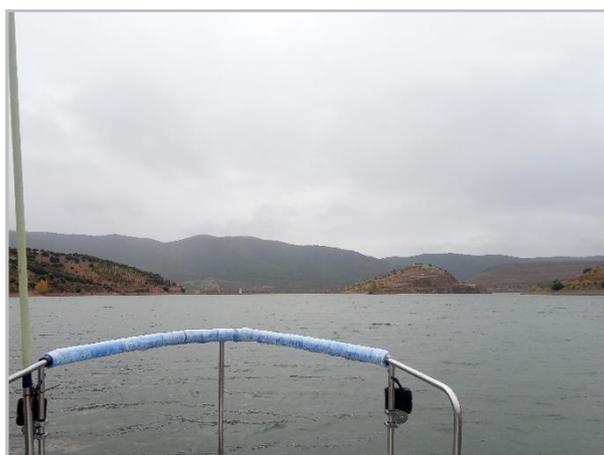




## SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: EMBALSE DE MAIDEVERA





MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO





---

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

---

**PROMOTOR:**

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



**SERVICIO:**

ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS

**DIRECCIÓN DEL PROYECTO:**

María José Rodríguez Pérez

Vicente Sancho-Tello Valls

**EMPRESA CONSULTORA:**

ECOHYDROS S.L.



**EQUIPO DE TRABAJO:**

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

**PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:**

114.425,25 Euros

**CONTENIDO:**

MEMORIA/ANEJOS/CARTOGRAFÍA/CD

**AÑO DE EJECUCIÓN:**

2020

**FECHA ENTREGA:**

NOVIEMBRE 2020



REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Superior izquierda: Panorámica del embalse de Maidevera

Superior derecha: Ejemplares de siluro del embalse de Maidevera

Inferior izquierda: Ejemplares de alburno del embalse de Maidevera

Inferior derecha: Vista de la presa de Maidevera

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2021). Sondeo hidroacústico en embalses de la demarcación hidrográfica del Ebro: embalse de Maidevera. 73 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.



MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO





## SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: EMBALSE DE MAIDEVERA. AÑO 2020

---

*El objeto de este informe es la evaluación de la abundancia y biomasa de la biocenosis de peces del embalse de Maidevera. Para ello, en octubre 2020 se realizó un muestreo cuantitativo de los peces en dicho embalse empleándose una combinación de técnicas: Muestreo directo mediante redes agalleras científicas (CEN-EN 14.757/2006) y pesca eléctrica desde embarcación; y sondeo indirecto mediante técnicas hidroacústicas.*

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

*Los resultados determinaron que la asociación está claramente dominada en densidad por el alburno (*Alburnus alburnus*), que representa el 71%. En lo que respecta a la biomasa, el siluro domina la asociación con un 31%, seguido por la carpa (*Cyprinus carpio*) (20%), el alburno (*Alburnus alburnus*) (15%) y el barbo de Graells (*Luciobarbus graellsii*) (15%) y la madrilla (*Parachondrostoma miegii*) (14%).*

*La densidad estimada fue de  $25,28 \pm 7,83$  ind/dam<sup>3</sup> y la biomasa de  $3,52 \pm 1,09$  g/m<sup>2</sup>, es decir, unos 35,2 kg/ha, que pueden considerarse valores bajos de biomasa.*

*A pesar de haber utilizado un método específico de alta resolución basado en la detección genética mediante ADN ambiental, no se ha podido detectar la presencia ni de anguila europea ni de trucha común en el embalse de Maidevera. Esto implica que, con alta probabilidad, ni la anguila europea ni la trucha común habitan estas masas de agua.*

*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 "DEFICIENTE".*



## HYDROACOUSTIC SOUNDING IN RESERVOIRS OF THE EBRO RIVER BASIN DISTRICT: MAIDEVERA RESERVOIR. YEAR 2020

---

*This report refers to the assessment of the abundance and biomass of the fish biocenosis of the Maidevera reservoir. For this purpose, in October 2020 a quantitative sampling of fish in the reservoir was carried out using a combination of techniques: direct sampling by means of scientific gillnets (CEN-EN 14.757/2006) and boat electrofishing; and indirect sounding using hydroacoustic techniques.*

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

*The results determined that the association is clearly dominated in density by the alburno (*Alburnus alburnus*), which represents 71%. In terms of biomass, catfish dominates the association with 31%, followed by carp (*Cyprinus carpio*) (20%), alburno (*Alburnus alburnus*) (15%), Graells barbel (*Luciobarbus graellsii*) (15%), and madrilla (*Parachondrostoma miegii*) (14%).*

*The estimated density was  $25.28 \pm 7.83$  ind/dam<sup>3</sup> and the biomass was  $3.52 \pm 1.09$  g/m<sup>2</sup>, i.e. about 35.2 kg/ha, which can be considered low biomass values.*

*Despite the use of a specific high-resolution method based on genetic detection using environmental DNA, it was not possible to detect the presence of either European eel or brown trout in the Maidevera reservoir, confirming in this case the results obtained in the direct sampling methods. This implies that, with high probability, neither European eel nor brown trout inhabit these water bodies.*

*Although there are no official methods for assessing ecological potential based on fish, in a first approximation currently in the process of revision and publication, the potential obtained is "POOR".*



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....</b>	<b>14</b>
1.1. <i>PRESTACIONES DE LAS TÉCNICAS APLICADAS.....</i>	<i>15</i>
1.2. <i>INTERÉS DEL ESTUDIO CUANTITATIVO DE LA FAUNA ÍCTICA EN MASAS DE AGUA NO VADEABLES.....</i>	<i>16</i>
<b>2. ÁMBITO DE ESTUDIO .....</b>	<b>17</b>
2.1. <i>SITUACIÓN.....</i>	<i>17</i>
2.2. <i>CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA .....</i>	<i>19</i>
2.3. <i>RÉGIMEN HIDROLÓGICO.....</i>	<i>22</i>
2.4. <i>CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL EMBALSE. PERFILES VERTICALES.....</i>	<i>23</i>
2.5. <i>POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO .....</i>	<i>26</i>
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>26</b>
3.1. <i>DISEÑO DEL MUESTREO .....</i>	<i>27</i>
3.2. <i>MUESTREOS REMOTOS: HIDROACÚSTICA .....</i>	<i>28</i>
3.2.1. <i>Prospección hidroacústica.....</i>	<i>28</i>
3.2.2. <i>Procesado de datos acústicos.....</i>	<i>29</i>
3.3. <i>MUESTREOS DIRECTOS DE PESCA.....</i>	<i>30</i>
3.3.1. <i>Redes agalleras multipaño.....</i>	<i>30</i>
3.3.2. <i>Pesca eléctrica desde embarcación .....</i>	<i>32</i>
3.4. <i>INTERPOLACIÓN ESPACIAL Y ESTIMACIONES GLOBALES .....</i>	<i>33</i>
3.5. <i>EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ECOLÓGICO .....</i>	<i>34</i>
3.6. <i>DETECCIÓN DE TRUCHA COMÚN Y ANGIULA EUROPEA MEDIANTE GENÉTICA AMBIENTAL .....</i>	<i>36</i>
3.6.1. <i>Muestreo de ADN ambiental (eDNA).....</i>	<i>36</i>
3.6.2. <i>Obtención de ADN ambiental de trucha común y de anguila en muestras de agua .....</i>	<i>36</i>
3.6.3. <i>Detección específica de trucha común .....</i>	<i>37</i>
3.6.4. <i>Detección específica de anguila europea .....</i>	<i>37</i>
3.6.5. <i>Estimaciones de biomasa .....</i>	<i>37</i>
3.7. <i>UBICACIÓN DE LOS DIFERENTES PUNTOS DE MUESTREO EN EL EMBALSE .....</i>	<i>38</i>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>



4.1.	SONDEO HIDROACÚSTICO: DENSIDADES .....	40
4.1.1.	Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro.....	48
4.2.	MUESTREOS DIRECTOS: COMPOSICIÓN Y BIOMASA ESPECÍFICA .....	49
4.2.1.	Especies presentes en el embalse .....	49
4.2.2.	Composición y distribución de especies .....	50
4.3.	BIOMASA.....	55
4.3.1.	Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro.....	60
4.4.	DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIES .....	61
4.5.	MUESTREOS INDIRECTOS: ADN AMBIENTAL .....	62
4.5.1.	Muestras ambientales de agua.....	62
4.5.2.	Detección de trucha común mediante qPCR y estimaciones de biomasa .....	62
4.5.3.	Detección de anguila europea mediante qPCR y estimaciones de biomasa.....	64
5.	<b>APROXIMACIÓN AL POTENCIAL ECOLÓGICO DEL EMBALSE BASADO EN PECES.....</b>	<b>66</b>
6.	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>68</b>
7.	<b>GLOSARIO.....</b>	<b>70</b>
8.	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>72</b>

## ÍNDICE ANEXOS

---

Anexo 1. Especies presentes
Anexo 2. Resultados de las pescas
Anexo 3. Celdas del muestreo hidroacústico (en versión digital)
Anexo 4. Mapas interpolados de densidad y biomasa
Anexo 5. Boletines de ensayo eDNA



## ÍNDICE DE TABLAS

---

<b>Tabla 1.</b> Estratos considerados en el embalse de Maidevera .....	22
<b>Tabla 2.</b> Descripción de las redes de muestreo empleadas .....	31
<b>Tabla 3.</b> Métricas y coeficientes para el cálculo del QFBI .....	35
<b>Tabla 4.</b> Valores de corte del QFBI empleados para la clasificación del potencial ecológico .....	35
<b>Tabla 5.</b> Densidad de peces (ind/dam <sup>3</sup> ) por estratos, estimada mediante acústica .....	42
<b>Tabla 6.</b> Especies presentes en el embalse .....	50
<b>Tabla 7.</b> Resultados de las pescas con red por especies .....	51
<b>Tabla 8.</b> Resultados de la pesca eléctrica por especies .....	54
<b>Tabla 9.</b> Biomasa de peces por estratos (g/m <sup>2</sup> ) estimada mediante acústica .....	55
<b>Tabla 10.</b> Densidades (ind/dam <sup>3</sup> ) y biomásas (g/m <sup>2</sup> ) por especie .....	61
<b>Tabla 11.</b> Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de trucha común .....	62
<b>Tabla 12.</b> Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de anguila europea .....	64
<b>Tabla 13.</b> Resultados del QFBI obtenidos para el embalse de Maidevera .....	67

## ÍNDICE FIGURAS

---

<b>Figura 1.</b> Vista de la embarcación de trabajo durante las labores de limpieza y desinfección .....	17
<b>Figura 2.</b> Situación del embalse de Maidevera .....	18
<b>Figura 3.</b> Índice NDWI aplicado a la imagen de satélite para identificar la lámina de agua .....	20
<b>Figura 4.</b> Mapa batimétrico del embalse de Maidevera .....	21
<b>Figura 5.</b> Evolución del volumen embalsado en el embalse de Maidevera durante el ciclo hidrológico 2019/20 (elaboración propia) .....	23
<b>Figura 6.</b> Perfil vertical mediante sonda multiparamétrica .....	24
<b>Figura 7.</b> Perfiles físico-químicos realizados en el embalse de Maidevera .....	25
<b>Figura 8.</b> Esquema del método de censo de poblaciones ícticas en un embalse .....	27



<b>Figura 9.</b> Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico .....	29
<b>Figura 10.</b> Redes caladas en el embalse de Maidevera .....	32
<b>Figura 11.</b> Pesca eléctrica desde embarcación.....	33
<b>Figura 12.</b> Ejemplo de ajuste de curva al semivariograma para el interpolado espacial .....	34
<b>Figura 13.</b> Ubicación de las estaciones de muestreo directo de diferente tipo en el embalse de Maidevera .....	39
<b>Figura 14.</b> Recorridos del sondeo hidroacústico en el embalse de Maidevera.....	41
<b>Figura 15.</b> Ejemplo de un ecograma obtenido con el haz vertical en el embalse de Maidevera .....	42
<b>Figura 16.</b> 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. ....	44
<b>Figura 17.</b> Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato Medio-superior (UMOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud.....	45
<b>Figura 18.</b> Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato Medio-inferior (LMOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud. ....	46
<b>Figura 19.</b> 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.....	47
<b>Figura 20.</b> Comparación de la densidad con otros embalses de la cuenca del Ebro.....	49
<b>Figura 21.</b> Composición de la asociación obtenida mediante redes.....	51
<b>Figura 22.</b> Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm .....	52
<b>Figura 23.</b> Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica .....	54
<b>Figura 24.</b> Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato superior (UOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud. ....	56
<b>Figura 25.</b> Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato Medio-superior (UMOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud.....	57
<b>Figura 26.</b> Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato Medio-inferior (LMOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud. ....	58
<b>Figura 27.</b> Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato inferior (LOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud.....	59
<b>Figura 28.</b> Comparación de la biomasa con otros embalses de la cuenca del Ebro.....	60



**Figura 29.** Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Cf) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas ..... 63

**Figura 30.** Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Cf) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas ..... 65



## 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El presente documento constituye el informe final de los trabajos realizados en el embalse de Maidevera (MAS 1804) (Zaragoza) durante el año 2020, incluidos en la Asistencia Técnica “Sondeo hidroacústico en embalses de la Demarcación Hidrográfica del Ebro” adjudicado a Ecohydros, S.L. por la Confederación Hidrográfica del Ebro (en adelante, CHE).

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

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

En el presente informe se presentan los trabajos realizados en la evaluación de las poblaciones de peces del embalse de Maidevera, al tiempo que se somete a contraste el rendimiento de las técnicas hidroacústicas combinadas con muestreos directos de verificación y con métodos de detección de alta sensibilidad (eDNA), como futura metodología de aplicación en las masas de aguas no vadeables para evaluar su estado (potencial) ecológico en función del elemento bioindicador que representa la fauna íctica en el contexto de la Directiva Marco del Agua.

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



## 1.1. PRESTACIONES DE LAS TÉCNICAS APLICADAS

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

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

En lo referente a su aplicación en estudios censales y de dinámica poblacional de los peces, está relativamente extendida en ambientes marinos y en aguas continentales se aplica de forma creciente, debido en gran medida a la elevada portabilidad de los equipamientos hidroacústicos actuales. De hecho, existe ya una norma Europea (CEN, 2014) que contempla este tipo de técnicas para la evaluación de la biomasa de peces.

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 biológica disponible en las masas de agua no vadeables, es decir, no accesibles a las técnicas directas de muestreo, razón por la que ha promovido el presente estudio.

Además, desde la CHE 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 y estado ecológico de las aguas.

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

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

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

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

Este tipo de problemas se ponen especialmente de manifiesto en situaciones de sequía y bajas reservas de agua en los embalses.

Por otro lado, 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 no se está incluyendo este aspecto de forma sistemática 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 impresión muy extendida de que se requieren técnicas poco afianzadas para obtener esa información, nada más lejos de la realidad como se puede constatar en los tratados técnicos (Simmonds & MacLennan, 2005) y en las normas estándar existentes (ver más adelante).

Mediante el presente estudio, se pretende evaluar las poblaciones de peces en el embalse de Maidevera, 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 de la embarcación de trabajo durante las labores de limpieza y desinfección

## 2. ÁMBITO DE ESTUDIO

### 2.1. SITUACIÓN

El embalse de Maidevera se sitúa en el término municipal de Aranda de Moncayo, en la provincia de Zaragoza (Figura 2), regulando principalmente las aguas del río Aranda.



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

La presa se construyó en el año 1983, y el uso principal es el riego y el abastecimiento de diversas poblaciones. El embalse de Maidevera forma parte del Registro de Zonas Protegidas elaborado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en cumplimiento del artículo 6 de la Directiva Marco del Agua, dentro de la categoría *Zonas de extracción para consumo humano*.



## 2.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

El embalse de Maidevera tiene una capacidad máxima de 20 hm<sup>3</sup> y ocupa en su máximo nivel una superficie de 134,46 ha, lo que supone una profundidad media de 13 m y una máxima de 41 m.

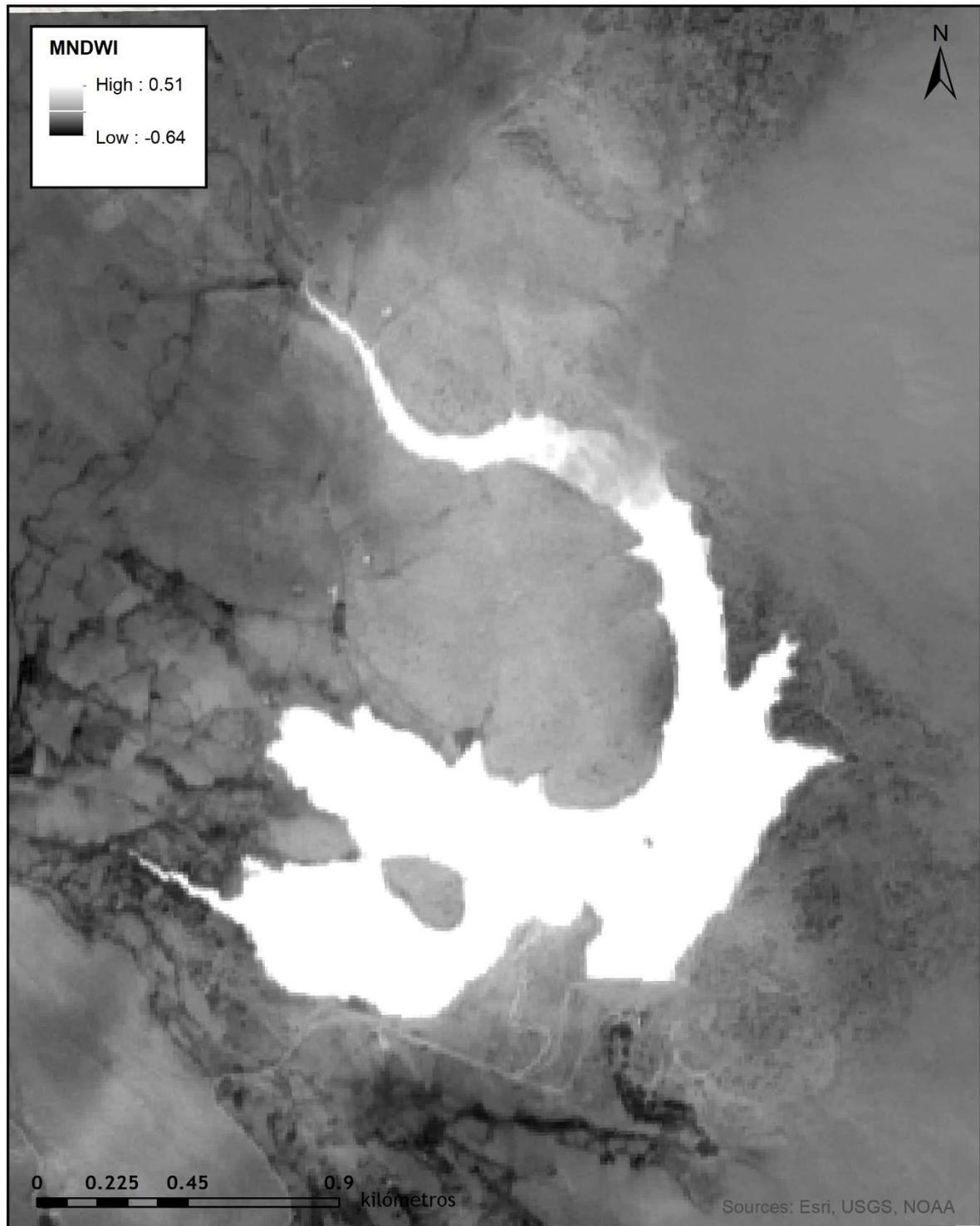
El muestreo hidroacústico, como se explica más adelante en el apartado de metodología, permite obtener una batimetría aproximada que se emplea para cubicar los diferentes estratos y ponderar las densidades y biomásas obtenidas por capa. En la Figura 4 se representa en planta el modelo batimétrico digital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

El embalse presentó durante el muestreo (20-22 de octubre de 2020) una profundidad máxima de 37 m y media de 12 m; la cota durante esas fechas estaba en el entorno de 796,91 msnm, que según la hipsometría oficial corresponde a un volumen de embalse de 15,66 hm<sup>3</sup>, es decir se encontraba aproximadamente al 78 % de su nivel máximo.

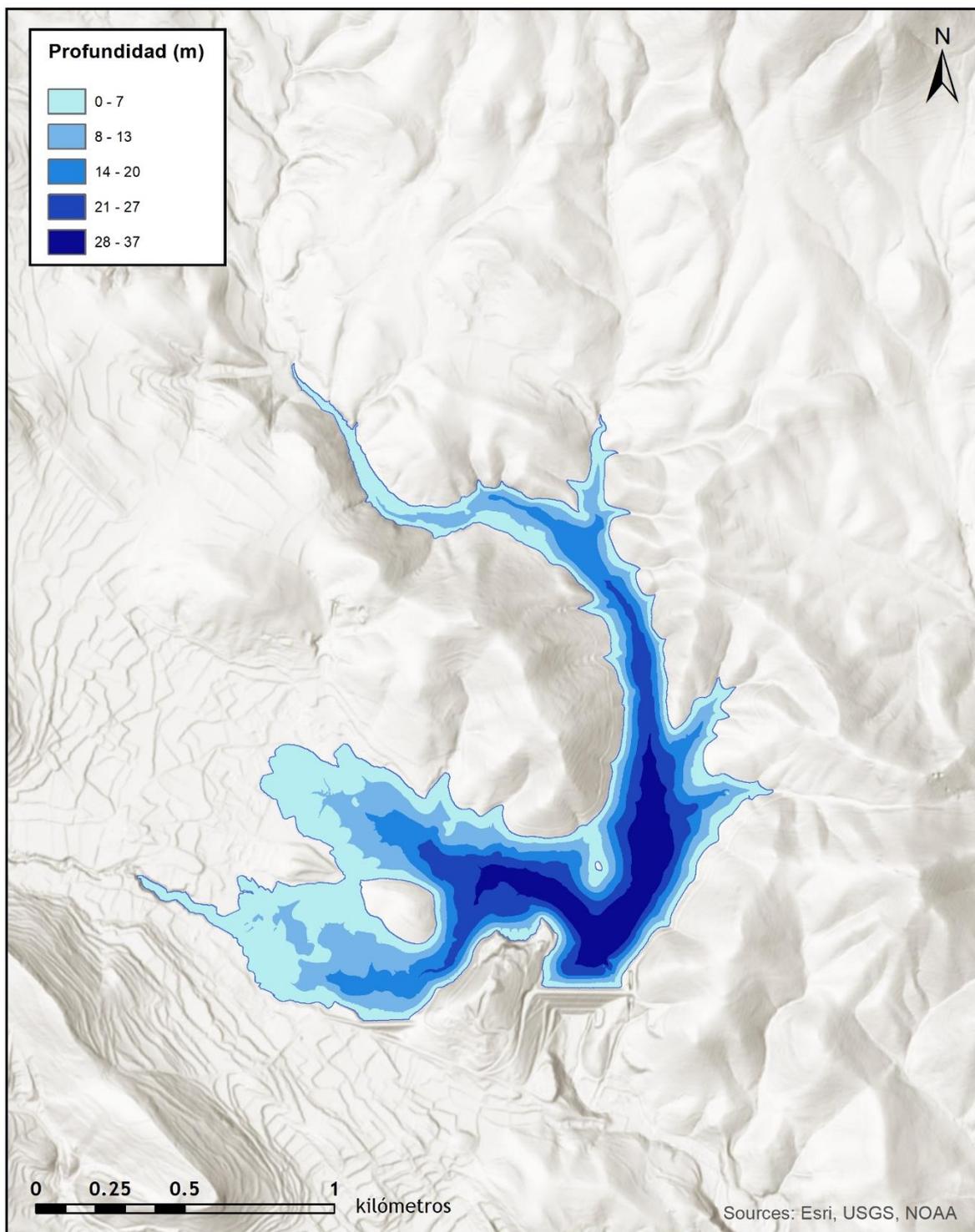
Se ha realizado un trabajo previo de tratamiento de imágenes de satélite para aproximar el contorno correspondiente al límite del agua en el momento del muestreo, o en fechas cercanas. Para ello, se ha recurrido al satélite *Sentinel-2*, equipado con los últimos sensores multiespectrales (MSI), que disponen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

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

Como resultado, se obtiene una imagen en la que se diferencia el embalse de Maidevera (Figura 3) y de la que se extrae el polígono del contorno del embalse durante el muestreo. Este polígono se aplica como frontera en las interpolaciones espaciales. Su superficie es de 120 ha, es decir el 92 % de la máxima superficie del embalse.



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



**Figura 4.** Mapa batimétrico del embalse de Maidevera

En la Tabla 1 se presentan los volúmenes y superficies de cada uno de los 4 estratos de profundidad considerados en este caso (ver justificación en apartados 2.4 y 3.4), obtenidos a partir de la batimetría anterior. El corte de cada estrato responde a factores como la estratificación térmica o la existencia de anoxia (apartado 2.4).

Los volúmenes de cada estrato se han corregido proporcionalmente para que su suma coincida con el volumen proporcionado por el SAIH (Figura 5). Los motivos de esta desviación son múltiples (efecto del procedimiento de interpolación espacial, resolución de la batimetría, acumulación de sedimentos, nivel del embalse, etc.). No obstante, más que los valores absolutos, lo importante es conocer la importancia relativa de cada estrato para la ponderación de las densidades y biomásas.

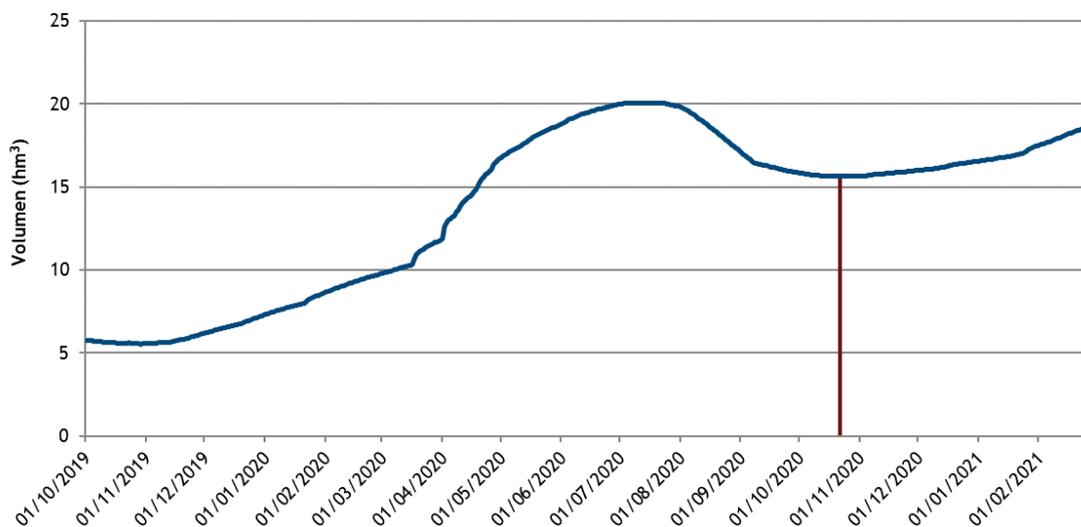
**Tabla 1.** Estratos considerados en el embalse de Maidevera

Embalse	Sector	Estrato	Profundidad (m)	Volumen (hm <sup>3</sup> )	Superficie (ha)
MAI20	1	1	0 - 5	5,81	120
MAI20		2	5 - 15	6,33	93
MAI20		3	15 - 25	2,77	40
MAI20		4	25 - 37	0,75	15

### 2.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO

Como se aprecia en la figura siguiente, el embalse de Maidevera inició el año hidrológico con una reserva hídrica baja, que comenzó a incrementarse a principios de diciembre de 2019 hasta alcanzar en el mes de julio de 2020 un volumen máximo de 20 hm<sup>3</sup> (100 % de su capacidad). A partir de esa fecha, el volumen del embalse comenzó a disminuir ligeramente hasta principios de noviembre de 2020, momento en el que se empezó a recuperar. Se aprecia que en este periodo la reserva hídrica es unos 10 hm<sup>3</sup> superior a la del mismo periodo del año anterior.

En la fecha de muestreo (21/10/2020), marcada con una línea roja en la Figura 5, el embalse se encontraba en una situación estable de nivel, con un volumen de 15,6 hm<sup>3</sup> que corresponde aproximadamente a un 78 % de su capacidad.



**Figura 5.** Evolución del volumen embalsado en el embalse de Maidevera durante el ciclo hidrológico 2019/20 (elaboración propia)

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

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

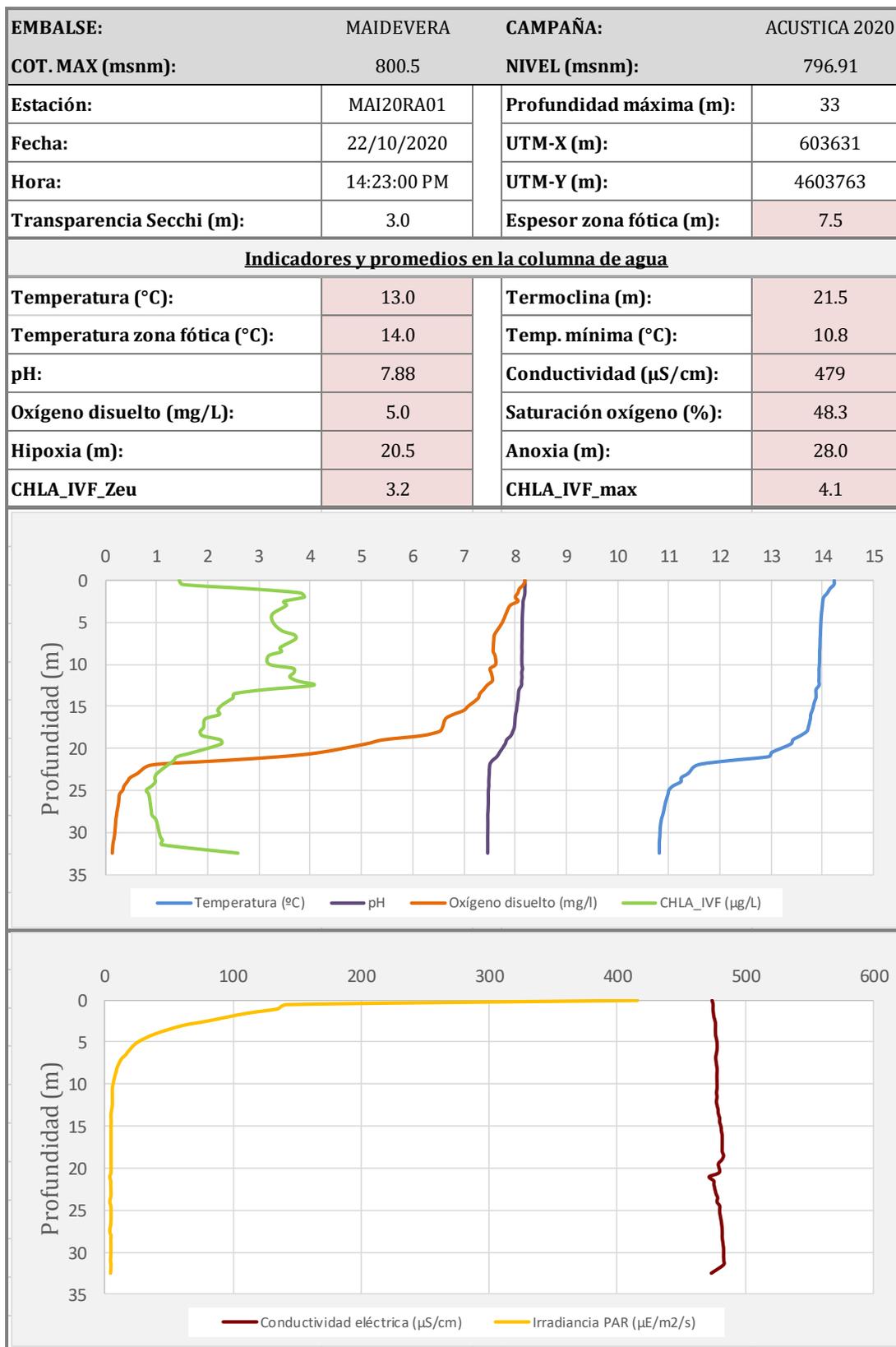
En el perfil de la zona de cabecera la profundidad es de 33 m. La columna de agua se encuentra estratificada por la presencia de termoclina a una profundidad de 21,5 m. Dado que la zona fótica alcanza como mucho los 8 m de profundidad, el epilimnion alberga dos hábitats diferenciados en cuanto a la disponibilidad de luz.

