



## ESTUDIO DE LA POBLACIÓN PISCÍCOLA EN TRES EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO, EN CUMPLIMIENTO DE LA DMA PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

### TOMO 2. EMBALSE DE TALARN

EXPEDIENTE: 074/11 - SNS

REF. INTERNA: EC11006-IF



Zaragoza, 29 de febrero de 2011





ESTUDIO DE LA POBLACIÓN PISCÍCOLA EN TRES EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO, EN  
CUMPLIMIENTO DE LA DMA PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

TOMO 2. EMBALSE DE TALARN

**Dirección (Confederación Hidrográfica del Ebro)**

Concha Durán Lalaguna

María José Rodríguez Pérez

**Autores (Ecohydros SL)**

Agustín Monteoliva Herreras

Gonzalo Alonso de Santocildes Marañón

Alberto Criado Delgado







ESTUDIO DE LA POBLACIÓN PISCÍCOLA EN TRES EMBALSES DE LA CUENCA DEL EBRO, EN  
CUMPLIMIENTO DE LA DMA PARA LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

TOMO 2. EMBALSE DE TALARN

ÍNDICE

1	RESUMEN.....	1
2	INTRODUCCIÓN.....	3
2.1	Estudio cuantitativo de la fauna íctica.....	4
3	ÁMBITO DEL ESTUDIO.....	6
3.1	Caracterización físico-química del embalse. Perfiles verticales.....	8
4	METODOLOGÍA.....	10
4.1	Diseño del muestreo.....	11
4.2	Muestreos remotos: Hidroacústica.....	11
4.2.1	Prospección hidroacústica.....	11
4.2.2	Procesado de datos acústicos.....	13
4.3	Muestreos directos de pesca.....	14
4.3.1	Redes agalleras multipaño.....	14
4.3.2	Pesca eléctrica desde embarcación.....	15
4.4	Interpolado espacial y estimaciones globales.....	16
5	RESULTADOS.....	18
5.1	Sondeo hidroacústico: Densidades.....	18
5.1.1	Comparativa con otros embalses del Ebro.....	22
5.2	Muestreos directos: Composición y biomasa específica.....	22
5.2.1	Especies presentes en el embalse.....	23
5.2.2	Composición y distribución de especies.....	24
5.2.2.1	Capturas con redes.....	24





5.2.2.2	Resultados de la pesca eléctrica .....	27
<b>5.3</b>	<b>Biomasa</b> .....	<b>29</b>
5.3.1	Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro .....	31
<b>5.4</b>	<b>Densidad y biomasa por especies</b> .....	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>APROXIMACIÓN AL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE BASADO EN PECES</b> .....	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>GLOSARIO</b> .....	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>39</b>

### Relación de Figuras

Figura 1.	Vista general del embalse de Talarn durante la campaña de muestreo .....	5
Figura 2.	Ubicación del embalse de Talarn .....	6
Figura 3.	Variación del volumen de agua embalsado desde octubre de 2010 a febrero de 2012 (Hm <sup>3</sup> ) .....	7
Figura 4.	Perfiles de temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y pH en el momento del muestreo .....	8
Figura 5.	Esquema del método de censado de poblaciones ícticas en un embalse .....	10
Figura 6.	Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico .....	12
Figura 7:	Red calada (izq.) y peces capturados (dcha.) .....	15
Figura 8.	Recorridos de sondeo hidroacústico .....	18
Figura 9:	Distribución de frecuencias de densidad (ind/dam <sup>3</sup> ), estimada mediante ecosondeo .....	19
Figura 10.	Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad piscícola. Cada punto representa una celda de 50m de longitud .....	21
Figura 11.	Comparación de la densidad con otros embalses de la cuenca del Ebro .....	22
Figura 12.	Ubicación de las redes y recorridos de pesca eléctrica .....	24
Figura 13.	Composición de la asociación obtenida mediante redes .....	26
Figura 14.	Histograma de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm .....	27
Figura 15.	Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica .....	28





Figura 16. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa piscícola ..... 30

Figura 17. Comparación de la biomasa con otros embalse de la cuenca del Ebro ..... 31

### Relación de Tablas

Tabla 1. Caracterización del perfil de parámetros físico químicos ..... 8

Tabla 2: Descripción de las redes de muestreo empleadas ..... 14

Tabla 3: Caracterización de los estratos de profundidad definidos ..... 17

Tabla 4. Densidad de peces (ind/dam<sup>3</sup>) por estratos, estimada mediante acústica ..... 19

Tabla 5. Especies presentes en el embalse ..... 23

Tabla 6: Resultados de las pescas con red por especies ..... 25

Tabla 7: Resultados de la pesca eléctrica por especies ..... 28

Tabla 8. Biomasa de peces por estratos (g/m<sup>2</sup>) estimada mediante acústica ..... 29

Tabla 9. Densidades (ind/dam<sup>3</sup>) y biomasa (g/m<sup>2</sup>) por especie ..... 32

### Relación de ANEJOS

ANEJO I. FICHAS DE ESPECIES PRESENTES ..... A

ANEJO II. RESULTADO DE LAS PESCAS ..... B

ANEJO III. RESULTADOS DE HIDROACÚSTICA POR CELDAS ..... C

ANEJO IV. MAPAS ..... D









## 1 RESUMEN

En el presente trabajo se han caracterizado las poblaciones de peces del embalse de Talarn-Tremp o San Antonio, situado en el río Noguera-Pallaresa, en los términos municipales de la Poblade Segur, Conca de Dalt, Salàs de Pallars, Isona y Talarn, en la provincia de Lleida.

Para ello se ha empleado una combinación de técnicas hidroacústicas y de muestreo directo mediante redes científicas, según define la norma CEN 14.757:2.005. Mediante las primeras se ha estimado la densidad de peces, así como su distribución dentro del embalse y el muestreo directo ha servido para caracterizar la composición de especies y la estructura de tallas de cada una de ellas. La combinación de ambos resultados ha permitido obtener también la estimación y distribución de biomasa por especie en el embalse.

Se ha encontrado una única especie autóctona, el barbo de graells (*Barbus graellsii*) y cuatro alóctonas: black bass (*Micropterus salmoides*), brema blanca (*Blicca bjoerkna*), carpa común (*Cyprinus carpio*) y lucioperca (*Sander Lucioperca*).

La asociación de peces está dominada, en cuanto a la abundancia, por dos especies alóctonas: brema blanca (81%) y lucioperca (12%) cuya contribución a la biomasa piscícola (48 y 22%, respectivamente) también es alta. Estas especies, junto a la carpa común (26%), suponen la mayor parte de la biomasa de peces en este embalse.

La asociación de las zonas litorales difiere ligeramente de la de las aguas libres, con mayor importancia relativa de la lucioperca, el black bass y el barbo. Esta última especie domina en biomasa los hábitats litorales (54%) porque está representada por individuos de gran talla, lo que indica un envejecimiento de las poblaciones provocado probablemente por la presión que la lucioperca puede ejercer sobre las tallas menores.

La densidad media de peces, estimada mediante la interpolación en celdas de 50 m, es de 2,04 individuos/dam<sup>3</sup>, que representa un valor moderadamente bajo. En términos de abundancia absoluta se estima una población de 178.000 individuos.

La biomasa piscícola estimada en el embalse de Talarn es de 5,12 g/m<sup>2</sup>, que es un valor medio-alto propio de sistemas de productividad mayor que el embalse de Talarn, y que se explica por la dominancia de especies alóctonas muy adaptadas a sistemas lénticos (brema) y





de un gran depredador, también alóctono (lucioperca). La biomasa absoluta obtenida (*Standing stock*) es de 30 t.

Los valores máximos de densidad se encuentran en el estrato intermedio (5-15 m) y en sector de cola del estrato más superficial (0-5m). La capa inferior (> 15 m) presenta una densidad considerable, a pesar de las deficientes condiciones de oxigenación. La biomasa de peces es más alta en la zona profunda (estrato inferior) por la contribución de carpas y bremas de gran tamaño, y también en la cola del embalse (estrato superior o superficial), asociada en este caso a la presencia de grandes barbos.

Si bien no se dispone todavía de un sistema oficialmente aprobado de evaluación del potencial ecológico basado en el indicador peces, la dominancia de especies alóctonas, especialmente de un depredador alóctono como es la lucioperca, supone una significativa alteración del ecosistema, que supondría un alejamiento del buen potencial ecológico.





## 2 INTRODUCCIÓN

En el presente informe se recogen los trabajos relativos al embalse de Talarn dentro de la "Asistencia Técnica para el Estudio de la Población Piscícola en tres Embalses de la Cuenca del Ebro, en Cumplimiento de la DMA para la Determinación del Potencial Ecológico" (en adelante el Estudio) adjudicado a Ecohydros, S.L. por la Confederación Hidrográfica del Ebro (en adelante, CHE).

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 científica ya contempla los métodos acústicos como un medio 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, desde el zooplancton a los peces. De hecho, existe ya un cuerpo de conocimiento y tecnología muy desarrollados y con cierta tradición, si bien es cierto que su correcta aplicación depende de una formación técnica altamente especializada.

En lo referente a su aplicación en estudios censales y de dinámica poblacional de los peces, está relativamente extendida en ambientes marinos pero no tanto en aguas continentales, debido en gran medida a que su incremento en portabilidad no ha migrado a este tipo de aplicaciones con la misma celeridad que la evolución tecnológica que lo ha permitido.

