

**Análisis del funcionamiento de  
escalas de peces existentes en la  
cuenca del Ebro y propuesta de  
nuevas escalas en el estudio de  
presas y azudes en los que es  
necesaria su instalación para  
alcanzar el buen estado de las  
aguas según la Directiva  
2000/60/CE**

**Proyectos de pasos de peces  
2008-2010**



**TITULO DEL TRABAJO:** Memoria del proyecto “Análisis del funcionamiento de escalas de peces existentes en la cuenca del Ebro y propuesta de nuevas escalas en el estudio de presas y azudes en los que es necesaria su instalación para alcanzar el buen estado de las aguas según la Directiva 2000/60/CE”

**Nº PROYECTO:** 2585

**CLIENTE:** CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

**PERSONAS DE CONTACTO:** Concha Durán Lalaguna y Patricia Navarro Barquero

**REALIZADO POR:**

TECNOMA.

C/ Allue Salvador nº 5

50.001 Zaragoza

Tel. +34 976 484 993

Fax +34 976 228 711



## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>7</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
1.1. EQUIPO TÉCNICO .....	8
1.2. ANTECEDENTES.....	9
1.3. OBJETIVOS .....	9
1.4. ALCANCE DE LOS TRABAJOS .....	10
<b>2. FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>12</b>
2.1. SERVICIOS DE PESCA DE LAS CCAA .....	12
2.1.1. Aragón.....	12
2.1.2. Cataluña .....	12
2.1.3. Navarra .....	12
2.1.4. Castilla y León.....	12
2.1.5. La Rioja .....	12
2.2. ORGANISMOS DE CUENCA.....	13
2.2.1. Confederación Hidrográfica del Ebro.....	13
2.2.2. Agencia Catalana del Agua .....	13
2.2.3. Agencia Vasca del Agua.....	13
2.3. SERVICIO DE POLICÍA DE CAUCES DE LA CHE .....	13
2.4. PLAN DE CUENCA DEL EBRO - PARTICIPACIÓN CIUDADANA .....	13
<b>3. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA PRIORIZACIÓN DE MASAS</b> .....	<b>14</b>
3.1. BASE METODOLÓGICA.....	14
3.2. INFORMACIÓN DE PARTIDA .....	14
3.2.1. Masas de agua en riesgo medio y alto .....	14
3.2.2. Parámetros Físicoquímicos y biológicos.....	15
3.2.3. Registro de Azudes.....	15
3.2.4. Poblaciones de peces.....	17
3.3. ELECCIÓN O DESCARTE DE MASAS SEGÚN PARÁMETROS BIOLÓGICOS O FÍSICOQUÍMICOS .....	19
3.4. ÍNDICE DE PRIORIZACIÓN DE MASAS .....	21
3.4.1. Determinación de los factores del índice de priorización .....	21
3.4.1.1. Longitud de tramos de río ( $L_t$ ) .....	21
3.4.1.2. Alturas de azudes ( $h_i$ ) .....	21
3.4.1.3. Especies presentes ( $n_i$ ).....	22
3.4.1.4. Valor piscícola ( $k$ ) .....	25
3.4.2. Índice de priorización ( $I_p$ ).....	29
3.5. MASAS PRIORITARIAS.....	32
<b>4. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA ELECCIÓN DE OBSTÁCULOS</b> .....	<b>39</b>
4.1. PRIORIZACIÓN DE OBSTÁCULOS BASADA EN LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA.....	39
4.2. PRIORIZACIÓN DE OBSTÁCULOS A PARTIR DE LA CONSULTA A ORGANISMOS AUTONÓMICOS .....	41
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>42</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>44</b>



## AGRADECIMIENTOS

Agradecer la colaboración prestada por el Servicio de Policía de Cauces de la Confederación Hidrográfica del Ebro en este trabajo, sin ellos no hubiera sido posible recopilar tanta información sobre las estructuras transversales de la cuenca.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los cursos de agua de la Cuenca del Ebro deben alcanzar una serie de exigencias ecológicas derivadas de la implantación de la Directiva Marco del Agua (DMA), por la que se establece un marco comunitario en el ámbito del estado ecológico de los ríos.

Entre las tareas a realizar, se ha de trabajar en la implantación de Programas de Medidas para alcanzar el buen estado de las masas en el 2015. Uno de los aspectos que considera es la continuidad fluvial, mermada por el efecto de las presas y azudes. Estas estructuras transversales representan una discontinuidad en el río con efectos negativos en los ecosistemas, y muy especialmente en los desplazamientos migratorios de la ictiofauna, necesarios muchas veces para la freza y el mantenimiento de las poblaciones. Por ello es necesario un estudio de la continuidad fluvial para tratar de solventar en la medida de lo posible este impacto negativo. Un paso para peces bien diseñado puede constituir a veces una solución aceptable, si bien se debe considerar igualmente la viabilidad de permeabilizar demoliendo o destruyendo parcialmente las estructuras cuya presencia carece ya de interés.

### 1.1. EQUIPO TÉCNICO

	ORGANISMO	FUNCIÓN
<b>TECNOMA</b>		
Pedro Boné Puyo	Lic. en Geografía	Coordinador Proyecto
Alfredo Ferrán Adán	Ingeniero de Montes	Coordinador Proyecto
	Lic. En Ciencias Ambientales e Ingeniero Técnico Forestal	
Adrián Langa Sanchez		Diseño escalas
Eduardo Gil Iralde	Ingeniero de Montes	Diseño Escalas
M <sup>a</sup> Angels Vich Homs	Lic. en Biología	Análisis Potencial ecológico
Dídac Jordà Capdevila	Lic. en Biología	Análisis Permeabilidad
<b>TYP SA</b>		
Francisco Melendo Bueno	Ingeniero de Caminos	Cálculos Hidráulicos
Victor Manuel Alvaro Benito	Ingeniero de Caminos	Sistemas constructivos
Joaquim M <sup>a</sup> de Dalmasses Juanet	Ingeniero en Informática	Aplicaciones Bases de Datos
<b>Universidad de Barcelona</b>		
Adolfo de Sostoa Fernández	Dr. en Biología	Asesoramiento ecología piscícola
Albert Maceda Veiga	Lic. en Biología	Asesoramiento ecología piscícola
Edgar Solorio Ornelas	Lic. en Biología	Asesoramiento ecología piscícola
<b>Universidad de Valladolid</b>		
Francisco Javier Sanz de Ronda	Ing. de Montes	Asesoramiento diseño de pasos de peces
Guardería Fluvial	<b>Confederación Hidrográfica del Ebro</b>	Aportación datos sobre estructuras y problemáticas observadas

## 1.2. ANTECEDENTES

La Confederación Hidrográfica del Ebro tiene que cumplir una serie de exigencias derivadas de la implantación de la Directiva 2000/60/CE, de 23 de octubre de 2000, conocida como Directiva Marco del Agua (DMA), por la que se establece un marco comunitario en el ámbito de la calidad de las aguas.

Entre estas tareas a realizar, se ha de trabajar en la implantación de Programas de Medidas para alcanzar el buen estado de las aguas en el año 2015. Las presas y azudes representan una discontinuidad en el río con efectos negativos en los ecosistemas, y muy especialmente en los desplazamientos de los peces, necesarios muchas veces para la freza y el mantenimiento de las poblaciones. Por ello es necesario un estudio de estas discontinuidades para tratar de solventarlas en la medida de lo posible. Una escala de peces bien diseñada puede constituir a veces una solución aceptable.

En el Área de Calidad de las Aguas, desde el año 2005 se vienen realizando estudios de las repercusiones de la actividad humana en el estado de las aguas superficiales (IMPRESS), en el que se realiza un inventario de presiones, incluyendo alteraciones transversales como presas y azudes.

Por su parte, la Oficina de Planificación Hidrológica realiza para elaborar el Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro Planes por subcuencas, que posteriormente se someten a un proceso de participación pública. En ellos también se recoge información sobre las escalas y las discontinuidades.

Consciente de la necesidad de poner en marcha un primer estudio profundo de las discontinuidades existentes en la cuenca así como de las escalas de peces y un análisis y propuesta de soluciones, la Confederación Hidrográfica del Ebro realiza el presente trabajo.

## 1.3. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es el diseño de proyectos que mejoren el estado ecológico, en concreto la continuidad fluvial, de aquellas masas que se encuentran en riesgo medio o alto de no alcanzar los objetivos fijados por la DMA. Además se ha analizado el funcionamiento de algunas escalas de peces.

A continuación se definen los objetivos secundarios que han permitido conseguir el objetivo central del trabajo.

- a) Creación de una base de datos con las alturas de las estructuras transversales de la cuenca.
- b) Creación de una base de datos con las escalas de peces existentes en la Cuenca del Ebro.
- c) Priorización de permeabilización en masas en riesgo medio y alto de no alcanzar los objetivos fijados por la DMA (elección de masas prioritarias).
- d) Elección de obstáculos a permeabilizar en las masas prioritarias.
- e) Diseño de 30 proyectos de escalas de peces.
- f) Evaluación de escalas de peces existentes en la cuenca del Ebro.

## 1.4. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El presente trabajo en sus inicios se centró en aquellas masas de la cuenca del Ebro tipificadas en riesgo medio y alto de no alcanzar los objetivos fijados por la DMA según el último informe de situación CEMAS del año 2006. (Ver Fig. 1. Tipificación de riesgos en las masas de agua de la demarcación de la Cuenca Ebro). Posteriormente el ámbito de estudio se amplió a todas las masas de agua de la cuenca.

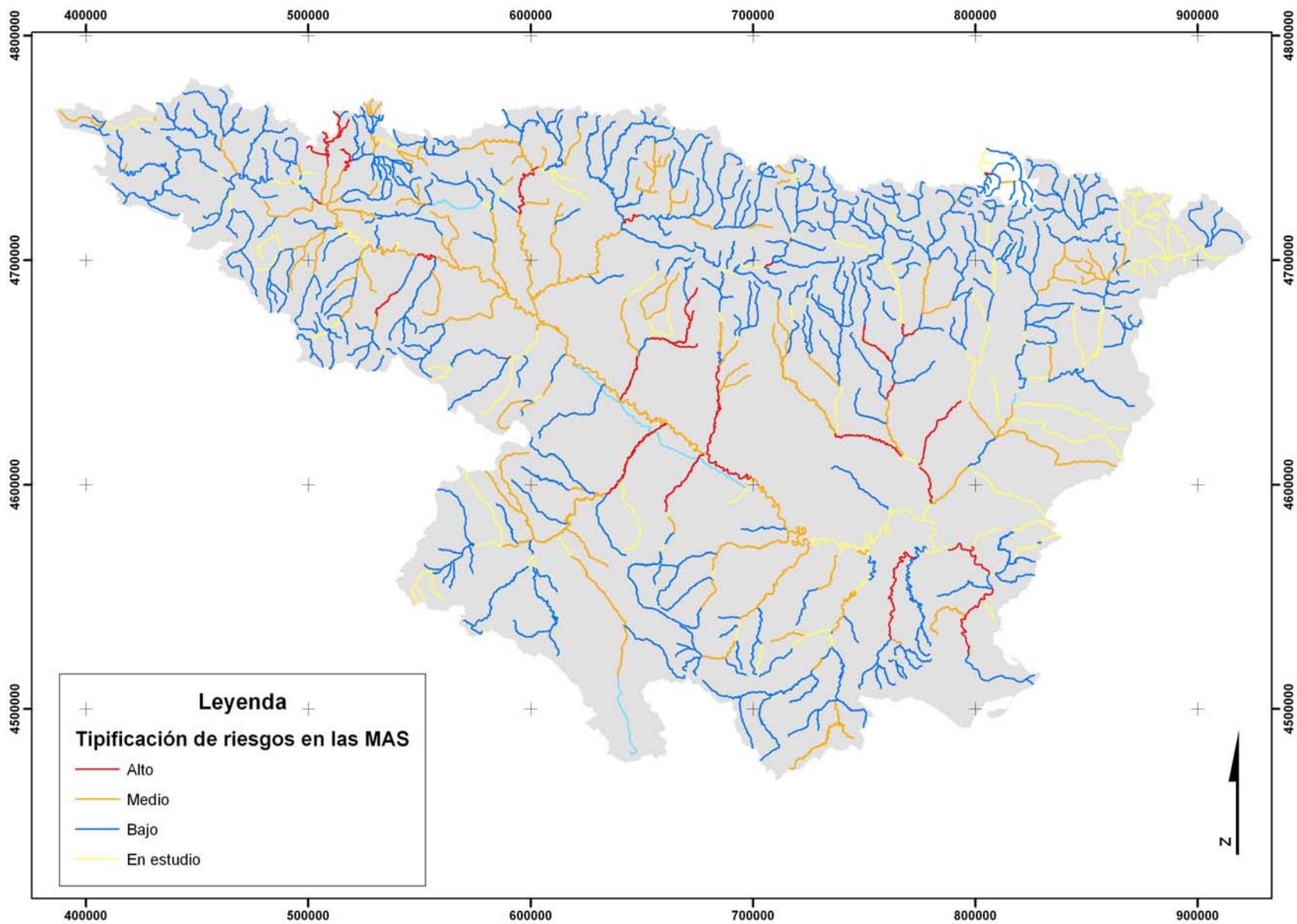


Fig. 1. Tipificación de riesgos en las masas de agua de la demarcación de la Cuenca del Ebro.