En el metalimnion se produce un intenso consumo neto de oxígeno, que culmina con déficit notable en el inicio del hipolimnion, y la concentración de oxígeno disuelto se encuentra ya en niveles de hipoxia, convirtiéndose en anoxia a partir de los 28 m de profundidad. Como resultado, el promedio de saturación de oxígeno a lo largo de la columna es del 48 %, y en el estrato profundo la concentración de oxígeno disuelto resulta incompatible con la vida de los peces.

Se puede apreciar una ligera disminución de los valores del pH con relación al aumento de la profundidad, con un valor medio de 7,8 uds. La biomasa del fitoplancton es relativamente baja en el promedio de la zona fótica (3,2  $\mu\text{g/L}$  de fluorescencia *in vivo* de la clorofila *a*), que alcanza los 7,5 m de espesor, y se aprecia un leve máximo de clorofila de 4,1  $\mu\text{g/L}$  a los 12 m de profundidad.



**Figura 6.** Perfil vertical mediante sonda multiparamétrica



**Figura 7.** Perfiles físico-químicos realizados en el embalse de Maidevera



## 2.5. POTENCIAL ECOLÓGICO Y ESTADO TRÓFICO

Maidevera es un embalse monomítico, calcáreo de zonas húmedas, perteneciente a ríos de cabecera y tramos altos, lo que conlleva su catalogación en el tipo E-T07, según el RD 817/2015, Anexo 2, Apartado C, del 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 (RDSE).

El embalse está incluido en la red de control de vigilancia y ha sido catalogado como oligotrófico y con potencial ecológico Moderado, según el Informe de Seguimiento de la Red de Control Biológico de Embalses del año 2017 (CHE, 2017).

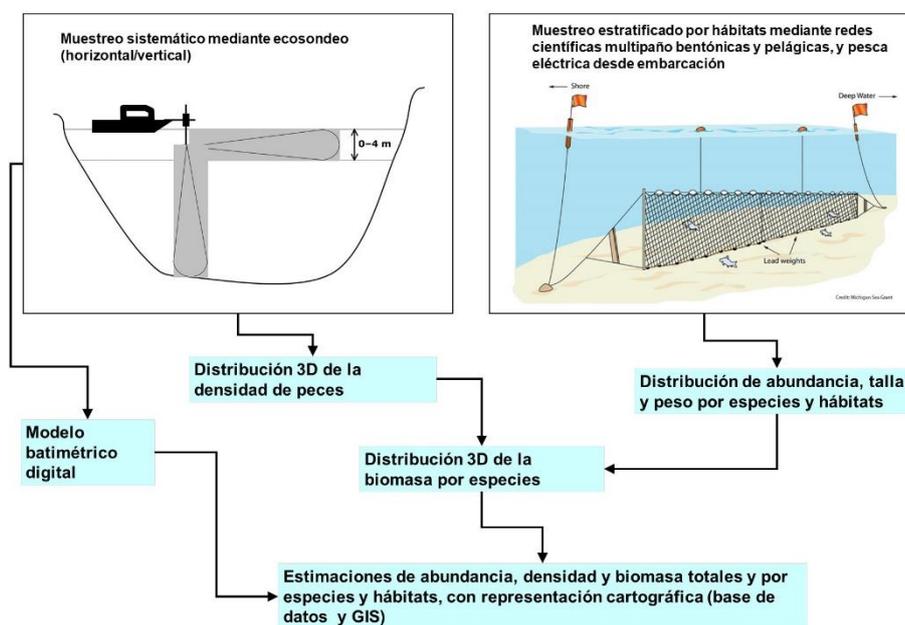
## 3. METODOLOGÍA

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 8, 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 8.** 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 biomاسas por especies y sectores.

### 3.1. DISEÑO DEL MUESTREO

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

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

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



Los muestreos acústicos y de pesca directa se han realizado entre los días 21 y 22 de octubre de 2020.

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

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

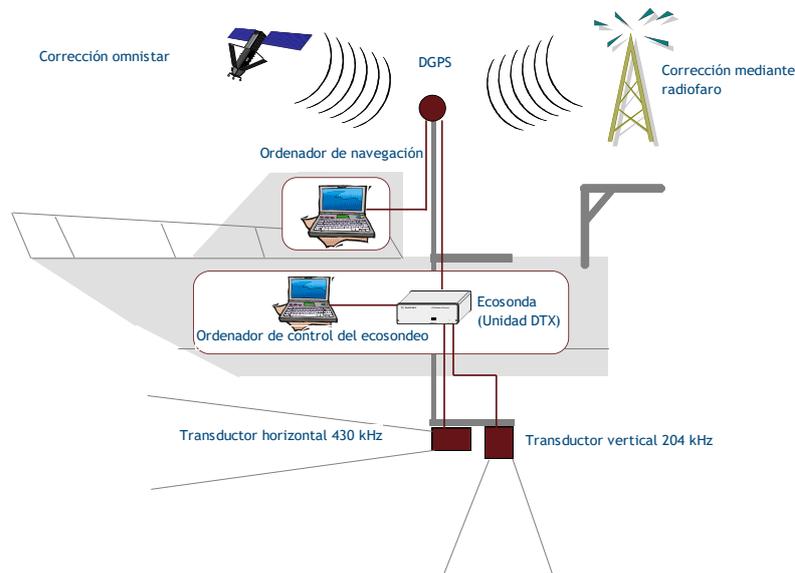
El equipo utilizado es una ecosonda científica BioSonics DTX, con un transductor elíptico digital de haz dividido y frecuencia de 430 kHz, orientado horizontalmente, y un transductor digital de haz dividido y frecuencia de 200 kHz, orientado verticalmente. Estos sistemas ofrecen un rango dinámico muy superior a los analógicos. El transductor utilizado en orientación vertical tiene un ángulo de apertura de  $10^\circ$ , lo que permite obtener un volumen muestral que casi duplica los de los transductores estándar.

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

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

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.



**Figura 9.** Esquema de la disposición de elementos y comunicaciones en el sondeo acústico

### 3.2.2. *Procesado de datos acústicos*

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

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

En este embalse se ha aplicado también la técnica de ecointegración para estimar la abundancia en los estratos profundos con orientación vertical del haz, dado que la densidad de peces y el ruido por otros factores (burbujas, etc) son excesivos.



Los datos acústicos brutos han sido corregidos mediante la función TVG (ganancia cronovariable) específica para ecoconteo (40LogR) y para ecointegración (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 objetivo en el espacio tridimensional formado por el haz acústico.

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

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

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

### 3.3. MUESTREOS DIRECTOS DE PESCA

#### 3.3.1. Redes agalleras multipaño

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

Constan estas redes de 12 paños agalleros de luz creciente, que va desde 5 hasta 55 mm, en una longitud total de 10 m, 30 m o 40 m de largo y de 1,5 o 6 m de alto, según sean bentónicas o pelágicas, respectivamente. 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 intermedia y en superficie.

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

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

La unidad estándar de esfuerzo de pesca está constituida por una red de 12 paños y 1,5 m de altura (45 m<sup>2</sup>), calada durante 12 h. El esfuerzo de muestreo se ha repartido geográficamente siguiendo una previsión de hábitats o, como se suelen denominar en este tipo de trabajos, “polos de atracción”. Esto responde a un planteamiento estratificado más que sistemático.



**Figura 10.** Redes caladas en el embalse de Maidevera

### **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 preferentemente en horas crepusculares.



**Figura 11.** Pesca eléctrica desde embarcación

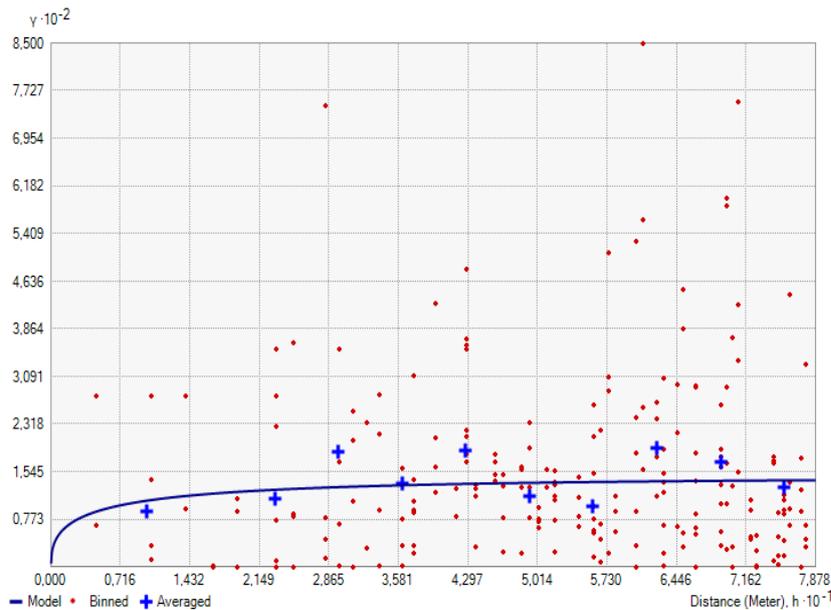
### 3.4. INTERPOLACIÓN ESPACIAL Y ESTIMACIONES GLOBALES

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

Para cada estrato se ha realizado una interpolación espacial utilizando métodos geostatísticos ajustados *ex profeso*, siguiendo las buenas prácticas en investigaciones de pesquerías.

Para ello en primer lugar se ha ajustado una curva al semivariograma (ver ejemplo en la Figura 12) 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 12.** Ejemplo de ajuste de curva al semivariograma para el interpolado espacial

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

- *Upper Open Water (UOW)*: Estrato superior, correspondiente a los primeros 5 m prospectados con orientación horizontal del haz acústico.
- *Middle Open Water (MOW)*: Estrato intermedio. En este caso se ha subdivido en dos, uno superior (*UMOW*) que corresponde al resto del epilimnion por debajo del estrato superior, y otro inferior (*LMOW*) que corresponde al metalimnion.
- *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.

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

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

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



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

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

Para la detección de trucha común (*Salmo trutta*) y de anguila (*Anguilla anguilla*) se tomaron muestras de 1L de agua en 3 puntos del embalse a 3 niveles de profundidad en cada punto: superficial, bentónico y pelágico (4 - 28 m de profundidad). La ubicación de los puntos de muestreo se facilita en el apartado 3.7.

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

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

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

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

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

La detección del marcador universal del gen ribosomal se realizó en un termociclador de PCR convencional modelo Verity Blue (Life Technologies, Inc., Applied Biosystems, Carlsbad, CA, USA). Las detecciones tanto de trucha común como de anguila europea se realizaron en un termociclador 7,900 HT Fast Real- Time PCR System (Life Technologies, Inc., Applied



Biosystems, Carlsbad, CA, USA). Todas las amplificaciones se replicaron en el laboratorio, repitiendo los análisis en ocasiones diferentes, correspondientes a días distintos, para asegurar la consistencia y fiabilidad de los datos.

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

Para la detección de trucha común se utilizó un marcador específico y una sonda *TaqMan MGB* (Gustavson et al., 2015, siguiendo las recomendaciones de Fernández et al 2018). El marcador específico de *Salmo trutta* se une y amplifica únicamente al ADN de trucha común, no de otros organismos ni de otras especies de trucha. Si en la muestra ambiental no hay ADN de *Salmo trutta*, no habrá amplificación, ni por tanto señal, ya que la sonda no emitirá fluorescencia. Cuando se produce amplificación, porque hay coincidencia del código de los cebadores (o *primers*) con el del ADN de la muestra, se libera un extremo de la sonda, que pasa a emitir fluorescencia. Con ello es posible detectar, mediante la lectura de fluorescencia, la presencia de la especie y adicionalmente, mediante cálculos, la cantidad de ADN de trucha presente en la muestra.

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

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

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

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

Se calculó una recta patrón de diluciones seriadas con amplicones del fragmento especie-específico del marcador utilizado para la detección de trucha y el mismo proceso se realizó para la anguila. Estos fragmentos se obtienen mediante PCR convencional de una muestra certificada de trucha común o anguila, dependiendo del caso. Para poder obtener dicha recta patrón, se cuantificó mediante fluorimetría la concentración de amplicones utilizada, pudiendo así calcular posteriormente la concentración de las muestras que corten la recta patrón. La



cantidad de ADN se transforma a moléculas por mL gracias a que conocemos la composición molecular de la secuencia del amplicón correspondiente.

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

### **3.7. UBICACIÓN DE LOS DIFERENTES PUNTOS DE MUESTREO EN EL EMBALSE**

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

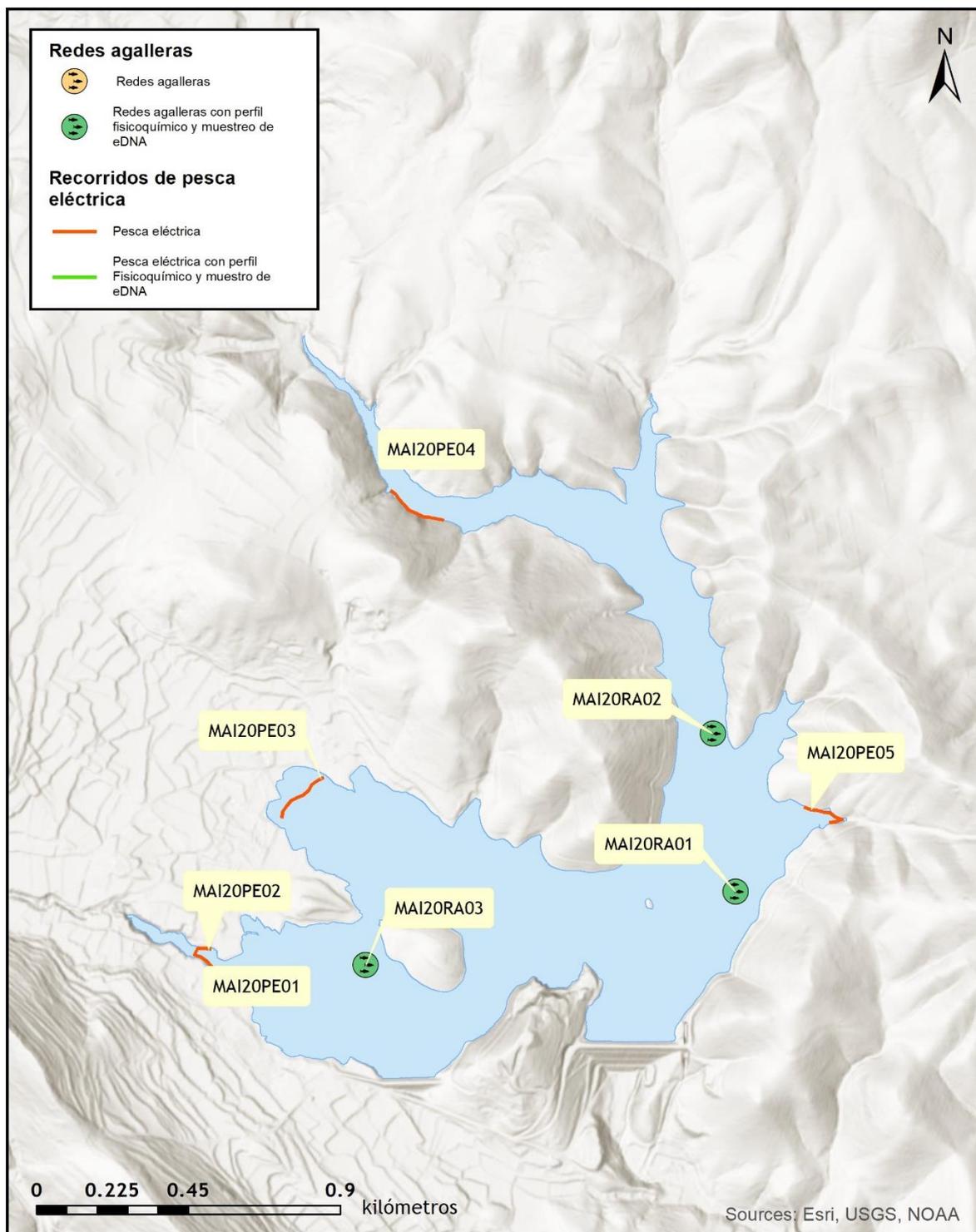


Figura 13. Ubicación de las estaciones de muestreo directo de diferente tipo en el embalse de Maidevera



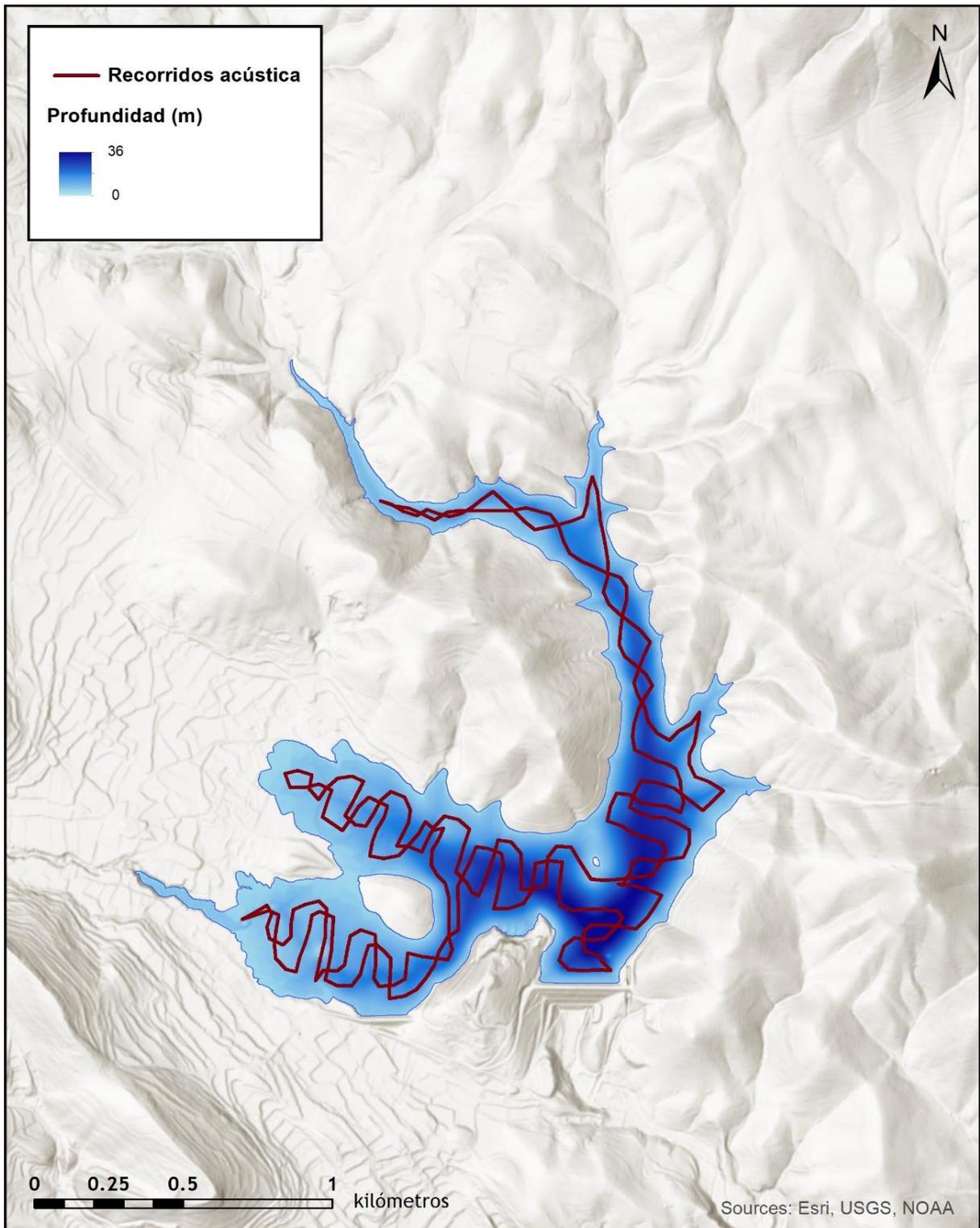
## 4. RESULTADOS

### 4.1. SONDEO HIDROACÚSTICO: DENSIDADES

Los recorridos móviles de ecosondeo han cubierto una longitud total de 15,8 km (con dos transductores), lo que supone un valor del índice de cobertura (Da) de 14,4. Los recorridos completos sobre el mapa batimétrico se presentan en la Figura 14.

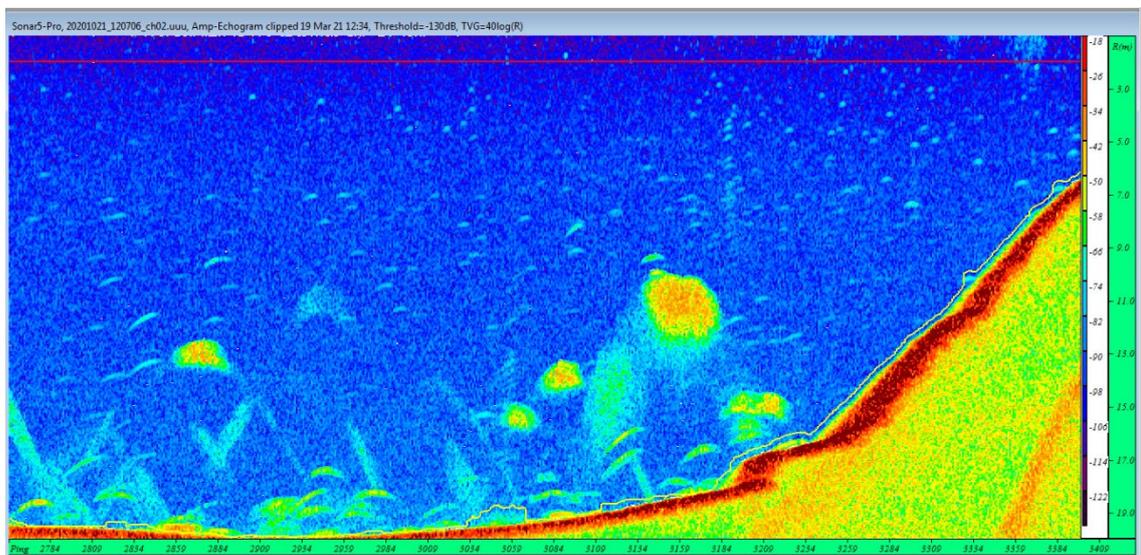
Obsérvese que los recorridos realizados se circunscriben al contorno del agua (azul) establecido a partir del análisis de imágenes de satélite en fechas cercanas al muestreo, como ya se ha expuesto anteriormente.

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



**Figura 14.** Recorridos del sondeo hidroacústico en el embalse de Maidevera

En la Figura 15 se muestra un ejemplo de ecograma del embalse de Maidevera realizado con haz vertical y asociado a una zona de media profundidad (15 – 20 metros). Es un ecograma nítido y sin ruido de burbujas. Se observan señales de mayor tamaño a una profundidad de 11 metros que corresponden a bancos de alburnos. Entre 17 y 20 metros se observan numerosas señales (rastros) individuales de peces en una zona en la que la concentración de oxígeno disuelto es baja.



**Figura 15.** Ejemplo de un ecograma obtenido con el haz vertical en el embalse de Maidevera

En la Tabla 5 se ofrecen los estadísticos descriptivos por estratos, tanto para el ecosondeo horizontal como para el vertical. La densidad se ha expresado en individuos por decámetro cúbico (1 dam<sup>3</sup> = 1.000 m<sup>3</sup>).

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

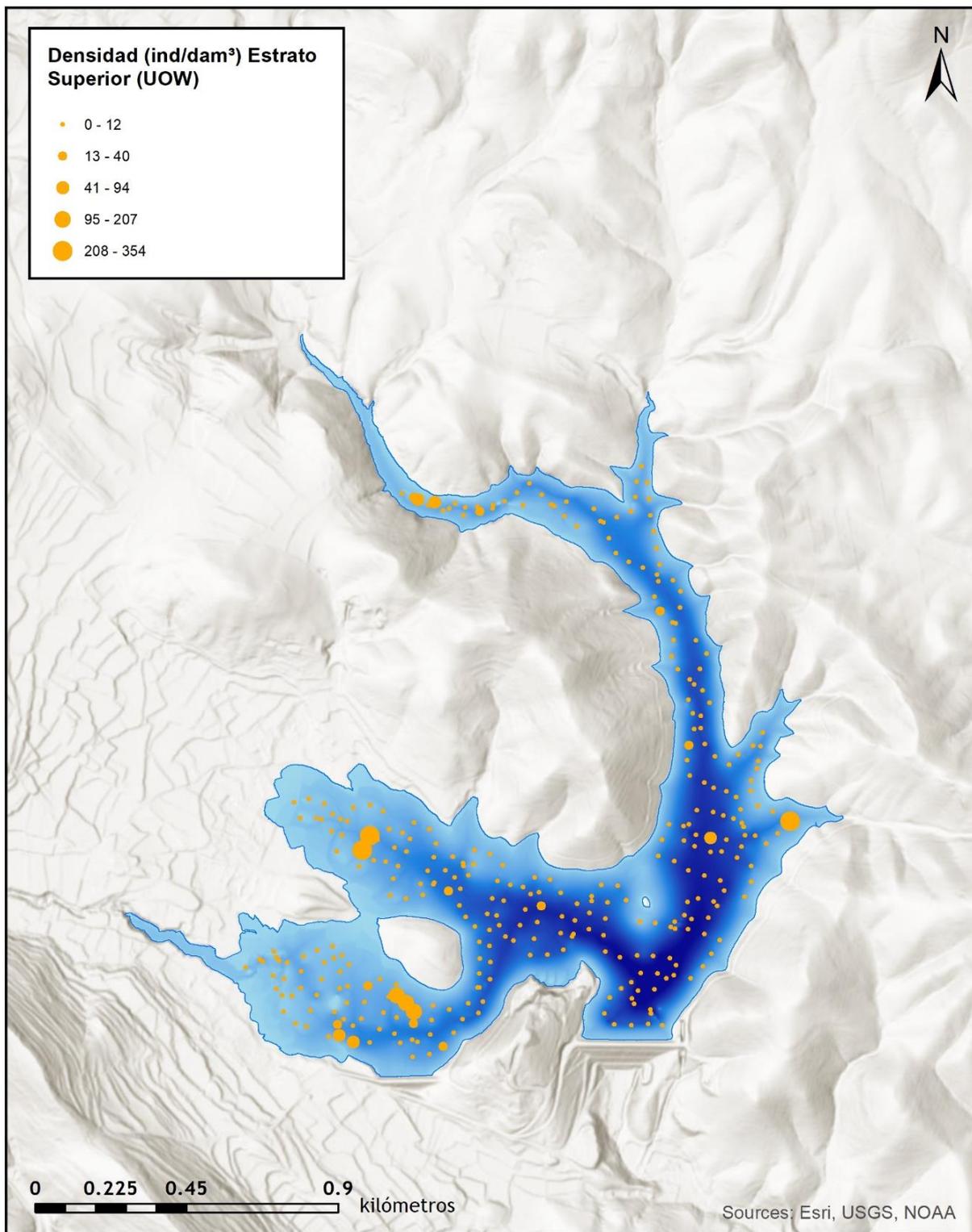
Embalse	Sector	Estrato	Densidad media (ind/1000m <sup>3</sup> )	Densidad máxima (ind/1000m <sup>3</sup> )	Número de casos	Número de casos con valor 0	Desviación típica
MAI20	1	1	7,05	354,24	334	110	38,48
MAI20		2	51,24	3510,15	318	196	331,18
MAI20		3	11,04	453,65	173	43	43,14
MAI20		4	0,08	3,08	66	58	0,40



Estos valores medios se han ponderado con el volumen de cada estrato y sector (Tabla 1), para obtener una densidad total del embalse de  $25,9 \pm 8,0$  ind/dam<sup>3</sup>. Se trata de un valor alto, que se explica por la presencia de alburno, una especie de pequeño tamaño y con comportamiento gregario muy marcado, que se suele presentar con alta densidad poblacional en densos bancos. La distribución espacial de la densidad de peces se presenta interpolada en las láminas 1 a 4 (ANEXO 4) para los estratos considerados.

