

CENSO DE PECES EN EL EMBALSE DE BÚBAL (HUESCA)





CENSO DE PECES EN EL EMBALSE DE BÚBAL (HUESCA)

PROMOTOR:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

María José Rodríguez Pérez

Vicente Sancho-Tello Valls

EMPRESA CONSULTORA:

Ecohydros SL.



EQUIPO DE TRABAJO:

Agustín Monteoliva, Alberto Criado, Tamara Santiago, David Corta, Elena Ruiz.

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

21.454,51 Euros

CONTENIDO:

MEMORIA/ANEXOS/CARTOGRAFÍA/CD

AÑO DE EJECUCIÓN:

2017

FECHA ENTREGA:

DICIEMBRE 2017

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Superior izquierda: Presa de Búbal

Superior derecha: Ejemplar de Barbo de Graells del embalse de Búbal

Inferior izquierda: Ejemplar de Trucha común del embalse de Búbal

Inferior derecha: Retirada de redes en el embalse de Búbal

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2017). Censo de peces en el embalse de Búbal (Huesca). 53 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.

CENSO DE PECES EN EL EMBALSE DE BÚBAL (HUESCA)

En agosto de 2017 se llevó a cabo un muestreo cuantitativo de las poblaciones de peces del embalse de Búbal con el objetivo de evaluar el potencial ecológico tal y como prescribe la DMA. Para ello se empleó una combinación de técnicas de muestreo directo: redes agalleras científicas (CEN-EN 14.757/2006) y pesca eléctrica desde embarcación con técnicas hidroacústicas que permiten la evaluación cuantitativa de las poblaciones de peces en términos de densidad y biomasa.

*La asociación está dominada en densidad por dos ciprínidos autóctonos: la madrilla (*Parachondrostoma miegii*) y el gobio (*Gobio lozanoi*), que representan, respectivamente, el 61,37% y 20,68% de la abundancia. En lo que respecta a la biomasa domina el barbo (*Luciobarbus graellsii*) (32,90%), la madrilla (22,10%) y la trucha (*Salmo trutta fario*) (19,84%). También están presentes el piscardo (*Phoxinus biguerri*), y dos especies de carpas, la carpa común (*Cyprinus carpio*) y la carpa de espejos (*Cyprinus carpio specularis*).*

La densidad estimada fue de 0,93 ind/dam³ y la biomasa 1,42 g/m², que pueden considerarse valores bajos.

Aunque no existen métodos oficiales de evaluación del potencial ecológico basado en los peces, en una primera aproximación actualmente en proceso de revisión y publicación, el potencial obtenido es "ÓPTIMO".

FISH CENSUS IN BÚBAL RESERVOIR (HUESCA)

In August 2017, a quantitative fish stock assessment survey was conducted in Búbal reservoir, in order to evaluate the Ecological Potential as stated by the WFD. Through a combination of both, remote sensing techniques (hydroacoustics) and direct sampling gears (gillnetting and boat electrofishing), the fish assemblage composition, abundance and biomass of all species present were assessed.

*The fish assemblage is dominated by native cyprinids: Ebro nase (*Parachondrostoma miegii*) and Iberian gudgeon (*Gobio lozanoi*). They accomplish for 61,37% and 20,68%, respectively, of abundance. Once more, Ebro barbel (*Luciobarbus graellsii*) (32,90%), Ebro nase (22,10%) and Brown trout (19,84%) dominate in biomass. Adour minnow (*Phoxinus biguerri*) and two species of carps (*Cyprinus carpio* and *Cyprinus carpio specularis*) are also present.*

Estimated density and biomass for the reservoir was 0.93 ind/dam³ and 1.42 g/m² respectively, low results.

Although there are not official fish-based ecological potential assessment methods, as a first approach, these results show that the ecological potential of Búbal reservoir is "OPTIMUM". This work is currently under revision to be published.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. ESTUDIO CUANTITATIVO DE LA FAUNA ÍCTICA	12
2. ÁMBITO DE ESTUDIO	14
2.1. SITUACIÓN.....	14
2.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	15
2.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO	16
2.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL EMBALSE. PERFILES VERTICALES	16
2.5. POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO	18
3. METODOLOGÍA	18
3.1. DISEÑO DEL MUESTREO.....	19
3.2. MUESTREOS REMOTOS: HIDROACÚSTICA.....	20
3.2.1. Prospección hidroacústica.....	20
3.2.2. Procesado de datos acústicos.....	21
3.3. MUESTREOS DIRECTOS DE PESCA.....	22
3.3.1. Redes agalleras multipaño	22
3.3.2. Pesca eléctrica desde embarcación.....	23
3.4. INTERPOLACIÓN ESPACIAL Y ESTIMACIONES GLOBALES	24
3.5. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO.....	26
4. RESULTADOS	27
4.1. SONDEO HIDROACÚSTICO: DENSIDADES	27
4.1.1. Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro	33
4.2. MUESTREOS DIRECTOS: COMPOSICIÓN Y BIOMASA ESPECÍFICA.....	35
4.2.1. Especies presentes en el embalse.....	35
4.2.2. Composición y distribución de especies	36
GOBIO LOZANOI.....	37
SALMO TRUTTA FARIO	37

PARACHONDROSTOMA MIEGII	37
LUCIOBARBUS GRAELLSII	37
CYPRINUS CARPIO SPECULARIS	37
CYPRINUS CARPIO	37
PHOXINUS BIGUERRI	37
TOTAL GENERAL	37
4.3. <i>BIOMASA</i>	41
4.3.1. <i>Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro</i>	45
4.4. <i>DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIES</i>	46
5. APROXIMACIÓN AL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE BASADO EN PECES	48
6. CONCLUSIONES	50
7. GLOSARIO	51
8. BIBLIOGRAFÍA	53

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1. Especies presentes
Anexo 2. Resultados de las pescas
Anexo 3. Celdas del muestreo hidroacústico
Anexo 4. Mapas interpolados de densidad y biomasa

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estratos considerados en el embalse de Búbal.....	16
Tabla 2. Descripción de las redes de muestreo empleadas	22
Tabla 3. Métricas y coeficientes para el cálculo del QFBI	26

Tabla 4. Valores de corte del QFBI empleados para la clasificación del potencial ecológico.....	27
Tabla 5. Densidad de peces (ind/dam ³) por estratos, estimada mediante acústica.....	30
Tabla 6. Especies presentes en el embalse	35
Tabla 7. Resultados de las pescas con red por especies	37
Tabla 8. Resultados de la pesca eléctrica por especies.....	40
Tabla 9. Biomasa de peces por estratos (g/m ²) estimada mediante acústica.....	41
Tabla 10. Densidades (ind/dam ³) y biomاسas (g/m ²) por especie.....	47

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Vista del embalse de Búbal.....	13
Figura 2. Situación del embalse de Búbal.....	14
Figura 3. Batimetría del embalse de Búbal	15
Figura 4. Evolución del volumen embalsado en el embalse de Búbal durante el ciclo hidrológico 2016/17.....	16
Figura 5. Perfiles físico-químicos realizados en el embalse de Búbal	17
Figura 6. Esquema del método de censado de poblaciones ícticas en un embalse	19
Figura 7. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico	20
Figura 8. Acción de calado de las redes (izq.) y peces capturados (dcha.).....	23
Figura 9. Pesca eléctrica desde embarcación.....	24
Figura 10. Ejemplo de ajuste de curva al semivariograma para el interpolado espacial	25
Figura 11. Recorridos del sondeo hidroacústico	28
Figura 12. Ejemplo de ecograma obtenido con el haz vertical del embalse de Búbal.....	29
Figura 13. 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	31
Figura 14. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato intermedio (MOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud.....	32

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	33
Figura 16. Comparación de la densidad con otros embalses de la cuenca del Ebro	34
Figura 17. Ubicación de las redes (bu01, bu02, bu03, bu04) y recorridos de pesca eléctrica (bupe01, bupe02, bupe03, bupe04, bupe05).	36
Figura 18. Composición de la asociación obtenida mediante redes	37
Figura 19. Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm	39
Figura 20. Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica	41
Figura 21. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato inferior (LOW)	43
Figura 22. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato intermedio (MOW)	44
Figura 23. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato superior (UOW).....	45
Figura 24. Comparación de la biomasa con otros embalse de la cuenca del Ebro	46

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye un tomo único del informe final de la Encomienda de Ejecución de los trabajos para “Censo de peces en el embalse de Búbal (Huesca)”, 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 sensores 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 y en aguas continentales está siendo progresivamente aplicado, debido en gran medida, a su incremento en portabilidad. De hecho, existe ya una norma Europea (CEN, 2014) que contempla este tipo de técnicas.

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 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.

1.1. 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 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.

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 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 el embalse de Búbal, 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 Búbal

2. ÁMBITO DE ESTUDIO

2.1. SITUACIÓN

El embalse de Búbal se localiza en el Valle de Tena, en la provincia de Huesca (Figura 2), recoge las aguas del río Gállego y del río Caldarés. También recibe, a través de un conducto subterráneo, el agua procedente de la Central eléctrica de Baños de Panticosa (situada en el tramo superior del río Caldarés).

La presa se construyó en 1971, su titular es el Estado y sus usos principales son el riego y la producción hidroeléctrica. En lo referente a los usos lúdicos, destacan la navegación y la pesca. La actividad náutica está limitada a la navegación a vela y a remo. La navegación a motor está prohibida en el embalse ya que sus aguas están clasificadas de protección especial por su interés piscícola o ecológico (Normas de navegación en ríos de montaña de la CHE). En relación con la pesca, sus aguas están declaradas como “trucheras en régimen especial” y el embalse es coto deportivo de pesca (Orden de 17 de enero de 1996, DGA).

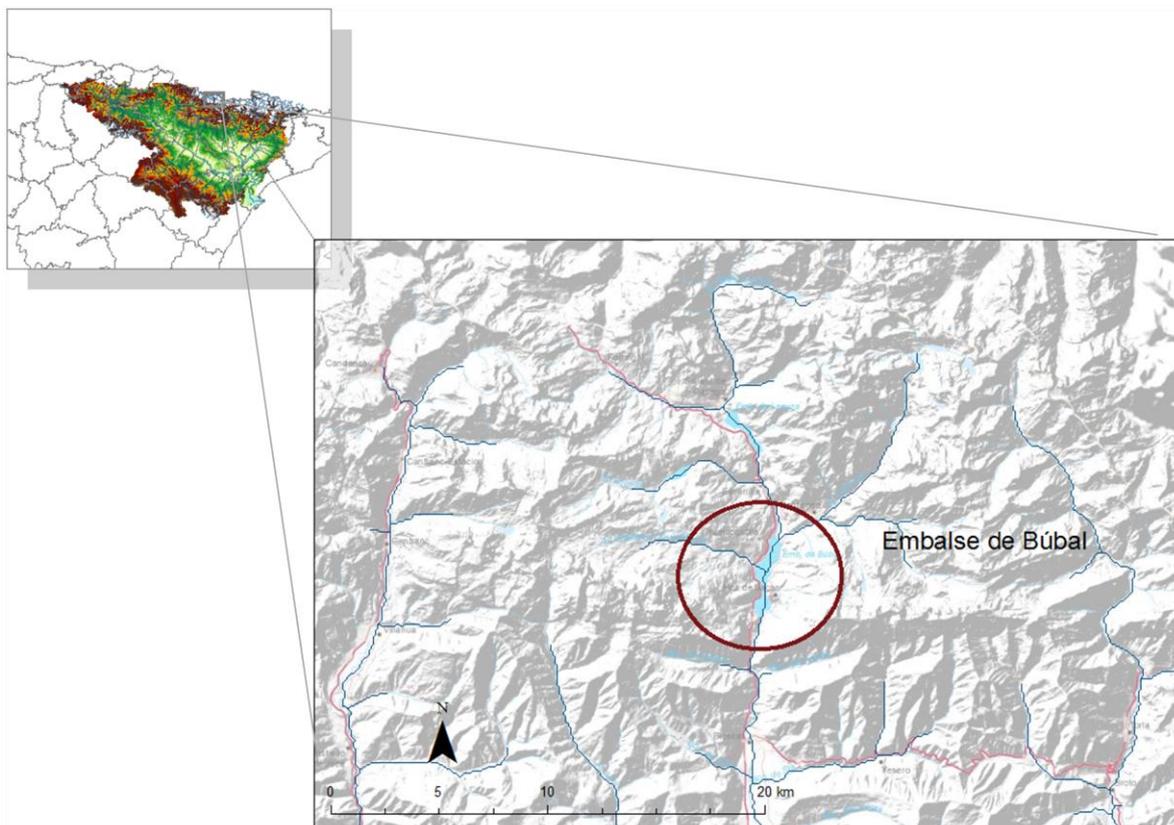


Figura 2. Situación del embalse de Búbal

2.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

El embalse tiene una capacidad máxima de 64 hm³ y ocupa en su máximo nivel una superficie de 234 ha, lo que supone una profundidad media de 27 metros. La profundidad máxima es de 75 metros.

El muestreo hidroacústico, como se explica más adelante en el apartado de metodología, permite obtener una batimetría que se emplea para cubicar los diferentes estratos y ponderar las densidades y biomásas obtenidas por capa. En la figura siguiente se representa en planta la batimetría obtenida.

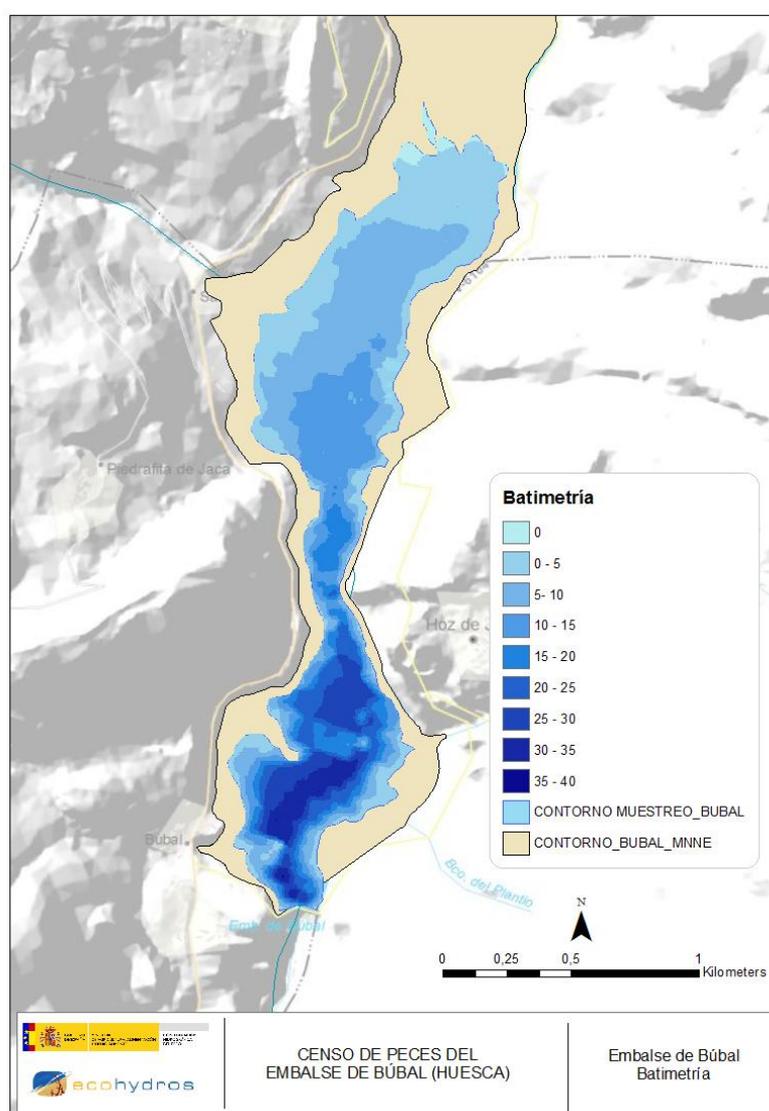


Figura 3. Batimetría del embalse de Búbal

En la tabla siguiente se presentan los volúmenes y superficies de cada uno de los estratos considerados, obtenidos a partir de la batimetría anterior.

Tabla 1. Estratos considerados en el embalse de Búbal

Embalse	Sector	Estrato	Volumen (hm ³)	Superficie (ha)
BUB17	1	1	5,85	118,56
BUB17		2	19,47	114,65
BUB17		3	3,61	69,49

2.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Como se aprecia en la figura siguiente, el embalse de Búbal comenzó el ciclo en un nivel muy bajo, comenzando a aumentar desde finales de noviembre de 2016 hasta alcanzar en el mes de mayo un volumen máximo de 57,85 hm³, momento en el que comienza nuevamente a disminuir. En la fecha de muestreo, marcada con una línea roja, el embalse se encontraba en fase de descenso de reservas, con aproximadamente un 22 % de su capacidad.



Figura 4. Evolución del volumen embalsado en el embalse de Búbal durante el ciclo hidrológico 2016/17

2.4. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL EMBALSE. PERFILES VERTICALES

Para guiar la definición de macrohábitats y establecer la velocidad real del sonido en el agua (parámetro fundamental para el ecosondeo), se realizó en la zona de máxima profundidad un

perfilado vertical de temperatura, conductividad eléctrica, pH y saturación de oxígeno disuelto. En los gráficos siguientes se presentan los perfiles obtenidos.

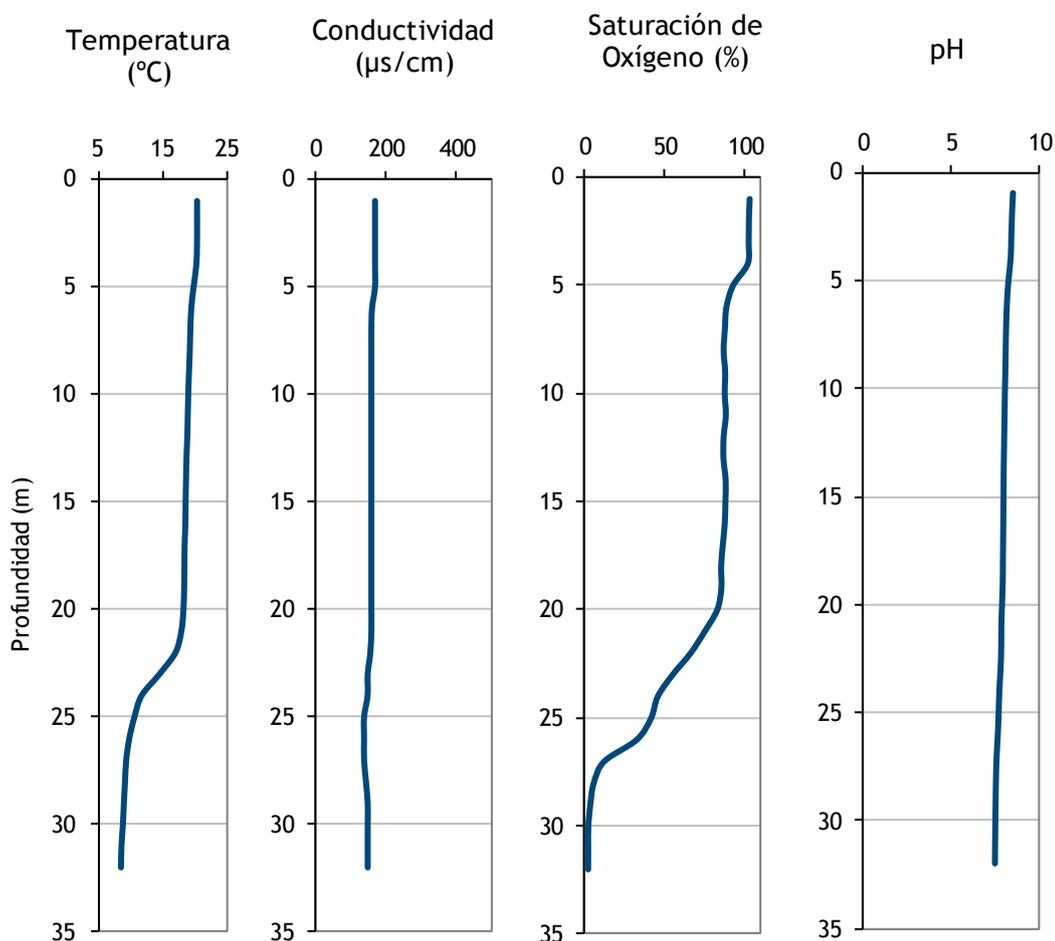


Figura 5. Perfiles físico-químicos realizados en el embalse de Búbal

La columna de agua presentaba una débil estratificación térmica en el momento del muestreo, pero a partir de los 25 metros de profundidad se aprecia una fuerte depleción de oxígeno, alcanzando concentraciones inferiores a 4mg/L, umbral de referencia para aguas ciprinícolas (Directiva 2006/44/CE), a partir de los 41 metros. Los valores de conductividad y pH se mantienen muy uniformes a lo largo del perfil, en torno a valores medios de 157μS/cm y 8 uds., respectivamente.