## **2. FUENTES DE INFORMACIÓN**

Se ha realizado una solicitud de información a las administraciones que disponen de un amplio territorio dentro de la Cuenca del Ebro. A continuación se indica la información facilitada por cada una de éstas.

### **2.1. SERVICIOS DE PESCA DE LAS CCAA**

#### **2.1.1. Aragón**

El Servicio de pesca del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón facilitó la siguiente información:

- Cobertura GIS de los muestreos piscícolas realizados en ríos de la Comunidad Autónoma de Aragón.

#### **2.1.2. Cataluña**

Se realizó una solicitud de información piscícola al Servicio de Pesca del Departamento de *Medi Ambient y Habitatge* de la Comunidad Autónoma de Cataluña, quien comunicó que la información se encontraba en la siguiente dirección web.

[http://mediambient.gencat.net/cat/el\\_medi/pesca/inici.jsp](http://mediambient.gencat.net/cat/el_medi/pesca/inici.jsp)

#### **2.1.3. Navarra**

La consulta a la Comunidad Foral de Navarra se remitió al Servicio del Agua quien facilitó la siguiente información:

- Estudio de caudales ecológicos en los ríos de Navarra.
- Datos de caudal de la estación de aforo del Arakil en Etxarren.
- Tablas de obstáculos a permeabilizar, demolición de obstáculos y construcción de escalas de peces. (Servicio de Conservación de la Biodiversidad).

#### **2.1.4. Castilla y León**

El Servicio de pesca del Departamento de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de Gobierno de Castilla y León facilitó la siguiente información.

- Planes de Pesca de los ríos Oca y el Tirón. Esta información se encuentra también disponible en las siguiente dirección web:

<http://oph.chebro.es/DOCUMENTACION/DirectivaMarco/Tiron/Tiron.htm>

#### **2.1.5. La Rioja**

La solicitud a la Comunidad Autónoma de La Rioja se realizó al Servicio de Pesca del Departamento de Medio Ambiente quien facilitó la siguiente información:

- Cobertura GIS de obstáculos (azudes y presas).

- Cobertura GIS de escalas de peces existentes en su territorio.

## 2.2. ORGANISMOS DE CUENCA

### 2.2.1. Confederación Hidrográfica del Ebro

- Base de datos DATAGUA.
- Medidas propuestas en el proceso de participación pública del Plan de Cuenca del Ebro.
- Base de Datos de los muestreos de peces realizados por Adolfo De Sostoa.
- Base de Datos del IMPRESS (DATAGUA).
- Coberturas GIS. Oficina de Planificación Hidrológica.

Página Web: <http://oph.chebro.es/ContenidoCartografico.htm>

### 2.2.2. Agencia Catalana del Agua

- Inventario de estructuras transversales (azudes) en ríos de la cuenca del Ebro en Cataluña.
- Estudio de "Avaluació de la connectivitat per als peixos als rius de Catalunya (2006)".
- Guia tècnica de minimització de l'impacte de les obres fluvials sobre la continuïtat. Diciembre 2007.

### 2.2.3. Agencia Vasca del Agua

- Tabla y Cobertura GIS de la situación administrativa de los azudes y presas del País Vasco.
- Caracterización de las masas de agua superficiales continentales de la CAPV.
- Tabla de la vida piscícola en territorios del País Vasco pertenecientes a la Cuenca del Ebro.
- Identificación de presiones y análisis de impactos de origen difuso en las masas de agua de la CAPV.
- Distribución de peces amenazados en Álava.
- Proyecto de restauración del azud del arroyo de la Rosa en Azilu.

## 2.3. SERVICIO DE POLICÍA DE CAUCES DE LA CHE

Se realizó una encuesta a cada uno de los guardas de los subsectores del servicio de policía de cauces solicitando información relativa a las características de las estructuras transversales identificadas en la base de datos y de nuevas estructuras en el caso de que no estuvieran identificadas en la base de datos. Asimismo se les consultó sobre la existencia de problemáticas relacionadas con la migración de los peces en estructuras.

Con la información que se recibió del servicio de policía de cauces se completó una base de datos de obstáculos que se utilizó en la fase de priorización de masas, ya que son necesarios los datos de altura de los azudes.

## 2.4. PLAN DE CUENCA DEL EBRO - PARTICIPACIÓN CIUDADANA

De las propuestas recogidas en el proceso de participación ciudadana del Plan de la Cuenca del Ebro, se extrajeron aquellas que se incluían dentro del **Grupo A.8**, (Estudios o propuestas de

permeabilización de obstáculos). De esta forma se consultaron si en las masas seleccionadas como prioritarias disponían de propuestas de permeabilización de obstáculos.

### 3. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA PRIORIZACIÓN DE MASAS

#### 3.1. BASE METODOLÓGICA

Se ha tenido en cuenta la siguiente documentación:

- Pini Prato, E. 2001. “Una proposta di valutazione indicizzata delle priorità di intervento nella realizzazione di passaggi per pesci. Provincia di Firenze”, lp: Índice de priorità totale.
- Agencia Catalana del Agua, 2007. “Guía técnica de minimización del impacto de las obras fluviales sobre la continuidad” (apartado 2.3 priorización de tramos).

#### 3.2. INFORMACIÓN DE PARTIDA

##### 3.2.1. Masas de agua en riesgo medio y alto

De las masas tipificadas en la cuenca del Ebro, 28 de ellas se corresponden con masas con un riesgo alto de no alcanzar el objetivo y 132 con un riesgo medio de no alcanzar el objetivo fijado por la Directiva Marco para el año 2015 (Según el informe de situación CEMAS del año 2006). En total, las masas, en riesgo alto y medio suman 3.728 Km, de los cuales 801 Km se corresponden con masas en riesgo alto y 2.927 Km con masas en riesgo medio.

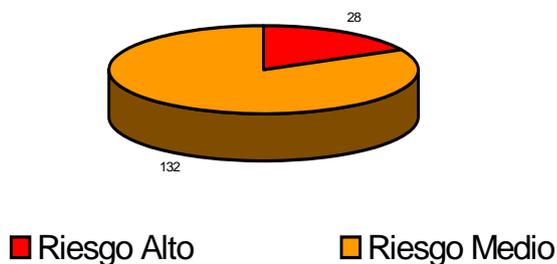


Fig. 2. Número de masas en riesgo medio y alto.

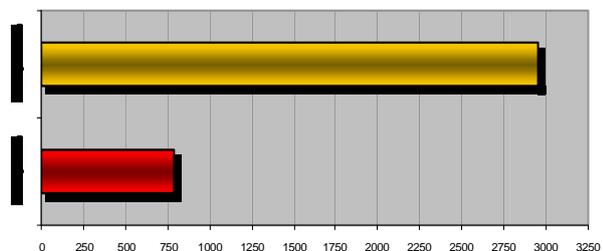


Fig. 3. Kilómetros de masas en riesgo medio y bajo.

### 3.2.2. Parámetros Físicoquímicos y biológicos

Los parámetros físicoquímicos y biológicos se han obtenido las redes de control biológico de la cuenca del Ebro.

### 3.2.3. Registro de Azudes

Para el inventario de Azudes, fundamental para realizar el trabajo, se ha tomado como base la cobertura de Azudes y el Inventario de presas de la CHE y se han completado con los azudes inventariados en el *IMPRESS 2* (2007). Posteriormente a partir de su identificador se han incluido los datos de altura según la base de datos *del IMPRESS 2* y del Inventario de Presas de España (por ser más precisos).

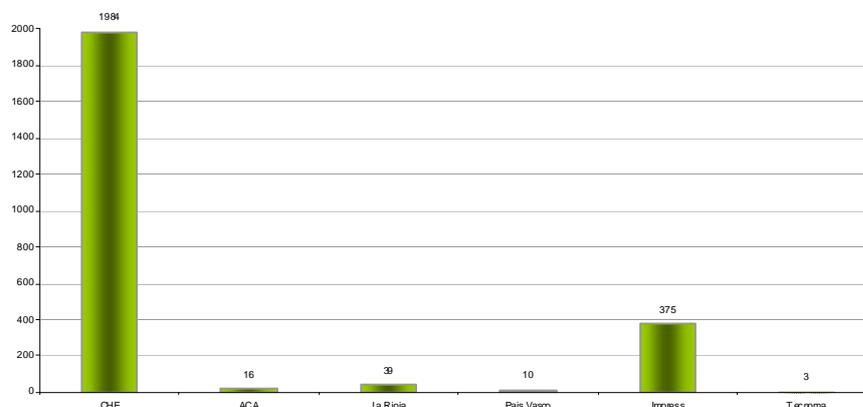
A continuación, seleccionando caso a caso los obstáculos se ha completado incluyendo las presas y los azudes de la base de datos de:

- *Recloses y Preses* de la Agencia Catalana del Agua.
- Base de datos facilitada por el Servicio de Pesca de la Comunidad Autónoma de La Rioja.
- Base de datos de Azudes del País Vasco
- Azudes localizados en campo por Tecnoma que no se encontraban en ninguna de las BBDD mencionadas anteriormente.

Por último, se ha depurado la base de datos resultante, eliminando aquellos obstáculos que presentaban un mismo identificador por considerarse información repetida y aquellos que, mediante fotointerpretación, se ha constatado que están repetidos.

En total se recopilaron 2.427 estructuras transversales en la cuenca del Ebro. La mayor parte de los datos (1.984) procedían de las bases de datos de azudes y presas de la Confederación Hidrográfica del Ebro. En segundo lugar cabe resaltar los datos extraídos de la Base de Datos del *Impress 2*, donde se recopilaron un total de 375 obstáculos. También fue importante para completar la base de datos de estructuras transversales la información facilitada por las Comunidades Autónomas. En la Figura 5, se presenta una cartografía con las estructuras transversales recopiladas para el trabajo.

Fig. 4. Origen de los datos de la Base de Datos de Presas y Azudes.



