



Estudio del hábitat fluvial y los peces en el entorno del embalse de la cuerda del pozo (Soria)

Autor: Agustín Monteoliva

Institución: Ecohydros, S.L.

Otros autores: Gonzalo Alonso de Santocildes (Ecohydros); José Augusto Monteoliva (Ecohydros); Tamara Santiago (Ecohydros); Alberto Criado (Ecohydros)

Resumen

La cabecera de la cuenca Hidrográfica del Duero, la de mayor extensión de la Península Ibérica y de carácter internacional al desembocar en Portugal cuenca de Cuerda del Pozo localizada en la provincia de Soria, es una zona de importancia estratégica.

El presente trabajo aborda la caracterización de los macrohábitats, la hidromorfología y las poblaciones de peces en los diferentes tramos fluviales conectados con el embalse de La Cuerda del Pozo, el primero en la cabecera de la cuenca del Duero. Este estudio forma parte de un proyecto Life (ROEM+) dirigido a monitorizar y simular la dinámica de los elementos clave de los ecosistemas acuáticos que en último extremo tienen relación con la eutrofización del embalse. Es un escenario de estudio de gran interés, tanto como zona representativa de los territorios rurales del piso supramediterráneo como porque en el embalse de Cuerda del Pozo convergen varios usos críticos desde el punto de vista de la calidad de las aguas (aguas de abastecimiento, recreativas y de baño, uso ganadero, etc) siendo representativo de la problemática de numerosas masas de agua europeas.

Se ha realizado una tramificación funcional de las aguas superficiales recurriendo a un proceso de subdivisión en tramos geomorfológicamente homogéneos a escala de macrohábitat. En los tramos fluviales cercanos al embalse se ha realizado un levantamiento de mesohábitats utilizando el modelo MesoHABSIM que presenta una resolución a nivel de meso-escala, permitiendo incorporar a los modelos las variaciones en la morfología de las corrientes a lo largo del río y siendo por tanto aplicable a problemas de gran escala. Los tipos de mesohabitat se han definido por sus unidades hidromorfológicas (pools, riffles and rapids), geomorfología, cobertura del suelo, sustrato y otras características hidrológicas. Se recorrieron un total de 2,5 km entre los ríos Duero, Revinuesa y Ebrillos y se caracterizaron un total de 51 hábitats fluviales que se clasificaron dentro de 7 categorías diferentes. La superficie total caracterizada fue de 22.800 m².

Por otro lado se realizaron muestreos de peces mediante electricidad, que han ofrecido información muy relevante en torno a la interacción río/embalse de las especies autóctonas y sobre posibles factores de presión relacionados con la continuidad fluvial que alteran su estructura poblacional. De hecho, no se han detectado tres especies autóctonas de peces que potencialmente habitan estos tramos.

Palabras clave: Hábitat fluvial; peces; Life ROEM+; Alto Duero

1. Abstract

La cabecera de la cuenca Hidrográfica del Duero, la de mayor extensión de la Península Ibérica y de carácter internacional al desembocar en Portugal cuenca de Cuerda del Pozo localizada en la provincia de Soria, es una zona de importancia estratégica.

El presente trabajo aborda la definición, delimitación y caracterización hidromorfológica de los macrohábitats y las poblaciones de peces en los diferentes tramos fluviales conectados con el embalse de La Cuerda del Pozo, el primero en la cabecera de la cuenca del Duero. Este estudio forma parte de un proyecto Life (ROEM+) dirigido a monitorizar y simular la dinámica de los elementos clave de los ecosistemas acuáticos que en último extremo tienen relación con la eutrofización del embalse. Es un escenario de estudio de gran interés, tanto como zona representativa de los territorios rurales del piso supramediterráneo como porque en el embalse de Cuerda del Pozo convergen varios usos críticos desde el punto de vista de la calidad de las aguas (aguas de abastecimiento, recreativas y de baño, uso ganadero, etc) siendo representativo de la problemática de numerosas masas de agua europeas.

Se ha realizado una tramificación funcional de las aguas superficiales recurriendo a un proceso de subdivisión en tramos geomorfológicamente homogéneos a escala de macrohábitat. En los tramos fluviales cercanos al embalse se ha realizado un levantamiento de mesohábitats utilizando el modelo MesoHABSIM que presenta una resolución a nivel de meso-escala, permitiendo incorporar a los modelos las variaciones en la morfología de las corrientes a lo largo del río y siendo por tanto aplicable a problemas de gran escala. Los tipos de mesohabitat se han definido por sus unidades hidromorfológicas (pools, riffles and rapids), geomorfología, cobertura del suelo, sustrato y otras características hidrológicas. Se recorrieron un total de 2,5 km entre los ríos Duero, Revinuesa y Ebrillos y se caracterizaron un total de 51 hábitats fluviales que se clasificaron dentro de 7 categorías diferentes. La superficie total caracterizada fue de 22.800 m².