2.5. POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO

Se trata de un embalse monomítico, calcáreo de zonas húmedas ($IH > 0,74$), con temperatura media anual menor de 15°C , perteneciente a ríos de cabecera y tramos altos, que permite su catalogación en el tipo E-T07, según el RD 817/2015, Anexo 2, Apartado C.

El embalse está incluido en la red de vigilancia y ha sido catalogado como ultraoligotrófico y con potencial ecológico Bueno o superior, según el Informe de Situación CEMAS del año 2015 (CHE, 2015).

3. METODOLOGÍA

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

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

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

Metodología de censo de peces

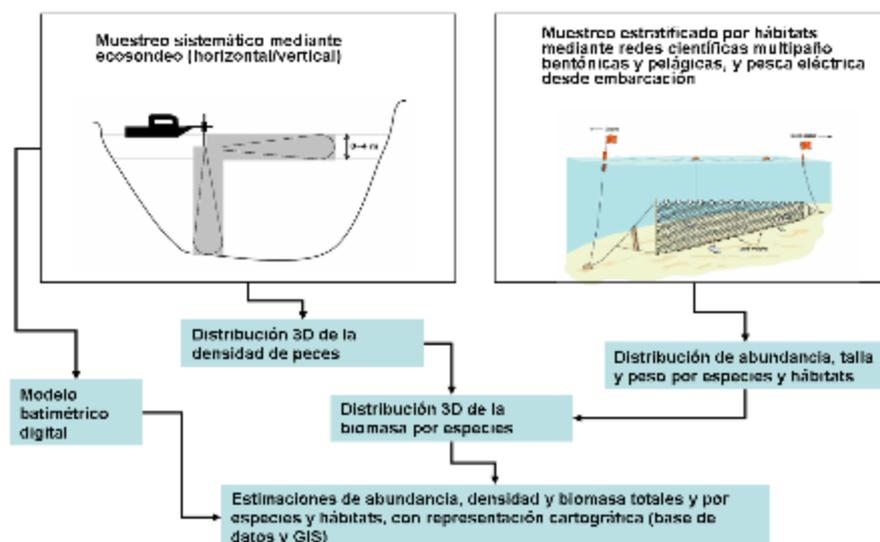


Figura 6. Esquema del método de censo de poblaciones ícticas en un embalse

Mediante el muestreo con métodos directos de pesca científica en lugares representativos de los diferentes sectores definidos (macrohábitats), se alcanza un conocimiento de la distribución de especies y relaciones entre la talla y el peso, que permiten finalmente estimar biomásas 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 200 m.

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

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

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.

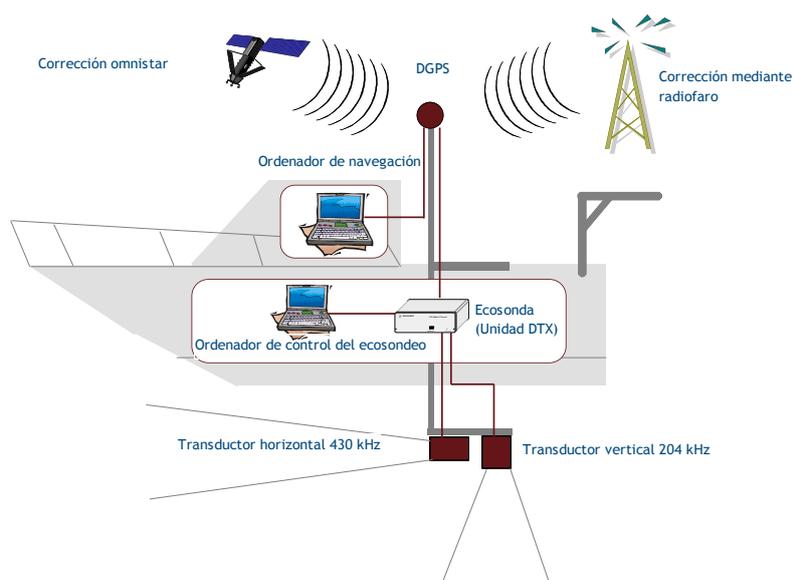


Figura 7. Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico

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

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

3.2.2. Procesado de datos acústicos

Se ha empleado una combinación de las técnicas de 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, 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.

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 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 30 m o 40 m de largo y de 1,5 ó 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 despliega, de tal manera que hay redes bentónicas (caladas al fondo), y 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

Código	Número de paños por longitud	Longitud (m)	Altura (m)	sup (m2)	Esfuerzo respecto a estándar
bu01a	12x1,5	40	1,5	60,00	1,000
bu02a	12x1,5	40	1,5	60,00	1,000
bu03a	12x1,5	30	1,5	45,00	0,750
bu04a	12x6	30	6	180,00	3,000
bu01b	4x1,5	30	1,5	45,00	0,750
bu02b	4x1,5	30	1,5	45,00	0,750
bu03b	4x1,5	10	1,5	15,00	0,250
bu04b	4x6	10	6	60,00	1,000

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”. Esto responde a un planteamiento estratificado más que sistemático.



Figura 8. Acción de calado de las redes (izq.) y peces capturados (dcha.)

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 propulsada 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. 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.



Figura 9. Pesca eléctrica desde embarcación

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

Para cada estrato se ha realizado una interpolación espacial utilizando métodos geoestadísticos 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 10) 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.

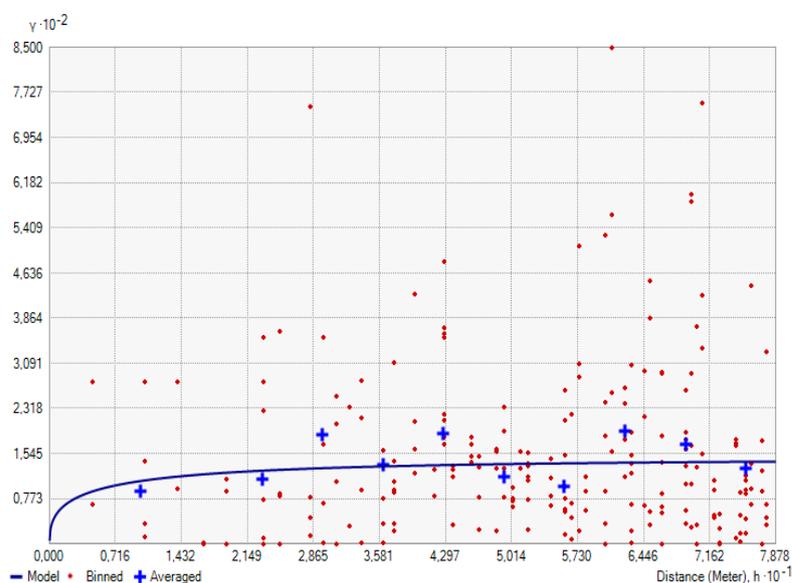


Figura 10. Ejemplo de ajuste de curva al semivariograma para el interpolado espacial

El interpolado se realiza independientemente para cada estrato considerado (Tabla 1) que se han nombrado utilizando la siguiente nomenclatura internacional:

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

3.5. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO

A pesar de no existir en la actualidad un método oficial de evaluación del potencial ecológico basado en peces, sí que se dispone de un índice provisional, desarrollado 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.

Esta primera aproximación a un índice de calidad basado en los peces se denominó QFBI (*Quantitative Fish Biotic Index*) y actualmente está siendo revisado y contrastado para su futura publicación.

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. De esta manera mediante regresión logística (*stepwise*) se seleccionaron cinco métricas que combinadas ofrecen 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
M2	LOG_BIO_native	Logaritmo de la biomasa de especies autóctonas del embalse expresada en g/ha	-1,49
M3	LOG_%_BIO_PISC_Exotic	Logaritmo del porcentaje en biomasa de especies exóticas piscívoras	6,50
M4	LOG_BIO_PISC_Exotic	Logaritmo de la biomasa de especies exóticas piscívoras expresada en g/ha	0,27
M5	LOG_BIO_ciprin_native	Logaritmo de la biomasa de ciprínidos autóctonos expresada en g/ha	0,79

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

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

Una de las cuestiones más delicadas en la evaluación del potencial 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

4. RESULTADOS

4.1. SONDEO HIDROACÚSTICO: DENSIDADES

Los recorridos móviles de ecosondeo han cubierto una longitud total de 23,4 km (con dos transductores), lo que supone un valor del índice de cobertura (Da) de 21. Los recorridos realizados se presentan en la siguiente figura, en la que se facilitan también los del diseño muestral previo sobre el embalse en situación teórica de máximo nivel (polígono marrón).

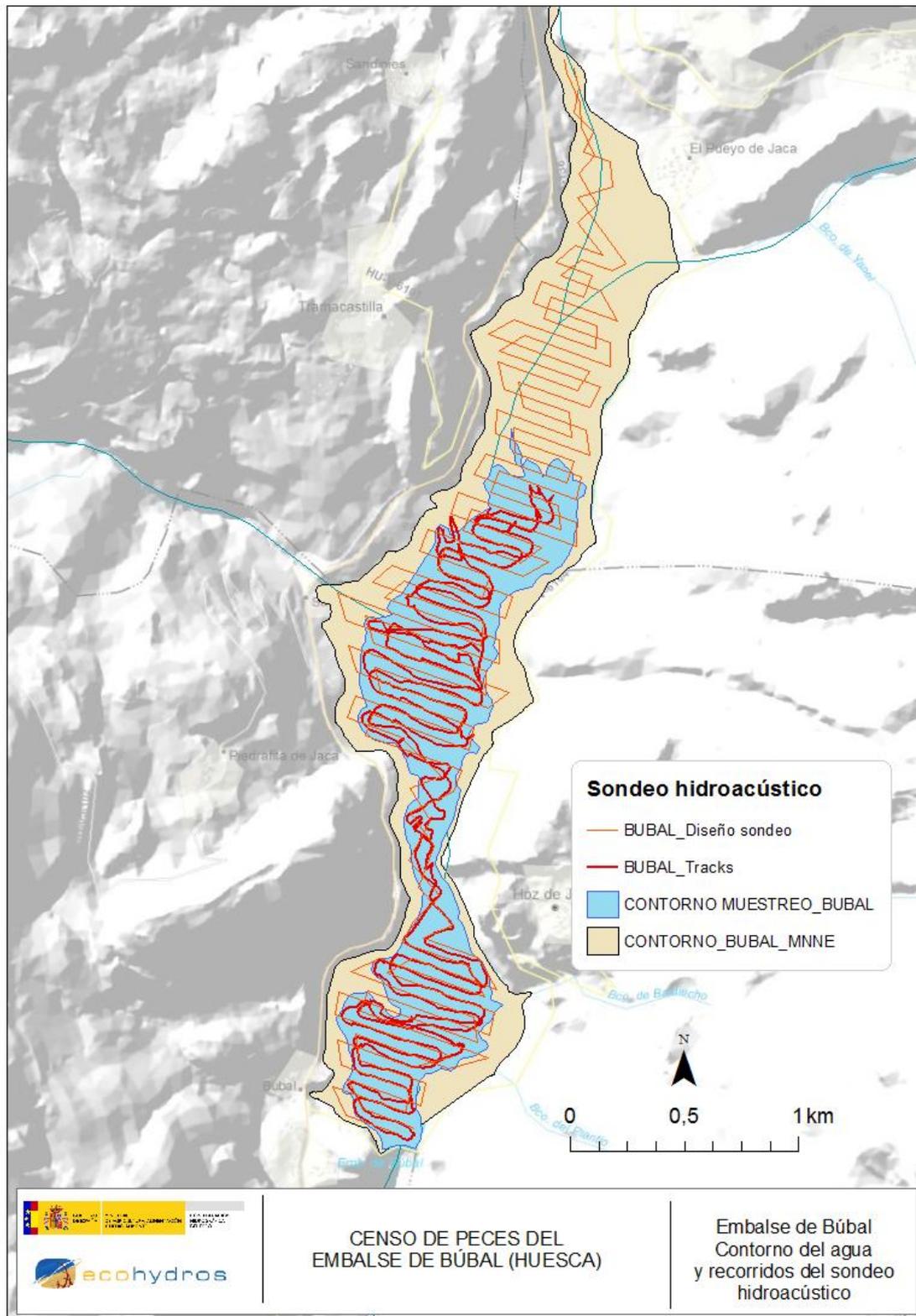


Figura 11. Recorridos del sondeo hidroacústico

Obsérvese que los recorridos realizados se circunscriben al contorno del agua (azul) establecido a partir del análisis de imágenes de satélite en fechas cercanas al muestreo.

Mediante el método descrito, se ha obtenido una estimación de densidad en celdas de 50 m y también la talla acústica corregida de cada uno de los blancos y rastros (“tracks”) de peces. En la documentación del CD adjunto a la presente memoria, se entrega un listado completo de estas celdas de análisis, detallando sus coordenadas, estrato, densidad y biomasa.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de un ecograma del embalse de Búbal realizado con haz vertical y asociado a una zona de media profundidad. Es un ecograma limpio, sin burbujas ni otras fuentes de ruido, donde se pueden observar señales pequeñas de peces dispersos en la zona pelágica y otras de mayor intensidad (colores más cálidos) y mayor tamaño en aguas más profundas, entre los 15 y 25 m de profundidad, más asociados al fondo.

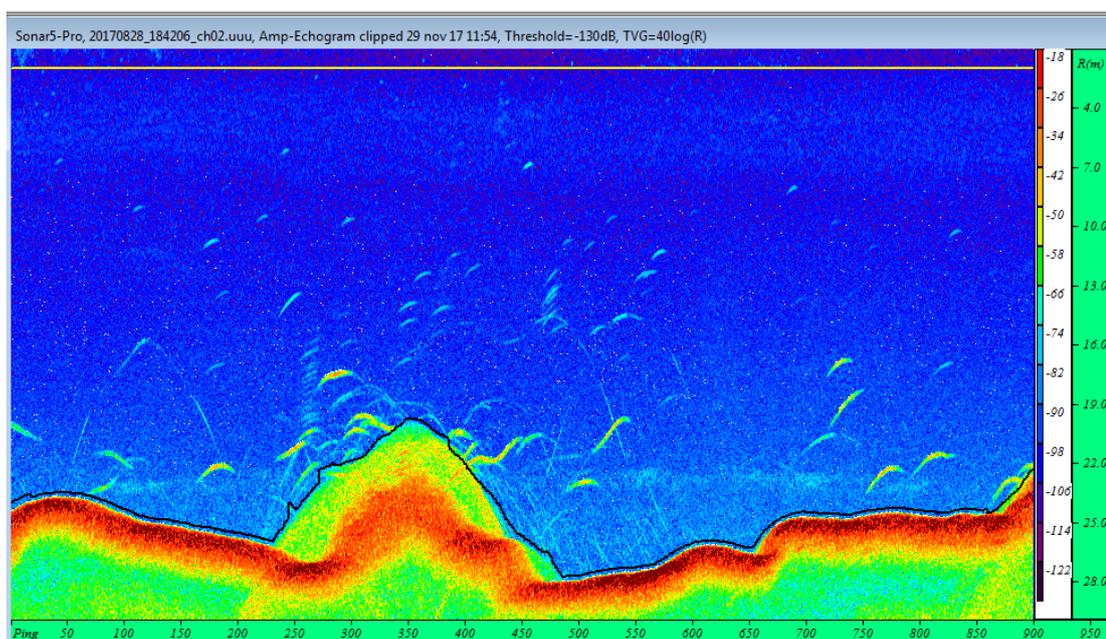


Figura 12. Ejemplo de ecograma obtenido con el haz vertical del embalse de Búbal

En la tabla siguiente 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	Numero de casos con valor 0	Desviación típica
BUB17	1	1	2,09	236	468	237	17,37
BUB17		2	0,76	62	400	311	4,62
BUB17		3	0,01	1	78	76	0,09

Estos valores medios se han ponderado con el volumen de cada estrato y sector (Tabla 1), para obtener una densidad total del embalse de 0,93 ind/dam³. Se trata de un valor bajo, en el rango que cabría esperar a partir del carácter oligotrófico del embalse. La distribución espacial de la densidad de peces se presenta interpolada en las láminas 1 a 4 (ANEXO IV) para los estratos considerados y para el conjunto de peces en el embalse.

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 (Nota: la escala de los mapas es distinta en los tres casos).

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 son diferentes para cada grupo de casos (estratos).

El estrato inferior (Figura 13), entre 25 y 35 m de profundidad, se limita a las zonas cercanas a la presa y asociadas al antiguo cauce del río. Los valores de densidad son muy bajos y en la mayor parte de las celdas de análisis es cero. Esto resulta lógico dado que en ese estrato el oxígeno disuelto es escaso y que las especies presentes son poco resistentes al déficit de oxígeno.

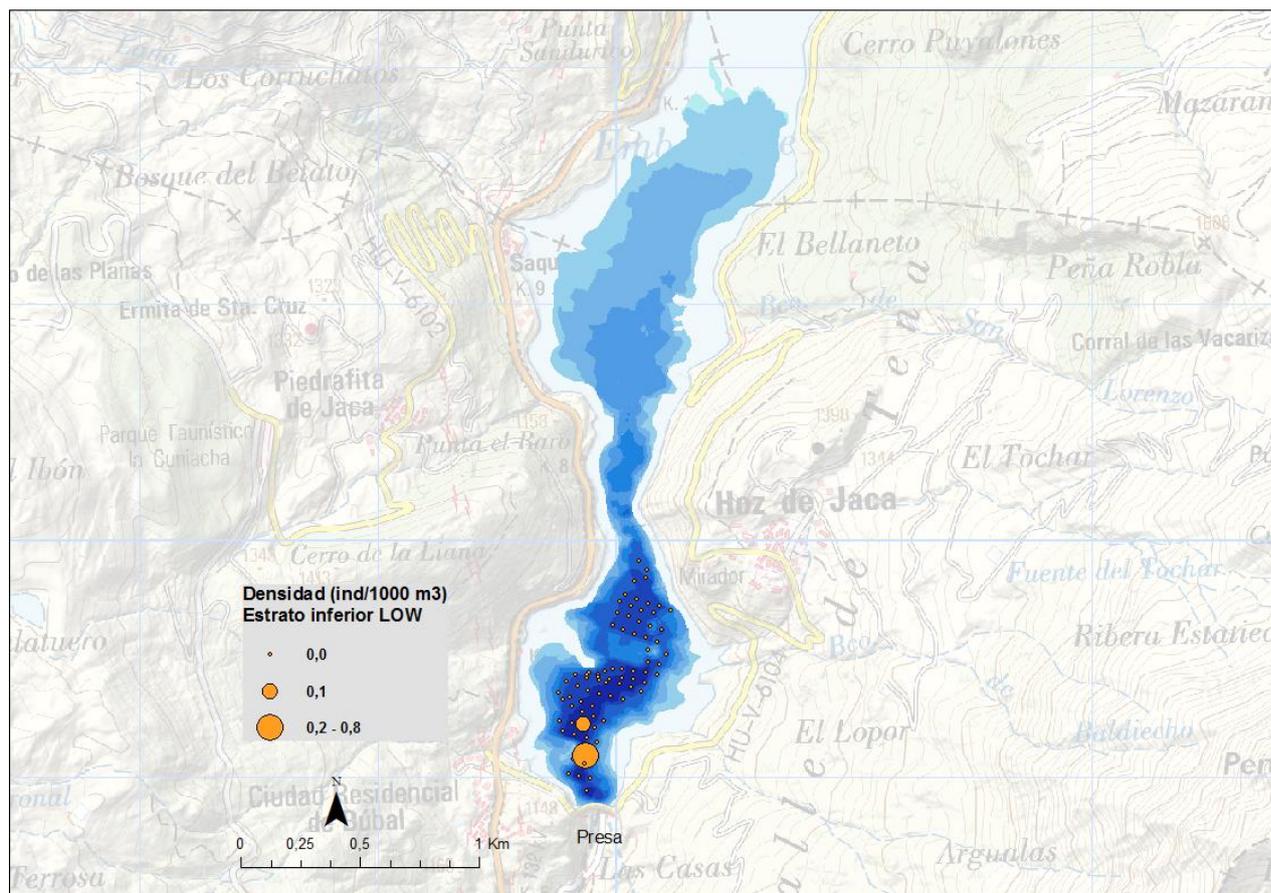


Figura 13. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato inferior (LOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud

El estrato intermedio (Figura 14), entre 5 y 25 m de profundidad se extiende por la práctica totalidad de la superficie inundada. Los valores más altos de densidad se observan en la zona de cola del embalse, y los submáximos se distribuyen en zonas intermedias asociadas a ensenadas y también a tramos angostos.