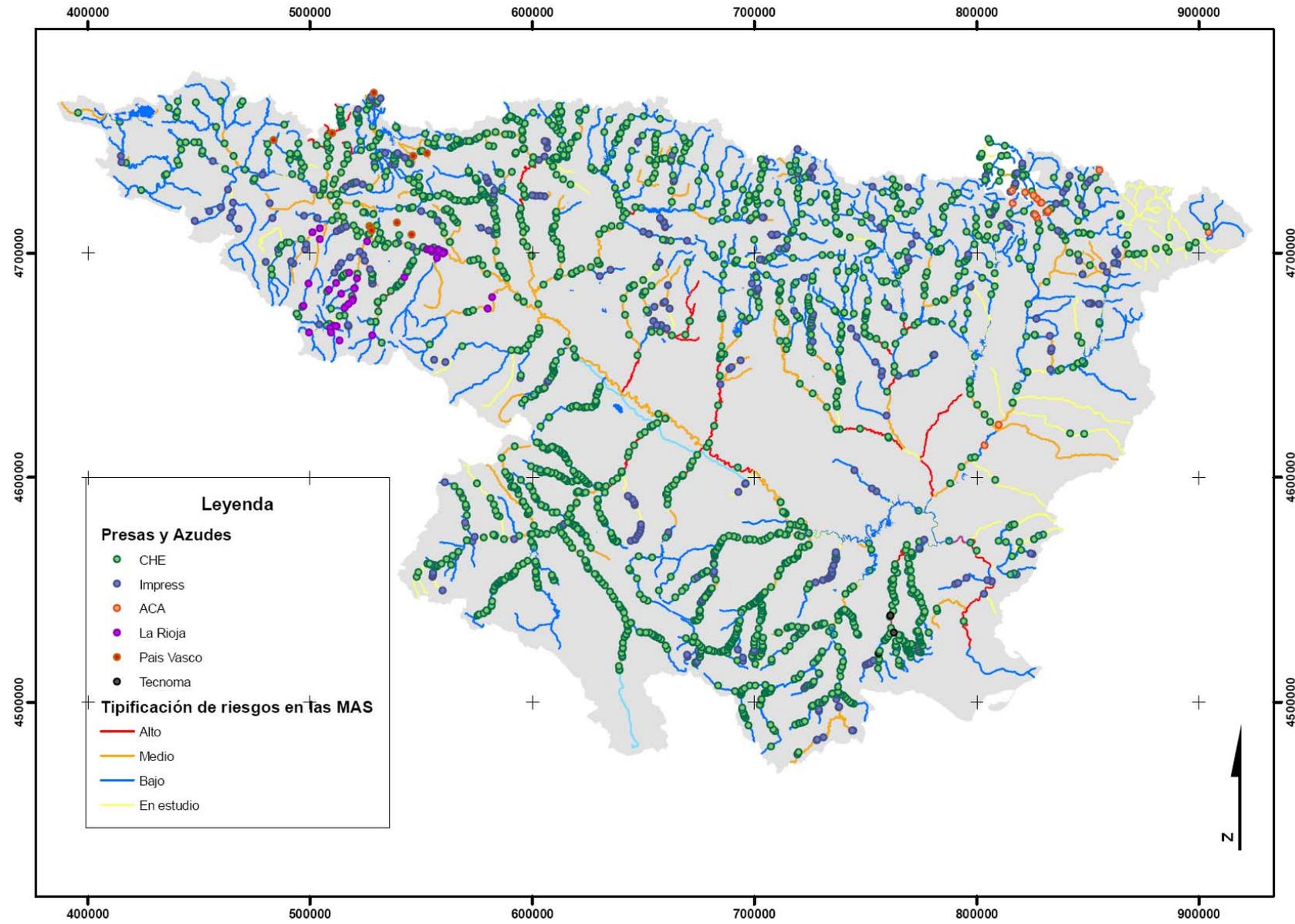


Fig. 5. Estructuras transversales (azudes y presas) de la Cuenca del Ebro.

### **3.2.4. Poblaciones de peces**

Se cuenta con los datos del inventario de peces de la CHE que ha sido realizado por un equipo de la Universidad de Barcelona dirigido por D. Adolfo De Sostoa.

Este inventario ha supuesto la medición y pesaje de hasta 50 ejemplares por especie presente en cada uno de los 400 puntos de los que se componía la red de muestreo para toda la cuenca (que incluía puntos de control de calidad establecidos y otros asignados para el propio trabajo).

A su vez se cuenta con otros inventarios realizados por la Comunidad Autónoma de Aragón.

A continuación se representa una cartografía (Fig. 6) donde se representan los muestreos facilitados por la CCAA de Aragón y por la CHE.

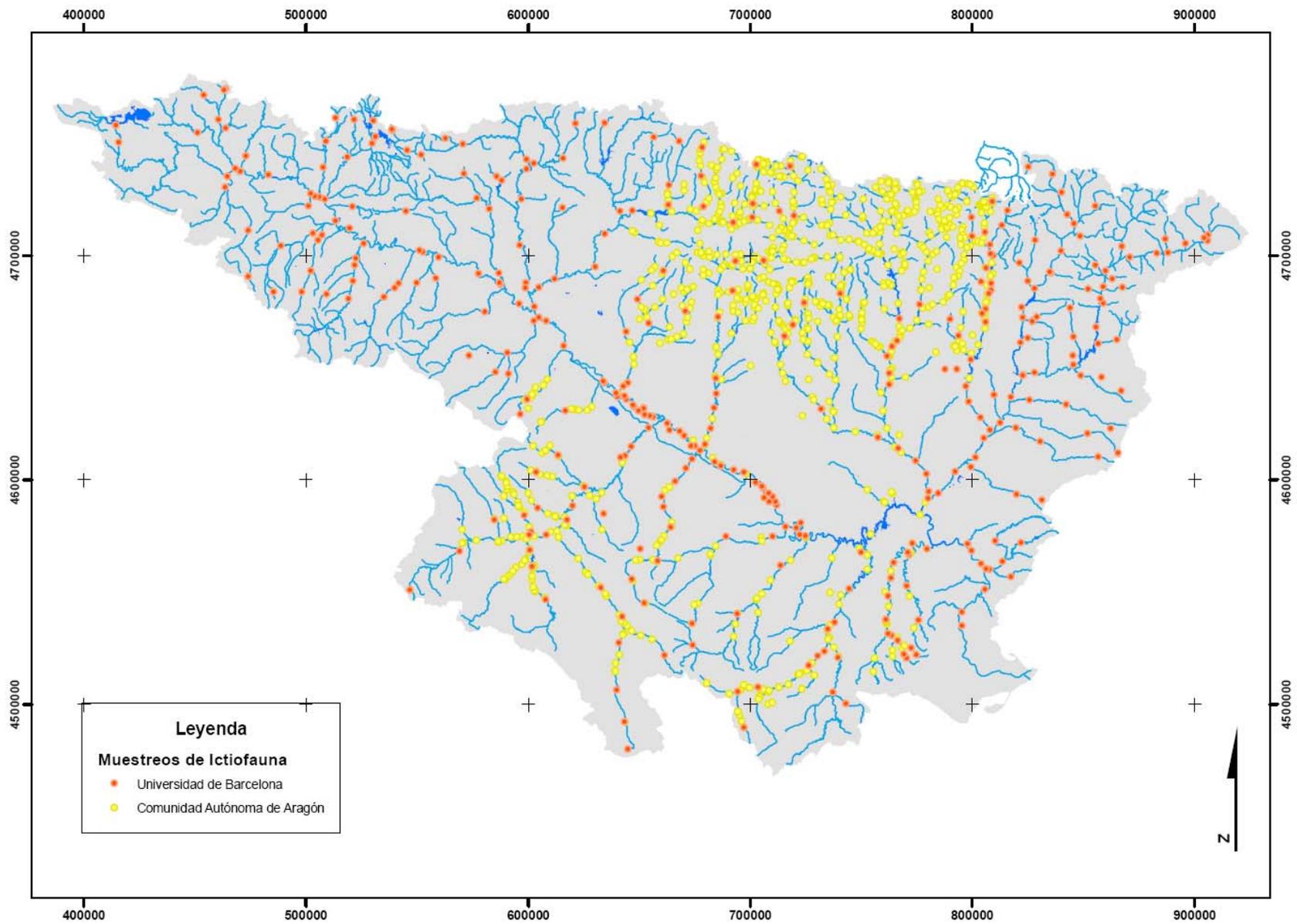


Fig. 6. Cartografía de los muestreos disponibles en la Cuenca del Ebro.

### 3.3. ELECCIÓN O DESCARTE DE MASAS SEGÚN PARÁMETROS BIOLÓGICOS O FÍSICOQUÍMICOS

Algunas masas presentan un estado ecológico que no garantiza la supervivencia de los peces, de ahí que la construcción o remodelación de una escala para peces en ese punto es irrelevante para la mejora ecológica de esas masas.

De tal forma que con el objeto de reducir el ámbito de estudio, se diseñó una Base de datos (engloba parámetros físico químicos, biológicos y de estructuras) que permite descartar aquellas masas que no presentan unos parámetros físicoquímicos o biológicos aptos para la vida piscícola o que disponen de estructuras de una altura desmesurada para la construcción de un paso para los peces.

Algunos de los índices utilizados (como el IBMWP) dependen del tipo de río, con lo que la información obtenida en las bases de datos de ese tipo será crucial para poder precisar correctamente su índice ecológico.

No todos los índices físico químicos o biológicos se aplican en cada punto de muestreo y puede que haya más de un punto de muestreo por masa de agua, de modo que la elección de uno o unos pocos depende de varios factores: la disponibilidad de datos pero también su relación con la vida piscícola. De todos, se seleccionaron los siguientes:

- IBMWP. “*Iberian Monitory Working Party*” (Índice de macroinvertebrados)
- IVAM “Índice de Vegetación Acuática Microscópica de Macrófitos” (Índice de macrófitos).
- IPS (Índice de diatomeas). Índice de Polusensibilidad Específica
- NH<sub>4</sub> (Amonio, puede llegar a ser muy tóxico para los peces).
- NO<sub>3</sub> (Nitratos, pueden indicar vertidos de purines y depuradoras).
- DBO<sub>5</sub> (Demanda Biológica de Oxígeno, puede indicar vertidos y falta de oxígeno disuelto).

Por otro lado, un dato útil que nos aportan las bases de datos de azudes es la altura del obstáculo, con lo que se decidió suprimir aquellos que sean  $\geq 10$  metros, descartando con eso la masa que quede aguas abajo de éstos puntos. Esto podría aplicarse también para las presas, descartando aquellas masas de agua justo por debajo de ellas. Una excepción son aquellas presas que disponen de un paso para peces.

La tabla 1 presenta los parámetros elegidos y los umbrales definidos de cada parámetro para escoger o descartar las masas.

	Bueno / muy bueno	Moderado	Deficiente / Malo
Índice IBMWP	$x > 60$	$36 \leq x \leq 60$	$< 36$
Índice IPS	$x > 12,5$	$8.6 \leq x \leq 12.5$	$< 8,6$
Índice IVAM	$x > 4,4$	$3.2 \leq x \leq 4.4$	$< 3,2$
Amonio total (NH <sub>4</sub> )	$x \leq 0,5$	$0,5 < x \leq 1$	$x > 1$
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	$x \leq 10$	$10 < x \leq 25$	$x > 25$
DBO <sub>5</sub>	$x \leq 7$	$7 < x \leq 10$	$x > 10$

Tabla 1. Umbrales de los parámetros de los indicadores biológicos y físico químicos

El primer paso es analizar los parámetros biológicos ya que son los mejores indicadores del estado de la calidad del agua en una escala de tiempo más representativa. En caso de falta de datos en un índice, éste se considera moderado.

### 3.4. ÍNDICE DE PRIORIZACIÓN DE MASAS

Los ríos más modificados e intervenidos de la cuenca suelen coincidir con tramos que presentan una gran densidad de azudes y barreras que dificultan e incluso impiden las migraciones de la ictiofauna. El interés de contar con una intervención lo más efectiva posible desde el punto de vista ambiental y a su vez económico, motiva la definición de este índice de priorización.