Por otro lado se realizaron muestreos de peces mediante electricidad, que han ofrecido información muy relevante en torno a la interacción río/embalse de las especies autóctonas y sobre posibles factores de presión relacionados con la continuidad fluvial que alteran su estructura poblacional. De hecho, no se han detectado tres especies autóctonas de peces que potencialmente habitan estos tramos.

2. Introducción

El proyecto Life ROEM+ está dedicado a la implementación de un modelo de gestión de la eutrofización del embalse de La Cuerda del Pozo (Soria) basado en información de alta resolución.

Entre los diferentes estudios que para alcanzar ese objetivo se están desarrollando en el marco de este proyecto, la caracterización de unidades espaciales básicas (macrohábitats) y de las comunidades de peces que las habitan, constituyen aspectos fundamentales. Sobre estas unidades espaciales se construyen y aplican los procesos que permiten mediante simulación orientar la gestión del embalse y de su cuenca hidrográfica.

Por otro lado, los peces representan un elemento biológico cuya relevancia en el estado ecológico de las masas de agua superficiales queda explícitamente reconocida en la Directiva Marco del Agua, pero además la cuantificación de su biomasa permite estimar su papel en la expresión de la eutrofización de las aguas a través de una intervención en los ciclos de nutrientes, muy especialmente de fósforo.

3. Metodología de trabajo

3.1. Definición y delimitación de unidades de gestión

Se parte del concepto de “Masa de Agua”, en adelante MAS, según la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE, en adelante DMA), que son partes diferenciadas o significativas de las aguas superficiales (lagos, embalses, ríos, humedales, estuarios, aguas costeras) o un volumen claramente diferenciado de aguas subterráneas en un acuífero o acuíferos (art. 2 de la DMA).

Estas masas de agua están oficialmente delimitadas y definidas en el Plan Hidrológico de Cuenca y constituyen las unidades principales de gestión. En el caso de los embalses y lagos, cada uno de ellos es una masa de agua normalmente.

No obstante, la escala de trabajo de la DMA es de menor resolución que la del ROEM+, y la red hidrográfica básica viene limitada a aquellos tramos en los que el área de la cuenca vertiente en cualquiera de sus puntos sea superior a 10 km² y la aportación media anual en régimen natural sea superior a 0,1 m³/s¹. Para los lagos el límite se establece en

¹ Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, de la Instrucción de Planificación Hidrológica, modificada por la Orden ARM/1195/2011, de 11 de mayo

0,08km² y 3 m de profundidad máxima, lo cual excluye a la Laguna Negra, a pesar de que pertenece al Espacio Natural Protegido Parque Natural de "Laguna Negra y Circos Glaciares de Urbión", incorporado a la Red Natura 2000.



Figura 1. Representación de las masas de agua de Planificación Hidrológica sobre el MDT de la cuenca del embalse de La Cuerda del Pozo, que se ha reelaborado ex profeso mediante la integración del modelo batimétrico generado en el propio embalse dentro del proyecto ROEM+.

Con el fin de controlar las diferentes aportaciones al embalse, la cuenca se ha segregado en un conjunto de subcuencas principales tomando los ríos tributarios que constituyen masas de agua, a las que se ha añadido el arroyo Bajero porque es portador de aguas residuales. La porción restante de terreno que drena directamente al embalse constituye la CED o cuenca de escorrentía directa.



Figura 2. Subcuencas principales delimitadas para el control de las aportaciones al embalse de La Cuerda del Pozo.

Para algunas de las rutinas de simulación y también para delimitar unidades espaciales relevantes para los peces es necesario incrementar la resolución espacial y para ello se han definido sectores, que equivalen a macrohábitats diferenciados. Estos macrohábitats se establecen mediante criterios basados en aspectos hidromorfológicos a partir de un análisis cartográfico mediante herramientas GIS (p.e. FitzHugh, 2005).

El proceso seguido parte del Modelo Digital del Terreno, con el que se ha generado la red hidrográfica mediante el empleo de herramientas hidrológicas incluidas en los sistemas SIG (ver figura siguiente): En primer lugar, se elaboró un mapa de direcciones de flujo (figura a) a partir del cual se generó uno de acumulación (figura b). Finalmente se transformó el ráster de acumulación de flujo en una capa vectorial con la red hidrográfica sintética (figura c).