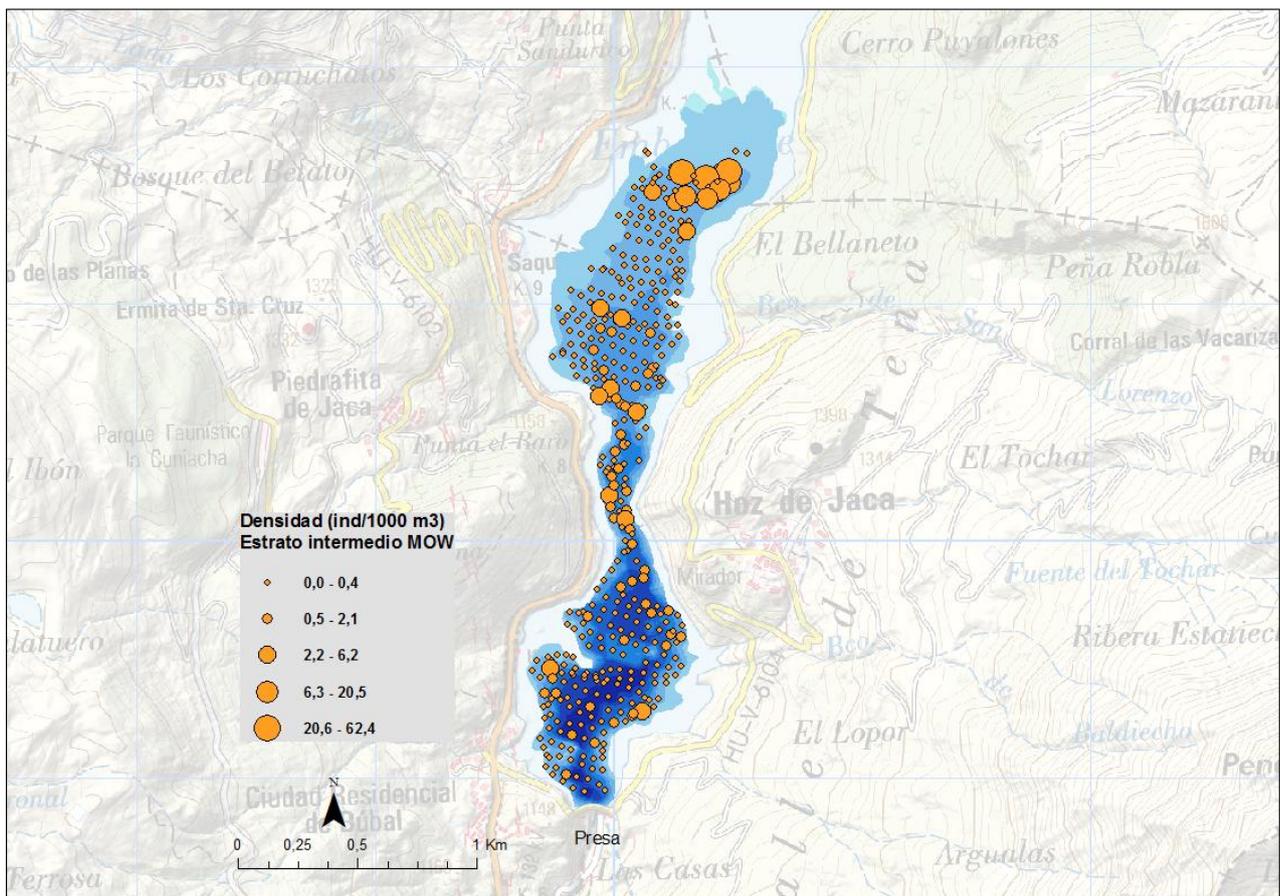


Figura 14. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato intermedio (MOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud

El estrato superficial (Figura 15), aguas de profundidad inferior a 5 m, presenta los máximos de densidad (>150 ind/1000 m³) pero muy localizados en las aguas de cola del embalse, ya en transición hacia el río, donde se han observado importantes acumulaciones de peces durante las tareas de pesca.

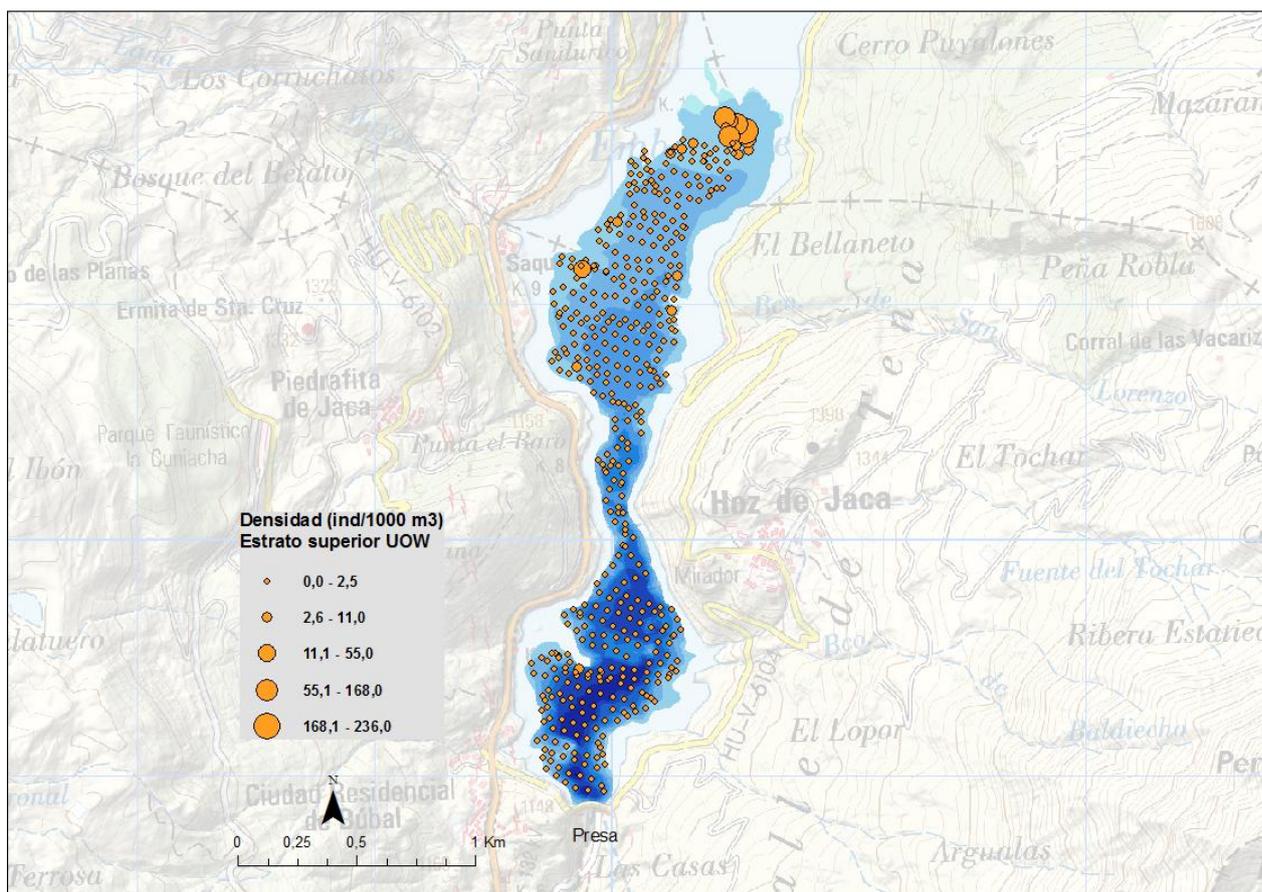


Figura 15. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato superior (UOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud

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 Búbal, 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 los embalses de Moneva y Ribarroja constituyen extremos, muy separados del resto por el lado superior de la distribución.

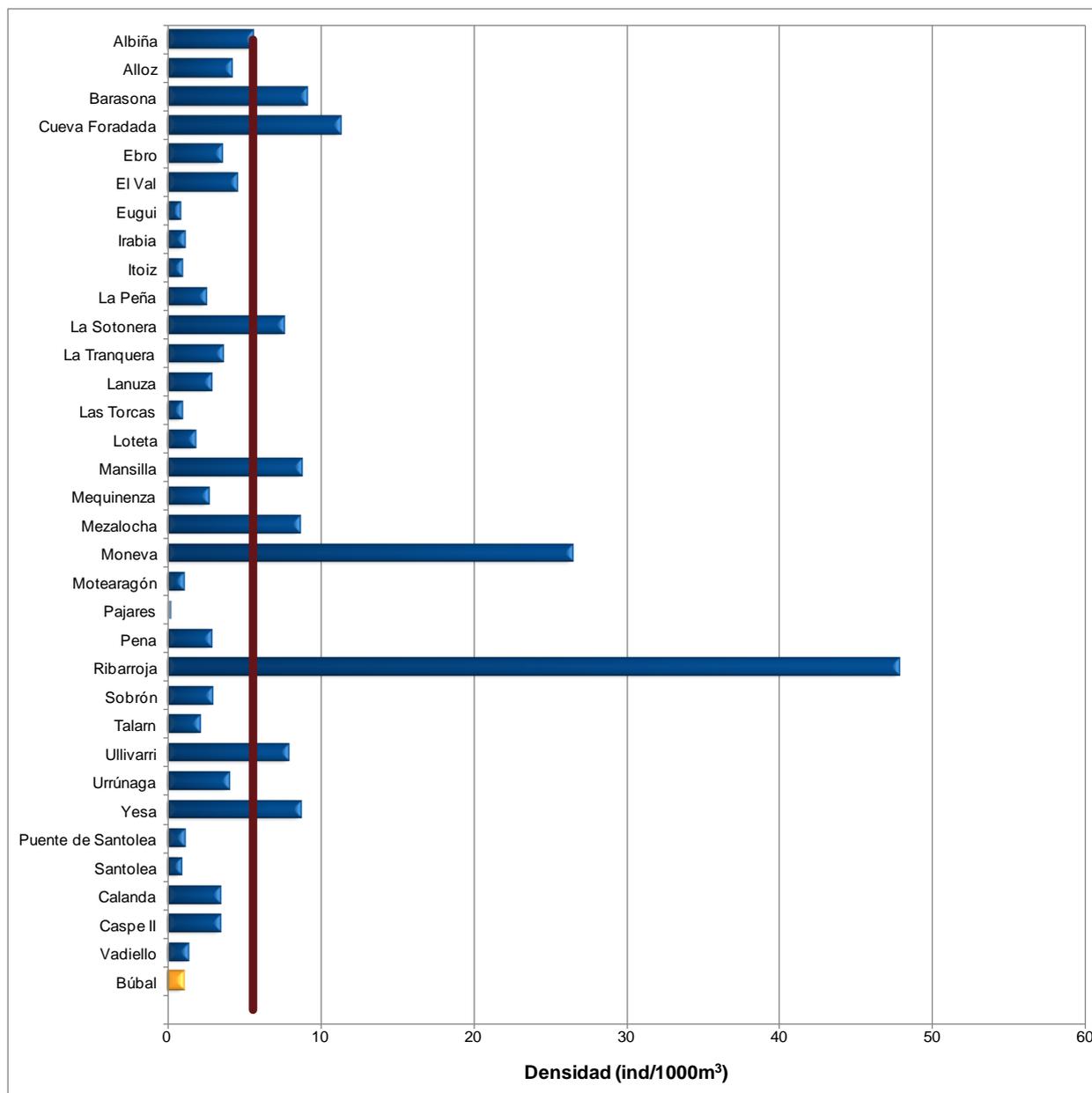


Figura 16. Comparación de la densidad con otros embalses de la cuenca del Ebro

El valor de densidad obtenido para el embalse de Búbal está en el rango de valores bajos entre el conjunto de embalses estudiados en la cuenca 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.

Los detalles de cada una de las pescas se han recogido en fichas de campo. En estas fichas, facilitadas en el ANEXO II, se detallan los datos relativos a cada muestreo, así como un resumen de las capturas.

4.2.1. Especies presentes en el embalse

En este apartado, se presentan las especies encontradas en los muestreos. En el ANEXO I, se presenta una ficha descriptiva por especie en la que se incluye una breve descripción, una fotografía, 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 6. Especies presentes en el embalse

Nombre común	Nombre científico	Autóctono/alóctono
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	Autóctono
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	Autóctono
Trucha común	<i>Salmo trutta fario</i>	Autóctono
Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	Autóctono
Piscardo	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Autóctono
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	Alóctono (anterior a 1900)
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	Alóctono (anterior a 1900)

De las siete especies detectadas, tan sólo la carpa común y la carpa de espejos son alóctonas, aunque ambas fueron introducidas con anterioridad a 1900. Las especies restantes son autóctonas: Barbo de Graells, madrilla, trucha común, gobio y piscardo.

4.2.2. Composición y distribución de especies

Capturas con redes

El total de capturas con redes fue de 390 peces con un peso total de 37,42 kg, lo que supone 204 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y 23,56 kg de biomasa por unidad de esfuerzo. Se emplearon un total de 8 redes en 143 horas de pesca (17 unidades de esfuerzo). En la figura siguiente se representa la ubicación de las redes de muestreo y los recorridos de pesca eléctrica.

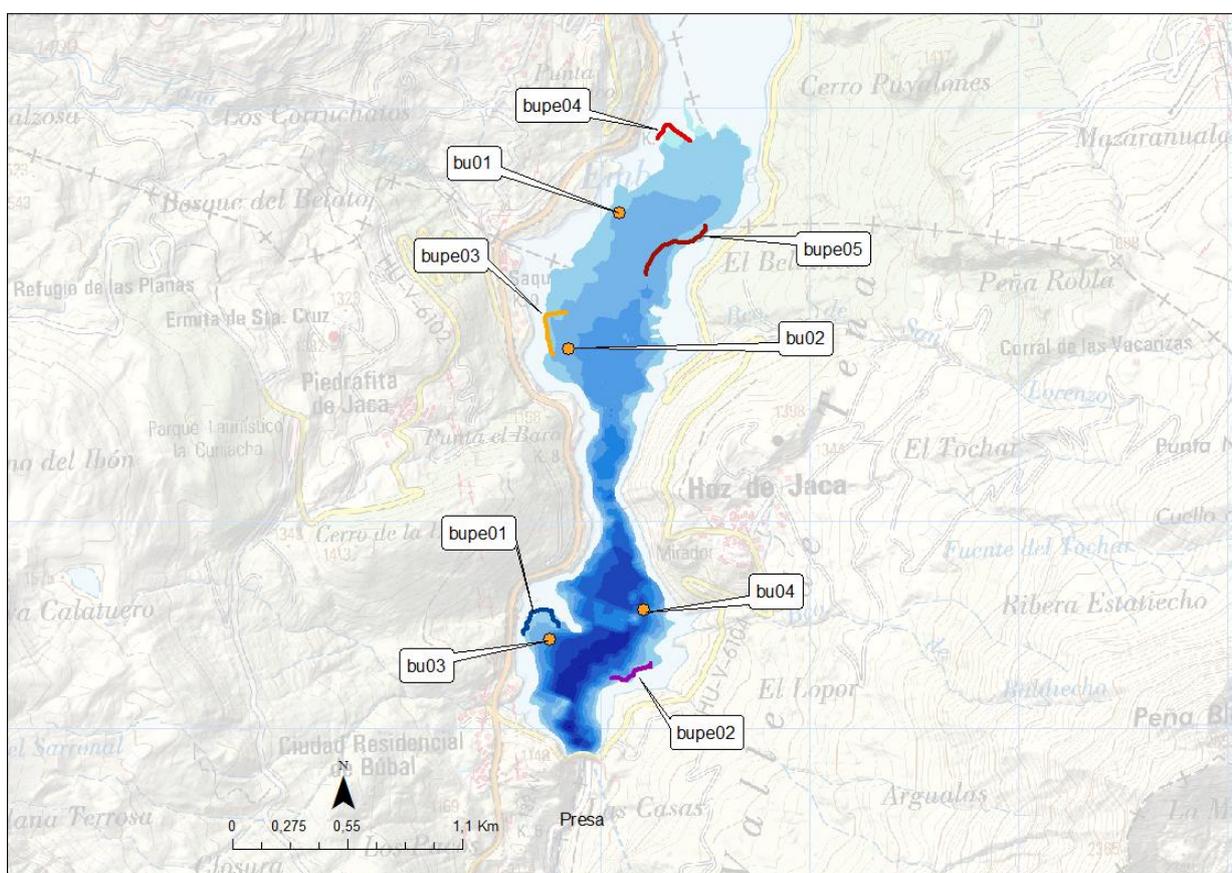


Figura 17. Ubicación de las redes (bu01, bu02, bu03, bu04) y recorridos de pesca eléctrica (bupe01, bupe02, bupe03, bupe04, bupe05).

En la Tabla 7 y en la Figura 18, 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 siete especies diferentes en el embalse (incluyendo las dos variedades de carpa).

Los términos empleados para describir la asociación de peces del embalse se describen en el Glosario al final del documento.

