



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

2021

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



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSE DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: EMBALSE DE GALLIPUÉN

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



SERVICIO:

ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

María José Rodríguez Pérez

Vicente Sancho-Tello Valls

EMPRESA CONSULTORA:

ECOHYDROS S.L.



EQUIPO DE TRABAJO:

Agustín P. Monteoliva, Alberto Criado, Alberto Navas, Laura Miralles, Omar Monteoliva, Iván González y María Fernández

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

114.425,25 Euros

CONTENIDO:

MEMORIA/ANEJOS/CARTOGRAFÍA/CD

AÑO DE EJECUCIÓN:

2021

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2021



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Superior izquierda: Embarcación y equipo de electropesca en el embalse de Gallipuéen

Superior derecha: Ejemplar de carpa común (*Cyprinus carpio*) del embalse de Gallipuéen

Inferior izquierda: Ejemplar de siluro (*Silurus glanis*) del embalse de Gallipuéen

Inferior derecha: Toma de muestras de eDNA con botella hidrocaptora

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2020) Sondeo hidroacústico en embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro: Embalse de Gallipuéen. 64 pág. 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 GALLIPUÉN. AÑO 2021

El objeto de este informe es la evaluación de la abundancia y biomasa de la biocenosis de peces del embalse de Gallipué. Para ello, en octubre 2021 se realizó un muestreo cuantitativo de los peces en dicho embalse mediante una combinación de diferentes técnicas: Muestreo directo mediante redes agalleras científicas (CEN-EN 14.757/2006) y pesca eléctrica desde embarcación, y sondeo indirecto mediante técnicas hidroacústicas.

*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 (*Anguilla anguilla*), dos especies autóctonas en declive en los embalses de esta demarcación.*

*La asociación de peces está dominada en densidad por la madrilla (*Parachondrostoma miegii*), que representa el 84,2%. Por el contrario, la mayor parte de la biomasa se distribuye entre varias especies de diferente tamaño: madrilla (37,4%), carpa común (*Cyprinus carpio*) (36,1%) y siluro (*Silurus glanis*) (23,3%). El black bass (*micropterus salmoides*), que es la otra especie piscívora, representa únicamente el 3,2 % de la biomasa.*

La densidad estimada media es moderada ($3,63 \pm 0,47$ ind/dam³) pero la biomasa presenta un valor alto ($12,17 \pm 1,57$ g/m²) debido a la contribución de la carpa y del siluro.

*La prospección mediante la técnica de mayor sensibilidad conocida (eDNA) ha ofrecido resultados negativos (ausencia) para la trucha común (*Salmo trutta*) y anguila (*Anguilla anguilla*).*



HYDROACOUSTIC SURVEY IN RESERVOIRS OF THE EBRO RIVER BASIN DISTRICT: GALLIPUÉN RESERVOIR. YEAR 2021

The purpose of this report is to assess the abundance and biomass of the fish biocenosis of the Gallipuéen reservoir. In October 2021 a quantitative sampling of fish in the reservoir was carried out using a combination of different techniques: direct sampling using scientific gillnets (CEN-EN 14.757/2006) and boat electrofishing; and indirect sampling using hydroacoustic techniques.

*In addition, eDNA sampling and analysis was carried out to detect the presence of two species that could be present in such low numbers that they would be undetectable with direct fishing techniques. These are the brown trout (*Salmo trutta*) and the eel (*Anguilla anguilla*), two native species in decline in the reservoirs of this area.*

*The fish association is dominated in density by the madrilla (*Parachondrostoma miegii*), which represents 84.2%. In contrast, the biomass is distributed among several species of different sizes: common carp (*Cyprinus carpio*) (36.1%) and catfish (*Silurus glanis*) (23.3%).*

The mean estimated density is moderate (3.63 ± 0.47 ind/dam³) but the biomass presents a high value (12.17 ± 1.57 g/m²) due to the contribution of carp and catfish.

*The survey using the most sensitive technique known (eDNA) gave negative results (absence) for brown trout (*Salmo trutta*) and eel (*Anguilla anguilla*).*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	11
1.1. PRESTACIONES DE LAS TÉCNICAS APLICADAS	11
1.2. INTERÉS DEL ESTUDIO CUANTITATIVO DE LA FAUNA ÍCTICA EN MASAS DE AGUA NO VADEABLES.....	12
2. ÁMBITO DE ESTUDIO.....	14
2.1. SITUACIÓN.....	14
2.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	15
2.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO	18
2.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL EMBALSE. PERFILES VERTICALES	18
2.5. POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO	20
3. METODOLOGÍA.....	20
3.1. DISEÑO DEL MUESTREO.....	21
3.2. MUESTREOS REMOTOS: HIDROACÚSTICA	22
3.2.1. Prospección hidroacústica.....	22
3.2.2. Procesado de datos acústicos.....	23
3.3. MUESTREOS DIRECTOS DE PESCA.....	24
3.3.1. Redes agalleras multipaño	24
3.3.2. Pesca eléctrica desde embarcación.....	26
3.4. INTERPOLACIÓN ESPACIAL Y ESTIMACIONES GLOBALES	27
3.5. EVALUACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE BIÓTICO QFBI.....	28
3.6. DETECCIÓN DE TRUCHA COMÚN Y ANGIULA EUROPEA MEDIANTE ADN AMBIENTAL.....	29
3.6.1. Muestreo de ADN ambiental (eDNA)	29
3.6.2. Obtención de ADN ambiental de trucha común y de anguila en muestras de agua	30
3.6.3. Detección específica de trucha común.....	31
3.6.4. Detección específica de anguila europea.....	31
3.6.5. Estimaciones de biomasa.....	32
4. RESULTADOS	33
4.1. SONDEO HIDROACÚSTICO: DENSIDADES.....	33
4.1.1. Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro.....	38



4.2.	MUESTREOS DIRECTOS: COMPOSICIÓN Y BIOMASA ESPECÍFICA.....	39
4.2.1.	Especies presentes en el embalse.....	40
4.2.2.	Composición y distribución de especies.....	41
4.3.	BIOMASA	46
4.3.1.	Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro.....	49
4.4.	DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIES	50
4.5.	MUESTREOS INDIRECTOS: ADN AMBIENTAL.....	51
4.5.1.	Muestras ambientales de agua	51
4.5.2.	Detección de trucha común mediante qPCR y estimaciones de biomasa.....	51
4.5.3.	Detección de anguila europea mediante qPCR y estimaciones de biomasa.....	53
5.	VALORACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE QFBI	55
6.	CONCLUSIONES.....	56
7.	GLOSARIO Y ACRÓNIMOS.....	58
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	60

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1. Especies presentes

Anexo 2. Resultados de las pescas

Anexo 3. Resultados del muestreo hidroacústico por celdas de análisis

Anexo 4. Boletines de ensayo eDNA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estratos considerados en el embalse de Gallipuéen	17
Tabla 2. Descripción de las redes de muestreo empleadas.	25
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	29
Tabla 5. Densidad de peces (ind/dam ³) por estratos, estimada mediante acústica	34
Tabla 6. Especies presentes en el embalse.....	40
Tabla 7. Redes científicas utilizadas durante los muestreos directos en el embalse de Gallipuéen.....	42
Tabla 8. Resultados de las pescas con red por especies	42
Tabla 9. Recorridos de pesca eléctrica realizados durante los muestreos directos en el embalse de Gallipuéen.....	44
Tabla 10. Resultados de la pesca eléctrica por especies	44
Tabla 11. Biomasa de peces por estratos (g/m ²) estimada mediante acústica	46
Tabla 12. Densidades (ind/dam ³) y biomاسas (g/m ²) por especie	50
Tabla 14. Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de trucha común	51
Tabla 15. Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de anguila europea.....	53
Tabla 16. Resultados del QFBI obtenidos para el embalse de Gallipuéen.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Recogida de muestra con botella hidrocaptora para análisis de eDNA en el embalse de Gallipuéen.....	13
Figura 2. Situación del embalse de Gallipuéen.....	14
Figura 3. Índice NDWI aplicado a la imagen de satélite para identificar la lámina de agua	16
Figura 4. Batimetría del embalse de Gallipuéen	17
Figura 5 Evolución del volumen acumulado en el embalse de Gallipuéen durante el ciclo hidrológico 2020/21 (elaboración propia).....	18
Figura 6. Perfiles físico-químicos realizados en el embalse de Gallipuéen (GAP21_E1PRO1)	19
Figura 7. Esquema del método de censado de poblaciones ícticas en un embalse	21
Figura 8. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico	23
Figura 9. Recuperación de red bentónica en el embalse de Gallipuéen	25
Figura 10. Equipo de electropesca desde embarcación en embalse de Gallipuéen	26
Figura 11. Ejemplo de ajuste de curva al semivariograma para el interpolado espacial	27
Figura 12. Ubicación de las estaciones de muestreo directo de diferente tipo en el embalse de Gallipuéen	30
Figura 13. Recorridos del sondeo hidroacústico en el embalse de Gallipuéen	33
Figura 14. Ejemplo de un ecograma obtenido con el haz vertical en el embalse de Gallipuéen	34
Figura 15. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato superior (UOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud.....	36
Figura 16. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato inferior (LOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud	37
Figura 17. Comparación de la densidad con otros embalses de la cuenca del Ebro	38
Figura 18. Fotografías de los trabajos realizados en los muestreos directos en el embalse de Gallipuéen	39
Figura 19. A) Ejemplar de <i>Lernaea elegans</i> . Fuente: Wikipedia. B) Descripción del parásito copépodo. Fuente: Patología de los peces (Ronals J.Roberts) C) Ejemplares de peces afectados por el parásito. Fuente: Ecohydros.....	41
Figura 20. Composición de la asociación obtenida mediante redes	42
Figura 21. Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 10 mm.....	43
Figura 22. Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica.....	45

Figura 23. Ejemplares de las especies capturadas en los muestreos directos en el embalse de Gallipué	45
Figura 24. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato superior (UOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud	47
Figura 25. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato inferior (LOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud	48
Figura 26. Comparación de la biomasa con otros embalses de la cuenca del Ebro	49
Figura 27. Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Cf) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas	52
Figura 28. Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Cf) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas	54

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El presente documento constituye el informe final de los trabajos realizados en el embalse de Gallipuéen (Teruel) durante el año 2021, 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*) 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.

En el presente informe se presentan los trabajos realizados en la evaluación de las poblaciones de peces del embalse de Gallipuéen, 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 a 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 transcurre desde escasos milímetros (zooplancton) a varios metros (peces y cetáceos). En consecuencia, 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 continentales es una buena oportunidad para mejorar 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 se 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. Recogida de muestra con botella hidrocaptora para análisis de eDNA en el embalse de Gallipuéen

2. ÁMBITO DE ESTUDIO

2.1. SITUACIÓN

El embalse de Gallipuéñ (MAS 913) se localiza en el término municipal de Alcorisa, en la provincia de Teruel, y regula las aguas del río Guadalopec.

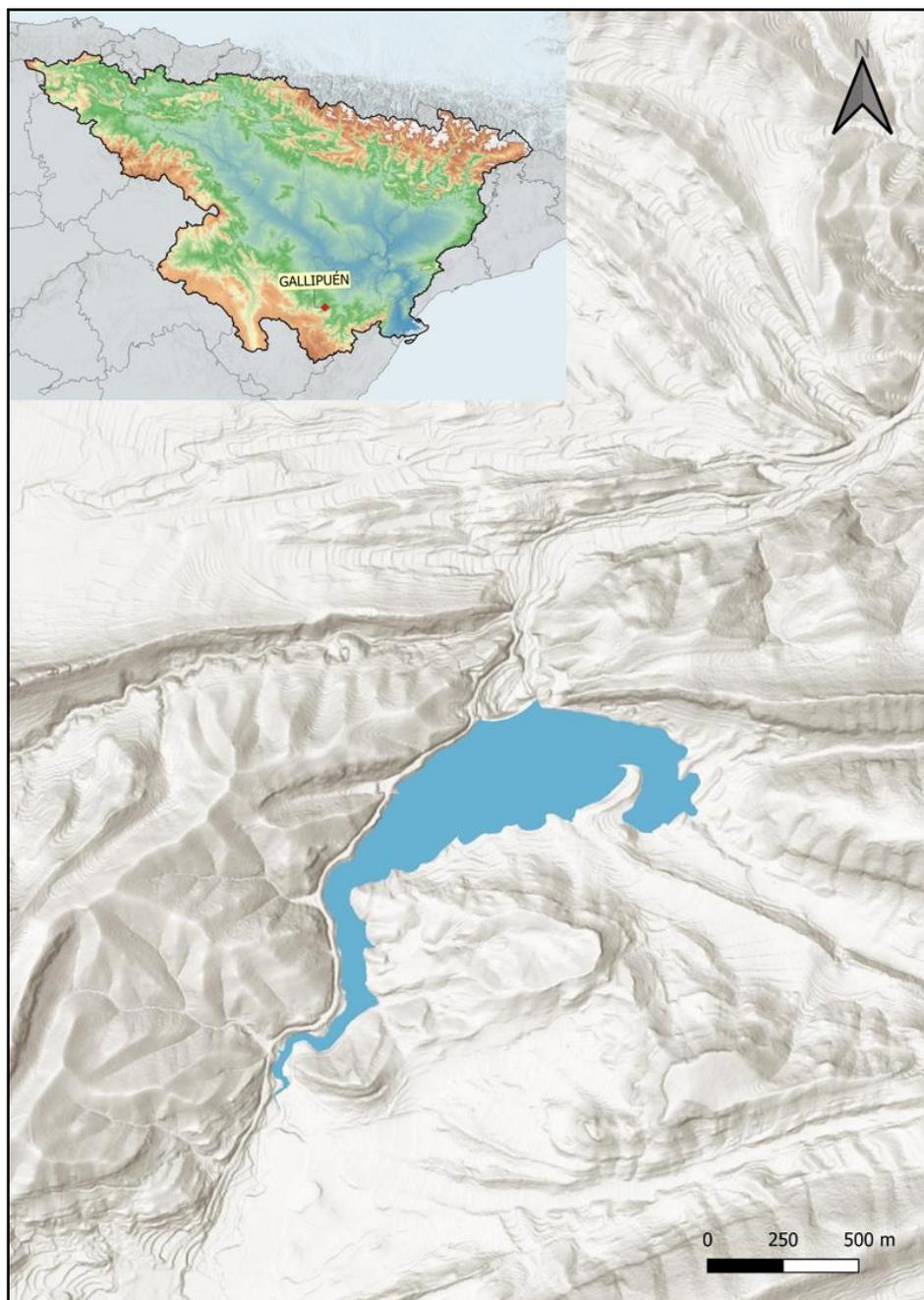


Figura 2. Situación del embalse de Gallipuéñ

El agua del embalse está destinada principalmente al regadío de cultivos, aunque también presenta usos para el abastecimiento humano de los municipios aledaños. El embalse de Gallipuéen no forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro.

2.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Según la información proporcionada por la CHE, el embalse de Gallipuéen tiene una capacidad máxima de 4,36 hm³ y ocupa en su nivel máximo normal (NMN) una superficie de 44 ha, lo que supone una profundidad media de 9,9 m. La profundidad máxima según la batimetría del ecosondeo realizado en este trabajo es de 17,5 m.

Como se explica más adelante en el apartado de metodología, el muestreo hidroacústico permite obtener una batimetría aproximada que se emplea para cubicar los diferentes estratos y ponderar las densidades y biomásas obtenidas para cada uno de ellos. En la Figura 4 se representa en planta el modelo batimétrico digital obtenido.

El embalse presentó durante el muestreo (16 - 17 de octubre de 2021) una profundidad media de 6,3 m y máxima de 16,2 m; la cota durante esas fechas estaba en el entorno de 693,2 msnm, que según la hipsometría generada corresponde a un volumen de 3,19 hm³, lo que supone el 73% de su capacidad.

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.

En este caso se ha aplicado el MNDWI, que es uno de los métodos útiles para identificar zonas encharcadas y cuerpos de agua. Supera algunas deficiencias del NDWI para esta finalidad, mediante el uso de la banda de infrarrojos de onda corta, que reemplaza a la banda de infrarrojo cercano del NDWI.

Como resultado, se obtiene una imagen en la que se diferencia el embalse de Gallipuéen y de la que se extrae el polígono del contorno del embalse durante el muestreo, que posteriormente se aplica como frontera en las interpolaciones espaciales. Su superficie, en las fechas del muestreo es de 37 ha.

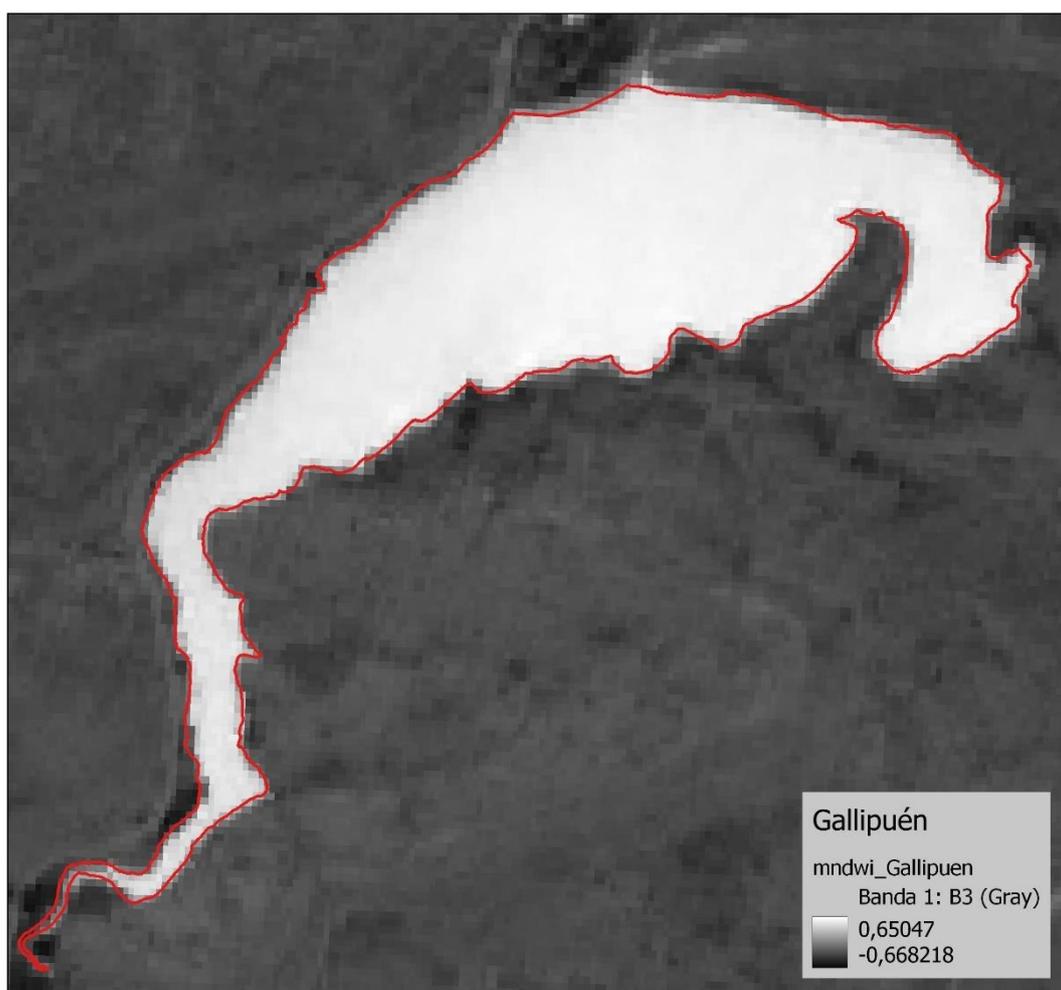


Figura 3. Índice NDWI aplicado a la imagen de satélite para identificar la lámina de agua