La CHE es consciente de la oportunidad que representa la adaptación y aplicación de estas técnicas a las masas de aguas continentales, para mejorar la cantidad y calidad de la información disponible en la optimización de la gestión de los ecosistemas acuáticos no vadeables, es decir, no accesibles a las técnicas directas de muestreo, razón por la que ha promovido el presente estudio.





Desde la CHE se pretende mediante esta asistencia técnica explorar y, en su caso, explotar los beneficios que ofrece este tipo de técnicas prospectivas en cuanto al control y gestión de los ecosistemas acuáticos, en lo que es una expresión más de la vocación de aspirar a las mejores técnicas disponibles, como estrategia para optimizar el rendimiento en sus obligaciones competenciales relativas a la gestión de la calidad de las aguas. Este trabajo contribuye también a ampliar y consolidar un banco de datos cuantitativo sobre el elemento biológico peces en los embalses de la cuenca hidrográfica del Ebro, que en el futuro permitirá desarrollar un procedimiento de evaluación extensivo del potencial ecológico basado en este indicador.

Este informe recoge la descripción de los métodos aplicados, así como los resultados obtenidos. El informe consta de una Memoria con sus respectivos ANEXOS, en los que se facilitan *in extenso* los datos que dan lugar las estimaciones sintéticas, tanto en forma de fichas y tablas alfanuméricas como en forma de mapas, según proceda. Se acompaña además de un CD en el que se facilitan los documentos y datos en formato electrónico.

## 2.1 Estudio cuantitativo de la fauna íctica

La fauna piscícola 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.

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 bien sabido además, que la Directiva Marco del Agua prescribe el uso de indicadores de composición y abundancia en diferentes elementos biológicos, incluyendo los peces, para los que además se requiere una estimación de la estructura de tallas.

Sin embargo, en nuestro país se está obviando ese requerimiento, sobre todo en el caso de las masas de agua profundas, como lagos, embalses y ríos de orden alto (tramos bajos). Esto se ha





debido, al menos en parte, a la aceptación infundada de una impresión generalizada de que se requieren técnicas muy sofisticadas y costosas para obtener esa información.

Mediante el presente estudio, se pretende evaluar las poblaciones de peces en los embalses de Yesa, Talarn y Sobrón, al tiempo que se somete a contraste el rendimiento de las técnicas hidroacústicas combinadas con muestreos directos de verificación, como futura metodología de aplicación en las masas de agua no vadeables para evaluar su estado (potencial) ecológico en función del elemento bioindicador que representa la fauna íctica en el contexto de la Directiva Marco del Agua.



Figura 1. Vista del embalse de Talarn durante la campaña de muestreo





### 3 ÁMBITO DEL ESTUDIO

El embalse de Talarn-Tremp o San Antonio se localiza en el río Noguera-Pallaresa, en los términos municipales de la Pobla de Segur, Conca de Dalt, Salàs de Pallars, Isona y Talarn, en la provincia de Lleida. Se sitúa a una altitud de 420 m sobre el nivel del mar y presenta una capacidad máxima de 205 hm<sup>3</sup>.

En la figura 2 se muestra un mapa con la ubicación del embalse.



Figura 2. Ubicación del embalse de Talarn en la cuenca hidrográfica del Ebro

El uso principal del embalse es la producción hidroeléctrica (su titular es Endesa) y el riego. En lo referente a los usos lúdicos, los principales son la navegación, el baño y la pesca deportiva.



Está permitida la pesca durante todo el año y las principales especies objeto de pesca son la lucioperca y los ciprínidos.

Se trata de un embalse monomítico, calcáreo de zonas no húmedas, pertenecientes a ríos de la red principal, lo que lo sitúa en el tipo 11, según los criterios del CEDEX (2005).

En lo que respecta al estado trófico, ha sido clasificado como oligotrófico y con potencial ecológico óptimo, según el Informe de Situación del año 2010 del CEMAS (CHE, 2011).

En el momento del muestreo (septiembre de 2011), el embalse se encontraba aproximadamente al 66 % de su capacidad máxima, pero no en niveles mínimos anuales todavía. De esta manera, se muestreó una superficie aproximada de 586 ha de las 927 ha posibles a máxima capacidad.

En el gráfico siguiente se muestra la variación de volumen del año hidrológico 2011 y parte del 2012. Se han señalado en rojo las fechas de muestreo. (Fuente: SAIH Ebro)

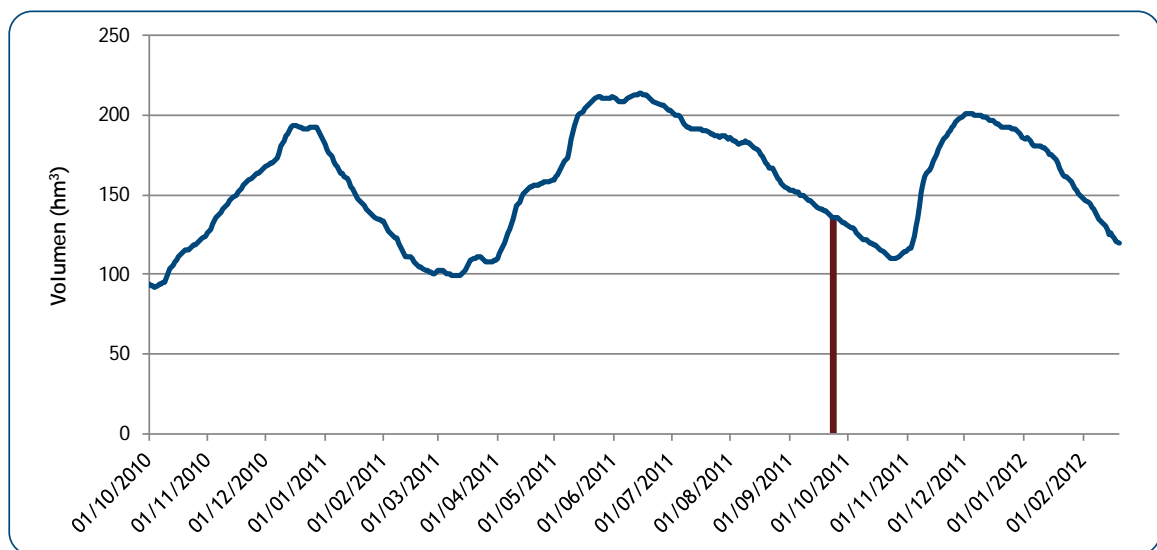


Figura 3. Variación del volumen de agua embalsado desde octubre de 2010 a febrero de 2012 (Hm<sup>3</sup>)

Se aprecian variaciones importantes del volumen embalsado, con diferencias máximas de 120 Hm<sup>3</sup> en el periodo considerado, y dos periodos anuales de llenado, uno invernal y otro primaveral.





### 3.1 Caracterización físico-química del embalse. Perfiles verticales

Para orientar la definición de macrohábitats y establecer la velocidad real del sonido en el agua (parámetro fundamental para el ecosondeo), se realizó en la zona de máxima profundidad un perfil vertical de temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y pH. Así mismo se midió la penetración de la luz mediante disco de Secchi. En la tabla y gráficos siguientes se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 1. Caracterización del perfil de parámetros físico químicos

Temperatura ambiente (°C)	Profundidad (m)	Disco de Secchi (m)	Capa fótica (m)
20	46,0	4	10,8

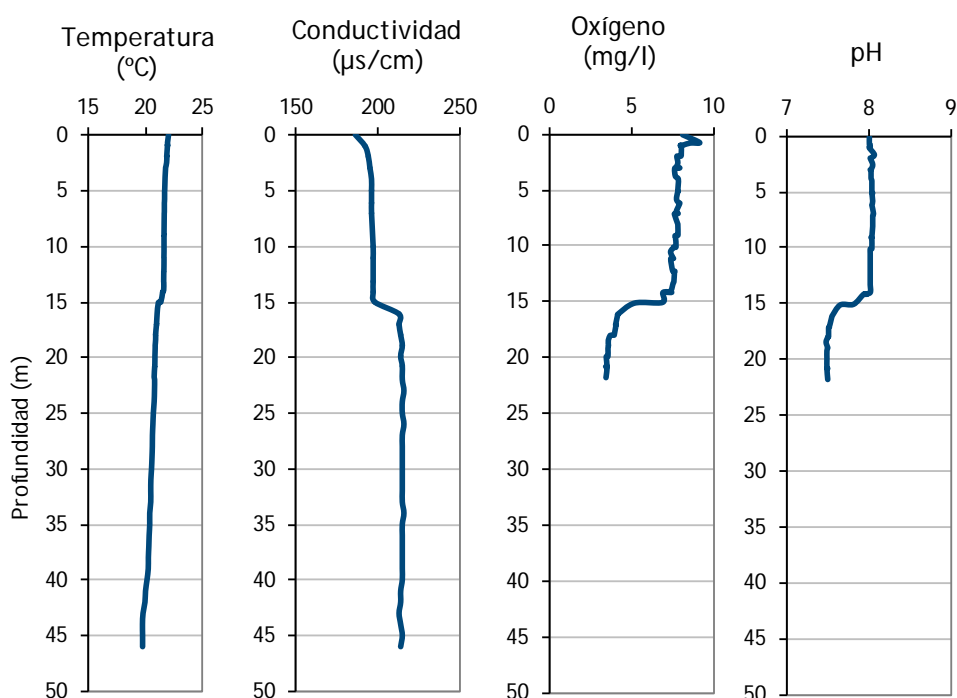


Figura 4. Perfiles de temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y pH en el momento del muestreo

No se observa una estratificación térmica muy definida, lo que indica que nos encontramos al comienzo del periodo de mezcla. Esta estratificación sí se hace más patente, en torno a los 15 metros, en el resto de parámetros. Las condiciones de oxigenación empeoran drásticamente a







esa profundidad, a partir de la cual se mantienen a bajos niveles pero no limitantes para algunas especies tolerantes como carpas o bremas. El pH muestra un ligero descenso y la conductividad un pequeño aumento.