Tabla 7. Resultados de las pescas con red por especies

	<i>Gobio Lozanoi</i>	<i>Salmo trutta fario</i>	<i>Parachondrostoma miegii</i>	<i>Luciobarbus graellsii</i>	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Phoxinus biguerra</i>	Total general
Capturas	74	12	146	23	5	3	26	289
CPUE	51,98	6,90	106,54	14,73	3,23	1,90	18,51	203,80
% CPUE	26%	3%	52%	7%	2%	1%	9%	100%
MCPUE12	13	2	27	4	0	0	5	50
MCPUE4	0	0	0	0	1	0	0	1
PF total (g)	557	8.095	6.283	12.551	5.029	4.854	53	37.422
BPUE (g)	395	4.508	4.554	8.219	2.876	2.975	36	23.564
% BPUE	2%	19%	19%	35%	12%	13%	0%	100%
MBPUE12	99	1.008	1.139	1.931	6	205	9	4.396
MBPUE4	0	159	0	164	951	719	0	1.994
Long furcal media (mm)	81	376	142	303	302	439	51	146
Peso medio (g)	8	675	43	546	1.006	1.618	2	129

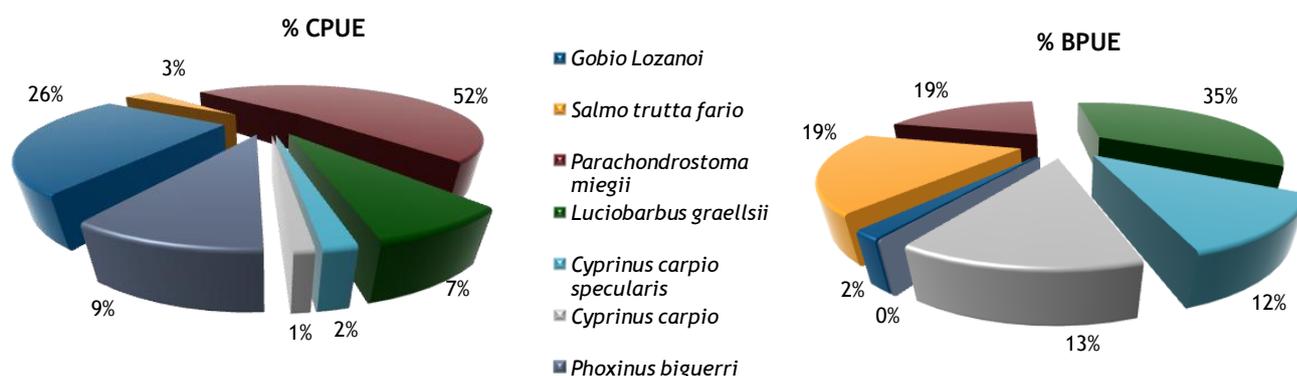


Figura 18. Composición de la asociación obtenida mediante redes

Se observa que la asociación está dominada en términos de abundancia por la madrilla (*Parachondrostoma miegii*) (52%), seguida por el gobio (*Gobio lozanoi*) (26%), mientras que los porcentajes de piscardo (*Phoxinus biguerra*) (9%) y barbo (*Luciobarbus graellsii*) (7%) son muy

inferiores. Las dos especies de carpa capturadas tienen mucha menor importancia en la asociación.

En lo que respecta a la biomasa, el barbo domina la asociación (35%) y madrilla y trucha presentan valores similares (19%). Las carpas ganan importancia desde el punto de vista de la biomasa con un 25% del total, repartido equitativamente entre ambas subespecies (*Cyprinus carpio* y *Cyprinus carpio specularis*). El gobio y el piscardo pierden relevancia, ya que son especies de pequeña talla.

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

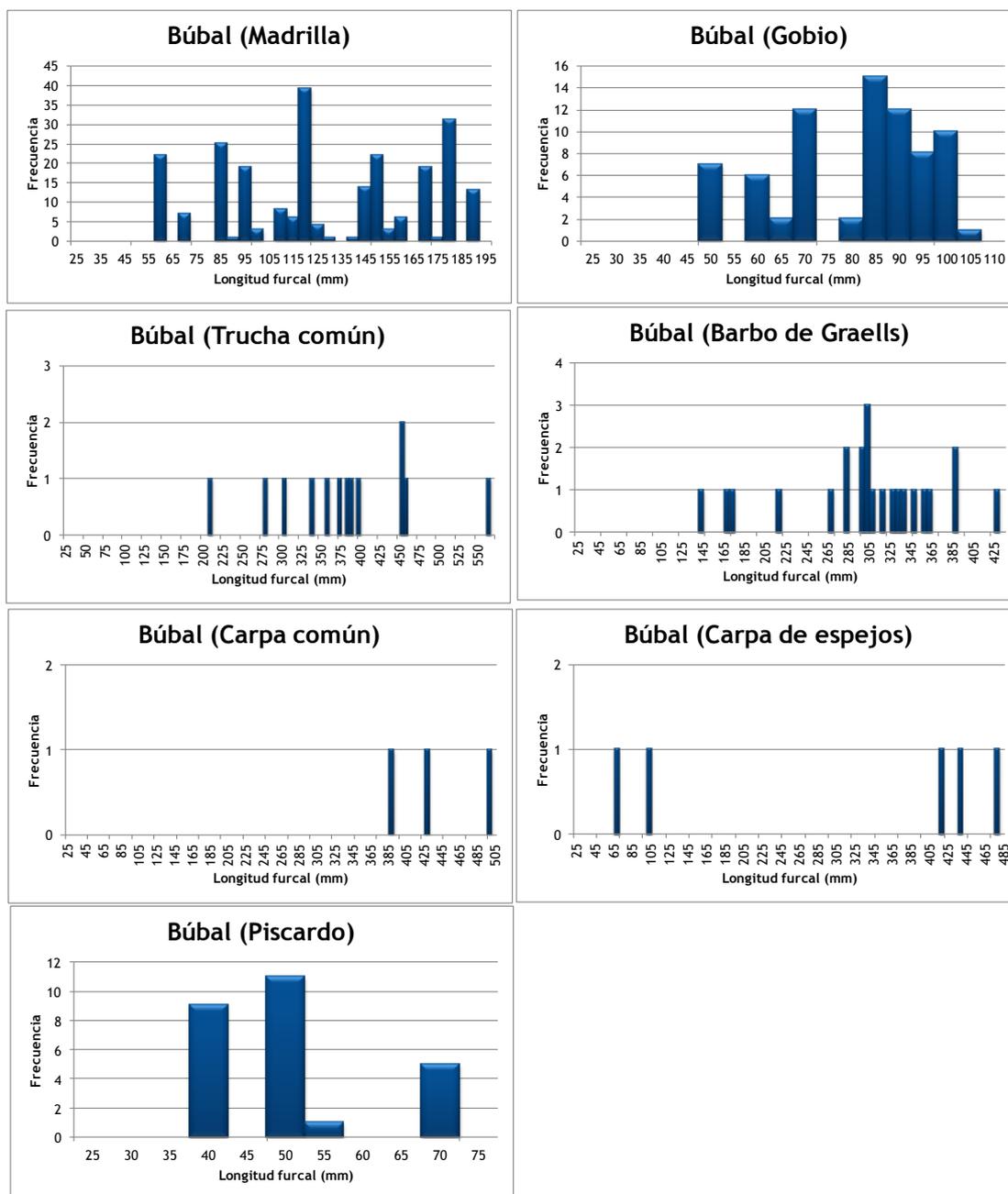


Figura 19. Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm

La madrilla y el gobio, ciprínidos autóctonos, presentan unas poblaciones con individuos de varias clases de edad. La primera de ellas muestra una ausencia de tallas más pequeñas, lo que suele ser habitual en los embalses, debido al carácter reófilo de la especie.

Sin embargo, la trucha común y el barbo no presentan una estructura de tallas definida, con aparición de individuos aislados de muy diferente edad y en un amplio rango de tallas, que va desde los 21 a más de 55 cm, en el caso de la trucha, y desde los 14 a los 43 cm en el caso del barbo.

Por su parte, la presencia de las especies alóctonas de carpa es testimonial, únicamente se detectaron mediante pesca con redes y se encontraron en su mayoría ejemplares adultos.

Resultados de la pesca eléctrica

El total de capturas con pesca eléctrica fue de 101 peces con un peso total de 3,1 kg, lo que supone 58,88 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y 1,4 kg de BPUE. Se realizaron un total de cinco transectos que cubrieron 1091 m de orilla.

La ubicación de los transectos de muestreo se puede observar en el mapa de la Figura 17, donde se presentó, además, la ubicación de las redes.

En la tabla siguiente se facilitan los resultados obtenidos, agregados por especies. Se capturaron únicamente tres de las siete especies diferentes detectadas en el embalse.

Tabla 8. Resultados de la pesca eléctrica por especies

	<i>Gobio Lozanoi</i>	<i>Salmo trutta fario</i>	<i>Parachondrostoma miegii</i>	Total general
Capturas	1	1	99	101
CPUE	0,70	0,44	49,74	50,88
% CPUE	1%	1%	98%	100%
MCPUE	0,70	0,44	0,50	0,50
PF total (g)	4	1.020	2.086	3.109
BPUE	2	447	967	1.417
% BPUE	0%	32%	68%	100%
MBPUE	2,44	447,14	9,77	14,03
Long furcal media (mm)	65	455	106	109
Peso medio (g)	4	1.020	21	31

En la asociación obtenida mediante pesca eléctrica, la madrilla también presenta el mayor porcentaje (98%), pero en este caso es mucho más dominante, debido a las concentraciones

que se producen en la zona de transición de río a embalse, donde se ha muestreado con esa técnica de pesca eléctrica.

El gobio y la trucha presentan un porcentaje bastante inferior (1%). En términos de biomasa, la madrilla también domina claramente la asociación (68%), seguida de la trucha (32%), mientras que el gobio representa un porcentaje casi inapreciable en términos de biomasa.

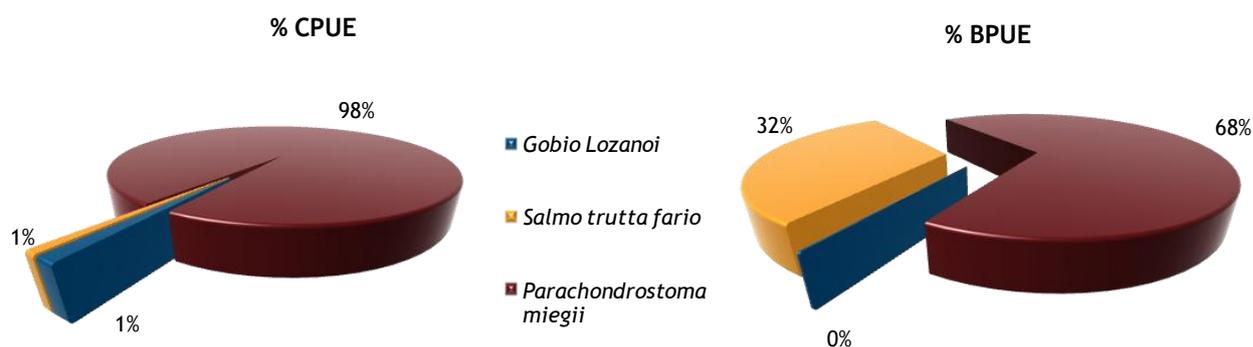


Figura 20. Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica

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 siguiente se presentan los resultados del análisis de biomasa por celdas.

Tabla 9. 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
BUB17	1	1	1,14	129	468	260	9,47
BUB17		2	0,29	20	400	328	1,53
BUB17		3	0,00	0	78	77	0,00

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 $1,42 \text{ g/m}^2$, o lo que es lo mismo: $14,2 \text{ kg/ha}$. Se trata de un valor bajo de biomasa, coherente con el carácter oligotrófico del embalse, que se explica por la dominancia de dos especies de pequeña talla como la madrilla y el gobio.

La distribución espacial de la biomasa de peces se presenta interpolada en las láminas 5 a 8 (ANEXO IV) para los tres estratos considerados y para el conjunto de peces en el 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 (Nota: la escala de los mapas es distinta en los tres casos). 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.

La distribución de la biomasa sigue una pauta similar a la de la densidad en el estrato profundo (Figura 21), con ausencia de peces en prácticamente todas las celdas de análisis y valores muy bajos en las demás.

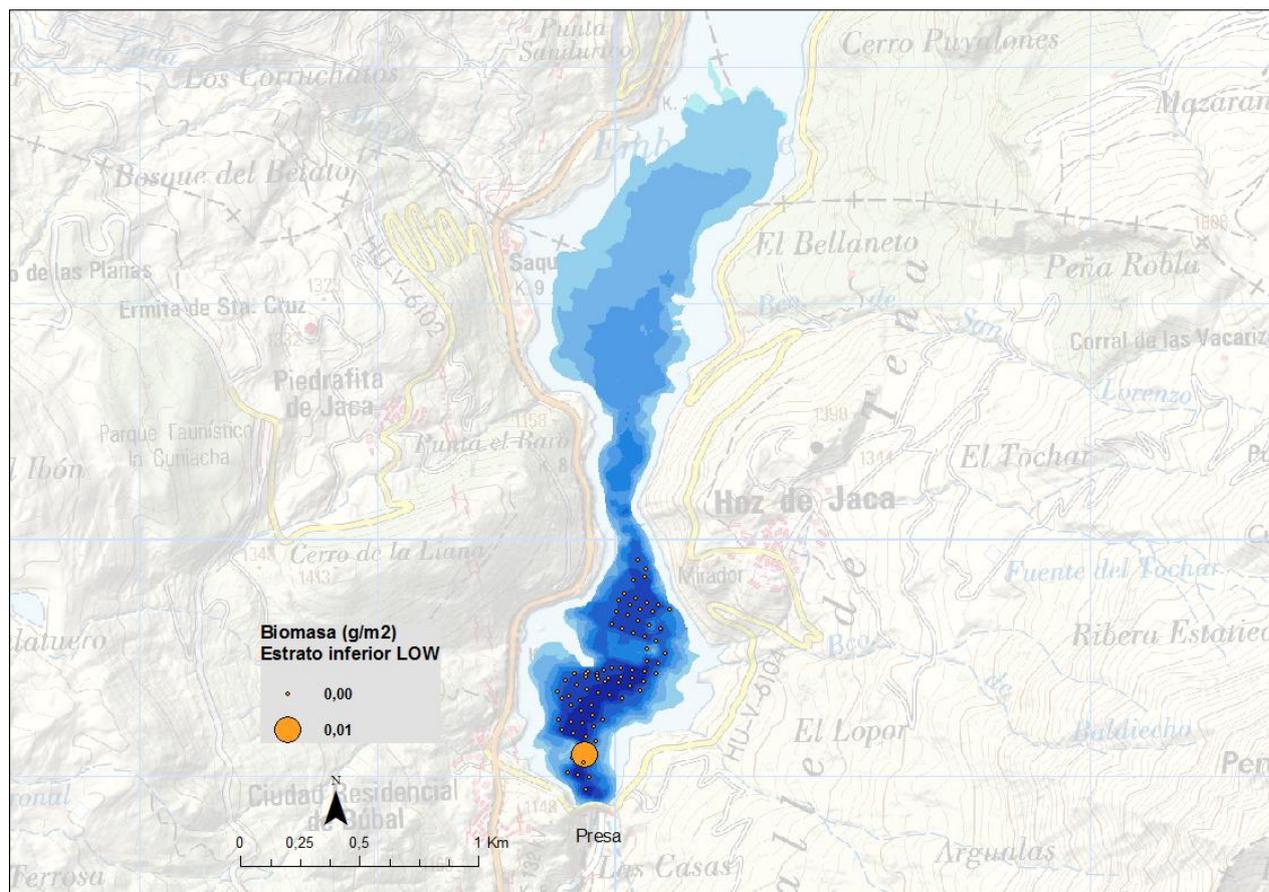


Figura 21. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato inferior (LOW)

Sin embargo, en el estrato intermedio (5-25 m de profundidad) la clase de mayor biomasa se distribuye por la zona central más angosta del embalse y desde ahí hacia la presa, especialmente en zonas más cercanas a las márgenes (Figura 22).

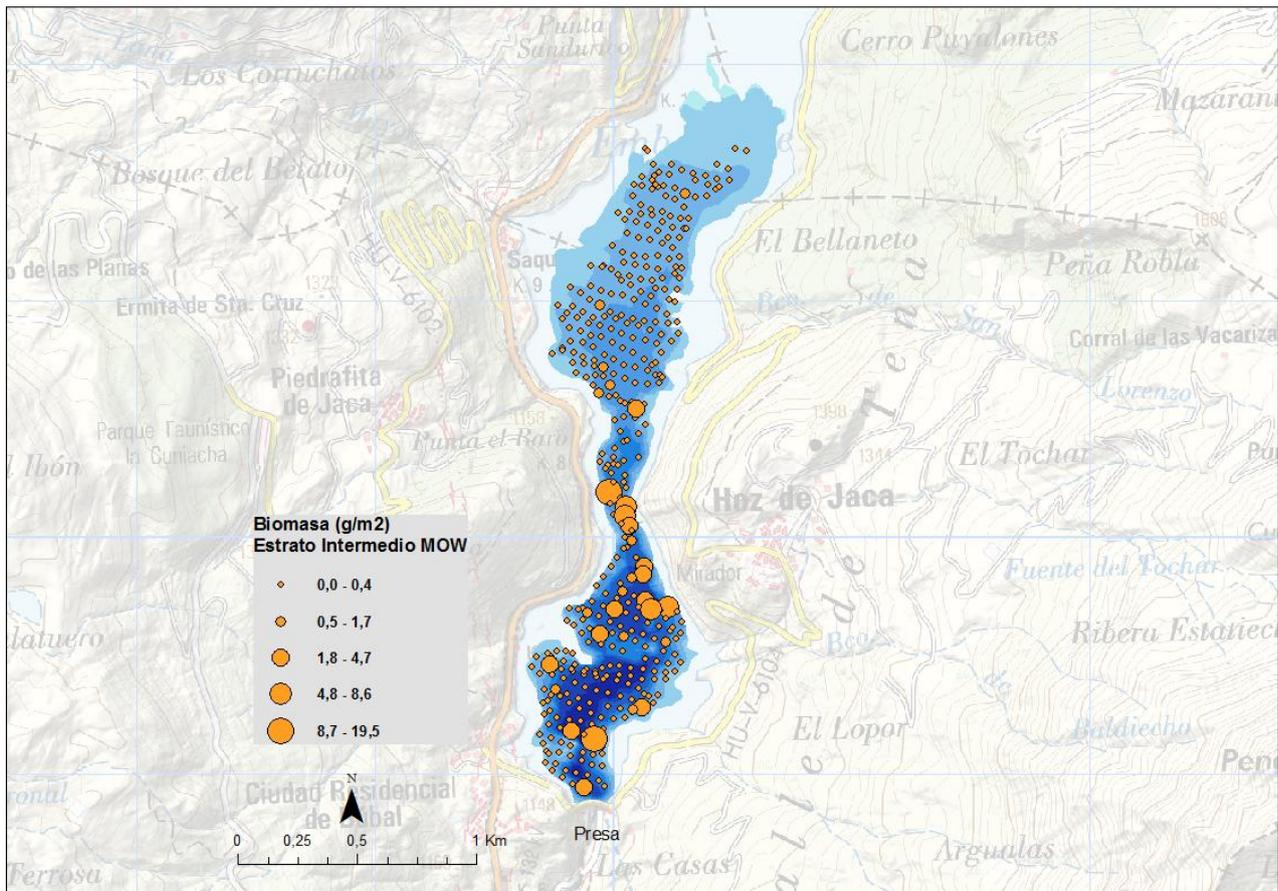


Figura 22. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato intermedio (MOW)

En el estrato superficial (menos de 5 m de profundidad) ocurre lo contrario (Figura 23). La clase de mayor biomasa se concentra claramente en la zona, como ocurría con la densidad, debido a la contribución de las poblaciones de madrilla. En este caso, las clases de biomasa son similares entre ambos estratos, debido a que se compensa en la mayor densidad con el menor tamaño de las madrillas y lo contrario con truchas y barbos, que habitan zonas más profundas (estrato intermedio) y más alejadas de la cola del embalse.