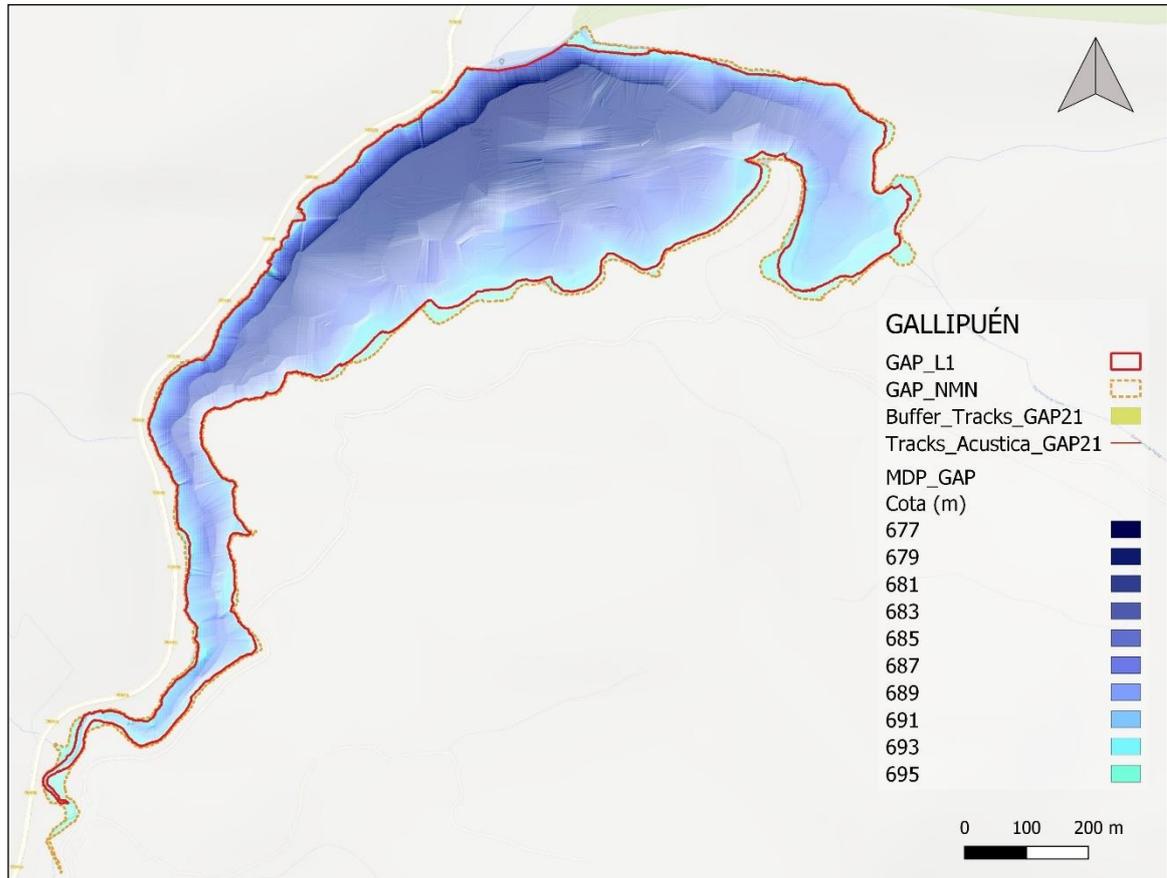


Figura 4. Batimetría del embalse de Gallipuéen

En la Tabla 1 se presentan los volúmenes y superficies de cada uno de los 2 estratos de profundidad considerados en este caso, obtenidos a partir de la batimetría anterior. Los volúmenes de cada estrato 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.).

Tabla 1. Estratos considerados en el embalse de Gallipuéen

Embalse	Sector	Estrato	Profundidad (m)	Volumen (hm ³)	Superficie (ha)
GAP21	1	1	0 a 5	1,819	37
GAP21		2	5 a 16	1,372	22,4

2.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Como se muestra en la Figura 5, el embalse de Gallipuéen mantiene una reserva hídrica sensiblemente constante con un promedio de 3,55 hm³ (81,4% de su capacidad) durante todo el año hidrológico, con un ligero descenso en los meses de verano. En la fecha de muestreo (16/10/2021), marcada con una línea roja, el embalse contaba con 3,19 hm³ de agua (73% de su capacidad).

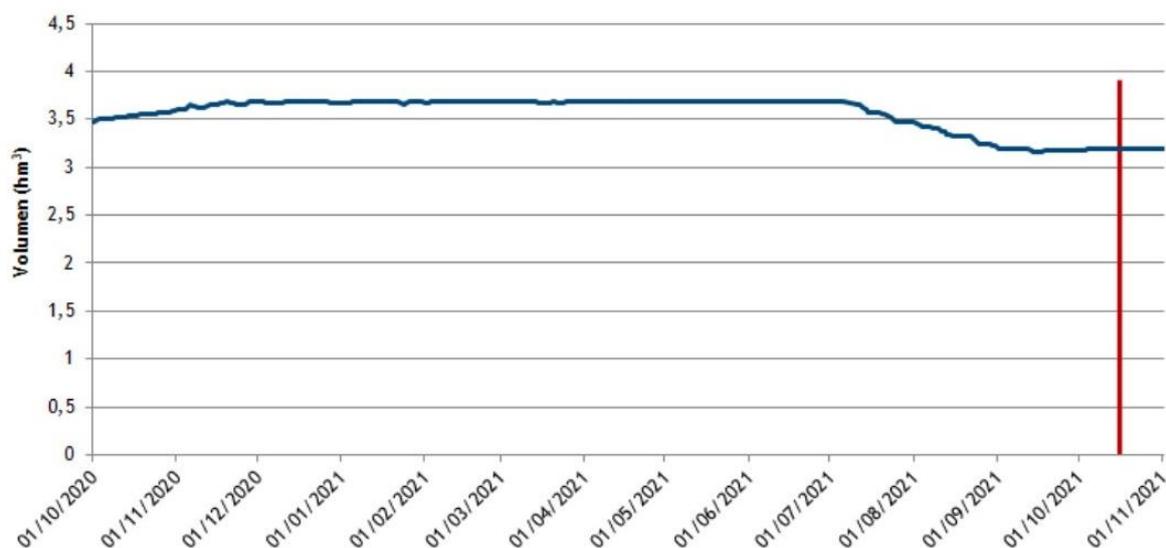


Figura 5 Evolución del volumen acumulado en el embalse de Gallipuéen durante el ciclo hidrológico 2020/21 (elaboración propia)

2.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL EMBALSE. PERFILES VERTICALES

Para facilitar 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 ha realizado un perfil físico químico en el vaso principal del embalse, en la zona más profunda frente a la presa. En la Figura 6 se recogen los parámetros resumen del perfil vertical y la representación gráfica del mismo.

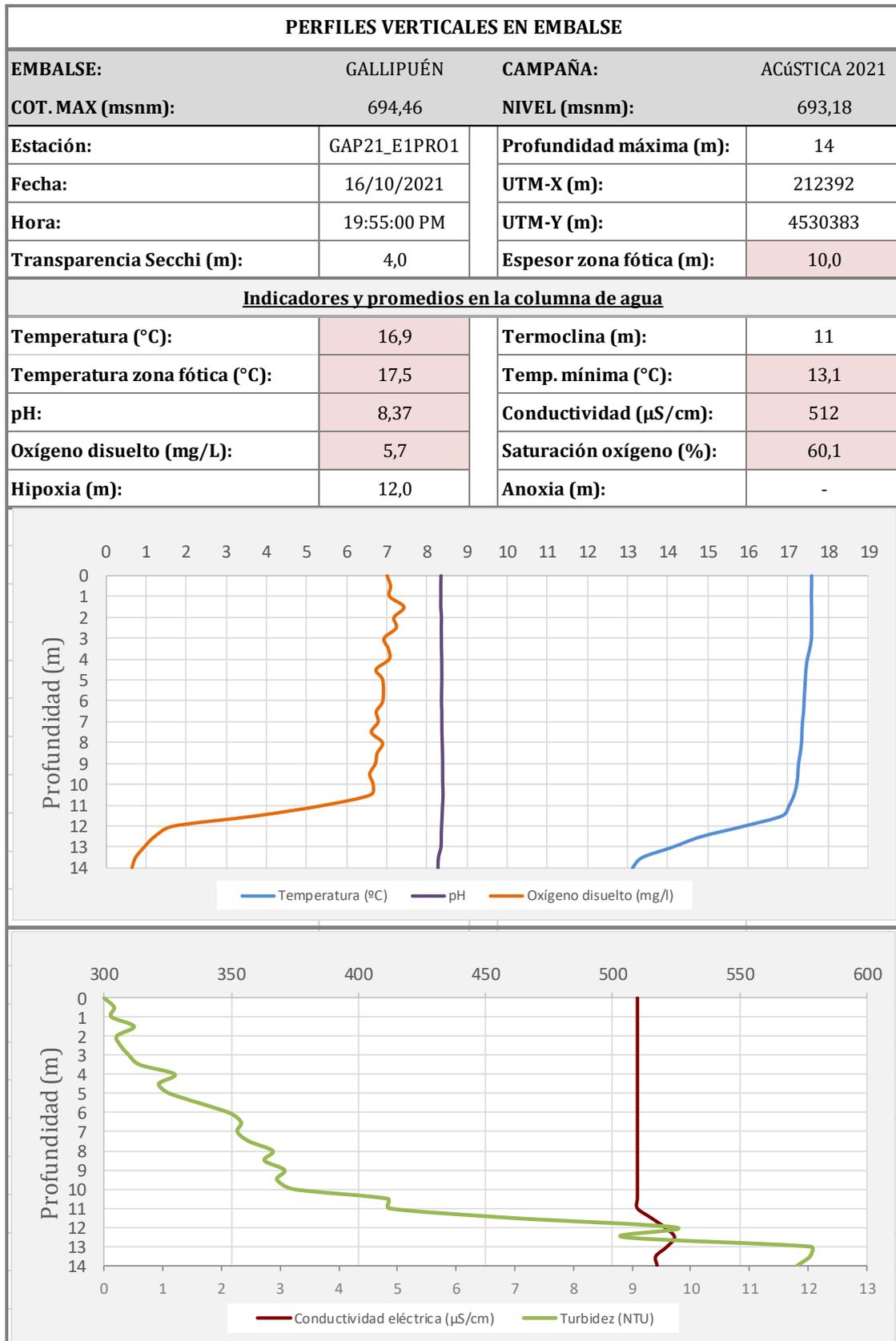


Figura 6. Perfiles físico-químicos realizados en el embalse de Gallipué (GAP21_E1PRO1)

2.5. POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO

El embalse de Gallipuéen se cataloga en el ecotipo 10 (Monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de cabecera y tramos altos). Este embalse está incluido en la red de control de vigilancia y en la red de control operativo, y ha sido catalogado como “mesotrófico” y potencial ecológico “moderado”, según el informe final de Seguimiento de Embalses 2019 de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE, 2019).

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 7, 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

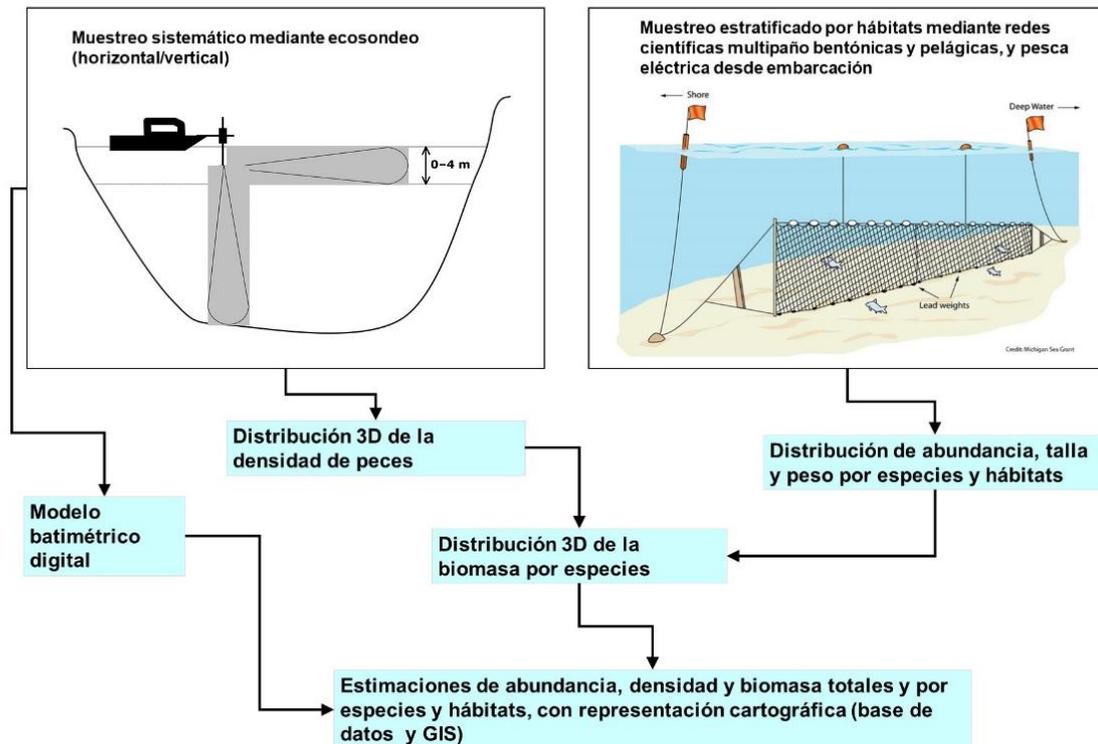


Figura 7. Esquema del método de censo de poblaciones ícticas en un embalse

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 biomasa 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.

Se han realizado recorridos periféricos adicionales proyectando el haz horizontal hacia las riberas, es decir, perpendicularmente a la línea de costa, en aquellos lugares en los que el desarrollo del hábitat litoral 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 se realizaron además 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 16 y 17 de octubre de 2021.

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°, 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.

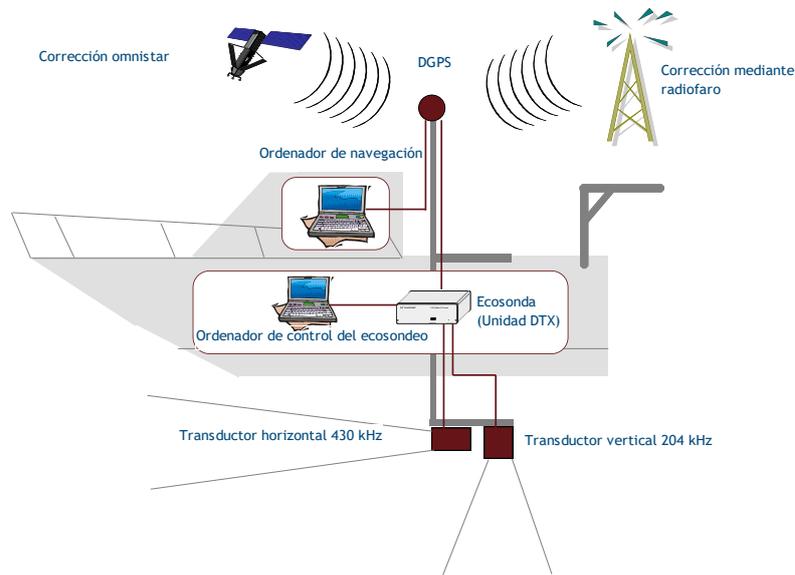


Figura 8. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico

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 contempla 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 embalse 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 moderada densidad de peces y el ruido por otros factores (burbujas, etc) lo permiten. Los ecos que componen el rastro se compensan con la distancia al eje del haz acústico.

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 eointegración 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 10m, 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 disponibles.

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 m²), 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.

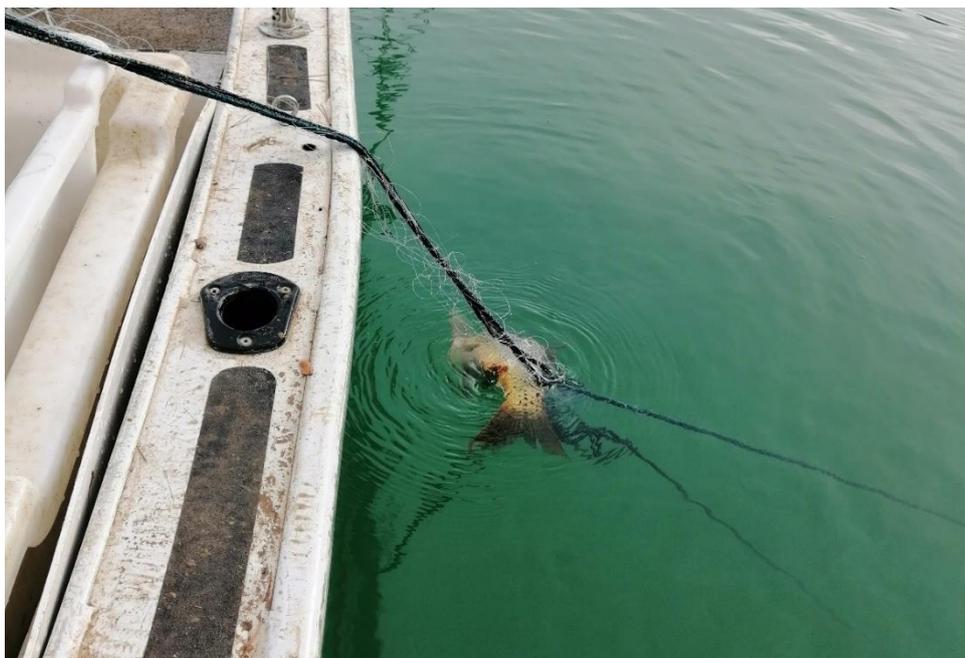


Figura 9. Recuperación de red bentónica en el embalse de Gallipuéen

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.

Para la pesca eléctrica se utilizó una embarcación de aluminio de 4 m eslora impulsada por un motor de cuatro tiempos de 30 HP, con una instalación fija consistente en dos plumas situadas en la proa de las que cuelgan los ánodos, y una barandilla donde se sitúa el operario que recolecta los peces. El equipo de pesca utilizado fue el Hans-Grassl GmbH EL 65 II GI (13 kW). La embarcación está provista, además, de tanques oxigenados para el mantenimiento de los peces vivos y en buenas condiciones.

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. 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.

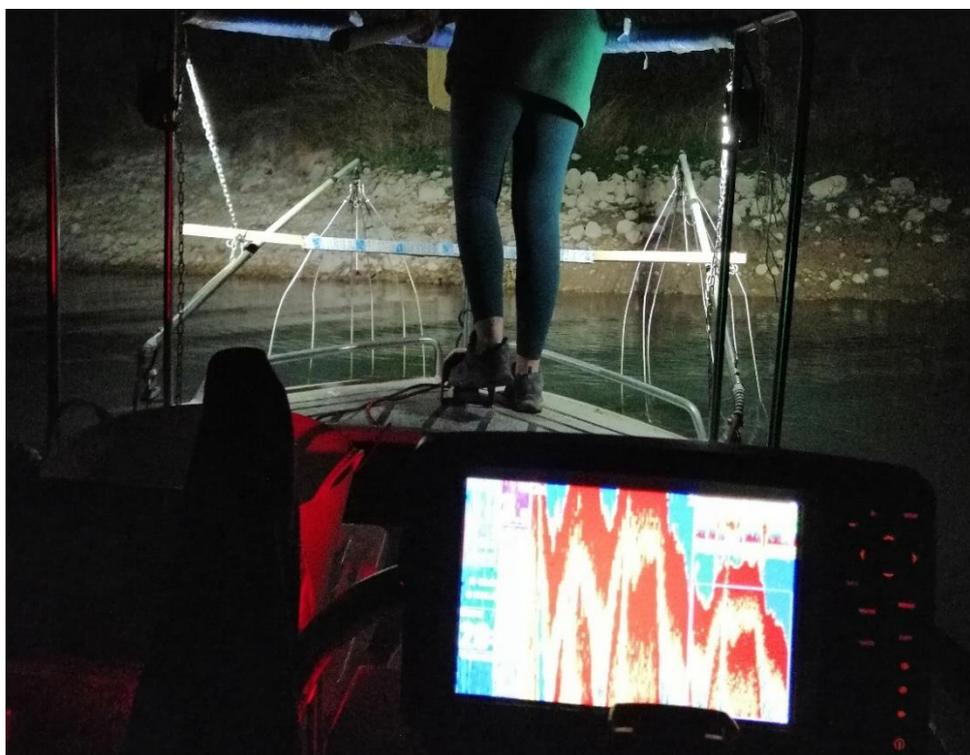


Figura 10. Equipo de electropesca desde embarcación en embalse de Gallipuéen

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 30. 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 cubicados 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 una interpolación espacial utilizando métodos geostatísticos ajustados *ex profeso*, siguiendo las buenas prácticas en investigaciones de pesquerías.