## 4 METODOLOGÍA

Se ha aplicado un procedimiento de muestreo sistemático mediante ecosondeo vertical y horizontal, combinándolo 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 5, 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.

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

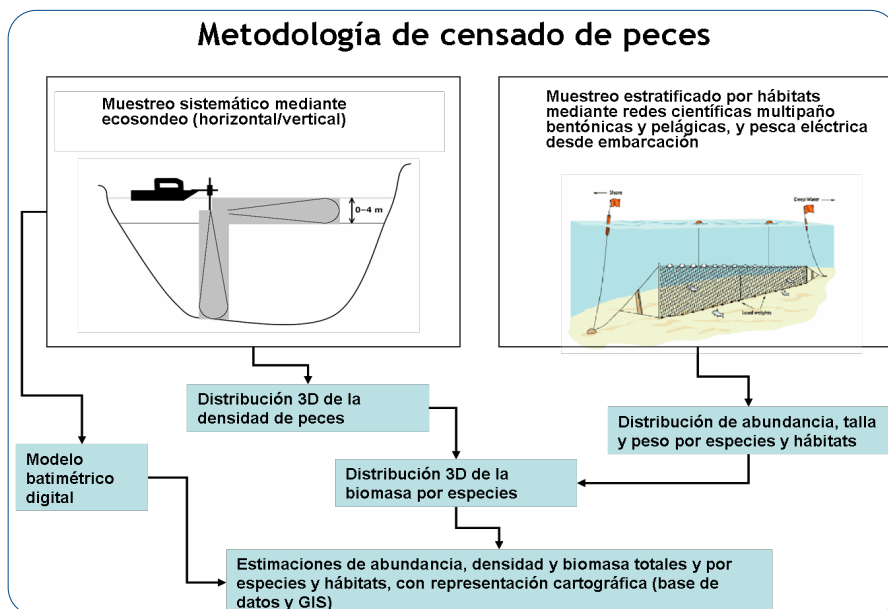


Figura 5. Esquema del método de censo de poblaciones ícticas en un embalse





## 4.1 Diseño del muestreo

Se ha optado por una distribución sistemática en *zig-zag* de los transectos de muestreo acústico, con una separación variable entre 50 y 100 m.

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

## 4.2 Muestreos remotos: Hidroacústica

### 4.2.1 Prospección hidroacústica

El equipo utilizado es una ecosonda científica BioSonics DTX, con un transductor elíptico digital de haz partido de 430 kHz en posición horizontal y un transductor digital de haz partido de 200 kHz en posición vertical. 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.



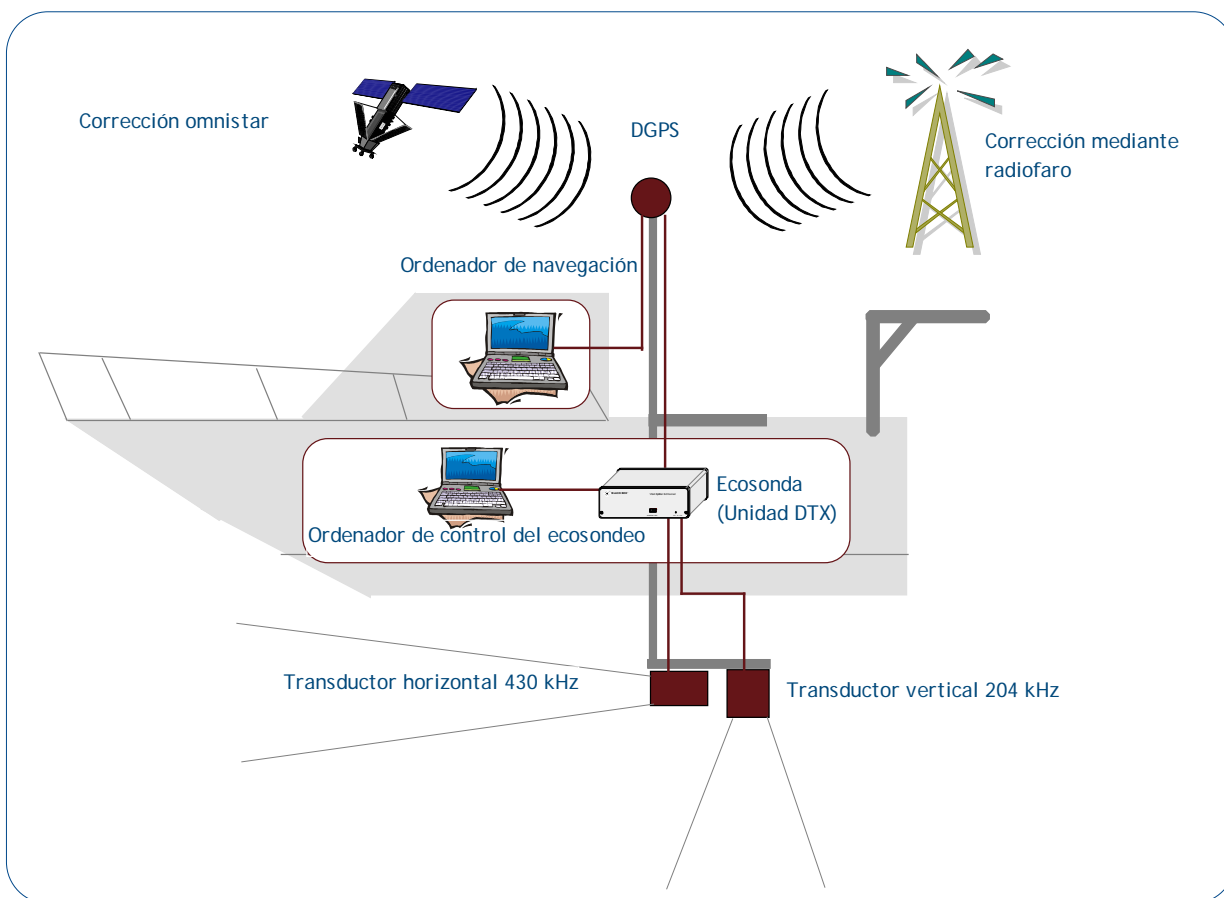


Figura 6. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico

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.

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.

#### 4.2.2 Procesado de datos acústicos

Se ha empleado una combinación de las técnicas de ecoconteo y eointegración. La técnica del ecoconteo permite, para cada ping o muestra, catalogar cada señal como blanco (pez) y estimar su intensidad acústica, mientras que en el caso de la eointegración, 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.

Los datos acústicos brutos han sido corregidos mediante la función TVG (ganancia cronovariante) específica para ecoconteo (40LogR) y para eointegración (20LogR), según el caso. Una vez clasificadas todas las señales de peces en los ecogramas, se almacenan junto a su posición y características estadísticas, incluyendo la intensidad acústica media, compensada en función de la posición del blanco en el espacio tridimensional formado por el haz acústico.

A partir de estos blancos verificados y corregidos, se ha aplicado un análisis para la evaluación de la densidad y biomasa de peces, basado en el recuento (ecoconteo) de blancos clasificados en intervalos de análisis definidos o eointegración en el caso del estrato superior.

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, 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 sección transversal (*backscattering cross section*) utilizando regresiones *ad hoc* (Kubecka et al., 2009).





## 4.3 Muestreos directos de pesca

### 4.3.1 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* 2.000:1), desarrolladas por el *Nordic Freshwater Fish Group* y que constituye un estándar internacional (EN 14.757:2.005).

Constan estas redes de 11, 12 o 16 paños agalleros de luz creciente, que va desde 5 hasta 55 mm, en una longitud total de 27,5 m, 30 m o 40 m de largo y de 1,5 o 6 m de alto. El 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 igual 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 cala, 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 media y en superficie.

Tabla 2: Descripción de las redes de muestreo empleadas

	Número de paños x longitud (m)	Luz de malla (mm)	Long x altura (m)	Esfuerzo respecto a estándar
12 x 1,5	12 x 2,5 m	5 - 55	30 x 1,5	1
12 x 6	11 x 2,5 m	6,25 - 55	27,5 x 6	3,66
16 x 1,5	16 x 2,5 m	5 - 135	40 x 1,5	1,33
16 x 6	15 x 2,5 m	6,25 - 135	37,5 x 6	5
4 x 1,5	4 x 10 m	70 - 135	40 x 1,5	1,33
4 x 6	4 x 10 m	70 - 135	40 x 6	5,33

La unidad estándar de esfuerzo de pesca está constituida por una red de 12 paños y 1,5 m de altura (45 m<sup>2</sup>), calada durante 12 h. El esfuerzo de muestreo se ha repartido geográficamente



siguiendo una previsión de hábitats o, como se suelen denominar en este tipo de trabajos, “polos de atracción”. Esto responde a un planteamiento estratificado más que sistemático.