A partir del mapa de direcciones de flujo y la red hidrográfica, se delimitaron las subcuencas correspondientes (figura d).

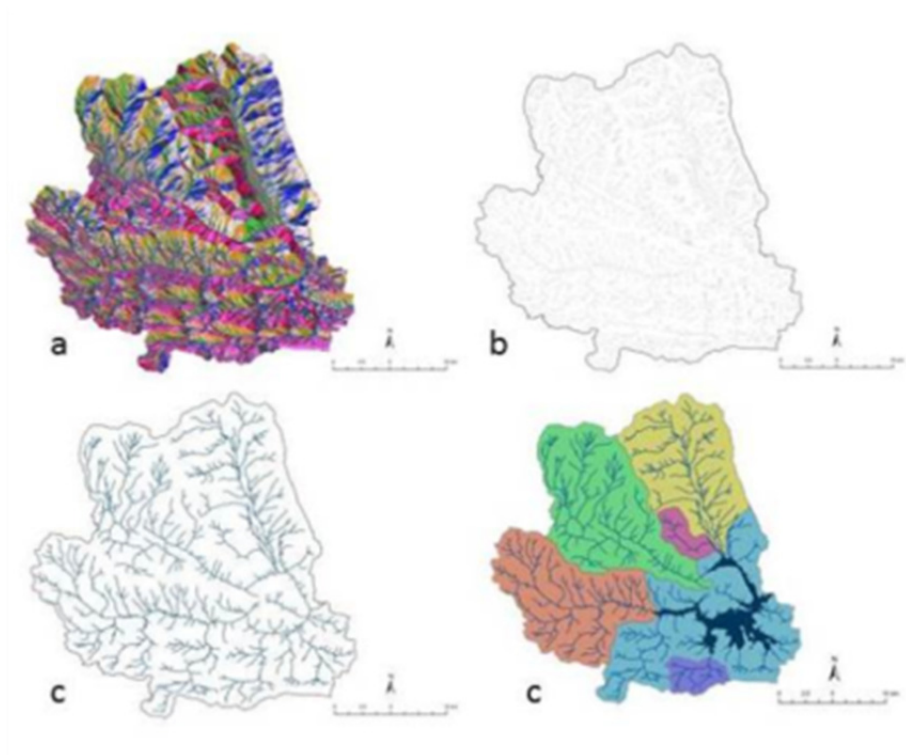


Figura 3. Generación de la red hidrográfica y delimitación de cuencas

Para depurar la red sintética fluvial se ha realizado una verificación mediante comparación con la capa 1:25.000 del IGN, con mapas topográficos 1:5.000, con ortofotos y, en caso de ser necesario, con visitas de campo.

Esta red sintética se sometió a una simplificación posterior, eliminando los tramos de menor orden, que en general representaban pequeños arroyos no permanentes.

Mediante este procedimiento se han generado diferentes conjuntos de subcuencas de análisis que permiten establecer redes de puntos de control para diferentes acciones del proyecto ROEM+.

En cada punto de confluencia entre dos cauces se obtuvo la cuenca vertiente mediante las herramientas de análisis hidrológico incorporadas en el SIG.

Para cada una de las 146 subcuencas se extrajeron y evaluaron 41 variables referentes al porcentaje de ocupación de los distintos tipos y usos del suelo, que sirvieron para hacer una clasificación jerárquica en siete categorías (figura 4).

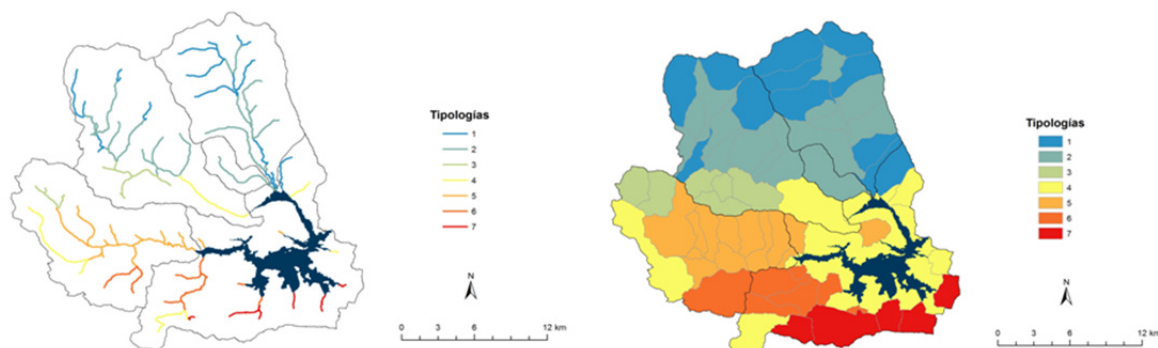


Figura 4. Tipologías obtenidas en función de los tipos y usos del suelo (ríos, izq. y subcuencas, dcha.)

