	0	0
3	104	314463,1	4689976,8	0	0
3	105	314429,7	4690013,4	0,23	0,32
3	106	314387,4	4690040,1	0	0
3	107	314344,7	4690066,0	0,11	0,02
3	108	314305,6	4690097,4	0	0
3	109	314274,6	4690136,6	0	0
3	110	314247,6	4690178,5	0	0
3	111	314209,9	4690211,5	0	0
3	112	314165,6	4690233,9	0	0
3	113	314016,6	4690328,7	1,64	0,2
3	132	314064,0	4690311,8	0	0
3	133	314200,2	4690252,2	0	0
3	136	314249,9	4690249,5	0	0
3	137	314300,1	4690242,6	0	0
3	138	314346,7	4690226,2	0	0
3	139	314455,1	4690211,6	0	0
3	140	314502,4	4690195,3	0	0
3	141	314552,0	4690183,4	0	0
3	142	314572,1	4690210,7	0,17	0,08
3	143	314550,4	4690255,8	0,16	0,1
3	144	314542,2	4690305,5	0	0
3	145	314516,5	4690347,9	0,14	1,61
3	146	314503,8	4690398,6	0	0
3	147	314528,7	4690394,8	0	0
3	148	314570,2	4690366,0	0	0
3	149	314617,5	4690349,7	0,15	0,01
3	150	314665,2	4690333,9	0	0
3	151	314708,9	4690310,3	0	0
3	152	314756,1	4690291,5	0	0
3	153	314779,4	4690294,5	0	0



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
3	154	314761,6	4690345,0	0	0
3	155	314741,3	4690390,9	0	0
3	156	314713,4	4690432,6	0	0
3	157	314688,3	4690475,5	0,18	1,05
3	158	314666,7	4690520,1	0,22	0,05
3	159	314653,1	4690568,5	0	0
3	160	314654,1	4690606,7	0	0
3	161	314679,5	4690565,7	0	0
3	162	314726,2	4690546,1	0,63	1,41
3	163	314772,9	4690529,0	0	0
3	164	314809,7	4690496,8	0,22	1,08
3	165	314855,0	4690474,9	0	0
3	166	314902,8	4690458,8	0	0
3	167	314930,4	4690455,9	0	0
3	168	314894,8	4690493,9	0	0
3	169	314865,5	4690534,8	0	0
3	170	314839,5	4690577,8	0,27	0,08
3	171	314811,5	4690619,4	0	0
3	172	314784,9	4690660,5	0	0
3	173	314757,3	4690700,9	0	0
3	174	314738,4	4690747,1	0	0
3	175	314713,1	4690790,3	0	0
3	176	314685,7	4690832,2	0	0
3	177	314689,2	4690793,7	0	0
3	315	314739,0	4690789,2	0	0
3	316	314788,2	4690780,3	0	0
3	317	314837,8	4690774,4	0	0
3	318	314888,2	4690769,9	0	0
3	319	314970,0	4690751,2	0,72	0
3	320	314983,9	4690784,1	0,68	0,5
3	321	314945,5	4690817,5	0	0
3	322	314912,5	4690855,2	1,36	0,17
3	323	314880,2	4690893,6	2,44	6,04
3	324	314922,0	4690907,4	3,64	0,13
3	327	314973,1	4690904,0	0	0
3	328	315017,8	4690884,0	0,75	0,31
3	329	315067,7	4690873,5	0,68	2,47
3	330	315080,1	4690915,2	12,38	0,09
3	331	315068,3	4690964,2	0,33	0,1
3	332	315126,6	4690997,6	7,47	0,71
3	334	315174,7	4691000,5	0	0
3	335	315119,5	4690932,9	0	0
3	356	315078,7	4690955,7	0	0
3	357	315031,3	4690962,8	0	0
3	358	314983,2	4690962,5	0	0
3	359	315007,1	4690918,3	0	0
3	360	315017,2	4690869,9	0,71	2,53
3	361	315017,4	4690835,7	0	0
3	362	314975,2	4690865,3	0	0