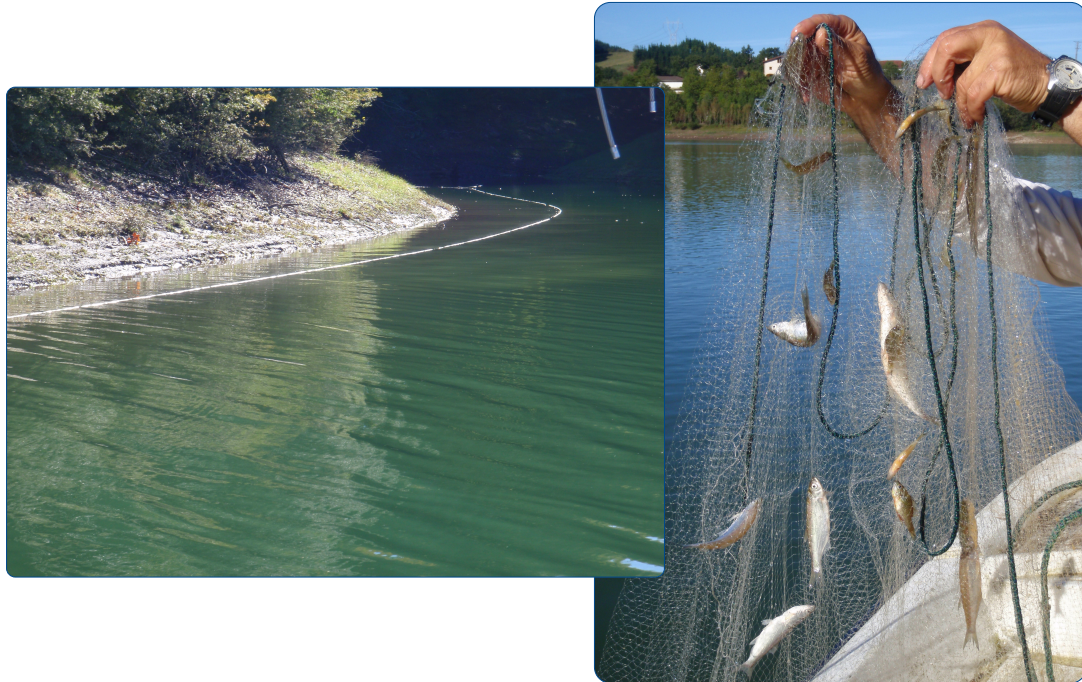


Figura 7: Red calada (izq.) y peces capturados (dcha.)

#### 4.3.2 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 propulsada por un motor de cuatro tiempos de 13 CV, 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 (13kW). 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. Para el cálculo de capturas por unidad de esfuerzo, la unidad estándar de esfuerzo es de 100 metros de orilla. Los muestreos de pesca eléctrica se realizan durante la noche.

#### 4.4 Interpolado espacial y estimaciones globales

Para presentar los resultados obtenidos, todas las posiciones contenidas en los ficheros tienen que convertirse a UTM en datum ED50 Huso 31. Todos los mapas e ilustraciones que se incluyen en el presente Estudio se han orientado 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 geoestadísticos ajustados *ex profeso* siguiendo las buenas prácticas en investigaciones de pesquerías (los mapas con este tipo de información espacialmente distribuida se presentan en el ANEJO IV).

Para cada celda, se obtiene la densidad en ind/dam<sup>3</sup> y la biomasa en g/m<sup>2</sup> (aplicando la relación longitud/peso de las capturas) así como la distribución de tallas de los peces detectados.

En el embalse de Talarn se ha considerado un único sector que a su vez se divide en tres estratos verticales.

En los mapas del ANEJO IV, se ha empleado la nomenclatura internacional para designar a cada uno de los estratos verticales en la zona de aguas libres:

- *Upper Open Water* (UOW): Estrato superior
- *Middle Open Water* (MOW): Estrato medio
- *Lower Open Water* (LOW): Estrato inferior







En la tabla siguiente se presentan los diferentes estratos considerados y sus características de profundidad, volumen y superficie.

Tabla 3: Caracterización de los estratos de profundidad definidos

Estrato	Haz	Límites	Volumen (hm <sup>3</sup> )	Superficie (ha)
UOW	Horizontal	0 a -5	26,93	585,74
MOW	Vertical	-5 a -15	38,76	488,72
LOW	Vertical	-15 a -50	21,60	276,1





## 5 RESULTADOS

### 5.1 Sondeo hidroacústico: Densidades

Los recorridos móviles de ecosondeo han cubierto una longitud total de 29 km (con dos transductores), lo que supone un valor del índice de cobertura ( $D_a$ ) de 24. Los recorridos completos sobre el mapa batimétrico, se presentan en la siguiente figura.

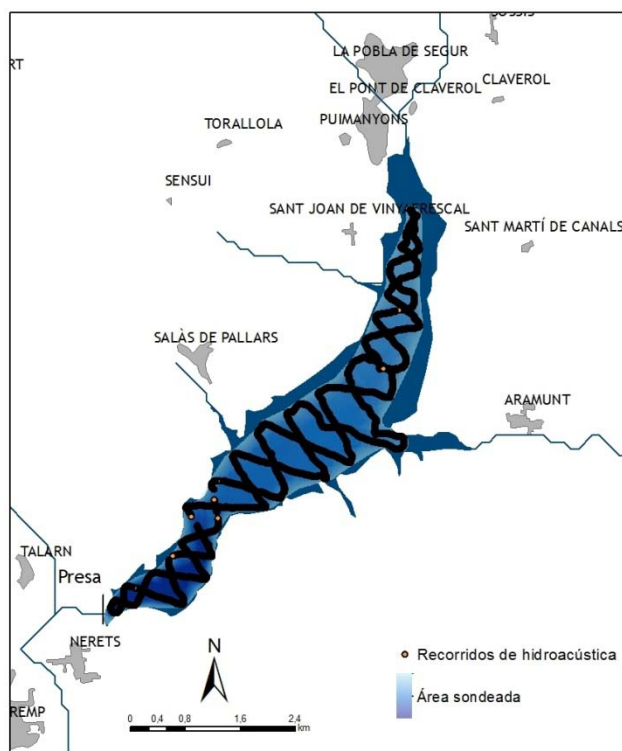


Figura 8. Recorridos de sondeo hidroacústico

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 de peces. En el ANEJO III se presenta un listado completo de estas celdas de análisis, detallando sus coordenadas, estrato, densidad y biomasa.

En el gráfico y tabla siguientes se representan la distribución de frecuencias de los valores de densidad, obtenidos a partir de los rastros, y los estadísticos descriptivos correspondientes,





tanto para el ecosondeo horizontal como para el vertical. La densidad se ha expresado en individuos por decámetro cúbico (=1.000 m<sup>3</sup>).

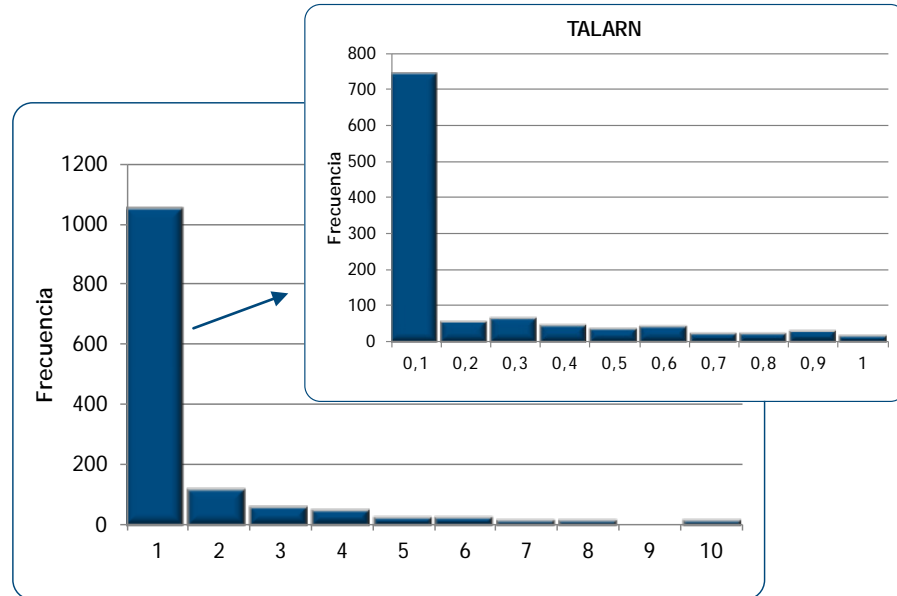


Figura 9: Distribución de frecuencias de densidad (ind/dam<sup>3</sup>), estimada mediante ecosondeo

Tabla 4. Densidad de peces (ind/dam<sup>3</sup>) por estratos, estimada mediante acústica

Estrato	Densidad media (ind/dam <sup>3</sup> )	Densidad máxima (ind/dam <sup>3</sup> )	Número de casos	Número de casos con valor 0	Desviación típica
1	0,90	129	585	196	6,09
2	2,70	106	519	309	9,31
3	2,29	19	308	63	3,13

Estos valores medios se han ponderado con el volumen de cada estrato y sector (tabla 3), para obtener una densidad total del embalse de 2,045 ind/dam<sup>3</sup>.