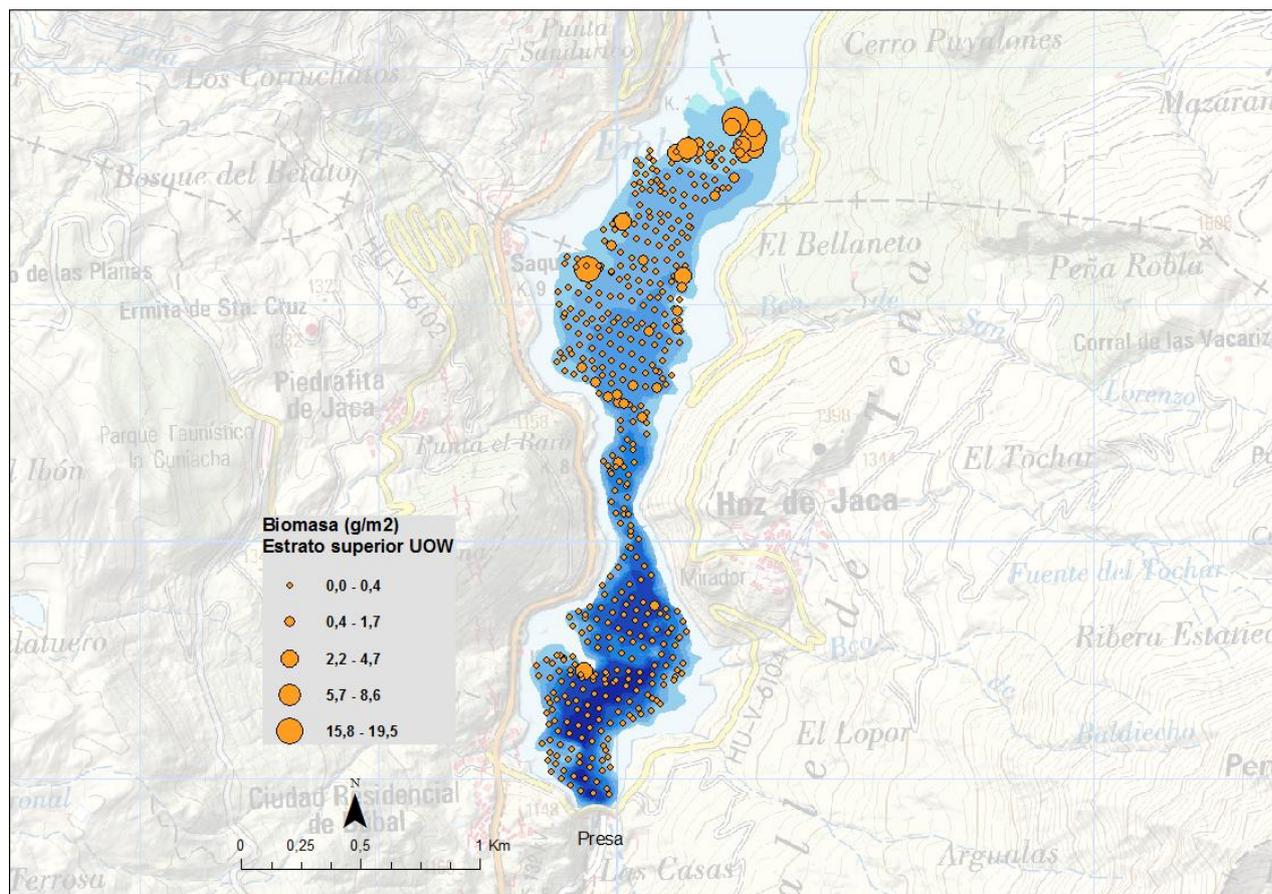


Figura 23. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato superior (UOW)

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 Búbal, en comparación con otros embalses de la cuenca del 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 del embalse de Búbal es baja en el contexto de los embalses estudiados en la cuenca del Ebro.

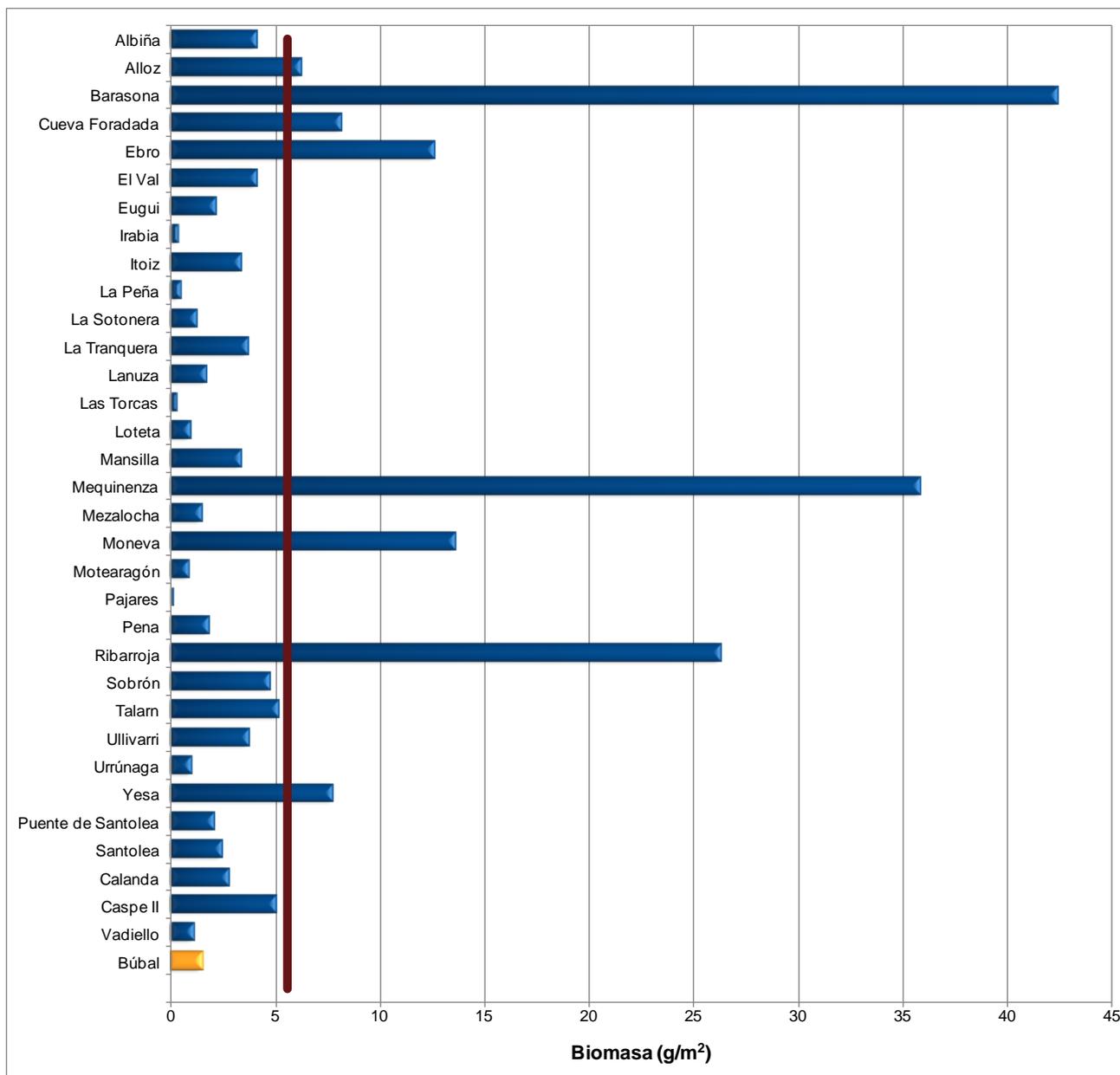


Figura 24. Comparación de la biomasa con otros embalse de la cuenca del Ebro

4.4. DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIES

Para poder ofrecer una estimación 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 (dam³) y superficie (m²) respectivamente, para el conjunto del embalse.

Tabla 10. Densidades (ind/dam³) y biomاسas (g/m²) por especie

	<i>Luciobarbus graellsii</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	<i>Parachondrostoma miegii</i>	<i>Salmo trutta fario</i>	<i>Phoxinus phoxinus</i>	<i>Gobio lozanoi</i>	Total
Densidad media (ind/dam ³)	0,05	0,01	0,01	0,57	0,03	0,07	0,19	0,93
% Abundancia	5,78%	0,75%	1,27%	61,37%	2,88%	7,27%	20,68%	100%
Biomasa media (g/m ²)	0,47	0,17	0,16	0,31	0,28	0,00	0,02	1,42
% Biomasa	32,90%	11,91%	11,51%	22,10%	19,84%	0,15%	1,59%	100%
Abundancia Total (ind)	1.564	202	344	16.597	779	1.966	5.594	27.045
Peso total (kg)	552	200	193	371	333	2	27	1.678

En términos absolutos se estima una población de unos 27.000 peces con una biomasa de 1,7 toneladas. Estos valores absolutos deben usarse con cautela, especialmente con valores de densidad y biomasa bajos como los de Búbal. Es más apropiado trabajar con los valores de densidad y biomasa por unidad de volumen y superficie (respectivamente), que permiten comparar diferentes sistemas, además de ser las unidades de las métricas empleadas para la evaluación del potencial ecológico, que es el fin último de estos trabajos.

5. APROXIMACIÓN AL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE BASADO EN PECES

Aunque este método de muestreo se ha aplicado en una reducida población de embalses de la Península Ibérica, los resultados ofrecen una buena idea del tipo de 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 ictiofauna, descontando así este efecto de otras presiones, lo cual resulta fundamental en el proceso de planificación hidrológica.

Además de la evaluación del potencial ecológico basado en las comunidades de peces que se ofrece más adelante de forma tentativa, se destacan las siguientes características, que podrían orientar una evaluación definitiva:

- Densidad y biomasa bajas propias de sistemas oligotróficos.
- Dominio en densidad de la madrilla, que representa el 61,37% de la densidad del embalse, seguida por el gobio que presenta una abundancia bastante inferior (20,68%).
- Dominio en biomasa del barbo (32,90%), seguido por la madrilla (22,10%) y la trucha (19,84%).

- Se han detectado en los muestreos cinco especies autóctonas (madrilla, barbo, trucha, gobio y piscardo), dos de ellas con abundancias relativas importantes.

Como se ha apuntado en el apartado de metodología, se ha aplicado el QFBI (*Quantitative Fish Biotic Index*) en una versión todavía provisional, pero que de forma tentativa ofrece una primera idea del potencial ecológico basado en los peces.

El potencial ecológico del embalse es Óptimo según esta metodología. En la tabla siguiente se presentan los resultados de las diferentes métricas, así como del QFBI, obtenidos para el embalse de Búbal:

Tabla. Resultados del QFBI obtenidos para el embalse de Búbal

Métrica	BUB17
LOG_BIO	4,15
LOG_BIO_native	4,03
LOG_%_BIO_PISC_Exotic	0,00
LOG_BIO_PISC_Exotic	0,00
LOG_BIO_ciprin_native	3,90
QFBI	-1,34
Potencial	Óptimo

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.

El embalse de Búbal presenta una asociación formada por cinco especies autóctonas: madrilla (*Parachondrostoma miegii*), barbo de Graells (*Luciobarbus graellsii*), gobio (*Gobio lozanoi*), trucha (*Salmo trutta fario*) y piscardo (*Phoxinus phoxinus*).

La asociación de peces está dominada en densidad por la madrilla, que representa el 61,37% de la abundancia, y le siguen el gobio (20,68%), piscardo (7,27%), barbo (5,78%), trucha (2,88%), y las dos especies de carpas, carpa de espejos (1,27%) y la carpa común (0,75%). En cambio, en lo que respecta a la biomasa de peces, el barbo representa la mayor parte (32,9%), seguido por la madrilla (22,10%), la trucha (19,84%) y la carpa (33%). El gobio y el piscardo pierden relevancia desde el punto de vista de la biomasa, debido a que se trata de especies de pequeña talla.

La asociación de las zonas litorales está totalmente dominada por la madrilla, tanto en densidad como en biomasa.

La densidad media de peces, a partir de la interpolación en celdas de 50 m, es de 0,93 ind/dam³. Ese valor de densidad es bajo, propio de una masa de agua oligotrófica, como es este embalse. También lo es el valor estimado de biomasa (1,42 g/m², o lo que es lo mismo, 14,2 kg/ha).

Si bien no se dispone todavía de un sistema aprobado de evaluación del potencial ecológico basado en el indicador peces, se ha aplicado como primera aproximación el QFBI, con el que se ha obtenido en el embalse de Búbal un potencial ecológico "Óptimo" según el indicador peces.

7. GLOSARIO

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

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

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:

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

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.

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 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.

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. Control del Estado de las Masas de Agua CEMAS. Informe de situación año 2015.

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.

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

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.

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 2017





ANEXOS





ANEXO 1. ESPECIES PRESENTES



Embalse de Búbal

Barbo de Graells

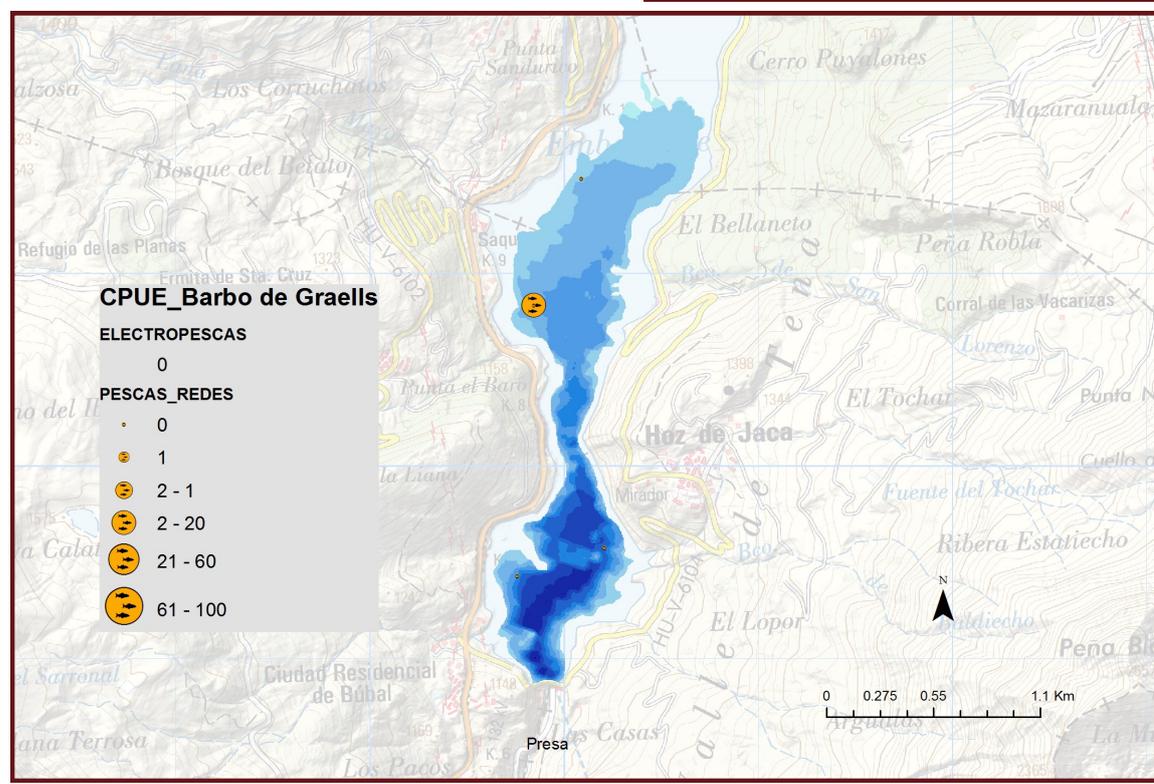
Luciobarbus graellsii



Ciprínido de gran tamaño, que puede alcanzar tallas máximas de hasta 800 mm de longitud total, aunque la mayoría no suele superar los 350 mm. El color del cuerpo es pardo verdoso y moteado en juveniles.

Barbus graellsii es una especie que puede colonizar todo tipo de medios, aunque prefiere los cursos medios y bajos de los ríos. Se la encuentra en los tramos altos únicamente en la época de reproducción, buscando zonas de arena y grava donde realizar la puesta. Como ocurre en otras especies del género *Barbus*, prefiere zonas tranquilas con vegetación y raíces de árboles donde encuentra refugios. Tiene hábitos gregarios, por lo que suele formar agrupaciones, incluso con otras especies de ciprínidos, de los géneros *Squalius* y *Parachondrostoma*.

Presentan una alimentación variada, según la disponibilidad de recursos del medio. La época de reproducción dura desde mayo hasta agosto. La introducción de especies exóticas, la mayoría de ellas piscívoras, es la mayor de sus amenazas aunque también la construcción de infraestructuras hidráulicas se considera una amenaza importante. Se distribuye principalmente en la cuenca del Ebro pero llega hasta el río Asón en el Cantábrico y el río Ter en Cataluña.



Embalse de Búbal

Carpa común

Cyprinus carpio



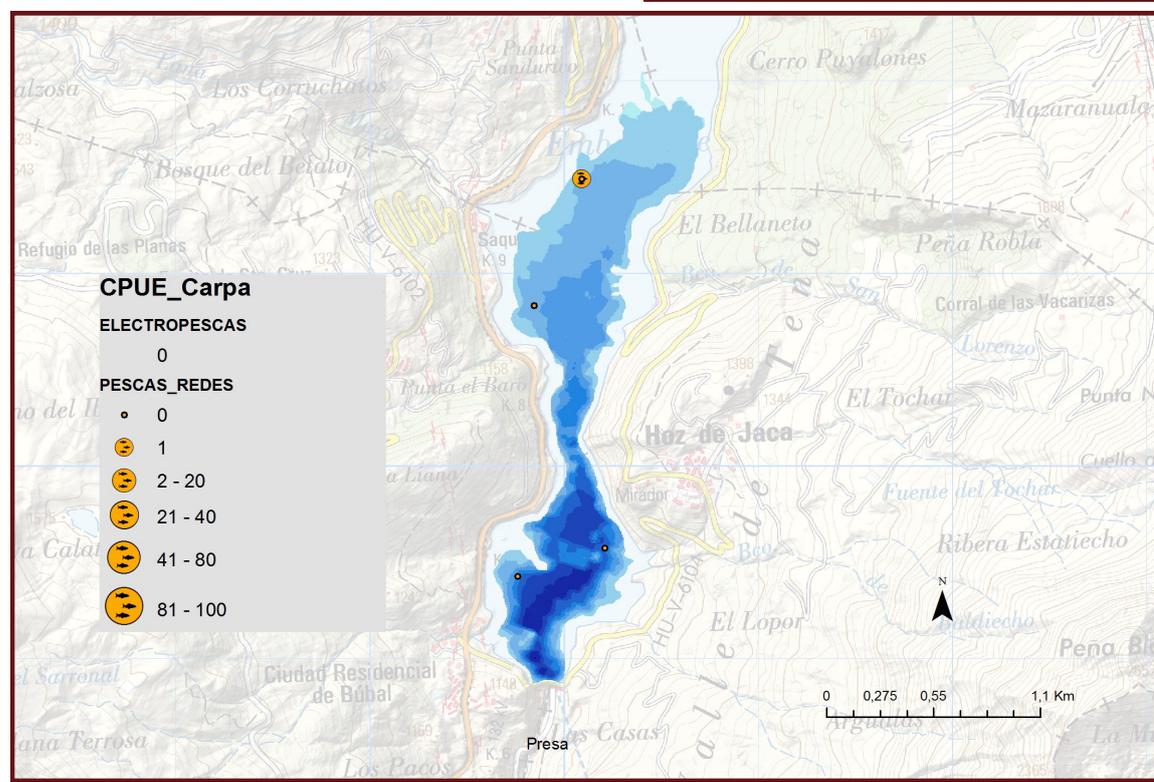
Es la especie íctica introducida de mayor difusión en la península Ibérica. Puede alcanzar considerables dimensiones de hasta 1 m de longitud y más de 20 kg de peso.

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.