Se basa en el índice de priorización de actuaciones en masas de agua, elaborado por la *Agencia Catalana de l'Aigua* (Índex de prioritat de intervenció total,  $I_p$ ) definido en la "Guía tècnica de minimització de l'impacte de les obres fluvials sobre la continuïtat".

$$I_p = \frac{(L_t \cdot \sum n_i k_i)}{\sum h_i}$$

$L_t$ : Longitud total del tramo de río en análisis (masa de agua)

$\sum n_i k_i = (n_1 k_1 + n_2 k_2 + \dots + n_n k_n)$ : Sumatorio de las especies presentes multiplicado por su Factor  $k$  (valor piscícola)

$\sum h_i = (h_1 + h_2 + \dots + h_n)$ : Sumatorio de alturas de cada uno de los azudes presentes en la masa de agua en cuestión.

El índice considera tanto la oportunidad de la actuación en relación a la longitud de tramo de río mejorado por metro de altura de azud como, a su vez, el interés ecológico de la permeabilidad para las especies de peces presentes.

El valor piscícola para cada una de las masas viene determinada por el factor  $K$ , este se corresponde con la suma de todos los valores  $k$  asignados a las especies muestreadas en la misma masa de agua.

$$K = \sum n_i k_i$$

#### 3.4.1. Determinación de los factores del índice de priorización

##### 3.4.1.1. Longitud de tramos de río ( $L_t$ )

Este dato resultaba directo de la división de la cuenca en masas de agua definidas según las directrices de la Directiva Marco. Todos los datos se han referido a esta unidad básica de análisis.

##### 3.4.1.2. Alturas de azudes ( $h_i$ )

Una vez integrado el inventario de obstáculos de la cuenca del Ebro existían un gran número de registros sin dato de altura, información imprescindible para calcular el Índice de Priorización.

Para completar la base de datos en relación a este aspecto fundamental se recurrió al análisis estadístico de distribución de alturas de azudes. El objeto de la extrapolación es la asignación de alturas a azudes sin este dato. Los azudes sin datos se corresponden con azudes de derivación de caudal. El dato de altura está definido en todos los casos para las estructuras de regulación (Inventario

de Presas de España). Teniendo en cuenta esta premisa, se descartaron para la interpolación los obstáculos de grandes dimensiones (> 10 m) puesto que se corresponden con obras de regulación y, en consecuencia, deben descartarse para la estimación de alturas de azudes de derivación.

Con la nueva muestra de datos de alturas se calculó la mediana por subcuencas asignando ese valor a los registros que no presentaban dato. En aquellos azudes en los que no se disponía de la mediana de los azudes de la subcuenca, por no existir datos de ningún azud, se ha asignado la mediana resultante para toda la cuenca del Ebro (1,5 m).

Datos de altura de las estructuras transversales	
Datos originales	1078
Mediana Subcuenca	1228
Mediana Cuenca Ebro	81

Tabla 2. Origen de los datos de Altura

### 3.4.1.3. Especies presentes (*n*)

Partiendo del inventario de peces realizado por la Universidad de Barcelona para la propia Confederación Hidrográfica del Ebro se disponía de una extensa red de puntos en la cuenca que ha sido ampliada gracias a la aportación del Servicio de Pesca de la Comunidad Autónoma de Aragón. A cada masa de agua (unidad de análisis) se le asignó mediante GIS los datos de los inventarios de peces existentes en la misma. Algunas de las masas elegidas como ámbito de estudio (masas en riesgo medio y alto de no alcanzar los objetivos fijados por la DMA) no disponían de muestreos piscícolas. Para asignar una ictiofauna a éstas masas se propusieron tres criterios y todos los muestreos asignados posteriormente fueron revisados mediante criterio experto.

- **Asignación de muestreos por proximidad:** Aquellas masas con un punto de muestreo próximo, es decir en el mismo río (principalmente aguas arriba) o en un río cercano con unas características similares, se les ha asignado ese punto de muestreo cercano. Se indica en la tabla 3 el código del muestreo que se ha asignado a la masa: IBIX si es punto de muestreo de la Universidad de Barcelona, y ArX si es de la CCAA de Aragón.
- **Asignación de especies por tipología de cursos:** En aquellas masas sin punto de muestreo próximo, se han asignado especies que habitan en masas que presentan una tipología de cursos igual o muy similar.
- En los muestreos de las **masas del Eje del Ebro** no había ninguna especie muestreada, únicamente se han propuesto especies de la masa 453, río Ebro desde la confluencia con el Huerva hasta la del Gállego. Para el resto de masas en riesgo del Ebro sin muestreo, todas ellas localizadas dentro de la agrupación "Tramos medios bajos", no se han propuesto especies.

A continuación se incluye una tabla donde se presentan aquellas masas que no disponían de ningún muestreo de ictiofauna y la propuesta de especies asignadas a cada una de ellas.

<b>Código Masa</b>	<b>Río</b>	<b>Muestreo Próximo</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Agrupación</b>	<b>Tipo ID</b>
91	Río Linares	IBI 344		Tramos medios bajos (Valle)	109
96	Río Salado	IBI 315		Tramos medios bajos (Valle)	109
141	Río Alchozasa	Ar 383		Tramos medios bajos (Valle)	109
203	Río Iregua	IBI 352		Río de Montaña	111
238	Río Oroncillo	IBI 378		Río de Montaña	112
251	Río Saraso	no	Str	Río de Montaña	112
254	Río Ayuda	IBI 369		Río de Montaña	112
260	Río Recháligo	IBI 373		Río de Montaña	112
269	Río Cárdenas	IBIs 367		Río de Montaña	112
273	Río Yalde	IBI 357		Río de Montaña	112
292	Río Zidacos	IBI 291		Río de Montaña	112
342	Río Martín	IBI 221		Río de Montaña	112
354	Río Celumbres	IBI 155		Río de Montaña	112
362	Río Boix	no	Str	Río de Montaña	112
404	Río Ebro	no	muestreos Ebro	Tramos medios bajos (Valle)	115
405	Río Zadorra	IBI 369		Tramos medios bajos (Valle)	115
407	Río Ebro	no	Ver muestreos Ebro	Tramos medios bajos (Valle)	115
410	Río Ebro	no	Ver muestreos Ebro	Tramos medios bajos (Valle)	115
415	Río Ebro	no	Ver muestreos Ebro	Tramos medios bajos (Valle)	115
442	Río Jalón	Ar 1139		Tramos medios bajos (Valle)	116
445	Río Jalón	Ar 244		Tramos medios bajos (Valle)	116

453	Río Ebro	no	Ver muestreos Ebro	Eje del Ebro	117
466	Río Virga	no	Str, Pbi y Bha	Río de Montaña	126
471	Río Hijedo	no	Str, Pbi y Bha	Río de Montaña	126
478	Río Trueba	IBI 394		Río de Montaña	126
488	Río Urquiola	no	Str, Pbi y Bha	Río de Montaña	126
540	Río Salazar	IBI 242		Río de Montaña	126
547	Río Justapeña	IBI 304		Río de Montaña	126
629	Río Pallerols	IBI 026		Río de Montaña	126
805	Río Tirón	IBI 381		Río de Montaña	112
841	Río Híjar	no	Str, Pbi y Bha	Río de Montaña	127
861	Río Val	no	Str	Río de Montaña	112
866	Río Ebro	no	Ver muestreos Ebro -	Tramos medios bajos (Valle)	115
1702	Río Omecillo	no	Str	Río de Montaña	112
119	Río Sotón	Ar 51		Tramos medios bajos (Valle)	109
798	Río Ebro	no	Ver muestreos Ebro	Tramos medios bajos (Valle)	115
957	Río Segre	IBI 066		Tramos medios bajos (Valle)	115
280	Río Ega II	IBI 397		Río de Montaña	112

Tabla 3. Especies asignadas a las masas sin muestreo de ictiofauna. Str: *Salmo trutta*, Pbi: *Phoxinus phoxinus*, Bha: *Barbus haasi*

### 3.4.1.4. Valor piscícola (k)

El factor k es una representación de la necesidad que tiene una especie de ascender el curso de agua para su desarrollo biológico, recolonización de hábitat, etc. Se trata por tanto de una valoración de carácter ecológico con la finalidad de tutelar y conservar el patrimonio ictológico. Este parámetro, establecido en las fuentes metodológicas, se compone de 4 aspectos a valorar:

$$k = \frac{M + R + PAE + V}{10}$$

- **Movilidad (M):** Se establece como la capacidad de acometer desplazamientos por el río por motivos tróficos o reproductivos (M=0 especies fuertemente sedentarias, M=1 desplazamientos reducidos, M=2 desplazamientos consistentes, M=3 especies puramente migratorias).
- **Rareza (R):** Es un parámetro que cuantifica la presencia de una especie sobre el territorio, es máximo en el caso de especies en peligro de extinción (R=0 especies en expansión, R=1 especies abundantes sobre todo el territorio, R=2 especies en decrecimiento demográfico, R=3 especies en extinción).
- **Presencia, Autoctonía y Endemismo (PAE):** Este parámetro indica la amplitud del área de distribución de las especies, el caso límite podría ser un endemismo al cual se atribuiría una puntuación máxima. (PAE=0 especie introducida, PAE=1 especie de amplia distribución, existente fuera de la península ibérica, PAE=2 especie con distribución limitada, PAE=3 endemismos).
- **Valor Social (V):** Con este parámetro se subraya el interés sobre una determinada especie, por actividad recreativa, pesca deportiva o memoria histórica de los pescadores (V=0 interés nulo, V=1 interés escaso, V=2 interés discreto, V=3 notable interés).

Para la determinación del factor k se ha contado con la colaboración experta de D. Adolfo De Sostoa y su equipo de trabajo de la Universidad de Barcelona. Se han establecido los valores para cada especie encontrada en la cuenca una por una. Teniendo en cuenta que existen especies autóctonas con comportamientos y ecología diferentes en función del hábitat que ocupan, se han realizado en determinados casos, dos valoraciones diferentes para aquellas especies que contaban con dos ámbitos de distribución, uno natural y otro trasladado.

Para poder diferenciar los ámbitos ecológicos en aras de poder aplicar la diferenciación de comportamientos se han clasificado las masas de agua del siguiente modo (Ver Fig. 7).

- **Eje:** Agrupa la siguiente tipología definida por la CHE: Grandes ejes en ambiente mediterráneo (17). Se trata del eje del río Ebro aguas abajo de la confluencia del río Aragón, tramo con un caudal importante y con una pendiente baja.
- **Valle:** Agrupa las siguientes tipologías definidas por la CHE: Ríos mineralizados de la baja montaña mediterránea (9), Ejes mediterráneo-continetales poco universalizados (15) y Ejes mediterráneo-continetales mineralizados (16). Se caracterizan por ser tramos con un caudal medio/alto y una pendiente mayor a la del Eje.
- **Montaña:** Agrupa las siguientes tipologías definidas por la CHE: Ríos de alta Montaña (27), Ríos de Montaña húmeda calcárea (26), Ríos de montaña mediterránea silíceas (11), Ríos de montaña mediterránea calcárea (12). Se caracterizan por ser tramos con un caudal alto y una pendiente eleva.