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

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



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

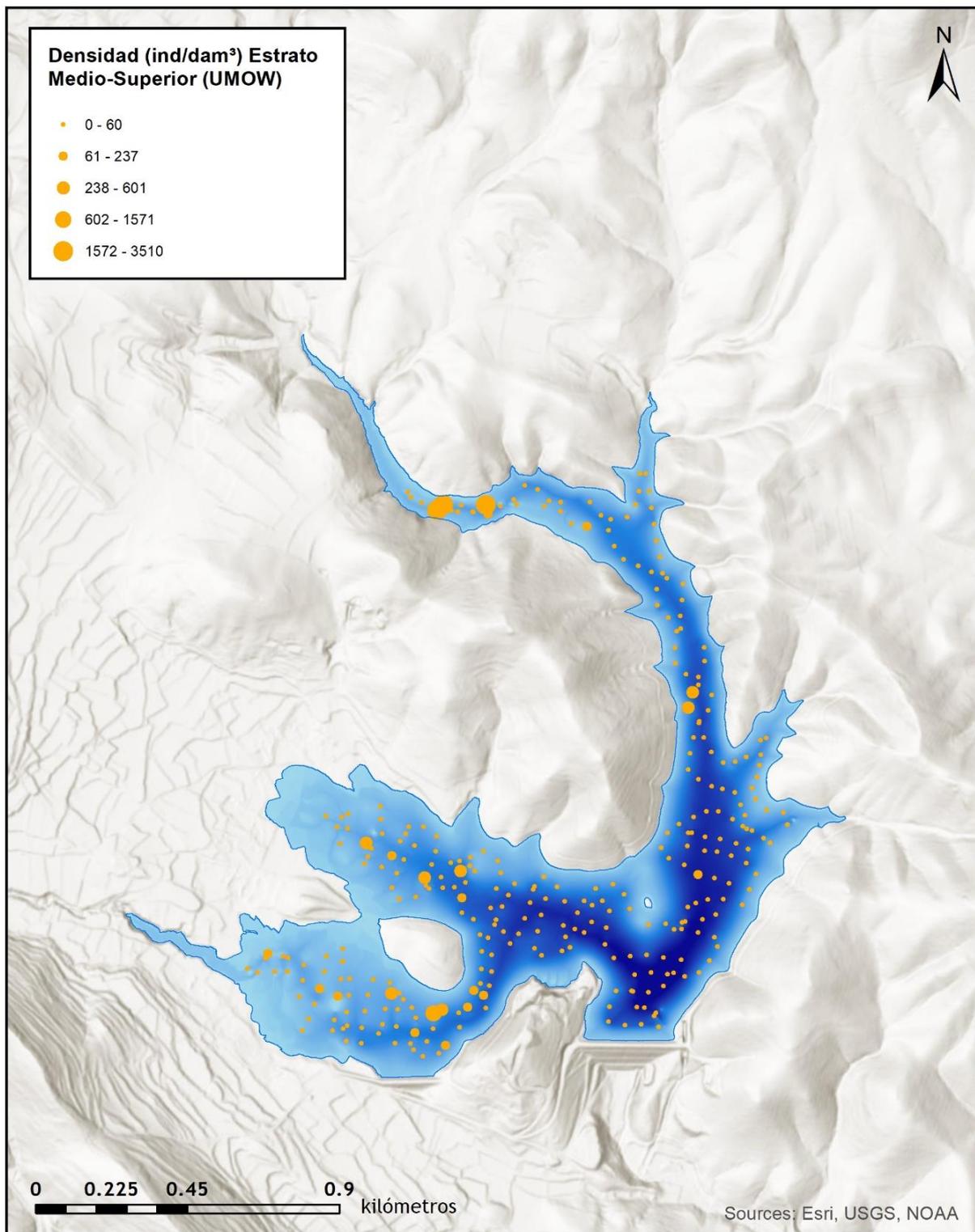
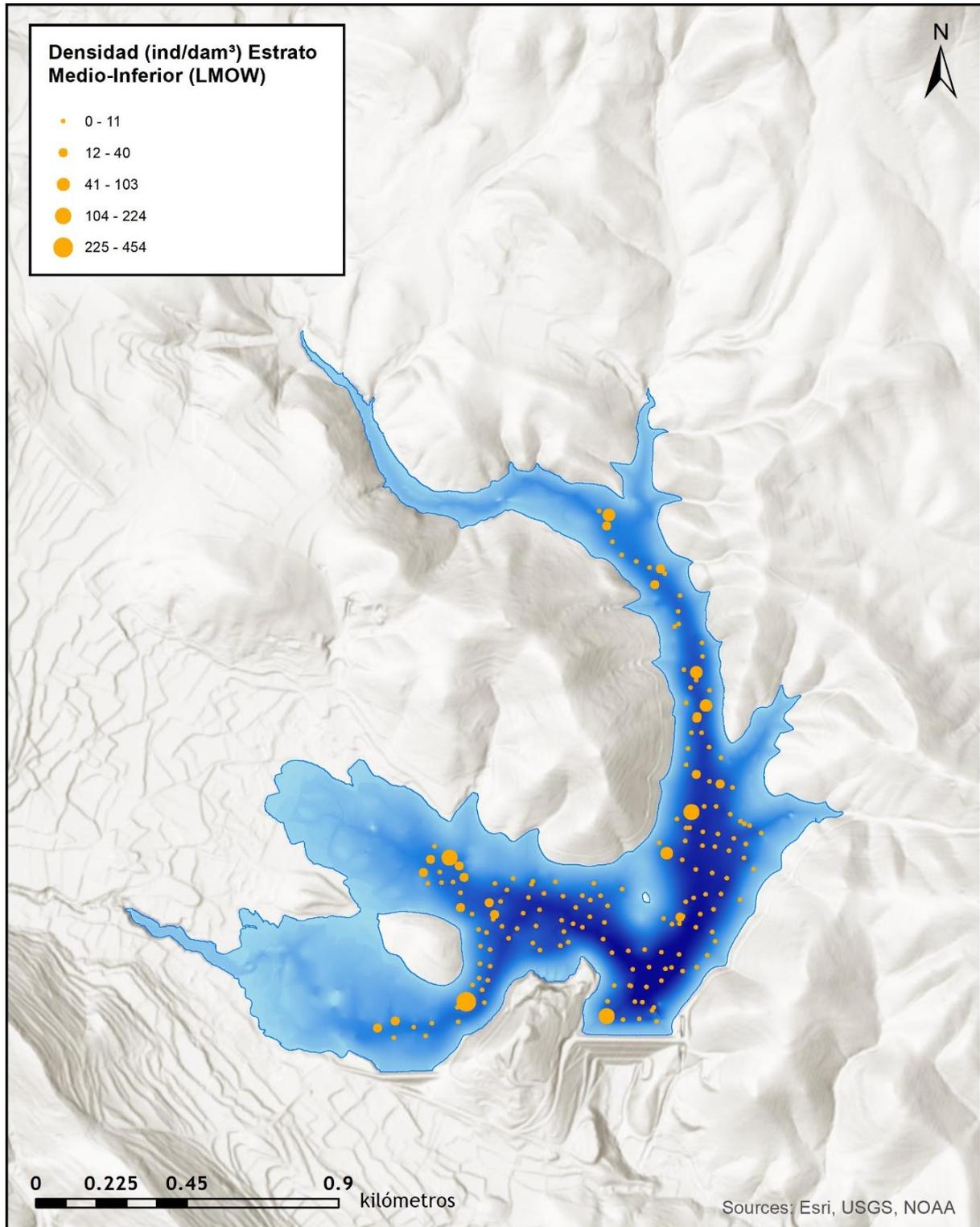
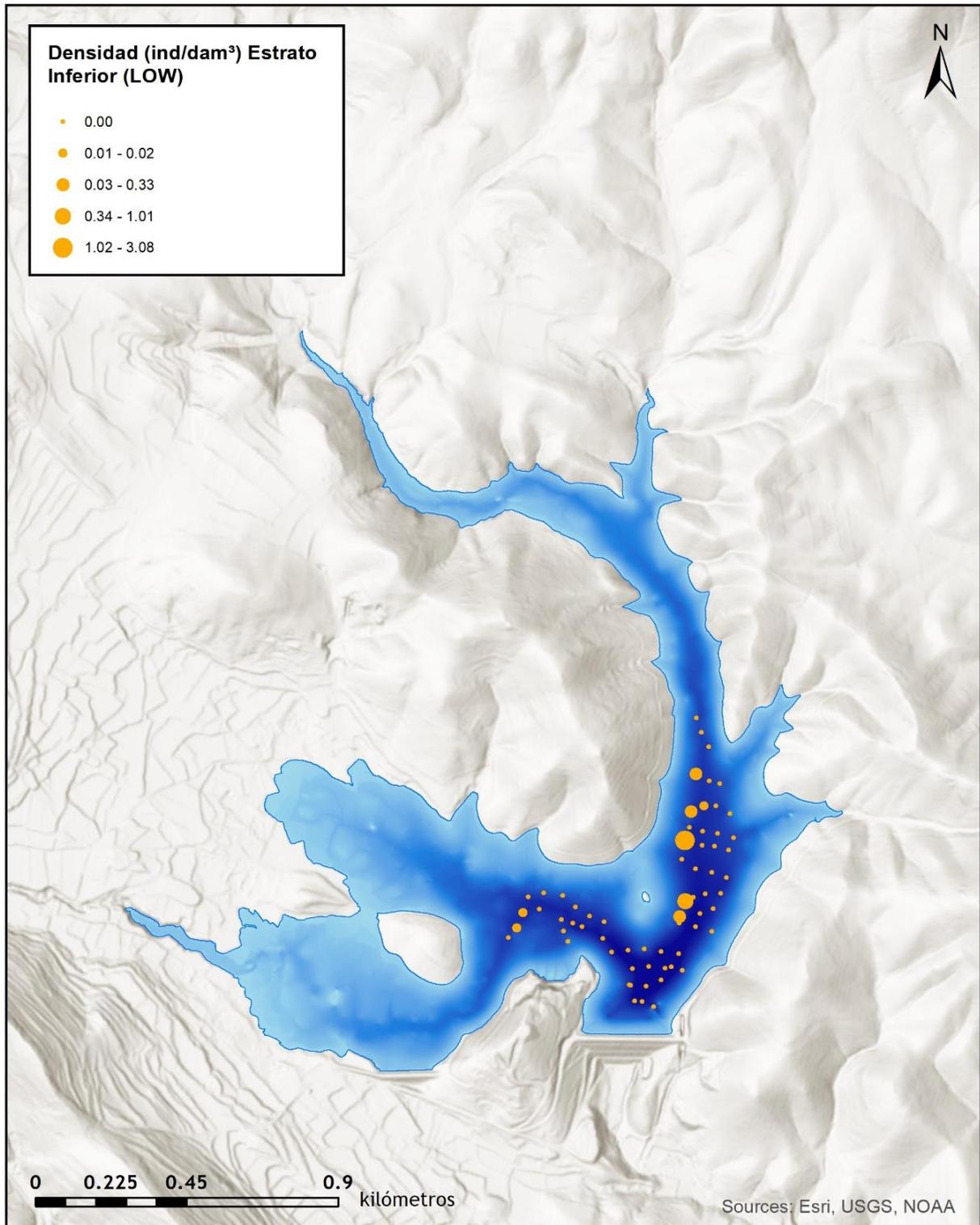


Figura 17. Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato Medio-superior (UMOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud.



**Figura 18.** Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la densidad de peces en el estrato Medio-inferior (LMOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud.



**Figura 19.** 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.



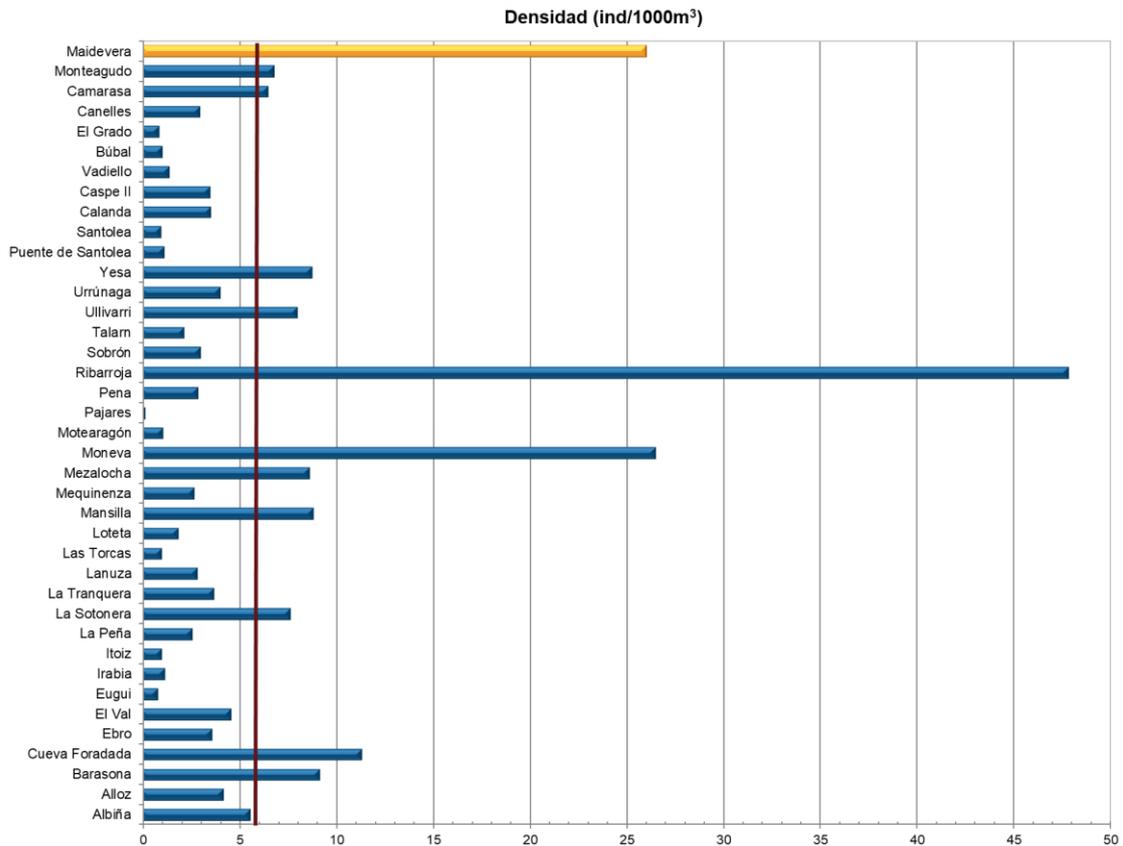
Se aprecia que la mayor concentración de peces se presenta en el estrato Medio/Superior (UMOW), correspondiente al rango de profundidades de 5 a 15 m, por encima de la termoclina, donde se puede observar una distribución relativamente homogénea a lo largo del cuerpo principal del embalse. Es una zona de distribución vertical preferente de los bancos de alburnos, cuya frecuencia se reduce en los estratos superior (superficial) y subyacente (metalimnion). En el estrato inferior (hipolimnion), la densidad de peces es cercana a cero, como cabe esperar por la ausencia de oxígeno disuelto.

En distribución horizontal, las mayores densidades se observan en zonas más someras de ensenadas laterales y en la zona central de la cola del embalse (Figura 17).

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

En el diagrama de barras siguiente se presentan los resultados de densidad obtenidos en el embalse de Maidevera, 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, Ribarroja y el propio Maidevera se encuadran en la cola superior de la distribución, muy separados del resto.

El valor de densidad obtenido para el embalse de Maidevera supera ampliamente el valor medio en el conjunto de embalses estudiados en la cuenca del Ebro, y se puede considerar muy alto en el contexto de la demarcación hidrográfica del Ebro.



**Figura 20.** Comparación de la densidad con otros embalses de 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.

### 4.2.1. Especies presentes en el embalse

De las 7 especies detectadas en los muestreos de diferente tipo realizados en el embalse de Maidevera, solamente dos son autóctonas: Barbo de Graells y madrilla. El resto son especies que están incluidas en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras.



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

Nombre común	Nombre científico	Autóctono/alóctono
<i>Alburnus alburnus</i>	Alburno	Alóctono
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común	Alóctono
<i>Cyprinus carpio specularis</i>	Carpa de espejos	Alóctono
<i>Luciobarbus graellsii</i>	Barbo de Graells	Autóctono
<i>Micropterus salmoides</i>	Black bass	Alóctono
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arcoíris	Alóctono
<i>Parachondrostoma miegii</i>	Madrilla	Autóctono
<i>Silurus glanis</i>	Siluro	Alóctono

Entre estas especies, hay tanto forrajeras (alburno), como omnívoras (carpa común y barbo), detritívoras (madrilla) y depredadoras (black-bass, trucha arcoíris y siluro).

En el tramo fluvial aguas abajo del embalse (punto de muestreo 1405-ICT), las especies que se describieron en ese tramo en el año 2007 ([www.datossuperficiales.chebro.es](http://www.datossuperficiales.chebro.es)) fueron:

- *Achondrostoma arcasii* (Bermejuela)
- *Barbus haasi* (Barbo colirojo)
- *Barbatula quignardi* (Lobo de río)
- *Gobio lozanoi* (Gobio)
- *Salmo trutta* (Trucha común)

Estas especies no han sido capturadas en el embalse en esta campaña de muestreo debido a que muy probablemente hayan quedado desplazadas por las especies exóticas invasoras.

#### **4.2.2. Composición y distribución de especies**

##### **Capturas con redes**

El total de capturas con redes agalleras fue de 492 peces, con un peso total de 18,6 kg, lo que supone 193 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y casi 8 kg de biomasa por unidad de esfuerzo. Se emplearon un total de 3 redes en 14 horas de pesca (3,1 unidades

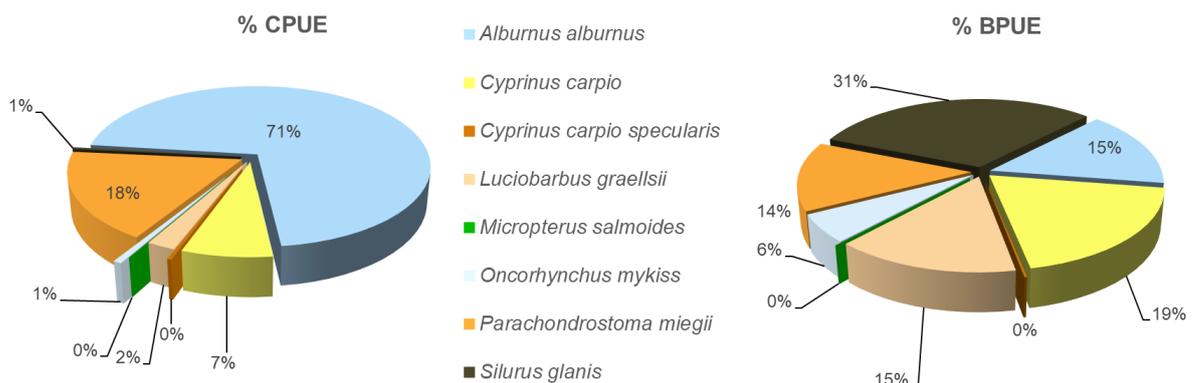
de esfuerzo). En la Figura 13 se han representado la ubicación de las redes de muestreo y los recorridos de pesca eléctrica.

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

En la Tabla 7 y en la Figura 21, se facilitan los resultados obtenidos de las redes, agregados por especies, para cada uno de los estratos del embalse. Se capturaron con este tipo de método 492 ejemplares de las tres especies diferentes detectadas en el embalse.

**Tabla 7.** Resultados de las pescas con red por especies

	Capturas	CPUE (ind/ud. esf.)	CPUE (%)	Biomasa (g)	BPUE (g/ud. esf.)	BPUE (%)	Longitud furcal media (mm)	Peso medio (g)
<i>Alburnus alburnus</i>	398	137,6	71,2	400	1 211	15,2	11	1
<i>Cyprinus carpio</i>	22	14,1	7,3	2 414	1 546	19,4	181	110
<i>Cyprinus carpio specularis</i>	1	0,6	0,3	25	16	0,2	108	25
<i>Luciobarbus graellsii</i>	7	4,5	2,3	1 838	1 178	14,8	265	263
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	8	1,3	0,7	2 771	444	5,6	327	346
<i>Parachondrostoma miegii</i>	54	34,2	17,7	1 726	1 091	13,7	137	32
<i>Silurus glanis</i>	2	0,8	0,4	9 424	2 477	31,1	835	4 712
<b>Total</b>	<b>492</b>	<b>193,1</b>	<b>100</b>	<b>18.598</b>	<b>7 963</b>	<b>100</b>	<b>45</b>	<b>38</b>



**Figura 21.** Composición de la asociación obtenida mediante redes

Se observa que la asociación está dominada en número (71 %) por el alburno (*Alburnus alburnus*) y en biomasa por el siluro (31 %), debido a su gran talla. La madrilla (*Parachondrostoma miegii*) es la otra especie que se presenta en una proporción superior al

10 % en número, aunque su biomasa es equivalente a la del alburno (14 %). En términos de biomasa la segunda especie dominante es la carpa (19 %).

En la Figura 22 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.

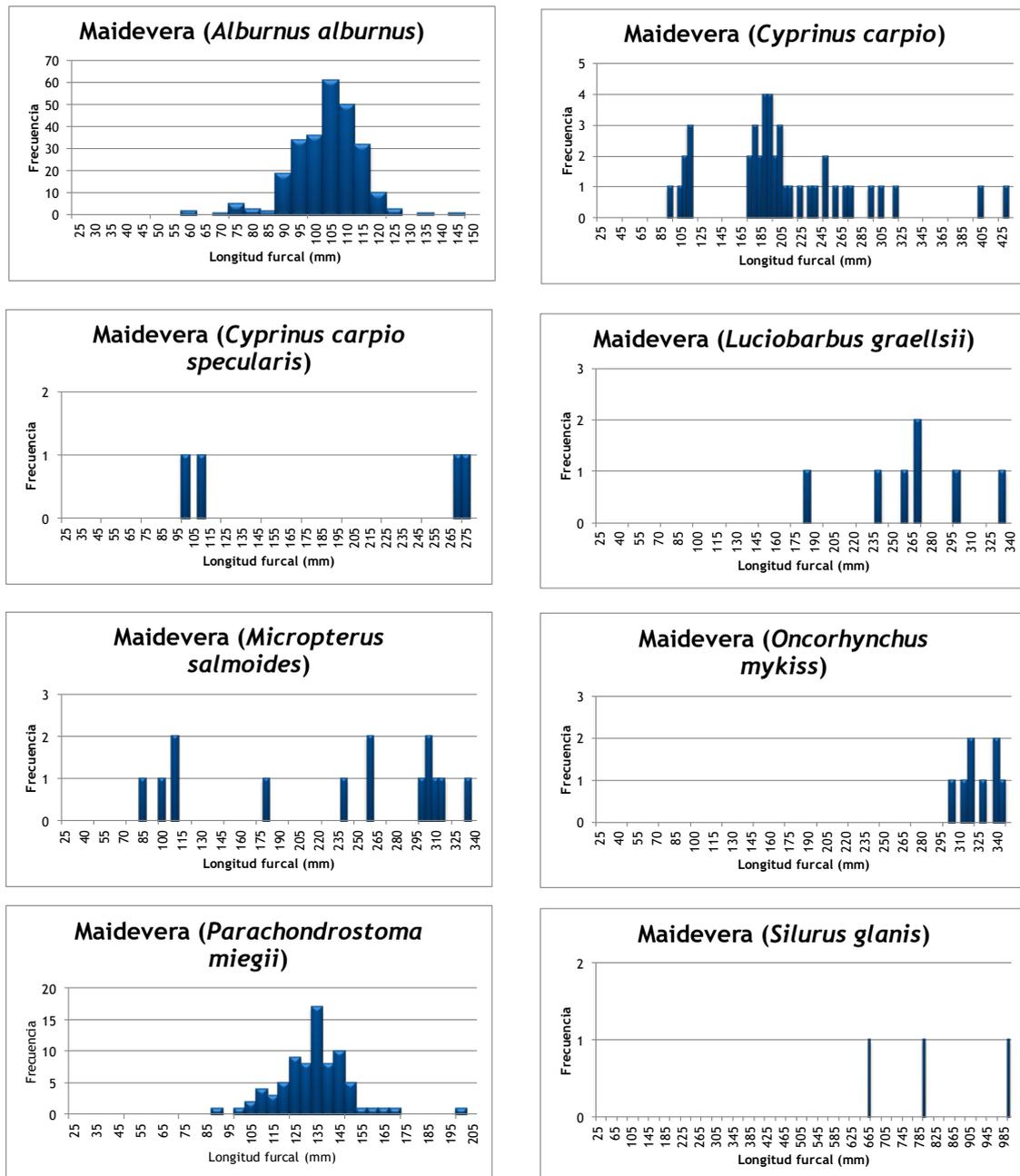


Figura 22. Histogramas de frecuencias de capturas en clases de longitud de 5 mm



Se observa que las especies alóctonas están desplazando a las autóctonas en el embalse de Maidevera, salvo en el caso de la madrilla, que parece aguantar, aunque no se ha detectado el reclutamiento del año (alevinaje) en las pescas.

El alburno presenta una población con prácticamente sólo ejemplares adultos, quizás porque los juveniles hayan sido sometidos a fuerte depredación por las especies piscívoras como el siluro y el black bass, aunque podría deberse a que su distribución es marginal, en zonas más esquivas a las técnicas de prospección empleadas. Otra de las especies alóctonas, la carpa común, presenta ejemplares de distintas clases de edad con un buen reclutamiento, por lo que parece estar bien asentada en el embalse. Atendiendo a la población de *black bass* presenta ejemplares de varias clases de edad. En el caso del barbo de Graells solamente se han capturado ejemplares de talla adulta esto podría deberse a la fuerte depredación por las especies piscívoras presentes en el embalse.

### **Resultados de la pesca eléctrica**

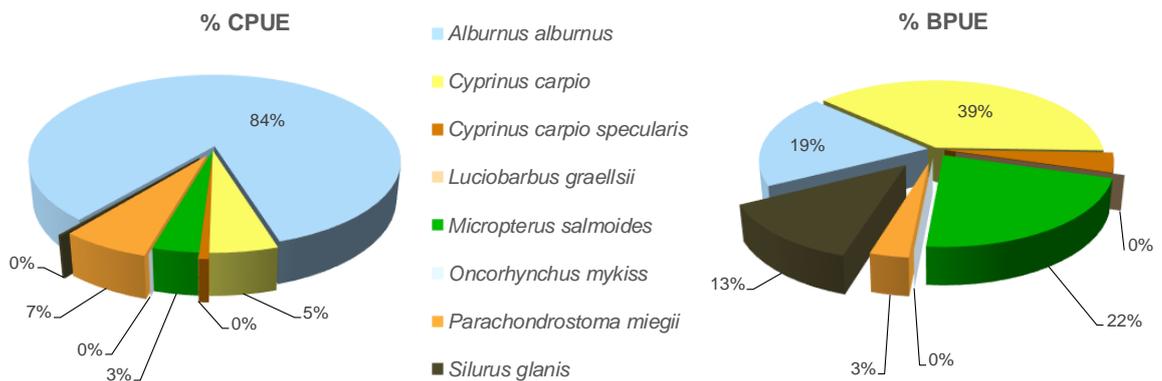
El total de capturas con pesca eléctrica fue de 361 peces con un peso total de casi 17 kg, lo que supone 93 CPUE (ejemplares capturados por unidad de esfuerzo) y más 100 kg de BPUE. Se realizaron un total de cinco transectos que cubrieron 825 m de orilla.

La ubicación de los transectos de muestreo de electropesca se puede observar en el mapa de la Figura 13, donde se presentó además la ubicación de las redes.

En la tabla siguiente se facilitan los resultados obtenidos, agregados por especies. Se capturaron ejemplares de las mismas especies detectadas en el embalse mediante redes agalleras, exceptuando la trucha arcoíris y el barbo de Graells.

**Tabla 8.** Resultados de la pesca eléctrica por especies

	Capturas	CPUE (ind/ud. esf.)	% CPUE	Biomasa (g)	BPUE (g/ud. esf.)	% BPUE	Longitud furcal media (mm)	Peso medio (g)
<i>Alburnus alburnus</i>	299	1,9	84,1	1 772	19,7	19,3	74	6
<i>Cyprinus carpio</i>	20	0,1	5,0	7 001	39,7	38,7	237	350
<i>Cyprinus carpio specularis</i>	3	0,0	0,74	762	4,1	4,0	213	254
<i>Micropterus salmoides</i>	14	0,1	3,4	4 135	22,5	21,9	228	295
<i>Parachondrostoma miegii</i>	24	0,1	6,5	503	3,3	3,2	121	21
<i>Silurus glanis</i>	1	0,0	0,2	2 500	13,1	12,8	800	2500
<b>Total</b>	<b>361</b>	<b>2,2</b>	<b>100</b>	<b>16.673</b>	<b>102,4</b>	<b>100</b>	<b>95</b>	<b>46</b>



**Figura 23.** Composición de la asociación obtenida mediante pesca eléctrica

La proporción de alburnos (84 %) es aún mayor que la que se obtuvo en las pescas con redes, y crece la de carpas en biomasa hasta el 39 %, debido a que en estas zonas no ha aparecido apenas el siluro. Tampoco se han capturado ejemplares de barbo ni de trucha arcoíris, pero ahora sí aparece el black-bass, que alcanza el 28 % de la biomasa y que encuentra mejores áreas de campeo en estas zonas más someras y tendidas en las que se aplica la electropesca.

### 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 9 se presentan los resultados del análisis de biomasa por celdas.

**Tabla 9.** Biomasa de peces por estratos ( $\text{g/m}^2$ ) estimada mediante acústica

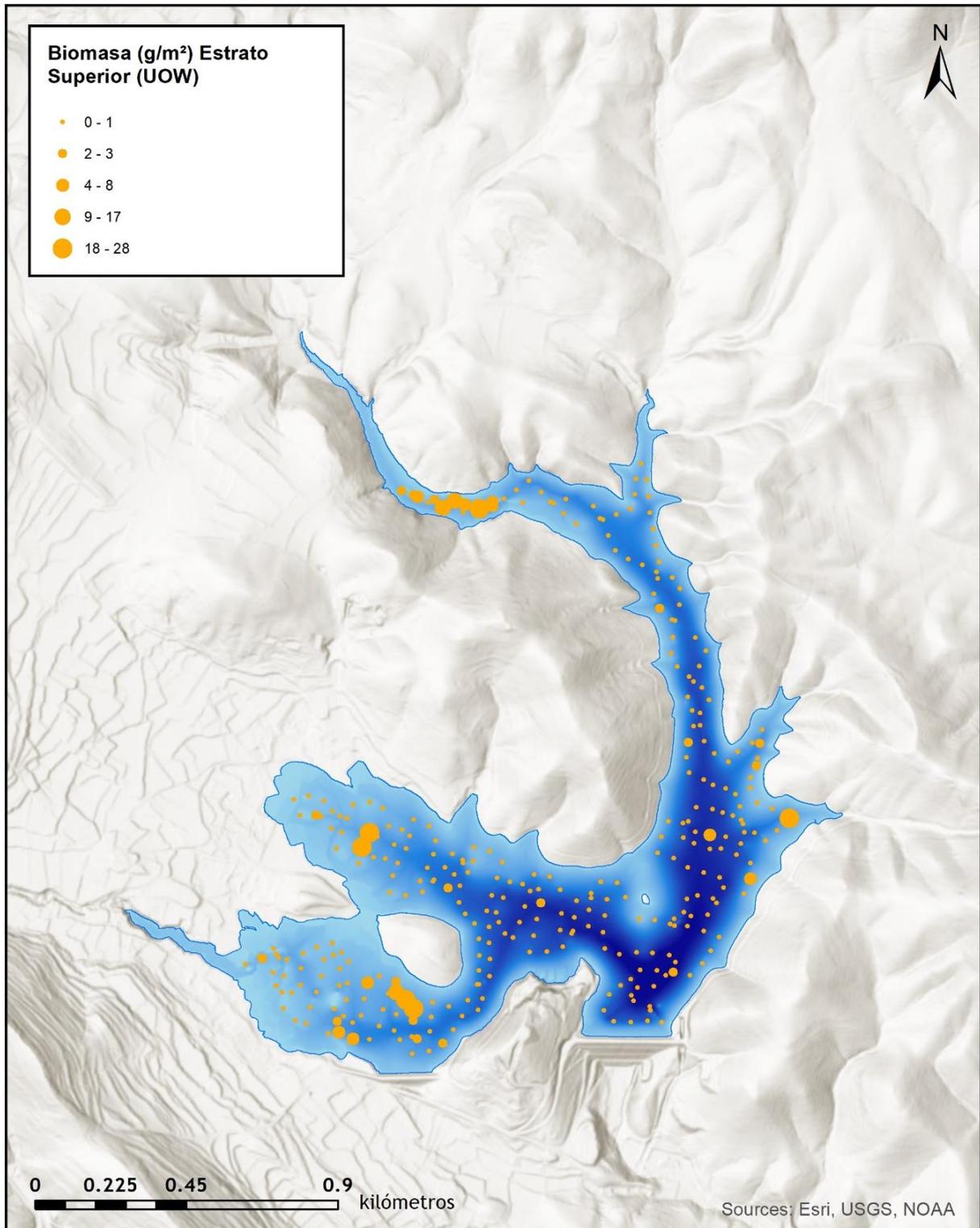
Embalse	Sector	Estrato	Biomasa media ( $\text{g/m}^2$ )	Biomasa máxima ( $\text{g/m}^2$ )	Número de casos	Número de casos con valor 0	Desviación típica
MAI20	1	1	0,81	27,84	334	105	3,18
MAI20		2	1,82	78,88	318	194	7,63
MAI20		3	4,01	60,08	173	47	8,38
MAI20		4	0,01	0,55	66	61	0,07

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  $3,52 \pm 1,09 \text{ g/m}^2$ , o lo que es lo mismo  $35,3 \text{ kg/ha}$ . Se trata de un valor bajo de biomasa, coherente con el carácter oligotrófico del embalse, que se explica por la dominancia de una especie de pequeña talla como el alburno.