3.2. Caracterización de unidades espaciales o macrohábitats

El mapeo se ha realizado mediante la metodología MesoHabSIM, desarrollada por Parasiewicz (2001), y consiste en dibujar sobre la ortofoto de los tramos las unidades hidromorfológicas presentes.

A continuación se definen las categorías de hábitat empleadas, incluyendo su denominación en inglés porque es el habitualmente utilizado, y algún comentario sobre su importancia para las poblaciones de peces

Pozo (*Pool*): Zonas profundas y con baja velocidad del agua. No son aptas para la freza en ningún caso. Tampoco son el hábitat preferido para el alevinaje. Es un hábitat empleado preferentemente por las fases adultas de los salmónidos y por los ciprínidos.

Tabla lenta (*Glide*): Zonas profundas y con baja velocidad del agua, se diferencian de los pozos en que el fondo tiene un perfil uniforme. En general no son un hábitat idóneo para la freza. Al igual que los pozos, son los hábitats habituales para ciprínidos y especies exóticas.

Tabla rápida (*Run*): Semejantes a las anteriores en lo referente al perfil del fondo, pero más someras y con mayor velocidad del agua, sin ser flujo turbulento. Son el hábitat idóneo para la freza tanto de la trucha como del barbo, especialmente cuando se encuentran en la transición entre pozos o entre pozo y rápido.

Rápido somero (*Riffle*): Zonas someras con velocidades elevadas de corriente y turbulencia superficial. Si no son demasiado someros o la velocidad del agua no es muy elevada pueden soportar la freza de salmónidos y ciprínidos.

Rápido profundo (*Rapid*): Zonas de velocidad elevada, flujo turbulento y profundidades elevadas. Si no son demasiado profundas y rápidas, pueden soportar frezaderos.

Aguas laterales (*Backwaters*): Aguas estancadas, conectadas o no con el canal principal. En ningún caso son aptas para la freza de especies autóctonas.

Brazos laterales (*Sidearm*): Son pequeños canales que se forman paralelos al cauce principal, suelen ser de poca entidad y no se emplean para la freza. Pueden ser, sin embargo, un buen lugar de alevinaje.

Pozos y saltos (*Pool-step*): Hábitat formado por pequeños pozos unidos por saltos, cuya entidad no es suficiente como para considerarlos por separado. Con caudales altos, se convierte en *Rapid*.

3.3. Selección de los tramos

Para la selección de los tramos se ha partido de la clasificación tipológica descrita en el apartado anterior (Figura 4).

Las tipologías dominantes y que suman la mayor longitud de tramos fluviales en el conjunto de la cuenca (tabla 1), corresponden a los tributarios principales del embalse, son el 1, 2, 4 y 5.

Tabla 1. Longitud total de tramos fluviales por tipologías

Tipología	Longitud (km)
1	48,41
2	71,88
3	15,91
4	26,65
5	35,28
6	20,65
7	9,08

Por ello, se ha optado por centrar el levantamiento de hábitats en estas cuatro tipologías, que coinciden además con los tramos de muestreo de peces. En el mapa de la figura siguiente se muestra la ubicación de los tramos estudiados.

3.4. Muestreos de peces

Los principales ríos tributarios (Duero, Ebrillos y Revinuesa) y las zonas litorales del embalse se muestrearon mediante métodos de pesca científica con electricidad, utilizando equipos de electropesca portátiles e integrados en una embarcación preparada

a tal fin. En las zonas de mayor profundidad se ha muestreado con redes agalladeras multipaño² y una aproximación semicuantitativa que permite obtener estimaciones de capturas y biomasa por unidad de esfuerzo.



Figura 5. Acción de pesca eléctrica mediante vadeo en el río Duero (izda.) y con redes de pesca científica (dha.) en el embalse.