Por otro lado se ha realizado una modificación sustancial en la valoración del factor k de las especies alóctonas en la cuenca, denominada k'. Dado que su presencia no supone en ningún caso un interés ecológico en la permeabilización de la zona (al menos por sí sola) se ha asignado un valor negativo invirtiendo a su vez la escala de valores (de 0 a 3 en vez de 3 a 0). De este modo es más fácil descartar masas de agua con diversidad de especies pero la mayoría alóctonas.

$$k' = \begin{matrix} k + & \text{especies autóctonas} \\ k - & \text{especies alóctonas} \end{matrix}$$

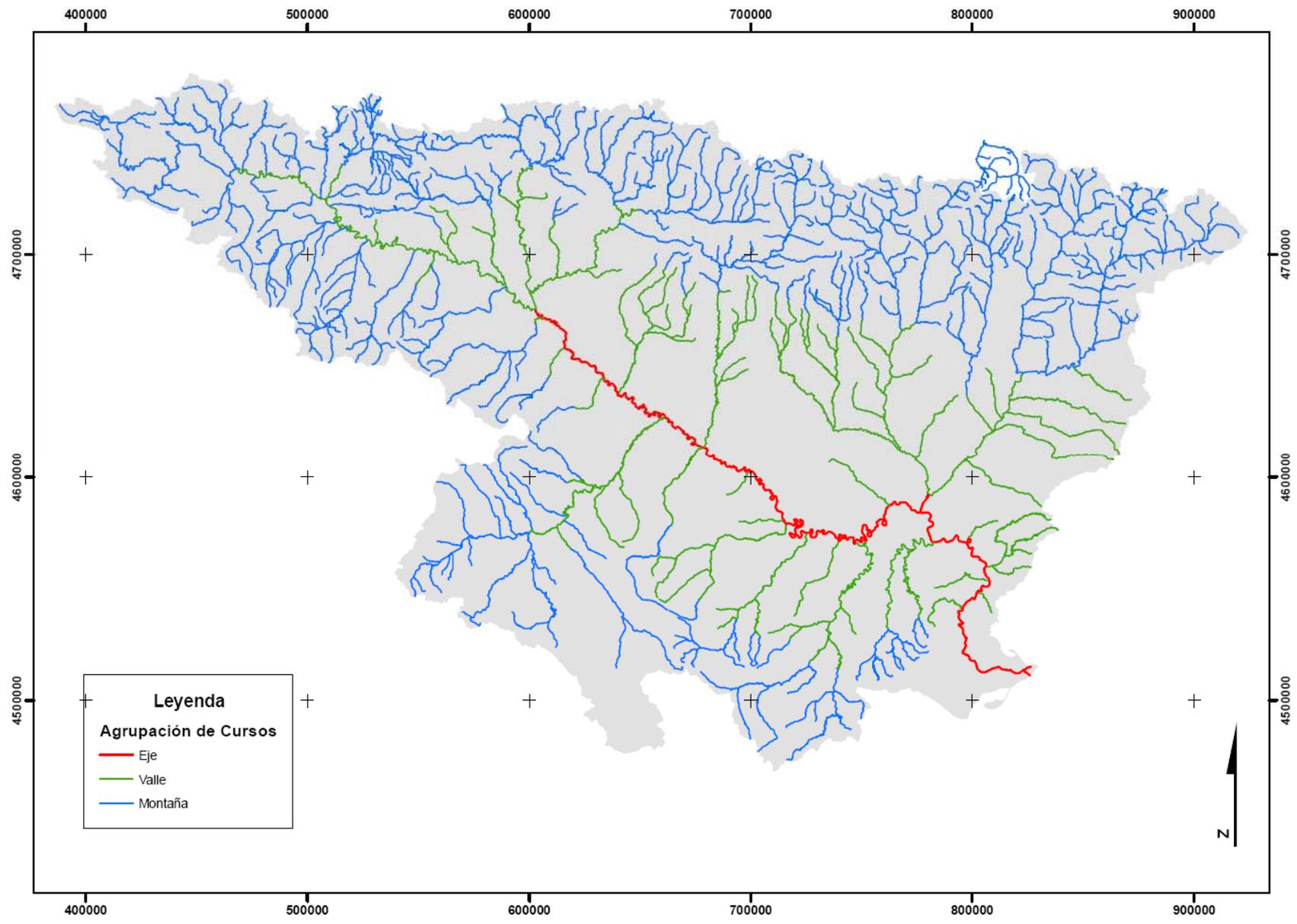


Fig. 7. Agrupación de cursos propuesta para la asignación de especies piscícolas a las masas sin muestra

Especies	Movilidad (M)	Rareza (r)	Presencia, autoctonía, endemismo (PAE)	Valor social (V)	Montaña	Valle	Eje	K´
<i>Alburnus alburnus</i> *	2	3	0	0		1	1	-0,5
<i>Ameiurus melas</i> *	1	3	0	1		1	1	-0,5
<i>Anguilla anguilla</i>	3	2	1	3	1	1	1	0,9
<i>Barbatula barbatula</i>	0	2	3	0	1	1	0	0,5
<i>Barbus graellsii</i>	2	2	2	2	0	1	1	0,8
<i>Barbus haasi</i>	1	2	3	2	1	1	0	0,8
<i>Carassius auratus</i> *	2	3	0	1		1	1	-0,6
<i>Chondrostoma arcasii</i>	1	2	3	0	0	1	1	0,6
<i>Chondrostoma miegii</i>	2	2	3	1	0	1	1	0,8
<i>Cobitis calderón</i>	0	2	3	0	0	1	1	0,5
<i>Cobitis paludica</i>	0	2	3	0	0	1	1	0,5
<i>Cyprinus carpio</i>	2	3	0	0		1	1	-0,5
<i>Esox lucius</i> *	1	3	0	0		1	1	-0,4
<i>Gambusia holbrooki</i> *	2	3	0	3	1	1	1	-0,8
<i>Gobio lozanoi</i>	1	2	3	0	0	1	1	0,6
<i>Lepomis gibbosus</i> *	1	3	0	3	1	1	1	-0,7
<i>Micropterus salmoides</i> *	1	3	0	0		1	1	-0,4
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> *	0	2	0	3		1	1	-0,5
<i>Oncorhynchus mykiss</i> *	2	2	0	0	1	1		-0,4
<i>Perca fluviatilis</i> *	1	2	0	0	1	1		-0,3
<i>Phoxinus bigerri 1</i>	1	2	3	0	1	0	0	0,6
<i>Phoxinus bigerri 2</i>	2	3	1	3	0	1	1	-0,9
<i>Pseudorasbora parva</i> *	2	3	0	3		1	1	-0,8
<i>Rutilus rutilus</i>	1	2	0	1		1	1	-0,4

Especies	Movilidad (M)	Rareza (r)	Presencia, autoctonía, endemismo (PAE)	Valor social (V)	Montaña	Valle	Eje	k´
<i>Salaria fluviatilis</i>	0	3	3	0	0	1	1	0,6
<i>Salmo trutta 1</i>	2	3	3	3	1	0	0	1,1
<i>Salmo trutta 2</i>	2	3	0	0	0	1	0	-0,5
<i>Sander lucioperca</i> *	2	3	0	0		1	1	-0,5
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> *	2	3	0	1		1	1	-0,6
<i>Silurus glanis</i> *	1	3	0	0		1	1	-0,4
<i>Squalius cephalus</i> *	2	3	0	1		1	1	-0,6
<i>Squalius laietanus</i>	2	3	3	0	0	1	1	0,8

Tabla 4. Valores de k´ según especies piscícolas. (\* Especies alóctonas)

### 3.4.2. Índice de priorización (Ip)

Una vez obtenidos todos los factores precisos para el cálculo del índice de priorización se introdujo sobre la base de datos creada un campo que correspondía al resultado de la fórmula. Según el valor de este campo se ordenaron todas las masas de agua en riesgo medio y alto de la cuenca.

Se compararon resultados del Ip aplicando el k de la metodología base y según el k' (valor negativo para especies alóctonas). Según el criterio experto se desechó la primera propuesta y se consideró más racional y acorde a los objetivos planteados de priorización el segundo caso (k'). Este planteamiento permitió descartar del listado inicial de masas de agua con pocos obstáculos, una longitud considerable y con una presencia mayoritaria o exclusiva de especies alóctonas.

A continuación se incluyen una tabla y una cartografía donde se representan las 35 primeras masas elegidas según el valor de Ip'.

$$Ip' = \frac{Ltk'}{\sum h_i} = \frac{Lt \sum n_i k'_i}{\sum h_i}$$

	Código Masa	Nombre masa	K' de la Masa	Longitud	Suma de Alturas	Valor Ip'
1	288	Río Cidacos	3	46	5	33,5
2	106	Río Arba de Luesia	1,4	32,8	1,7	27,0
3	238	Río Oroncillo	3,00	12,3	1,5	24,5
4	841	Río Híjar	2,50	27,6	3,0	23,0
5	232	Río Nela	3,8	16,7	3,0	21,1
6	323	Río Jiloca	4,7	46,7	12,3	17,8
7	241	Río Zadorra	1,1	39,3	2,5	17,3
8	391	Río Matarraña	4,4	6,9	1,9	15,9
9	321	Río Manubles	4,7	96,2	30,8	14,7
10	372	Río Isábena	3,7	17,8	4,5	14,6
11	405	Río Zadorra	1,80	19,4	2,4	14,5
12	678	Río Cinca	5,2	7,2	3,0	12,5
13	431	Río Noguera Ribagorzana	2,2	22,6	4,2	11,8
14	260	Río Recháligo	2,20	22,9	4,5	11,2
15	103	Río Arba de Biel	2,1	74,1	14,1	11,0

	<b>Código Masa</b>	<b>Nombre masa</b>	<b>K' de la Masa</b>	<b>Longitud</b>	<b>Suma de Alturas</b>	<b>Valor <math>Ip'</math></b>
16	526	Río Esca	4,3	26,8	10,5	11,0
17	645	Río Noguera Pallaresa	3,0	54,7	15,0	10,9
18	240	Río Bayas	3,2	21,5	6,7	10,3
19	519	Río Aragón	4,7	14,7	7,0	9,9
20	312	Río Jalón	1,4	9,77	1,4	9,77
21	167	Río Matarraña	3,2	60,9	24,0	8,1
22	145	Río Guadalope	2,5	26,7	8,4	8,0
23	285	Río Ega I	4,4	3,4	2,0	7,5
24	119	Río Sotón	0,60	18,3	1,5	7,3
25	322	Río Jiloca	4,3	24,9	14,7	7,3
26	442	Río Jalón	2,20	7,0	2,1	7,3
27	254	Río Ayuda	2	7	2	7
28	164	Río Flumen	2,3	92,1	29,5	7,2
29	488	Río Urquiola	2,50	27,6	10,0	6,9
30	485	Río Bayas	3,0	71,0	31,0	6,9
31	551	Río Araquil	4	51	32	6,2
32	165	Río Alcanadre	1,7	42,2	12,5	5,7
33	421	Río Aragón	1,3	21,3	5,0	5,5
34	413	Río Ebro	2,4	11,9	5,9	4,8
35	105	Río Arba de Rigel	0,3	34,5	3	3,04

Tabla 5. Listado de las 35 primeras masas ordenadas según su valor  $Ip'$

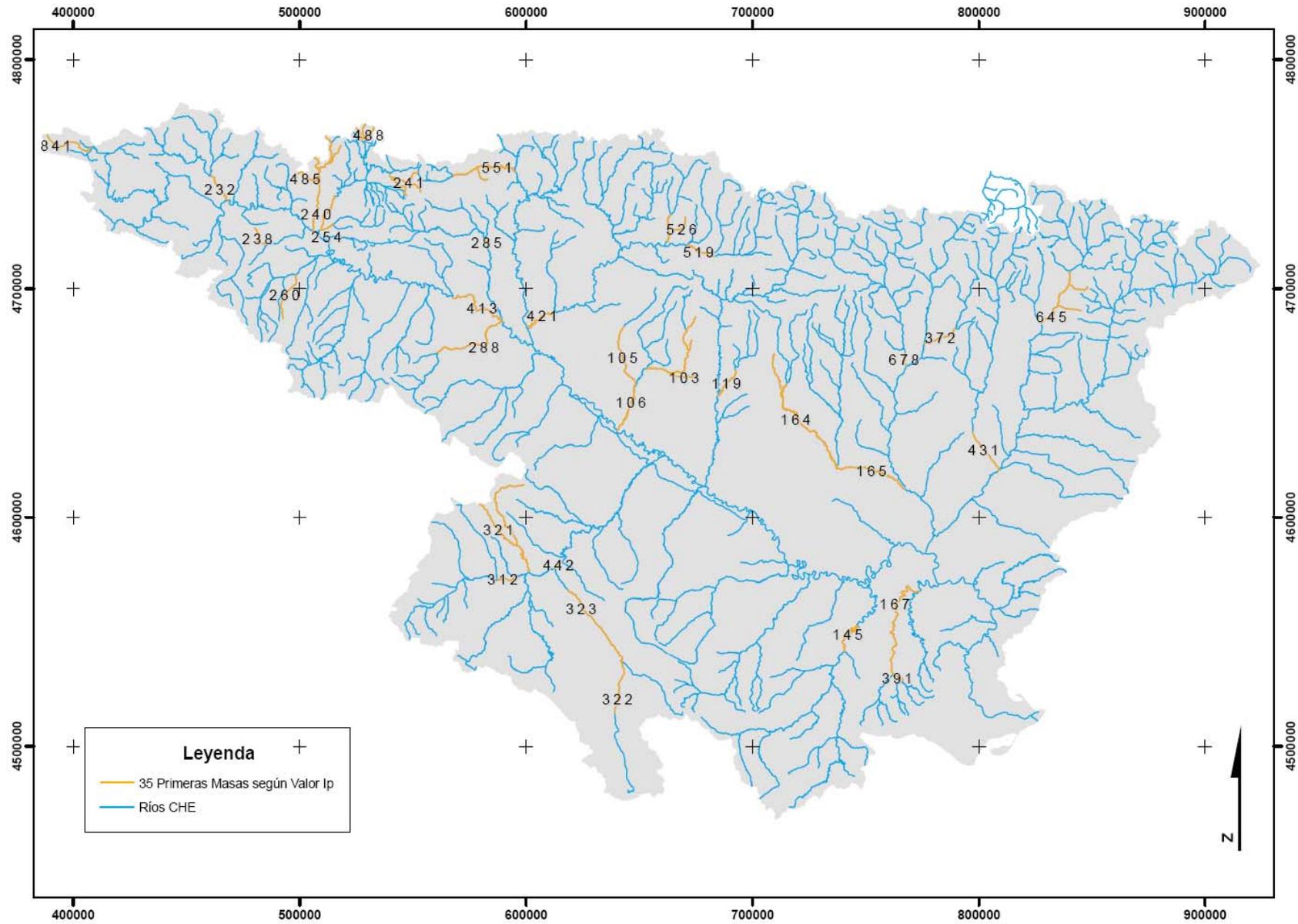


Fig. 8. cartografía de las 35 primeras masas con mayor valor Ip´ analizadas en reuniones multidisciplinarias

### 3.5. MASAS PRIORITARIAS

Una vez obtenida una lista preliminar de masas ordenadas según el índice de prioridad obtenido se elaboraron figuras descriptivas de cada masa de agua localizando en mapa la siguiente información:

- Azud y altura (según catálogo o estimada)
- Presencia de escalas (según inventario disponible)
- Puntos de muestreo en la masa de agua y especies presentes en cada uno de ellos
- Parámetros biológicos y fisicoquímicos por debajo de los niveles establecidos

A través de una reunión multidisciplinar y contando con el asesoramiento de D. Adolfo De Sostoa y su equipo de la Universidad de Barcelona se evaluó la necesidad y conveniencia de actuar en las primeras 35 masas del listado (apartado 3.6). Posteriormente se tuvieron en cuenta los criterios de participación ciudadana (apartado 3.7).

En la tabla 6 se presenta una relación de las 35 masas elegidas (las de mayor valor de  $lp$ ) y ordenadas de acuerdo con el criterio experto según su prioridad de permeabilización. Para clasificar las masas de agua por prioridades se han distinguido 3 casos:

- Fase 1: Necesidad de actuación inminente.
- Fase 2: Necesidad de actuación a medio plazo.
- Fase 3: No está clara su oportunidad, se reserva la introducción a un momento posterior.

Para cada una de las masas comentadas se indica el código, el río en el que se localiza, la fase de actuación en que se incluyó y los comentarios realizados en la reunión multidisciplinar.

Código Masa	Nombre del río	Fase de Actuación	Comentarios
232	Nela	1 (2008)	<p>Río incluido en el ámbito de estudio del Pliego del Plan de Restauración de la cuenca del Ebro. Datos originales de las alturas de los 2 azudes, uno de ellos dispone de escala de peces.</p> <p>Los parámetros físico-químicos son buenos.</p> <p>Tramo bajo del Noguera Ribagorzana, localizado aguas abajo de los embalses de Canelles y Santa Ana, en él existe un coto de pesca muy activo donde se llevan a cabo repoblaciones de anguila y trucha arcoiris. Se han identificado en varios de los puntos de muestreo trucha arcoiris, esta especie además de la las introducciones también puede proceder de la piscifactoría de Alfarrás.</p> <p>Existen cuatro obstáculos de los cuales 3 disponen de escala de peces.</p> <p>En esta masa existen tres azudes, aguas arriba, en la masa contigua, se encuentran otros obstáculos con escala de peces.</p>
431	Noguera Ribagorzana	1 (descartada)	<p>Es posible actuar en los 2 azudes del tramo alto de la masa. El que se encuentra más próximo al embalse de Yesa se descarta su para no alterar su efecto barrera, ya que impide que las especies, fundamentalmente alóctonas, que se encuentran en el embalse remonten el río.</p> <p>Los parámetros físico-químicos y biológicos son buenos.</p> <p>Tramo bajo del río Bayas, antes de la confluencia con el Ebro. Masa con cinco obstáculos. Es necesaria la visita de campo para analizar los caudales ecológicos y la mortalidad de peces.</p>
526	Esca	1 (2008)	<p>Masa larga que presenta no muchos obstáculos.</p>
165	Alcanadre	1 (2008)	<p>Existe una estación de aforo (EA. 203) que impide la migración de los salmónidos. No obstante, en el borrador del Plan de Cuenca de la Cabecera del Ebro hasta Quintanar – Escalada se comenta que <i>se va ha hacer una adaptación para que los peces que habiten en el embalse puedan remontar el río en primavera para reproducirse.</i></p>
841	Híjar	1 (2008)	
391	Matarraña	1 (2008)	<p>Masa interesante. Hay mucho interés en recuperar la cuenca del Matarraña, todo lo que se haga por recuperar</p>

			esta masa es importante.
			En principio, se deben analizar correctamente, dos de los tres azudes de la masa pueden ser permeables. De ahí que los esfuerzos se deben centrar en el azud ubicado en el núcleo urbano de Valderrobres.
372	Isábena	1 (2009)	Interesante de recuperar. Confirmar la existencia de dos azudes a la misma altura (Molinos de Laguarres y Molino aceitero de El Soler).
			Buena masa para su permeabilización (solo tiene dos obstáculos). El azud más próximo al embalse de Tremp (Presa de Sossis), se localiza 4 Km aguas arriba, de ahí que éste pueda hacer de barrera e impedir la colonización de especies alóctonas en el resto de la masa.
645	Noguera Pallaresa	1 (2008)	Masa muy interesante para actuar. Se trata de un río muy afectado por las Centrales Hidroeléctricas.
			Si se actúa en el <i>azud del Hostalet</i> (6 m) se conecta un gran tramo de río ya que el primer obstáculo (Presa de Sossis) aguas abajo se encuentra a más de 20 km y el primero que se localiza aguas arriba se localiza a más de 15 km.
167	Matarraña	1 (2008)	Masa con muchos azudes. Parece conveniente empezar por un tramo concreto y no englobar toda la masa. Tiene mucho interés piscícola. Actuar en el tramo hasta Torre del Compte. Parte de la masa se corresponde con el LIC fluvial del río Matarraña. Los primeros azudes del tramo alto pueden ser permeables (se debe constatar en campo).
254	Ayuda	1 (descartada)	Masa con pocos obstáculos. Mirar las alturas y revisar los análisis de Físico Químicos.
551	Araquil	1 (2008)	Masa con 2 escalas de peces ubicadas en obstáculos localizados en el tramo final de la masa.
288	Cidacos	1 (descartada)	Masa muy larga con muy pocos obstáculos. Es buena para permeabilizar.
105	Arba de Riguel	2 (descartada)	Masa con pocos obstáculos 3, donde los parámetros físico-químicos y biológicos son buenos (según umbrales DMA).
519	Aragón	2 (descartada)	Se ha consultado la ubicación del azud a personas conocedoras del río Aragón y se ha observado en campo el sector desde el puente de la carretera de acceso a Puente la Reina. Ambas fuentes desconocen la ubicación del azud, no obstante unos dos kilómetros aguas abajo nos han comentado y se ha observado en la ortofoto la existencia de un azud construido con materiales del río (Gravas) para

			<p>derivar aguas a un acequia de la margen derecha.</p> <p>Al no existir obstáculos consolidados la permeabilización de este azud no es prioritaria.</p> <p>Los valores de nitratos no son alarmantes. Merece la pena actuar pues hay especies importantes y interesantes de ayudar (<i>S. Fluviatilis</i>).</p> <p>Se trata de una masa con tres azudes. Según el guarda del subsector dos de ellos se encuentran en desuso. El primero aguas arriba, ubicado en el núcleo urbano de Alcañiz, se utilizaba para derivar aguas al molino donde tienen las oficinas los guardas. El segundo, azud del Comisario, también se encuentra en desuso. Antaño se correspondía con la derivación de aguas para un salto de una antigua central. E tercero de los azudes, el cado más próximo a a cola del embalse de Caspe II, se desconoce su uso y si es actualmente funcional. No obstante, este último azud pude impedir que especies alóctonas colonicen la masa aguas arriba de este azud, por lo que no es muy interesante su permeabilización.</p>
145	Guadalope	2 (2009)	
285	Ega I	2 (descartada)	<p>Buena masa para actuar ya que únicamente hay un azud en ella. No obstante presenta una longitud muy reducida.</p> <p>Mirar datos reales de amonio. Río de montaña. Si se actuara, mejor actuar en las dos ríos de la derecha para evitar la que queda cercana a la población.</p>
488	Urquiola	2 (descartada)	<p>Después de analizar los físico químicos los parámetros de amonio son correctos. No obstante, tenemos poca información de este punto pero en principio no parece que vaya a presentar problemas.</p> <p>Masa muy larga, 90 km. En la que existen un gran número de obstáculos (21).</p>
321	Manubles	2 (descartada)	<p>El caudal es muy justo y el muestreo de peces existente se encuentra en el tramo bajo, próximo a la confluencia con el Jalón, por lo que es poco representativo de la masa.</p> <p>Es posible alguna actuación en los obstáculos que se encuentran en el tramo de cabecera.</p>
421	Aragón	2 (descartada)	<p>Según el criterio experto, a pesar de existir especies introducidas en la masa, sería interesante mejorar la conectividad ya que se mejoraría la estructura poblacional de las especies autóctonas. No existen problemas de caudal ni de calidad de aguas.</p>
103	Arba de Biel	2	<p>Masa con muchos azudes y de altura considerable, además</p>

			(descartada) puede ir justa de caudales.
164	Flumen	3 (descartada)	Intervenir en una parte de la masa pues se trata una masa con una distancia elevada (92km). En principio se debe priorizar el tramo bajo y seguir por el alto en otra fase posterior. En el tramo alto hay un embalse que es donde probablemente se localice la carpa.
485	Bayas	2 (descartada)	Masa con muchos obstáculos (20).
405	Zadorra	3 (descartada)	No se ve influenciado por el embalse. Con cita de <i>S. pyrenaicus</i> (única población declarada no introducida). Sería interesante considerarla más adelante. Se deben llevar a cabo actuaciones más importantes (calidad de aguas) antes de mejorar la conectividad.
119	Sotón	3 (descartada)	Río que funciona como desagüe del embalse de la Sotonera, está clasificada por la CHE como una masa muy modificada. No merece la pena priorizar la mejora de la conectividad en esta masa.
			Atendiendo al criterio experto se descarta la actuación por ser una masas ubicada en una cuenca caliza donde los caudales son muy intermitentes.
322	Jiloca	3 (descartada)	Según lo comentado por el guarda fluvial, existen un elevado número de azudes, fundamentalmente derivaciones para riego, que abren sus compuertas en invierno, por lo que permiten el paso de aquellas especies que se reproducen en esa estación.
			La calidad de las aguas puede verse mermada por el desarrollo que presentan algunos núcleos de la cuenca, fundamentalmente del tramo alto.
442	Jalón	3 (descartada)	Masa que atraviesa poblaciones importantes (Calatayud) puede presentar problemas de calidad de aguas, posponer actuación hasta que solucione éste problema.
413	Ebro	3 (descartada)	Se debe actuar previamente en otros aspectos (calidad de aguas) antes de mejorar la conectividad.
106	Arba de Luesia	3 (descartada)	No hay comentarios sobre esta masa.
323	Jiloca	3 (descartada)	Mismo caso que la masa 322, es la continuación del río Jiloca aguas abajo de la masa indicada.
241	Zadorra	3 (descartada)	En principio masa descartada por su mala calidad de aguas debido a la existencia de una depuradora que vierte sus efluentes al río Zadorra. En el caso de que se mejore la

			calidad de las aguas podría ser prioritaria a medio plazo (fase 2).
312	Jalón	3 (descartada)	<p>Corroborar los datos de amonio, pues parece raro que tenga niveles altos ya que tiene <i>B. haasi</i>, que es una especie sensible. En caso de datos F-Q correctos sería bueno actuar.</p> <p>Una vez analizados los parámetros Físico Químicos los resultados nos son buenos, por lo que se incluye en la fase 3.</p> <p>Interesante para una segunda fase. Mirar las alturas de los azudes en el campo pues se trata en todos los casos de datos estimados.</p>
260	Rechaligo	3 (descartada)	<p>Se deben analizar el régimen de caudales. Consultado con la guardería indican no hay problemas derivados sobre los peces por el régimen de caudales.</p>
238	Omecillo	3 (descartada)	<p>Los ríos pequeños son buenos para permeabilizar sus obstáculos y por eso es recomendable facilitar su conectividad. Aún y así estaría pendiente de muestreo de peces concreto. Cabe destacar que no es un río temporal.</p>
678	Cinca	3 (descartada)	<p>De acuerdo con el criterio experto, esta masa se descarta por encontrarse aguas abajo de la presa del Grado. El único azud se localiza muy próximo a la mencionada presa, por lo que la distancia permeabilizada que se gana al actuar en él es muy reducida.</p>

Tabla 6. Comentarios de las 35 primeras masas según valor IP

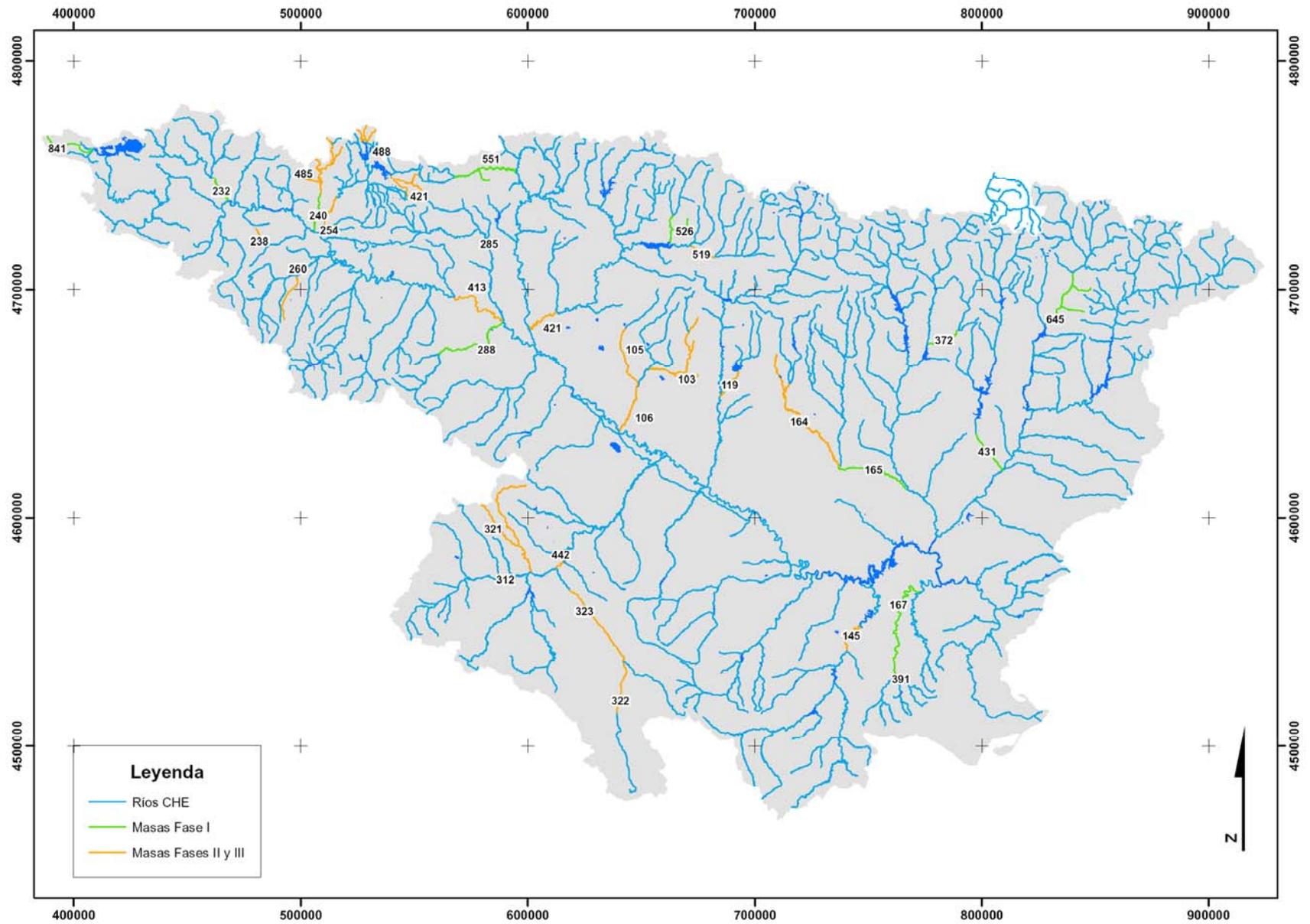


Fig. 9. 35 primeras masas con mayor valor de  $I_p'$  aceptadas (fase 1) y descartadas (fases 2 y 3)

## 4. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA ELECCIÓN DE OBSTÁCULOS

Para la elección de obstáculos se tomó como partida el listado de masas prioritarias, especialmente aquellas clasificadas como con “necesidad de actuación inminente”. En 2010 se consultó a organismos autonómicos para que informaran de aquellos obstáculos en los que considerarán oportuno actuar.

En todos los casos se realizaron visitas de campo, para recabar información sobre la posibilidad y conveniencia de realizar proyectos de permeabilización.

### 4.1. PRIORIZACIÓN DE OBSTÁCULOS BASADA EN LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA

A continuación se presenta una tabla que contiene los estudios y actuaciones propuestas en el proceso de participación del plan hidrológico de cuenca con el objeto de mejorar la continuidad fluvial de aquellas masas seleccionadas como prioritarias. La inclusión de los obstáculos en el programa de medidas de permeabilización del proceso de participación ciudadana ha sido un aliciente para priorizar la permeabilización de éstos.

Masa	Concepto	Nº Azudes	Procedencia	Programa	Cuenca
165 (2008)	Revisión de los azudes y propuesta para instalar escala de peces	5	Inicio	A8.P1	Alcanadre
167 (2008)	Estudio para evaluar la posibilidad de instalar una escala de peces en los 15 azudes de la masa de agua y propuesta de soluciones para mejorar la continuidad del río en estos puntos..	15	Inicio y Agentes Sociales	A8.P1	Matarraña
232 (2008)	Estudio para valorar si los dos (2) existentes azudes provocan una ruptura de la continuidad del río y, en su caso, proponer la construcción de escala	2	Inicio	A8.P2	Nela
240 (2008)	Revisión de los azudes y propuestas para instalar escalas	6	Inicio	A8.P10	Bayas
240 (2008)	Revisión de los azudes para analizar si rompen la continuidad del río y propuestas de medidas	6	Inicio	A8.P11	Bayas
254 (descartada)	Revisión de los azudes y propuestas para instalar escalas de peces	1	Inicio	A8.P9	Zadorra
288 (descartada)	Estudio para evaluar si las escalas de peces de los azudes son adecuadas y, en su caso, propuesta de soluciones.	2	Inicio	A8.P1	Cidacos
372 (2009)	Adecuar la E.A. 47 (Capella) para migración peces.	1	Inicio	A8.P1	Ésera
391	Estudio para evaluar la posibilidad de instalar una escala de peces en los 2 azudes de la masa de agua y propuesta de soluciones	2	Inicio y Agentes Sociales	A8.P1	Matarraña

Masa	Concepto	Nº Azudes	Procedencia	Programa	Cuenca
526	Estudio para valorar la necesidad de instalar escala de peces en algunos de los 3 azudes de los que se tiene constancia	3 azudes	Inicio	A8.P1	Aragón
526	Se recomienda instalar escalas de peces que garantice tanto la continuidad física del río como un caudal mínimo en el tramo de aguas abajo		Inicio	A8.P7	Aragón
526	Revisar los azudes y presas fuera de uso y estudiar la posibilidad de la caducidad de la concesión para analizar la posibilidad de demolición del obstáculo		Inicio	A8.P8	Aragón
551	Se recomienda instalar escala de peces, u otra medida de permeabilización al paso de fauna, que garantice tanto la continuidad física del río como un caudal mínimo en todos los azudes sin escala.		Inicio	A8.P5	Arga
551	Revisar los azudes y presas fuera de uso y analizar la caducidad de la concesión para estudiar la posibilidad de demolición del obstáculo.		Inicio	A8.P6	Arga
645	Estudio para evaluar la posibilidad de instalar una escala de peces en los 2 azudes del río Cantó y propuesta de soluciones.	2	Inicio	A8.P1	Noguera Pallaresa
645	Estudio para evaluar la posibilidad de instalar una escala de peces en el azud de la CH de Sort y propuesta de soluciones.	1	Inicio	A8.P1	Noguera Pallaresa
841	Modificar el escalón de la estación de aforos del río Híjar en Reinosa	1	Inicio	A8.P3	Híjar
841	Retirada de la captación antigua del río Híjar en Espinilla	1	Inicio	A8.P4	Híjar

Tabla 7. Medidas incluidas en el Programa A.8 del proceso de participación ciudadana del Plan de la Cuenca del Ebro

## 4.2. PRIORIZACIÓN DE OBSTÁCULOS A PARTIR DE LA CONSULTA A ORGANISMOS AUTONÓMICOS

En el año 2010 se realizó la consulta a aquellos organismos autonómicos que disponen competencias en la mejorar las poblaciones piscícolas.

A continuación se indican los organismos consultados:

- **NAVARRA.** DEPARTAMENTO DE DESARROLLO RURAL Y MEDIO AMBIENTE.
- **LA RIOJA.** CONSEJERÍA DE TURISMO, MEDIO AMBIENTE Y POLÍTICA TERRITORIAL: DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO NATURAL.
- **PAÍS VASCO:** AGENCIA VASCA DEL AGUA y DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE, PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, AGRICULTURA Y PESCA.
- **ARAGÓN:** CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y BIODIVERSIDAD.
- **CATALUÑA:** DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENT I HABITATGE: DIRECCIÓ GENERAL DEL MEDI NATURAL y AGENCIA CATALANA DEL AGUA.
- **CANTABRIA:** CONSEJERÍA DE DESARROLLO RURAL, GANADERÍA, PESCA Y BIODIVERSIDAD: DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD.
- **CASTILLA Y LEÓN:** CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DIRECCIÓN GENERAL DEL MEDIO NATURAL.

En aquellas Autonomías en las que no se recibió contestación a las consultas se consideró la opinión de los policías de cauce de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Para escoger las estructuras a permeabilizar se realizó un análisis multicriterio considerando por un lado, información propia de las estructuras transversales propuestas por las CCAA (término municipal, propietario de la estructura, etc) y por otra las características de la masa de agua donde se localiza. (Ictiofauna identificada en los muestreos, número de obstáculos dentro de la masa, longitud de la masa, tipo y altura del obstáculo, longitud del tramo de río permeabilizado e información de presiones (IMPRESS)).

Toda esta información se complementó con cartografía de las masas donde se localizan los obstáculos priorizados por las CCAA.

## 5. CONCLUSIONES

El trabajo se ha centrado en identificar las actuaciones necesarias para mejorar la continuidad fluvial, y con ello, mejorar el estado ecológico de aquellas masas tipificadas en riesgo medio y alto de no alcanzar los objetivos marcados en la Directiva Marco de Aguas.

Para ello se seleccionaron principalmente aquellas masas en riesgo medio y alto de incumplir los objetivos de la Directiva Marco de Aguas, y se estudió la conveniencia de actuación según la eficiencia (valor ecológico y longitud del tramo mejorado) en cada masa de agua.

Una vez completada la información necesaria para evaluar la conectividad fluvial para los peces se aplicó el índice de priorización. Con este índice se obtuvo un listado ordenado de las masas, según su valor  $I_p$ , y se analizaron las 35 primeras en reuniones multidisciplinares, contando con la colaboración de D. Adolfo De Sostoa.

En la priorización de obstáculos también se ha tenido muy presente las valiosas aportaciones de la Guardería fluvial así como las reflexiones al respecto surgidas en los procesos de participación pública a lo largo de la cuenca.

Para la priorización de las estructuras transversales que fueron escogidas para realizar un proyecto de permeabilización en el año 2010 se realizó una consulta a aquellos organismos con competencias en medios fluviales.

En la tabla 8 se muestran los obstáculos seleccionados cada año, así como los proyectos redactados junto con su presupuesto y los kilómetros de río a los que se daría continuidad con la construcción del paso.

La distribución por CCAA se muestra en la Fig. 10. Destaca el elevado número de proyectos redactados en Aragón, que también es una de las comunidades con mayor número de estructuras transversales y mayor superficie de cuenca.

Los proyectos de las escalas de peces se podrán consultar en la Confederación Hidrográfica del Ebro, en el Área de Calidad de Aguas.

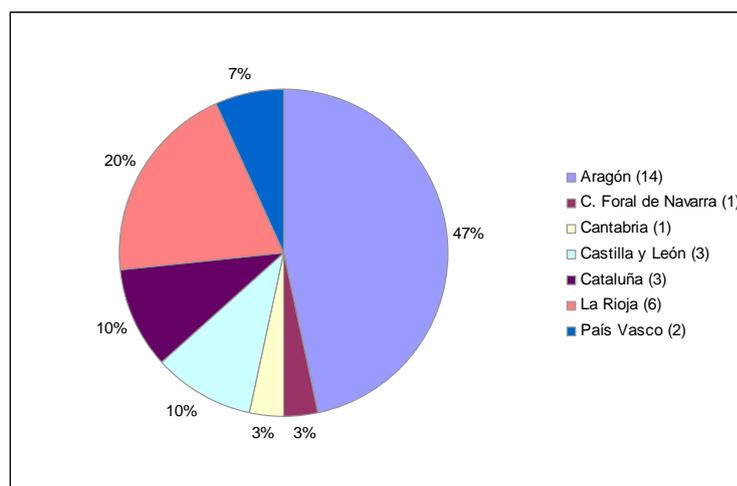


Fig. 10. Distribución de proyectos redactados por comunidades autónomas

PROYECTOS AÑO 2008							
Nombre Río	Masa	Estructura	Localidad Provincia	Propietario	Tipo de Paso	Presupuesto (euros)	Km Permeabilizados
Hijar	841	Estación de Aforo 203	Reinosa (Cantabria)	CHE	Paso Rústico	35.028,09 €	11,2
Matarraña	167	Toma de Aguas de Valdel tormo	Valdel tormo (Teruel)	Ayto. de Valdel tormo	Escala de Artesas en vertido semisumergido	39.033,73 €	4,6
Matarraña	167	Azud de Santa María	Maella (Zaragoza)	Comunidad de regantes de la acequia de Santa María	Escala de Artesas en vertido semisumergido	36.515,52 €	2,5
Matarraña	391	Azud de la Fábrica	Varderrobres (Teruel)	Comunidad de regantes Mas de Berenguer	Escala de Artesas en vertido semisumergido	49.652,69 €	3,5
Bayas	240	Azud del molino de Pobes	Pobes (Álava)	Propietario del Molino de Pobes	Escala de Artesas en vertido semisumergido	58.664,88 €	12,6
Nela	232	Azud de Moneo	Medina de Pomar (Burgos)	Electra Andúriz	Escala de Artesas en vertido semisumergido	76.013,52 €	19,5
Arakil	551	Presa de Villanueva	Arakil (Navarra)	-----	Escala de Artesas en vertido semisumergido	82.260,22 €	6
Esca	526	Azud del Molino de Salvatierra	Salvatierra de Esca (Zaragoza)	Comunidad de regantes de la acequia del Molino de Salvatierra	Escala de Artesas en vertido semisumergido	44.981,54 €	10,5
N. Pallaresa	645	Presa del Hostalet	Sort-Rialp (Lérida)	Ayto. de Sort	Escala de Artesas en vertido semisumergido	140.380,30 €	37
Alcanadre	165	Azud en Ontiñena	Ontiñena (Huesca)	Comunidad de regantes de Chalamera	Escala de Artesas en vertido semisumergido	28.389,28 €	28
PROYECTOS AÑO 2009							
Tirón	261	Azud en Cuzcurrita del río Tirón	Cuzcurrita del río Tirón (La Rioja)	José María López Araquistán	Azud en Extinción	Estudio de Alternativas	9,3
Glera	264	Azud de Baños de Rioja	Baños de Rioja (La Rioja)	Ayuntamiento de Castañares de Rioja	Escala de Artesas en vertido semisumergido	110.333,38 €	30,8
Iregua	506	Azud de la Toma de Aguas de Logroño	Islallana-Nalda (La Rioja)	Ayuntamiento de Logroño, Fuenmayor y Navarrete	Escala de Artesas en vertido semisumergido	78.413,70 €	1,6
Najerilla	502	Salto de la Margen Izquierda del Najerilla	Anguiano (La Rioja)	Confederación Hidrográfica del Ebro	Escala de Artesas en vertido semisumergido	138.392,61 €	5,9
Isábena	372	E. Aforo 047.	Capella (Huesca)	Confederación Hidrográfica del Ebro	Propuesta de Permeabilización (No proyecto)	Propuesta técnica sin estimación económica	35,1
Ésera	679	Azud de Santa Lucía	Perarrúa (Huesca)	Comunidad de Regantes de la Acequia de Stª Lucia	Escala de Artesas en vertido semisumergido	111.860,12 €	25,1
Matarraña	385	Azud del Moli Nou	Beceite (Teruel)	Mª Carmen y Victoria Gil Crespo	Escala de Artesas en vertido semisumergido	95.631,13 €	4,2
Guadalupe	145	Paso del Colector de la EDAR de Alcañiz	Alcañiz (Teruel)	Ayuntamiento de Alcañiz	Río Artificial	48.431,67 €	7,1
Zadorra	243	Azud de la Toma de Aguas de Vitoria	Arrazua-Ubarrundia (Álava)	Ayuntamiento de Vitoria	Rampa Rápido-Remanso	51.783,76 €	7
Guadalupe	951	Azud de Aguaviva y Mas de las Matas	Castellote (Teruel)	Comunidad de Regantes del Mas de las Matas y Aguaviva	Escala de Artesas en vertido semisumergido	106.647,87 €	20,2
PROYECTOS AÑO 2010							
Segre	636	Az. Comunidad de Regantes de Organya	Organya (Lleida)	C.R Huerta de Organya	Escala de Artesas en vertido semisumergido	93.073,57 €	13,5
Noguera Pallaresa	709	Azud en Isil	Alt Aneu (Lleida)	José Foret y Luis Matusier	Paso Rústico	5.795,61 €	35,1
Najerilla	504	Az. Margen Derecha	Baños de Río Tobia (La Rioja)	C.R Margen Derecha del Najerilla	Escala de Artesas en vertido semisumergido	103.380,15 €	7,4
Iregua	197	Az. Derivación Embalse del Tollo	Villoslada de Cameros (La Rioja)	CHE	Escala de Artesas en vertido semisumergido	110.378,26 €	35
Trema	475	Az. En Torme	Villarcayo de Merindad de Castilla la Vieja (Burgos)	Ayto de Villarcayo	Escala de Artesas en vertido semisumergido	72.159,51 €	6,6
Ebro	473	Az. C.H de Valdenoceda	Merindad de Valdivielso (Burgos)	Valdenoceda Hidráulicas, S.L.	Escala de Artesas en vertido semisumergido	122.597,01 €	9,1
Bellós	663	Az. Derivación Molino	Puertolas (Huesca)	2005-Ext-7	Proyecto demolición	20.225,79 €	9,2
Aires	663	Az. Derivación Molino	Puertolas (Huesca)	2005-Ext-7	Proyecto demolición	20.225,79 €	9,2
Jalón	312	Az. Elevación caudales embalse de la Tranquera	Alhama de Aragón (Zaragoza)	CHE	Escala de Artesas en vertido semisumergido	22.619,54 €	9,4
Ara	667	E. Aforo 040	Boltaña (Huesca)	CHE	Rampa de Bloques de Perturbación	Propuesta técnica sin estimación económica	25

Tabla 8. Proyectos de pasos de peces realizados en el marco del presente proyecto

## **BIBLIOGRAFÍA**

- BARNESCHI M., PINI PRATO E., 2007. *Il Software Priority Index 1.1 per il calcolo degli indici di priorità di intervento per la tutela della continuità fluviale. Atti convegno AIIA 2007: Firenze, 25-26 ottobre 2007*
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO (2007). *Control del Estado de las Masas de Agua Superficiales. Informe de Situación, Año 2007. 186 pp.*
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO (2003, 2006 y 2007). *Muestreos ictiológicos en la cuenca del Ebro. Documentación interna.*
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO (2010). *Pasos de peces para permeabilizar estructuras transversales en la Cuenca del Ebro. Área de Calidad de Aguas, Confederación Hidrográfica del Ebro. 30 pp.*
- ELVIRA, B., G.G. NICOLA & A. ALMODÓVAR. 1998. *Sistemas de paso para peces en presas. CEDEX, Ministerio de Fomento. Madrid. 113 pp.*
- LARINIER, M., PORCHER, J.P., TRAVADE, F. & GOSSET, C. 1994. *Passes à poissons: expertise et conception des ouvrages de franchissement. Collection Mise au point. Paris. 335 pp.*
- MARTÍNEZ DE AZAGRA, A. 1999. *Escalas para peces. Publicación de la E.T.S.II.AA., nº 26. U. de Valladolid. 1ª Edición. Palencia. 35 pp.*