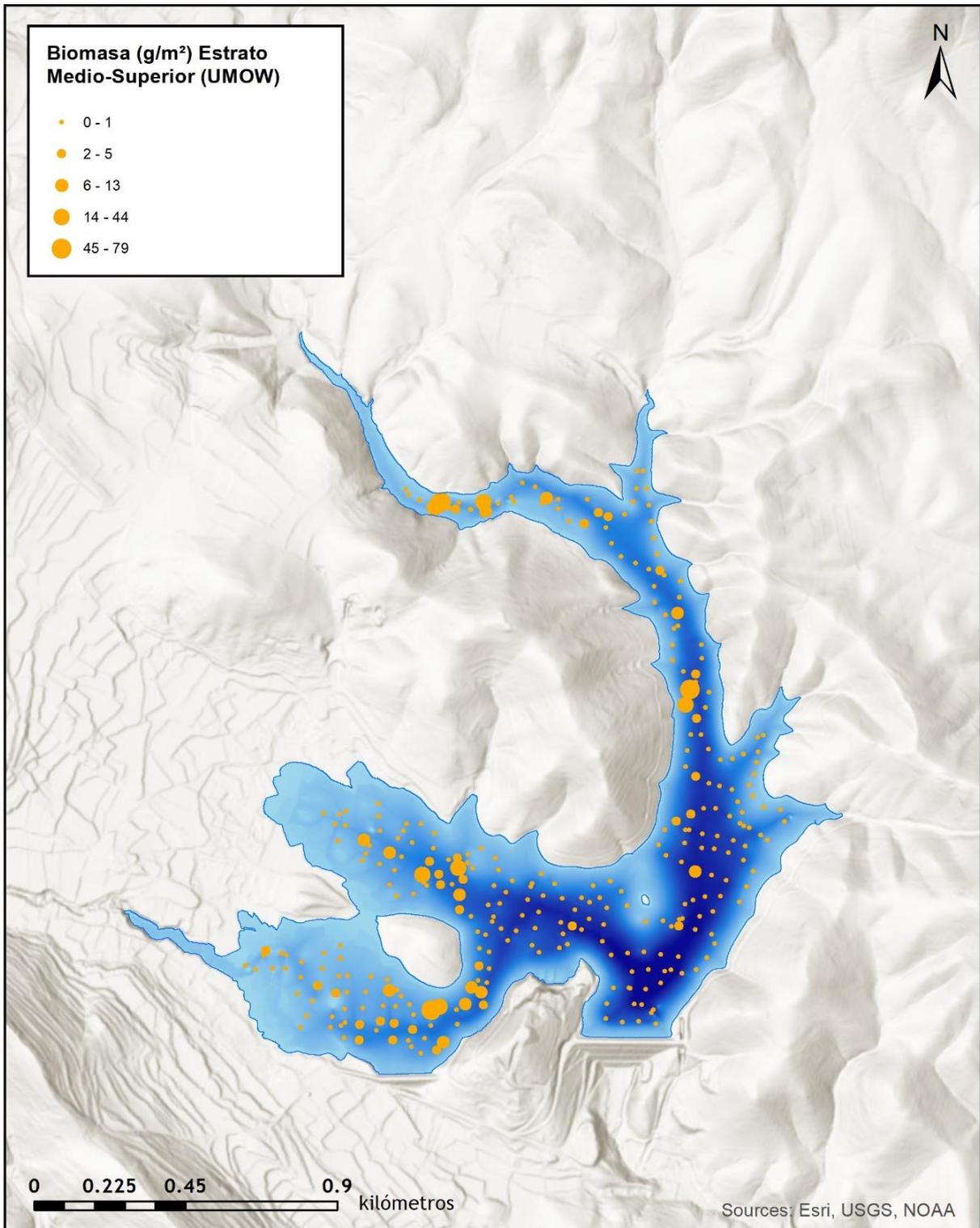
La distribución espacial de la biomasa de peces se presenta interpolada en las láminas 5 a 8 (ANEXO 4) para los cuatro estratos considerados.

En los mapas de las figuras que se muestran a continuación se sitúan geográficamente las celdas de análisis para cada uno de los estratos y se representa mediante símbolos graduados la biomasa de cada celda de análisis. Al igual que en el caso de la densidad, se ha empleado el método de Jenks “*Natural breaks optimization*” para establecer los valores de corte de los datos de biomasa.

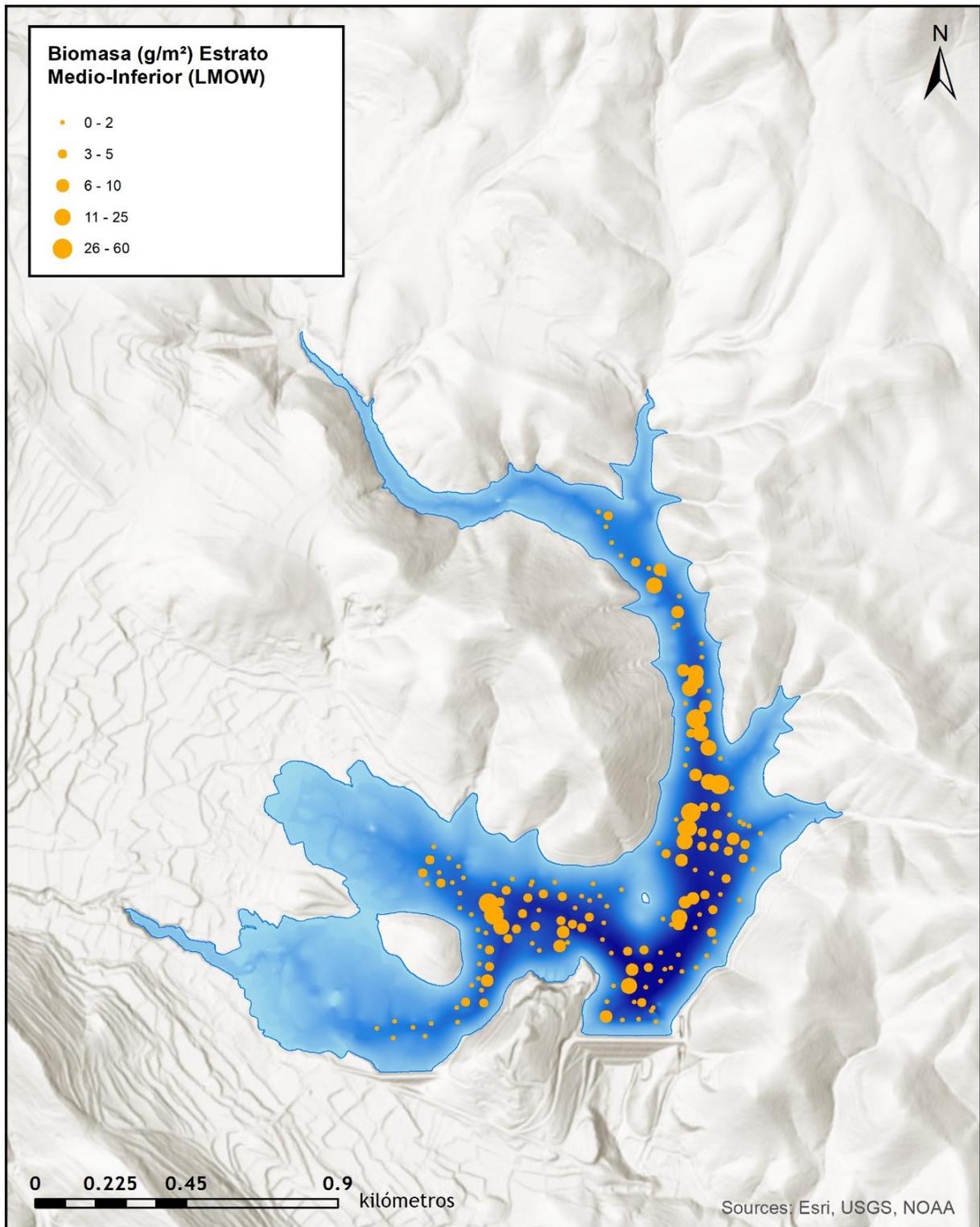
En general, los valores de biomasa de peces en los cuatro estratos del embalse de Maidevera son bajos. Es posible apreciar que la mayor biomasa se observa en el estrato intermedio-inferior (LMOW), con una distribución relativamente homogénea. En el estrato inferior la biomasa es prácticamente nula.



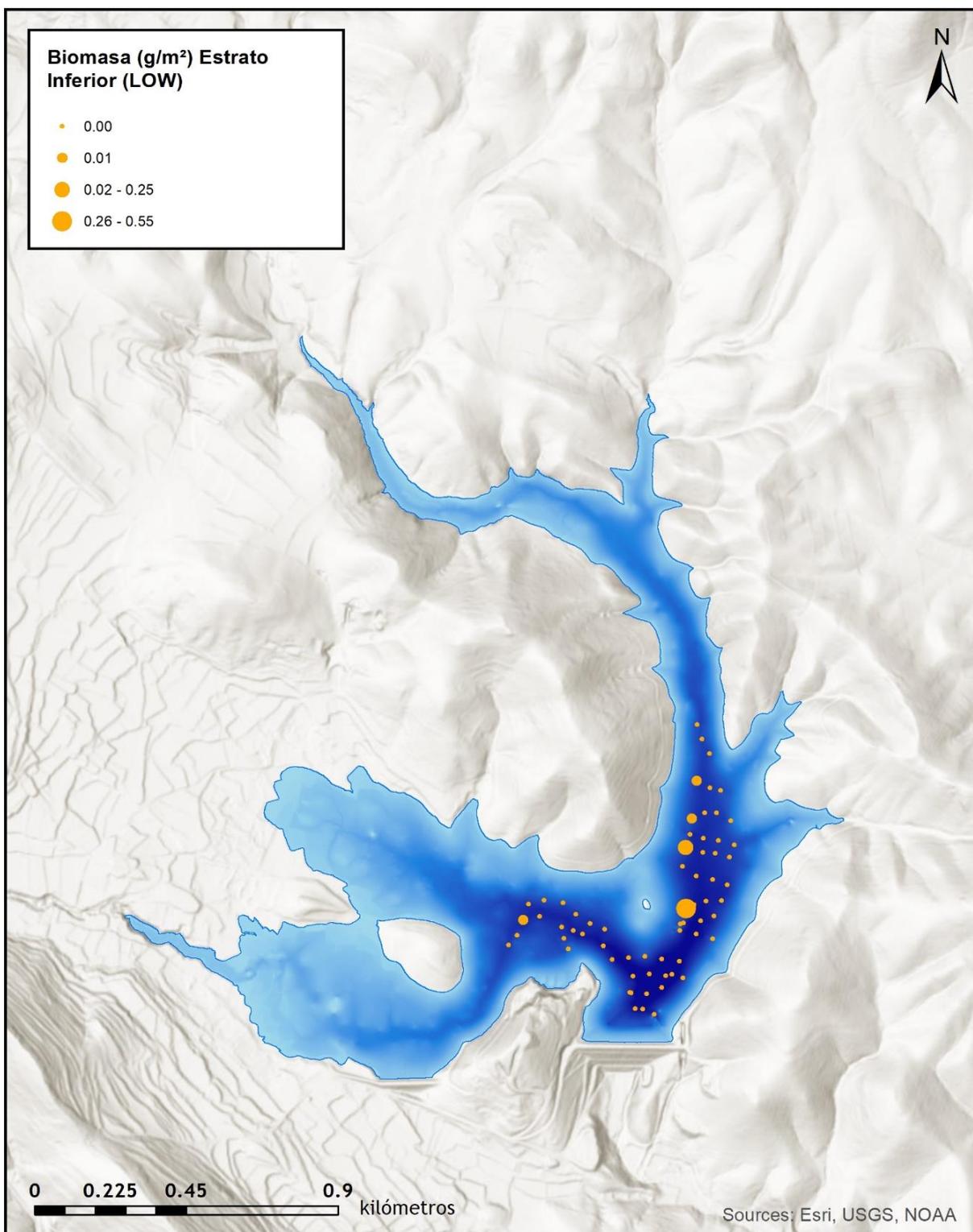
**Figura 24.** Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato superior (UOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud.



**Figura 25.** Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato Medio-superior (UMOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud.



**Figura 26.** Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato Medio-inferior (LMOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud.



**Figura 27.** Celdas de análisis de hidroacústica y representación de la biomasa de peces en el estrato inferior (LOW). Cada punto representa una celda de 50 m de longitud.

#### 4.3.1. Comparativa con otros embalses de la cuenca del Ebro

En el diagrama de barras siguiente se presentan los resultados de biomasa obtenidos en el embalse de Maidevera, 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 Maidevera es baja en el contexto de los embalses estudiados en la cuenca del Ebro.

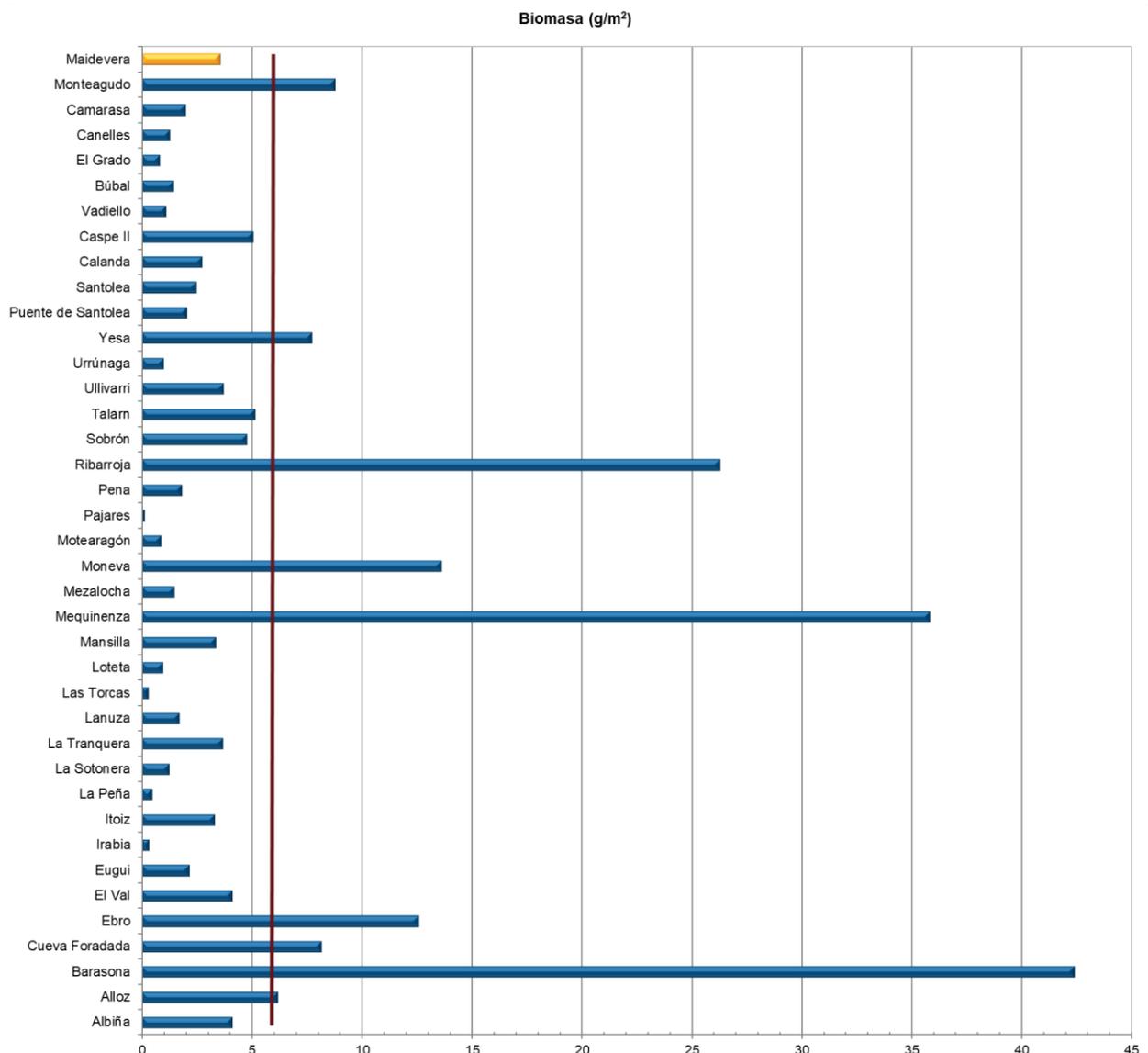


Figura 28. Comparación de la biomasa con otros embalses de la cuenca del Ebro

#### 4.4. DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIES

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

En la Tabla 10 se ha calculado la densidad y biomasa relativas por especie, referidas a volumen ( $\text{dam}^3$ ) y superficie ( $\text{m}^2$ ) respectivamente, para el conjunto del embalse.

**Tabla 10.** Densidades ( $\text{ind}/\text{dam}^3$ ) y biomásas ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) por especie

	Densidad media ( $\text{ind}/\text{dam}^3$ )	% Abundancia	Biomasa media ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	% Biomasa	Abundancia Total (ind)	Peso total (kg)
<i>Luciobarbus graellsii</i>	0,58	2 %	0,51	15 %	9 086	620
<i>Alburnus alburnus</i>	18,05	71 %	0,54	15 %	282.668	648
<i>Cyprinus carpio</i>	1,84	7 %	0,69	20 %	28.816	835
<i>Cyprinus carpio specularis</i>	0,09	0 %	0,01	0 %	1 336	11
<i>Micropterus salmoides</i>	0,01	0 %	0,01	0 %	153	12
<i>Parachondrostoma miegii</i>	4,45	18 %	0,48	14 %	69.664	576
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0,17	1 %	0,19	6 %	2 597	234
<i>Silurus glanis</i>	0,10	0 %	1,09	31 %	1 629	1 311
<b>Total</b>	<b>25,28</b>	<b>100 %</b>	<b>3,52</b>	<b>100 %</b>	<b>395.951</b>	<b>4 247</b>
<b>Intervalo de Confianza (I.C)</b>	<b>7,83</b>	<b>—</b>	<b>1,09</b>	<b>—</b>	<b>122.671</b>	<b>1 316</b>

En este cuadro se resumen las observaciones ya realizadas en cuanto a la densidad y biomasa de las especies, así como su importancia relativa en la asociación de peces del embalse. En el embalse de Maidevera se han obtenido una densidad de  $25,28 \pm 7,83$  ( $\text{ind}/\text{dam}^3$ ) y una biomasa de  $3,52 \pm 1,09$   $\text{g}/\text{m}^2$  lo que, en términos absolutos se estima una población de unos  $396.000 \pm 123.000$  peces con una biomasa de  $4,3 \pm 1,3$  toneladas. Estos valores absolutos deben usarse con cautela. Es más apropiado trabajar con los valores de densidad y biomasa por unidad de volumen y superficie (respectivamente), que permiten comparar diferentes sistemas, además de ser las unidades de las métricas



empleadas para la evaluación del potencial ecológico, que es una de las posibles aplicaciones de estos trabajos.

#### 4.5. MUESTREOS INDIRECTOS: ADN AMBIENTAL

##### 4.5.1. Muestras ambientales de agua

El proceso de filtración de las muestras de agua, así como el de la extracción del ADN ambiental se llevó a cabo sin incidencias.

Todas las muestras ambientales del agua del embalse de Maidevera pasaron los controles de calidad, amplificando con éxito el marcador universal. Es decir, confirmando la existencia de ADN ambiental en las muestras y la ausencia de inhibidores de la PCR.

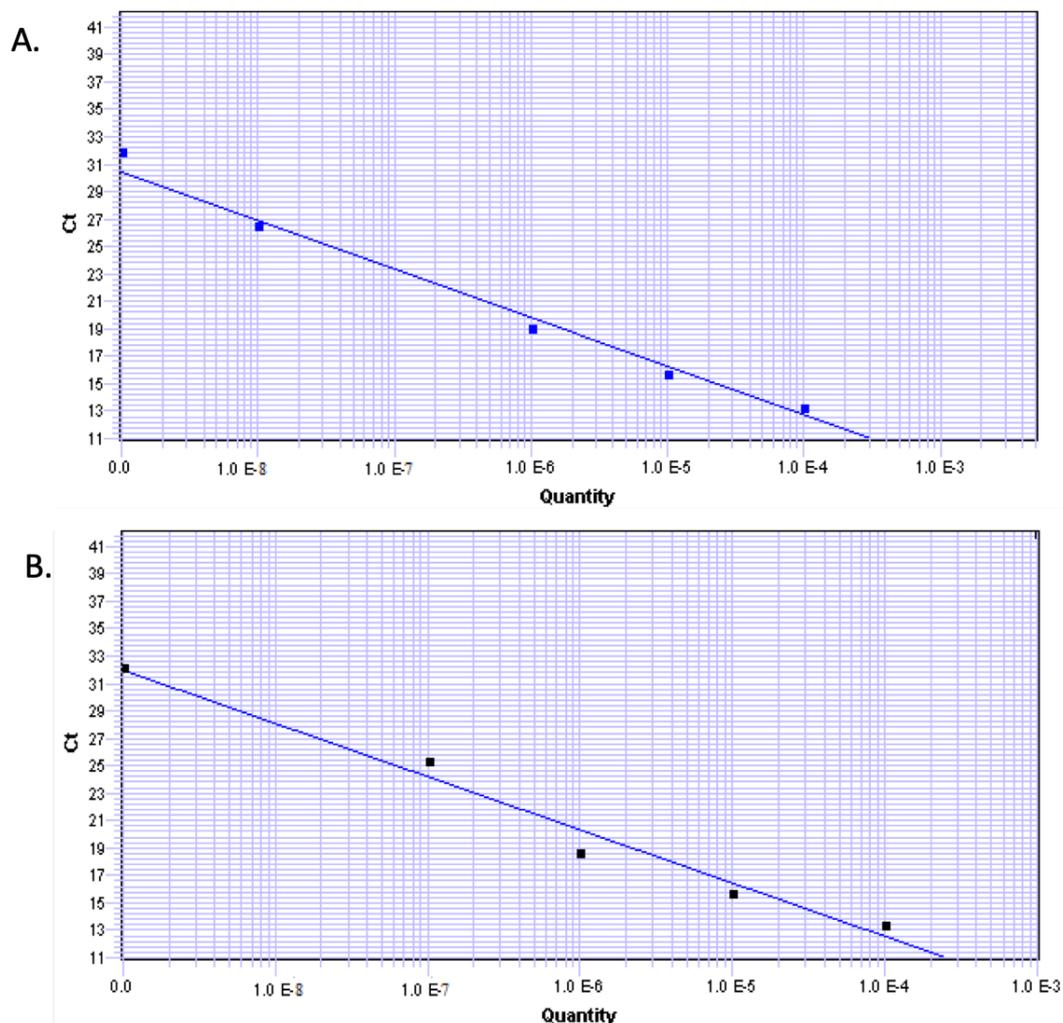
##### 4.5.2. Detección de trucha común mediante qPCR y estimaciones de biomasa

Tras los análisis, ninguna muestra de ADN ambiental del agua del embalse de Maidevera resultó positiva en ADN de trucha común.

Se obtuvieron dos rectas patrón con un alto grado de ajuste ( $R^2_A=0,991$  y  $R^2_B=0,990$ ). Ambas rectas patrón corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas independientemente para confirmar los resultados obtenidos en los análisis realizados.

**Tabla 11.** Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de trucha común

	Recta patrón A	Recta patrón B
<i>Pendiente</i>	-3,525	-3,867
<i>Intercepto</i>	-1,339	-2,889
$R^2$	0,991	0,990



**Figura 29.** Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Ct) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas

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

A pesar de haber utilizado un método específico de alta resolución basado en la detección genética mediante ADN ambiental, no se ha podido detectar la presencia de trucha común en el embalse de Maidevera, confirmando en este caso los resultados obtenidos en los muestreos directos. Esto implica que, con alta probabilidad, la trucha común no habita esta masa de agua.



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

Tras los análisis, ninguna muestra de ADN ambiental resultó positiva en ADN ambiental de anguila europea en el agua del embalse de Maidevera.

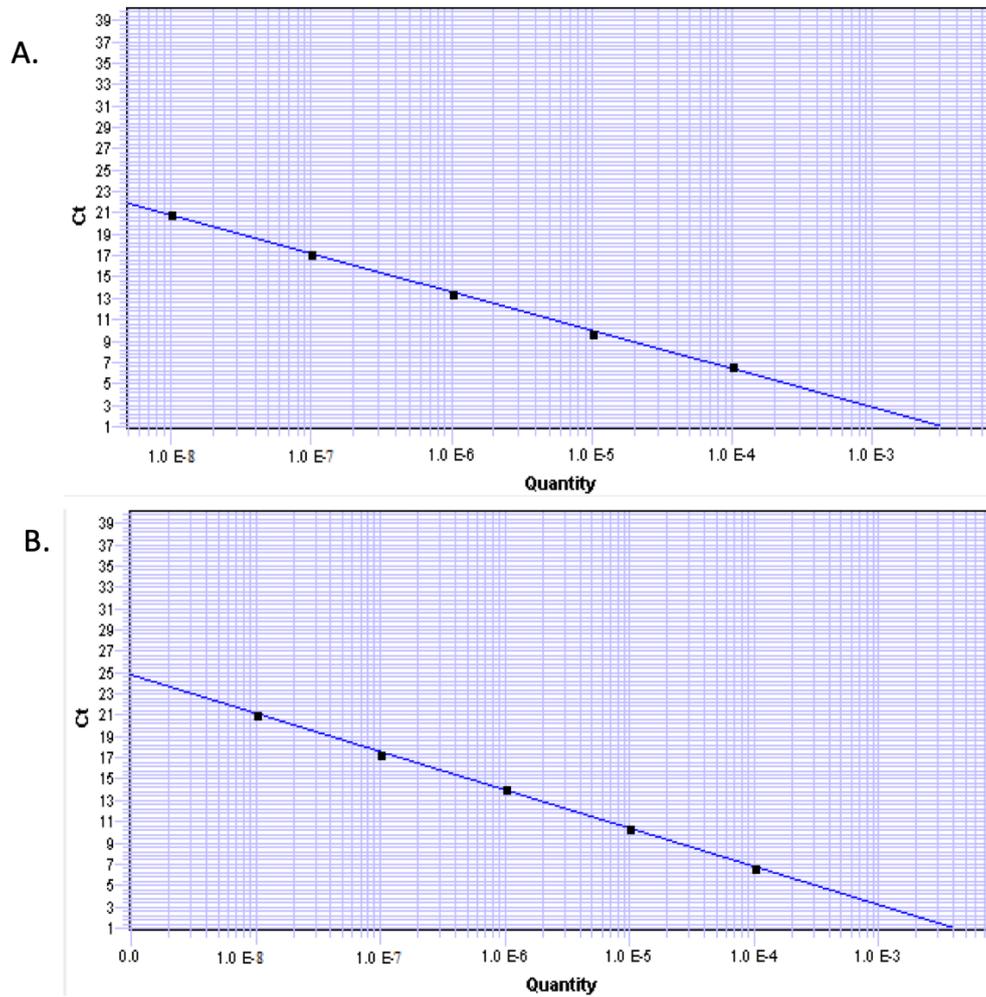
Se obtuvieron dos rectas patrón con un alto grado de ajuste ( $R^2=0,999$ , en ambos casos), correspondientes cada una de ellas a las réplicas de laboratorio independientes de los análisis realizados para confirmar los resultados obtenidos.

**Tabla 12.** Datos de las rectas patrón obtenidas para la cuantificación de muestras ambientales de anguila europea

	Recta patrón A	Recta patrón B
<i>Pendiente</i>	-3,600	-3,582
<i>Intercepto</i>	-7,999	-7,532
$R^2$	0,999	0,999

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

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



**Figura 30.** Rectas patrón para la cuantificación de las muestras ambientales, representadas por los ciclos de amplificación (Ct) frente a la cantidad de ADN detectada (Quantity). Cada una de las rectas (A y B) corresponden a las réplicas de laboratorio realizadas.



## 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 biocenosis de peces que se ofrece más adelante de forma tentativa, se destacan las siguientes características, que podrían contribuir a una evaluación definitiva del potencial ecológico en el embalse de Maidevera:

- Densidad alta debido al alburno y biomasa media-baja, propia de sistemas no muy productivos, pero dominada por otra especie exótica invasora, el siluro.
- Dominio en densidad y biomasa de las especies alóctonas. En términos de densidad, la asociación está claramente dominada por el alburno que representa el 71 %. En cambio, en términos de biomasa el siluro y la carpa cobran mayor importancia con un 31 % y 19 %, respectivamente, el alburno representa un 15 %.



- En cuanto a especies autóctonas se han detectado dos especies, barbo y madrilla. Estas corren el riesgo de ser completamente desplazadas por otras especies piscívoras como la trucha arcoíris, el siluro o el black bass.

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 Deficiente según esta metodología. En la Tabla 13 se presentan los resultados de las diferentes métricas, así como del QFBI, obtenidos para el embalse de Maidevera:

**Tabla 13.** Resultados del QFBI obtenidos para el embalse de Maidevera

Métrica	MAI20
LOG_BIO	4,55
LOG_BIO_native	4,00
LOG_%_BIO_PISC_Exotic	0,14
LOG_BIO_PISC_Exotic	4,11
LOG_BIO_ciprin_native	4,00
QFBI	1,17
Potencial	<b>Deficiente</b>

Se considera que existe una alteración profunda de la asociación de peces del embalse, debido a la dominancia de especies exóticas invasoras en todos los niveles tróficos y a la consecuente regresión o extinción local de las especies autóctonas (barbo, madrilla y trucha común).



## 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.

De las siete especies detectadas en los muestreos realizados en el embalse de Maidevera, solamente 2 son autóctonas: Barbo de Graells (*Luciobarbus graellsii*) y madrilla (*Parachondrostoma miegii*). Las otras 5 especies presentes en el embalse están incluidas en el catálogo nacional de especies exóticas invasoras: Alburno (*Alburnus alburnus*), black bass (*Micropterus salmoides*), carpa común (*Cyprinus carpio*), trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y siluro (*Silurus glanis*).

Las especies de ciprínidos autóctonos que, según los registros disponibles, habitaban el cauce del río Aranda a principios de siglo, no se han encontrado en el embalse, exceptuando la madrilla. Lo mismo aplica a la trucha común, que históricamente debía habitar estas aguas. En este último caso, la búsqueda de una población muy residual mediante la técnica de mayor sensibilidad conocida, eDNA, ha resultado infructuosa y se considera extinta en la masa de agua.

La asociación de peces está claramente dominada en densidad por el alburno, que representa el 71 % de la abundancia, y le siguen, pero con porcentajes en un orden de magnitud inferior, la madrilla (1 %), carpa común (7 %), barbo (2 %), trucha arcoíris (1 %) carpa de espejos (<1 %), black bass (<1 %) y siluro (<1 %). La proporción de alburno baja a un 15 % en términos de biomasa, no obstante, sigue presentando un porcentaje alto junto al barbo (15 %) y la madrilla (14 %), después del siluro (31 %) y de la carpa (20 %).

La asociación de las zonas litorales está totalmente dominada por el alburno, en términos de densidad, mientras que en términos de biomasa la no se aprecia una dominancia clara.