En la figura 6 se representan los puntos de muestreo de peces y los diferentes tipos de técnicas utilizadas, incluyendo el sondeo hidroacústico en el embalse dirigido a obtener estimaciones cuantitativas en esa masa de agua para el modelado del ecosistema, que no es objeto de este artículo pero que forma parte del proyecto ROEM+.

El primer muestreo se realizó durante el mes de junio de 2013 en un escenario hidrobiológico de interés: Embalse lleno y periodo reproductivo de algunas de las especies.

Se ha realizado además un segundo muestreo en el mes de septiembre de 2013, con el objetivo de tener un segundo punto de medición de la dinámica de las poblaciones en una situación alejada del periodo de reproducción y representativa de niveles bajos en ríos y embalse.

² 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)

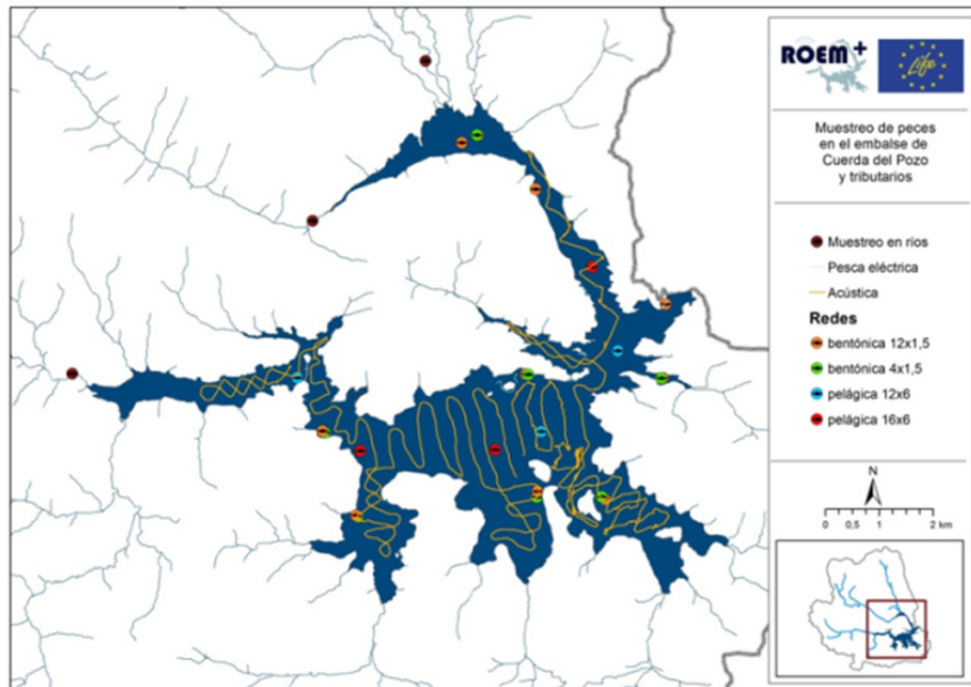


Figura 6. Mapa de muestreo de peces

4. Resultados

4.1. Tramificación del hábitat fluvial

Se ha recorrido un total de 2,5 km entre los ríos Revinuesa, Duero y Ebrillos en los que se caracterizaron un total de 51 hábitats fluviales que se clasificaron dentro de 7 categorías diferentes. La superficie total fue de 22.800 m². En la tabla siguiente se muestra la distribución en mesohábitats para cada uno de los tramos.

Tabla 2. Distribución en mesohábitats

Punto de muestreo	Tipo	Glide	Pool	Pool-step	Rapid	Riffle	Run	Sidearm
Revinuesa01	1	11%	12%	1%	0%	35%	41%	0%
Revinuesa02	2	0%	12%	8%	0%	37%	43%	0%
Duero01	4	13%	5%	0%	3%	20%	56%	3%
Ebrillos01	5	68%	10%	0%	0%	11%	11%	0%

Se aprecia que la composición de hábitats difiere sensiblemente entre unos tramos y otros, principalmente entre ríos. El río Ebrillos presenta un claro dominio de hábitats lentos (*glide* y *pool*) frente a los otros tramos, como consecuencia de la menor pendiente

del cauce. Esto explica la presencia de especies exóticas que se consideraban exclusivas del embalse.

Entre los dos tramos del Revinuesa apenas hay diferencias, salvo una presencia algo superior de tablas (*glides*) en el tramo inferior, que tiene menor pendiente. El tramo estudiado del río Duero presenta unas características intermedias entre el Revinuesa y el Ebrillos con un predominio claro de los *runs*.

En las figuras siguientes se ha representado la sucesión de hábitats sobre la ortofoto de cada uno de los tramos.