La distribución espacial de la densidad piscícola se presenta interpolada en las láminas 1 a 3 (ANEJO IV) para los tres estratos considerados.

En la figura 10 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 han utilizado como valores de corte la mitad de la densidad media, la densidad media y el doble de la misma.





Es posible apreciar que las mayores concentraciones de peces del embalse se encuentran en la capa intermedia (MOW, de 5 a 15 metros) y en concreto en la zona de cola, donde también aparecen las mayores concentraciones de la capa superior (UOW, de 0 a 5 metros). La capa inferior (LOW, <15 m) muestra una densidad media incluso mayor que la de la capa superficial, a pesar de las deficientes condiciones de oxigenación. La zona de mayor concentración de peces de ese estrato se encuentra en el cuerpo central, ligeramente alejado de la zona de presa.



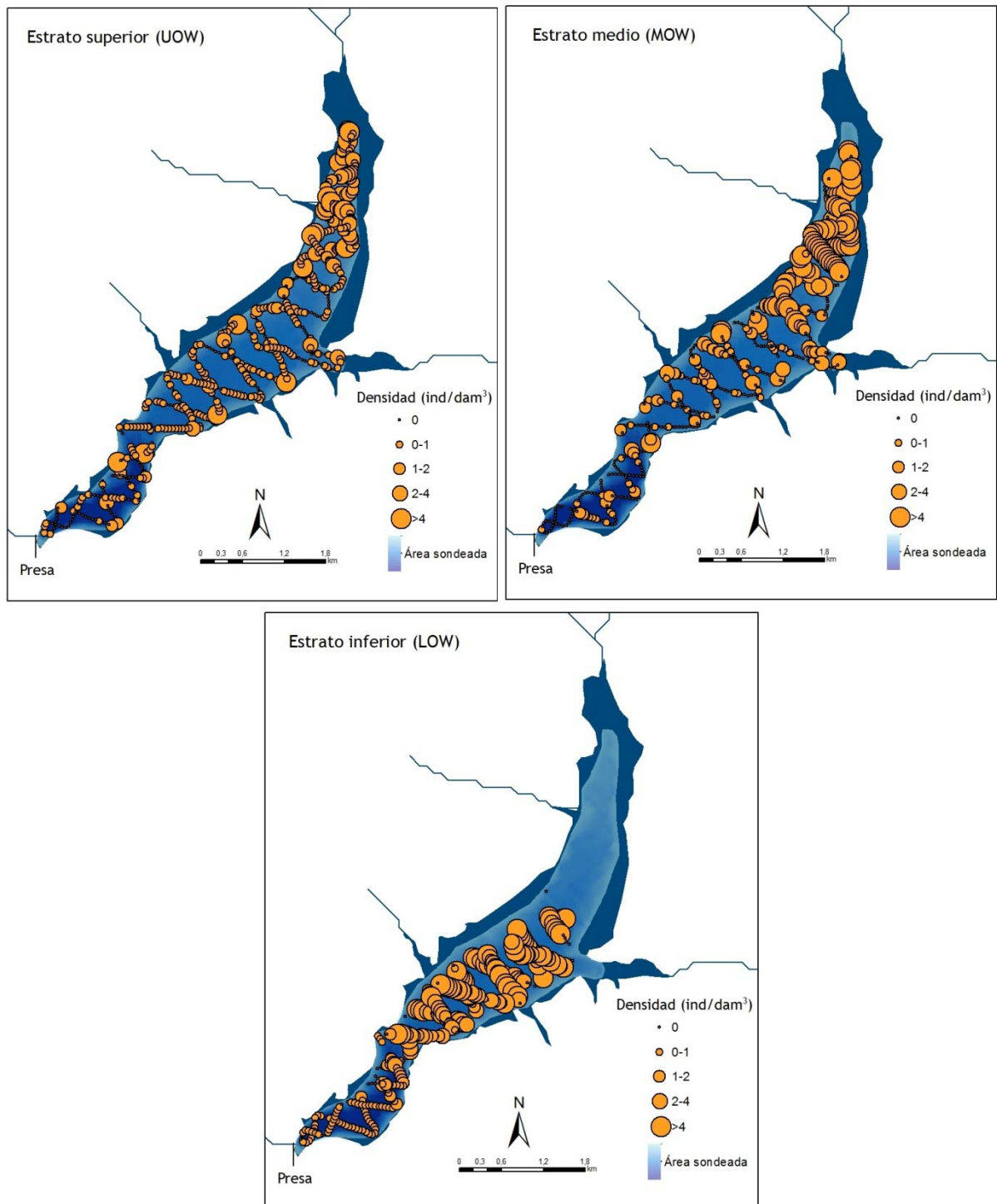


Figura 10. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad piscícola. Cada punto representa una celda de 50m de longitud





### 5.1.1 Comparativa con otros embalses del Ebro

En el diagrama de barras siguiente se presentan los resultados de densidad obtenidos en Talarn 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 (casos disponibles).

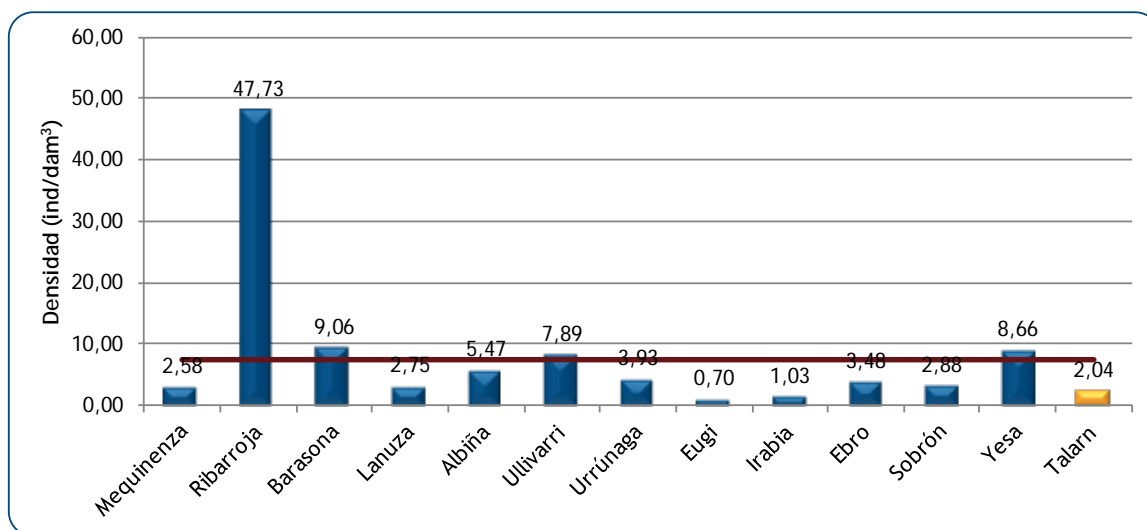


Figura 11. Comparación de la densidad con otros embalses de la cuenca del Ebro

Se constata que este valor está en el rango bajo de densidad de peces de los embalses de la cuenca del Ebro para los que se dispone de cuantificaciones realizadas con técnicas comparables.

## 5.2 Muestreos directos: Composición y biomasa específica

Los muestreos directos se han realizado mediante la 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.

Los detalles de cada una de las pescas se han recogido en fichas de campo. En estas fichas, facilitadas en el ANEJO II, se detallan los datos relativos a cada muestreo, así como un resumen de las capturas en las que se incluyen los siguientes valores por especie y totales:



- **Capturas por unidad de esfuerzo (CPUE)**, es decir, el número de ejemplares acumulado estandarizado a 12 h de pesca y 45 m<sup>2</sup> de red multipaño (red bentónica) o bien, en caso de tratarse de pesca eléctrica, número de ejemplares capturado por 100 m de orilla recorridos.
- **Biomasa por unidad de esfuerzo (BPUE)**, es decir, el peso acumulado estandarizado a 12 h de pesca y 45 m<sup>2</sup> de red multipaño (red bentónica), o bien, en caso de tratarse de pesca eléctrica, peso total de los ejemplares capturado por 100 m de orilla recorridos.

### 5.2.1 Especies presentes en el embalse

En este apartado, se presentan las especies encontradas en los muestreos. En el ANEJO I, se presenta una ficha descriptiva por especie en la que se incluye una breve descripción, una fotografía, un histograma de frecuencias por clases de talla de 5 mm y un mapa en el que se representa el % de CPUE en las diferentes redes. (Descripciones de Doadrio, 2001; CHE, 2009; fishbase.org y wikipedia. Fotografías de Ecohydros SL).