La densidad media de peces, obtenida a partir de la interpolación en celdas de 50 m, es de  $25,28 \pm 7,83$  ind/dam<sup>3</sup>. Es una densidad muy alta que responde principalmente a la contribución de los bancos de alburnos. La biomasa de peces estimada para este embalse es de  $3,52 \pm 1,09$  g/m<sup>2</sup>, o lo que es lo mismo 35,2 kg/ha. Se trata de un valor bajo de biomasa, coherente con el carácter oligotrófico del embalse, que se explica por la dominancia de una especie de pequeña talla como el alburno.

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, que tiene un carácter experimental, con el que se obtendría en el embalse de Maidevera un potencial ecológico “Deficiente” según el indicador peces.

Aunque en el aspecto de la calidad de las aguas el embalse mantiene buenas condiciones, la fauna de peces constituye una asociación completamente artificial, compuesta casi enteramente por especies exóticas invasoras, con la excepción de la madrilla, con el consiguiente déficit ambiental que esto implica en términos de biodiversidad. Más aún, la progresión de las poblaciones de depredadores exóticos (black-bass y siluro), supone una presión creciente sobre la madrilla, cuya supervivencia en el embalse podría verse comprometida a medio plazo.

Por otro lado, la reducción de las poblaciones de exóticas como la carpa y el siluro, favorecería la mejora de la transparencia del agua y del potencial ecológico de la masa de agua. Esta reducción se puede conseguir mediante campañas de despesque masivo con técnicas de electropesca y celebración de torneos de pesca deportiva. Este tipo de acciones deberían ser selectivas para los depredadores y la carpa, o menos selectivas para el resto de especies, si se consigue respetar a la madrilla, lo cual resulta viable porque su nicho ecológico está separado del resto de especies.

Desde el punto de vista funcional e interno del ecosistema del embalse, la actual asociación de peces presenta un mayor rango de niveles tróficos y estrategias desviadas hacia el hábitat pelágico. En esta asociación, los depredadores (black-bass y siluro) ejercen un control de las especies forrajeras (alburno), así como de la carpa en su fase de reclutamiento y desarrollo juvenil.



## 7. GLOSARIO

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

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

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

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

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

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

**Capturas:** Número de individuos pescados.

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

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

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

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

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

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

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



**MCPUE4:** Promedio de capturas por unidad de esfuerzo ( $\text{ind}/45\text{m}^2/12\text{h}$ ) en redes de 4 paños (luces de malla de 70 a 135 mm).

**Peso medio:** expresado en g.

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

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

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

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

**Transductor:** Elemento primordial del sistema acústico, que convierte el impulso eléctrico en mecánico (sonido) y viceversa. Son piezas que van sumergidas y de cuyo diseño depende la arquitectura del haz acústico. Mediante la actuación de numerosos elementos piezo-eléctricos se consigue generar un haz tipo pistón, con un lóbulo central prominente y lóbulos laterales pequeños, de lo que depende 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. 2016. *Control del Estado de las Masas de Agua CEMAS. Informe de situación año 2016.*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



SAIH Ebro. <http://www.saihebro.com/saihebro/index.php?url=/historicos/peticion>. marzo de 2021.

Datos superficiales Ebro. <http://www.datossuperficiales.chebro.es/>. marzo de 2021.



MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



## ANEXOS

---



MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



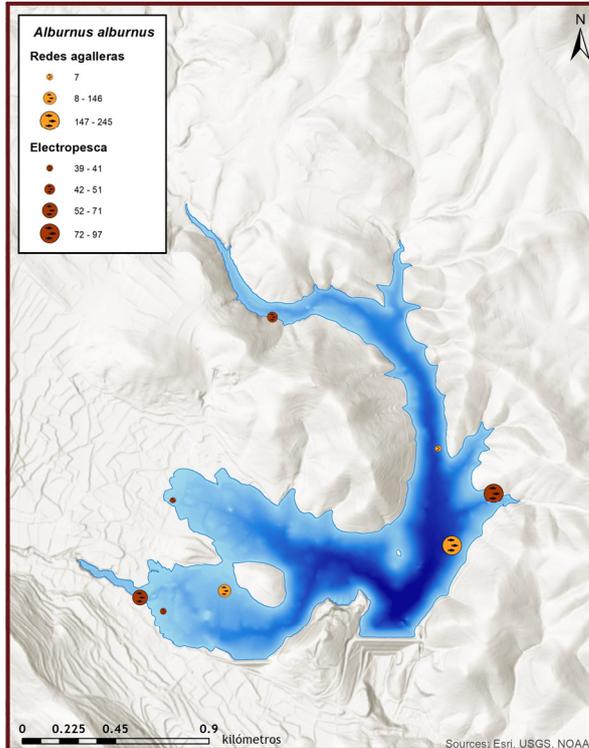
## ANEXO 1. ESPECIES PRESENTES

---

## Embalse de Maidevera

Alburno

*Alburnus alburnus*



Especie de pequeño tamaño que suele alcanzar los 15 cm de longitud, con una talla máxima reportada de 25 cm. Sus poblaciones están en aumento, especialmente en las cuencas del Ebro y Júcar. Vive en ríos y lagos cerca de la superficie alimentándose de zooplancton, crustáceos e insectos. La mayor parte de los individuos alcanzan la madurez sexual a los dos años de edad aunque algunos pueden ser ya maduros con un año.

La freza suele ocurrir en invierno entre los meses de noviembre y enero. Vive en Europa desde la vertiente norte de los Pirineos hasta los Urales.

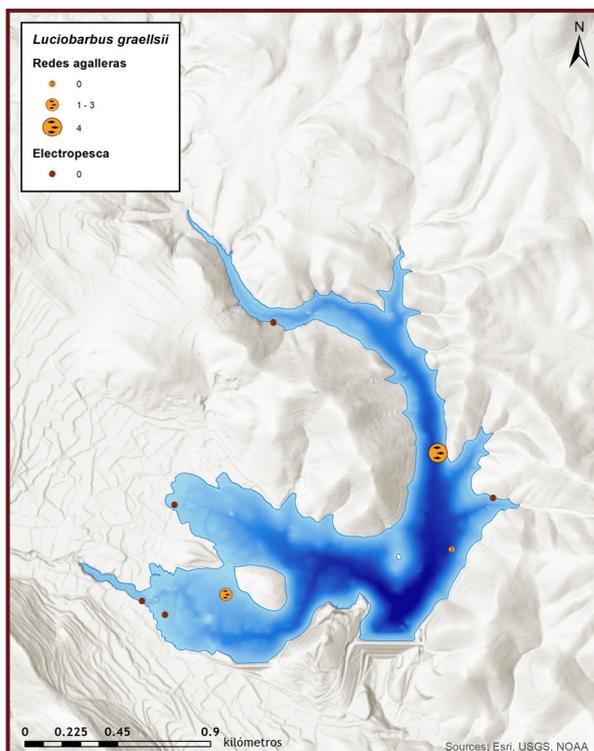
En España es una especie exótica que fue introducida con fines aparentemente deportivos, al ser un cebo vivo habitualmente empleado para la pesca de grandes predadores, en la década de los noventa. Se distribuye por la cuenca del Ebro y otros ríos Mediterráneos.



## Embalse de Maidevera

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*.

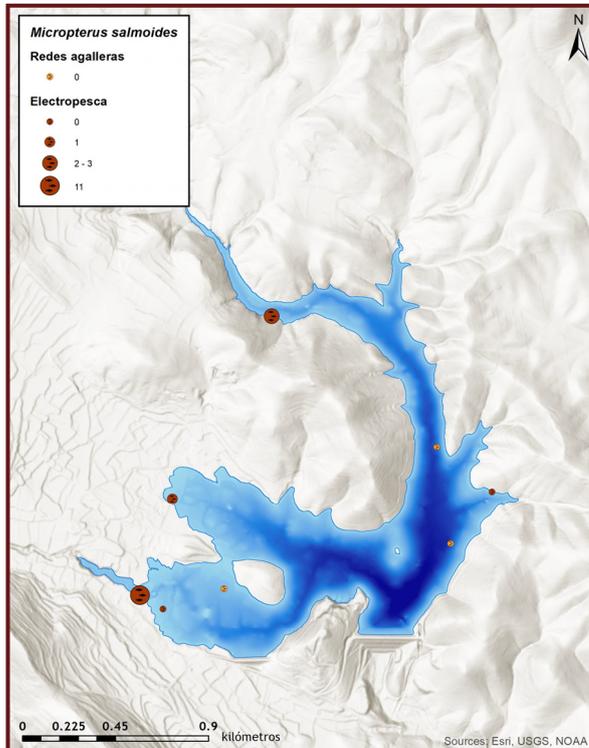
Presentan una alimentación variada, según la disponibilidad de recursos del medio. La época de reproducción dura desde mayo hasta agosto. La introducción de especies exóticas, la mayoría de ellas piscívoras, es la mayor de sus amenazas aunque también la construcción de infraestructuras hidráulicas se 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 Maidevera

Black bass

*Micropterus salmoides*



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

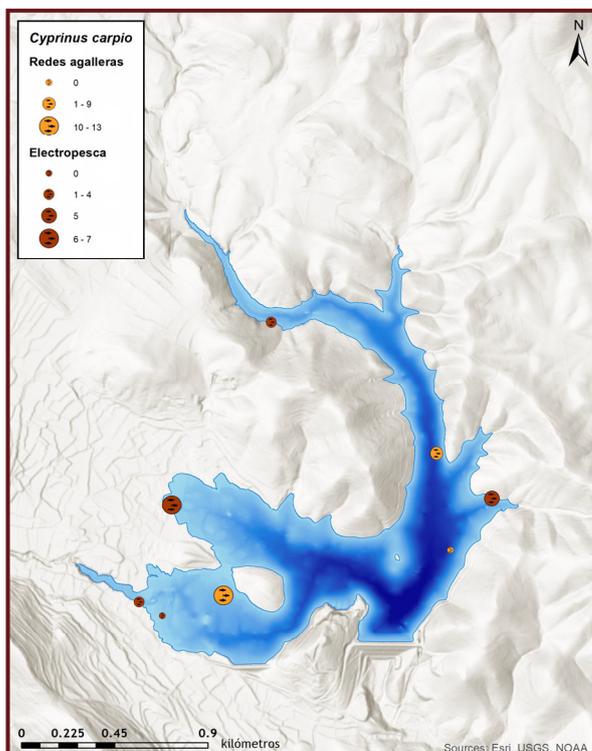
Su dieta es más ictiófaga a medida que alcanza tamaños mayores. Se le asigna un papel de presión sobre las poblaciones de ciprinidos autóctonos. Se ha observado que en algunos embalses, como en el de Orellana (Badajoz) (Ecohydros, 2003), tiene en el cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) un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



## Embalse de Maidevera

Carpa común

*Cyprinus carpio*



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

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

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

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

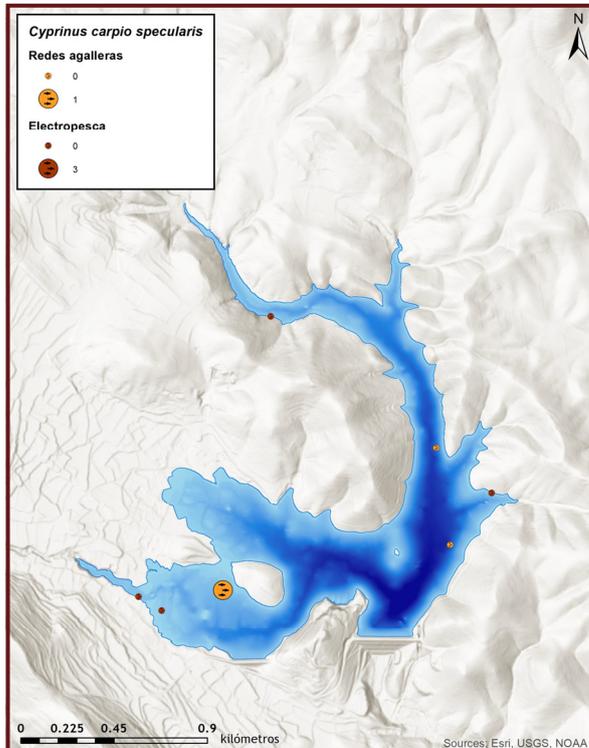
Se considera que tiene efectos negativos sobre la vegetación acuática sumergida, porque levantan sus raíces, y también contribuyen al enturbiamiento de las aguas por su costumbre de remover el sedimento.



## Embalse de Maidevera

Carpa de espejos

*Cyprinus carpio specularis*



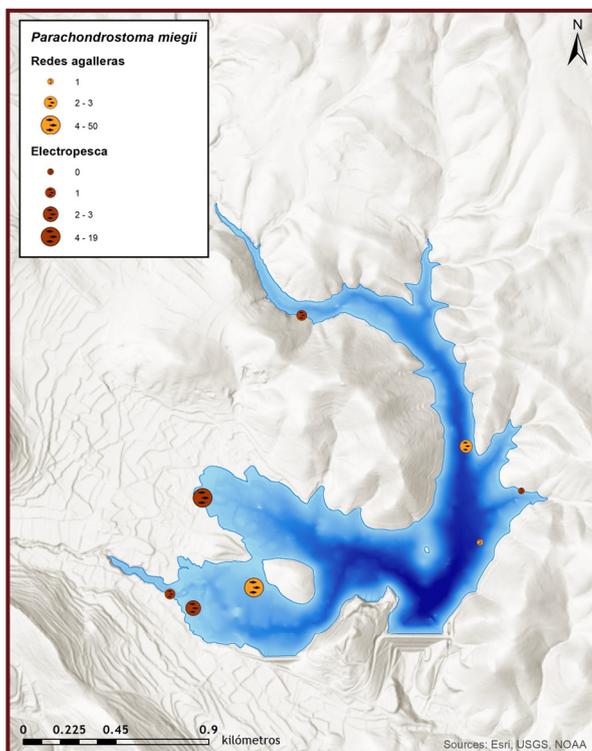
Especie muy variable en forma, proporciones, escamas, color y desarrollo de las aletas. Son omnívoros, se alimentan básicamente de insectos acuáticos, crustáceos, anélidos, moluscos, arroz salvaje, algas y otros vegetales. Es una especie generalista que prefiere los cursos lentos de agua y los tramos 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 Maidevera

Madrilla

*Parachondrostoma miegii*

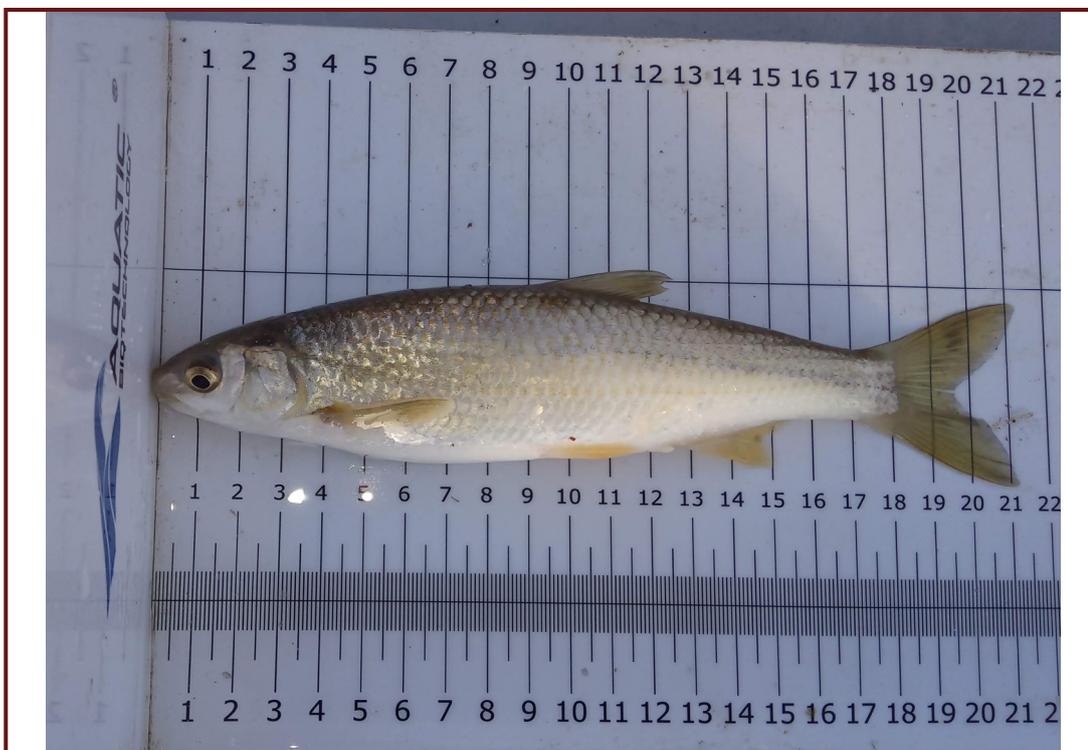


La Loina o Madrilla es un ciprínido de tamaño medio que no suele sobrepasar los 300 mm de longitud total. Cuerpo alargado con la cabeza relativamente pequeña y boca situada en su parte inferior. El labio inferior es grueso y presenta una lámina córnea de forma arqueada, a diferencia de la boga del Duero,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

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

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

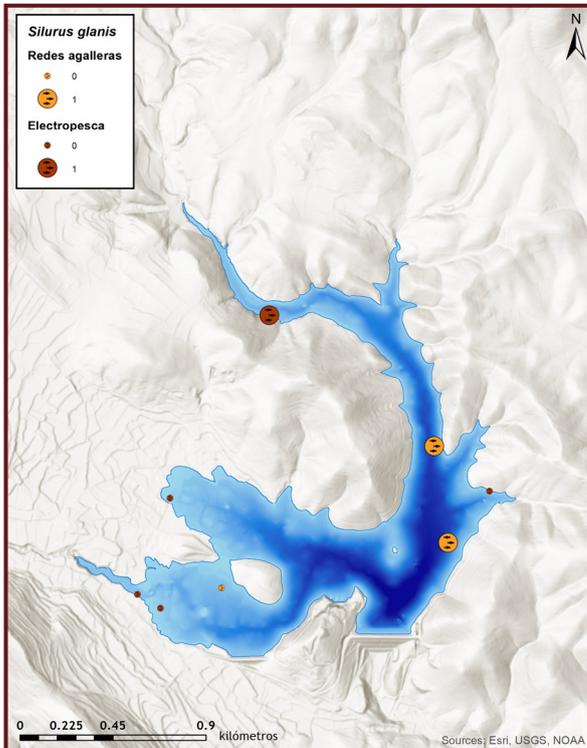
Especie endémica de España, que se distribuye por los ríos de la vertiente cantábrica oriental: Urumea, Oria, Urola, Deba, Artibay, Oca, Butrón, Nervión, Agüera, Asón y Pas, y de la vertiente mediterránea: Llobregat, Ebro (incluido el Esera) y Cenia.



## Embalse de Maidevera

Siluro

*Silurus glanis*



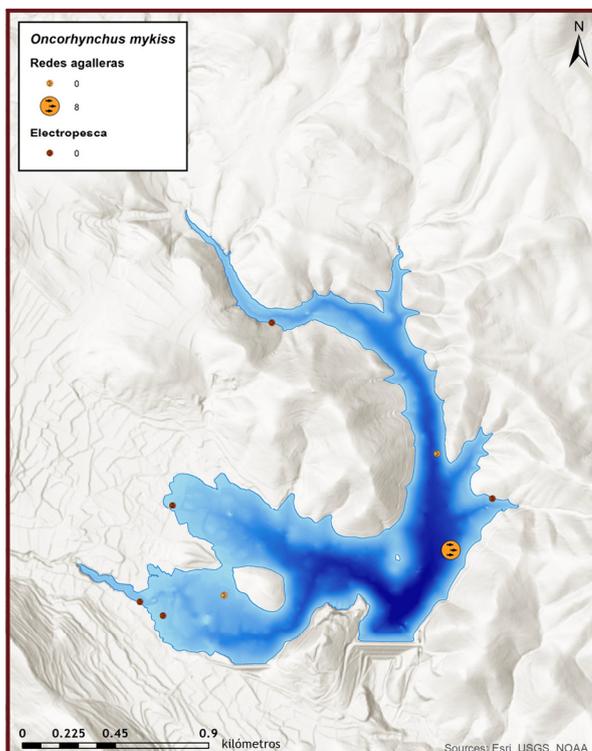
Pez de gran talla que suele alcanzar los 2,5 m de longitud total y más de 100 kg de peso. Las tallas máximas conocidas superan los 5 m de longitud y 300 kg de peso. Poblaciones en incremento debido a su interés deportivo y porque los ejemplares capturados se suelen retornar al agua. Vive en aguas tranquilas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



## Embalse de Maidevera

Trucha arcoiris

*Oncorhynchus mykiss*



La trucha arco iris es originaria de la costa oeste de América del Norte. Tiene de 3 a 4 espinas en la aleta dorsal, al igual que en la anal, con el cuerpo alargado, cilíndrico en los individuos jóvenes y comprimido lateralmente en los de mucha edad. Los machos reproductores no presentan cambios en la morfología de la cabeza ni resto del cuerpo tan llamativos como los de otras especies del mismo género; variando mucho la coloración de la piel con el hábitat y el tamaño; los que residen en ríos de forma permanente son más oscuros, similares a los anádmomos en edad reproductiva, mientras que los que residen en lagos son de coloración más clara. En cuanto a la dieta, los adultos son generalistas, alimentándose de invertebrados y peces de escaso tamaño, mientras que los alevines se alimentan de zooplancton. Es una especie muy pescada y criada en acuicultura con una importancia comercial grande.





MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



## ANEXO 2. RESULTADOS DE LAS PESCAS

---



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Maidevera		CÓDIGO	MAI20PE01		
UMT-X	602,239		UTM-Y	4,603,445		
RIQUEZA ESPECIES	2		Distancia (m)	102.0		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Alburno	41	0.40	93%	496	4.87	86%
Carpa común		0.00	0%		0.00	0%
Carpa de espejos		0.00	0%		0.00	0%
Black bass		0.00	0%		0.00	0%
Siluro		0.00	0%		0.00	0%
Barbo de Graells		0.00	0%		0.00	0%
Madrilla	3	0.03	7%	82	0.81	14%
Trucha arcoiris		0.00	0%		0.00	0%
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>0.43</b>	<b>100%</b>	<b>579</b>	<b>5.67</b>	<b>100%</b>

**CPUE**

**BPUE**

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	146	36.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	122	22.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	122	24.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	122	14.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	118	13.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	112	13.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	106	11.5	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	114	14.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	105	14.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	112	14.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	123	15.5	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	108	13.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	93	9.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	103	11.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	108	13.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	112	13.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	114	18.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	12.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	110	14.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	105	13.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104	12.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	88	8.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	67	6.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	14.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	90	5.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	111	11.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	88	4.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	106	11.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104	13.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	94	12.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	12.5	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	18.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	102	14.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	95	13.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	98	14.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	12.5	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	101	10.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	101	8.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	108	13.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	12.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	108	12.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	102	10.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	112	13.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	73	3.0	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Maidevera		CÓDIGO	MAI20PE02		
UMT-X	602,127		UTM-Y	4,603,513		
RIQUEZA ESPECIES	4		Distancia (m)	184.0		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Alburno	71	0.39	82%	643	3.49	14%
Carpa común	4	0.02	5%	548	2.98	12%
Carpa de espejos		0.00	0%		0.00	0%
Black bass	11	0.06	13%	3461	18.81	74%
Siluro		0.00	0%		0.00	0%
Barbo de Graells		0.00	0%		0.00	0%
Madrilla	1	0.01	1%	36	0.20	1%
Trucha arcoiris		0.00	0%		0.00	0%
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>0.47</b>	<b>100%</b>	<b>4688</b>	<b>25.48</b>	<b>100%</b>

**CPUE**

**BPUE**

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	257	281.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	310	537.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	305	488.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	333	681.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	298	428.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	303	486.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	240	234.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	260	290.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	108	16.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	98	11.4	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	85	8.8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	200	152.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	235	248.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	178	115.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	115	33.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	145	36.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	117	15.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	10.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	87		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	110		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	105		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	96		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	97		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	98		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	108		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	108		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	110	10.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	116	14.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	113	14.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	114	12.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	11.9	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	103	11.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	102	11.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	11.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	87	5.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	103	10.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	112	11.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	103	10.8	1



RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	108	13.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	111	13.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	113	12.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	105	9.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	109	12.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	111	15.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	96	10.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	90	5.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	100	10.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	93	6.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	97	9.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	100	9.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	102	11.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	12.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104	9.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	96	6.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	117	16.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	101	9.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	95	8.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	10.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104	9.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	102	10.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	102	10.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	93	8.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	80	6.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	91	7.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	100	11.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	102	9.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	116	16.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	105	11.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	106	12.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	114	14.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	103	10.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	114	13.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	92	9.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	112	11.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	13.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	109	13.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	112	14.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	102	10.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	94	9.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	101	12.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	106	12.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	95	6.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	95	8.4	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Maidevera	CÓDIGO	MAI20PE03			
UMT-X	602,285	UMT-Y	4,603,984			
RIQUEZA ESPECIES	5	Distancia (m)	184.0			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Alburno	39	0.21	57%	95	0.52	2%
Carpa común	7	0.04	10%	2819	15.32	61%
Carpa de espejos	3	0.02	4%	762	4.14	17%
Black bass	1	0.01	1%	570	3.10	12%
Siluro		0.00	0%		0.00	0%
Barbo de Graells		0.00	0%		0.00	0%
Madrilla	19	0.10	28%	364	1.98	8%
Trucha arcoiris		0.00	0%		0.00	0%
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>0.38</b>	<b>100%</b>	<b>4610</b>	<b>25.05</b>	<b>100%</b>

**CPUE**

**BPUE**

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	247	297.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	301	508.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	174	113.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	179	112.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	250	322.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	110	31.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	430	1436.0	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	271	377.0	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	267	356.0	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	100	28.8	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	315	570.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	131	24.4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	134	28.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	111	14.8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	120	19.9	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	131	27.2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	131	28.6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	138	37.4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	137	34.6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	126	26.8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	110	18.2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	134	29.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	102	15.4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	119	24.6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	112	20.8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	107	14.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	116	12.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	96	9.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	74	4.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	94	8.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	106	10.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	102	9.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	97	9.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104	8.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	98	9.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	13.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	97		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	110		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	110		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	93		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	108		1



RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	87		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	90		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	92		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	105		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	78		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	91		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	103		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	113		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	111		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	113		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	96		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	105		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	101		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	75		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	99		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	113		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	95		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	88		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	72		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	95		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	91		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	87		1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	104		1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	107		1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	97		1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	90		1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Maidevera		CÓDIGO	MAI20PE04		
UMT-X	602,765		UTM-Y	4,604,876		
RIQUEZA ESPECIES	5		Distancia (m)	191.0		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Alburno	51	0.27	86%	517	2.70	12%
Carpa común	4	0.02	7%	1015	5.31	24%
Carpa de espejos		0.00	0%		0.00	0%
Black bass	2	0.01	3%	104	0.54	3%
Siluro	1	0.01	2%	2500	13.09	60%
Barbo de Graells		0.00	0%		0.00	0%
Madrilla	1	0.01	2%	20	0.11	0%
Trucha arcoiris		0.00	0%		0.00	0%
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>0.31</b>	<b>100%</b>	<b>4156</b>	<b>21.76</b>	<b>100%</b>

**CPUE**

**BPUE**

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	203	161.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	272	380.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	194	143.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	257	331.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	177	83.0	1
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	107	21.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	119	20.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	101	9.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	89	7.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	9.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	103	9.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	92	6.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	100	9.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	87	8.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	96	7.7	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	100	9.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	103	7.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	103	8.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	14.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	12.1	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	100	11.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	108	12.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	102	9.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	114	14.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	144	14.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	108	13.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	91	8.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	106	13.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	97	8.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	96	10.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	115	14.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	93	9.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	96	9.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	98	7.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104	11.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	108	12.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104	10.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	90	6.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	105	9.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	87	5.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104	12.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	92	8.0	1



RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	101	8.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	92	6.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	89	6.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	97	9.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	12.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	111	13.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	104	13.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	98	9.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	105	10.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	105	12.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	91	7.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	120	20.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	103	11.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107	10.6	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	88	8.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	90	7.8	1
siluro	<i>Silurus glanis</i>	800	2500.0	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Maidevera	CÓDIGO	MAI20PE05			
UMT-X	603,831	UMT-Y	4,604,018			
RIQUEZA ESPECIES	2	Distancia (m)	163.0			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Alburno	97	0.60	95%	36330	222.88	93%
Carpa común	5	0.03	5%	2619	16.07	7%
Carpa de espejos		0.00	0%		0.00	0%
Black bass		0.00	0%		0.00	0%
Siluro		0.00	0%		0.00	0%
Barbo de Graells		0.00	0%		0.00	0%
Madrilla		0.00	0%		0.00	0%
Trucha arcoiris		0.00	0%		0.00	0%
<b>Total</b>	<b>102</b>	<b>0.63</b>	<b>100%</b>	<b>38949</b>	<b>238.95</b>	<b>100%</b>

	CPUE	BPUE
Alburno	95%	93%
Carpa común	5%	7%
Carpa de espejos	0%	0%
Black bass	0%	0%
Siluro	0%	0%
Barbo de Graells	0%	0%
Madrilla	0%	0%
Trucha arcoiris	0%	0%

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	205	180.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	405	1222.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	317	668.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	202	170.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	270	379.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	105		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	113		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	105		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	106		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	107		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	113		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	86		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	109		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	97		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	111		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	97		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	95		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	95		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	113		1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>		403.0	40
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>		470.0	43



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Maidevera	CÓDIGO DE RED	MAI20RA01			
UTM-X	603631	UTM-Y	4603763			
TIPO DE RED	Pelágica (16x6) 40m	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30			
INICIO	21-10-20 19:12	FIN	22-10-20 9:15			
PROFUNDIDAD	30	PROFUNDIDAD DE LA RED	24			
RIQUEZA ESPECIES	4	ESFUERZO APLICADO	6.2			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Alburno	245	39.23	96%	527485	84,472.69	98%
Carpa común		0.00	0%		0.00	0%
Carpa de espejos		0.00	0%		0.00	0%
Black bass		0.00	0%		0.00	0%
Siluro	1	0.16	0%	7400	1,185.05	1%
Barbo de Graells		0.00	0%		0.00	0%
Madrilla	1	0.16	0%	38	6.09	0%
Trucha arcoiris	8	1.28	3%	2771	443.75	1%
<b>Total</b>	<b>255</b>	<b>40.84</b>	<b>100%</b>	<b>537694</b>	<b>86,107.58</b>	<b>100%</b>

CPUE		BPUE	

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>		2153.0	245
Trucha arcoiris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	320	311.0	1
Trucha arcoiris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	345	363.0	1
Trucha arcoiris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	340	390.0	1
Trucha arcoiris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	330	394.0	1
Trucha arcoiris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	320	311.0	1
Trucha arcoiris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	340	410.0	1
Trucha arcoiris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	305	262.0	1
Trucha arcoiris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	315	330.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	145	38.0	1
Siluro	<i>Silurus glanis</i>	1000	7400.0	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Maidevera	CÓDIGO DE RED	MAI20RA02			
UTM-X	603563	UTM-Y	4604235			
TIPO DE RED	Bentónica (16x1.5) 40m	SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30			
INICIO	21-10-20 19:35	FIN	22-10-20 9:41			
PROFUNDIDAD	22	PROFUNDIDAD DE LA RED	21			
RIQUEZA ESPECIES	5	ESFUERZO APLICADO	1.6			
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Alburno	7	4.47	29%	54	34.47	1%
Carpa común	9	5.74	38%	1266	807.96	30%
Carpa de espejos		0.00	0%		0.00	0%
Black bass		0.00	0%		0.00	0%
Siluro	1	0.64	4%	2024	1,291.91	47%
Barbo de Graells	4	2.55	17%	758	483.83	18%
Madrilla	3	1.91	13%	162	103.28	4%
Trucha arcoiris		0.00	0%		0.00	0%
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>15.32</b>	<b>100%</b>	<b>4264</b>	<b>2,721.45</b>	<b>100%</b>