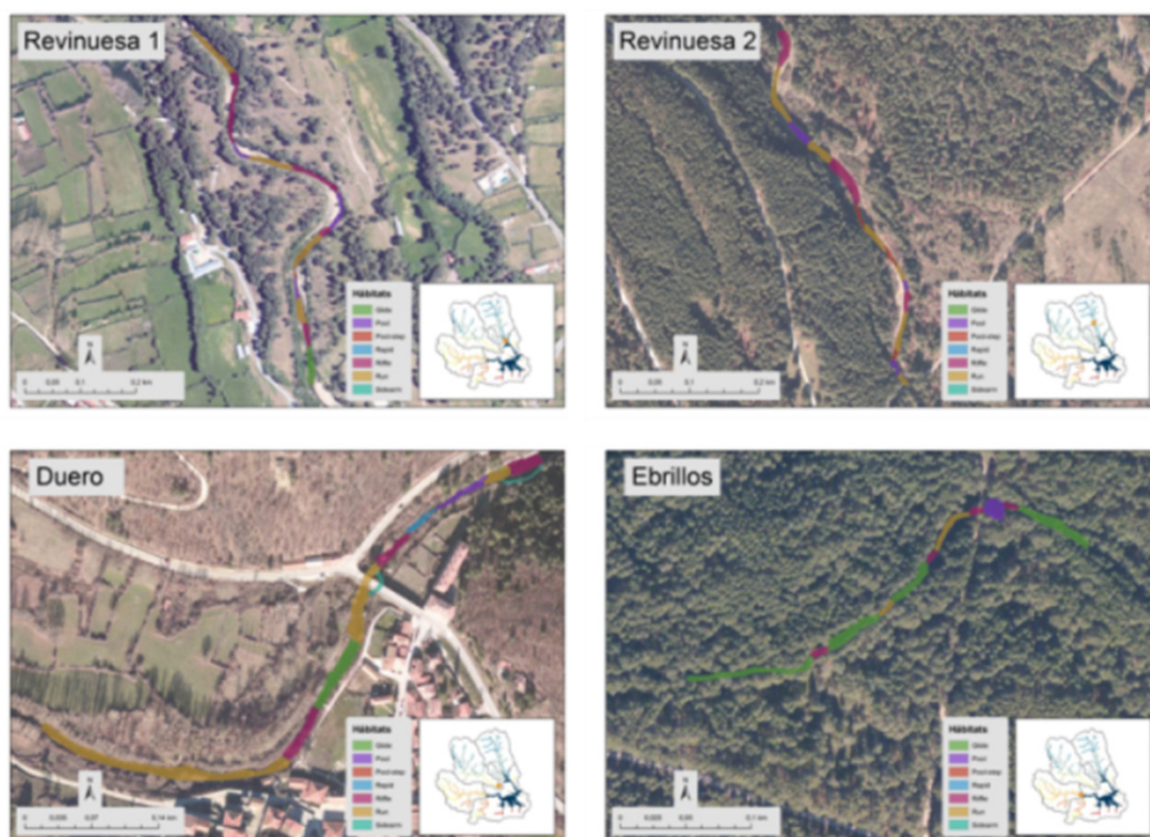


Figura 7. Sucesión de mesohábitats en los diferentes tramos fluviales estudiados

4.2. Comunidades de peces

Se ha apreciado la existencia de dos tipos de asociaciones de peces prácticamente inconexas (tabla 3): Por un lado la asociación del embalse, compuesta por dos especies autóctonas: Barbo común (*Luciobarbus bocagei*) y trucha común (*Salmo trutta fario*) y cuatro alóctonas: Alburno (*Alburnus alburnus*), Black bass (*Micropterus salmoides*), lucioperca (*Sander lucioperca*) y las dos variedades de carpa: Común (*Cyprinus carpio*) y carpa de espejos (*Cyprinus carpio specularis*).

Por otro lado, en los ríos, además del barbo y la trucha, aparecen especies de ciprínidos de pequeño tamaño: Piscardo (*Phoxinus phoxinus*), gobio (*Gobio lozanoi*) y bermejuela (*Achondrostoma arcasii*), con presencia histórica en el embalse pero actualmente ausentes debido a la presión por los predadores alóctonos. Otras especies de ciprínidos que cabía esperar aparecieran y que no fueron detectados en el muestreo son: boga del Duero (*Parachondrostoma duriense*), bordallo (*Squalius carolitertii*) y lamprehuela (*Cobitis calderoni*).