En la siguiente tabla se enumeran todas las especies capturadas y se indica su carácter autóctono o alóctono:

Tabla 5. Especies presentes en el embalse

Nombre común	Nombre científico	Autóctono/alóctono
Barbo de Graells	<i>Barbus graellsii</i>	Autóctono
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	Alóctono
Brema blanca	<i>Blicca bjoerkna</i>	Alóctono
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	Alóctono (anterior a 1900)
Lucioperca	<i>Sander Lucioperca</i>	Alóctono





## 5.2.2 Composición y distribución de especies

### 5.2.2.1 Capturas con redes

El total de capturas con redes fue de 245 peces con un peso total de 40,4 kg, lo que supone 167 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y 29,3 kg de Biomasa por unidad de esfuerzo. Se emplearon un total de 13 redes en 191 horas de pesca (26,4 unidades de esfuerzo). La ubicación de las redes de muestreo, junto a los recorridos de pesca eléctrica, se refleja en la figura siguiente:

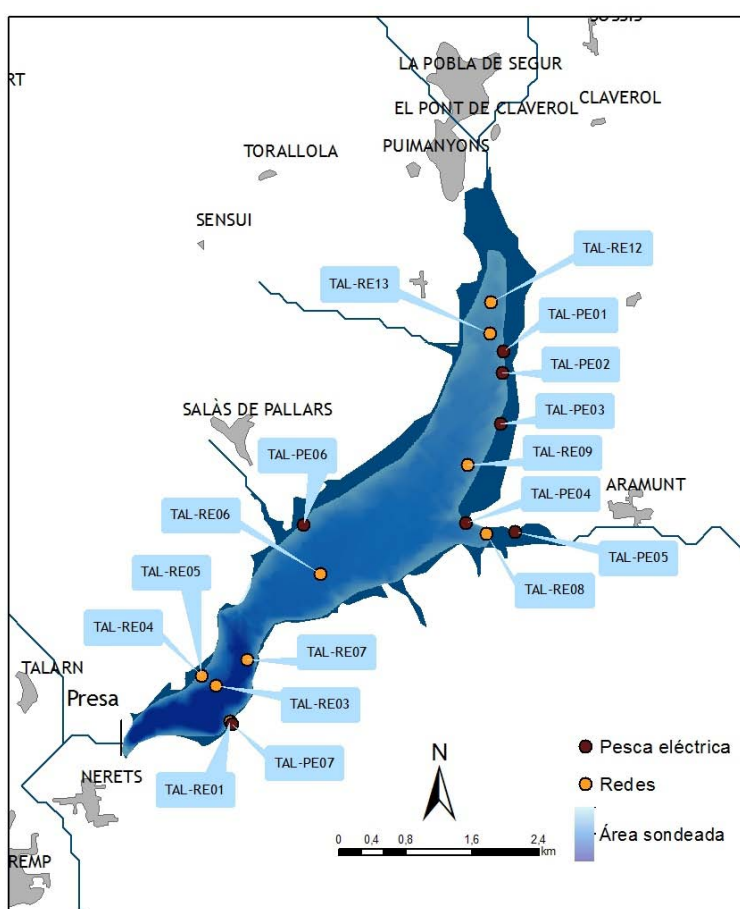


Figura 12. Ubicación de las redes y recorridos de pesca eléctrica







En la tabla 6 y en la figura 13, se facilitan los resultados obtenidos de las redes, agregados por especies, para cada uno de los estratos del embalse. Se han capturado un total de 6 especies diferentes, de las cuales únicamente dos son autóctonas.

Tabla 6: Resultados de las pescas con red por especies

	Black bass	Carpa común	Barbo de Graells	Lucioperca	Brema blanca	Total
Capturas	2	11	1	35	196	245
CPUE	2	8	1	21	136	167
% CPUE	1%	5%	0%	12%	81%	100%
PF total (g)	372	10.393	987	8.902	19.685	40.339
BPUE (g)	334	7.552	798	6.564	14.064	29.311
% BPUE	1%	26%	3%	22%	48%	100%
Long furcal media (mm)	229	368	392	193	167	181
Peso medio (g)	186	945	987	254	100	165

Los términos empleados para describir la asociación de peces del embalse son los siguientes:

- **Capturas:** Número de individuos pescados
- **CPUE:** Capturas por unidad de esfuerzo. Número de peces pescados ponderado por el esfuerzo de la red en la que han sido capturados
- **% CPUE:** Capturas por unidad de esfuerzo expresado como porcentaje
- **PF total:** Peso fresco total de los peces capturados expresado en gramos
- **BPUE:** Biomasa por unidad de esfuerzo. Peso total de los peces ponderado por el esfuerzo de la red en la que han sido capturados, expresado en gramos.
- **% BPUE:** Biomasa por unidad de esfuerzo expresada en porcentaje
- **L. furcal:** Longitud furcal media en mm.
- **Peso medio:** expresado en g.





Figura 13. Composición de la asociación obtenida mediante redes

La especie que domina la asociación es la brema blanca o plateada, con valores de CPUE superiores al 80%. Le sigue en importancia la lucioperca que representa el 12 % de la asociación.

En lo que respecta a la biomasa, la asociación también está dominada por la brema, aunque las especies de mayor tamaño, luciopercas y carpas tienen un aporte importante con un 22 y un 26% respectivamente. La única especie autóctona presente, el barbo, apenas tiene relevancia ni en densidad ni en términos de biomasa.

En la figura 14 se muestra el histograma de frecuencias de las capturas por clases de talla de 5 mm. Se han incluido las capturas realizadas mediante pesca eléctrica cuyos resultados se exponen en el apartado siguiente.



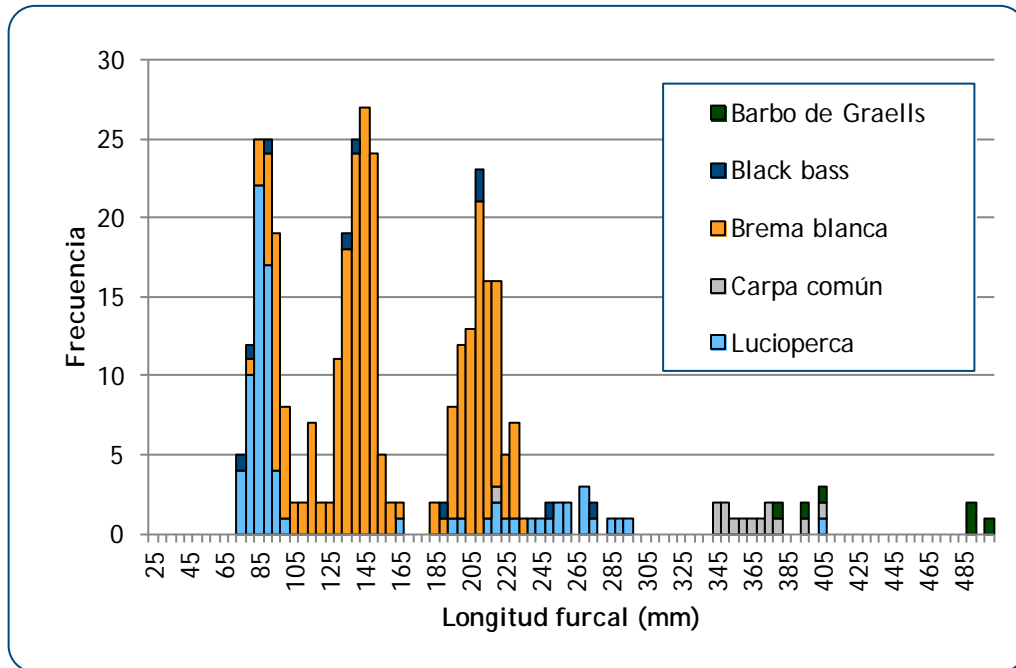


Figura 14. Histograma de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm

Las tallas más pequeñas, hasta 90 mm, corresponden casi en su totalidad a alevines de lucioperca, lo que demuestra la buena aclimatación y expansión de esta especie invasora. A continuación se observan dos modas que se asocian a individuos 1+ y 2+ de la principal especie del embalse, la brema blanca. Las tallas grandes corresponden a carpas y las de mayor tamaño a barbos.

### 5.2.2.2 Resultados de la pesca eléctrica

El total de capturas con pesca eléctrica fue de 124 peces con un peso total de 20,5 kg, lo que supone 98 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y 15,9 kg de BPUE. Se realizaron un total de 7 transectos que cubrieron 843 m de orilla.

La ubicación de los transectos de muestreo se puede observar en el mapa de figura 12 (apartado 5.2.2.1), donde se presentó, además, la ubicación de las redes.

En la tabla 7 se facilitan los resultados obtenidos, agregados por especies. Se han capturado 5 especies diferentes ya que la madrilla únicamente se capturó con redes agalleras.





Tabla 7: Resultados de la pesca eléctrica por especies.

	Black bass	Carpa común	Barbo de Graells	Lucioperca	Brema blanca	Total
Capturas	8	4	7	47	58	124
CPUE	7	3	5	40	42	98
% CPUE	7%	3%	5%	41%	43%	100%
PF total (g)	652	4.586	11.697	698	2.901	20.534
BPUE (g)	489	4.021	8.521	701	2.175	15.907
% BPUE	3%	25%	54%	4%	14%	100%
Long furcal media (mm)	148	364	469	101	129	146
Peso medio (g)	82	1.147	1.671	15	50	166

Es posible apreciar que, si bien sigue siendo la brema la especie dominante en abundancia (43%), en los hábitats litorales adquieren mayor importancia el resto de especies, principalmente la lucioperca (41%), pero también el barbo (5%) y *black bass* (7%).

La especie que mayor biomasa aporta a la asociación litoral es el barbo de graells (54%), debido a los elevados tamaños medios (1,6 kg). Le siguen en importancia la carpa (25%) y la brema (14%).