Para ello en primer lugar se ha ajustado una curva al semivariograma (ver ejemplo en la Figura 11) y en base a ese modelo, se ha procedido al interpolado propiamente dicho mediante *kriging* ordinario. Con ello se obtiene una superficie continua de densidad o biomasa que permite, además de visualizar las zonas de mayor concentración de peces, realizar estimaciones poblacionales.

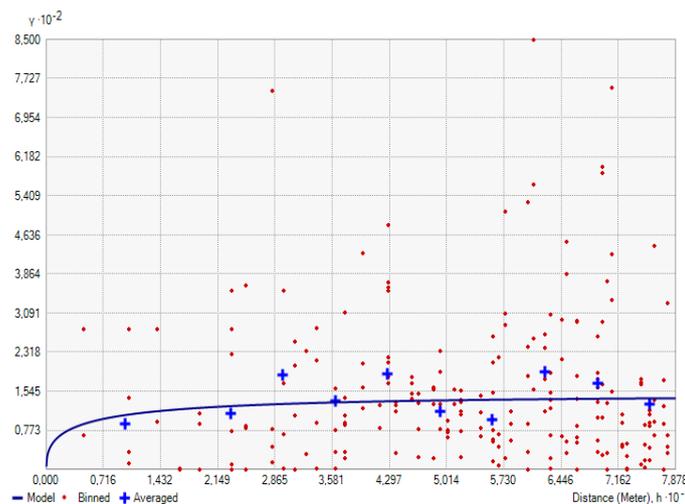


Figura 11. Ejemplo de ajuste de curva al semivariograma para el interpolado espacial

El interpolado se realiza independientemente para cada estrato considerado, que se han nombrado utilizando la siguiente nomenclatura internacional:

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

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	Coficiente
		Término independiente	-2,31
M1	LOG_BIO	Logaritmo de la biomasa total del embalse expresada en g/ha	0,94



Métrica	Variable	Descripción	Coefficiente
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:

$$QFBI = -2,31 + 0,94xM1 - 1,49xM2 + 6,5xM3 + 0,27xM4 + 0,79xM5$$

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*) y de anguila (*Anguilla anguilla*) se tomaron muestras de 1L de agua en 3 puntos del embalse a 3 niveles de profundidad en cada punto: superficial (2 m), pelágico (7 m) y bentónico (12 m).

Todas las muestras se tomaron justo antes de los muestreos directos realizados para este estudio. Inmediatamente fueron refrigeradas a bordo y congeladas al llegar a tierra para ser almacenadas hasta su procesado.

En la siguiente figura 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.

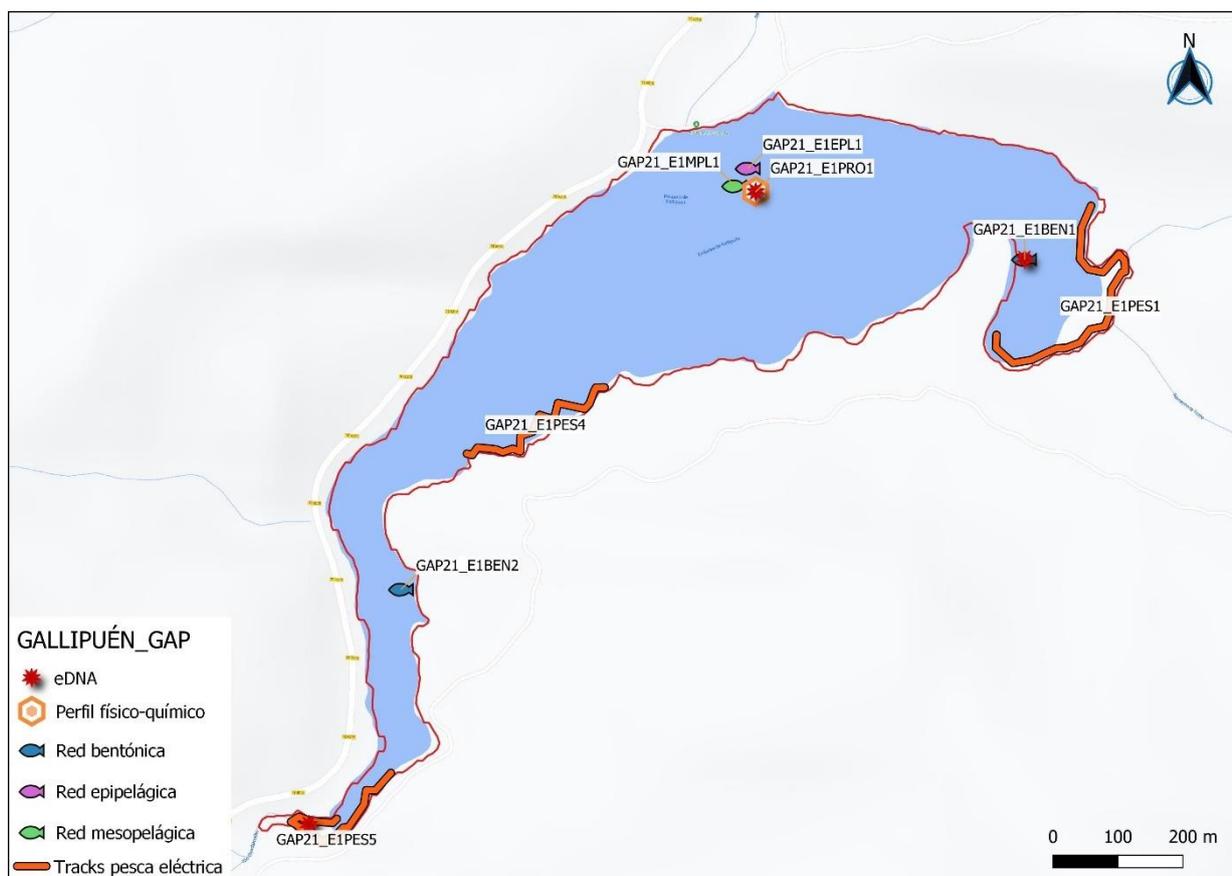


Figura 12. Ubicación de las estaciones de muestreo directo de diferente tipo en el embalse de Gallipuéen

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 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 y validado por Ecohydros tanto *in vitro* como *in situ*. 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 con amplicones del fragmento especie-específico del marcador utilizado para la detección de trucha y por otro lado de anguila, obtenido mediante PCR convencional de una muestra certificada de trucha común o anguila, dependiendo del caso. Para poder obtener dicha recta patrón, se cuantificó mediante fluorimetría la concentración de amplicones utilizada, pudiendo así calcular posteriormente la concentración de las muestras que corten la recta patrón. La cantidad de ADN se transforma a moléculas por mL gracias a que conocemos la composición molecular de las secuencias del amplicón correspondiente.

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 11,5 km (con dos transductores), lo que supone un valor del índice de cobertura (Da) de 21,2. Los recorridos completos sobre el mapa batimétrico se presentan en la Figura 13.

Obsérvese que los recorridos realizados se circunscriben al contorno del agua (rojo) establecido a partir del análisis de imágenes de satélite en fechas cercanas al muestreo y la batimetría realizada, como ya se ha expuesto anteriormente.

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.

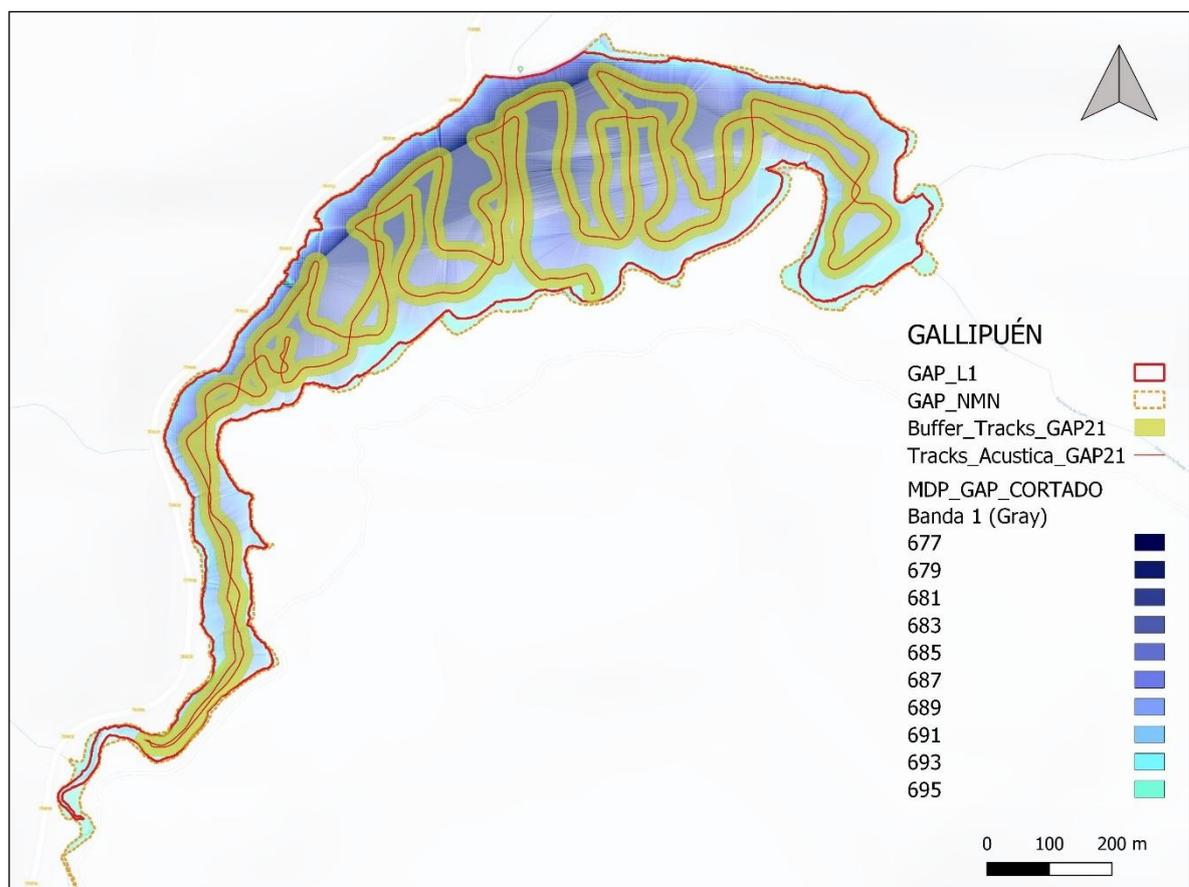


Figura 13. Recorridos del sondeo hidroacústico en el embalse de Gallipuéen

En la Figura 14 se muestra un ejemplo de ecograma registrado con el haz vertical durante el muestreo acústico en el embalse de Gallipuéen. En color rojo se observa el fondo a una profundidad máxima en el ecograma de unos 12 metros. Se aprecian columnas ascendentes de burbujas de metano como las que están dentro del recuadro amarillo. En color amarillo/naranja se observan señales de peces de tallas grandes en zonas profundas, en las que todavía hay oxígeno disuelto suficiente.

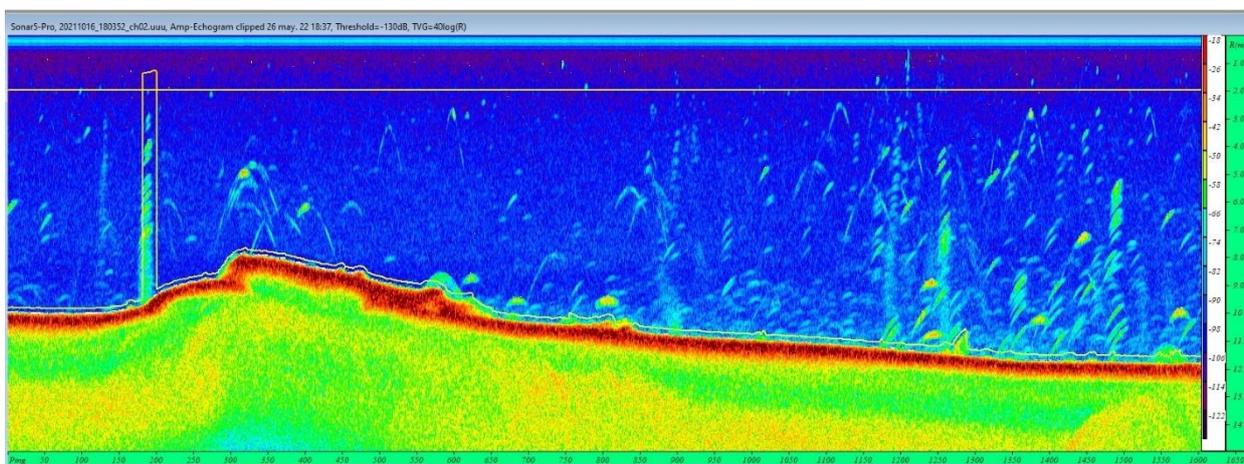


Figura 14. Ejemplo de un ecograma obtenido con el haz vertical en el embalse de Gallipuéen

En la Tabla 5 se ofrecen los estadísticos descriptivos por estratos, tanto para el ecosondeo horizontal como para el vertical. La densidad se ha expresado en individuos por decámetro cúbico ($1 \text{ dam}^3 = 1.000 \text{ m}^3$).

Tabla 5. Densidad de peces (ind/dam³) por estratos, estimada mediante acústica

Embalse	Sector	Estrato	Densidad media (ind/1000m ³)	Densidad máxima (ind/1000m ³)	Número de casos	Número de casos con valor 0	Desviación típica
GAP21	1	1	3,18	50	230	98	7,6
GAP21		2	4,24	47	130	61	8,5

Estos valores medios se han ponderado con el volumen de cada estrato y sector (Tabla 1), y se ha obtenido así una densidad media de peces en el embalse de $3,63 \pm 0,47 \text{ ind/dam}^3$. Se trata

de un valor intermedio, propio de sistemas relativamente productivos y de embalses con carácter mesotrófico.

Llama la atención el aumento de detecciones en el estrato 2, si bien es cierto que se mantienen condiciones físico químicas óptimas para el desarrollo de las poblaciones ícticas a lo largo de la columna de agua. A partir de los 11 metros de profundidad las condiciones cambian bruscamente debido a la estratificación térmica que se ubica a ese nivel. En el estrato inferior el déficit de oxígeno disuelto es muy acusado y el ambiente es anóxico.

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.

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 el estrato superior (UOW) (Figura 14) aparecen numerosas detecciones de peces repartidas por el vaso del embalse, que corresponden a agrupaciones o bancos de madrilla (*Parachondostroma miegii*). En el estrato inferior (LOW) hay mayor número de celdas con valores altos de densidad, que tienden a presentarse en las orillas someras de la cola del embalse y en las de la margen derecha del embalse en las que hay vegetación sumergida, que es un indudable atractor para los peces.

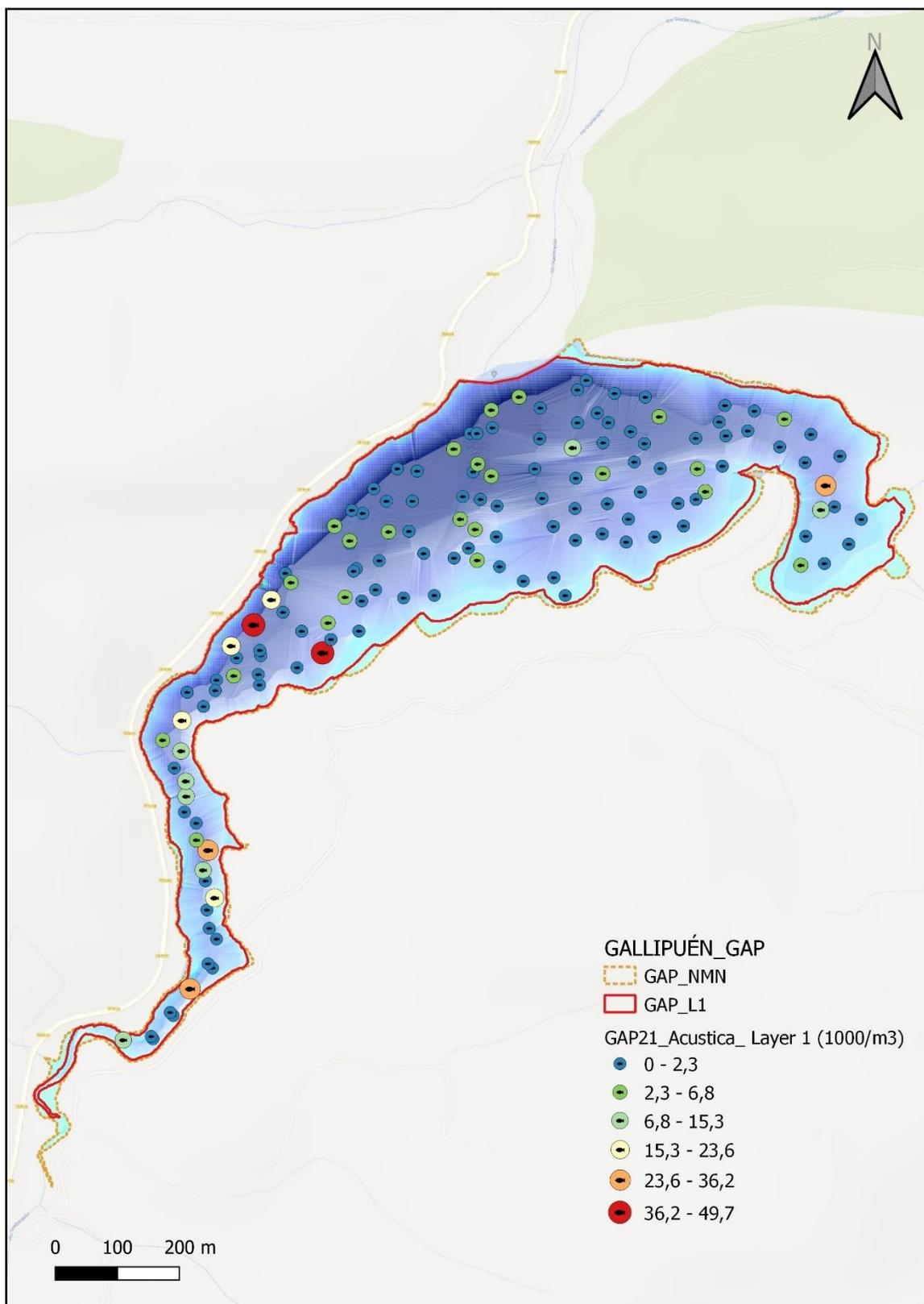


Figura 15. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato superior (UOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud

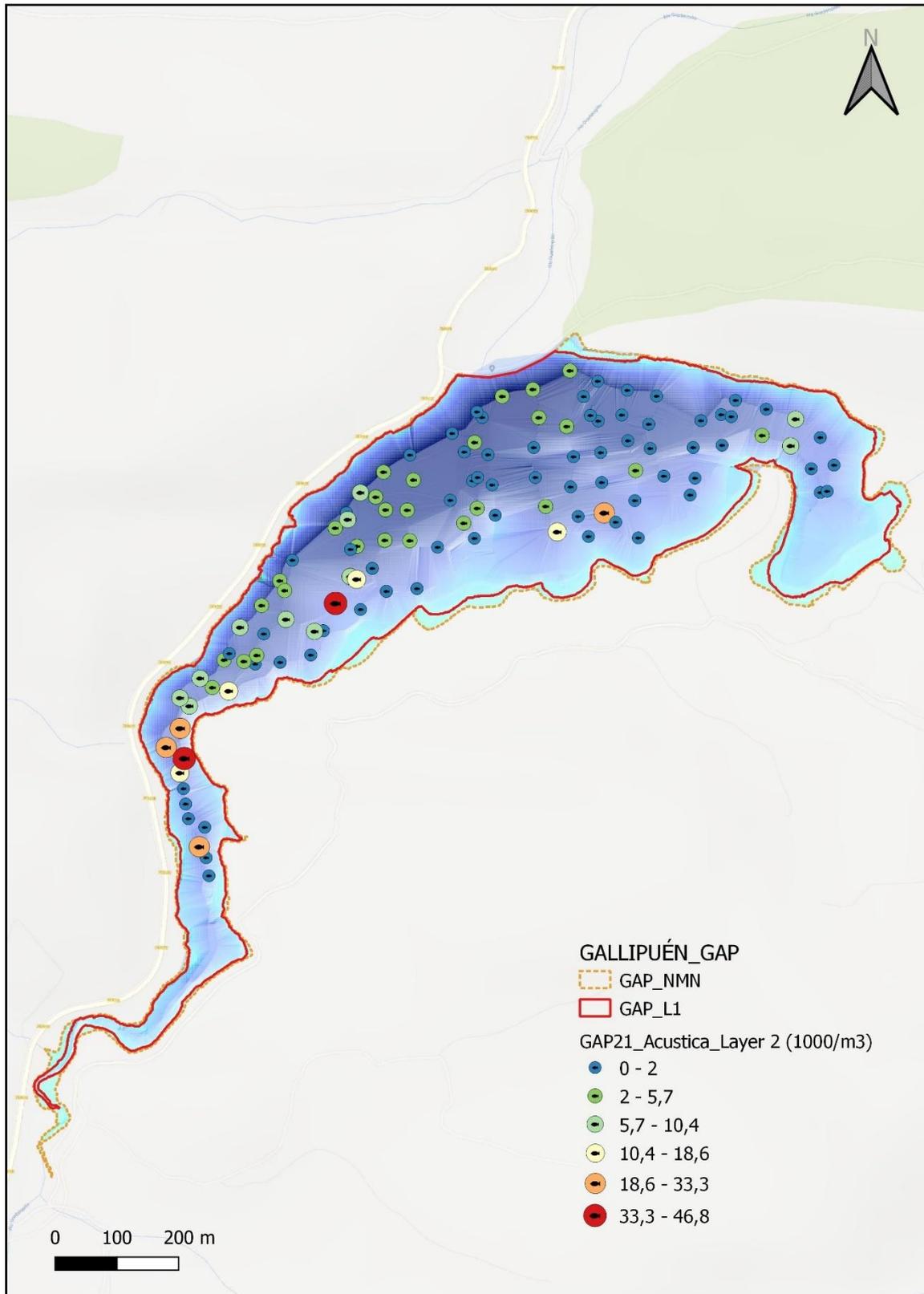


Figura 16. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato inferior (LOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud

4.1.1. 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 Gallipuéen, en comparación con otros embalses de la cuenca del Ebro donde 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 Maidevera constituye un extremo, muy separado del resto por el lado superior de la distribución.

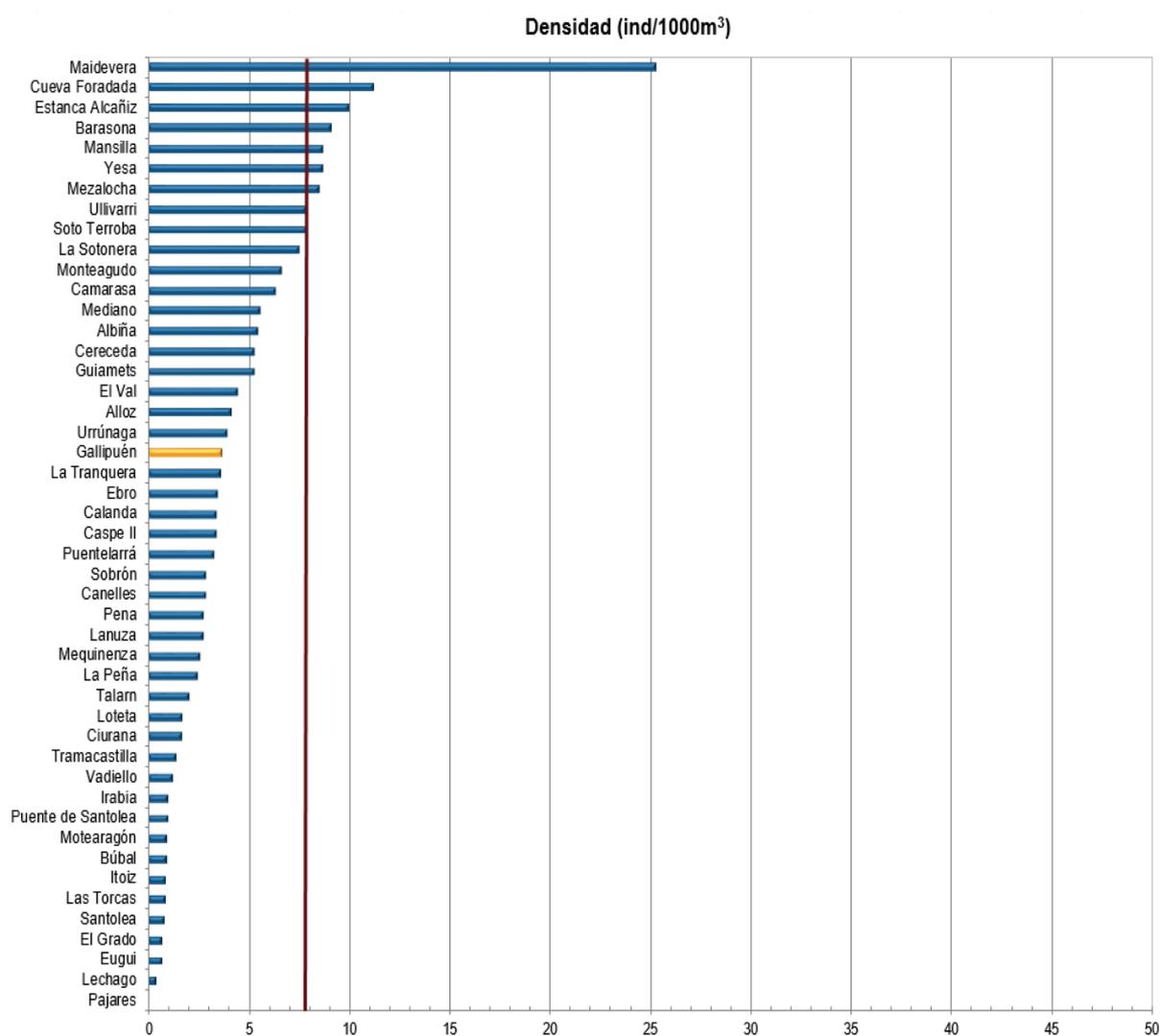


Figura 17. Comparación de la densidad con otros embalses de la cuenca del Ebro

El valor de densidad obtenido para el embalse de Gallipuéen queda por debajo del valor medio en el conjunto de embalses estudiados en la cuenca del Ebro, aunque está por encima del

percentil 50 o mediana. Se puede considerar un valor de densidad intermedio en el contexto 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.

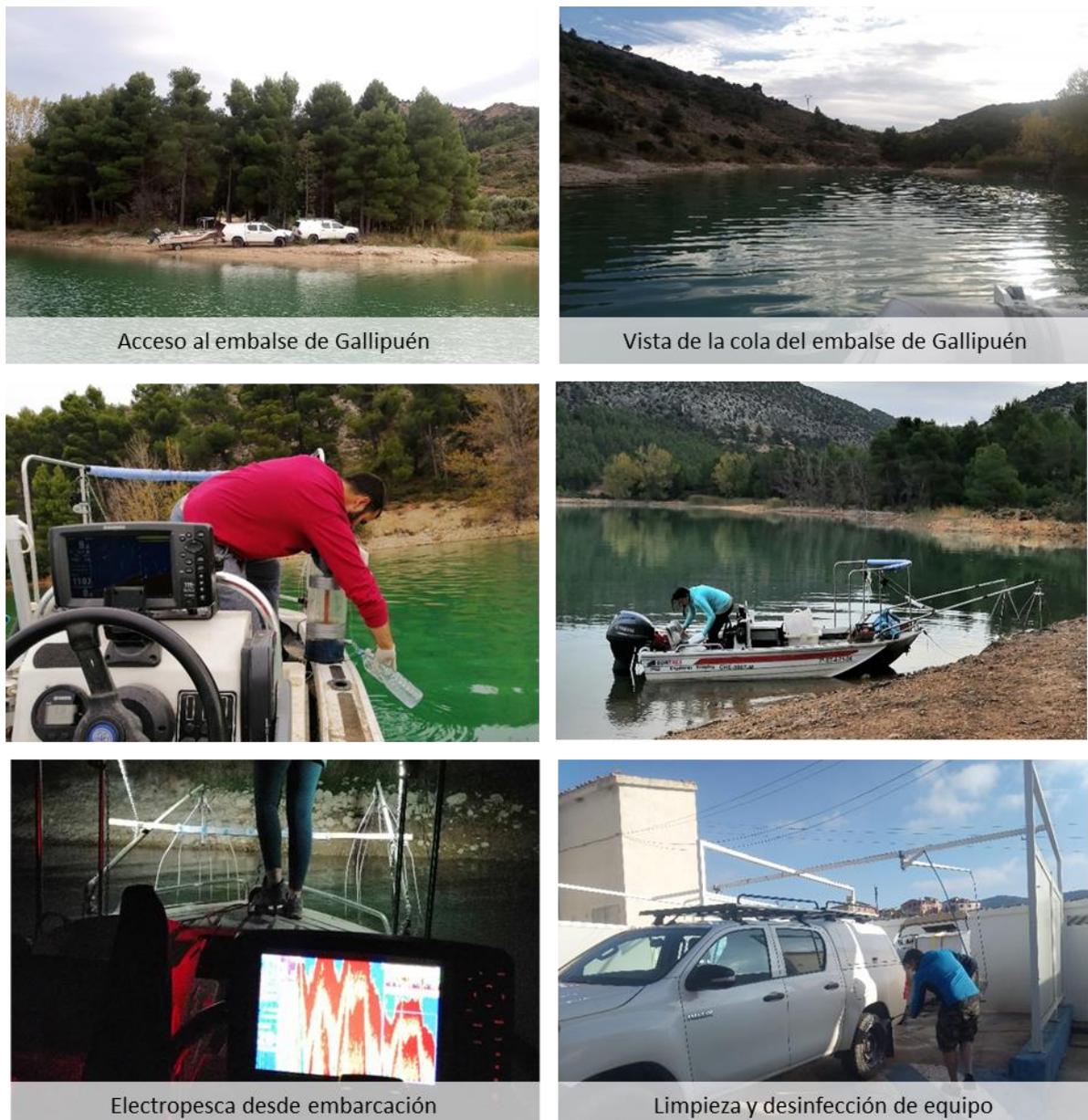


Figura 18. Fotografías de los trabajos realizados en los muestreos directos en el embalse de Gallipué

4.2.1. Especies presentes en el embalse

De las cuatro (4) especies detectadas en los muestreos de diferente tipo realizados en el embalse de Gallipuéen, solo una es autóctona: la madrilla (*Parachondrostoma miegii*). Es por tanto una biocenosis altamente afectada en su composición por especies exóticas invasoras, que incluyen siluro, carpa común y perca americana.

Tabla 6. Especies presentes en el embalse

Nombre común	Nombre científico	Autóctono/alóctono
<i>Silurus glanis</i>	Siluro	Alóctono
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común	Alóctono
<i>Micropterus salmoides</i>	Perca americana / Black bass	Alóctono
<i>Parachondrostoma miegii</i>	Madrilla	Autóctono

En los ejemplares capturados en este embalse aparecieron individuos de diferentes especies afectados por un parásito copépodo del orden *Lernaeoidea*: *Lernaea elegans* o gusano ancla.

El estadio que se reconoce habitualmente es de hembra madura, que porta un par de sacos de huevos en su extremo posterior y con su cabeza en forma de ancla incrustada en la musculatura del pez, provocando en este una úlcera. Este parásito afecta gravemente a los alevines y peces jóvenes, ya que en ocasiones penetra en la cavidad corporal y se fija en el hígado, provocando la muerte o en su defecto, pérdidas de peso y susceptibilidad a infecciones.

Se hallaron individuos de madrilla (*Parachondrostoma miegii*) y de carpa común (*Cyprinus carpio*) afectados por la *Lernaea elegans*, en ambos casos, en ejemplares adultos.

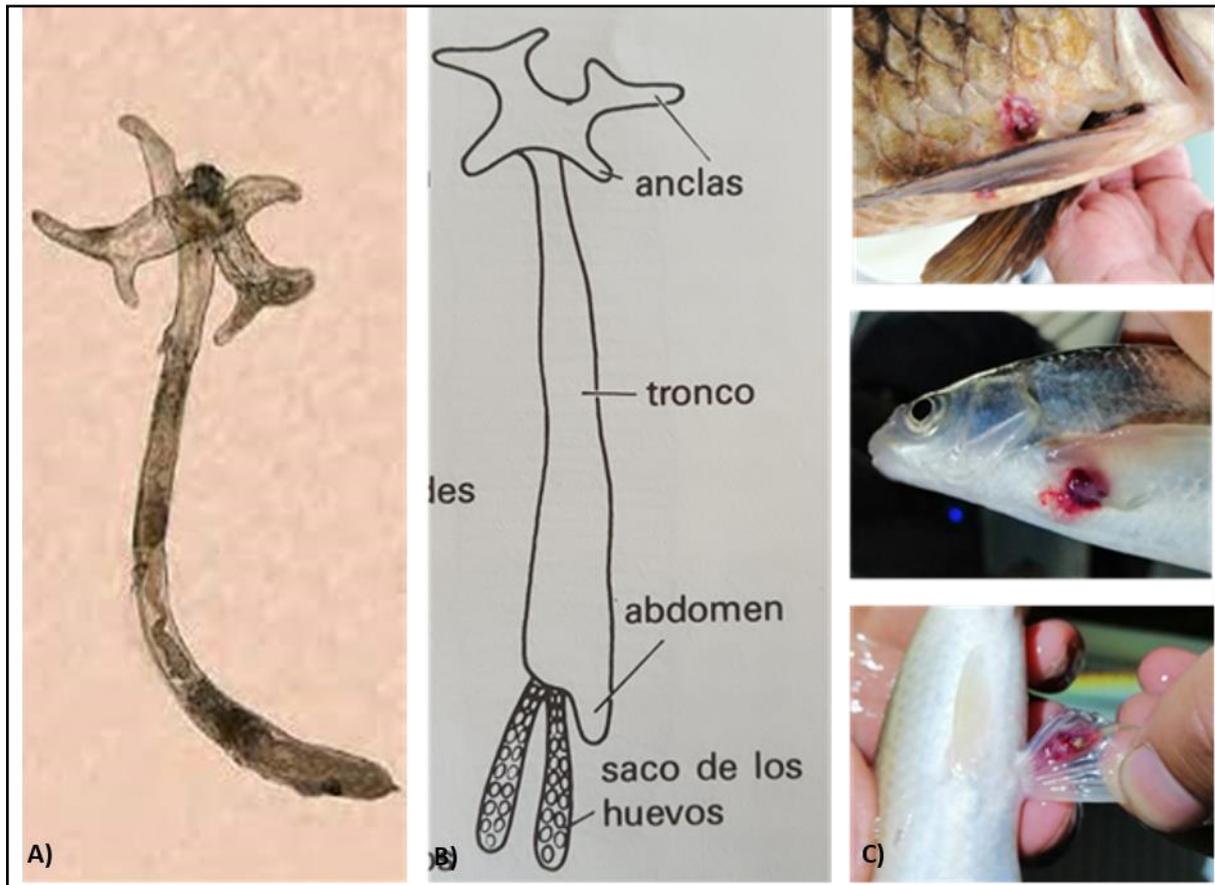


Figura 19. A) Ejemplar de *Lernaea elegans*. Fuente: Wikipedia. B) Descripción del parásito copépodo. Fuente: Patología de los peces (Ronals J.Roberts) C) Ejemplares de peces afectados por el parásito. Fuente: Ecohydros

4.2.2. Composición y distribución de especies

Capturas con redes

El total de capturas con redes agalleras fue de 102 ejemplares, con un peso total de 19,3 kg, lo que supone 54 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y 10,97 kg de biomasa por unidad de esfuerzo. Se emplearon un total de 4 redes con una media de 15,9 horas de pesca (17,7 unidades de esfuerzo). En la Figura 12 **Figura 12**. Ubicación de las estaciones de muestreo directo de diferente tipo en el embalse de Gallipuéen

se representa la ubicación de las redes de muestreo y los recorridos de pesca eléctrica.

Tabla 7. Redes científicas utilizadas durante los muestreos directos en el embalse de Gallipuéen

Tipo de lance	Código	Número de paños	Longitud (m)	Altura (m)	Esfuerzo
Red bentónica	GAP21_E1BEN1	16	40	1,5	1,73 45m ² /12h
Red bentónica	GAP21_E1BEN2	16	40	1,5	1,80 45m ² /12h
Red epipelágica	GAP21_E1EPL1	16	40	6	7,07 45m ² /12h
Red mesopelágica	GAP21_E1MPL1	16	40	6	7,15 45m ² /12h

En la Tabla 8 y en la Figura 20 se facilitan los resultados de las capturas obtenida en 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>Cyprinus carpio</i>	6	3	6,4	7.511	4.310	39,4	416	1.252
<i>Micropterus salmoides</i>	2	1	2,1	166	96	0,9	179	83
<i>Parachondrostoma miegii</i>	92	48	89	6.265	3.480	32	165	68
<i>Silurus glanis</i>	2	1	2	5.399	3.061	28	753	2.700
Total	102	54	100	19.341	10.947	100	194	190



Figura 20. Composición de la asociación obtenida mediante redes

Se observa que la asociación está dominada (89%) en términos de abundancia por la madrilla (*Parachondrostoma miegii*). Sin embargo, es la carpa común (*Cyprinus carpio*) la especie dominante en términos de biomasa (39%) y representa únicamente el 7% en términos de abundancia.

En la Figura 21 se muestran los histogramas de frecuencias de las capturas por clases de talla de 10 mm. Se han incluido las capturas obtenidas mediante pesca eléctrica, cuyos resultados se exponen en el apartado siguiente.