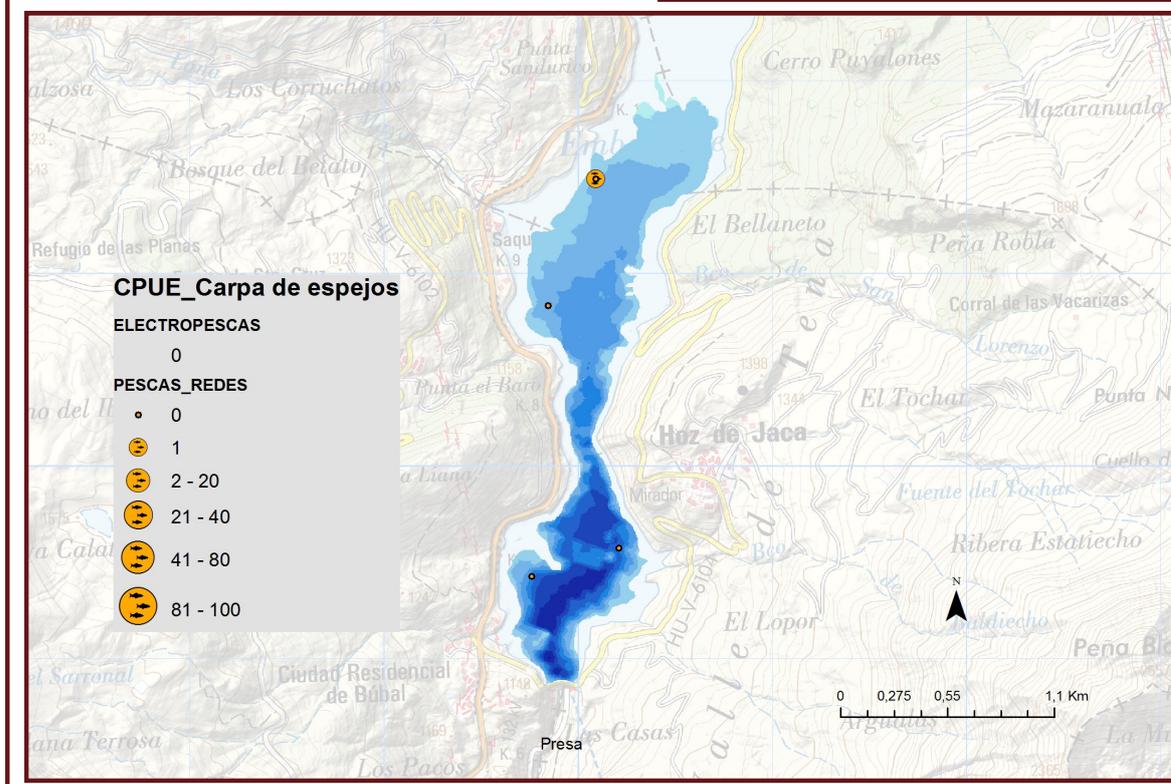
Embalse de Búbal

Carpa de espejos

Cyprinus carpio specularis



Especie muy variable en forma, proporciones, escamas, color y desarrollo de las aletas. Son omnívoros, se alimentan básicamente de insectos acuáticos, crustáceos, anélidos, moluscos, arroz salvaje, algas y otros vegetales. 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 tensiones de oxígeno disuelto, la turbiedad alta, la salinidad y, en general, la contaminación de las aguas. Se reproduce en primavera y verano, dejando huevos pegajosos en vegetación poco profunda. Una hembra de 47 centímetros de longitud produce alrededor de 300.000 huevos. 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. Los adultos pueden desenraizar y destruir la vegetación acuática sumergida en detrimento de las especies piscícolas autóctonas.



Embalse de Búbal

Piscardo

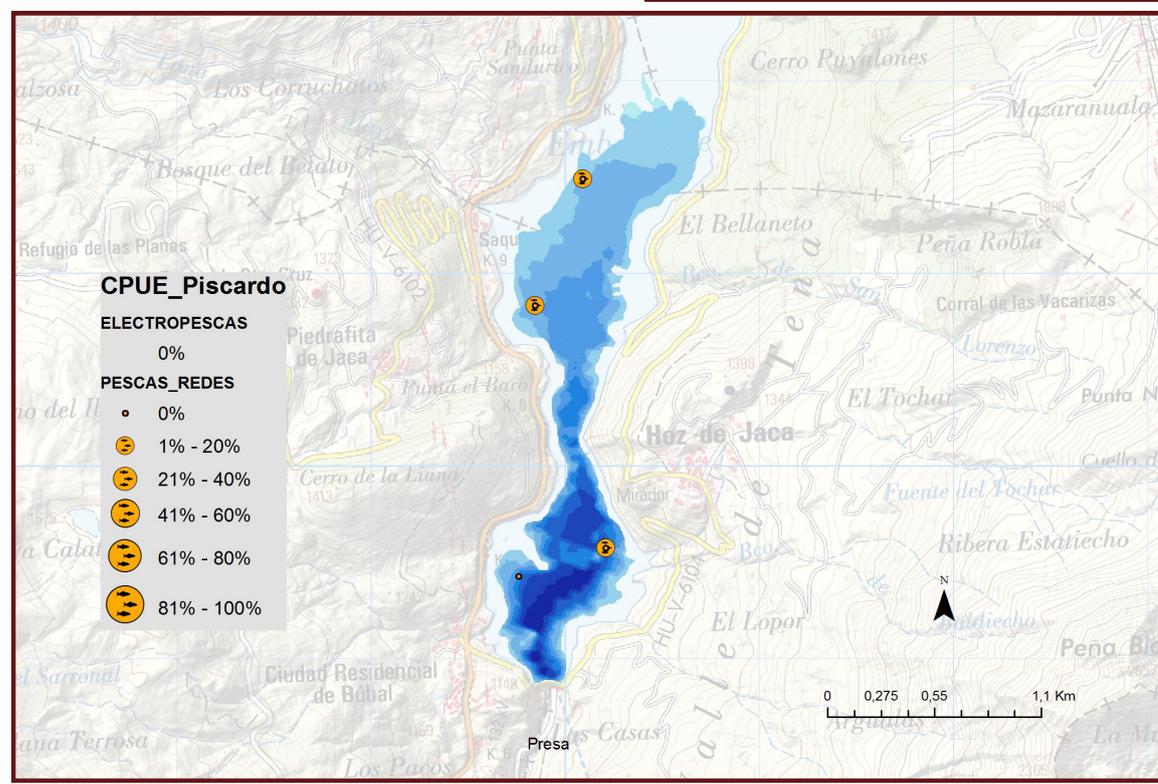
Phoxinus biguerra



El piscardo es un pez de pequeño tamaño que raramente alcanza los 140 mm de longitud total. La coloración es variable y suele presentar manchas oscuras que se disponen transversalmente. Durante la época de reproducción los machos, presentan tubérculos nupciales, y la base de las aletas, excepto la dorsal, se tiñen de rojo.

Suelen vivir en los tramos altos de los ríos en aguas oxigenadas, con fondos pedregosos. Llega a formar grandes cardúmenes, que en la época de reproducción pueden estar compuestos sólo por ejemplares machos, desencadenándose la reproducción cuando en este cardumen se introducen las hembras. Son omnívoros aunque su dieta principal consiste en macroinvertebrados acuáticos.

El piscardo posee dos poblaciones bien definidas una en la vertiente atlántica y otra en la mediterránea. En la vertiente atlántica no se sabe para la mayoría de los ríos, con certeza, si es una especie autóctona ya que ha sido ampliamente introducida para favorecer el número de presas disponibles para la trucha (*S. trutta*) y existen pocos registros antiguos sobre su presencia. En esta vertiente sus poblaciones son abundantes. En la vertiente mediterránea, sin embargo, las poblaciones son autóctonas ya que existen registros antiguos sobre su presencia, antes de que se favoreciera a la especie como alimento para las truchas, y en esta vertiente sus poblaciones se encuentran amenazadas.







ANEXO 2. RESULTADOS DE LAS PESCAS





FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Búbal	CÓDIGO DE RED	bu01b			
UTM-X	720090	UTM-Y	4731490			
TIPO DE RED	Bentónica (4x1,5)	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30			
INICIO	29-8-17 17:30	FIN	30-8-17 9:16			
PROFUNDIDAD	5	PROFUNDIDAD DE LA RED	4			
RIQUEZA ESPECIES	2	ESFUERZO APLICADO	1,8			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Barbo de Graells		0,00	0%		0,00	0%
Gobio		0,00	0%		0,00	0%
Madrilla		0,00	0%		0,00	0%
Piscardo		0,00	0%		0,00	0%
Trucha común		0,00	0%		0,00	0%
Carpa común	2	1,14	65%	3779	2.156,86	43%
carpa de espejos	3	1,71	98%	5000	2.854,01	57%
Total	5	2,85	100%	8778	5.010,87	100%

CPUE

Legend:

- Barbo de Graells
- Gobio
- Madrilla
- Piscardo
- Trucha común
- Carpa común
- carpa de espejos

BPUE

Legend:

- Barbo de Graells
- Gobio
- Madrilla
- Piscardo
- Trucha común
- Carpa común
- carpa de espejos

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	500	2301,4	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	430	1477,1	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	440	1580,4	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	480	2041,1	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	420	1378,3	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Búbal	CÓDIGO DE RED	bu02b			
UTM-X	719846	UTM-Y	4730832			
TIPO DE RED	Bentónica (4x1,5)	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30			
INICIO	29-8-17 17:46	FIN	30-8-17 11:32			
PROFUNDIDAD	10	PROFUNDIDAD DE LA RED	9			
RIQUEZA ESPECIES	1	ESFUERZO APLICADO	2,0			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Barbo de Graells	1	0,51	100%	973	492,94	100%
Gobio		0,00	0%		0,00	0%
Madrilla		0,00	0%		0,00	0%
Piscardo		0,00	0%		0,00	0%
Trucha común		0,00	0%		0,00	0%
Carpa común		0,00	0%		0,00	0%
carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Total	1	0,51	100%	973	492,94	100%
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="text-align: center;"><p>■ Barbo de Graells</p><p>■ Gobio</p><p>■ Madrilla</p><p>■ Piscardo</p><p>■ Trucha común</p><p>■ Carpa común</p><p>■ carpa de espejos</p></div><div style="text-align: center;"><h3>CPUE</h3></div><div style="text-align: center;"><h3>BPUE</h3></div></div>						
RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA						
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind		
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	390	973,1	1		



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Búbal	CÓDIGO DE RED	bu03a			
UTM-X	719760	UTM-Y	4729428			
TIPO DE RED	Bentónica17 (12x1,5)	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30			
INICIO	29-8-17 18:18	FIN	30-8-17 12:49			
PROFUNDIDAD	15	PROFUNDIDAD DE LA RED	14			
RIQUEZA ESPECIES	3	ESFUERZO APLICADO	1,5			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Barbo de Graells	8	5,18	42%	2955	1.915,16	94%
Gobio	9	5,83	47%	81	52,75	3%
Madrilla	2	1,30	11%	123	79,39	4%
Piscardo		0,00	0%		0,00	0%
Trucha común		0,00	0%		0,00	0%
Carpa común		0,00	0%		0,00	0%
carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Total	19	12,31	100%	3159	2.047,30	100%

CPUE

BPUE

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	220	199,0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	340	665,3	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	270	351,1	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	330	612,4	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	305	492,3	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	300	470,2	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	145	62,7	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	173	102,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	178	71,5	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	159	51,0	1
Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	91	9,8	1
Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	88	8,8	1
Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	93	10,5	1
Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	95	11,2	1
Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	102	13,9	1
Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	83	7,4	1
Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	80	6,6	1
Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	78	6,1	1
Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	82	7,1	1



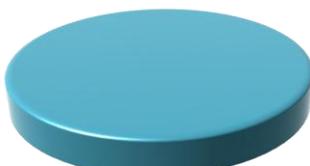
FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Búbal		CÓDIGO DE RED		bu03b	
UTM-X	719760		UTM-Y		4729428	
TIPO DE RED	Bentónica17 (4x1,5)		SISTEMA DE REFERENCIA		UTM ETRS89 H30	
INICIO	29-8-17 18:18		FIN		30-8-17 12:49	
PROFUNDIDAD	15		PROFUNDIDAD DE LA RED		14	
RIQUEZA ESPECIES	0		ESFUERZO APLICADO		0,5	
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Barbo de Graells	0	0,00		0	0,00	
Gobio	0	0,00		0	0,00	
Madrilla	0	0,00		0	0,00	
Piscardo	0	0,00		0	0,00	
Trucha común	0	0,00		0	0,00	
Carpa común	0	0,00		0	0,00	
carpa de espejos	0	0,00		0	0,00	
Total	0	0,00		0	0,00	
RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA						
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO		L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind	
Sin peces						

FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Búbal	CÓDIGO DE RED	bu04a			
UTM-X	720208	UTM-Y	4729573			
TIPO DE RED	Epipelágica17 (12x6)	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30			
INICIO	29-8-17 18:36	FIN	30-8-17 13:50			
PROFUNDIDAD	20	PROFUNDIDAD DE LA RED	19			
RIQUEZA ESPECIES	5	ESFUERZO APLICADO	5,9			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Barbo de Graells	1	0,17	11%	94	16,03	4%
Gobio	2	0,34	22%	12	2,09	1%
Madrilla	2	0,34	22%	75	12,81	3%
Piscardo	1	0,17	11%	2	0,39	0%
Trucha común	3	0,51	33%	2185	371,80	92%
Carpa común		0,00	0%		0,00	0%
carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Total	9	1,53	100%	2369	403,12	100%

CPUE		BPUE	

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Trucha común	<i>Salmo trutta fario</i>	460	1052,7	1
Trucha común	<i>Salmo trutta fario</i>	400	700,2	1
Trucha común	<i>Salmo trutta fario</i>	339	432,1	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	168	94,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	149	42,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	138	33,3	1
Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	65	3,5	1
Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	88	8,8	1
Piscardo	<i>Phoxinus phoxinus</i>	55	2,3	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Búbal	CÓDIGO DE RED	bu04b			
UTM-X	720208	UTM-Y	4729573			
TIPO DE RED	Epipelágica17 (4x6)	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30			
INICIO	29-8-17 18:36	FIN	30-8-17 13:50			
PROFUNDIDAD	20	PROFUNDIDAD DE LA RED	19			
RIQUEZA ESPECIES	2	ESFUERZO APLICADO	2,1			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Barbo de Graells		0,00	0%		0,00	0%
Gobio		0,00	0%		0,00	0%
Madrilla		0,00	0%		0,00	0%
Piscardo		0,00	0%		0,00	0%
Trucha común	1	0,47	100%	1020	477,16	100%
Carpa común		0,00	0%		0,00	0%
carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Total	1	0,47	100%	1020	477,16	100%
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="text-align: center;"><p>■ Barbo de Graells</p><p>■ Gobio</p><p>■ Madrilla</p><p>■ Piscardo</p><p>■ Trucha común</p><p>■ Carpa común</p><p>■ carpa de espejos</p></div><div style="text-align: center;"><h3>CPUE</h3></div><div style="text-align: center;"><h3>BPUE</h3></div></div>						
RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA						
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind		
Trucha común	<i>Salmo trutta fario</i>	455	1019,7	1		



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Búbal	CÓDIGO	bupe01			
UMT-X	719.793	UTM-Y	4.729.513			
RIQUEZA ESPECIES	1	Distancia (m)	286,4			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Barbo de Graells		0,00	0%		0,00	0%
Gobio		0,00	0%		0,00	0%
Madrilla	18	0,06	100%	324	1,13	100%
Piscardo		0,00	0%		0,00	0%
Trucha común		0,00	0%		0,00	0%
Carpa común		0,00	0%		0,00	0%
carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Total	18	0,06	100%	324	1,13	100%

CPUE		BPUE	
■ Barbo de Graells		■ Gobio	
■ Madrilla			
■ Piscardo			
■ Trucha común			
■ Carpa común			
■ carpa de espejos			

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	155	47,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	168	60,1	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	159	51,0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	145	38,7	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	156	48,1	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	100	12,7	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	98	11,9	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	95	10,9	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	83	7,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	83	7,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	83	7,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	83	7,2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	58	2,5	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	58	2,5	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	58	2,5	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	58	2,5	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	58	2,5	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	58	2,5	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	58	2,5	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Búbal	CÓDIGO	bupe04			
UMT-X	720.273	UTM-Y	4.731.848			
RIQUEZA ESPECIES	1	Distancia (m)	225,8			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Barbo de Graells		0,00	0%		0,00	0%
Gobio		0,00	0%		0,00	0%
Madrilla	1	0,00	100%	52	0,23	100%
Piscardo		0,00	0%		0,00	0%
Trucha común		0,00	0%		0,00	0%
Carpa común		0,00	0%		0,00	0%
carpa de espejos		0,00	0%		0,00	0%
Total	1	0,00	100%	52	0,23	100%
<ul style="list-style-type: none">■ Barbo de Graells■ Gobio■ Madrilla■ Piscardo■ Trucha común■ Carpa común■ carpa de espejos		CPUE 		BPUE 		
RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA						
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind		
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegi</i>	160	52,0	1		



ANEXO 3. CELDAS DEL MUESTREO HIDROACÚSTICO





Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	1	720232	4731095	0,00	0,00
1	2	720185	4731082	0,11	0,06
1	3	720144	4731090	0,00	0,00
1	4	720094	4731097	0,00	0,00
1	5	720047	4731113	0,01	0,01
1	6	719982	4731132	0,00	0,00
1	7	719939	4731159	0,00	0,00
1	8	719896	4731185	0,00	0,00
1	9	719865	4731156	0,00	0,00
1	10	719857	4731107	0,00	0,00
1	11	719885	4731074	0,53	0,29
1	12	719928	4731048	0,24	0,13
1	13	719976	4731032	0,03	0,02
1	14	720020	4731030	0,00	0,00
1	15	720067	4731013	0,01	0,00
1	16	720114	4730996	0,00	0,00
1	17	720160	4730976	0,06	0,03
1	18	720206	4730957	0,00	0,00
1	19	720246	4730927	0,00	0,00
1	20	720272	4730884	0,00	0,00
1	21	720267	4730837	0,00	0,00
1	22	720225	4730840	0,10	0,05
1	23	720181	4730866	0,04	0,02
1	24	720135	4730885	1,88	1,02
1	25	720087	4730898	0,03	0,01
1	26	720039	4730913	0,02	0,01
1	27	719991	4730925	0,00	0,00
1	28	719941	4730935	0,01	0,00
1	29	719898	4730936	0,00	0,00
1	30	719854	4730961	0,00	0,00
1	31	719808	4730980	0,00	0,00
1	32	719781	4730948	0,01	0,01
1	33	719800	4730903	0,03	0,02
1	34	719842	4730877	0,00	0,00
1	35	719889	4730862	0,00	0,00
1	36	719932	4730859	0,01	0,01
1	37	719975	4730833	0,15	0,08
1	38	720019	4730810	0,03	0,01
1	39	720064	4730788	0,35	0,19
1	40	720109	4730766	0,14	0,08
1	41	720151	4730740	0,01	0,01
1	42	720181	4730713	0,00	0,00
1	43	720196	4730685	0,00	0,00
1	44	720234	4730701	0,00	0,00
1	45	720210	4730660	0,15	0,08
1	46	720171	4730646	2,46	1,34
1	47	720121	4730649	0,42	0,23
1	48	720072	4730657	1,27	0,69
1	49	720029	4730682	0,71	0,39