Tabla 3. Especies de peces presentes en el ámbito del embalse de La Cuerda del Pozo

Nombre común	Nombre científico	Origen	Embalse	Río Duero	Río Revinuesa	Río Ebrillos
Bemejuela	<i>Achondrostoma arcasii</i>	Autóctona	No	No	No	Si
Alburno	<i>Alburnus alburnus</i>	Alóctona	Si	No	No	No
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	Alóctona	Si	No	No	No
Carpa de espejos	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	Alóctona	Si	No	No	No
Gobio	<i>Gobio lozanoi</i>	Autóctona	No	Si	No	Si
Barbo común	<i>Luciobarbus bocagei</i>	Autóctona	Si	Si	Si	Si
Black Bass	<i>Micropterus salmoides</i>	Alóctona	Si	No	No	No
Piscardo	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Autóctona	No	Si	Si	No
Trucha común	<i>Salmo trutta fario</i>	Autóctona	Si	Si*	Si	Si
Lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>	Alóctona	Si	No	No	No

* Observada pero no capturada en el muestreo

Los resultados obtenidos reflejan una baja densidad de peces en el embalse acentuada por las elevadas reservas hídricas en el momento del muestreo y el remonte de parte de la población de barbo común para la reproducción, que sin embargo, es la especie dominante de la asociación junto a las carpas.

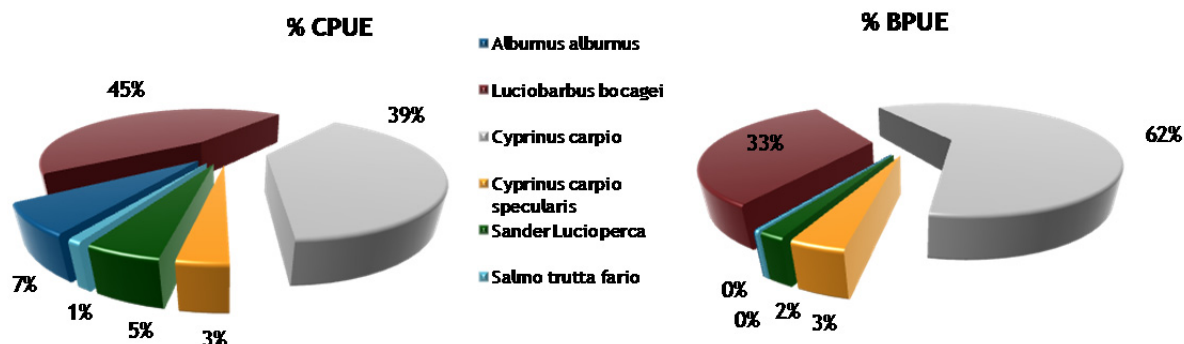


Figura 8. Composición de la asociación de peces del embalse, obtenida mediante redes agalleras (Aguas libres)

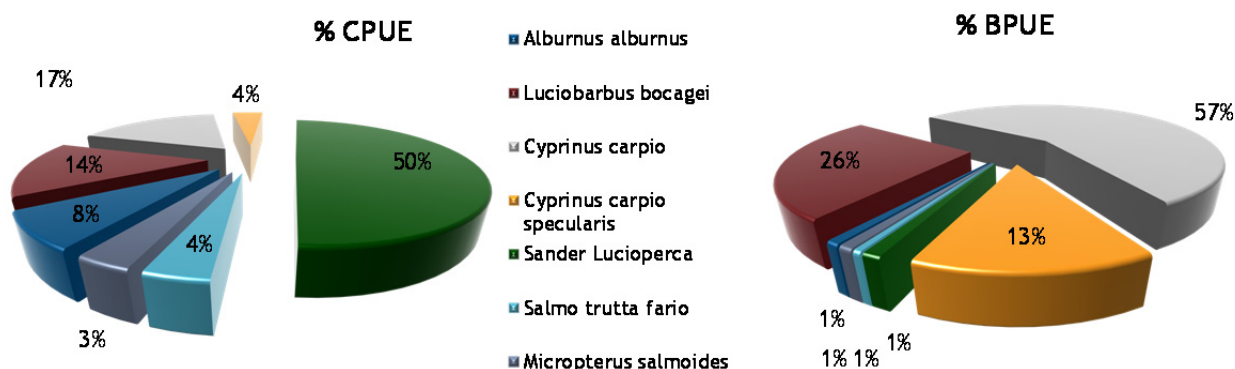


Figura 9. Composición de la asociación de peces de la zona litoral del embalse, obtenida mediante pesca eléctrica desde embarcación (zona litoral)

El barbo y la trucha son las únicas especies que se encuentran tanto en el embalse como en los ríos; sin embargo, a pesar del importante remonte de barbos en los principales tributarios del embalse (Duero, Revinuesa y Ebrillos) únicamente se han encontrado individuos adultos, mayores de 42 cm, lo que refleja desequilibrios en la estructura poblacional y un limitado éxito reproductivo de esta especie.