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>	240	182.0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	260	226.0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	185	79.0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	269	271.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	140	32.4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	200	97.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	140	32.4	1
Siluro	<i>Silurus glanis</i>	670	2024.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	213	172.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	240	143.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	225	199.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	194	128.8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	210	148.8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	180	111.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	183	106.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	190	122.2	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	196	135.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	103	9.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	112	9.8	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	95	8.4	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	75	4.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	100	8.0	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	102	9.2	1
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	84	5.2	1



FICHA DE PESCA						
DATOS DE LA RED						
SISTEMA	Maidevera		CÓDIGO DE RED	MAI20RA03		
UTM-X	602534		UTM-Y	4603544		
TIPO DE RED	Bentónica (16x1.5) 40m		SISTEMA DE REFERENCIA	UTM ETRS89 H30		
INICIO	21-10-20 20:05		FIN	22-10-20 10:05		
PROFUNDIDAD	5.7		PROFUNDIDAD DE LA RED	4		
RIQUEZA ESPECIES	5		ESFUERZO APLICADO	1.6		
RESUMEN DE LAS PESCAS						
ESPECIE	CAPTURAS	CPUE	% CPUE	BIOMASA (g)	BPUE	% BPUE
Alburno	146	93.86	69%	105622	67,900.11	97%
Carpa común	13	8.36	6%	1148	738.13	1%
Carpa de espejos	1	0.64	0%	25	16.07	0%
Black bass		0.00	0%		0.00	0%
Siluro		0.00	0%		0.00	0%
Barbo de Graells	3	1.93	1%	1080	694.29	1%
Madrilla	50	32.14	23%	1527	981.39	1%
Trucha arcoiris		0.00	0%		0.00	0%
<b>Total</b>	<b>213</b>	<b>136.93</b>	<b>100%</b>	<b>109402</b>	<b>70,329.99</b>	<b>100%</b>

CPUE		BPUE	
Alburno	93.86	67,900.11	97%
Carpa común	8.36	738.13	1%
Carpa de espejos	0.64	16.07	0%
Black bass	0.00	0.00	0%
Siluro	0.00	0.00	0%
Barbo de Graells	1.93	694.29	1%
Madrilla	32.14	981.39	1%
Trucha arcoiris	0.00	0.00	0%

RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA				
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	335	503.0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	270	255.0	1
Barbo de Graells	<i>Luciobarbus graellsii</i>	296	322.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	166	53.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	140	39.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	131	29.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	155	50.6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	142	40.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	123	22.8	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	134	30.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	135	33.2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	156	50.4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	143	40.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	121	22.2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	144	39.4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	121	20.2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	116	19.6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	139	34.2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	127	28.4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	129	28.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	126	25.6	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	125	27.0	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	133	30.2	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	140	36.4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	130	26.4	1
Madrilla	<i>Parachondrostoma miegii</i>	126	28.2	1
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	108	25.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	295	182.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	102	21.8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	115	29.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	107	25.8	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	185	114.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	175	111.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	190	122.0	1
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	192	134.0	1



RESULTADOS DETALLADOS DE LA PESCA					
NOMBRE COMÚN		NOMBRE CIENTÍFICO	L. furcal (mm)	Peso (g)	Numero Ind
Carpa común		<i>Cyprinus carpio</i>	189	128.0	1
Carpa común		<i>Cyprinus carpio</i>	195	130.0	1
Carpa común		<i>Cyprinus carpio</i>	115	28.2	1
Carpa común		<i>Cyprinus carpio</i>	190	110.0	1
Carpa común		<i>Cyprinus carpio</i>	95	12.4	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	135	29.2	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	165	57.4	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	110	15.8	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	132	27.2	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	150	40.0	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	132	28.6	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	130	24.8	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	115	16.8	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	135	24.6	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	142	33.0	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	135	28.8	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	135	28.6	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	135	30.4	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	145	36.0	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	125	21.2	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	150	40.2	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	125	21.6	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	132	25.2	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	141	31.2	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	142	32.4	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	146	29.2	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	124	16.4	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	145	35.8	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	136	26.0	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	150	39.4	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	117	13.0	1
Madrilla		<i>Parachondrostoma miegii</i>	130	20.0	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	105	11.2	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	120	13.6	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	95	6.8	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	99	7.6	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	94	6.8	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	100	8.4	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	119	14.4	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	132	18.2	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	80	3.8	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	94	6.6	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	97	7.4	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	95	6.0	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	93	3.2	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	111	13.8	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	93	4.4	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	96	7.0	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	100	7.0	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	120	12.2	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	86	5.6	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	110	11.0	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	110	11.0	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	111	11.0	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	100	6.0	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	101	7.2	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	99	8.0	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	125	14.0	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	102	9.2	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	115	16.8	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	109	13.6	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	105	11.0	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	110	10.2	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	94	6.0	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	110	11.2	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	85	4.6	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	103	10.0	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	60	1.8	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>	60	1.8	1
Alburno		<i>Alburnus alburnus</i>		966.0	109



## ANEXO 3. CELDAS DEL MUESTREO HIDROACÚSTICO

---



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
1	1	603388.04	4603394.79	0.00	0.00
1	2	603422.17	4603358.84	0.00	0.00
1	3	603379.03	4603362.47	0.00	0.00
1	4	603329.66	4603358.79	0.00	0.00
1	5	603279.05	4603361.88	0.03	0.05
1	6	603248.98	4603394.49	0.00	0.00
1	7	603265.19	4603441.32	0.02	0.03
1	8	603299.94	4603469.77	0.02	0.03
1	9	603349.38	4603462.86	0.05	0.07
1	10	603398.53	4603466.11	0.01	0.01
1	11	603432.86	4603498.80	0.00	0.00
1	12	603461.78	4603539.03	0.07	0.10
1	13	603443.84	4603559.95	0.02	0.03
1	14	603393.87	4603566.01	0.01	0.02
1	15	603346.19	4603567.02	0.01	0.01
1	16	603296.14	4603562.06	0.00	0.01
1	17	603251.93	4603578.79	0.19	0.27
1	18	603246.61	4603628.29	0.01	0.01
1	19	603252.47	4603677.93	0.01	0.01
1	20	603258.76	4603725.88	0.01	0.02
1	21	603211.64	4603730.72	0.02	0.03
1	22	603168.05	4603722.47	0.02	0.02
1	23	603162.27	4603672.83	0.00	0.00
1	24	603154.26	4603623.57	0.00	0.00
1	25	603127.86	4603585.07	0.00	0.00
1	26	603079.64	4603569.97	0.00	0.00
1	27	603029.49	4603568.41	0.00	0.00
1	28	603041.08	4603617.29	0.00	0.00
1	29	603049.44	4603666.97	0.89	0.07
1	30	603062.17	4603715.45	22.30	1.17
1	31	603054.67	4603756.43	0.01	0.01
1	32	603008.22	4603772.29	0.00	0.00
1	33	602970.14	4603778.52	0.02	0.02
1	34	602950.72	4603731.22	0.00	0.00
1	35	602929.76	4603687.29	0.00	0.00
1	36	602907.89	4603643.77	0.00	0.01
1	37	602908.34	4603596.33	0.04	0.06
1	38	602910.29	4603547.64	0.02	0.02
1	39	602910.09	4603496.81	0.02	0.03
1	40	602873.50	4603471.71	0.02	0.03
1	41	602845.21	4603423.87	0.49	0.70
1	42	602828.33	4603377.45	0.11	0.15
1	43	602802.03	4603335.98	0.00	0.00
1	44	602769.96	4603295.71	27.34	1.43
1	45	602729.94	4603272.69	0.00	0.00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
1	46	602679.77	4603264.76	0.02	0.03
1	47	602678.94	4603315.17	0.09	0.13
1	48	602682.33	4603364.77	14.66	1.05
1	49	602683.41	4603399.53	159.30	27.84
1	50	602660.02	4603426.30	195.91	19.88
1	51	602632.91	4603447.52	207.30	11.40
1	52	602608.48	4603443.79	0.02	0.03
1	53	602593.32	4603396.54	0.01	0.02
1	54	602581.68	4603347.67	0.08	0.11
1	55	602552.35	4603307.85	0.13	0.18
1	56	602503.47	4603309.28	94.23	4.95
1	57	602462.45	4603328.17	83.13	4.51
1	58	602474.44	4603376.64	0.00	0.00
1	59	602483.81	4603425.91	0.00	0.00
1	60	602486.41	4603475.08	0.03	0.01
1	61	602490.75	4603540.38	0.03	0.01
1	62	602445.59	4603559.23	0.41	0.57
1	63	602417.74	4603546.12	0.00	0.00
1	64	602409.85	4603497.29	0.03	0.01
1	65	602395.30	4603450.07	0.02	0.02
1	66	602376.27	4603403.20	0.02	0.02
1	67	602365.00	4603354.75	0.42	0.59
1	68	602331.63	4603364.02	0.61	0.86
1	69	602297.03	4603399.95	0.32	0.45
1	70	602292.28	4603448.60	0.43	0.61
1	71	602298.36	4603498.25	0.20	0.28
1	72	602306.75	4603547.08	0.44	0.62
1	73	602274.97	4603561.88	0.20	0.29
1	74	602234.70	4603549.02	0.67	0.95
1	75	602184.06	4603532.21	0.04	0.05
1	76	602225.64	4603555.25	0.18	0.23
1	77	602267.88	4603579.58	0.29	0.31
1	78	602283.38	4603551.41	0.04	0.00
1	79	602266.84	4603507.12	0.19	0.25
1	80	602276.09	4603467.86	0.06	0.04
1	81	602321.06	4603446.47	0.05	0.02
1	82	602347.31	4603470.99	0.06	0.03
1	83	602349.01	4603519.72	0.02	0.02
1	84	602355.95	4603564.73	0.01	0.01
1	85	602396.21	4603583.09	0.06	0.08
1	86	602442.81	4603595.19	0.15	0.22
1	87	602469.30	4603568.04	0.03	0.04
1	88	602464.43	4603519.68	0.08	0.11
1	89	602463.65	4603469.68	0.01	0.01
1	90	602447.06	4603398.70	0.42	0.59



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
1	91	602430.77	4603324.76	0.06	0.06
1	92	602456.96	4603361.14	24.38	1.52
1	93	602503.29	4603357.99	0.13	0.19
1	94	602528.08	4603378.68	0.01	0.01
1	95	602536.33	4603427.93	0.00	0.00
1	96	602546.90	4603476.80	37.51	7.80
1	97	602583.16	4603496.79	0.42	0.53
1	98	602630.92	4603480.96	1.70	2.40
1	99	602633.41	4603433.13	0.08	0.11
1	100	602632.84	4603382.70	0.10	0.14
1	101	602625.80	4603333.90	0.05	0.07
1	102	602643.52	4603305.77	0.01	0.02
1	103	602693.70	4603309.45	2.14	3.04
1	104	602731.73	4603330.74	0.00	0.00
1	105	602735.73	4603374.01	0.00	0.00
1	106	602740.70	4603418.13	0.31	0.43
1	107	602788.71	4603406.11	0.00	0.00
1	108	602874.96	4603395.91	0.12	0.17
1	109	602889.22	4603429.57	0.00	0.00
1	110	602877.74	4603471.77	0.52	0.74
1	111	602878.74	4603513.73	0.00	0.00
1	112	602879.17	4603557.79	0.00	0.00
1	113	602878.44	4603607.76	0.00	0.00
1	114	602865.40	4603654.60	0.01	0.01
1	115	602837.17	4603683.42	0.02	0.02
1	116	602818.60	4603717.05	0.02	0.03
1	117	602821.99	4603767.08	0.00	0.00
1	118	602845.77	4603807.24	0.00	0.00
1	119	602860.83	4603840.91	0.02	0.01
1	120	602830.47	4603834.97	0.02	0.03
1	121	602798.79	4603862.90	0.00	0.00
1	122	602777.09	4603822.77	0.00	0.00
1	123	602743.88	4603785.45	0.07	0.10
1	124	602709.89	4603748.53	0.00	0.00
1	125	602660.42	4603738.51	0.01	0.01
1	126	602613.02	4603748.00	0.01	0.01
1	127	602621.48	4603796.83	0.00	0.00
1	128	602636.42	4603836.02	3.83	0.20
1	129	602661.83	4603879.17	0.01	0.01
1	130	602672.15	4603916.16	0.01	0.01
1	131	602610.17	4603945.78	0.00	0.00
1	132	602575.55	4603914.36	0.00	0.00
1	133	602548.36	4603873.31	0.00	0.00
1	134	602520.98	4603833.95	0.09	0.13
1	135	602454.42	4603879.18	0.03	0.05



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
1	136	602469.52	4603926.83	0.09	0.12
1	137	602485.35	4603969.42	0.10	0.15
1	138	602441.90	4603990.40	0.14	0.20
1	139	602394.23	4603977.86	1.34	1.08
1	140	602346.35	4603978.46	0.00	0.00
1	141	602327.50	4604025.63	0.06	0.09
1	142	602370.77	4604036.84	0.10	0.14
1	143	602417.76	4604021.83	0.44	0.63
1	144	602410.10	4603974.70	0.01	0.01
1	145	602440.21	4603939.13	0.28	0.40
1	146	602466.42	4603975.93	0.44	0.63
1	147	602503.73	4604009.51	0.14	0.19
1	148	602553.51	4604017.41	0.02	0.02
1	149	602591.65	4603999.74	0.02	0.03
1	150	602552.72	4603925.48	354.24	18.57
1	151	602529.58	4603883.22	348.48	18.21
1	152	602564.56	4603852.79	0.00	0.01
1	153	602599.81	4603848.63	0.00	0.01
1	154	602625.67	4603890.94	0.01	0.00
1	155	602649.65	4603934.91	0.03	0.04
1	156	602684.01	4603965.47	0.00	0.00
1	157	602730.03	4603945.79	0.06	0.00
1	158	602749.12	4603902.86	0.01	0.01
1	159	602742.65	4603861.68	9.79	0.51
1	160	602724.35	4603821.18	0.64	0.13
1	161	602702.89	4603781.90	0.03	0.04
1	162	602741.09	4603779.90	0.00	0.00
1	163	602786.84	4603761.07	39.65	2.08
1	164	602805.10	4603800.73	0.02	0.03
1	165	602829.51	4603844.71	0.03	0.05
1	166	602863.23	4603882.47	0.00	0.00
1	167	602909.85	4603870.84	0.00	0.00
1	168	602948.21	4603837.51	0.01	0.01
1	169	602931.47	4603790.68	0.08	0.02
1	170	602916.37	4603737.92	0.03	0.04
1	171	602901.12	4603692.81	0.04	0.05
1	172	602936.61	4603658.16	0.04	0.06
1	173	602955.02	4603623.69	0.03	0.04
1	174	602979.19	4603611.74	0.00	0.00
1	175	602998.23	4603657.77	0.01	0.01
1	176	603014.40	4603705.01	0.02	0.03
1	177	603029.92	4603751.84	0.01	0.02
1	178	603041.86	4603801.15	0.01	0.02
1	179	603087.55	4603794.18	0.00	0.00
1	180	603119.91	4603755.66	0.00	0.00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
1	181	603123.03	4603684.55	0.01	0.02
1	182	603119.52	4603634.51	0.00	0.00
1	183	603157.31	4603632.52	0.00	0.01
1	184	603203.98	4603645.89	0.01	0.02
1	185	603205.45	4603695.05	0.00	0.00
1	186	603211.38	4603744.69	0.01	0.01
1	187	603239.96	4603779.42	0.38	0.54
1	188	603288.72	4603776.31	0.00	0.00
1	189	603313.82	4603733.46	0.04	0.05
1	190	603355.21	4603668.81	0.10	0.12
1	191	603401.12	4603664.82	0.00	0.00
1	192	603458.82	4603668.18	0.00	0.00
1	193	603508.13	4603676.52	0.00	0.00
1	194	603557.85	4603680.20	0.00	0.00
1	195	603584.19	4603716.59	0.02	0.02
1	196	603605.19	4603762.21	0.01	0.01
1	197	603593.87	4603792.13	0.00	0.00
1	198	603546.15	4603806.69	0.00	0.01
1	199	603499.14	4603822.54	0.00	0.00
1	200	603457.63	4603849.89	0.00	0.00
1	201	603409.99	4603865.31	0.00	0.00
1	202	603419.65	4603914.16	0.00	0.00
1	203	603441.84	4603959.81	0.00	0.00
1	204	603485.15	4603954.93	0.00	0.00
1	205	603520.70	4603928.75	0.04	0.06
1	206	603564.54	4603920.06	77.30	4.04
1	207	603611.32	4603914.80	0.00	0.00
1	208	603656.77	4603893.43	0.05	0.07
1	209	603666.83	4603927.04	0.00	0.00
1	210	603657.77	4603964.61	0.00	0.00
1	211	603654.56	4604004.38	0.00	0.00
1	212	603640.41	4604041.88	0.01	0.02
1	213	603611.69	4604058.83	0.02	0.02
1	214	603574.46	4604068.47	0.00	0.00
1	215	603546.33	4604085.43	0.18	0.25
1	216	603502.31	4604105.98	0.06	0.09
1	217	603494.69	4604151.20	0.02	0.03
1	218	603500.12	4604196.60	25.20	1.32
1	219	603515.60	4604244.69	0.00	0.00
1	220	603536.33	4604284.38	0.01	0.02
1	221	603561.82	4604324.15	0.03	0.04
1	222	603540.98	4604361.12	0.05	0.07
1	223	603502.73	4604393.62	0.01	0.01
1	224	603467.99	4604423.19	0.00	0.00
1	225	603449.53	4604462.32	0.01	0.01



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
1	226	603454.99	4604511.96	0.00	0.00
1	227	603461.04	4604561.61	0.00	0.00
1	228	603473.85	4604609.24	0.00	0.01
1	229	603475.39	4604656.70	0.01	0.01
1	230	603453.66	4604689.44	0.03	0.05
1	231	603406.28	4604706.55	0.01	0.01
1	232	603363.77	4604727.53	0.14	0.20
1	233	603322.12	4604744.74	0.01	0.02
1	234	603283.78	4604771.29	0.02	0.03
1	235	603262.34	4604816.31	0.06	0.08
1	236	603246.81	4604863.53	0.04	0.06
1	237	603218.12	4604903.78	0.11	0.16
1	238	603136.83	4604925.07	0.00	0.00
1	239	603090.99	4604916.79	0.00	0.00
1	240	603007.71	4604914.75	0.25	0.19
1	241	602919.34	4604916.03	3.11	4.43
1	242	602873.41	4604910.71	1.25	1.76
1	243	602830.23	4604884.25	0.11	0.01
1	244	602789.06	4604904.85	0.17	0.23
1	245	602745.09	4604924.13	61.30	3.26
1	246	602695.48	4604931.04	67.62	5.44
1	247	602647.87	4604949.43	0.76	1.09
1	248	602682.48	4604938.48	17.91	0.94
1	249	602725.70	4604914.10	6.58	0.74
1	250	602770.60	4604898.23	11.73	16.67
1	251	602805.54	4604920.33	11.12	15.81
1	252	602835.76	4604907.64	4.17	5.92
1	253	602879.79	4604895.97	14.08	20.02
1	254	602916.86	4604904.98	4.42	6.29
1	255	602953.17	4604925.83	0.08	0.11
1	256	602989.10	4604953.04	0.16	0.23
1	257	603026.56	4604979.84	0.08	0.12
1	258	603063.01	4604946.05	0.02	0.03
1	259	603099.67	4604912.26	0.00	0.00
1	260	603130.51	4604881.77	0.00	0.00
1	261	603166.83	4604851.80	0.00	0.00
1	262	603237.81	4604866.79	0.08	0.11
1	263	603286.52	4604878.93	0.02	0.02
1	264	603328.03	4604896.05	0.07	0.10
1	265	603342.01	4604939.45	0.00	0.00
1	266	603346.06	4604984.84	0.09	0.13
1	267	603359.76	4605030.79	0.02	0.02
1	268	603376.31	4604982.73	0.00	0.01
1	269	603382.10	4604932.84	0.09	0.13
1	270	603386.31	4604884.18	0.26	0.37



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
1	271	603396.14	4604835.18	0.07	0.09
1	272	603405.05	4604786.17	0.04	0.06
1	273	603413.61	4604736.72	0.03	0.04
1	274	603410.32	4604687.54	11.22	0.61
1	275	603397.34	4604641.18	0.03	0.05
1	276	603415.56	4604597.81	36.59	2.07
1	277	603452.32	4604564.45	0.01	0.01
1	278	603521.11	4604510.37	0.01	0.01
1	279	603553.31	4604471.02	0.00	0.01
1	280	603533.45	4604425.41	0.00	0.00
1	281	603515.79	4604378.98	0.03	0.04
1	282	603498.57	4604332.56	0.01	0.01
1	283	603512.33	4604292.09	0.01	0.01
1	284	603535.36	4604247.94	0.00	0.01
1	285	603548.24	4604200.68	0.04	0.05
1	286	603577.42	4604162.98	0.01	0.02
1	287	603619.45	4604138.59	0.00	0.00
1	288	603647.88	4604168.65	0.00	0.00
1	289	603691.11	4604195.11	0.04	0.06
1	290	603719.22	4604234.06	0.02	0.03
1	291	603713.18	4604193.74	4.69	1.86
1	292	603705.91	4604148.73	0.01	0.00
1	293	603702.32	4604126.22	1.82	2.59
1	294	603685.44	4604090.82	0.02	0.02
1	295	603683.87	4604059.45	0.02	0.02
1	296	603704.96	4604015.70	0.04	0.06
1	297	603749.18	4603998.55	0.00	0.00
1	298	603800.36	4603968.78	345.45	18.04
1	299	603763.69	4603932.68	0.00	0.00
1	300	603729.66	4603902.10	0.00	0.00
1	301	603696.85	4603926.63	0.00	0.00
1	302	603663.20	4603952.83	0.00	0.00
1	303	603633.43	4603976.97	0.00	0.00
1	304	603602.53	4603986.69	0.00	0.00
1	305	603571.88	4603996.42	0.00	0.00
1	306	603523.84	4604002.08	0.02	0.03
1	307	603499.98	4603959.79	0.00	0.00
1	308	603486.00	4603911.73	0.00	0.00
1	309	603517.90	4603893.97	0.00	0.00
1	310	603564.25	4603876.84	0.02	0.03
1	311	603596.92	4603878.17	0.01	0.02
1	312	603643.00	4603860.19	0.00	0.00
1	313	603685.98	4603834.97	0.01	0.00
1	314	603685.50	4603788.79	4.38	6.18
1	315	603665.31	4603743.17	0.00	0.00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
1	316	603574.40	4603728.73	0.00	0.00
1	317	603527.74	4603737.80	0.01	0.01
1	318	603496.06	4603728.03	0.01	0.01
1	319	603487.27	4603688.92	0.00	0.00
1	320	603460.27	4603647.87	0.00	0.00
1	321	603446.75	4603652.76	0.47	0.66
1	322	603498.00	4603646.30	0.02	0.02
1	323	603545.80	4603632.59	0.00	0.00
1	324	603592.04	4603613.76	0.00	0.00
1	325	603567.73	4603572.75	0.00	0.00
1	326	603541.90	4603535.10	0.00	0.00
1	327	603505.56	4603499.84	0.04	0.06
1	328	603455.96	4603508.44	1.10	1.57
1	329	603406.61	4603513.66	0.03	0.04
1	330	603357.18	4603514.65	0.02	0.02
1	331	603329.94	4603488.00	0.00	0.00
1	332	603331.48	4603438.88	0.00	0.00
1	333	603337.93	4603423.72	0.03	0.04
1	334	603385.60	4603406.19	0.00	0.00
2	1	603391.83	4603389.08	0.00	0.00
2	2	603404.61	4603356.25	0.00	0.00
2	3	603353.56	4603363.79	0.00	0.00
2	4	603304.20	4603361.20	0.00	0.00
2	5	603255.67	4603372.30	0.00	0.00
2	6	603258.59	4603416.98	0.00	0.00
2	7	603278.04	4603464.19	0.00	0.00
2	8	603324.29	4603463.65	0.04	0.13
2	9	603374.38	4603460.41	0.00	0.00
2	10	603419.01	4603478.27	0.00	0.00
2	11	603448.99	4603517.36	0.00	0.00
2	12	603470.82	4603556.67	0.00	0.00
2	13	603418.83	4603563.68	0.03	0.09
2	14	603369.67	4603571.91	0.00	0.00
2	15	603320.48	4603567.67	0.00	0.00
2	16	603271.37	4603562.37	0.02	0.06
2	17	603245.87	4603602.88	0.21	0.59
2	18	603250.25	4603652.65	0.00	0.00
2	19	603258.62	4603702.82	0.00	0.00
2	20	603237.89	4603732.58	0.00	0.00
2	21	603184.22	4603732.38	0.00	0.00
2	22	603164.50	4603697.83	0.00	0.00
2	23	603156.91	4603648.59	0.92	2.63
2	24	603142.40	4603594.05	0.00	0.00
2	25	603118.04	4603583.39	0.00	0.00
2	26	603057.89	4603570.22	0.00	0.00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
2	27	603036.36	4603591.14	0.00	0.00
2	28	603046.65	4603641.85	0.00	0.00
2	29	603056.60	4603690.45	0.00	0.00
2	30	603069.64	4603739.44	0.01	0.02
2	31	603032.38	4603767.05	0.19	0.02
2	32	602977.36	4603783.97	0.00	0.00
2	33	602959.07	4603750.38	0.00	0.00
2	34	602940.90	4603715.63	0.00	0.00
2	35	602918.76	4603662.35	0.00	0.00
2	36	602898.84	4603622.15	0.05	0.14
2	37	602909.07	4603571.01	0.00	0.00
2	38	602910.10	4603521.92	0.03	0.07
2	39	602902.41	4603479.78	0.29	0.83
2	40	602857.38	4603465.83	118.80	9.55
2	41	602839.32	4603415.95	130.82	12.53
2	42	602814.93	4603355.46	0.19	0.40
2	43	602773.51	4603301.70	100.18	7.26
2	44	602753.79	4603277.35	35.97	5.18
2	45	602705.56	4603268.61	0.00	0.00
2	46	602677.96	4603288.57	0.00	0.00
2	47	602682.91	4603339.75	130.26	5.33
2	48	602685.58	4603383.34	2.72	0.18
2	49	602673.00	4603414.30	0.00	0.00
2	50	602648.04	4603439.22	0.00	0.00
2	51	602613.20	4603456.09	335.60	7.80
2	52	602595.19	4603410.15	0.00	0.00
2	53	602586.13	4603364.00	28.19	1.90
2	54	602574.41	4603336.11	0.40	0.51
2	55	602523.75	4603307.21	1.70	1.31
2	56	602478.90	4603313.74	0.00	0.00
2	57	602470.34	4603351.40	0.02	0.03
2	58	602480.88	4603400.97	0.00	0.00
2	59	602486.59	4603450.23	0.00	0.00
2	60	602489.57	4603500.14	8.18	0.15
2	61	602470.44	4603551.79	0.00	0.00
2	62	602420.15	4603567.96	0.00	0.00
2	63	602414.32	4603521.99	0.00	0.00
2	64	602399.62	4603470.58	114.20	2.11
2	65	602384.02	4603424.08	0.00	0.00
2	66	602367.50	4603380.34	0.00	0.00
2	67	602349.67	4603345.41	0.00	0.00
2	71	602303.80	4603522.18	0.00	0.00
2	72	602306.82	4603562.43	0.00	0.00
2	73	602240.35	4603561.62	0.21	0.03
2	74	602216.73	4603518.61	0.00	0.00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
2	75	602186.42	4603531.14	1.30	0.74
2	76	602246.31	4603575.05	88.41	3.24
2	77	602292.72	4603568.14	0.03	0.01
2	78	602266.50	4603522.21	0.00	0.00
2	81	602339.91	4603446.37	0.00	0.00
2	82	602350.24	4603494.80	0.00	0.00
2	83	602352.79	4603541.21	0.00	0.00
2	86	602469.05	4603590.35	0.00	0.00
2	87	602467.30	4603552.50	0.00	0.00
2	88	602463.89	4603499.55	0.00	0.00
2	89	602454.28	4603448.64	236.88	3.30
2	90	602443.80	4603377.28	0.10	0.01
2	91	602438.81	4603346.28	0.00	0.00
2	92	602481.82	4603360.35	0.22	0.34
2	93	602524.89	4603354.17	2.38	1.63
2	94	602533.70	4603403.22	0.00	0.00
2	95	602543.66	4603452.01	0.00	0.00
2	96	602558.66	4603497.68	0.00	0.00
2	97	602607.24	4603488.83	0.00	0.00
2	98	602636.61	4603456.97	0.00	0.00
2	99	602631.46	4603408.31	0.00	0.00
2	100	602627.63	4603358.14	1.31	2.34
2	101	602623.54	4603307.76	0.63	1.40
2	102	602668.90	4603305.99	0.00	0.00
2	103	602718.29	4603313.48	0.40	0.03
2	104	602735.98	4603351.24	0.18	0.37
2	105	602737.24	4603396.61	1571.02	78.88
2	106	602762.28	4603407.70	389.41	22.25
2	107	602812.97	4603398.45	0.56	0.20
2	108	602892.77	4603413.00	27.19	2.90
2	109	602885.54	4603450.52	110.21	12.30
2	110	602877.03	4603485.69	0.00	0.00
2	111	602879.64	4603529.41	0.75	2.12
2	112	602880.38	4603582.63	0.00	0.00
2	113	602875.03	4603632.04	0.00	0.00
2	114	602856.12	4603678.36	0.01	0.01
2	115	602821.53	4603697.65	16.55	2.31
2	116	602822.07	4603741.56	67.53	7.05
2	117	602832.38	4603788.05	35.05	3.62
2	118	602860.28	4603821.87	0.00	0.00
2	119	602845.51	4603837.63	0.00	0.00
2	120	602815.03	4603852.38	0.85	1.90
2	121	602788.63	4603847.39	0.10	0.25
2	122	602760.31	4603804.27	21.05	2.14
2	123	602724.21	4603769.70	0.19	0.31