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	50	719983	4730703	0,33	0,18
1	51	719941	4730730	0,00	0,00
1	52	719900	4730759	0,00	0,00
1	53	719859	4730768	0,04	0,02
1	54	719815	4730791	0,00	0,00
1	55	719767	4730796	0,00	0,00
1	56	719750	4730755	0,00	0,00
1	57	719783	4730719	0,00	0,00
1	58	719824	4730704	0,00	0,00
1	59	719869	4730684	0,01	0,00
1	60	719911	4730672	0,00	0,00
1	61	719915	4730668	0,97	0,53
1	62	719928	4730624	0,00	0,00
1	63	719964	4730608	1,47	0,80
1	64	720008	4730585	0,85	0,46
1	65	720056	4730572	0,48	0,26
1	66	720106	4730570	0,21	0,11
1	67	720126	4730542	0,00	0,00
1	68	720126	4730498	0,17	0,09
1	69	720127	4730453	0,00	0,00
1	70	720070	4730409	0,36	0,19
1	71	720026	4730389	0,17	0,09
1	72	719986	4730359	0,10	0,06
1	73	719944	4730335	0,00	0,00
1	74	719967	4730317	0,23	0,13
1	75	720007	4730329	0,84	0,46
1	76	719975	4730295	0,03	0,02
1	77	720001	4730314	0,02	0,01
1	78	719978	4730285	0,02	0,01
1	79	720042	4730230	0,04	0,02
1	80	720046	4730185	0,02	0,01
1	81	720031	4730138	0,02	0,01
1	82	720031	4730114	0,14	0,07
1	83	720054	4730112	0,02	0,01
1	84	720059	4730063	0,05	0,03
1	85	720060	4730021	0,14	0,08
1	86	720049	4729974	0,01	0,00
1	87	720083	4729930	0,00	0,00
1	88	720116	4729893	0,00	0,00
1	89	720145	4729853	0,00	0,00
1	90	720104	4729835	0,00	0,00
1	91	720057	4729817	0,00	0,00
1	92	720024	4729784	0,01	0,00
1	93	720065	4729760	0,00	0,00
1	94	720111	4729740	0,00	0,00
1	95	720159	4729726	2,31	1,26
1	96	720207	4729712	0,00	0,00
1	97	720256	4729703	0,00	0,00
1	98	720281	4729662	0,00	0,00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	99	720293	4729615	0,01	0,01
1	100	720263	4729590	0,00	0,00
1	101	720217	4729611	0,02	0,01
1	102	720170	4729628	0,05	0,03
1	103	720123	4729645	0,00	0,00
1	104	720078	4729666	0,00	0,00
1	105	720033	4729687	0,09	0,05
1	106	719984	4729698	0,00	0,00
1	107	719937	4729717	0,00	0,00
1	108	719890	4729721	0,00	0,00
1	109	719871	4729676	0,02	0,01
1	110	719889	4729630	0,02	0,01
1	111	719922	4729593	0,01	0,01
1	112	719972	4729592	0,00	0,00
1	113	720021	4729585	0,00	0,00
1	114	720070	4729571	0,00	0,00
1	115	720114	4729548	0,00	0,00
1	116	720189	4729522	0,02	0,01
1	117	720237	4729509	0,00	0,00
1	118	720280	4729485	0,00	0,00
1	119	720275	4729438	0,00	0,00
1	120	720248	4729428	0,02	0,01
1	121	720200	4729427	0,00	0,00
1	122	720150	4729435	0,00	0,00
1	123	720101	4729444	0,00	0,00
1	124	720051	4729448	0,00	0,00
1	125	720002	4729456	0,00	0,00
1	126	719961	4729434	0,00	0,00
1	127	719957	4729447	0,00	0,00
1	128	719913	4729434	0,00	0,00
1	129	719865	4729448	3,72	2,03
1	130	719827	4729476	0,00	0,00
1	131	719818	4729511	0,00	0,00
1	132	719780	4729508	0,00	0,00
1	133	719771	4729512	0,14	0,08
1	134	719766	4729516	0,00	0,00
1	135	719732	4729482	0,00	0,00
1	136	719759	4729448	0,00	0,00
1	137	719808	4729435	0,00	0,00
1	138	719857	4729423	0,00	0,00
1	139	719906	4729413	0,00	0,00
1	140	719954	4729400	0,00	0,00
1	141	719992	4729402	0,00	0,00
1	142	720040	4729388	0,00	0,00
1	143	720087	4729370	0,00	0,00
1	144	720132	4729349	0,00	0,00
1	145	720150	4729334	0,00	0,00
1	146	720170	4729328	0,00	0,00
1	147	720186	4729314	0,09	0,05



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	148	720149	4729285	0,00	0,00
1	149	720102	4729268	0,00	0,00
1	150	720054	4729264	0,00	0,00
1	151	720007	4729279	0,00	0,00
1	152	719926	4729291	0,01	0,00
1	153	719879	4729308	0,00	0,00
1	154	719833	4729327	0,00	0,00
1	155	719785	4729344	0,00	0,00
1	156	719738	4729360	0,00	0,00
1	157	719714	4729333	0,00	0,00
1	158	719732	4729288	0,00	0,00
1	159	719743	4729240	0,15	0,08
1	160	719792	4729234	0,00	0,00
1	161	719840	4729222	0,01	0,01
1	162	719890	4729213	0,01	0,00
1	163	719937	4729198	0,00	0,00
1	164	719966	4729164	0,01	0,01
1	165	719958	4729114	0,00	0,00
1	166	719944	4729071	0,05	0,02
1	167	719898	4729081	0,00	0,00
1	168	719849	4729090	0,00	0,00
1	169	719813	4729120	0,00	0,00
1	170	719766	4729138	0,00	0,00
1	171	719721	4729159	0,22	0,12
1	172	719689	4729143	0,65	0,36
1	173	719722	4729105	0,00	0,00
1	174	719744	4729061	0,00	0,00
1	175	719781	4729029	0,00	0,00
1	176	719823	4729008	0,00	0,00
1	177	719871	4728997	0,00	0,00
1	178	719919	4728982	0,00	0,00
1	179	719961	4728954	0,03	0,02
1	180	719972	4728929	0,01	0,00
1	181	719902	4728933	0,00	0,00
1	182	719853	4728943	0,00	0,00
1	183	719809	4728967	0,00	0,00
1	184	719768	4728995	0,00	0,00
1	185	719726	4729023	0,00	0,00
1	186	719714	4729071	0,00	0,00
1	187	719751	4729092	0,00	0,00
1	188	719799	4729080	0,00	0,00
1	189	719847	4729064	0,00	0,00
1	190	719892	4729042	0,00	0,00
1	191	719940	4729029	0,00	0,00
1	192	719976	4729047	0,00	0,00
1	193	719966	4729088	0,00	0,00
1	194	719946	4729134	0,00	0,00
1	195	719901	4729156	0,05	0,03
1	196	719854	4729171	0,00	0,00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	197	719806	4729187	0,00	0,00
1	198	719757	4729197	0,00	0,00
1	199	719718	4729226	0,04	0,02
1	200	719710	4729275	0,00	0,00
1	201	719721	4729318	0,00	0,00
1	202	719753	4729328	0,00	0,00
1	203	719797	4729315	0,11	0,06
1	204	719838	4729288	0,00	0,00
1	205	719882	4729263	0,00	0,00
1	206	719930	4729247	0,00	0,00
1	207	719977	4729230	0,00	0,00
1	208	720027	4729229	0,00	0,00
1	209	720072	4729249	0,00	0,00
1	210	720093	4729292	0,00	0,00
1	211	720056	4729320	0,00	0,00
1	212	720007	4729332	0,00	0,00
1	213	719958	4729344	0,00	0,00
1	214	719910	4729355	0,00	0,00
1	215	719863	4729373	0,00	0,00
1	216	719816	4729390	0,00	0,00
1	217	719769	4729407	0,02	0,01
1	218	719721	4729421	0,01	0,00
1	219	719677	4729429	0,03	0,01
1	220	719665	4729473	0,00	0,00
1	221	719706	4729496	0,00	0,00
1	222	719750	4729517	0,02	0,01
1	223	719781	4729498	0,00	0,00
1	224	719808	4729456	0,00	0,00
1	225	719853	4729435	0,00	0,00
1	226	719902	4729427	0,00	0,00
1	227	719951	4729416	0,00	0,00
1	228	720001	4729414	0,00	0,00
1	229	720051	4729415	0,00	0,00
1	230	720100	4729405	0,00	0,00
1	231	720149	4729396	0,01	0,00
1	232	720199	4729391	0,00	0,00
1	233	720244	4729411	0,00	0,00
1	234	720257	4729455	0,03	0,01
1	235	720210	4729472	0,00	0,00
1	236	720160	4729476	0,02	0,01
1	237	720065	4729504	0,00	0,00
1	238	720021	4729528	0,00	0,00
1	239	719975	4729545	0,01	0,00
1	240	719924	4729549	0,02	0,01
1	241	719881	4729572	0,02	0,01
1	242	719855	4729614	0,01	0,01
1	243	719818	4729640	0,19	0,10
1	244	719805	4729677	0,18	0,10
1	245	719840	4729702	0,00	0,00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	246	719872	4729686	0,00	0,00
1	247	719920	4729671	0,00	0,00
1	248	719966	4729653	0,00	0,00
1	249	720011	4729629	0,00	0,00
1	250	720058	4729613	0,00	0,00
1	251	720105	4729596	0,02	0,01
1	252	720152	4729580	0,00	0,00
1	253	720199	4729562	0,00	0,00
1	254	720248	4729557	0,02	0,01
1	255	720266	4729595	0,00	0,00
1	256	720234	4729632	0,00	0,00
1	257	720214	4729677	0,00	0,00
1	258	720184	4729695	0,01	0,00
1	259	720135	4729695	0,00	0,00
1	260	720086	4729709	0,00	0,00
1	261	720041	4729730	0,00	0,00
1	262	719995	4729750	0,00	0,00
1	263	719950	4729772	0,00	0,00
1	264	719944	4729811	0,00	0,00
1	265	719977	4729849	0,00	0,00
1	266	720006	4729889	0,00	0,00
1	267	720033	4729932	0,00	0,00
1	268	720062	4729969	0,00	0,00
1	269	720092	4730006	0,00	0,00
1	270	720060	4730043	0,00	0,00
1	271	720019	4730072	0,00	0,00
1	272	719999	4730117	0,10	0,06
1	273	719982	4730164	0,02	0,01
1	274	719995	4730211	0,02	0,01
1	275	720013	4730253	0,00	0,00
1	276	720048	4730239	0,01	0,01
1	277	720053	4730281	0,17	0,09
1	278	720033	4730312	0,22	0,12
1	279	720073	4730329	0,57	0,31
1	280	720068	4730382	0,03	0,02
1	281	720046	4730427	0,13	0,07
1	282	720016	4730467	0,01	0,00
1	283	720020	4730509	0,21	0,12
1	284	720070	4730503	0,02	0,01
1	285	720109	4730522	1,02	0,55
1	286	720075	4730554	0,46	0,25
1	287	720031	4730578	0,82	0,44
1	288	720002	4730619	1,70	0,92
1	289	719980	4730663	0,25	0,14
1	290	719943	4730699	0,00	0,00
1	291	719907	4730729	0,00	0,00
1	292	719858	4730732	2,97	1,62
1	293	719778	4730768	0,00	0,00
1	294	719804	4730810	0,00	0,00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	295	719849	4730827	0,00	0,00
1	296	719897	4730814	0,00	0,00
1	297	719942	4730791	0,45	0,24
1	298	719981	4730762	0,45	0,25
1	299	720025	4730739	0,22	0,12
1	300	720072	4730721	0,29	0,16
1	301	720121	4730709	0,07	0,04
1	302	720167	4730716	0,29	0,16
1	303	720193	4730758	0,00	0,00
1	304	720202	4730803	0,00	0,00
1	305	720159	4730826	0,05	0,03
1	306	720110	4730836	0,25	0,13
1	307	720062	4730850	0,01	0,01
1	308	720016	4730871	0,09	0,05
1	309	719969	4730888	0,00	0,00
1	310	719920	4730899	0,00	0,00
1	311	719876	4730919	0,01	0,01
1	312	719830	4730937	0,00	0,00
1	313	719786	4730959	0,04	0,02
1	314	719760	4731001	0,00	0,00
1	315	719757	4731050	0,57	0,31
1	316	719798	4731069	0,03	0,02
1	317	719842	4731046	0,00	0,00
1	318	719884	4731018	0,00	0,00
1	319	719927	4730992	0,03	0,02
1	320	719966	4730963	0,00	0,00
1	321	720011	4730941	0,01	0,01
1	322	720060	4730931	0,02	0,01
1	323	720108	4730919	0,00	0,00
1	324	720157	4730908	0,00	0,00
1	325	720207	4730909	0,00	0,00
1	326	720254	4730894	2,17	1,18
1	327	720265	4730932	0,00	0,00
1	328	720244	4730977	0,02	0,01
1	329	720228	4731025	0,00	0,00
1	330	720193	4731051	0,01	0,01
1	331	720175	4731029	0,07	0,04
1	332	720140	4731026	0,01	0,00
1	333	720100	4731053	0,01	0,00
1	334	720054	4731074	0,21	0,12
1	335	720015	4731104	0,00	0,00
1	336	719981	4731135	0,00	0,00
1	337	719932	4731145	0,00	0,00
1	338	719882	4731148	30,52	16,63
1	339	719832	4731154	0,00	0,00
1	340	719785	4731170	0,14	0,08
1	341	719796	4731199	0,17	0,09
1	342	719839	4731188	0,01	0,00
1	343	719875	4731162	0,05	0,03



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	344	719925	4731162	0,02	0,01
1	345	720020	4731163	0,00	0,00
1	346	720069	4731158	0,00	0,00
1	347	720117	4731145	0,01	0,00
1	348	720167	4731136	0,00	0,00
1	349	720240	4731118	0,05	0,03
1	350	720281	4731119	0,00	0,00
1	351	720290	4731161	0,11	0,06
1	352	720271	4731207	0,07	0,04
1	353	720230	4731235	0,00	0,00
1	354	720182	4731249	0,00	0,00
1	355	720134	4731259	0,01	0,00
1	356	720086	4731276	0,00	0,00
1	357	720039	4731293	0,02	0,01
1	358	719994	4731314	0,22	0,12
1	359	719998	4731357	0,00	0,00
1	360	720044	4731377	0,41	0,22
1	361	720093	4731369	0,02	0,01
1	362	720143	4731366	0,14	0,07
1	363	720189	4731348	0,00	0,00
1	364	720231	4731320	0,00	0,00
1	365	720276	4731298	0,00	0,00
1	366	720314	4731325	0,02	0,01
1	367	720311	4731372	0,08	0,04
1	368	720281	4731413	0,00	0,00
1	369	720237	4731436	0,25	0,14
1	370	720202	4731468	0,06	0,03
1	371	720180	4731511	0,00	0,00
1	372	720171	4731521	0,00	0,00
1	373	720184	4731475	0,00	0,00
1	374	720143	4731479	0,00	0,00
1	375	720108	4731484	0,02	0,01
1	376	720076	4731505	0,02	0,01
1	377	720086	4731554	0,10	0,05
1	378	720084	4731603	0,00	0,00
1	379	720105	4731587	0,02	0,01
1	380	720123	4731548	0,01	0,00
1	381	720152	4731570	0,00	0,00
1	382	720138	4731618	0,00	0,00
1	383	720142	4731649	0,00	0,00
1	384	720156	4731602	0,00	0,00
1	385	720173	4731563	0,00	0,00
1	386	720211	4731538	0,03	0,01
1	387	720330	4731502	0,00	0,00
1	388	720378	4731501	0,03	0,02
1	389	720424	4731482	0,00	0,00
1	390	720473	4731490	0,19	0,10
1	391	720495	4731533	2,06	1,12
1	392	720463	4731565	0,16	0,09



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	393	720415	4731581	0,00	0,00
1	394	720394	4731605	0,00	0,00
1	395	720417	4731639	0,00	0,00
1	396	720388	4731603	0,03	0,02
1	397	720343	4731602	0,02	0,01
1	398	720295	4731617	0,78	0,43
1	399	720250	4731635	3,44	1,88
1	400	720273	4731664	0,00	0,00
1	401	720303	4731697	0,21	0,11
1	402	720298	4731666	0,12	0,06
1	403	720345	4731682	3,08	1,68
1	404	720393	4731671	0,58	0,32
1	405	720441	4731656	0,04	0,02
1	406	720491	4731647	0,02	0,01
1	407	720539	4731634	6,00	3,27
1	408	720581	4731651	8,27	4,50
1	409	720575	4731698	22,64	12,34
1	410	720575	4731743	8,34	4,54
1	411	720565	4731731	198,94	108,41
1	412	720533	4731763	167,65	91,36
1	413	720521	4731780	236,08	128,66
1	414	720501	4731775	30,59	16,67
1	415	720481	4731791	118,09	64,35
1	416	720486	4731749	4,03	2,20
1	417	720501	4731710	55,07	30,01
1	418	720528	4731669	6,99	3,81
1	419	720512	4731681	0,01	0,01
1	420	720517	4731636	1,72	0,94
1	421	720488	4731598	0,01	0,01
1	422	720441	4731611	0,01	0,00
1	423	720395	4731630	0,92	0,50
1	424	720346	4731643	1,49	0,81
1	425	720297	4731654	10,94	5,96
1	426	720252	4731641	0,26	0,14
1	427	720233	4731595	0,00	0,00
1	428	720268	4731561	0,00	0,00
1	429	720315	4731546	0,00	0,00
1	430	720364	4731535	0,09	0,05
1	431	720413	4731523	0,69	0,38
1	432	720446	4731492	0,19	0,10
1	433	720415	4731455	0,78	0,42
1	434	720369	4731435	0,30	0,16
1	435	720332	4731445	0,00	0,00
1	436	720284	4731463	0,01	0,00
1	437	720238	4731481	0,09	0,05
1	438	720191	4731498	0,00	0,00
1	439	720145	4731513	0,00	0,00
1	440	720100	4731512	0,01	0,00
1	441	720082	4731466	0,01	0,00

Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
1	442	720098	4731420	0,00	0,00
1	443	720138	4731392	0,12	0,06
1	444	720187	4731381	0,14	0,08
1	445	720217	4731374	0,03	0,02
1	446	720261	4731353	0,02	0,01
1	447	720302	4731328	0,24	0,13
1	448	720300	4731281	0,06	0,03
1	449	720256	4731261	0,03	0,01
1	450	720210	4731279	0,02	0,01
1	451	720168	4731307	0,02	0,01
1	452	720123	4731328	0,03	0,02
1	453	720074	4731338	0,02	0,01
1	454	720025	4731347	3,94	2,15
1	455	719986	4731335	0,04	0,02
1	456	719948	4731311	0,22	0,12
1	457	719953	4731268	0,30	0,16
1	458	719982	4731249	0,75	0,41
1	459	720019	4731216	0,02	0,01
1	460	720064	4731195	0,31	0,17
1	461	720113	4731187	1,04	0,57
1	462	720163	4731185	0,03	0,01
1	463	720213	4731187	0,03	0,02
1	464	720253	4731160	0,13	0,07
1	465	720279	4731118	3,73	2,03
1	466	720276	4731069	2,12	1,15
1	467	720265	4731020	0,50	0,27
1	468	720259	4730972	2,93	1,60
2	172	719707	4729126	0,00	0,00
2	358	720023	4731370	0,00	0,00
2	55	719748	4730777	0,00	0,00
2	325	720272	4730909	0,00	0,00
2	231	720222	4729399	0,00	0,00
2	405	720515	4731640	0,00	0,00
2	336	719907	4731148	0,00	0,00
2	374	720088	4731491	0,00	0,00
2	406	720564	4731634	0,00	0,00
2	147	720171	4729295	0,00	0,00
2	438	720124	4731522	0,00	0,00
2	466	720260	4730995	0,00	0,00
2	66	720131	4730562	0,00	0,00
2	439	720088	4731490	0,00	0,00
2	68	720136	4730475	0,00	0,00
2	131	719805	4729519	0,00	0,00
2	241	719836	4729628	0,00	0,00
2	184	719717	4729046	0,00	0,00
2	183	719745	4729010	0,00	0,00
2	391	720440	4731574	0,00	0,00
2	6	719960	4731146	0,00	0,00
2	168	719821	4729115	0,00	0,00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	242	719806	4729647	0,00	0,00
2	359	720068	4731374	0,00	0,00
2	58	719847	4730693	0,00	0,00
2	291	719833	4730736	0,00	0,00
2	220	719728	4729505	0,00	0,00
2	186	719774	4729086	0,00	0,00
2	20	720276	4730860	0,00	0,00
2	465	720270	4731045	0,00	0,00
2	327	720237	4731001	0,00	0,00
2	315	719821	4731058	0,00	0,00
2	452	720050	4731344	0,00	0,00
2	120	720224	4729426	0,00	0,00
2	198	719711	4729250	0,00	0,00
2	457	720000	4731230	0,00	0,00
2	133	719766	4729515	0,00	0,00
2	30	719831	4730973	0,00	0,00
2	102	720147	4729635	0,00	0,00
2	118	720283	4729467	0,00	0,00
2	312	719769	4730978	0,00	0,00
2	185	719725	4729091	0,00	0,00
2	232	720259	4729432	0,00	0,00
2	426	720247	4731576	0,00	0,00
2	389	720488	4731509	12,28	0,04
2	390	720485	4731554	41,13	0,12
2	222	719793	4729476	0,00	0,00
2	18	720228	4730944	0,00	0,00
2	48	720051	4730670	0,00	0,00
2	192	719957	4729112	0,00	0,00
2	64	720032	4730577	0,54	0,00
2	11	719907	4731062	0,00	0,00
2	219	719682	4729491	0,00	0,00
2	71	720007	4730372	0,65	0,01
2	171	719696	4729163	0,00	0,00
2	272	719985	4730189	2,49	19,54
2	355	720063	4731285	0,00	0,00
2	24	720111	4730893	0,00	0,00
2	49	720005	4730691	0,00	0,00
2	67	720116	4730520	0,00	0,00
2	115	720135	4729535	0,00	0,00
2	240	719869	4729595	0,00	0,00
2	270	720005	4730093	0,45	0,00
2	37	719998	4730823	0,00	0,00
2	280	720031	4730447	0,87	0,13
2	23	720159	4730877	0,45	0,01
2	41	720167	4730727	0,46	0,00
2	47	720096	4730651	0,64	0,01
2	65	720081	4730570	0,00	0,00
2	285	720053	4730565	0,75	0,01
2	431	720434	4731471	16,96	0,16