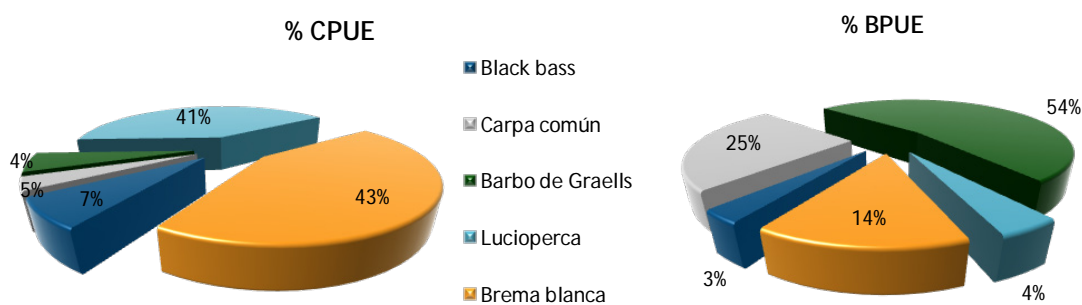


Figura 15. Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica





### 5.3 Biomasa

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

En la tabla 8 se presentan los resultados del análisis de biomasa por celdas.

Tabla 8. Biomasa de peces por estratos ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) estimada mediante acústica

Estrato	Biomasa media ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	Biomasa máxima ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	Número de casos	Numero de casos con valor 0	Desviación típica
1	0,89	127,74	585	196	6,02
2	0,66	130,75	519	358	6,20
3	7,81	1.812,19	308	74	105,29

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  $5,122 \text{ g}/\text{m}^2$ , o lo que es lo mismo:  $51,22 \text{ kg}/\text{ha}$ .

La distribución espacial de la biomasa piscícola se presenta interpolada en las láminas 4 a 6 (ANEJO IV) para los tres estratos considerados.

En las siguientes figuras 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. Se han empleado como valores de corte la mitad de la biomasa media del embalse, la biomasa media y el doble de la misma.

Al contrario que en el caso de la densidad, las biomasa mayores se observan en la capa inferior (LOW,  $<15 \text{ m}$ ). Es muy probable que se correspondan con ejemplares de gran tamaño de carpa y bremas que ocupan ese estrato con condiciones de oxigenación limitadas. Otra zona de concentración de biomasa se encuentra en la capa superior en la parte de la cola del embalse. Esta alta biomasa se asocia con la presencia de barbos, más ligados a ambientes fluviales.



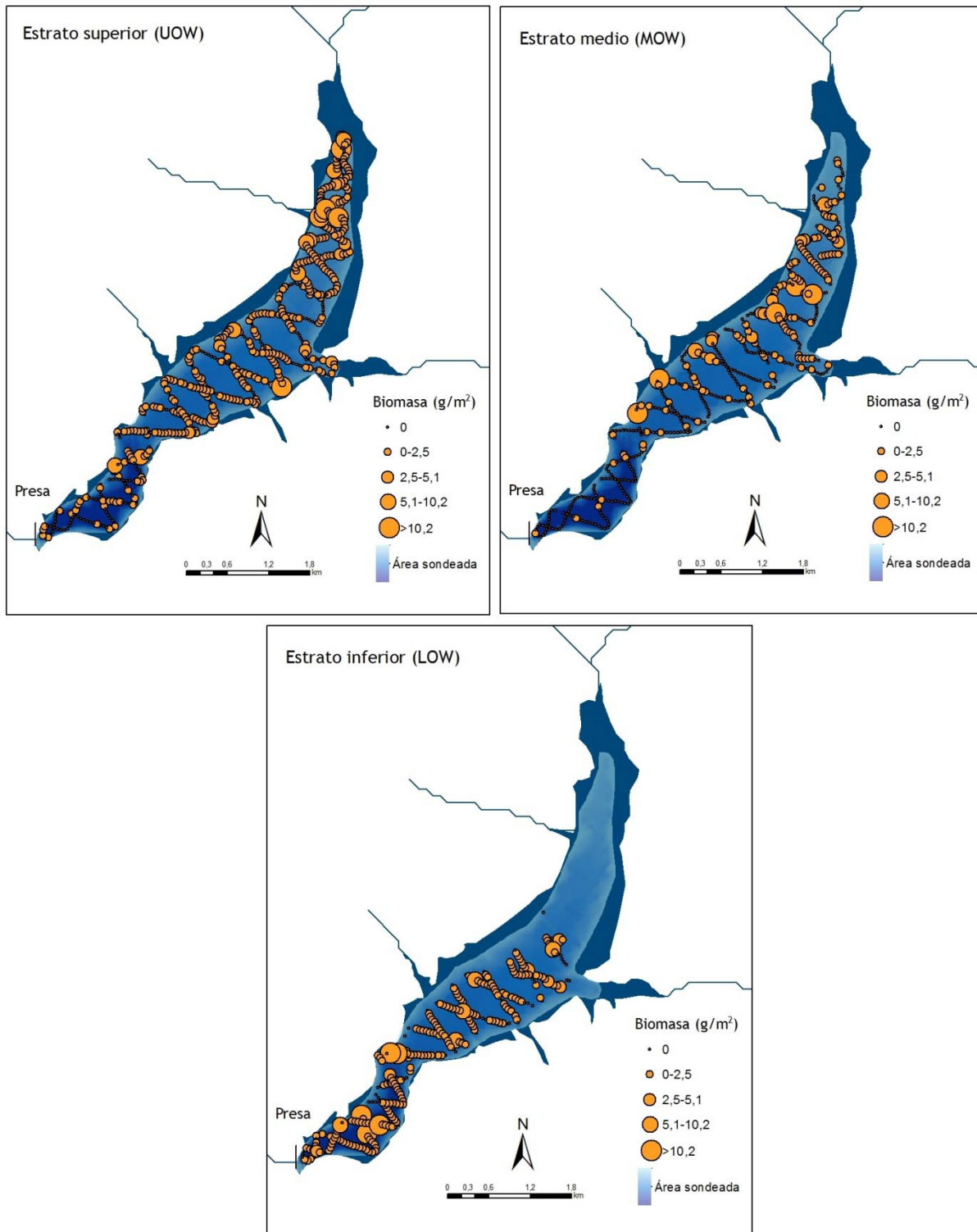


Figura 16. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa piscícola





La biomasa media obtenida es media-alta, propia de sistemas más productivos que el embalse de Talarn. La dominancia de la brema, especie introducida con altas tasas de reproducción y muy adaptada a los sistemas lénticos, junto a la presencia de un gran depredador como es la lucioperca, explica estas altas biomásas.

### 5.3.1 Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro

En el diagrama de barras siguiente se presentan los resultados de biomasa obtenidos en Talarn en comparación con otros embalses de la Cuenca del Ebro donde se ha trabajado con técnicas hidroacústicas y se dispone de datos cuantitativos de densidad y biomasa. La línea roja representa el valor promedio de los embalses considerados.

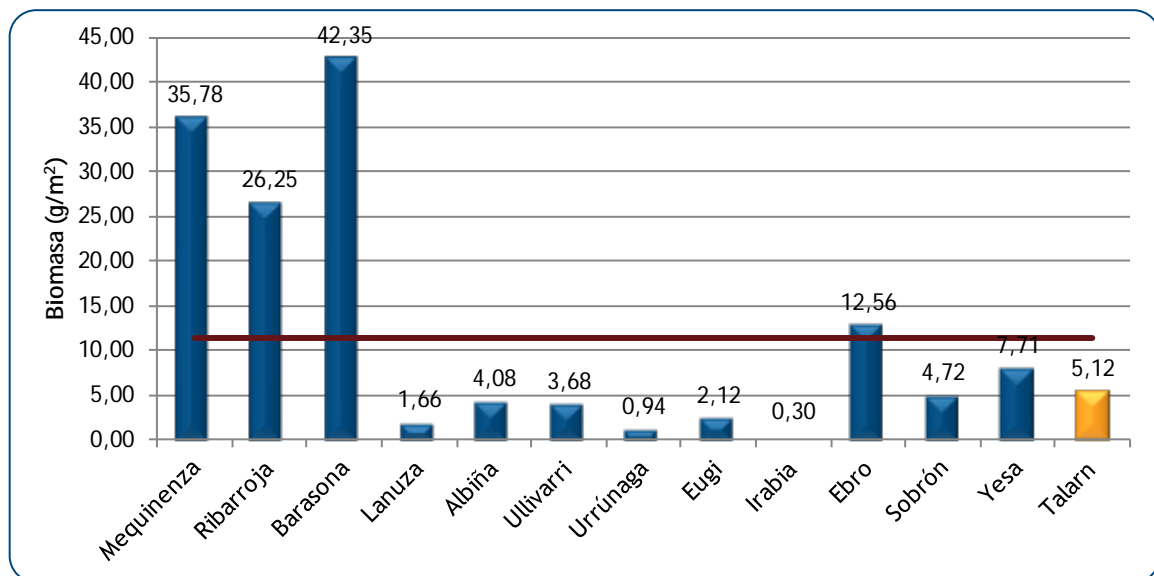


Figura 17. Comparación de la biomasa con otros embalse de la cuenca del Ebro

Se aprecia que la densidad es moderadamente alta, a pesar de encontrarse por debajo de la media de los embalses considerados, que por otra parte está muy sesgada por las altas biomásas de los embalses del bajo Ebro (Mequinzenza y Ribarroja) y del caso excepcional de Barasona.