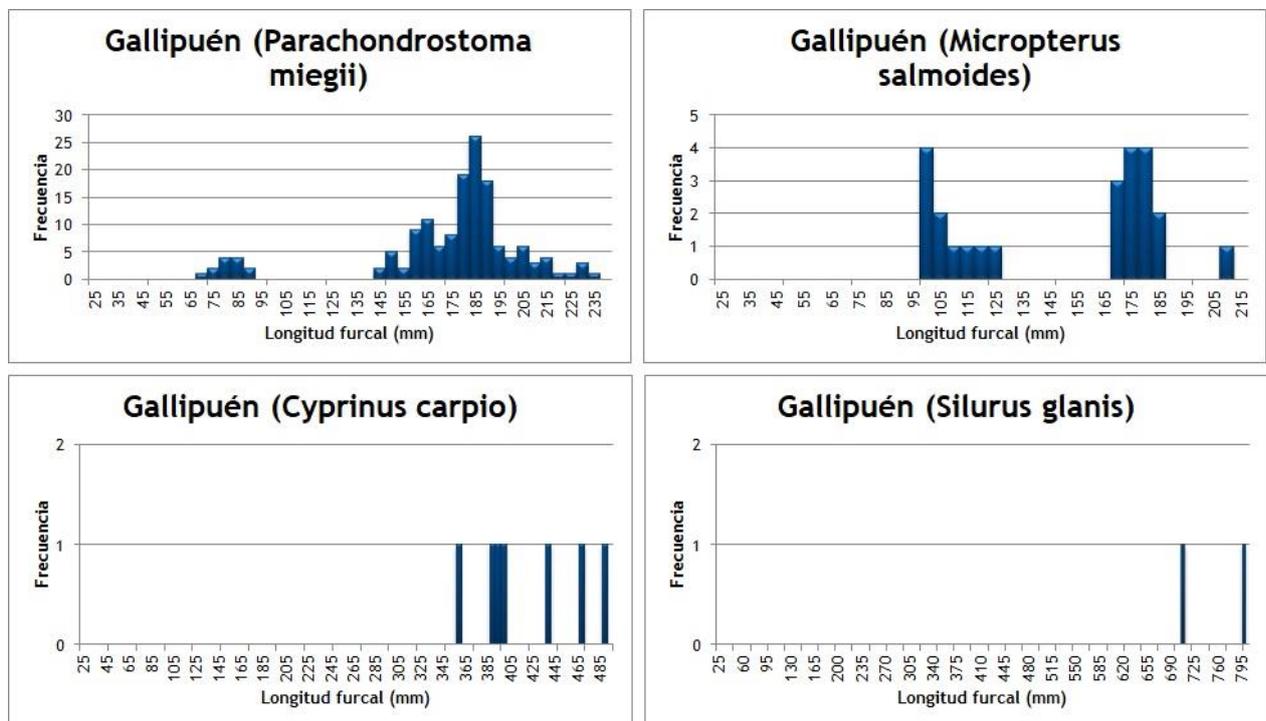


Figura 21. Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 10 mm

La población de la madrilla presenta una población con cierta estructura de tallas, con representación de las diferentes clases de edad, y lo mismo se observa con el black bass o perca americana. En el caso de carpa común y del siluro solamente se han capturado individuos adultos.

Resultados de la pesca eléctrica

El rendimiento de la pesca eléctrica fue inferior al de las redes; la captura total fue de 79 peces con un peso total de 7 kilos, lo que supone 24 CPUE (ejemplares capturados por unidad de

esfuerzo) y 2,19 kg de BPUE. Se realizaron un total de tres transectos que cubrieron 1,1 km de orilla.

Tabla 9. Recorridos de pesca eléctrica realizados durante los muestreos directos en el embalse de Gallipuéen

Tipo de lance	Código	Esfuerzo
Pesca eléctrica	GAP21_E1PES1	504 m
Pesca eléctrica	GAP21_E1PES4	305 m
Pesca eléctrica	GAP21_E1PES5	298 m

La ubicación de los transectos de muestreo de electropesca se facilita en el mapa de la Figura 12 y en el boletín de campo del Anexo I, en el que se presenta además la posición de las redes.

En la tabla siguiente se facilitan los resultados obtenidos, agregados por especies. Se capturaron un total de 3 especies, incluyendo una especie autóctona, la madrilla (*Parachondostroma mieggi*). No se obtuvo ningún ejemplar de siluro con esta técnica.

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>Cyprinus carpio</i>	1	0,3	1,4	1.300	426,2	19,4	438	1.300
<i>Micropterus salmoides</i>	22	6,3	26,1	1.132	328,7	15,0	145	51
<i>Parachondostroma mieggi</i>	56	17,43	72,58	4.563	1.436,5	66,0	184	81
Total	79	24,0	100,0	6.994	2.191,4	100,0	176	89



Figura 22. Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica

Al igual que ocurre en los muestreos realizados con redes agalleras, la asociación detectada con la técnica de electropesca desde embarcación está dominada en términos de abundancia por la madrilla (*Parachondrostoma miegii*) (73%), seguido del black bass (*Micropterus salmoides*) (26%). Sin embargo, en términos de biomasa son la carpa común (*Cyprinus carpio*) y el black bass las especies dominantes, con un 55% y 43% de la BPUE respectivamente.

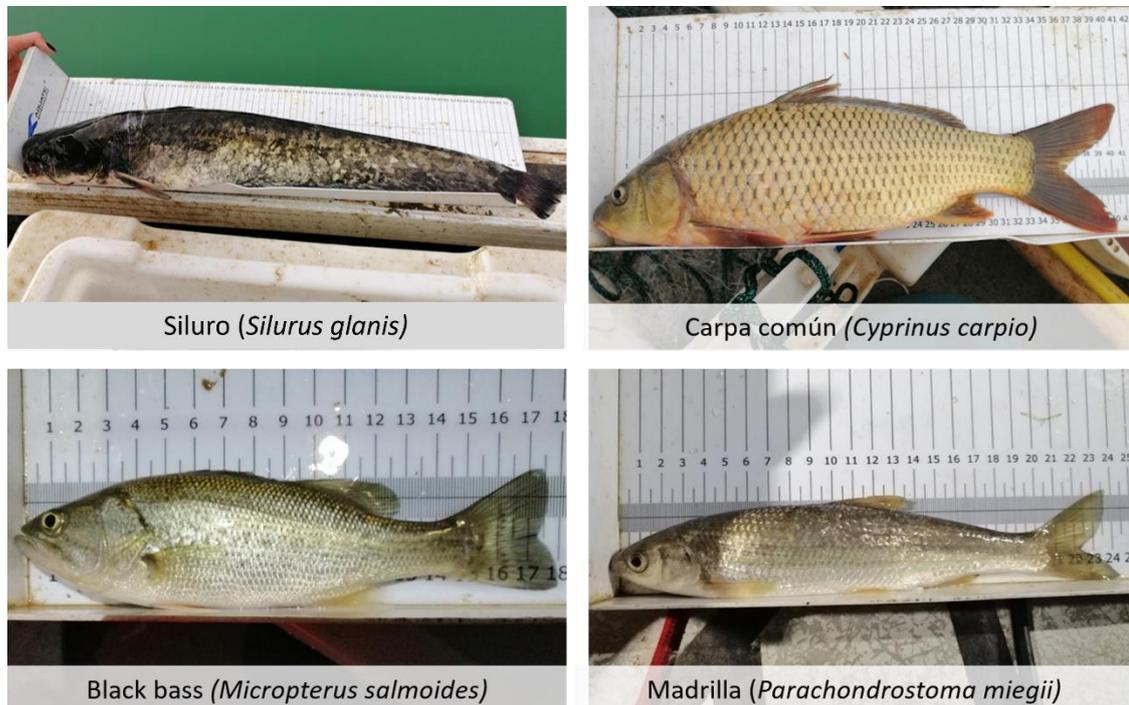


Figura 23. Ejemplares de las especies capturadas en los muestreos directos en el embalse de Gallipuéen

4.3. BIOMASA

Una vez presentados los datos obtenidos mediante las dos técnicas de prospección (hidroacústica y muestreo directo), se integran los resultados para obtener unas estimaciones de densidad y biomasa por especies para el conjunto del sistema.

En la Tabla 11 se presentan los resultados del análisis de biomasa por celdas.

Tabla 11. Biomasa de peces por estratos (g/m^2) estimada mediante acústica

Embalse	Sector	Estrato	Biomasa media (g/m^2)	Biomasa máxima (g/m^2)	Número de casos	Número de casos con valor 0	Desviación típica
GAP21	1	1	2,72	43	230	98	6,53
GAP21		2	15,78	162	130	59	28,50

La biomasa media del embalse se calcula sumando las biomasa de cada uno de los estratos y refiriéndolo a la superficie del embalse. De esta manera se obtiene una biomasa media de $12,2 \pm 1.57 \text{ g/m}^2$, o lo que es lo mismo $121,7 \text{ kg/ha}$. Se trata de un valor alto de biomasa, por encima del esperado en función del carácter mesotrófico del embalse.

En los mapas de las figuras que se muestran a continuación se sitúan geográficamente las celdas de análisis para cada uno de los estratos y se representa mediante símbolos graduados la biomasa de cada celda de análisis. 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.

En general, los valores de biomasa de peces en el estrato superficial están por debajo de los 6 g/m^2 , y las celdas con valores más altos ($>20 \text{ g/m}^2$) se presentan hacia la cola. En el estrato inferior (LOW) los valores de biomasa son mucho más elevados y se distribuyen en áreas periféricas en las que las zonas no anóxicas alcanzan el fondo. Los valores más altos ($>100 \text{ g/m}^2$) están presumiblemente relacionados con detecciones de ejemplares adultos de siluro (*Silurus glanis*) y de carpa común (*Cyprinus carpio*). Los valores intermedios ($15 \text{ a } 60 \text{ g/m}^2$) se asocian a bancos de madrilla (*Parachondostroma mieggi*), que son más abundantes en la zona posterior del embalse.

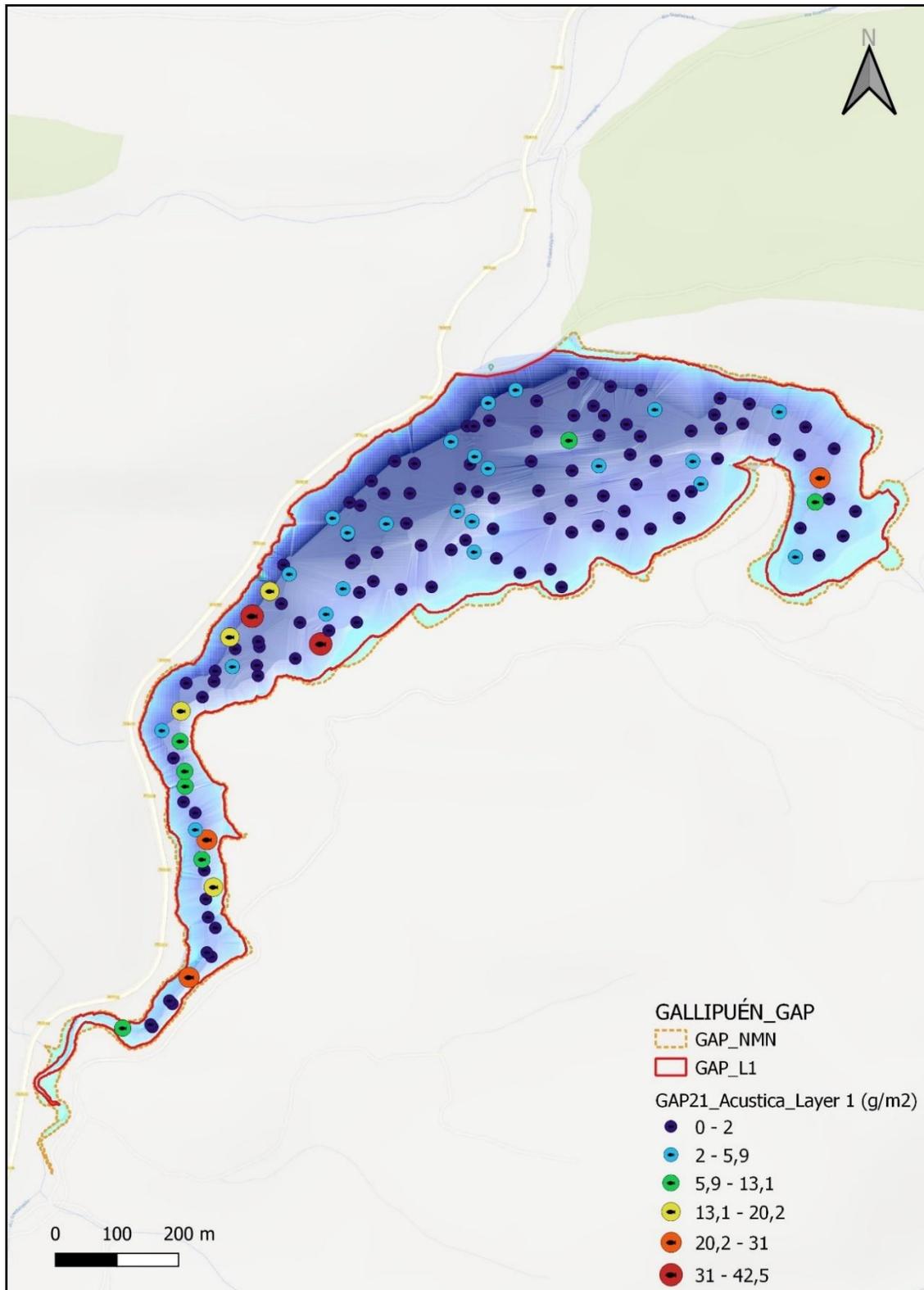


Figura 24. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato superior (UOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud

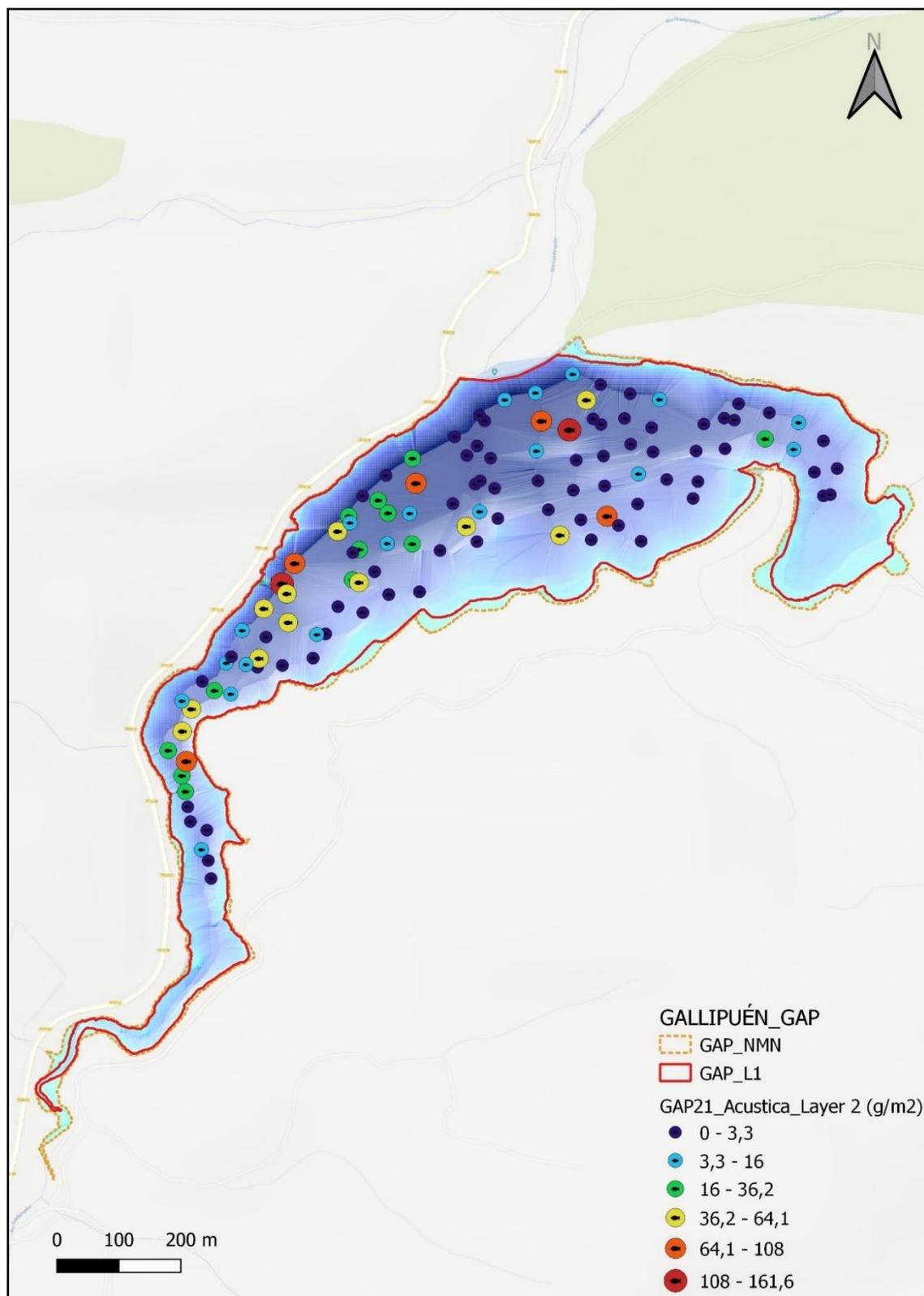


Figura 25. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato inferior (LOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud

4.3.1. 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 Gallipuéen, en comparación con otros embalses de la D.H. Ebro cuyas poblaciones de peces se han evaluado con técnicas hidroacústicas 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 de peces del embalse de Gallipuéen presenta uno de los valores más elevados en el contexto de los embalses estudiados en la cuenca del Ebro.

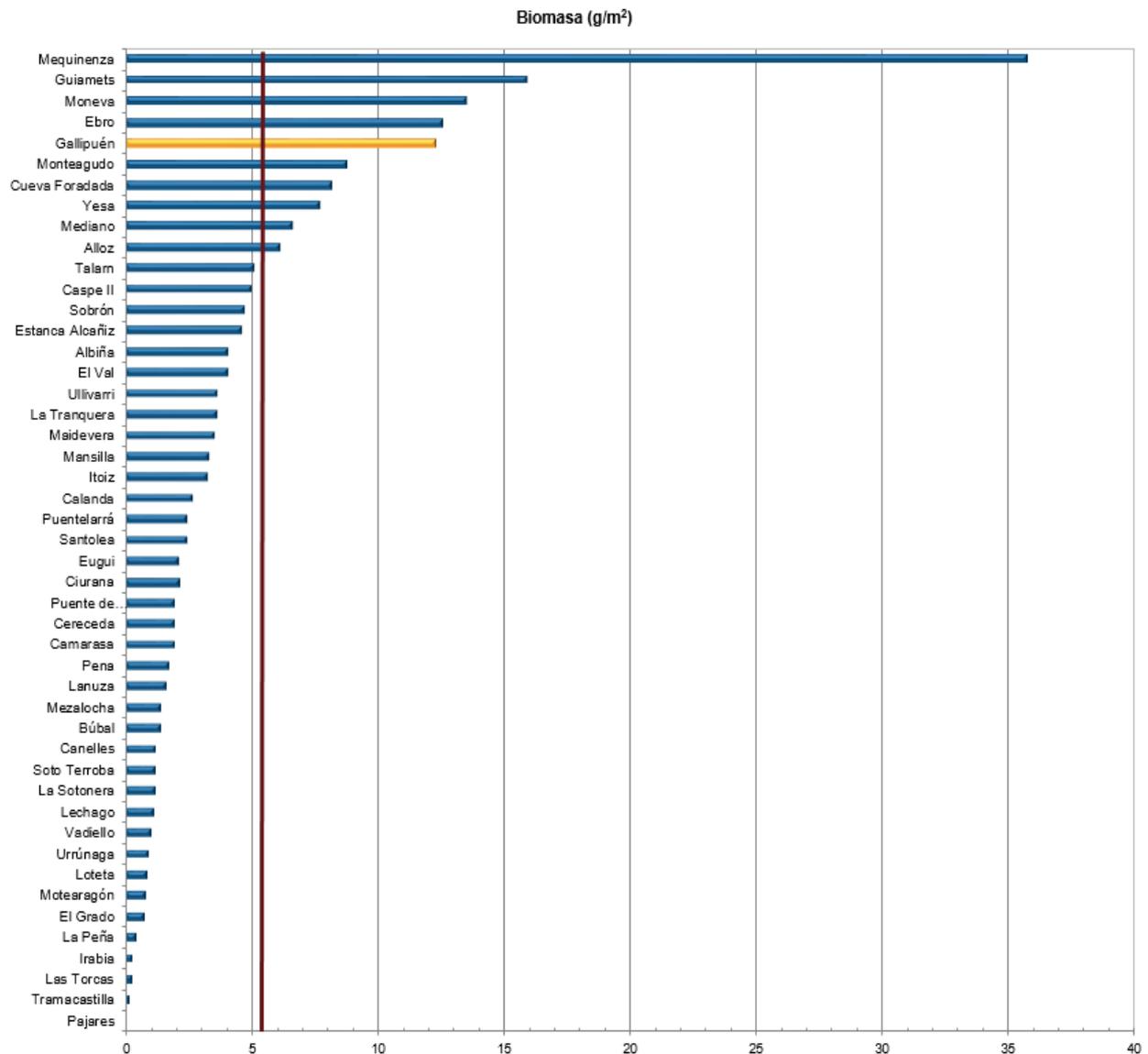


Figura 26. Comparación de la biomasa con otros embalses de la cuenca del Ebro

4.4. DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIES

Para alcanzar una estimación de las densidades y biomasa por especies, se aplica la distribución de especies obtenidas mediante el muestreo directo a las densidades y biomasa obtenidas mediante el sondeo hidroacústico.