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	50	719962	4730716	1,04	0,46
2	187	719823	4729073	0,00	0,00
2	190	719958	4729029	0,00	0,00
2	287	719992	4730642	4,31	0,43
2	429	720389	4731529	62,35	0,01
2	32	719789	4730924	0,00	0,00
2	381	720136	4731644	0,00	0,00
2	1	720208	4731092	0,00	0,00
2	2	720164	4731085	0,00	0,00
2	3	720119	4731091	0,00	0,00
2	4	720070	4731104	0,00	0,00
2	5	720023	4731110	0,00	0,00
2	12	719951	4731039	0,00	0,00
2	13	719996	4731026	0,00	0,00
2	14	720043	4731021	0,00	0,00
2	15	720091	4731005	0,00	0,00
2	16	720137	4730985	0,00	0,00
2	17	720183	4730967	0,00	0,00
2	21	720245	4730827	0,00	0,00
2	22	720203	4730854	0,00	0,00
2	25	720062	4730905	0,00	0,00
2	26	720015	4730920	0,00	0,00
2	27	719966	4730930	0,00	0,00
2	28	719916	4730928	0,00	0,00
2	29	719876	4730949	0,00	0,00
2	33	719819	4730886	0,00	0,00
2	34	719866	4730870	0,00	0,00
2	35	719907	4730852	0,00	0,00
2	36	719954	4730845	0,00	0,00
2	38	720041	4730799	0,00	0,00
2	39	720087	4730778	0,00	0,00
2	40	720131	4730753	0,00	0,00
2	42	720182	4730686	0,00	0,00
2	43	720201	4730682	0,00	0,00
2	44	720211	4730674	0,00	0,00
2	45	720195	4730650	0,00	0,00
2	46	720146	4730648	0,00	0,00
2	51	719921	4730745	0,00	0,00
2	52	719877	4730758	0,00	0,00
2	53	719838	4730781	0,00	0,00
2	54	719791	4730799	0,00	0,00
2	59	719888	4730675	0,00	0,00
2	60	719930	4730682	0,00	0,00
2	61	719917	4730642	0,00	0,00
2	62	719942	4730608	6,24	1,73
2	63	719986	4730595	0,00	0,00
2	69	720107	4730437	0,00	0,00
2	70	720046	4730402	0,64	0,01
2	72	719958	4730350	0,00	0,00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	73	719947	4730318	0,00	0,00
2	74	720003	4730337	0,00	0,00
2	75	719982	4730303	0,00	0,00
2	76	719972	4730288	0,00	0,00
2	77	720002	4730308	0,00	0,00
2	78	719992	4730270	1,39	0,05
2	79	720054	4730208	0,58	0,01
2	80	720035	4730163	0,00	0,00
2	81	720029	4730120	0,00	0,00
2	82	720054	4730125	1,69	8,64
2	83	720053	4730087	3,27	6,97
2	84	720071	4730044	1,28	3,33
2	85	720051	4729997	0,00	0,00
2	86	720059	4729954	0,00	0,00
2	87	720100	4729912	0,16	0,38
2	88	720133	4729874	1,40	3,29
2	89	720129	4729839	0,69	4,13
2	90	720079	4729827	0,93	1,61
2	91	720034	4729804	0,56	0,10
2	92	720041	4729768	0,24	0,66
2	93	720088	4729751	0,00	0,00
2	94	720135	4729731	0,70	2,22
2	95	720184	4729719	0,29	0,04
2	96	720231	4729704	0,53	5,66
2	97	720273	4729684	0,00	0,00
2	98	720292	4729640	0,00	0,00
2	99	720287	4729593	0,43	0,00
2	100	720240	4729600	0,91	0,40
2	101	720194	4729619	0,00	0,00
2	103	720101	4729656	0,00	0,00
2	104	720056	4729679	0,00	0,00
2	105	720008	4729691	0,38	3,25
2	106	719960	4729707	0,12	0,04
2	107	719913	4729725	0,08	0,18
2	108	719877	4729700	0,00	0,00
2	109	719877	4729651	0,00	0,00
2	110	719905	4729610	0,30	0,06
2	111	719947	4729590	0,14	4,73
2	112	719997	4729591	0,00	0,00
2	113	720045	4729578	0,45	0,66
2	114	720093	4729561	0,00	0,00
2	116	720213	4729516	0,00	0,00
2	117	720260	4729501	0,00	0,00
2	121	720175	4729429	0,00	0,00
2	122	720125	4729440	0,00	0,00
2	123	720076	4729444	0,00	0,00
2	124	720026	4729452	0,00	0,00
2	125	719989	4729457	0,00	0,00
2	126	719958	4729443	0,31	0,01



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	127	719928	4729431	0,15	0,01
2	128	719889	4729439	0,00	0,00
2	129	719844	4729458	0,00	0,00
2	130	719831	4729505	0,00	0,00
2	134	719741	4729495	0,00	0,00
2	135	719737	4729459	2,67	2,63
2	136	719784	4729441	0,00	0,00
2	137	719832	4729429	0,00	0,00
2	138	719881	4729418	0,14	0,06
2	139	719930	4729407	0,10	0,01
2	140	719963	4729398	0,00	0,00
2	141	720017	4729395	0,00	0,00
2	142	720064	4729380	0,00	0,00
2	143	720110	4729359	0,00	0,00
2	144	720135	4729336	0,00	0,00
2	145	720153	4729324	0,00	0,00
2	146	720189	4729332	0,00	0,00
2	148	720124	4729278	3,11	2,75
2	149	720078	4729258	0,57	0,00
2	150	720030	4729272	0,00	0,00
2	151	719982	4729282	0,00	0,00
2	152	719902	4729298	0,42	0,24
2	153	719856	4729318	0,00	0,00
2	154	719809	4729336	0,00	0,00
2	155	719758	4729355	0,72	0,49
2	156	719715	4729356	0,85	0,04
2	157	719729	4729308	0,00	0,00
2	158	719735	4729263	0,00	0,00
2	159	719767	4729235	0,00	0,00
2	160	719817	4729228	0,00	0,00
2	161	719865	4729219	0,00	0,00
2	162	719914	4729205	0,00	0,00
2	163	719960	4729187	0,00	0,00
2	164	719962	4729139	0,00	0,00
2	165	719958	4729085	0,00	0,00
2	166	719920	4729079	0,00	0,00
2	167	719874	4729086	0,25	0,04
2	169	719785	4729129	0,00	0,00
2	170	719743	4729149	0,00	0,00
2	173	719733	4729082	0,00	0,00
2	174	719758	4729040	0,00	0,00
2	175	719803	4729011	0,60	0,18
2	176	719847	4729003	0,00	0,00
2	177	719896	4728991	0,00	0,00
2	178	719941	4728970	0,00	0,00
2	179	719967	4728942	0,00	0,00
2	180	719878	4728938	0,19	3,76
2	181	719831	4728955	0,00	0,00
2	182	719788	4728982	0,00	0,00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	188	719870	4729053	0,00	0,00
2	189	719915	4729035	0,00	0,00
2	193	719925	4729146	0,91	15,84
2	194	719878	4729164	0,00	0,00
2	195	719829	4729178	1,07	2,45
2	196	719782	4729194	0,05	0,00
2	197	719734	4729207	0,00	0,00
2	199	719706	4729300	0,00	0,00
2	200	719743	4729331	0,00	0,00
2	201	719779	4729328	0,00	0,00
2	202	719817	4729299	0,00	0,00
2	203	719860	4729275	0,00	0,00
2	204	719906	4729254	0,00	0,00
2	205	719953	4729237	0,00	0,00
2	206	720002	4729229	0,75	0,09
2	207	720052	4729234	0,00	0,00
2	208	720087	4729268	0,66	0,93
2	209	720080	4729312	0,00	0,00
2	210	720031	4729326	0,00	0,00
2	211	719982	4729338	0,00	0,00
2	212	719933	4729349	0,00	0,00
2	213	719886	4729362	0,00	0,00
2	214	719840	4729382	0,05	0,00
2	215	719793	4729401	0,00	0,00
2	216	719745	4729414	0,82	0,00
2	217	719696	4729419	0,00	0,00
2	218	719663	4729449	0,00	0,00
2	223	719829	4729442	0,00	0,00
2	224	719878	4729431	0,32	0,03
2	225	719927	4729422	0,00	0,00
2	226	719976	4729413	0,20	0,35
2	227	720026	4729415	0,00	0,00
2	228	720076	4729410	0,00	0,00
2	229	720125	4729399	0,11	0,01
2	230	720175	4729396	0,18	0,00
2	233	720235	4729466	0,00	0,00
2	234	720185	4729474	0,00	0,00
2	235	720136	4729482	0,00	0,00
2	236	720044	4729517	0,00	0,00
2	237	719998	4729538	0,00	0,00
2	238	719949	4729547	0,00	0,00
2	239	719901	4729557	0,00	0,00
2	243	719817	4729699	0,00	0,00
2	244	719856	4729694	0,00	0,00
2	245	719896	4729677	0,55	0,53
2	246	719944	4729663	0,00	0,00
2	247	719988	4729641	0,00	0,00
2	248	720034	4729620	0,00	0,00
2	249	720081	4729604	0,00	0,00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	250	720129	4729587	0,00	0,00
2	251	720176	4729571	0,00	0,00
2	252	720223	4729555	0,65	0,73
2	253	720268	4729571	0,00	0,00
2	254	720252	4729615	0,00	0,00
2	255	720223	4729655	0,00	0,00
2	256	720201	4729690	0,00	0,00
2	257	720159	4729693	0,66	6,97
2	258	720110	4729700	0,00	0,00
2	259	720064	4729720	0,14	0,00
2	260	720018	4729740	0,00	0,00
2	261	719972	4729760	0,00	0,00
2	262	719934	4729792	0,00	0,00
2	263	719962	4729829	0,00	0,00
2	264	719997	4729872	0,00	0,00
2	265	720020	4729910	0,00	0,00
2	266	720048	4729950	0,00	0,00
2	267	720082	4729985	0,84	1,40
2	268	720080	4730027	0,00	0,00
2	269	720039	4730057	0,00	0,00
2	271	719990	4730140	2,09	0,18
2	273	720003	4730234	0,79	0,02
2	274	720046	4730231	0,00	0,00
2	275	720053	4730259	0,00	0,00
2	276	720025	4730302	1,47	0,17
2	277	720046	4730324	0,18	0,00
2	278	720107	4730335	0,00	0,00
2	279	720059	4730406	0,00	0,00
2	281	720008	4730491	0,00	0,00
2	282	720045	4730506	0,00	0,00
2	283	720096	4730504	0,00	0,00
2	284	720098	4730543	5,59	3,07
2	286	720016	4730598	0,81	0,00
2	288	719963	4730681	0,00	0,00
2	289	719924	4730722	0,00	0,00
2	290	719882	4730730	0,00	0,00
2	292	719789	4730790	0,00	0,00
2	293	719824	4730825	0,00	0,00
2	294	719873	4730822	0,00	0,00
2	295	719920	4730804	0,87	0,00
2	296	719963	4730771	0,00	0,00
2	297	720003	4730750	0,00	0,00
2	298	720048	4730729	0,37	0,00
2	299	720097	4730716	0,00	0,00
2	300	720146	4730705	0,57	0,30
2	301	720179	4730738	0,00	0,00
2	302	720206	4730779	0,00	0,00
2	303	720183	4730819	0,00	0,00
2	304	720135	4730832	0,00	0,00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	305	720086	4730843	0,00	0,00
2	306	720039	4730860	0,00	0,00
2	307	719993	4730880	0,46	0,00
2	308	719945	4730894	0,56	0,00
2	309	719899	4730906	0,00	0,00
2	310	719853	4730927	0,00	0,00
2	311	719806	4730946	0,00	0,00
2	316	719864	4731032	0,00	0,00
2	317	719906	4731005	0,00	0,00
2	318	719946	4730982	2,79	0,42
2	319	719988	4730950	0,00	0,00
2	320	720035	4730935	2,67	0,08
2	321	720084	4730925	0,00	0,00
2	322	720133	4730911	0,40	0,00
2	323	720182	4730909	0,00	0,00
2	324	720232	4730903	0,00	0,00
2	328	720218	4731046	0,00	0,00
2	329	720179	4731053	0,00	0,00
2	330	720160	4731019	0,00	0,00
2	331	720120	4731037	0,00	0,00
2	332	720077	4731064	0,00	0,00
2	333	720036	4731083	0,00	0,00
2	334	719993	4731131	0,00	0,00
2	335	719956	4731140	0,00	0,00
2	344	720045	4731163	0,00	0,00
2	345	720093	4731151	0,00	0,00
2	346	720142	4731140	0,00	0,00
2	347	720191	4731130	0,00	0,00
2	348	720261	4731113	0,00	0,00
2	349	720291	4731139	0,00	0,00
2	350	720282	4731185	0,00	0,00
2	351	720253	4731224	0,00	0,00
2	352	720207	4731243	0,00	0,00
2	353	720158	4731254	0,00	0,00
2	354	720109	4731267	0,00	0,00
2	360	720118	4731366	0,00	0,00
2	361	720167	4731359	0,00	0,00
2	362	720211	4731334	0,00	0,00
2	363	720253	4731307	0,00	0,00
2	364	720299	4731305	0,00	0,00
2	365	720320	4731349	0,00	0,00
2	366	720297	4731393	0,00	0,00
2	367	720261	4731425	3,79	0,05
2	368	720224	4731440	0,00	0,00
2	369	720192	4731482	0,00	0,00
2	370	720174	4731526	0,00	0,00
2	371	720181	4731489	0,00	0,00
2	372	720164	4731471	3,56	0,05
2	373	720122	4731486	0,00	0,00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
2	382	720147	4731633	0,00	0,00
2	383	720170	4731577	0,00	0,00
2	384	720195	4731541	0,00	0,00
2	385	720235	4731532	0,00	0,00
2	386	720348	4731506	0,00	0,00
2	387	720401	4731491	0,00	0,00
2	388	720449	4731482	20,52	0,31
2	427	720291	4731553	42,48	0,08
2	428	720340	4731539	0,00	0,00
2	430	720436	4731513	0,00	0,00
2	432	720393	4731442	10,19	0,07
2	433	720347	4731437	0,00	0,00
2	434	720305	4731453	14,21	0,44
2	435	720261	4731474	0,00	0,00
2	436	720213	4731486	0,00	0,00
2	437	720168	4731507	0,00	0,00
2	440	720085	4731441	0,00	0,00
2	441	720116	4731403	0,00	0,00
2	442	720162	4731386	0,00	0,00
2	443	720208	4731375	0,00	0,00
2	444	720244	4731357	0,00	0,00
2	445	720285	4731346	0,00	0,00
2	446	720308	4731304	2,33	0,34
2	447	720280	4731266	0,00	0,00
2	448	720232	4731267	0,00	0,00
2	449	720189	4731293	0,00	0,00
2	450	720147	4731319	0,00	0,00
2	451	720099	4731333	0,00	0,00
2	458	720041	4731204	0,00	0,00
2	459	720089	4731189	0,00	0,00
2	460	720139	4731184	0,00	0,00
2	461	720189	4731188	0,00	0,00
2	462	720235	4731177	0,00	0,00
2	463	720267	4731141	0,00	0,00
2	464	720280	4731093	0,00	0,00
3	115	720135	4729535	0,00	0,00
3	187	719823	4729073	0,00	0,00
3	193	719925	4729146	0,00	0,00
3	121	720175	4729429	0,00	0,00
3	116	720213	4729516	0,00	0,00
3	251	720176	4729571	0,00	0,00
3	96	720231	4729704	0,00	0,00
3	88	720133	4729874	0,00	0,00
3	87	720100	4729912	0,00	0,00
3	143	720110	4729359	0,00	0,00
3	215	719793	4729401	0,00	0,00
3	155	719758	4729355	0,00	0,00
3	205	719953	4729237	0,00	0,00
3	234	720185	4729474	0,00	0,00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
3	175	719803	4729011	0,00	0,00
3	177	719896	4728991	0,00	0,00
3	90	720079	4729827	0,00	0,00
3	92	720041	4729768	0,00	0,00
3	224	719878	4729431	0,00	0,00
3	128	719889	4729439	0,00	0,00
3	201	719779	4729328	0,00	0,00
3	159	719767	4729235	0,00	0,00
3	162	719914	4729205	0,00	0,00
3	167	719874	4729086	0,76	0,01
3	105	720008	4729691	0,00	0,00
3	210	720031	4729326	0,00	0,00
3	102	720147	4729635	0,00	0,00
3	235	720136	4729482	0,00	0,00
3	229	720125	4729399	0,00	0,00
3	247	719988	4729641	0,00	0,00
3	260	720018	4729740	0,00	0,00
3	101	720194	4729619	0,00	0,00
3	188	719870	4729053	0,00	0,00
3	89	720129	4729839	0,00	0,00
3	137	719832	4729429	0,00	0,00
3	196	719782	4729194	0,00	0,00
3	180	719878	4728938	0,00	0,00
3	257	720159	4729693	0,00	0,00
3	93	720088	4729751	0,00	0,00
3	94	720135	4729731	0,00	0,00
3	95	720184	4729719	0,00	0,00
3	103	720101	4729656	0,00	0,00
3	104	720056	4729679	0,00	0,00
3	122	720125	4729440	0,00	0,00
3	123	720076	4729444	0,00	0,00
3	124	720026	4729452	0,00	0,00
3	125	719989	4729457	0,00	0,00
3	126	719958	4729443	0,00	0,00
3	127	719928	4729431	0,00	0,00
3	138	719881	4729418	0,00	0,00
3	139	719930	4729407	0,00	0,00
3	140	719963	4729398	0,00	0,00
3	141	720017	4729395	0,00	0,00
3	142	720064	4729380	0,00	0,00
3	152	719902	4729298	0,00	0,00
3	153	719856	4729318	0,00	0,00
3	154	719809	4729336	0,00	0,00
3	160	719817	4729228	0,00	0,00
3	161	719865	4729219	0,13	0,00
3	176	719847	4729003	0,00	0,00
3	194	719878	4729164	0,00	0,00
3	195	719829	4729178	0,00	0,00
3	202	719817	4729299	0,00	0,00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm ³)	Biomasa (g/m ²)
3	203	719860	4729275	0,00	0,00
3	204	719906	4729254	0,00	0,00
3	211	719982	4729338	0,00	0,00
3	212	719933	4729349	0,00	0,00
3	213	719886	4729362	0,00	0,00
3	214	719840	4729382	0,00	0,00
3	225	719927	4729422	0,00	0,00
3	226	719976	4729413	0,00	0,00
3	227	720026	4729415	0,00	0,00
3	228	720076	4729410	0,00	0,00
3	248	720034	4729620	0,00	0,00
3	249	720081	4729604	0,00	0,00
3	250	720129	4729587	0,00	0,00
3	258	720110	4729700	0,00	0,00
3	259	720064	4729720	0,00	0,00



ANEXO 4. MAPAS INTERPOLADOS DE DENSIDAD Y BIOMASA