#### 5.4 Densidad y biomasa por especies

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

En las tablas que se muestran a continuación se han calculado la densidad y biomasa relativas por especie, referidas a volumen ( $\text{dm}^3$ ) y superficie ( $\text{m}^2$ ) respectivamente, para el conjunto del embalse.

Tabla 9. Densidades ( $\text{ind}/\text{dam}^3$ ) y biomasa ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) por especie

	Barbo de Graells	Black bass	Brema blanca	Carpa común	Lucioperca	Total
Densidad media ( $\text{ind}/\text{dam}^3$ )	0,01	0,02	1,67	0,10	0,25	2,04
Abundancia Total (ind)	864	1.854	145.401	8.422	21.951	178.492
Biomasa media ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	0,14	0,06	2,46	1,32	1,15	5,12
Peso total (kg)	817	341	14.395	7.730	6.718	30.002

En este cuadro se resumen las observaciones ya realizadas en cuanto a la abundancia y biomasa de las especies, así como su importancia relativa en la asociación de peces del embalse. La asociación está dominada tanto en densidad como en biomasa por la brema blanca, especie introducida, zooplanctívora y muy adaptada a sistemas lénticos. Esta especie mantiene una importante población de lucioperca que presenta una buena reproducción y llega a alcanzar tamaños muy considerables.

El resto de las especies y especialmente la única autóctona presente, el barbo, tienen una importancia mucho menor. Esta situación de desestructuración progresiva de las poblaciones de especies autóctonas, con la desaparición de las de menor tamaño (p. ej. madrillas) y descompensación hacia tallas grandes en las de mayor tamaño (barbos), es típicamente provocada por la entrada en el sistema de grandes especies de predadores, típicamente la lucioperca.





## 6 APROXIMACIÓN AL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE BASADO EN PECES

Aunque este método de muestreo se ha aplicado en una reducida pero creciente población de embalses de la Península Ibérica, los resultados ofrecen una buena idea del tipo información que se obtiene, y de las mayores posibilidades de evaluación del potencial ecológico que aporta.

Destaca en este sentido el carácter sistemático de los muestreos, que arroja información relacionada con la disponibilidad de los diferentes tipos de hábitat dentro de la masa de agua, como fácilmente se puede apreciar en los fuertes gradientes de distribución de la densidad y biomasa de peces que plasman en los respectivos mapas; esto permitirá normalizar los resultados según sus características hidromorfológicas, que en el caso de los embalses quedan claramente supeditadas al manejo hidráulico y a su interacción con otros factores de presión.

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

Dado que la estimación cuantitativa de la fauna de peces en embalses y lagos no se ha aplicado de forma extensiva, resultaría precipitado intentar resumir en métricas y en un EQR estos resultados.

Cabe destacar en todo caso, que actualmente está en proceso el desarrollo de tales métricos a nivel nacional, en el marco de las iniciativas de intercalibración de lagos y embalses y de un 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. Expdte.: 082/RN08/01.1*) coordinado por el equipo de Ecohydros. Indudablemente, en la medida en que en el futuro se tengan datos de una población suficiente de embalses y de lagos, será posible ofrecer un diagnóstico concreto para estos casos y otros que se vayan muestreando con este tipo de técnicas.





Pese a no ser posible, por el momento, ofrecer una valoración del potencial ecológico basándose en las comunidades de peces, se pueden apuntar las principales características que podrían definirlo:

- Dominio de la asociación tanto en abundancia como en biomasa, de las especies exóticas, en concreto de la lucioperca y la brema blanca que juegan el papel de predador-presa. La primera de ellas, además, dispone de una gran capacidad de colonización del medio fluvial, por lo que podría afectar negativamente a los tramos fluviales tributarios del embalse. Esta asociación alóctona de peces que domina el embalse, puede tener repercusiones negativas en el grado de eutrofización de las aguas, dado que la brema blanca es una especie que consume zooplancton y que por lo tanto, el control del fitoplancton quedaría relajado. En este sentido, la presencia de un depredador como la lucioperca, que puede consumir bremas, contribuiría a amortiguar este efecto controlando esas poblaciones de planctívoros.
- Presencia, aunque no importante, de una segunda especie piscívora alóctona, el *black bass*, cuya capacidad de colonización del medio fluvial está limitada.
- Ausencia de especies autóctonas que deberían estar presentes. Únicamente el barbo, permanece en el embalse, aunque la población está descompensada hacia las tallas de mayor tamaño.
- Densidad y biomasa medias-altas típicas de sistemas más productivos.
- Estas apreciaciones son suficientes como para prever desviaciones considerables respecto al buen potencial ecológico, en lo que se refiere al elemento biológico peces.





## 7 CONCLUSIONES

Aparte de las consideraciones que se desprenden del resumen de resultados que se facilita a continuación, es notable la información diferencial que ofrecen los métodos empleados (hidroacústica y redes agalleras multipaño) sobre otros aspectos diferentes a la mera composición poblacional, que por otro lado no siempre queda debidamente recogida con métodos cualitativos basados en el uso de trasmallos. Surgen así nuevos matices y posibilidades de evaluación, que permitirán en su momento alcanzar un diagnóstico más fiel a la situación real de la fauna piscícola y que también evidencian rasgos directamente vinculados a la interpretación de las presiones y a las posibles medidas correctoras.

Se resumen seguidamente los aspectos más destacados de los resultados obtenidos:

- Se ha encontrado una única **especie** autóctona, el barbo de graells (*Barbus graellsii*) y cuatro alóctonas: black bass (*Micropterus salmoides*), brema blanca (*Blicca bjoerkna*), carpa común (*Cyprinus carpio*) y lucioperca (*Sander Lucioperca*)
- La **asociación de peces** está dominada por dos especies alóctonas: la brema blanca (81%) y la lucioperca (12%) cuya importancia en cuanto a aporte de biomasa también es alta con un 48 y un 22% respectivamente. Estas especies, junto a la carpa común (26%), suponen la mayor parte de la biomasa del embalse.
- La asociación de las zonas litorales difiere ligeramente de la de las aguas libres, con mayor importancia relativa de la lucioperca, el *black bass* y el barbo. Esta especie domina en biomasa los hábitats litorales (54%) debido a la presencia de grandes individuos, lo que indica un envejecimiento de las poblaciones provocado probablemente por la presión sobre las tallas menores por parte de la lucioperca.
- La **densidad media de peces**, a partir de la interpolación en celdas de 50 m, es de **2,04 individuos/dam<sup>3</sup>**. Se trata de un valor bajo-medio, propio de sistemas de productividad mayor que el embalse de Talarn.
- La **biomasa** de peces obtenida en el embalse es de 5,12 g/m<sup>2</sup>, o lo que es lo mismo, **51,2 kg/ha**. La biomasa absoluta de la zona sondeada se estimó en **30 t**.





- Los valores máximos de densidad se encuentran en la capa intermedia (5-15 m) y en la zona de cola de la capa superior. La capa inferior presenta una densidad considerable a pesar de las malas condiciones de oxigenación, que se concentra en el cuerpo central del embalse, alejado de la presa.
- La mayor biomasa se aprecia en el estrato inferior probablemente asociada a carpas y brevas de gran tamaño y en la cola del embalse en el estrato superior, asociada a la presencia de grandes barbos.
- El desplazamiento de las especies autóctonas omnívoras y detritívoras, por una especie zooplanctívora podría tener un efecto negativo sobre la eutrofización de las aguas, debido a la relajación del control de arriba hacia abajo del fitoplancton.
- Si bien no se dispone todavía de un sistema aprobado de evaluación del potencial ecológico basado en el indicador peces, la dominancia de especies alóctonas, especialmente de un predador alóctono como es la lucioperca, supone una gran desviación frente al buen potencial.





## 8 GLOSARIO

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

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

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

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

**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 3dB más que otro, es lo mismo que decir que refleja dos veces más energía. Un blanco de -20dB, un atún o un siluro de gran talla quizás, produce un eco 10.000 veces más fuerte que un blanco de -60dB, 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 el ratio señal/ruido de una ecosonda. Este es uno de los aspectos en los que se diferencian las ecosondas científicas de las que 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.





**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:

$$D_a = \frac{\text{Long de muestreo acústico}}{\sqrt[2]{\text{Superficie embalse}}}$$





## 9 BIBLIOGRAFÍA

CEN 14757:2.005. Water quality - Sampling of fish with multi-mesh gillnets.

CEDEX, 2.005. Directiva 200/60/CE. Análisis de las características de las Demarcaciones. Caracterización de los tipos de ríos, lagos y embalses (versión 5.0). Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 313 Págs.

CHE (2.008). Informe final de seguimiento biológico de embalses.

CHE (2.009). Guía de campo de Peces de la Cuenca del Ebro.

CHE (2.010). Control del Estado de las Masas de Agua C.E.A.S. Informe de situación año 2.009.

Doadrio, I. (2.001). Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. Madrid, MMA. Dirección General de Conservación de la Naturaleza.

Embalses.net. Estado de los embalses y pantanos de España (2.010). <http://www.embalses.net/>.

Fishbase (2.009). <http://www.fishbase.org/search.php>. Marzo,2009.

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

SAIH Ebro. <http://195.55.247.237/saihebro/index.php?url=/historicos/peticion>. Diciembre 2010.

Wikipedia.org









# ANEJOS