En la Tabla 12 se ha calculado la densidad y biomasa por especie para el conjunto del embalse, referidas al volumen (dam³) y superficie (m²) respectivamente.

Tabla 12. Densidades (ind/dam³) y biomasa (g/m²) por especie

	Densidad media (ind/dam ³)	Abundancia (%)	Biomasa media (g/m ²)	Biomasa (%)	Abundancia total (ind)	Peso total (kg)
<i>Cyprinus carpio</i>	0,18	4,8%	4,39	36,1%	560	1.637
<i>Micropterus salmoides</i>	0,34	9,5%	0,39	3,2%	1 10.	145
<i>Parachondrostoma miegii</i>	3,06	84,2%	4,55	37,4%	9.762	1.699
<i>Silurus glanis</i>	0,05	1,5%	2,83	23,3%	168	1.058
Total	3,63	100%	12,17	100%	11.594	4.503
.Intervalo de Confianza (I.C)	0,47	-	1,57	-	1498	582

En este cuadro se resumen las estimaciones 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 unos 11.600 ± 1.500 peces con una biomasa de 4,5 ± 0,6 toneladas. 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 Gallipuéen 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.

No se ha detectado ADN de trucha común en las muestras ambientales del embalse de Gallipuéen.

Se obtuvieron dos rectas patrón con un alto grado de ajuste ($R^2_A=0,997$ y $R^2_B=0,991$). Ambas rectas patrón corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas independientemente para confirmar los resultados obtenidos en los análisis realizados.

Tabla 13. Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de trucha común

	Recta patrón A	Recta patrón B
<i>Pendiente</i>	-4,110	-3,925
<i>Intercepto</i>	-2,672	-1,266
R^2	0,997	0,991

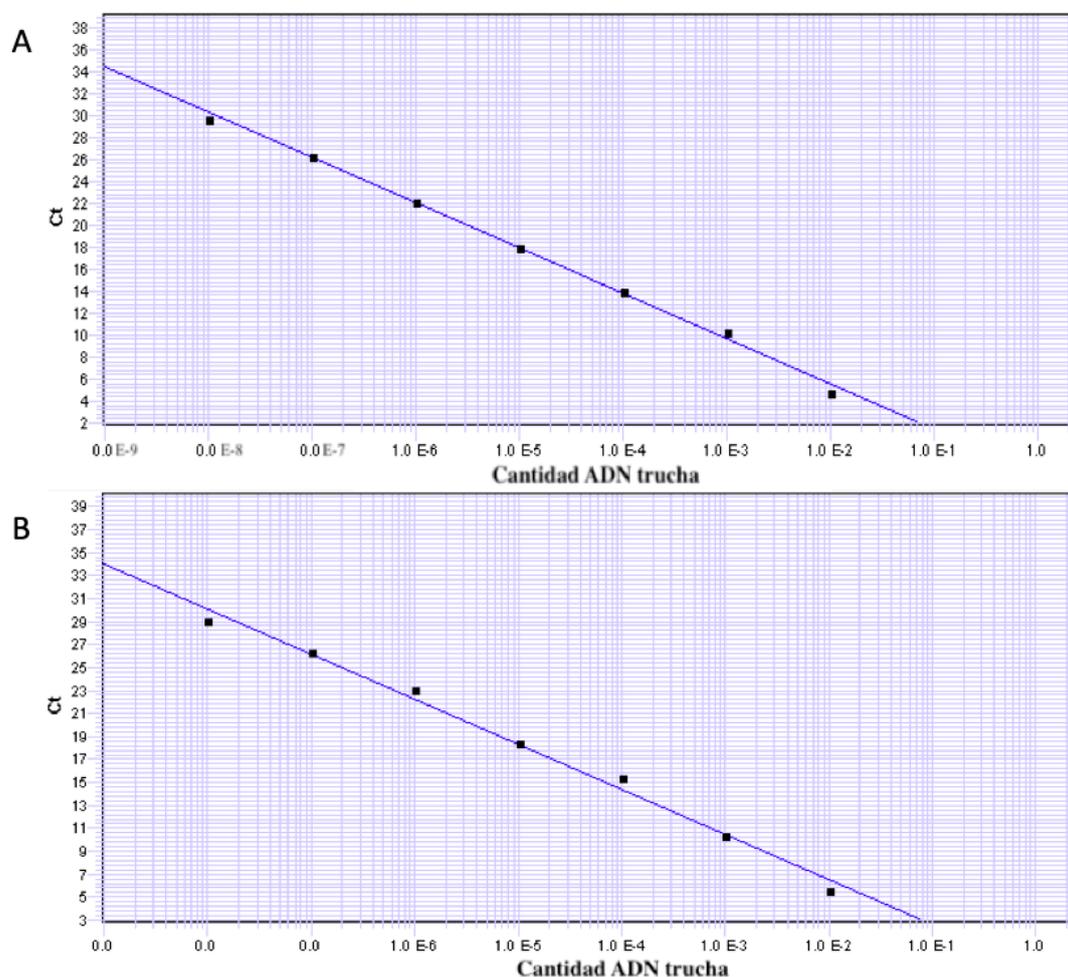


Figura 27. Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Ct) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas

La metodología empleada en estos análisis ha permitido optimizar la detección de trucha en muestras de agua con un límite de detección extremadamente sensible, correspondiente a una concentración mínima de ADN detectada de 0,05 fg/L o 99 moléculas de ADN de trucha común por litro analizado.

Se ha utilizado un método específico de alta sensibilidad basado en la detección genética mediante ADN ambiental de moléculas de ADN de trucha en agua, con el cual no se ha podido verificar la presencia de trucha común en el embalse de Gallipuéen. En esta ocasión, el resultado coincide con el obtenido en los muestreos directos, en los que tampoco se obtuvo ningún ejemplar de trucha común. Se deduce de estos resultados que esta especie no habita actualmente en las aguas del embalse.

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 Gallipuéen.

Se obtuvieron dos rectas patrón con un alto grado de ajuste ($R^2=0,990$, $R^3=0,995$), correspondientes a las réplicas de laboratorio independientes de los análisis realizados para confirmar los resultados obtenidos.

Tabla 14. Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de anguila europea

	Recta patrón A	Recta patrón B
<i>Pendiente</i>	-3,686	-3,575
<i>Intercepto</i>	-0,888	-0,352
R^2	0,995	0,990

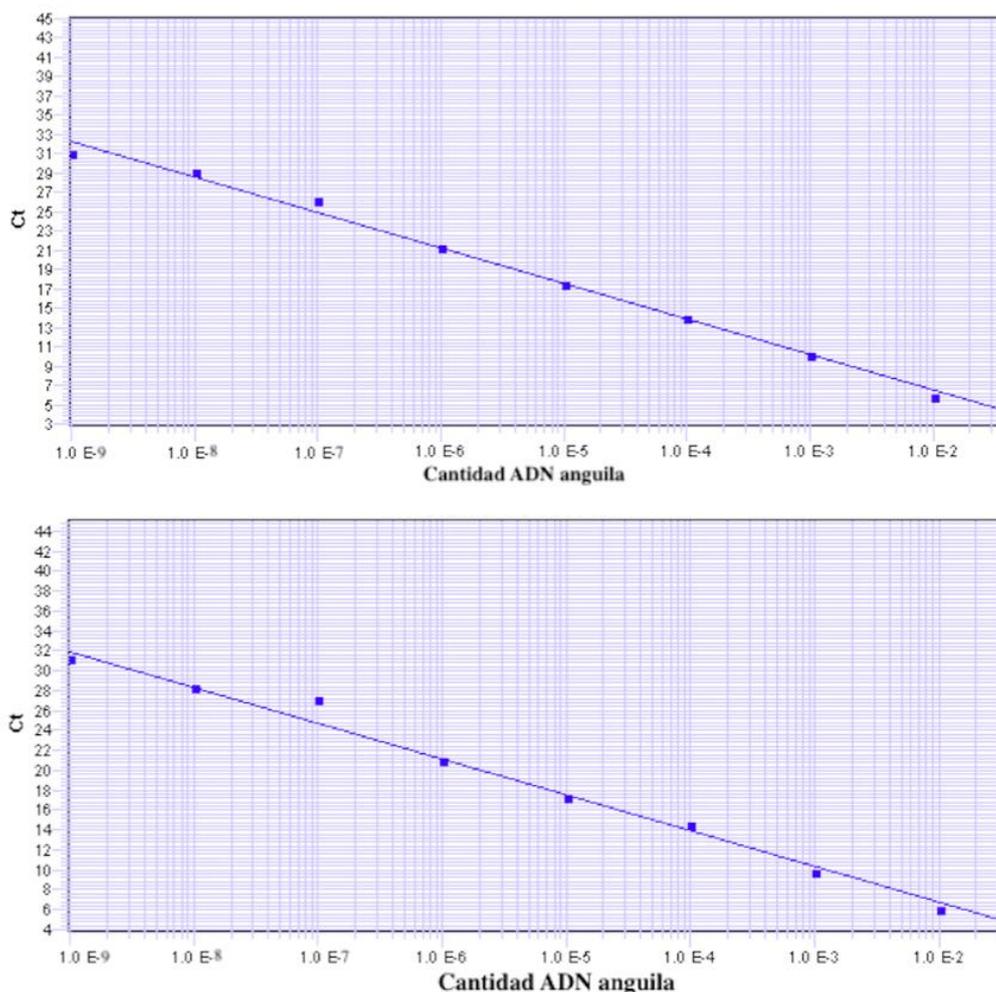


Figura 28. Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Ct) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas

La metodología empleada en estos análisis ha permitido optimizar la detección de anguila europea en muestras de agua con un límite de detección extremadamente sensible, correspondiente a una concentración mínima de ADN detectada de 10^{-2} fg/L o 50 moléculas de ADN de anguila europea por litro de muestra analizado.

A pesar de haber utilizado un método específico de alta sensibilidad basado en la detección genética mediante ADN ambiental, no se ha podido detectar la presencia de anguila en el embalse de Gallipuéen, confirmando en este caso los resultados obtenidos en los muestreos directos. Esto implica que, con muy alta probabilidad, la anguila no habita 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.

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 “Moderada”. En la Tabla 15 se presentan los resultados de las diferentes métricas, así como del QFBI, obtenidos para el embalse de Gallipuéen.

Tabla 15. Resultados del QFBI obtenidos para el embalse de Gallipuéen

Métrica	Embalse
	GAP21
LOG_BIO	5,08
LOG_BIO_native	4,66
LOG_%_BIO_PISC_Exotic	0,10
LOG_BIO_PISC_Exotic	4,51
LOG_BIO_ciprin_native	4,66
QFBI	1,10
Calidad	Moderada

El valor del índice desciende debido a la alta biomasa de especies exóticas y el hecho de que la biomasa de madrilla presente un valor elevado evita que el índice entre una categoría peor.

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.

Solamente una de las cuatro especies detectadas en los muestreos realizados en el embalse de Gallipuéen mediante pescas directas, la madrilla (*Parachondrostoma miegii*), es autóctona. El resto son especies exóticas invasoras: carpa común (*Cyprinus carpio*), black bass (*Micropterus salmoides*) y siluro (*Silurus glanis*).

Por otro lado, utilizando la técnica de mayor sensibilidad conocida (eDNA), se ha verificado la ausencia de trucha común (*Salmo trutta*) y de anguila (*Anguilla anguilla*). Se concluye entonces que en este embalse se presentan cuatro (4) especies de peces, una de ellas autóctona.

La densidad media de peces, a partir de la interpolación en celdas de 50 m, es de $3,63 \pm 0,47$ ind/dam³, que es un valor intermedio en la demarcación hidrográfica del Ebro. En cambio, la biomasa de peces es de $12,17 \pm 1,57$ g/m², o lo que es lo mismo 121,7 kg/ha, que representa un valor alto de biomasa.

La asociación de peces está dominada en términos de densidad por la madrilla que representa el 84,2 % seguido del black bass (9,5 %) y de la carpa común (4,8 %).

En relación a la biomasa, la madrilla (37,4 % de los efectivos) y la carpa común (36,1%) son las especies dominantes, aunque el siluro tiene una implantación también notable (23,3%). Estas dos últimas especies exóticas e invasoras representan en su conjunto prácticamente el 60% de la biomasa. Esto provoca que los valores de biomasa de peces en el embalse resulten tan elevados.

En las zonas más someras y litorales domina en abundancia la madrilla, pero la carpa común es la especie dominante en términos de biomasa. La zona más profunda del embalse es prácticamente inhabitable para los peces, debido a las condiciones de anoxia.



La asociación de peces mantiene una población bien estructurada de una especie autóctona detritívora, la madrilla; la presión depredadora del black bass y del siluro no es suficiente para comprometer la viabilidad de esta especie en el embalse. En consecuencia, el índice de calidad de la ictiofauna del embalse (QFBI) adquiere en el embalse de Gallipuéen un valor “Moderado”.

Sería recomendable adoptar una estrategia de gestión activa de la ictiofauna del embalse, acometiendo labores de control de las poblaciones de carpa común y siluro mediante programas de descaste dirigidos a retirar biomasa de estas especies y mantener sus poblaciones en niveles vestigiales. Esto contribuiría a moderar el estado trófico del embalse y a contener la colonización por especies exóticas.

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 m²) 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 m²) 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/45m²/12h) en redes de 12 paños (luces de malla de 5 a 55 mm).

MBPUE4: Promedio de biomasa por unidad de esfuerzo (g/45m²/12h) en redes de 4 paños (luces de malla de 70 a 135 mm).

MCPUE12: Promedio de capturas por unidad de esfuerzo (ind/45m²/12h) en redes de 12 paños (luces de malla de 5 a 55 mm).

MCPUE4: Promedio de capturas por unidad de esfuerzo (ind/45m²/12h) 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.

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 14.757:2006. *Water quality - Sampling of fish with multi-mesh gillnets.*

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

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.

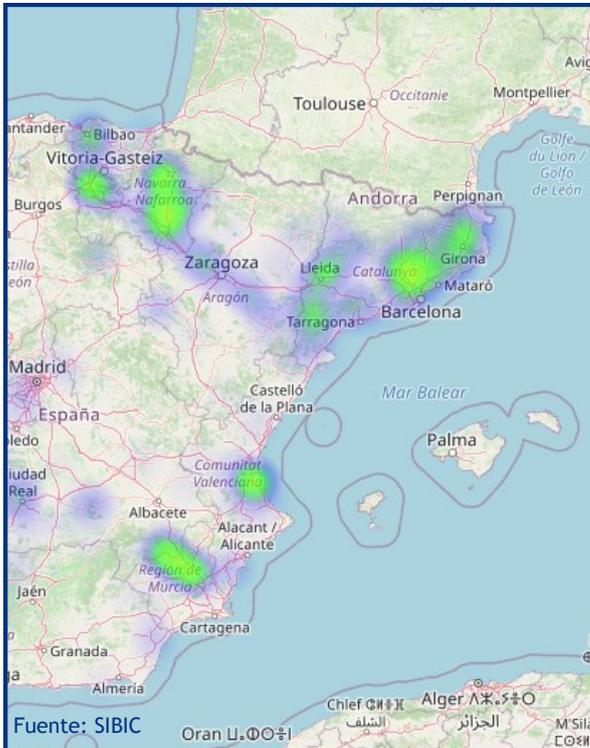
SAIH Ebro. <http://195.55.247.237/saihebro/index.php?url=/historicos/peticion>. Noviembre 2020.

ANEXOS

ANEXO 1. ESPECIES PRESENTES

Embalse de Gallipuéen

Carpa común *Cyprinus carpio*



Es la especie ictica introducida de mayor difusión en la península Ibérica. Puede alcanzar considerables dimensiones de hasta 1 m de longitud y más de 20 kg de peso.

Los machos alcanzan la madurez sexual a la edad de 1 o 2 años mientras que las hembras lo hacen más tarde. Aquellos individuos que habitan los embalses no necesitan salir de ellos para desovar sino que buscan zonas de aguas someras con vegetación dentro del mismo embalse.

Muestra costumbres gregarias, especialmente durante el invierno, que forma bancos en los fondos de las zonas más profundas. Su régimen alimentario es omnívoro, a base de detritos, materia vegetal y, preferentemente, de invertebrados acuáticos del fondo. Sin embargo su capacidad de adaptación es grande y puede variar ampliamente sus hábitos en función de las condiciones del medio.

Es una especie generalista que prefiere los cursos lentos de agua y los tramos de agua estancada con temperaturas altas. Resiste muy bien las bajas concentraciones de oxígeno disuelto, la turbiedad alta, la salinidad y, en general, la contaminación de las aguas.

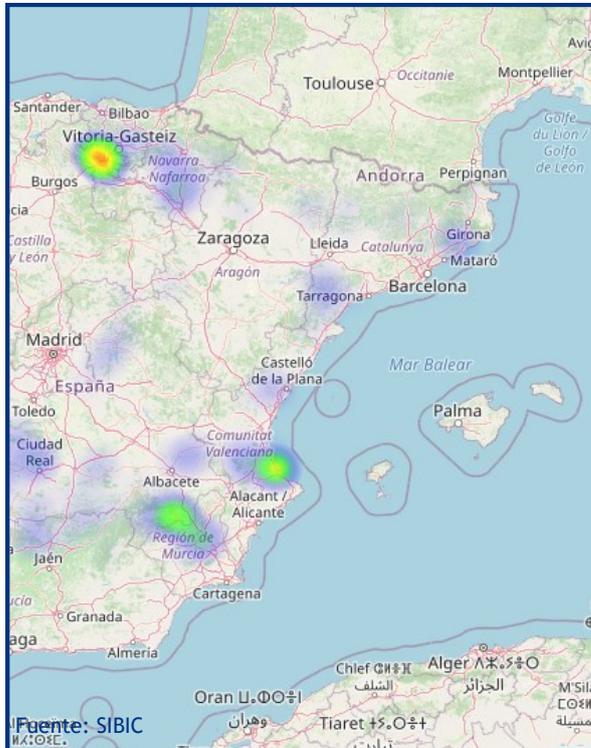
Se considera que tiene efectos negativos sobre la vegetación acuática sumergida, porque levantan sus raíces, y también contribuyen al enturbiamiento de las aguas por su costumbre de remover el sedimento.



Embalse de Gallipuéen

Black bass

Micropterus salmoides



Especie introducida en 1955 para la pesca deportiva, procedente del este y sur de los Estados Unidos y norte de Méjico. Se ha aclimatado bien en los embalses españoles. Alcanza los 400 mm de longitud total. Es un activo depredador de hábitos sedentarios que se alimenta de invertebrados, anfibios y peces. Selecciona con preferencia las zonas de poca corriente y vegetación densa. La puesta es abundante (entre 10.000 y 11.000 huevos) y se realiza a finales de la primavera en fondos arenosos, en agujeros excavados por el macho y que vigila hasta después de la eclosión. Los individuos que viven en los embalses no realizan migraciones para reproducirse fuera del mismo sino que buscan zonas apropiadas dentro de sus límites y no se alimentan durante el periodo reproductivo.