La trucha, con apenas presencia en el embalse y muy bajas densidades en los tramos fluviales muestreados (cerca del embalse), es la única especie que parece reproducirse en los ríos y una parte de la población emplea el embalse para la alimentación y el crecimiento.

En cuanto al remonte desde el embalse, se han observado limitaciones a la continuidad fluvial, provocadas por las estaciones de aforo del Duero y el Revinuesa, donde se observaron importantes acumulaciones de peces aguas abajo. A pesar de ello, también se pudo comprobar que algunos barbos lograban franquear los obstáculos.

La lucioperca, a pesar de mostrar una abundancia relativa baja, sí presenta una buena reproducción como se pudo constatar en el muestreo de orilla mediante pesca eléctrica, donde supuso el 50% de las CPUE. El aparente crecimiento y consolidación de las poblaciones de alburno (por el momento poco importante) hace prever un incremento futuro de su población.

En definitiva el embalse tiene una fauna de peces empobrecida, con poblaciones de peces autóctonos que han desaparecido o están siendo desplazadas por especies invasoras, cuya presencia es debida a introducciones ilegales. En general y en esta época del año, en la que el embalse se encuentra prácticamente en su máximo nivel de llenado y algunas de las especies están inmersas en el periodo reproductor que se produce en los ríos, las densidades de peces en el embalse son bajas.

5. Conclusiones

Mediante las técnicas de análisis descritas se ha obtenido una clasificación jerárquica de los tramos fluviales de la cuenca del embalse de La Cuerda del Pozo, que proporcionan una base física para las diferentes acciones del proyecto ROEM+, desde la simulación hidrológica a la evaluación de aportaciones de nutrientes al embalse.

En ciertos tramos y en un nivel de mayor detalle se han alcanzado clasificaciones de los mesohábitats presentes, que proporcionan información sobre potenciales limitaciones para la vida piscícola. Sin embargo, la principal limitación podrían ser las estaciones de aforo de los ríos Duero y Revinuesa, que representan obstáculos al remonte de individuos de especies autóctonas que emigran desde el embalse para reproducirse en el río.



Figura 10. Dificultades de remonte: Izquierda: Estación de aforos del Revinuesa;
Derecha: Estación de aforos del Duero

En el embalse se ha constatado una dominancia de especies alóctonas, que ocupan nichos ecológicos de truchas y ciprínidos autóctonos, desplazándolas por competencia

y/o depredación. De hecho hay varias especies propias de la fauna de peces de este embalse, como la boga o el bordallo, que ni siquiera fueron detectadas en el muestreo. Es conocido que la voracidad de especies introducidas como la lucioperca puede modificar profundamente la estructura de las asociaciones autóctonas de peces (Ribeiro & Leunda, 2012) y de hecho en el embalse de La Cuerda del Pozo algunas especies antaño abundantes prácticamente han desaparecido.

Agradecimientos

El proyecto LIFE ENV/ES/590 ROEM+ “Gestión Avanzada de la Eutrofización de Aguas Superficiales en Territorio Rural de la Cuenca Hidrográfica del Duero”, cuenta con la contribución del instrumento financiero LIFE de la Unión Europea.



A Sergio García Pérez (Servicio Territorial de Medio Ambiente de Soria) por su interés en el proyecto y por la ágil tramitación de los permisos de muestreo y a los Agentes Medioambientales de las comarcas de Vinuesa, Covaleda y Navaleno en especial a Jesús Llorente (Covaleda) por sus indicaciones y consejos.

Referencias

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de las aguas, la Directiva Marco del Agua.

FitzHugh, T. W. (2005), GIS Tools for Freshwater Biodiversity Conservation Planning. Transactions in GIS, 9: 247–263

Parasiewicz P. (2001): MesoHABSIM - a concept for application of instream flow models in river restoration planning. Fisheries 29 (9) p. 6-13.

Ribeiro, F. and Leunda, P. M. (2012), Non-native fish impacts on Mediterranean freshwater ecosystems: current knowledge and research needs. Fisheries Management and Ecology, 19: 142–156