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
3	363	314926,3	4690875,0	0,66	0,28
3	364	314878,7	4690890,5	1,65	0,49
3	365	314760,5	4690908,7	3,98	0,31
3	368	314802,0	4690876,0	0	0
3	369	314824,7	4690831,5	0	0
3	370	314853,5	4690790,9	1,17	1,53
3	371	314885,1	4690752,6	0	0
3	372	314936,3	4690687,2	0	0
3	373	314966,5	4690647,7	0,5	0,5
3	374	315001,8	4690611,4	0	0
3	375	315016,0	4690588,1	0	0
3	377	314968,0	4690586,4	0	0
3	378	314918,0	4690590,5	0	0
3	379	314870,0	4690603,8	0	0
3	380	314825,0	4690625,9	0,36	0,02
3	381	314776,8	4690638,1	0	0
3	382	314725,4	4690648,3	0	0
3	383	314725,1	4690632,4	0	0
3	384	314741,7	4690587,0	0	0
3	385	314775,0	4690548,9	0	0
3	386	314791,2	4690502,2	0	0
3	387	314813,9	4690457,9	0	0
3	388	314843,7	4690417,5	0	0
3	389	314844,3	4690394,5	0	0
3	390	314799,9	4690419,9	0	0
3	391	314752,2	4690433,6	0	0
3	392	314705,8	4690453,9	0	0
3	393	314658,4	4690468,5	0,18	0,56
3	394	314610,5	4690484,0	0,26	0,29
3	395	314587,6	4690473,5	0	0
3	396	314612,3	4690427,8	0	0
3	397	314630,2	4690381,4	0,31	0,21
3	398	314644,2	4690333,8	0,32	0,03
3	399	314658,8	4690286,0	0,15	0,01
3	400	314662,3	4690245,0	0	0
3	401	314624,2	4690270,5	0	0
3	402	314577,2	4690287,7	0	0
3	403	314536,6	4690318,3	0	0
3	404	314490,8	4690336,5	0	0
3	405	314445,9	4690336,8	0	0
3	406	314469,1	4690291,5	0	0
3	407	314467,9	4690243,0	0	0
3	408	314487,9	4690196,6	0,12	0,03
3	409	314495,8	4690148,3	0	0
3	410	314507,9	4690099,3	0	0
3	411	314518,6	4690050,2	0	0
3	412	314502,7	4690035,0	0	0
3	413	314457,6	4690059,3	0	0
3	414	314407,1	4690063,0	0	0



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
3	415	314359,7	4690079,5	0	0
3	416	314311,8	4690092,4	0	0
3	417	314263,1	4690105,3	0	0
3	418	314214,7	4690118,5	0	0
3	419	314166,4	4690131,1	0	0
3	420	314113,9	4690143,9	0	0
3	421	314178,9	4690079,2	0	0
3	423	314210,4	4690040,5	0	0
3	424	314242,0	4690001,9	0	0
3	425	314279,1	4689967,7	0	0
3	426	314313,3	4689931,2	0	0
3	427	314343,1	4689891,2	0	0
3	428	314359,0	4689860,5	0	0
3	429	314312,8	4689884,0	0	0
3	430	314264,1	4689893,9	0	0
3	431	314218,8	4689911,1	0	0
3	432	314169,6	4689921,5	0	0
3	433	314122,2	4689937,3	0	0
3	434	314080,8	4689946,2	0	0
3	435	314121,2	4689916,1	0	0
3	436	314137,5	4689871,1	0	0
3	437	314173,9	4689835,8	0	0
3	438	314199,7	4689793,3	0	0
3	439	314196,5	4689761,8	0	0
3	440	314150,8	4689785,0	0	0
3	441	314100,9	4689783,7	0	0
3	442	314051,4	4689792,5	0	0
3	443	314003,4	4689807,7	0	0
3	444	313991,6	4689797,7	0	0
3	445	314024,9	4689760,6	0	0
3	446	314057,0	4689723,4	0	0
3	447	314093,6	4689689,6	0	0
3	448	314128,9	4689653,6	0	0
3	449	314201,2	4689525,0	0	0
3	452	314166,5	4689522,3	0	0
3	453	314129,0	4689491,1	0,62	0,01
3	454	314091,3	4689480,2	0	0
3	455	314050,7	4689481,9	0,12	0,02
3	456	314010,7	4689452,9	0	0
3	457	313959,9	4689449,6	0	0
3	458	313917,5	4689426,2	0	0
3	459	313870,7	4689412,5	0	0
3	460	313834,6	4689406,6	0	0
3	461	313829,1	4689362,8	0	0
3	462	313819,3	4689313,5	0	0
3	463	313801,6	4689266,8	0	0
3	464	313808,2	4689229,7	0	0
3	465	313855,0	4689241,3	0	0
3	466	313899,4	4689262,6	0	0



ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
3	467	313947,5	4689273,6	0	0
3	468	313994,4	4689290,5	0	0
3	469	314043,0	4689302,8	0,08	0,01
3	470	314090,8	4689319,5	0	0
3	471	314139,9	4689320,5	0	0
3	472	314186,9	4689338,5	0	0
3	473	314234,1	4689355,2	0	0
3	474	314167,4	4689177,0	0	0
3	480	314121,6	4689158,1	0	0
3	481	314074,9	4689139,1	0	0
3	482	314024,9	4689134,1	0	0
3	483	313981,9	4689109,3	0	0
3	484	313936,5	4689088,3	0	0
3	485	313898,6	4689077,0	0	0
3	486	313927,4	4689037,2	0	0
3	487	313964,8	4689005,1	0	0
3	488	313987,9	4688960,4	0	0
3	489	314028,2	4688956,9	0	0
3	490	314074,8	4688975,8	0	0
3	491	314124,6	4688979,5	0	0
3	492	314171,9	4688995,4	0	0
3	493	314242,3	4688852,3	0	0
3	497	314196,7	4688852,9	0	0
3	498	314152,7	4688833,6	0	0
3	499	314107,5	4688813,5	0	0
3	500	314058,3	4688803,2	0	0
3	501	314027,9	4688780,4	0	0
3	502	314033,1	4688729,1	0,08	0,09
3	503	314050,9	4688682,5	0	0
3	504	314074,2	4688647,9	0	0
3	505	314122,5	4688668,3	0	0
3	506	314169,3	4688686,6	0	0
3	507	314203,4	4688652,6	0	0
3	508	314185,6	4688609,2	0	0
3	509	314146,7	4688578,1	0	0
3	510	314113,6	4688542,9	0	0
3	511	314089,7	4688563,0	0	0
3	512	314088,8	4688613,7	0	0
3	513	314080,1	4688662,9	0	0
3	514	314076,7	4688712,4	0	0
3	515	314081,8	4688762,9	0,06	1,14
3	516	314095,2	4688810,7	0	0
3	517	314103,3	4688859,1	0	0
3	518	314106,1	4688909,4	0	0
3	519	314105,2	4688958,8	0	0
3	520	314105,1	4689009,0	0	0
3	521	314093,9	4689057,8	0	0
3	522	314080,9	4689106,4	0	0
3	523	314073,2	4689155,7	0	0





ESTRATO	SEGMENTO	UTM X (H31)	UTM Y (31)	DENSIDAD ( ind/dam3)	BIOMASA (g/m2)
3	524	314066,9	4689204,9	0	0
3	525	314061,1	4689254,5	0	0
3	526	314062,9	4689304,6	0	0
3	527	314082,1	4689349,9	0	0
3	528	314084,3	4689399,8	0	0
3	529	314082,1	4689449,6	0	0
3	530	314073,7	4689499,1	0	0
3	531	314068,2	4689548,9	0	0
3	532	314062,5	4689598,1	0	0
3	533	314054,7	4689647,0	0	0
3	534	314010,5	4689669,3	0	0
3	535	313964,3	4689693,8	0	0
3	536	313950,4	4689678,9	0	0
3	537	313969,1	4689630,8	0	0
3	538	313982,8	4689582,7	0	0
3	539	313986,7	4689533,6	0	0
3	540	313957,9	4689501,6	0	0
3	541	313911,3	4689482,7	0	0
3	542	313868,2	4689458,1	0	0
3	543	313868,2	4689458,1	0	0



MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y RETO DEMOGRÁFICO



## ANEXO 4. BOLETINES DE ENSAYO DE eDNA

---

<b>TIPO DE ENSAYO:</b>	eDNA	<b>CLIENTE</b>  CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
<b>ESPECIE:</b>	<i>Salmo trutta</i> y <i>Anguilla anguilla</i>	
<b>Procedencia:</b>	Escales	
<b>Código de proyecto:</b>	EC20012	

#### Filtración de muestras de agua

<b>Técnico:</b>	Karen Freijanes Presmanes
<b>Almacenaje:</b>	Filtradas en campo
<b>Incidencias:</b>	No

Muestras filtradas				
Código	Numeración	Volumen (L)	Nº filtros	Fecha
ESL_23_S1_E1_S	1	1	2	21/07/2023
ESL_23_S1_E1_M	2	1	2	21/07/2023
ESL_23_S1_E1_F	3	1	2	21/07/2023
ESL_23_S1_BEN_1_1	4	1	2	21/07/2023
ESL_23_S1_BEN_1_2	5	1	2	21/07/2023
ESL_23_S1_BEN_1_3	6	1	2	21/07/2023
ESL_23_S1_PES_1_1	7	1	2	21/07/2023
ESL_23_S1_PES_1_2	8	1	2	21/07/2023
ESL_23_S1_PES_1_3	9	1	2	21/07/2023
ESL_23_S2_E1_S	10	1	2	21/07/2023
ESL_23_S2_E1_M	11	1	2	21/07/2023
ESL_23_S2_E1_F	12	1	2	21/07/2023
ESL_23_S2_BEN_1_1	13	1	2	21/07/2023
ESL_23_S2_BEN_1_2	14	1	2	21/07/2023
ESL_23_S2_BEN_1_3	15	1	2	21/07/2023
ESL_23_S2_PES_1_1	16	1	2	21/07/2023
ESL_23_S2_PES_1_2	17	1	2	21/07/2023
ESL_23_S2_PES_1_3	18	1	2	21/07/2023

#### Recepción de muestras en el laboratorio

<b>Fecha:</b>	29/08/2023
<b>Técnico:</b>	Susana Deus Álvarez
<b>Nº Muestras:</b>	18
<b>Estado de las muestras:</b>	En eppendorf con alcohol 100%
<b>Almacenaje:</b>	Congelación

Código	Numeración	Chequeo
ESL_23_S1_E1_S	1	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S1_E1_M	2	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S1_E1_F	3	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S1_BEN_1_1	4	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S1_BEN_1_2	5	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S1_BEN_1_3	6	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S1_PES_1_1	7	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S1_PES_1_2	8	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S1_PES_1_3	9	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S2_E1_S	10	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S2_E1_M	11	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S2_E1_F	12	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S2_BEN_1_1	13	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S2_BEN_1_2	14	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S2_BEN_1_3	15	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S2_PES_1_1	16	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S2_PES_1_2	17	<input checked="" type="checkbox"/>
ESL_23_S2_PES_1_3	18	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

<b>TIPO DE ENSAYO:</b>	eDNA	<b>CLIENTE</b>  CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
<b>ESPECIE:</b>	<i>Salmo trutta</i> y <i>Anguilla anguilla</i>	
<b>Procedencia:</b>	Escales	
<b>Código de proyecto:</b>	EC20012	

#### Extracción de ADN

Fecha:	13/09/2023
Técnico:	Susana Deus Álvarez
Método de extracción:	DNeasy Blood & Tissue Kit
Número de muestras:	18
Incidencias:	No

#### Muestras extraídas

Código	ADN (ng/μl)	Volumen (mL)
ESL_23_S1_E1_S	0,141	200
ESL_23_S1_E1_M	<LD	200
ESL_23_S1_E1_F	<LD	200
ESL_23_S1_BEN_1_1	0,086	200
ESL_23_S1_BEN_1_2	<LD	200
ESL_23_S1_BEN_1_3	0,073	200
ESL_23_S1_PES_1_1	0,174	200
ESL_23_S1_PES_1_2	0,387	200
ESL_23_S1_PES_1_3	0,564	200
ESL_23_S2_E1_S	0,234	200
ESL_23_S2_E1_M	0,226	200
ESL_23_S2_E1_F	<LD	200
ESL_23_S2_BEN_1_1	2,45	200
ESL_23_S2_BEN_1_2	1,33	200
ESL_23_S2_BEN_1_3	3,49	200
ESL_23_S2_PES_1_1	1,6	200
ESL_23_S2_PES_1_2	2,7	200
ESL_23_S2_PES_1_3	2,31	200

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

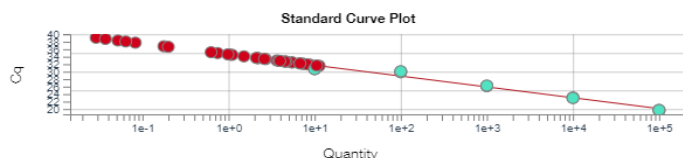
ADN (ng/μl)	Volumen (mL)
0,547	60
0,059	60
0,238	60
0,266	60
0,27	60
0,272	60
0,738	60
0,809	60
1,31	60
0,671	60
0,762	60
0,142	60
5,26	60
3,2	60
8,13	60
5,42	60
6,44	60
5,6	60

#### Detección por PCR

Técnico:	Susana Deus Álvarez
Incidencias:	No

#### Salmo trutta

qPCR	
Máquina PCR:	Quantum studio 3
R2:	0,969
Recta - Pendiente:	-2,899
Recta - Intercepto	34,616
Conservación:	congelación



Resultados		
Código	Detección	Copias ADN
ESL_23_S1_E1_S	-	
ESL_23_S1_E1_M	-	
ESL_23_S1_E1_F	-	
ESL_23_S1_BEN_1_1	+	<LD
ESL_23_S1_BEN_1_2	+	<LD
ESL_23_S1_BEN_1_3	+	<LD
ESL_23_S1_PES_1_1	-	
ESL_23_S1_PES_1_2	+	<LD
ESL_23_S1_PES_1_3	-	
ESL_23_S2_E1_S	+	<LD
ESL_23_S2_E1_M	-	<LD
ESL_23_S2_E1_F	+	<LD
ESL_23_S2_BEN_1_1	+	<LD
ESL_23_S2_BEN_1_2	+	<LD
ESL_23_S2_BEN_1_3	-	<LD
ESL_23_S2_PES_1_1	-	<LD
ESL_23_S2_PES_1_2	+	<LD
ESL_23_S2_PES_1_3	-	<LD
Control negativo PCR	-	

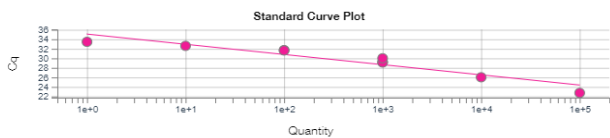
#### Conclusión

Se ha detectado la presencia de *Salmo trutta* en la mitad de las muestras, sin embargo la concentración se encuentra por debajo del límite de detección.

<b>TIPO DE ENSAYO:</b>	eDNA	<b>CLIENTE</b>  CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
<b>ESPECIE:</b>	<i>Salmo trutta</i> y <i>Anguilla anguilla</i>	
<b>Procedencia:</b>	Escales	
<b>Código de proyecto:</b>	EC20012	

#### Anguilla anguilla

qPCR	
Máquina PCR:	Quantum studio 3
R2:	0,896
Recta - Pendiente:	-2,14
Recta - Intercepto:	35,094
Conservación:	congelación



Resultados	
Código	Detección
ESL_23_S1_E1_S	-
ESL_23_S1_E1_M	-
ESL_23_S1_E1_F	-
ESL_23_S1_BEN_1_1	-
ESL_23_S1_BEN_1_2	-
ESL_23_S1_BEN_1_3	-
ESL_23_S1_PES_1_1	-
ESL_23_S1_PES_1_2	-
ESL_23_S1_PES_1_3	-
ESL_23_S2_E1_S	-
ESL_23_S2_E1_M	-
ESL_23_S2_E1_F	-
ESL_23_S2_BEN_1_1	-
ESL_23_S2_BEN_1_2	-
ESL_23_S2_BEN_1_3	-
ESL_23_S2_PES_1_1	-
ESL_23_S2_PES_1_2	-
ESL_23_S2_PES_1_3	-
Control negativo PCR	-

#### Conclusión

No se ha detectado la presencia de *Anguilla anguilla* en ninguna muestra