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
2	124	602685.36	4603744.17	0.00	0.00
2	125	602635.54	4603737.82	0.00	0.00
2	126	602614.08	4603772.90	0.12	0.05
2	127	602629.11	4603815.14	0.00	0.00
2	128	602650.32	4603856.84	0.00	0.00
2	129	602680.82	4603898.60	0.24	0.50
2	130	602654.62	4603933.98	0.25	0.15
2	131	602585.60	4603934.18	0.11	0.12
2	132	602554.27	4603889.35	0.00	0.00
2	133	602533.01	4603844.03	0.00	0.00
2	135	602460.64	4603903.05	0.00	0.00
2	136	602483.14	4603949.63	0.00	0.00
2	137	602465.49	4603984.04	0.00	0.00
2	138	602418.63	4603986.46	0.41	0.00
2	145	602450.82	4603952.96	0.00	0.00
2	146	602484.84	4603992.59	0.00	0.00
2	148	602580.19	4604015.16	0.00	0.00
2	149	602581.21	4603977.70	0.00	0.00
2	150	602537.49	4603906.00	312.94	10.11
2	151	602542.98	4603865.97	0.00	0.00
2	152	602583.75	4603834.44	0.00	0.00
2	153	602614.69	4603868.29	158.47	11.35
2	154	602639.70	4603912.11	0.00	0.00
2	155	602664.76	4603955.33	0.00	0.00
2	156	602707.16	4603955.18	0.00	0.00
2	157	602746.45	4603926.45	0.00	0.00
2	158	602743.73	4603880.93	0.00	0.00
2	159	602732.48	4603841.87	0.48	1.37
2	160	602711.06	4603802.83	337.77	26.39
2	161	602715.83	4603778.60	0.00	0.00
2	162	602765.71	4603772.04	35.57	3.81
2	163	602799.51	4603773.37	0.00	0.00
2	164	602817.49	4603822.77	414.05	43.51
2	165	602847.01	4603863.14	0.00	0.00
2	166	602886.54	4603881.01	0.00	0.00
2	167	602928.45	4603852.64	0.00	0.00
2	168	602936.97	4603816.90	0.57	0.30
2	169	602924.04	4603769.56	0.00	0.00
2	170	602906.71	4603711.50	0.00	0.00
2	171	602922.30	4603677.02	0.00	0.00
2	172	602945.33	4603641.32	0.00	0.00
2	173	602964.34	4603606.19	0.00	0.00
2	174	602989.72	4603633.92	0.00	0.00
2	175	603007.83	4603680.79	0.06	0.16
2	176	603024.13	4603728.33	0.00	0.00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
2	177	603037.57	4603776.25	6.80	0.70
2	178	603064.31	4603804.74	0.00	0.00
2	179	603104.12	4603775.43	0.00	0.00
2	180	603126.55	4603731.14	0.00	0.00
2	181	603121.93	4603659.27	0.00	0.01
2	182	603129.41	4603624.72	0.00	0.00
2	183	603183.68	4603637.97	0.00	0.00
2	184	603206.54	4603669.81	0.00	0.00
2	185	603207.49	4603720.02	0.00	0.01
2	186	603218.09	4603769.34	0.00	0.00
2	187	603269.03	4603782.62	0.00	0.00
2	188	603302.22	4603752.33	0.00	0.00
2	189	603318.60	4603709.16	0.00	0.00
2	190	603373.70	4603662.15	0.00	0.00
2	191	603424.96	4603664.67	0.00	0.00
2	192	603483.66	4603670.97	0.00	0.00
2	193	603533.93	4603677.36	0.00	0.00
2	194	603573.78	4603691.82	0.00	0.00
2	195	603596.15	4603738.92	0.00	0.00
2	196	603613.53	4603785.26	0.00	0.00
2	197	603570.33	4603801.80	2.38	0.26
2	198	603521.50	4603812.42	92.55	10.70
2	199	603480.06	4603840.41	0.00	0.00
2	200	603434.91	4603860.57	9.73	1.16
2	201	603412.95	4603891.41	0.00	0.00
2	202	603430.10	4603936.69	0.00	0.00
2	203	603464.70	4603963.27	14.51	1.37
2	204	603502.62	4603936.40	1.88	0.22
2	205	603542.54	4603924.38	0.17	0.50
2	206	603587.21	4603917.49	0.00	0.00
2	207	603634.78	4603904.74	0.00	0.00
2	208	603669.56	4603887.60	0.00	0.00
2	209	603665.45	4603947.97	0.00	0.00
2	210	603660.47	4603988.73	0.00	0.00
2	211	603647.77	4604021.05	0.00	0.00
2	212	603629.75	4604057.81	0.00	0.00
2	213	603594.05	4604067.25	0.00	0.00
2	214	603561.64	4604075.30	0.00	0.00
2	215	603522.58	4604096.78	34.44	3.60
2	216	603492.29	4604125.03	0.00	0.00
2	217	603498.18	4604174.03	0.00	0.00
2	218	603508.04	4604221.09	0.25	0.69
2	219	603524.32	4604265.09	0.10	0.28
2	220	603551.20	4604302.38	0.00	0.00
2	221	603561.63	4604348.33	0.00	0.00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
2	222	603522.47	4604378.72	0.00	0.00
2	223	603486.19	4604410.01	0.06	0.18
2	224	603454.18	4604443.31	0.00	0.00
2	225	603453.56	4604489.01	0.00	0.00
2	226	603458.93	4604538.81	6.62	0.48
2	227	603468.67	4604585.53	59.64	5.97
2	228	603473.52	4604631.69	0.01	0.03
2	229	603476.09	4604680.70	0.06	0.08
2	230	603429.83	4604698.50	0.06	0.13
2	231	603383.70	4604715.87	0.23	0.66
2	232	603344.54	4604734.15	0.03	0.07
2	233	603301.11	4604754.29	0.01	0.01
2	234	603273.66	4604794.32	0.00	0.00
2	235	603256.03	4604841.51	0.10	0.25
2	236	603234.39	4604885.77	45.58	4.03
2	237	603201.13	4604925.34	0.00	0.00
2	238	603114.30	4604924.90	0.00	0.00
2	239	603066.29	4604913.25	0.00	0.00
2	240	602982.97	4604918.99	0.00	0.00
2	241	602893.03	4604917.59	3510.15	32.36
2	242	602853.47	4604895.92	0.28	0.23
2	243	602809.87	4604896.21	2.56	1.44
2	244	602766.36	4604916.77	3468.93	57.98
2	246	602671.14	4604938.88	0.00	0.00
2	247	602661.94	4604954.82	0.00	0.00
2	248	602702.40	4604923.70	0.00	0.00
2	249	602747.63	4604901.57	2720.73	30.86
2	250	602790.87	4604900.66	0.04	0.02
2	251	602820.16	4604916.36	0.00	0.00
2	252	602855.79	4604894.83	0.12	0.13
2	253	602898.85	4604889.06	231.19	10.27
2	254	602935.70	4604913.56	0.00	0.00
2	255	602974.76	4604933.17	0.02	0.02
2	256	603007.84	4604975.37	0.00	0.00
2	257	603045.96	4604962.48	0.00	0.00
2	258	603080.45	4604928.60	10.92	6.63
2	259	603114.65	4604897.21	0.00	0.00
2	260	603145.53	4604860.98	0.00	0.00
2	261	603191.65	4604853.09	88.11	1.51
2	262	603262.27	4604873.65	0.76	1.62
2	263	603311.87	4604880.30	0.00	0.01
2	264	603336.62	4604919.01	0.00	0.00
2	265	603346.27	4604957.37	0.00	0.00
2	266	603349.02	4605010.37	0.05	0.01
2	267	603366.51	4605010.34	0.06	0.02



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
2	268	603377.43	4604957.49	0.00	0.00
2	269	603384.10	4604907.33	0.03	0.03
2	270	603391.84	4604859.23	0.00	0.00
2	271	603398.53	4604810.02	0.00	0.00
2	272	603407.95	4604760.73	0.06	0.01
2	273	603415.81	4604712.38	0.87	1.65
2	274	603399.48	4604665.31	3.83	0.99
2	275	603400.31	4604616.26	0.00	0.00
2	276	603433.41	4604580.07	0.00	0.00
2	277	603470.73	4604546.44	0.01	0.03
2	278	603539.88	4604490.77	0.00	0.00
2	279	603540.42	4604449.39	0.00	0.00
2	280	603523.16	4604402.97	15.63	1.99
2	281	603505.26	4604356.53	468.47	48.97
2	282	603493.08	4604310.78	600.50	34.62
2	283	603524.92	4604269.74	13.26	1.38
2	284	603537.96	4604220.86	0.13	0.28
2	285	603560.89	4604178.13	1.06	0.24
2	286	603596.41	4604146.56	0.06	0.11
2	287	603631.76	4604149.56	0.00	0.00
2	288	603664.94	4604163.74	0.00	0.00
2	289	603705.84	4604213.67	0.03	0.03
2	290	603723.70	4604219.90	0.02	0.02
2	291	603708.34	4604170.64	0.00	0.00
2	292	603703.48	4604138.03	0.00	0.00
2	293	603696.02	4604103.72	0.00	0.00
2	294	603681.58	4604070.29	0.00	0.00
2	295	603692.26	4604037.09	0.00	0.00
2	296	603725.24	4604004.14	0.00	0.00
2	297	603774.36	4603997.03	0.00	0.00
2	298	603787.13	4603961.12	0.00	0.00
2	299	603735.15	4603906.80	0.00	0.00
2	300	603715.14	4603921.22	0.00	0.00
2	301	603681.64	4603942.71	0.00	0.00
2	302	603654.14	4603955.72	0.00	0.00
2	303	603623.47	4603977.22	0.00	0.00
2	304	603582.30	4604001.34	0.00	0.00
2	305	603546.25	4604000.88	5.24	0.55
2	306	603508.07	4603983.30	20.15	2.14
2	307	603492.55	4603936.22	0.00	0.00
2	308	603489.97	4603897.70	10.57	1.10
2	309	603540.45	4603882.52	0.63	0.25
2	310	603578.09	4603880.28	0.00	0.00
2	311	603619.95	4603868.13	0.46	0.05
2	312	603664.75	4603846.39	0.00	0.00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
2	313	603693.84	4603812.70	0.00	0.00
2	314	603673.89	4603766.94	0.00	0.00
2	315	603652.07	4603721.17	0.00	0.00
2	316	603550.10	4603736.38	0.07	0.18
2	317	603515.30	4603726.42	0.00	0.00
2	318	603490.75	4603715.09	0.00	0.00
2	319	603474.14	4603668.22	0.00	0.00
2	320	603450.06	4603648.26	0.00	0.00
2	321	603472.61	4603649.52	0.67	1.89
2	322	603521.12	4603637.91	0.03	0.09
2	323	603569.48	4603623.60	0.00	0.00
2	324	603578.89	4603596.38	0.00	0.00
2	325	603555.80	4603555.05	0.00	0.00
2	326	603523.75	4603519.05	0.00	0.00
2	327	603481.81	4603506.71	0.04	0.11
2	328	603431.33	4603514.36	0.00	0.00
2	329	603381.85	4603518.46	0.00	0.00
2	330	603333.70	4603512.97	0.10	0.29
2	331	603327.76	4603463.16	0.00	0.00
2	332	603340.56	4603415.61	0.00	0.00
2	333	603361.91	4603414.25	0.00	0.00
2	334	603396.95	4603398.46	0.00	0.00
3	1	603391.83	4603389.08	0.00	0.00
3	2	603404.61	4603356.25	0.00	0.00
3	3	603353.56	4603363.79	0.25	0.43
3	4	603304.20	4603361.20	0.00	0.00
3	5	603255.67	4603372.30	224.26	8.99
3	6	603258.59	4603416.98	0.00	0.00
3	7	603278.04	4603464.19	0.00	0.00
3	8	603324.29	4603463.65	6.42	15.87
3	9	603374.38	4603460.41	0.00	0.00
3	10	603419.01	4603478.27	0.06	0.18
3	11	603448.99	4603517.36	0.27	0.75
3	12	603470.82	4603556.67	0.34	0.97
3	13	603418.83	4603563.68	0.00	0.00
3	14	603369.67	4603571.91	1.34	2.74
3	15	603320.48	4603567.67	0.65	1.84
3	16	603271.37	4603562.37	0.22	0.61
3	17	603245.87	4603602.88	0.45	1.27
3	18	603250.25	4603652.65	0.06	0.18
3	19	603258.62	4603702.82	0.35	0.49
3	20	603237.89	4603732.58	0.09	0.12
3	21	603184.22	4603732.38	0.11	0.17
3	22	603164.50	4603697.83	0.14	0.30
3	23	603156.91	4603648.59	1.30	2.03



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
3	24	603142.40	4603594.05	0.76	0.70
3	25	603118.04	4603583.39	2.80	6.10
3	26	603057.89	4603570.22	0.53	0.72
3	27	603036.36	4603591.14	0.01	0.01
3	28	603046.65	4603641.85	0.99	2.40
3	29	603056.60	4603690.45	0.29	0.83
3	30	603069.64	4603739.44	1.07	1.97
3	31	603032.38	4603767.05	9.07	0.86
3	32	602977.36	4603783.97	0.00	0.00
3	33	602959.07	4603750.38	1.26	2.50
3	34	602940.90	4603715.63	1.61	2.84
3	35	602918.76	4603662.35	0.19	0.02
3	36	602898.84	4603622.15	0.70	0.75
3	37	602909.07	4603571.01	1.32	1.63
3	38	602910.10	4603521.92	2.25	2.67
3	39	602902.41	4603479.78	6.36	8.33
3	40	602857.38	4603465.83	0.00	0.00
3	41	602839.32	4603415.95	453.65	1.82
3	42	602814.93	4603355.46	0.00	0.00
3	47	602682.91	4603339.75	0.00	0.00
3	54	602574.41	4603336.11	22.54	0.11
3	100	602627.63	4603358.14	23.97	1.52
3	101	602623.54	4603307.76	7.34	0.51
3	103	602718.29	4603313.48	0.00	0.00
3	104	602735.98	4603351.24	4.97	0.97
3	107	602812.97	4603398.45	0.00	0.00
3	108	602892.77	4603413.00	4.72	4.40
3	109	602885.54	4603450.52	1.00	1.01
3	110	602877.03	4603485.69	0.00	0.00
3	111	602879.64	4603529.41	0.00	0.00
3	112	602880.38	4603582.63	1.93	0.65
3	113	602875.03	4603632.04	0.00	0.00
3	114	602856.12	4603678.36	0.00	0.00
3	115	602821.53	4603697.65	17.21	0.59
3	116	602822.07	4603741.56	8.84	0.62
3	117	602832.38	4603788.05	33.64	0.99
3	121	602788.63	4603847.39	145.71	1.08
3	122	602760.31	4603804.27	0.22	0.00
3	123	602724.21	4603769.70	1.14	0.01
3	158	602743.73	4603880.93	0.00	0.00
3	159	602732.48	4603841.87	13.09	3.94
3	160	602711.06	4603802.83	20.88	3.84
3	162	602765.71	4603772.04	2.41	1.66
3	163	602799.51	4603773.37	3.99	0.98
3	164	602817.49	4603822.77	13.76	0.76



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
3	169	602924.04	4603769.56	0.00	0.00
3	170	602906.71	4603711.50	27.20	60.08
3	171	602922.30	4603677.02	14.59	32.48
3	172	602945.33	4603641.32	7.69	18.66
3	173	602964.34	4603606.19	2.15	3.80
3	174	602989.72	4603633.92	1.00	2.28
3	175	603007.83	4603680.79	1.39	3.96
3	176	603024.13	4603728.33	1.01	2.66
3	177	603037.57	4603776.25	0.00	0.00
3	179	603104.12	4603775.43	0.00	0.00
3	180	603126.55	4603731.14	1.45	2.47
3	181	603121.93	4603659.27	1.59	4.51
3	182	603129.41	4603624.72	2.04	5.67
3	183	603183.68	4603637.97	1.51	4.27
3	184	603206.54	4603669.81	1.32	3.74
3	185	603207.49	4603720.02	0.87	0.31
3	186	603218.09	4603769.34	0.00	0.00
3	188	603302.22	4603752.33	0.00	0.00
3	191	603424.96	4603664.67	1.78	0.21
3	192	603483.66	4603670.97	0.94	2.04
3	193	603533.93	4603677.36	0.10	0.27
3	194	603573.78	4603691.82	1.14	3.18
3	195	603596.15	4603738.92	0.13	0.37
3	196	603613.53	4603785.26	0.83	2.35
3	197	603570.33	4603801.80	0.03	0.08
3	198	603521.50	4603812.42	0.77	0.10
3	199	603480.06	4603840.41	1.74	4.84
3	200	603434.91	4603860.57	54.30	2.19
3	201	603412.95	4603891.41	0.00	0.00
3	203	603464.70	4603963.27	1.60	1.23
3	204	603502.62	4603936.40	4.67	12.94
3	205	603542.54	4603924.38	0.65	1.85
3	206	603587.21	4603917.49	1.32	3.77
3	207	603634.78	4603904.74	6.51	7.41
3	208	603669.56	4603887.60	3.62	4.49
3	209	603665.45	4603947.97	0.13	0.00
3	212	603629.75	4604057.81	0.03	0.02
3	213	603594.05	4604067.25	16.54	39.82
3	214	603561.64	4604075.30	5.40	15.36
3	215	603522.58	4604096.78	18.41	8.55
3	216	603492.29	4604125.03	0.00	0.00
3	217	603498.18	4604174.03	0.04	0.00
3	218	603508.04	4604221.09	3.05	2.78
3	219	603524.32	4604265.09	13.62	31.33
3	220	603551.20	4604302.38	99.63	8.54



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
3	221	603561.63	4604348.33	0.00	0.00
3	222	603522.47	4604378.72	10.91	21.90
3	223	603486.19	4604410.01	5.37	5.89
3	226	603458.93	4604538.81	0.00	0.00
3	227	603468.67	4604585.53	5.63	5.06
3	228	603473.52	4604631.69	0.00	0.00
3	230	603429.83	4604698.50	0.00	0.00
3	231	603383.70	4604715.87	3.62	0.71
3	232	603344.54	4604734.15	5.21	1.70
3	233	603301.11	4604754.29	0.28	0.00
3	234	603273.66	4604794.32	0.00	0.00
3	235	603256.03	4604841.51	13.61	1.12
3	236	603234.39	4604885.77	0.00	0.00
3	262	603262.27	4604873.65	103.13	2.82
3	273	603415.81	4604712.38	31.60	5.07
3	274	603399.48	4604665.31	40.03	24.53
3	277	603470.73	4604546.44	0.53	0.19
3	278	603539.88	4604490.77	0.00	0.00
3	279	603540.42	4604449.39	0.00	0.00
3	280	603523.16	4604402.97	84.08	16.83
3	281	603505.26	4604356.53	8.18	13.72
3	282	603493.08	4604310.78	0.00	0.00
3	283	603524.92	4604269.74	11.38	5.93
3	284	603537.96	4604220.86	9.80	23.17
3	285	603560.89	4604178.13	8.26	17.33
3	286	603596.41	4604146.56	0.00	0.00
3	300	603715.14	4603921.22	0.00	0.00
3	301	603681.64	4603942.71	0.00	0.00
3	302	603654.14	4603955.72	0.00	0.00
3	303	603623.47	4603977.22	0.02	0.03
3	304	603582.30	4604001.34	1.15	3.26
3	305	603546.25	4604000.88	0.80	2.23
3	306	603508.07	4603983.30	159.26	49.38
3	307	603492.55	4603936.22	7.53	15.85
3	308	603489.97	4603897.70	6.64	13.01
3	309	603540.45	4603882.52	1.06	2.79
3	310	603578.09	4603880.28	0.60	1.70
3	311	603619.95	4603868.13	0.82	2.28
3	312	603664.75	4603846.39	1.41	2.11
3	313	603693.84	4603812.70	0.00	0.00
3	315	603652.07	4603721.17	0.00	0.00
3	316	603550.10	4603736.38	1.63	4.63
3	317	603515.30	4603726.42	1.70	4.84
3	318	603490.75	4603715.09	2.39	6.62
3	319	603474.14	4603668.22	23.61	17.46



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
3	320	603450.06	4603648.26	0.03	0.03
3	321	603472.61	4603649.52	3.88	9.90
3	322	603521.12	4603637.91	0.44	1.26
3	323	603569.48	4603623.60	2.25	2.27
3	324	603578.89	4603596.38	0.00	0.00
3	325	603555.80	4603555.05	0.00	0.00
3	326	603523.75	4603519.05	0.00	0.00
3	327	603481.81	4603506.71	0.05	0.11
3	328	603431.33	4603514.36	0.27	0.76
3	329	603381.85	4603518.46	1.16	3.29
3	330	603333.70	4603512.97	1.93	5.49
3	331	603327.76	4603463.16	0.56	1.61
3	332	603340.56	4603415.61	0.48	1.35
3	333	603361.91	4603414.25	0.73	2.08
3	334	603396.95	4603398.46	0.01	0.02
4	8	603324.29	4603463.65	0.00	0.00
4	9	603374.38	4603460.41	0.00	0.00
4	10	603419.01	4603478.27	0.00	0.00
4	11	603448.99	4603517.36	0.00	0.00
4	12	603470.82	4603556.67	0.00	0.00
4	13	603418.83	4603563.68	0.00	0.00
4	14	603369.67	4603571.91	0.00	0.00
4	15	603320.48	4603567.67	0.00	0.00
4	16	603271.37	4603562.37	0.00	0.00
4	17	603245.87	4603602.88	0.00	0.00
4	18	603250.25	4603652.65	0.00	0.00
4	22	603164.50	4603697.83	0.00	0.00
4	23	603156.91	4603648.59	0.00	0.00
4	24	603142.40	4603594.05	0.00	0.00
4	29	603056.60	4603690.45	0.00	0.00
4	30	603069.64	4603739.44	0.00	0.00
4	173	602964.34	4603606.19	0.00	0.00
4	174	602989.72	4603633.92	0.02	0.00
4	175	603007.83	4603680.79	0.01	0.01
4	176	603024.13	4603728.33	0.00	0.00
4	180	603126.55	4603731.14	0.00	0.00
4	181	603121.93	4603659.27	0.00	0.00
4	182	603129.41	4603624.72	0.00	0.00
4	183	603183.68	4603637.97	0.00	0.00
4	184	603206.54	4603669.81	0.00	0.00
4	192	603483.66	4603670.97	0.00	0.00
4	193	603533.93	4603677.36	0.00	0.00
4	194	603573.78	4603691.82	0.00	0.00
4	195	603596.15	4603738.92	0.00	0.00
4	196	603613.53	4603785.26	0.00	0.00



Estrato	Segmento	X ETRS89 H30	Y ETRS89 H30	Densidad (ind/dm <sup>3</sup> )	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
4	197	603570.33	4603801.80	0.00	0.00
4	198	603521.50	4603812.42	0.00	0.00
4	199	603480.06	4603840.41	0.00	0.00
4	204	603502.62	4603936.40	0.00	0.00
4	205	603542.54	4603924.38	0.00	0.00
4	206	603587.21	4603917.49	0.00	0.00
4	207	603634.78	4603904.74	0.00	0.00
4	213	603594.05	4604067.25	0.00	0.00
4	214	603561.64	4604075.30	0.00	0.00
4	215	603522.58	4604096.78	0.20	0.01
4	219	603524.32	4604265.09	0.00	0.00
4	284	603537.96	4604220.86	0.00	0.00
4	285	603560.89	4604178.13	0.00	0.00
4	303	603623.47	4603977.22	0.00	0.00
4	304	603582.30	4604001.34	0.00	0.00
4	305	603546.25	4604000.88	0.01	0.00
4	306	603508.07	4603983.30	0.31	0.01
4	308	603489.97	4603897.70	3.08	0.25
4	309	603540.45	4603882.52	0.00	0.00
4	310	603578.09	4603880.28	0.00	0.00
4	311	603619.95	4603868.13	0.00	0.00
4	316	603550.10	4603736.38	0.00	0.00
4	317	603515.30	4603726.42	0.00	0.00
4	318	603490.75	4603715.09	1.01	0.55
4	319	603474.14	4603668.22	0.33	0.00
4	321	603472.61	4603649.52	0.00	0.00
4	322	603521.12	4603637.91	0.00	0.00
4	323	603569.48	4603623.60	0.00	0.00
4	327	603481.81	4603506.71	0.00	0.00
4	328	603431.33	4603514.36	0.00	0.00
4	329	603381.85	4603518.46	0.00	0.00
4	330	603333.70	4603512.97	0.00	0.00
4	331	603327.76	4603463.16	0.00	0.00
4	332	603340.56	4603415.61	0.00	0.00
4	333	603361.91	4603414.25	0.00	0.00
4	334	603396.95	4603398.46	0.00	0.00



MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



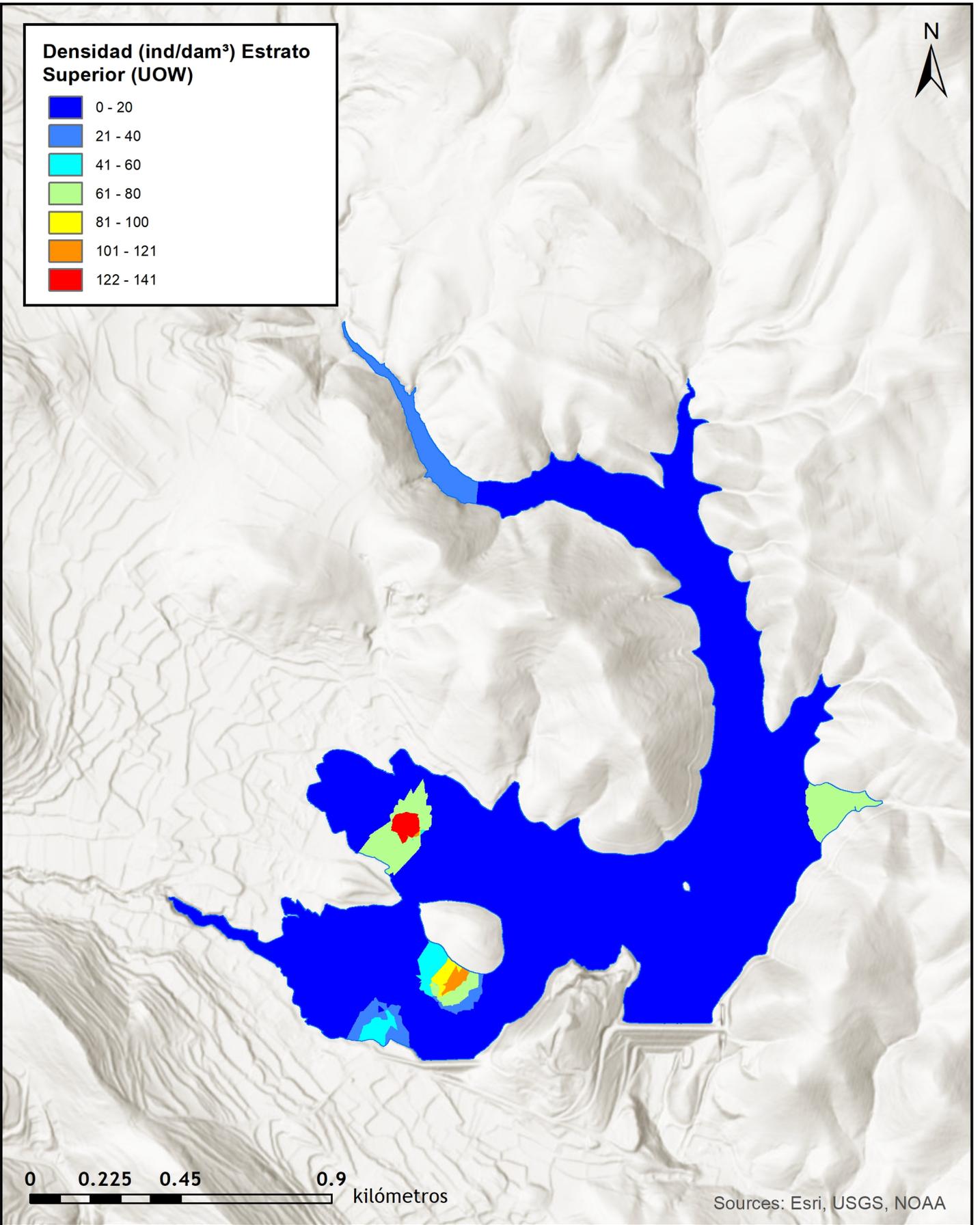
## ANEXO 4. MAPAS INTERPOLADOS DE DENSIDAD Y BIOMASA

---



**Densidad (ind/dam<sup>3</sup>) Estrato Superior (UOW)**

- 0 - 20
- 21 - 40
- 41 - 60
- 61 - 80
- 81 - 100
- 101 - 121
- 122 - 141



0 0.225 0.45 0.9 kilómetros

Sources: Esri, USGS, NOAA

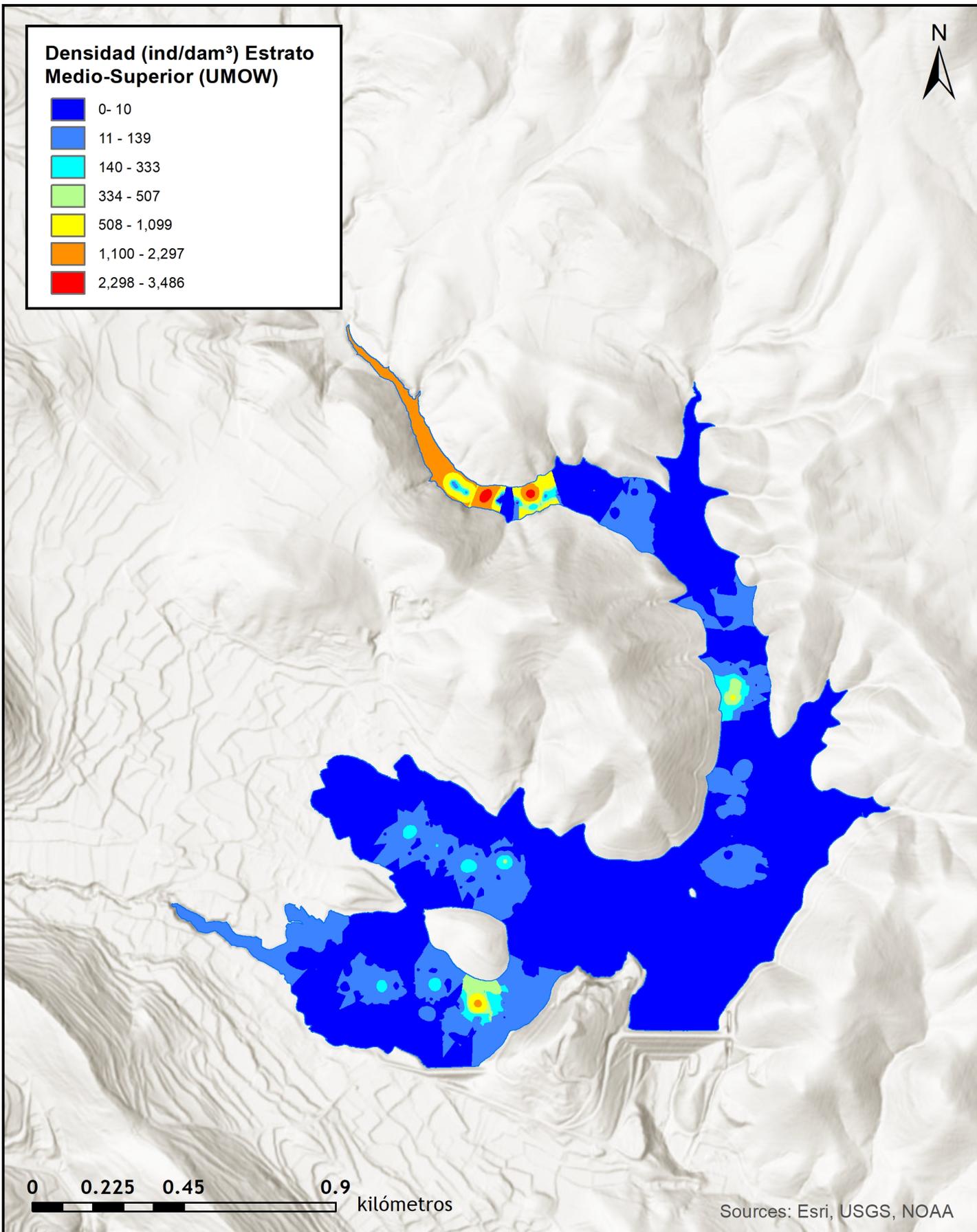


**SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES  
DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO:  
MAIDEVERA**



**Densidad (ind/dam<sup>3</sup>) Estrato Medio-Superior (UMOW)**

- 0 - 10
- 11 - 139
- 140 - 333
- 334 - 507
- 508 - 1,099
- 1,100 - 2,297
- 2,298 - 3,486