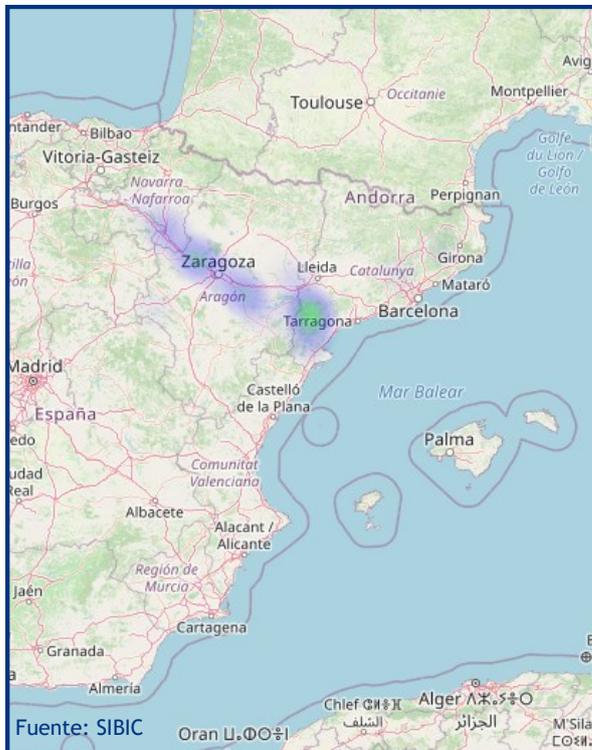
Su dieta es más ictiófaga a medida que alcanza tamaños mayores. Se le asigna un papel de presión sobre las poblaciones de ciprinidos autóctonos. Se ha observado que en algunos embalses, como en el de Orellana (Badajoz) (Écohydros, 2003), tiene en el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) un recurso trófico alternativo. Esta relación depredador-presa ha sido encontrada además por otros autores en lagos donde ambas especies eran introducidas (P. Hickley 2007).



Embalse de Gallipuéen

Siluro

Silurus glanis



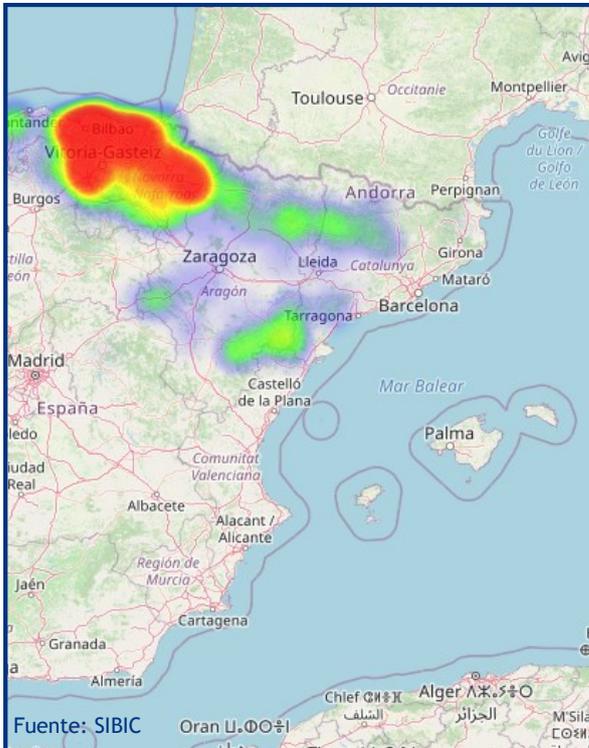
Pez de gran talla que suele alcanzar los 2,5 m de longitud total y más de 100 kg de peso. Las tallas máximas conocidas superan los 5 m de longitud y 300 kg de peso. Poblaciones en incremento debido a su interés deportivo y porque los ejemplares capturados se suelen retornar al agua. Vive en aguas tranquilas y profundas. Es frecuente en grandes embalses. Los ejemplares adultos se alimentan por la noche de pequeños vertebrados acuáticos. La puesta tiene lugar entre mayo y junio. Es una especie originaria del Este de Europa, Asia Central y Asia menor. En España fue introducido en la cuenca del Ebro en 1974, embalses de Mequinenza y Ribarroja. Debido a sus hábitos depredadores y gran tamaño constituye un serio peligro para las poblaciones de peces autóctonos y otros vertebrados.



Embalse de Gallipuéen

Madrilla

Parachondrostoma miegii



La Loina o Madrilla es un ciprínido de tamaño medio que no suele sobrepasar los 300 mm de longitud total. Cuerpo alargado con la cabeza relativamente pequeña y boca situada en su parte inferior. El labio inferior es grueso y presenta una lámina córnea de forma arqueada, a diferencia de la boga del Duero, cuya lámina córnea es recta. Pedúnculo caudal largo y estrecho.

Es una especie típicamente reófila que vive en aguas corrientes pero que pueden sobrevivir en aguas remansadas e incluso en embalses siempre que puedan salir río arriba en la época reproductiva. Su alimentación es detritívora y complementariamente bentófa-ga.

Remontan los ríos hacia los tramos altos para realizar la freza. Esta tiene lugar entre los meses de abril y junio en aguas someras con fondos de piedra o grava. La madurez sexual se alcanza a los dos ó tres años de edad. Las hembras ponen entre 600 y 15.000 huevos. Los machos pueden vivir hasta cinco años y las hembras hasta siete.

Especie endémica de España, que se distribuye por los ríos de la vertiente cantábrica oriental: Urumea, Oria, Urola, Deba, Artibay, Oca, Butrón, Nervión, Agüera, Asón y Pas, y de la vertiente mediterránea: Llobregat, Ebro (incluido el Esera) y Cenja.



ANEXO 2. RESULTADOS DE LAS PESCAS

FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Gallipuen	CÓDIGO	GAP21_E1PES1			
UMT-X	211.957	UTM-Y	4.529.981			
RIQUEZA ESPECIES	2	Distancia (m)	305,0			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común		0,00	0%		0,00	0%
Black bass	8	0,03	47%	356	1,17	31%
Madrilla	9	0,03	53%	774	2,54	69%
Siluro		0,00	0%		0,00	0%
Total	17	0,06	100%	1129	3,70	100%

CPUE

- Carpa común
- Black bass
- Madrilla
- Siluro

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	170	63,2	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	173	71,4	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	170	67,8	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	180	72,8	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	125	31,6	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	99	12,6	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	109	20,0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	97	16,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	188	90,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	186	77,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	192	91,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	194	90,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	189	92,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	205	110,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	162	67,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	187	79,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	173	73,6	1

FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Gallipuen	CÓDIGO	GAP21_E1PES4			
UMT-X	212.800	UTM-Y	4.530.133			
RIQUEZA ESPECIES	3	Distancia (m)	504,0			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	1	0,00	5%	1300	2,58	42%
Black bass	4	0,01	18%	297	0,59	10%
Madrilla	17	0,03	77%	1518	3,01	49%
Siluro		0,00	0%		0,00	0%
Total	22	0,04	100%	3115	6,18	100%

CPUE		BPUE	
■ Carpa común		■ Carpa común	
■ Black bass			
■ Madrilla			
■ Siluro			

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	438	1300,0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	172	70,4	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	170	69,2	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	180	82,4	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	183	75,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	188	93,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	201	114,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	204	109,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	219	151,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	190	93,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	185	83,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	176		1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	177	77,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	194	99,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	207	128,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	164	52,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	182	81,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	157	43,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	227	153,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	165	61,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	184	82,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	200	99,0	1

FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Gallipuen	CÓDIGO	GAP21_E1PES5			
UMT-X	211.704	UTM-Y	4.529.406			
RIQUEZA ESPECIES	2	Distancia (m)	298,0			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común		0,00	0%		0,00	0%
Black bass	10	0,03	25%	479	1,61	17%
Madrilla	30	0,10	75%	2271	7,62	83%
Siluro		0,00	0%		0,00	0%
Total	40	0,13	100%	2750	9,23	100%

CPUE

Legend:
■ Carpa común
■ Black bass
■ Madrilla
■ Siluro

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	171	70,2	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	206	134,0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	175	80,6	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	184	89,0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	103	17,6	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	100	14,0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	96	14,0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	119	23,0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	111	22,0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	104	14,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	215	139,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	228	112,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	188	85,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	224	112,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	180	60,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	150	30,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	184	82,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	141	34,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	169	61,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	185	89,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	158	43,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	148	94,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	215	123,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	208	104,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	176	66,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	176	63,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	180	71,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	178	64,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	170	57,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	148	40,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	158	44,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	144	33,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	174	68,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	226	118,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	209	109,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	185	75,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	163	63,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	185	85,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	184	88,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	163	50,4	1

FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Gallipuen	CÓDIGO DE RED	GAP21_E1BEN1			
UTM-X	212807	UTM-Y	4530279			
TIPO DE RED	Bentónica (16x1.5) 40m	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H31			
INICIO	16-10-21 18:56	FIN	17-10-21 10:30			
PROFUNDIDAD	5	PROFUNDIDAD DE LA RED	4			
RIQUEZA ESPECIES	4	ESFUERZO APLICADO	1,7			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	5	2,94	11%	956	562,35	10%
Black bass	2	1,18	4%	1894	1.114,24	21%
Madrilla	37	21,76	82%	6214	3.655,18	68%
Siluro	1	0,59	2%	79	46,35	1%
Total	45	26,47	100%	9143	5.378,12	100%

CPUE

■ Carpa común
■ Black bass
■ Madrilla
■ Siluro

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	386	956,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	360	850,2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	400	1044,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	392	1057,0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	489	2087,0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	179	80,8	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	178	85,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	189	92,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	182	80,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	185	98,3	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	191	95,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	232	159,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	184	84,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	180	86,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	187	87,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	190	97,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	184	89,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	183	85,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	185	88,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	186	83,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	188	79,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	177	74,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	173	68,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	179	80,3	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	190	106,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	204	118,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	200	111,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	179	75,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	175	64,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	160	55,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	192	102,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	186	85,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	188	99,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	167	73,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	178	72,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	181	75,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	173	80,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	202	109,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	166	67,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	179	80,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	184	78,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	179	70,6	1

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	182	75,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	182	91,0	1
Siluro	<i>Silurus glanis</i>	706	2572,0	1

FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Gallipuen	CÓDIGO DE RED	GAP21_E1BEN2			
UTM-X	211847	UTM-Y	4529770			
TIPO DE RED	Bentónica (16x1.5) 40m	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H31			
INICIO	16-10-21 19:25	FIN	17-10-21 11:35			
PROFUNDIDAD	6	PROFUNDIDAD DE LA RED	5			
RIQUEZA ESPECIES	3	ESFUERZO APLICADO	1,8			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común	1	0,56	2%	0	0,00	0%
Black bass		0,00	0%		0,00	0%
Madrilla	46	25,56	96%	4293	2.384,89	99%
Siluro	1	0,56	2%	63	34,89	1%
Total	48	26,67	100%	4356	2.419,78	100%

CPUE

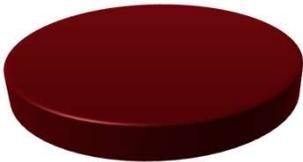
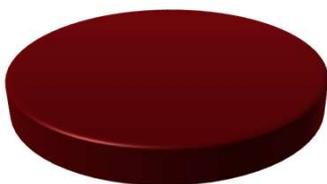
- Carpa común
- Black bass
- Madrilla
- Siluro

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	468	1517,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	183	73,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	186	76,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	211	114,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	178	71,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	186	73,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	179	79,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	161	56,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	181	79,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	186	85,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	184	82,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	178	69,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	146	38,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	183	93,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	174	62,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	66	3,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	183	80,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	214	114,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	86	11,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	156	49,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	163	52,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	176	70,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	183	79,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	196	92,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	183	77,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	156	60,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	157	49,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	192	89,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	180	83,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	171	60,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	165	56,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	156	49,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	162	51,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	162	57,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	205	118,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	173	61,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	157	55,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	183	81,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	165	58,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	154	45,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	85	9,6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	167	64,6	1

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	148	38,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	169	62,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	78	5,4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	82	6,8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	88	9,2	1
Situro	<i>Silurus glanis</i>	800	2827,0	1

FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Gallipuen	CÓDIGO DE RED	GAP21_E1EPL1			
UTM-X	212381	UTM-Y	4530420			
TIPO DE RED	Epipelágica (16x6) 40m	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H31			
INICIO	16-10-21 19:06	FIN	17-10-21 11:00			
PROFUNDIDAD	15	PROFUNDIDAD DE LA RED	0			
RIQUEZA ESPECIES	1	ESFUERZO APLICADO	7,1			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Carpa común		0,00	0%		0,00	0%
Black bass		0,00	0%		0,00	0%
Madrilla	9	1,27	100%	157	22,11	100%
Siluro		0,00	0%		0,00	0%
Total	9	1,27	100%	157	22,11	100%

CPUE		BPUE	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Carpa común ■ Black bass ■ Madrilla ■ Siluro 			

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	196	100,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	75	3,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	77	4,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	153	45,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	84	5,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	84	7,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	79	8,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	74	6,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	80	7,0	1

ANEXO 3. CELDAS DEL MUESTREO HIDROACÚSTICO

Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	1	718036,8183	4527741,673	0	0
1	2	718016,5618	4527769,476	0	0
1	3	717967,7381	4527760,41	0	0
1	4	717927,924	4527781,268	0	0
1	5	717919,3503	4527829,341	0	0
1	6	717917,2413	4527879,294	0	0
1	7	717904,4372	4527927,242	2,8	2,4
1	8	717901,0934	4528005,561	0,17	0,15
1	9	717866,0027	4527993,934	0,9	0,77
1	10	717841,345	4527966,914	4,12	3,53
1	11	717874,7109	4527931,875	0,67	0,58
1	12	717861,1473	4527890,782	0	0
1	13	717859,5477	4527853,854	3,28	2,81
1	14	717875,9254	4527807,712	0	0
1	15	717826,2794	4527727,405	0	0
1	16	717777,077	4527720,007	0	0
1	17	717731,2466	4527730,099	0	0
1	18	717734,0006	4527777,662	0,02	0,02
1	19	717745,7133	4527825,478	6,08	5,2
1	20	717738,7549	4527874,877	0,09	0,08
1	21	717701,8358	4527852,585	2,06	1,77
1	22	717658,0937	4527828,825	2,59	2,22
1	23	717684,8632	4527802,068	0,88	0,76
1	24	717697,9762	4527762,186	0	0
1	25	717683,0649	4527714,697	4,51	3,86
1	26	717658,4378	4527671,155	6,19	5,3
1	27	717653,053	4527621,826	43,25	37,03
1	28	717613,6529	4527595,228	0	0
1	29	717555,1703	4527562,977	1,86	1,59
1	30	717554,0908	4527610,427	1,12	0,96
1	31	717551,8564	4527619,262	0,59	0,5
1	32	717552,0241	4527579,841	0,03	0,03
1	33	717515,2538	4527604,192	0,16	0,14
1	34	717485,3892	4527566,008	0,2	0,17
1	35	717467,5613	4527521,823	0	0
1	36	717405,6669	4527462,771	4,49	3,85
1	37	717427,4916	4527418,911	0,25	0,21
1	38	717449,6452	4527374,206	12,37	10,59
1	39	717468,8754	4527331,958	1,34	1,15
1	40	717490,9248	4527289,372	36,23	31,01
1	41	717489,9881	4527239,329	0	0
1	42	717495,7322	4527192,439	0,42	0,36
1	43	717514,3505	4527146,362	0	0
1	44	717511,1137	4527098,796	0	0
1	45	717482,1984	4527058,096	0	0

Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	46	717453,3418	4527017,398	0,1	0,09
1	47	717423,2796	4526977,519	0,34	0,29
1	48	717375,594	4526972,291	15,26	13,07
1	49	717420,3269	4526981,244	0,68	0,58
1	50	717448,1685	4527022,334	0	0
1	51	717477,4253	4527062,622	28,74	24,6
1	52	717503,4127	4527105,348	0	0
1	53	717501,5033	4527162,94	0,65	0,55
1	54	717506,8014	4527212,689	20,12	17,22
1	55	717485,0259	4527256,562	14,96	12,8
1	56	717470,9513	4527304,473	4,1	3,51
1	57	717448,6669	4527348,741	2,3	1,97
1	58	717447,3535	4527398,718	10,64	9,11
1	59	717436,52	4527447,146	12,73	10,9
1	60	717434,4602	4527496,69	17,69	15,14
1	61	717439,7571	4527543,05	1,41	1,21
1	62	717484,6163	4527549,028	0,75	0,64
1	63	717512,6941	4527574,87	3,91	3,34
1	64	717505,227	4527622,975	18,48	15,82
1	65	717538,8664	4527659,571	49,69	42,54
1	66	717564,7749	4527702,305	23,58	20,19
1	67	717584,0473	4527746,955	0,22	0,19
1	68	717594,3197	4527732,424	5,08	4,35
1	69	717584,978	4527683,4	1,39	1,19
1	70	717617,0695	4527654,667	2,21	1,89
1	71	717664,9225	4527644,645	1,3	1,12
1	72	717709,0132	4527661,203	0	0
1	73	717710,1331	4527710,407	0	0
1	74	717693,7359	4527757,816	0,31	0,26
1	75	717684,2287	4527806,706	6,84	5,86
1	76	717684,0464	4527856,304	1,37	1,18
1	77	717717,0099	4527893,725	1,99	1,7
1	78	717752,6183	4527928,69	0,21	0,18
1	79	717784,8272	4527927,097	0,01	0,01
1	80	717780,4971	4527877,799	0,2	0,17
1	81	717778,3833	4527828,565	0	0
1	82	717804,5948	4527794,159	0,14	0,12
1	83	717853,8315	4527790,102	0	0
1	84	717891,2876	4527789,086	4,07	3,48
1	85	717884,5264	4527838,913	3,08	2,64
1	86	717889,9093	4527888,243	0	0
1	87	717881,4777	4527945,221	4,73	4,05
1	88	717876,7857	4527994,675	0	0
1	89	717897,2674	4528034,272	3,75	3,21
1	90	717940,4557	4528058,44	6,43	5,5

Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	91	717975,6141	4528042,944	0	0
1	92	717978,3893	4527993,011	0	0
1	93	717973,5465	4527943,697	0	0
1	94	717988,6939	4527896,674	0,36	0,3
1	95	718010,0452	4527852,368	0	0
1	96	718047,1121	4527832,274	1,47	1,25
1	97	718089,5104	4527845,818	0	0
1	98	718094,1757	4527895,127	1,25	1,07
1	99	718083,5237	4527943,56	3,51	3,01
1	100	718080,5455	4527993,487	0	0
1	101	718068,1574	4528041,025	0	0
1	102	718033,4638	4528076,447	0,18	0,16
1	103	718046,6062	4528092,948	0	0
1	104	718093,4484	4528074,832	2,16	1,85
1	105	718143,3789	4528072,075	2,17	1,85
1	106	718167,8651	4528041,853	5,85	5,01
1	107	718147,1685	4527996,736	0	0
1	108	718175,4029	4527958,146	0,32	0,27
1	109	718207,9483	4527903,582	0,48	0,41
1	110	718250,4408	4527925,608	5,49	4,7
1	111	718274,9496	4527968,726	0	0
1	112	718277,0728	4528018,383	0,12	0,1
1	113	718272,3316	4528067,413	0	0
1	114	718320,3111	4528061,622	0	0
1	115	718369,6756	4528052,072	3,93	3,36
1	116	718413,7921	4528030,054	0	0
1	117	718462,7603	4527998,024	0	0
1	118	718448,7315	4527952,249	0	0
1	119	718459,7043	4527915,271	0	0
1	120	718504,1132	4527897,941	0	0
1	121	718486,8829	4527856,304	0	0
1	122	718449,9458	4527822,151	0	0
1	123	718412,1638	4527816,798	5,54	4,74
1	124	718416,6328	4527864,402	0	0
1	125	718438,2129	4527908,7	13,02	11,14
1	126	718443,0843	4527948,693	30,69	26,28
1	127	718407,457	4527983,663	0	0
1	128	718364,929	4528006,15	0	0
1	129	718311,7959	4528028,734	0,28	0,24
1	130	718264,9008	4528040,057	0	0
1	131	718229,0268	4528011,026	0	0
1	132	718235,0864	4527961,613	3,33	2,85
1	133	718236,1573	4527912,04	0	0
1	134	718219,3332	4527867,46	0	0
1	135	718174,1145	4527846,621	0	0

Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	136	718128,7545	4527835,111	0,47	0,4
1	137	718129,8767	4527872,447	0	0
1	138	718146,0526	4527917,852	0	0
1	139	718132,9268	4527965,79	0,48	0,41
1	140	718123,7117	4528014,688	0	0
1	141	718086,6809	4528026,738	0	0
1	142	718037,1992	4528023,153	0	0
1	143	718032,2452	4527981,891	10,46	8,95
1	144	718040,6928	4527932,97	0,08	0,07
1	145	718042,7187	4527883,859	0	0
1	146	717439,7571	4527543,05	1,41	1,21
1	147	717484,6163	4527549,028	0,75	0,64
1	148	717512,6941	4527574,87	3,91	3,34
1	149	717505,227	4527622,975	18,48	15,82
1	150	717538,8664	4527659,571	49,69	42,54
1	151	717564,7749	4527702,305	23,58	20,19
1	152	717584,0473	4527746,955	0,22	0,19
1	153	717594,3197	4527732,424	5,08	4,35
1	154	717584,978	4527683,4	1,39	1,19
1	155	717617,0695	4527654,667	2,21	1,89
1	156	717664,9225	4527644,645	1,3	1,12
1	157	717709,0132	4527661,203	0	0
1	158	717710,1331	4527710,407	0	0
1	159	717693,7359	4527757,816	0,31	0,26
1	160	717684,2287	4527806,706	6,84	5,86
1	161	717684,0464	4527856,304	1,37	1,18
1	162	717717,0099	4527893,725	1,99	1,7
1	163	717752,6183	4527928,69	0,21	0,18
1	164	717784,8272	4527927,097	0,01	0,01
1	165	717780,4971	4527877,799	0,2	0,17
1	166	717778,3833	4527828,565	0	0
1	167	717804,5948	4527794,159	0,14	0,12
1	168	717853,8315	4527790,102	0	0
1	169	717891,2876	4527789,086	4,07	3,48
1	170	717884,5264	4527838,913	3,08	2,64
1	171	717889,9093	4527888,243	0	0
1	172	717881,4777	4527945,221	4,73	4,05
1	173	717876,7857	4527994,675	0	0
1	174	717897,2674	4528034,272	3,75	3,21
1	175	717940,4557	4528058,44	6,43	5,5
1	176	717975,6141	4528042,944	0	0
1	177	717978,3893	4527993,011	0	0
1	178	717973,5465	4527943,697	0	0
1	179	717988,6939	4527896,674	0,36	0,3
1	180	718010,0452	4527852,368	0	0

Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	181	718047,1121	4527832,274	1,47	1,25
1	182	718089,5104	4527845,818	0	0
1	183	718094,1757	4527895,127	1,25	1,07
1	184	718083,5237	4527943,56	3,51	3,01
1	185	718080,5455	4527993,487	0	0
1	186	718068,1574	4528041,025	0	0
1	187	718033,4638	4528076,447	0,18	0,16
1	188	718046,6062	4528092,948	0	0
1	189	718093,4484	4528074,832	2,16	1,85
1	190	718143,3789	4528072,075	2,17	1,85
1	191	718167,8651	4528041,853	5,85	5,01
1	192	718147,1685	4527996,736	0	0
1	193	718175,4029	4527958,146	0,32	0,27
1	194	718207,9483	4527903,582	0,48	0,41
1	195	718250,4408	4527925,608	5,49	4,7
1	196	718274,9496	4527968,726	0	0
1	197	718277,0728	4528018,383	0,12	0,1
1	198	718272,3316	4528067,413	0	0
1	199	718320,3111	4528061,622	0	0
1	200	718369,6756	4528052,072	3,93	3,36
1	201	718413,7921	4528030,054	0	0
1	202	718462,7603	4527998,024	0	0
1	203	718448,7315	4527952,249	0	0
1	204	718459,7043	4527915,271	0	0
1	205	718504,1132	4527897,941	0	0
1	206	718486,8829	4527856,304	0	0
1	207	718449,9458	4527822,151	0	0
1	208	718412,1638	4527816,798	5,54	4,74
1	209	718416,6328	4527864,402	0	0
1	210	718438,2129	4527908,7	13,02	11,14
1	211	718443,0843	4527948,693	30,69	26,28
1	212	718407,457	4527983,663	0	0
1	213	718364,929	4528006,15	0	0
1	214	718311,7959	4528028,734	0,28	0,24
1	215	718264,9008	4528040,057	0	0
1	216	718229,0268	4528011,026	0	0
1	217	718235,0864	4527961,613	3,33	2,85
1	218	718236,1573	4527912,04	0	0
1	219	718219,3332	4527867,46	0	0
1	220	718174,1145	4527846,621	0	0
1	221	718128,7545	4527835,111	0,47	0,4
1	222	718129,8767	4527872,447	0	0
1	223	718146,0526	4527917,852	0	0
1	224	718132,9268	4527965,79	0,48	0,41
1	225	718123,7117	4528014,688	0	0

Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	226	718086,6809	4528026,738	0	0
1	227	718037,1992	4528023,153	0	0
1	228	718032,2452	4527981,891	10,46	8,95
1	229	718040,6928	4527932,97	0,08	0,07
1	230	718042,7187	4527883,859	0	0
2	5	717919,4481	4527854,002	0	0
2	6	717910,9225	4527903,021	0	0
2	7	717900,963	4527951,753	0	0
2	6	717869,477	4527837,535	5,65	59,41
2	1	717887,2442	4528011,819	1,09	0,04
2	2	717840,5641	4527982,493	0	0
2	3	717862,3111	4527953,588	0	0
2	4	717878,9874	4527907,611	0	0
2	5	717845,221	4527873,41	0	0
2	8	717801,2909	4527725,822	0	0
2	9	717752,1104	4527717,969	0	0
2	10	717726,7853	4527753,78	0	0
2	11	717743,8989	4527800,945	3,14	4,82
2	12	717741,7153	4527850,607	5,5	27,78
2	13	717724,4068	4527870,319	2,75	36,18
2	14	717678,7652	4527841,481	1,47	29,19
2	15	717662,4659	4527815,297	4,78	44,37
2	16	717699,5641	4527788,112	4,79	26,17
2	17	717691,9765	4527737,984	7,18	34,25
2	18	717671,5182	4527692,666	46,82	2,76
2	19	717654,8038	4527646,813	0	0
2	20	717637,1683	4527605,867	0	0
2	21	717588,5188	4527590,563	0	0
2	20	717637,1683	4527605,867	0	0
2	8	717801,2909	4527725,822	0	0
2	18	717671,5182	4527692,666	46,82	2,76
2	9	717752,1104	4527717,969	0	0
2	11	717743,8989	4527800,945	3,14	4,82
2	12	717741,7153	4527850,607	5,5	27,78
2	14	717678,7652	4527841,481	1,47	29,19
2	10	717726,7853	4527753,78	0	0
2	13	717724,4068	4527870,319	2,75	36,18
2	15	717662,4659	4527815,297	4,78	44,37
2	16	717699,5641	4527788,112	4,79	26,17
2	17	717691,9765	4527737,984	7,18	34,25
2	19	717654,8038	4527646,813	0	0
2	21	717588,5188	4527590,563	0	0
2	1	717548,4824	4527584,948	0	0
2	2	717558,9993	4527635,04	0	0
2	3	717549,9915	4527599,272	3,1	40,95

Estrato	Segmento	X ETRS89 H31	Y ETRS89 H31	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	4	717529,8931	4527588,034	3,08	4,98
2	5	717497,7914	4527588,231	3,26	7,42
2	6	717481,9497	4527541,916	3,85	22,12
2	7	717446,8694	4527509,245	8,82	56,55
2	10	717451,8013	4527349,434	0	0
2	12	717490,9617	4527264,093	0	0
2	8	717414,0715	4527439,206	24,63	24,43

ANEXO 4. MAPAS INTERPOLADOS DE DENSIDAD Y BIOMASA

ANEXO 5. BOLETINES DE ENSAYO eDNA

TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla y Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO N°:	21016	
Procedencia:	Embalse de Gallipuéen	
Código de proyecto:	EC20012	

Recepción de muestras en el laboratorio

Fecha:	13/12/21
Técnico:	Laura Miralles
Nº Muestras:	9
Estado de las muestras:	Congelación
Almacenaje:	Congelación

Código de muestra	Chequeo
GAP21_E1PRO1_1	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1PRO1_2	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1PRO1_3	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1BEN1_1	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1BEN1_2	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1BEN1_3	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1PES5_1	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1PES5_2	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1PES5_3	<input checked="" type="checkbox"/>

TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla</i> y <i>Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO Nº:	21016	
Procedencia:	Embalse de Gallipuéen	
Código de proyecto:	EC20012	

Filtración de muestras de agua

Técnico:	Laura Miralles y Alexis Dorta
Almacenaje:	Congelación
Incidencias:	No

Muestras filtradas			
Código	Volumen (L)	Nº filtros	Fecha
GAP21_E1PRO1_1	1	2	14/12/21
GAP21_E1PRO1_2	1	2	14/12/21
GAP21_E1PRO1_3	1	2	14/12/21
GAP21_E1BEN1_1	1	2	14/12/21
GAP21_E1BEN1_2	1	2	14/12/21
GAP21_E1BEN1_3	1	2	14/12/21
GAP21_E1PES5_1	1	2	14/12/21
GAP21_E1PES5_2	1	2	14/12/21
GAP21_E1PES5_3	1	2	14/12/21
Control filtración	1	1	14/12/21

TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla y Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO Nº:	21016	
Procedencia:	Embalse de Gallipuéen	
Código de proyecto:	EC20012	

Extracción de ADN

Fecha:	17-mar
Técnico:	Laura Miralles
Método de extracción:	Kit Qiagen
Número de muestras:	10
Incidencias:	No

Muestras extraídas		
Código	Volumen (mL)	Quality Check
GAP21_E1PRO1_1	100	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1PRO1_2	100	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1PRO1_3	100	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1BEN1_1	100	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1BEN1_2	100	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1BEN1_3	100	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1PES5_1	100	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1PES5_2	100	<input checked="" type="checkbox"/>
GAP21_E1PES5_3	100	<input checked="" type="checkbox"/>
Control filtración	100	<input checked="" type="checkbox"/>

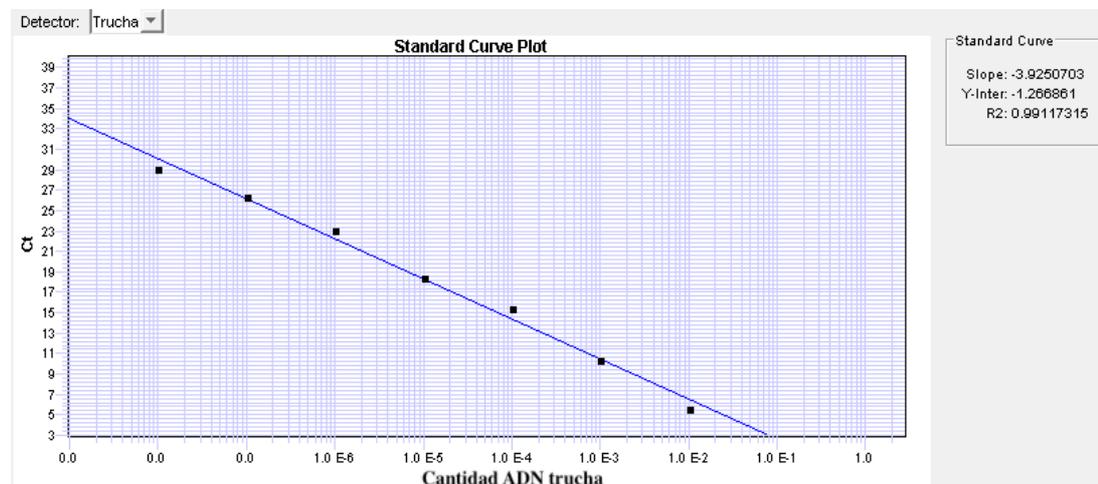
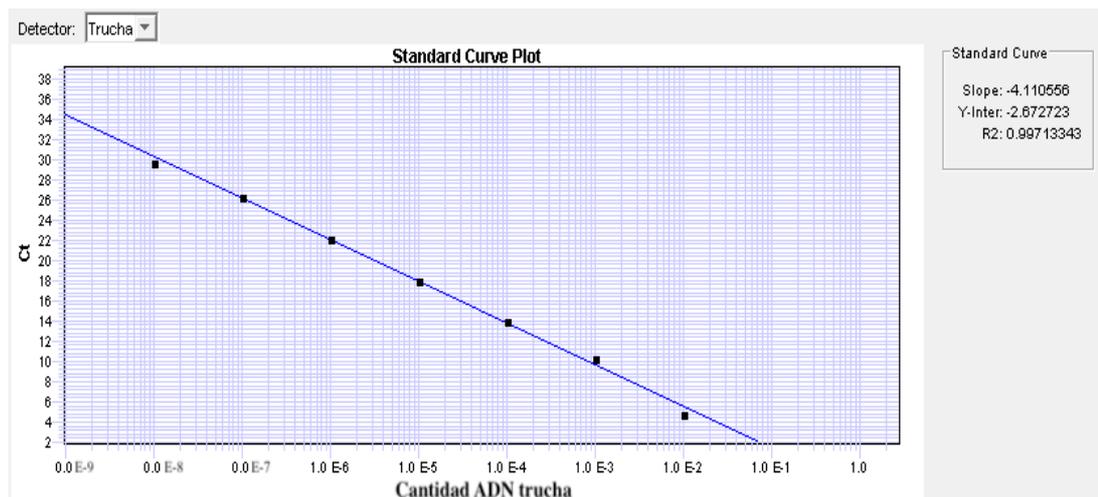
TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla</i> y <i>Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO N°:	21016	
Procedencia:	Embalse de Gallipuéen	
Código de proyecto:	EC20012	

Detección por PCR

Técnico:	Laura Miralles
Incidencias:	No

Salmo trutta

	1º Amplif.	2º Amplif.
Máquina PCR:	HT7900 Real Time	HT7900 Real Time
R2:	0,997	0,991
Recta - Pendiente:	-4,111	-3,925
Recta - Intercepto	-2,673	-1,267
Conservación:	congelación	congelación



TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla</i> y <i>Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO Nº:	21016	
Procedencia:	Embalse de Gallipuéen	
Código de proyecto:	EC20012	

Resultados

Código	Detección	Detección	Detección
GAP21_E1PRO1_1	-	-	-
GAP21_E1PRO1_2	-	-	-
GAP21_E1PRO1_3	-	-	-
GAP21_E1BEN1_1	-	-	-
GAP21_E1BEN1_2	-	-	-
GAP21_E1BEN1_3	-	-	-
GAP21_E1PES5_1	-	-	-
GAP21_E1PES5_2	-	-	-
GAP21_E1PES5_3	-	-	-
Control negativo filtración	-	-	-
Cotrol negativo extracción	-	-	-
Control negativo PCR	-	-	-
Control positivo PCR	+	+	+

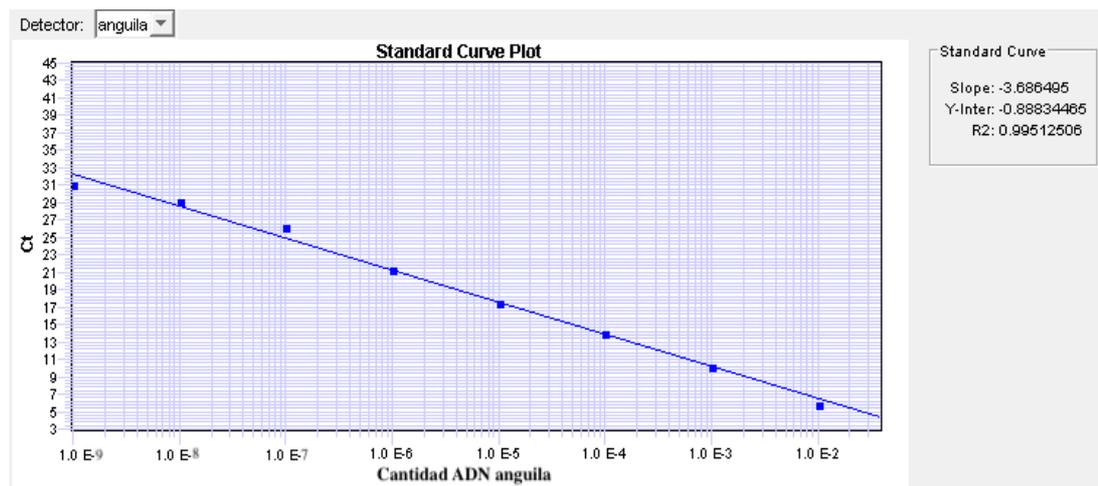
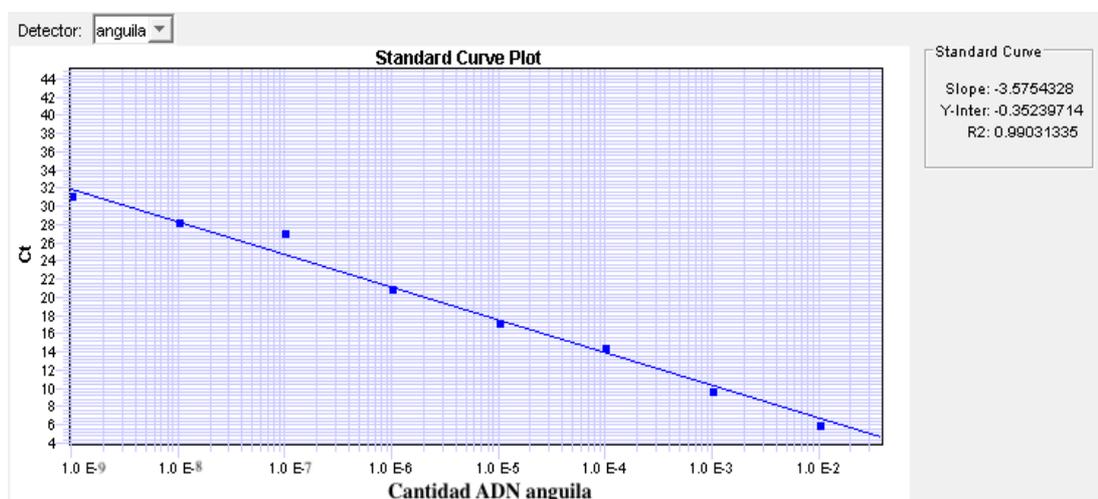
Conclusión

No se ha detectado la presencia de trucha (*Salmo trutta*) en ninguna muestra del embalse.

TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla</i> y <i>Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO Nº:	21016	
Procedencia:	Embalse de Gallipuéen	
Código de proyecto:	EC20012	

Anguilla anguilla

	1º Amplif.	2º Amplif.
Máquina PCR:	HT7900 Real Time	HT7900 Real Time
R2:	0,99	0,995
Recta - Pendiente:	-3,575	-3,686
Recta - Intercepto	-0,353	-0,888
Conservación:	congelación	congelación



TIPO DE ENSAYO:	eDNA	CLIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
ESPECIE:	<i>Anguilla anguilla</i> y <i>Salmo trutta</i>	
INFORME DE ENSAYO Nº:	21016	
Procedencia:	Embalse de Gallipuéen	
Código de proyecto:	EC20012	

Resultados

Código	Detección	Detección	Detección
GAP21_E1PRO1_1	-	-	-
GAP21_E1PRO1_2	-	-	-
GAP21_E1PRO1_3	-	-	-
GAP21_E1BEN1_1	-	-	-
GAP21_E1BEN1_2	-	-	-
GAP21_E1BEN1_3	-	-	-
GAP21_E1PES5_1	-	-	-
GAP21_E1PES5_2	-	-	-
GAP21_E1PES5_3	-	-	-
Control negativo filtración	-	-	-
Cotrol negativo extracción	-	-	-
Control negativo PCR	-	-	-
Control positivo PCR	+	+	+

Conclusión

No se ha detectado la presencia de anguila (*Anguilla anguilla*) en ninguna muestra del embalse.