0 0.225 0.45 0.9 kilómetros

Sources: Esri, USGS, NOAA

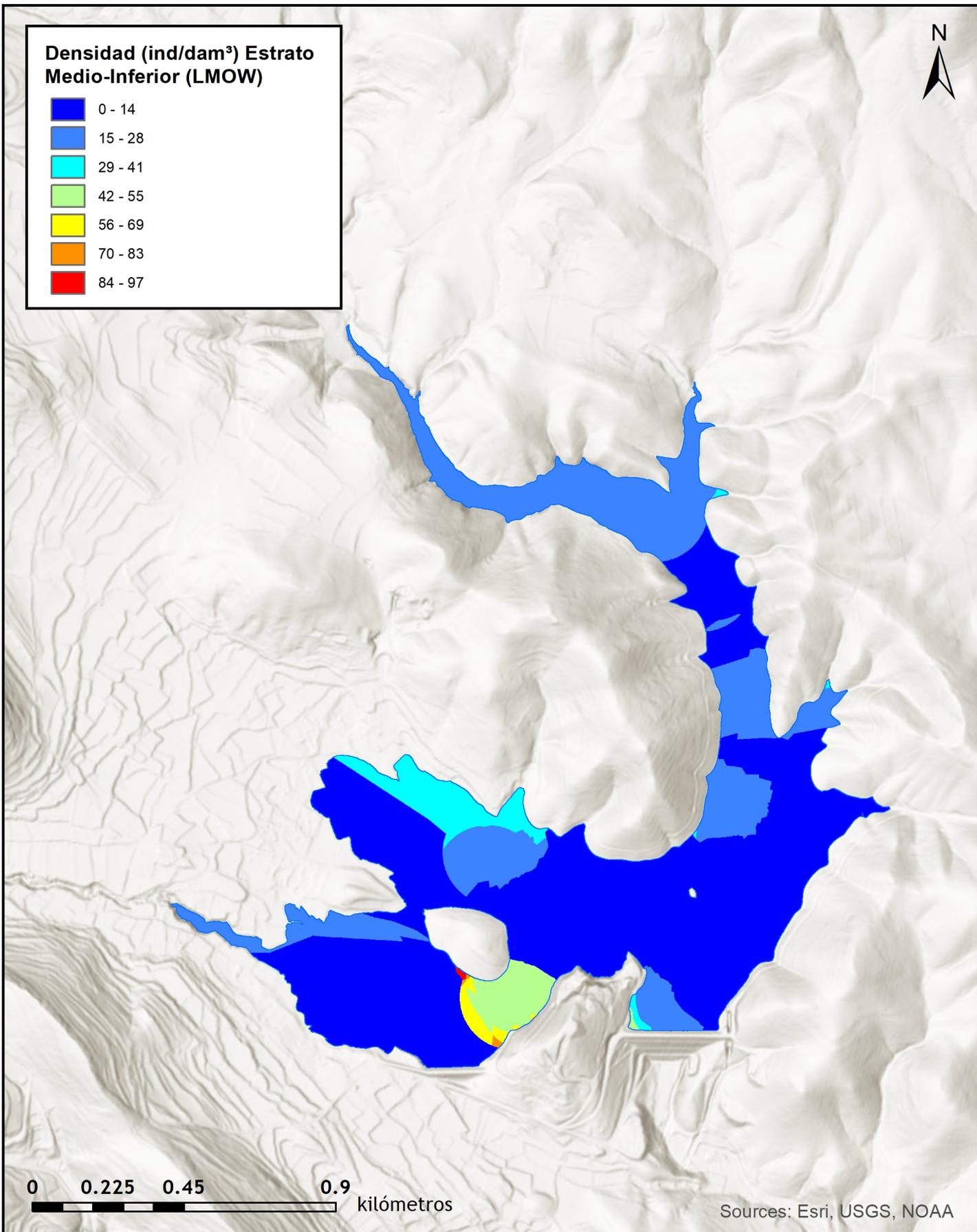


**SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: MAIDEVERA**



**Densidad (ind/dam<sup>3</sup>) Estrato Medio-Inferior (LMOW)**

- 0 - 14
- 15 - 28
- 29 - 41
- 42 - 55
- 56 - 69
- 70 - 83
- 84 - 97



0 0.225 0.45 0.9 kilómetros

Sources: Esri, USGS, NOAA

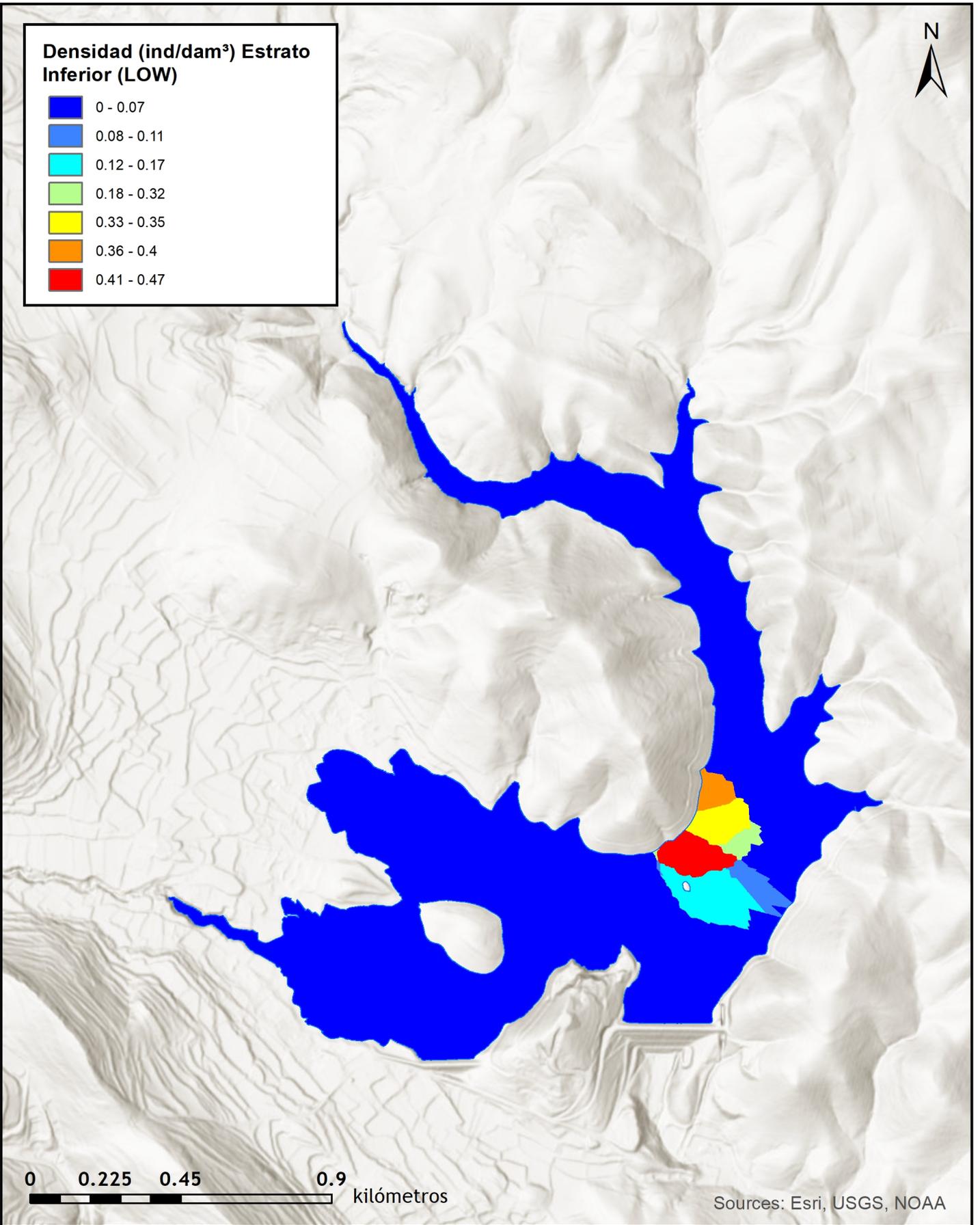


**SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: MAIDEVERA**



**Densidad (ind/dam<sup>3</sup>) Estrato Inferior (LOW)**

- 0 - 0.07
- 0.08 - 0.11
- 0.12 - 0.17
- 0.18 - 0.32
- 0.33 - 0.35
- 0.36 - 0.4
- 0.41 - 0.47



0 0.225 0.45 0.9 kilómetros

Sources: Esri, USGS, NOAA

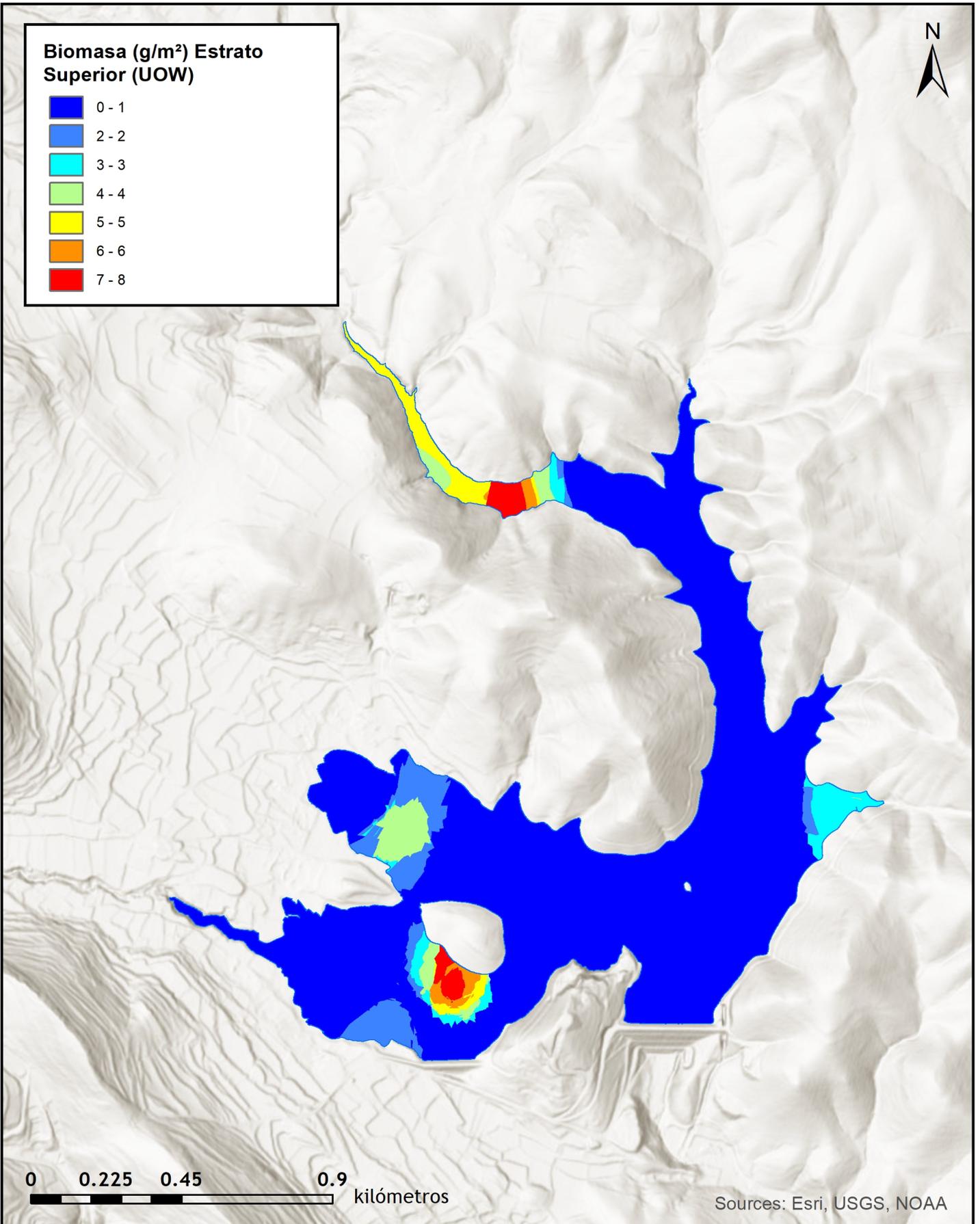


**SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: MAIDEVERA**



**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) Estrato Superior (UOW)**

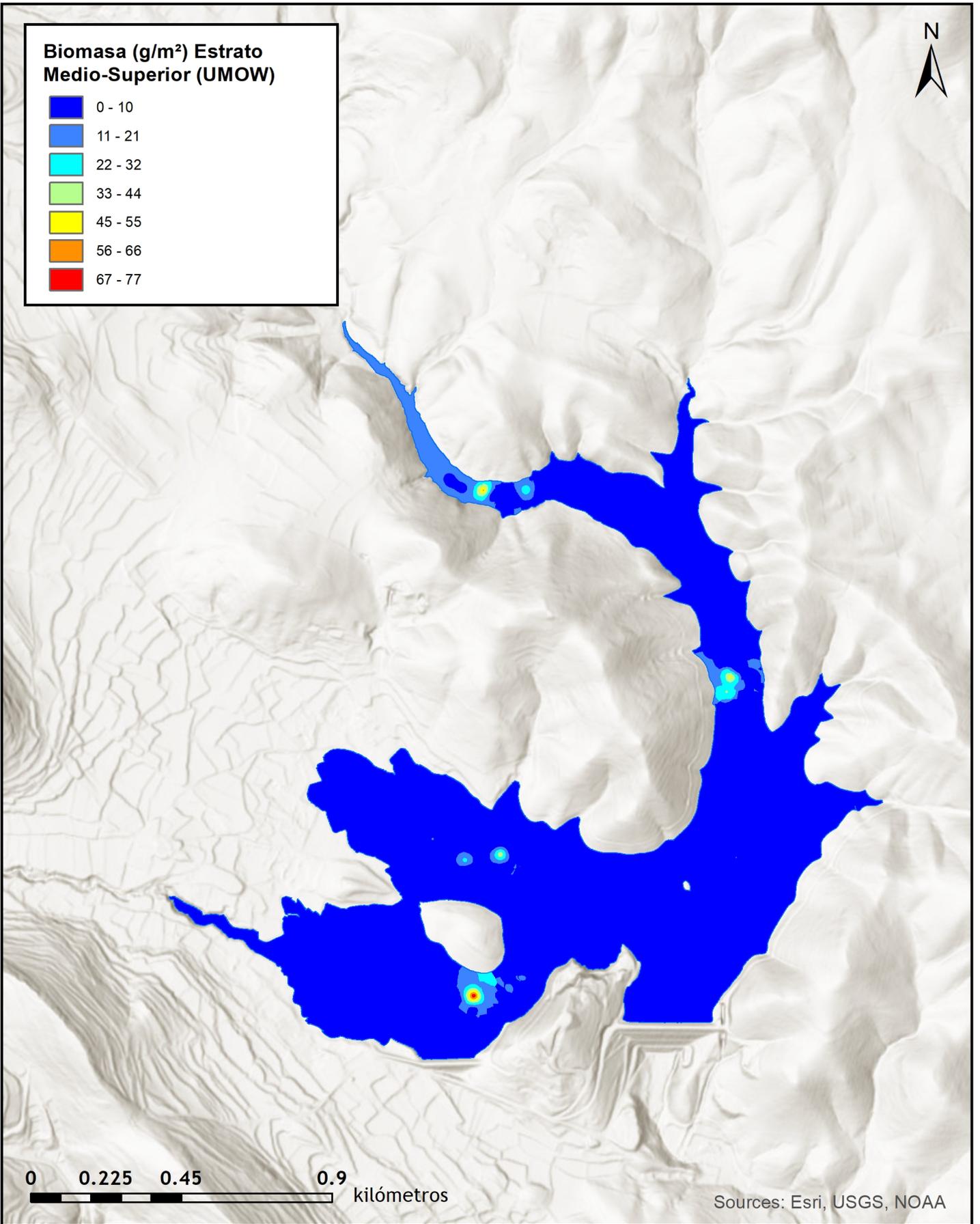
-  0 - 1
-  2 - 2
-  3 - 3
-  4 - 4
-  5 - 5
-  6 - 6
-  7 - 8



**SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES  
DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO:  
MAIDEVERA**



**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) Estrato Medio-Superior (UMOW)**



0 0.225 0.45 0.9 kilómetros

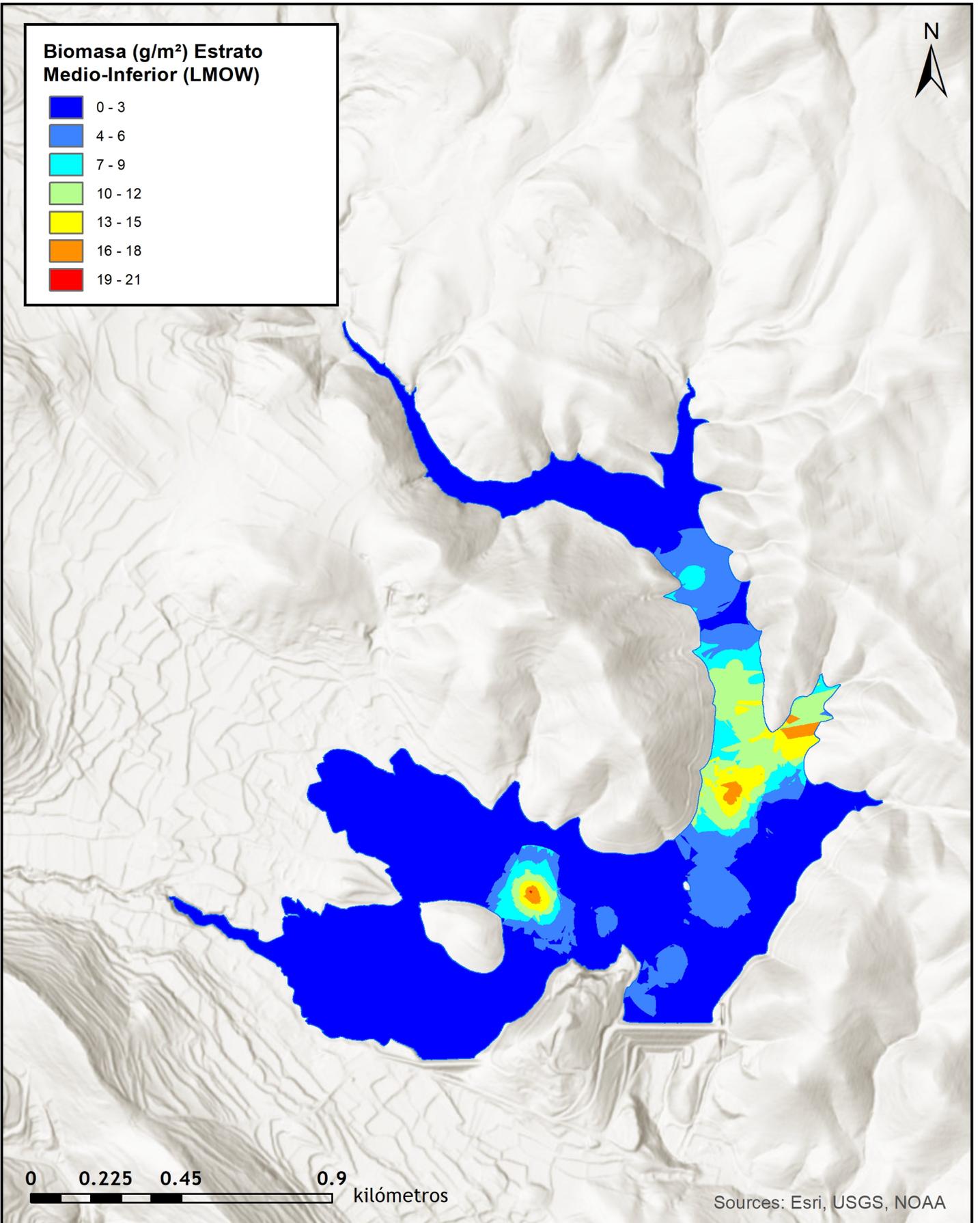
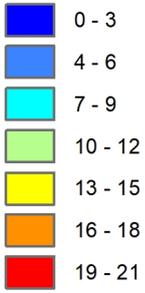
Sources: Esri, USGS, NOAA



**SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: MAIDEVERA**



**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) Estrato Medio-Inferior (LMOW)**



0 0.225 0.45 0.9 kilómetros

Sources: Esri, USGS, NOAA

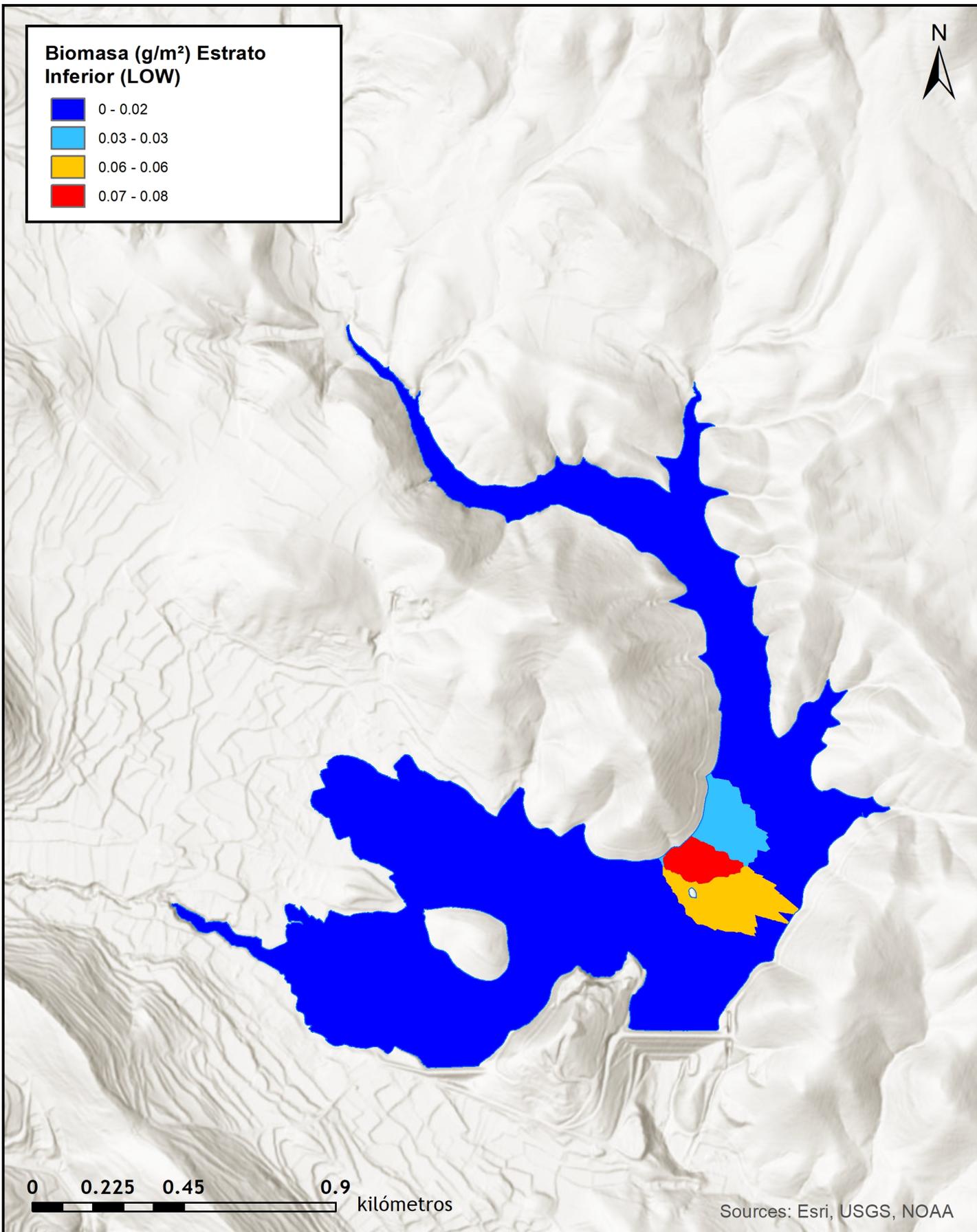


**SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: MAIDEVERA**



**Biomasa (g/m<sup>2</sup>) Estrato Inferior (LOW)**

- 0 - 0.02
- 0.03 - 0.03
- 0.06 - 0.06
- 0.07 - 0.08



0 0.225 0.45 0.9 kilómetros

Sources: Esri, USGS, NOAA



**SONDEO HIDROACÚSTICO EN EMBALSES DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO: MAIDEVERA**



MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



## ANEXO 5. BOLETINES DE ENSAYO eDNA

---

<b>TIPO DE ENSAYO:</b> eDNA	<b>CLIENTE</b>  CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA EBRO
<b>ESPECIE/S:</b> <i>Anguilla anguilla/Salmo trutta</i>	
<b>INFORME DE ENSAYO Nº:</b> EC20012_1	
<b>Procedencia:</b> Embalse de Maidevera	
<b>Código de proyecto:</b> EC20012	

## Recepción de muestras en el laboratorio

Fecha:	21/10/2020
Técnico:	Alberto Criado
Nº Muestras:	9
Estado de las muestras:	Frías
Almacenaje:	Congelación

Código de muestra	Chequeo
MAI20_RA01F	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA01M	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA01S	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA02F	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA02M	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA02S	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA03F	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA03M	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA03S	<input checked="" type="checkbox"/>



<b>TIPO DE ENSAYO:</b>	eDNA	<b>CLIENTE</b>   CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA EBRO
<b>ESPECIE/S:</b>	<i>Anguilla anguilla/Salmo trutta</i>	
<b>INFORME DE ENSAYO Nº:</b>	EC20012_1	
<b>Procedencia:</b>	Embalse de Maidevera	
<b>Código de proyecto:</b>	EC20012	

## Filtración de muestras de agua

Técnico: Alicia García Gallego

Almacenaje: Congelación

Incidencias: Ninguna

<b>Muestras filtradas</b>			
Código	Volumen (L)	Nº filtros	Fecha
MAI20_RA01F	1	2	27-oct
MAI20_RA01M	1	2	27-oct
MAI20_RA01S	1	2	27-oct
MAI20_RA02F	1	2	27-oct
MAI20_RA02M	1	2	27-oct
MAI20_RA02S	1	2	27-oct
MAI20_RA03F	1	2	27-oct
MAI20_RA03M	1	2	27-oct
MAI20_RA03S	1	2	27-oct
CONTROL_Filtración_MAI	1	1	27-oct



<b>TIPO DE ENSAYO:</b>	eDNA	<b>CLIENTE</b>   CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA EBRO
<b>ESPECIE/S:</b>	<i>Anguilla anguilla/Salmo trutta</i>	
<b>INFORME DE ENSAYO Nº:</b>	EC20012_1	
<b>Procedencia:</b>	Embalse de Maidevera	
<b>Código de proyecto:</b>	EC20012	

## Extracción de ADN

Fecha:	26-nov
Técnico:	Dra. Laura Miralles y Alicia García Gallego
Método de extracción:	Kit Qiagen
Número de muestras:	10
Incidencias:	No

Muestras extraídas		
Código	Volumen (µL)	Quality Check
MAI20_RA01F	100	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA01M	200	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA01S	200	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA02F	200	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA02M	200	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA02S	100	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA03F	100	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA03M	100	<input checked="" type="checkbox"/>
MAI20_RA03S	100	<input checked="" type="checkbox"/>
CONTROL_Filtración_MAI	100	<input checked="" type="checkbox"/>



<b>TIPO DE ENSAYO:</b>	eDNA	<b>CLIENTE</b>   CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA EBRO
<b>ESPECIE/S:</b>	<i>Anguilla anguilla/Salmo trutta</i>	
<b>INFORME DE ENSAYO Nº:</b>	EC20012_1	
<b>Procedencia:</b>	Embalse de Maidevera	
<b>Código de proyecto:</b>	EC20012	

## DetECCIÓN POR PCR

<b>Especie:</b>	<i>Salmo trutta</i>	<b>Límite de cuantificación (Lq)</b>	0,5 e -14 ng/µL
<b>Técnico:</b>	Dra. Laura Miralles		
<b>Incidencias:</b>	NO		

	1º Amplif.	2º Amplif.	
<b>Termociclador:</b>	7.900 HT Fast Real Time PCR System (Life Technologies)	7.900 HT Fast Real Time PCR System (Life Technologies)	
<b>Fecha:</b>	11/02/2021	12/02/2021	
<b>R2:</b>	0.9909	0.9895	
<b>Imagen:</b>	EC20012_qPCR3	EC20012_qPCR4	

## Resultados

Código	Cuantificación (ng/µL)	Cuantificación (ng/µL)	
MAI20_RA01F	<Lq	<Lq	
MAI20_RA01M	<Lq	<Lq	
MAI20_RA01S	<Lq	<Lq	
MAI20_RA02F	<Lq	<Lq	
MAI20_RA02M	<Lq	<Lq	
MAI20_RA02S	<Lq	<Lq	
MAI20_RA03F	<Lq	<Lq	
MAI20_RA03M	<Lq	<Lq	
MAI20_RA03S	<Lq	<Lq	
CONTROL_Filtración_MAI	<Lq	<Lq	
CONTROL_Extracción_MAI	<Lq	<Lq	
CONTROL_PCR_	<Lq	<Lq	
CONTROL_POSITIVO	0.1	0.1	

## Conclusión

No se detecta la presencia de trucha común (*Salmo trutta*) en el muestreo realizado en el embalse de Maidevera.

FIRMA DEL RESPONSABLE  
DEL ENSAYO:



<b>TIPO DE ENSAYO:</b>	eDNA	<b>CLIENTE</b>   CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA EBRO
<b>ESPECIE/S:</b>	<i>Anguilla anguilla</i> / <i>Salmo trutta</i>	
<b>INFORME DE ENSAYO Nº:</b>	EC20012_1	
<b>Procedencia:</b>	Embalse de Maidevera	
<b>Código de proyecto:</b>	EC20012	

<b>Especie:</b>	<i>Anguilla anguilla</i>	<b>Límite de cuantificación (Lq)</b>	<b>1,0 e -14 ng/µL</b>
<b>Técnico:</b>	Dra. Laura Miralles		
<b>Incidencias:</b>	NO		

	1º Amplif.	2º Amplif.	
<b>Termociclador:</b>	7.900 HT Fast Real Time PCR System (Life Technologies)	7.900 HT Fast Real Time PCR System (Life Technologies)	
<b>Fecha:</b>	11/02/2021	12/02/2021	
<b>R2:</b>	0.9988	0.9996	
<b>Imagen:</b>	EC20012_qPCR1	EC20012_qPCR2	

### Resultados

Código	Cuantificación (ng/µL)	Cuantificación (ng/µL)	
MAI20_RA01F	<Lq	<Lq	
MAI20_RA01M	<Lq	<Lq	
MAI20_RA01S	<Lq	<Lq	
MAI20_RA02F	<Lq	<Lq	
MAI20_RA02M	<Lq	<Lq	
MAI20_RA02S	<Lq	<Lq	
MAI20_RA03F	<Lq	<Lq	
MAI20_RA03M	<Lq	<Lq	
MAI20_RA03S	<Lq	<Lq	
CONTROL_Filtración_MAI	<Lq	<Lq	
CONTROL_Extracción_MAI	<Lq	<Lq	
CONTROL_PCR_	<Lq	<Lq	
CONTROL_POSITIVO	0.1	0.01	

### Conclusión

No se detecta la presencia de anguila (*Anguilla anguilla*) en el muestreo realizado en el embalse de Maidevera.

FIRMA DEL RESPONSABLE  
DEL ENSAYO:

