



Desarrollo y aplicación de un índice de integridad biótica para la cuenca del Ebro basado en el uso de los peces como indicadores biológicos

Diciembre 2011

Desarrollo y aplicación de un índice de integridad biótica para la cuenca del Ebro basado en el uso de los peces como indicadores biológicos

Adolfo de Sostoa

Alberto Maceda

Blanca Figuerola

Alba Canyelles

Constanza Cardoso

Mario Monroy

Nuno Caiola

Informe Diciembre 2011

Índice de contenido

1. Introducción.....	1
2. Localidades muestreadas.....	6
3. Metodología.....	15
4. Las comunidades ícticas	17
4.1. Fauna ictiológica actual	22
4.2. Estado y descripción de las comunidades de peces en las principales masas de agua	69
4.3. Estado de conservación de las diferentes especies y prioridades de conservación.....	86
5. Desarrollo del IBI.....	95
5.1. Aproximación metodológica	116
5.2. Adaptación de un índice para las cuencas mediterráneas	116
5.3. Respuesta del IBIMED a las presiones de la cuenca del Ebro.....	120
6. Bibliografía	122
Anexo 1. Fichas de campo.....	127
Anexo 2. Publicaciones científicas derivadas.....	133
Anexo 3. Tabla de presiones ambientales	134

1. Introducción

Los sistemas fluviales mediterráneos se caracterizan por una elevada variabilidad y dinamismo. Consecuencia, por un lado, de las fluctuaciones climáticas propias de estos ecosistemas y, por otra parte, del importante grado de humanización que ha experimentado. En la región mediterránea, las variaciones climáticas son notables y comportan una alternancia de periodos de sequía y de fuertes lluvias y riadas. Los efectos de la intervención humana sobre los sistemas acuáticos continentales han sido especialmente negativos durante las últimas décadas. La actividad humana ha comportado, respecto a aprovechamiento del agua, la creación de embalses, la canalización de ríos y la construcción de presas, azudes y barreras y, a menudo, también una sobreexplotación de los recursos hídricos, la alteración de la vegetación de ribera, cambios físicos en la estructura del lecho fluvial y perturbaciones en la calidad del agua que pueden afectar a las comunidades de peces.

Los peces continentales están considerados uno de los grupos de vertebrados más amenazados del mundo. Una de las principales causas de su regresión ha sido sin duda la introducción de especies alóctonas o exóticas, que generan interacciones negativas con los peces autóctonos mediante diversos mecanismos, como la competencia por el hábitat o por el alimento, la transmisión de enfermedades, aparición de plagas, la hibridación (en las especies genéticamente más próximas) e incluso la modificación de su comportamiento natural. Estos factores actúan en detrimento de las especies autóctonas y acaban desplazándolas.

Actualmente, el número de especies de peces introducidos en la cuenca del Ebro (19) supera al de especies autóctonas exclusivamente fluviales (14). La gestión de los recursos, como la pesca deportiva, no ha sido adecuada desde un punto de vista de la conservación de los ecosistemas de aguas continentales. Concretamente, especies que son objeto de pesca, como la trucha (*Salmo trutta*), han experimentado un fuerte descenso en densidad y biomasa. Por otra parte, las comunidades de peces han experimentado grandes alteraciones a causa del transvase de especies nativas de una cuenca o subcuenca a otra, y a las repoblaciones indiscriminadas que constituyen una

fuentes de contaminación genética y pueden desplazar a las especies nativas. La política de repoblaciones de trucha con ejemplares procedentes de diferentes países europeos ha supuesto, en muchos casos, la contaminación genética de las poblaciones de trucha autóctona. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de establecer herramientas de gestión y control como los índices bióticos (IBIs) y medidas urgentes de conservación.

Los conceptos básicos en la gestión del entorno natural se hallan actualmente en constante revisión con la incorporación de objetivos basados en la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad, en el aprovechamiento y el uso de los espacios y recursos naturales. La explotación de los recursos naturales es muy antigua por parte del hombre y, de hecho, se plantea los servicios que el hombre puede conseguir como un incentivo de cara a su conservación. Cualquier programa de conservación que dé la espalda a la sociedad está condenado al fracaso. Asimismo, el criterio de evaluación del estado de los ecosistemas debe tener el mínimo e informativo número de elementos de cara a conocer su estado a nivel funcional y estructural. De nada sirven los modelos demasiado complejos y de difícil aplicación en términos de gestión. Así como tampoco versiones excesivamente simplificadas que no consigan aportar información de los diferentes componentes de un ecosistema. Será la integración de la información obtenida de estos elementos y a diferentes escalas de estudio la que dará una visión más holística del funcionamiento del ecosistema. En el caso de los ecosistemas acuáticos esta revisión se ha reforzado con la aprobación y puesta en marcha de la Directiva 2000/60/CE, de 23 de octubre de 2000, por la Unión Europea, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Esta Directiva Marco del Agua (DMA) fija como objetivo principal la conservación “en buen estado ecológico” de todas las masas de agua, tanto en los aspectos físicoquímicos e hidromorfológicos, como en relación a las comunidades biológicas (elementos de calidad biótica o bioindicadores) que habitan en ellas, especialmente fitoplancton, macrófitos, macroinvertebrados y peces.

La DMA supone un cambio radical en el seguimiento de la calidad de las aguas, de forma que antes del 2015 los estados miembros deben haber

conseguido un buen estado en términos de integridad biótica de todas las aguas de la cuenca hidrográfica. La integridad biótica de un ecosistema puede definirse como su capacidad para sostener una comunidad con una riqueza de especies, estructura y funcionamiento comparables a un ecosistema similar no alterado por la actividad humana (Karr 1981). El concepto de índice de integridad biótica (IBI), desarrollado hace unos 20 años, ha jugado un papel importante en la evaluación de la calidad ambiental y en el seguimiento de la degradación ambiental en los ecosistemas acuáticos. Cada uno de los elementos de calidad biótica que considera varía en su respuesta a las diferentes presiones antrópicas en función de su ciclo de vida. Por ejemplo, macroinvertebrados y diatomeas son adecuados para detectar perturbaciones en un periodo corto de tiempo, y los peces son una mejor opción para integrar largas franjas temporales. Además, éstos son buenos indicadores de la conectividad fluvial –ausencia de barreras físicas o químicas en el río-, dado que nuestra ictiofauna presenta especies migradoras de larga distancia como la anguila europea (*Anguilla anguilla*), pero también migradoras de menor recorrido como el barbo común (*Luciobarbus graellsii*). Junto a las ventajas que se acaban de detallar, el uso de los peces también presenta otras respecto al resto de elementos de calidad biótica:

1. Los conocimientos sobre la taxonomía, biología y ecología de los peces continentales están suficientemente avanzados.
2. Las comunidades de peces incluyen diferentes tipos biológicos respecto a la ecología trófica, reproducción, edad y crecimiento, hábitat y tolerancia a determinados parámetros ambientales, de manera que cualquier alteración del ecosistema puede reflejarse en la estructura de la comunidad. Por tanto, son potencialmente buenos indicadores de las condiciones circundantes.
3. Las técnicas de muestreo, procesamiento de muestras e identificación son relativamente sencillas.
4. Los peces están presentes en la mayoría de los ambientes, y algunas especies incluso en los más contaminados.

5. Los peces son populares, importantes desde el punto de vista económico, y representan un medio para advertir a la opinión pública sobre la existencia de una alteración en el medio acuático.

A partir de la década de los 80, se propuso la utilización de los peces como indicadores biológicos para la evaluación ecológica de las aguas continentales (Karr, 1981). No obstante, uno de los problemas asociados a los IBI es su especificidad regional. Aún siendo la metodología de trabajo similar entre diferentes regiones geográficas, los IBIs están desarrollados para tipologías fluviales concretas y no suelen responder bien cuando se aplican a otros sistemas acuáticos fuera de para los que fueron diseñados (Hughes & Oberdorf 1999; Benejam, *et al* 2008). Por este motivo, desde su creación en Estados Unidos (Karr 1981), se han desarrollado versiones de IBIs para diferentes regiones geográficas (p. ej.: Fausch, *et al* 1990; Lyons, *et al* 1996; Hughes & Oberdorf 1999; Oberdorff, *et al* 2002; Ferreira, *et al* 2007; Casatti, *et al* 2008). En Europa, no fue hasta la creación del FAME - *Fish-based Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers* - (EU FAME 2004) que los IBIs no empezaron a responder bien en los ríos europeos (Oberdorff, *et al* 2002; Sostoa, *et al* 2003; Ferreira, *et al* 2007), o a nivel regional, como el IBICAT (Sostoa, *et al* 2003; Sostoa, A. *et al.* 2004). Algunas de las dificultades a las que deben hacer frente los IBIs, y en los ríos mediterráneos en particular, son: la baja diversidad íctica, el pobre conocimiento de la fisiología de las especies, y el efecto combinado de impactos de origen natural (avenidas/estiaje, estación húmeda/seca) y de impactos antropogénicos (vertidos de aguas residuales, captaciones de agua, etc...) (Gasith & Resh 1999; Magalhães, *et al* 2002; Ferreira, *et al* 2007; Benejam, *et al* 2008). Los IBIs fueron creados en ríos de alta diversidad que presentan más versatilidad de métricas en cuanto a estructura de las comunidades de peces que los de baja diversidad (Ferreira, *et al* 2007). Es por ello que es necesario mejorar su poder de diagnóstico y comparar su aplicabilidad en otras masas de agua (intercalibración) de la misma u otras

áreas geográficas para simplificar el protocolo de aplicación sin perder poder de resolución.

2. Localidades muestreadas

La red de estaciones de muestreo propuesta en este estudio es una combinación de la red de estaciones de la CHE (Confederación Hidrográfica del Ebro) y una red de control propia, que han sido muestreada en reiteradas ocasiones durante la realización de diferentes trabajos (tesinas, tesis y otras publicaciones) a lo largo de los últimos veinte años por parte del equipo de Ictiología de la Universidad de Barcelona (**Figura 1**).

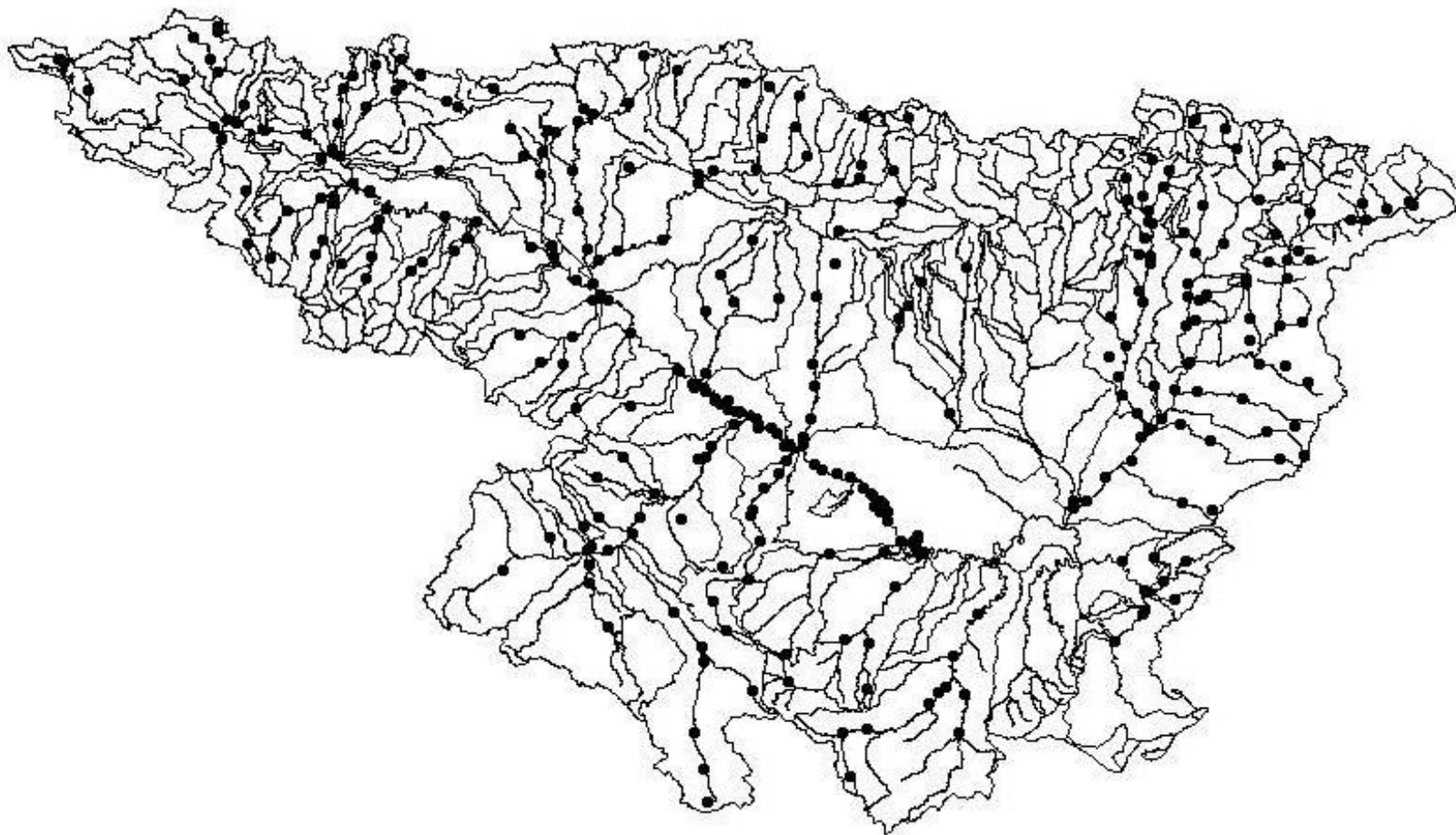


Figura 1. Red de puntos de muestreo en la cuenca del Ebro utilizados para la evaluación de las comunidades de peces y el desarrollo del Índice de Integridad Biótica.

IBI	CEMAS	Río	Localidad
IBI 001		Segre	Sanavastre
IBI 002		Segre	Queixans
IBI 003		Aravó	Ventajola
IBI 004		Duran	Olopte
IBI 005		Segre	St Martí dels Castells
IBI 006		Llosa	Coborriu de la Llosa
IBI 007		Segre	Els Banys de St Vicenç
IBI 008	0023	Segre	Alàs
IBI 009		Lavansa	Sorribes
IBI 010	1420	Valira	Anserall
IBI 011		Llanera	Torà
IBI 012		Barranco de Civit	Civit
IBI 013	2008	Ribera Salada	Castellar de la Ribera
IBI 014		Tost	Torà de Tost
IBI 015		Vergós	Vergós Guerrejat
IBI 016	0206	Segre	Pla de Sant Tirs
IBI 017		Lavansa	Montan de Tost
IBI 018		Perles	Canelles
IBI 019		Sanaüja	Sanaüja
IBI 020	1453	Segre	Organyà
IBI 021	1118	Corb	Vallfogona
IBI 022		Ribera Salada	Altés
IBI 023		Segre	Oliana
IBI 024	1294	Noguera de Cardòs	Arròs de Cardòs
IBI 025		Noguera de Vallferrera	Areu
IBI 026		Guàrdia	Bellpui
IBI 027		Cabó	Cabó
IBI 028		Ondara	Tàrrega
IBI 029	0544	Llobregós	Ponts
IBI 030		Santa Magdalena	Montenartro
IBI 031	1106	Noguera Pallaresa	Llavorsí
IBI 032	0621	Segre	Anyà
IBI 033		Rialb	El Puig de Rialb
IBI 034		Barranco de Torreblanca	Montmagastre
IBI 035		Rialb	Bòixols
IBI 036		Noguera Pallaresa	Escaló
IBI 037		Sió	Agramunt
IBI 038		Unarre	Unarre
IBI 039	0606	Noguera Pallaresa	Ribera de Montardit
IBI 040	1105	Noguera Pallaresa	Alòs d'Isil
IBI 041		Major	Bresca
IBI 042		Noguera Pallaresa	Bresca
IBI 043		Gorgs	El Vilosell
IBI 044		Corb	Bellpuig
IBI 046		Abella	Figuerola d'Orcau
IBI 047	1110	Flamisell	Cabdella
IBI 048	0146	Noguera Pallaresa	La Pobla de Segur
IBI 049	0648	Segre	Alòs de Balaguer
IBI 050		Conques	Gavet de la Conca
IBI 051	1305	Sió	La Sentiu de Sió
IBI 052		Noguera Pallaresa	Beret
IBI 053	0607	Flamisell	Lluçà
IBI 054		Barranco de Barcedana	St Martí de Barcedana

IBI	CEMAS	Río	Localidad
IBI 056	0169	Noguera Pallaresa	Camarasa
IBI 057		Segre	Camarasa
IBI 058		Noguera Pallaresa	Gavet de la Conca
IBI 059	0608	Noguera Pallaresa	Tremp
IBI 060		Siurana	Poboleda
IBI 061		Noguera Pallaresa	Pas de Terradets
IBI 062		Bosia	Senterada
IBI 063		Set	L'Albagés
IBI 064	1117	Corb	Bellví
IBI 065		Capçanes	Capçanes
IBI 066	0096	Segre	Balaguer
IBI 067		Noguera del Tor	Caldes de Boí
IBI 068		Siurana	Mare de Déu de les Pinyeres
IBI 069		Noguera del Tor	Barruera
IBI 070		Segre	Térmens
IBI 071		Montsant	Cabacés
IBI 072		Farfanya	Castelló de Farfanya
IBI 073	1113	Convent	El Pont de Suert
IBI 074	1112	Noguera Ribagorzana	Hospital de Viella
IBI 075		Barranco de Esplugafreda	Esplugafreda
IBI 076		Noguera Ribagorzana	Pont d'Orrit
IBI 077		Noguera Ribagorzana	Pont de Suert
IBI 078	0627	Noguera Ribagorzana	Corbins
IBI 079	1421	Noguera del Tor	Castilló de Tor
IBI 080		Siurana	García
IBI 081		Noguera Ribagorzana	Escarla
IBI 082		Barranco de Aulet	Aulet
IBI 083		Ebro	García
IBI 084	1114	Noguera Ribagorzana	El Pont de Montanyana
IBI 085		Noguera Ribagorzana	Tercui
IBI 086		Ebro	Benissanet
IBI 087		Noguera Ribagorzana	Vilaller
IBI 089		Segre	Vilanova de la Barca
IBI 090		Barranco de Montanyana	Montanyana
IBI 092	0022	Valira de Cornudella	Sobrecastell
IBI 093	0836	Ebro	Ascó
IBI 094	0547	Noguera Ribagorzana	Albesa
IBI 095	0024	Segre	Lleida
IBI 096		Valiera de Castanesa	Noals
IBI 097		Valiera de Castanesa	Bordas de Posinqueso
IBI 098		Ebro	Flix
IBI 099		Noguera Ribagorzana	Canelles
IBI 100		Set	Sudanell
IBI 102	0625	Noguera Ribagorzana	Alfarràs
IBI 104	0568	Ebro	Flix
IBI 105	0097	Noguera Ribagorzana	Ibars de Noguera
IBI 106	0512	Ebro	Xerta
IBI 107	0511	Canaleta	Benifallet
IBI 109		Guart(Cajigar)	Finestres
IBI 110		Barranco del Molí del Pubill	Camporells
IBI 111	0219	Segre	Torres de Segre
IBI 113	0628	Barranco Calvó	Benabarre

IBI	CEMAS	Río	Localidad
IBI 114	0548	Barranco Regué	Baells
IBI 115		Segre	Seròs
IBI 118	0566	Cinca	Torrent de Cinca
IBI 119		Segre	La Granja d'Escart
IBI 120		Matarraña	Faió
IBI 121	0017	Cinca	Fraga
IBI 123	0013	Ésera	Graus
IBI 125		Algars	Lledó
IBI 126		Ulldemó	La Pesquera
IBI 127	0225	Clamor Amarga	Zaidin
IBI 128		Matarraña	Nonasp
IBI 130		Ulldemó	Besseit
IBI 131		Algars	Nonasp
IBI 132	0176	Matarraña	Nonasp
IBI 133	1240	Matarraña	El Parrissal
IBI 134		Algars	Mas de l'Estudiant
IBI 135	1242	Matarraña	Torre del Comte
IBI 137	2009	Matarraña	Besseit
IBI 138	0441	Cinca	El Grado
IBI 139	0549	Cinca	Ballobar
IBI 140	1470	Matarraña	Vallderoues
IBI 141	0802	Cinca	Estada
IBI 143	0616	Cinca	Derivac. Acequia Paules
IBI 144	0706	Matarraña	Vallderoues - Tastavins
IBI 145	0559	Matarraña	Maella
IBI 146	0228	Cinca	Monzón
IBI 147	0562	Cinca	Monzón (aguas abajo)
IBI 148	0587	Matarraña	Massalió
IBI 149		Tastavins	Vallderoues
IBI 150	0095	Vero	Barbastro
IBI 151	0226	Alcanadre	Ontiñena
IBI 152		Guadalope	Presa del Vado
IBI 153		Guadalope	Central eléctrica Las Vueltas
IBI 154	1238	Guadalope	Mas del Puente
IBI 155		Bergantes	Morella
IBI 156		Alcanadre	Pedruel (Las Almunias)
IBI 157	0806	Bergantes	Aguaviva
IBI 159	0015	Guadalope	Der. Acequia Vieja de Alcañiz
IBI 160	0600	Bergantes	Forcall
IBI 163	0558	Guadalope	Calanda
IBI 164	1235	Guadalope	Mas de las Matas
IBI 165	0227	Flumen	Sariñena
IBI 166	0106	Guadalope	Santolea (derivación acequia mayor)
IBI 167	0598	Guadalope	Santolea (derivación acequia pinilla)
IBI 168		Ebro	Escatrón
IBI 169	0550	Guatizalema	Embalse Vadiello
IBI 170		Ebro	Sastago
IBI 171		Ebro	Escatron
IBI 172		Ebro	Puente Alborge
IBI 174	0551	Flumen	Tierz
IBI 175	0538	Aguas limpias	Sallent de Gállego
IBI 176		Ebro	Velilla de Ebro
IBI 177	0218	Isuela	Pompenillo

IBI	CEMAS	Río	Localidad
IBI 178	0014	Martín	Hijar
IBI 179	0539	Aurin	Acumer
IBI 180	0588	Ebro	Gelsa
IBI 181		Ebro	Quinto de Ebro
IBI 182	1227	Aguasvivas	Azalla
IBI 183		Ebro	Pina de Ebro III
IBI 184	0510	Ebro	Quinto de Ebro II
IBI 185		Ebro	Pina de Ebro
IBI 186		Ebro	Pina de Ebro II
IBI 187	0561	Gállego	Jabarello
IBI 188		Ebro	Puente de Pina
IBI 189	0592	Ebro	Pina de Ebro
IBI 190		Escuriza	Gargallo
IBI 191		Guadalope	Montoro de Mezquita
IBI 192		Escuriza (Martín)	Alloza
IBI 193		Aragón	Pte. De Sta. Cristina (Candanchú pistas)
IBI 194		Ebro	Puente del Ave
IBI 196	0529	Aragón	Castiello de Jaca
IBI 197	0018	Aragón	Jaca
IBI 198		Ebro	Fuentes de Ebro
IBI 199		Guadalope	Villaroya de los Pinares
IBI 200		Guadalope	Aliaga
IBI 201	0118	Martín	Oliete
IBI 202	0123	Gállego	Anzánigo
IBI 203		Ebro	Presa de Pina (Burgo de Ebro)
IBI 204		Aragón	Ascara
IBI 205	0540	Barranco Fontobal	Ayerbe
IBI 206	1226	Aguasvivas	Belchite
IBI 207	1295	Ebro	Burgo de Ebro
IBI 208	0704	Gállego	Ardisa
IBI 209	0209	Gállego	Zuera
IBI 210	0246	Gállego	Ontiñar del Salz
IBI 211		Ebro	Cartuja
IBI 212	0247	Gállego	Villanueva de Gállego
IBI 213	0622	Gállego	Derivación Acequia Urdarra
IBI 214	0089	Gállego	Zaragoza
IBI 215		Veral	Biniés
IBI 216		Veral	Zuriza
IBI 217		Veral	Ansó
IBI 219	0011	Ebro	Zaragoza Norte
IBI 221		Martín (Vivel)	Vivel del río Martín
IBI 222		Aguasvivas	Baños del Segura
IBI 223	0565	Huerva	Zaragoza
IBI 224		Ebro	Ranillas - Zaragoza
IBI 226	0245	Huerva	Santa Fe
IBI 227	0537	Arba de Biel	Luna
IBI 228		Ebro	Monzalbarba
IBI 229		Ebro	Utebo
IBI 230	0825	Uztarroz	Uztarroz
IBI 231	0596	Huerva	María de Huerva
IBI 232	0612	Huerva	Villanueva de Huerva
IBI 233		Ebro	Sobradiel
IBI 234	0816	Esca	Burgui

IBI	CEMAS	Río	Localidad
IBI 235	0702	Esca	Sigüés
IBI 236		Ebro	Torres de Berellen
IBI 237		Pancrudo (Jiloca)	Torre los negros
IBI 238		Arba de Luesia	Luesia
IBI 239	0105	Huerva	Mezalocha
IBI 240	0570	Huerva	Muel
IBI 241	0637	Herrera	Herrera
IBI 242	0823	Anduña	Ochagavia (Isalzu)
IBI 243		Ebro	Aragón
IBI 244		Ebro	Aragón Puente
IBI 245	0087	Jalón	Grisen
IBI 246	1085	Arba de Luesia	Rivas
IBI 247	0580	Ebro	Cabañas de Ebro
IBI 249		Huerva	Lagueruela
IBI 250		Ebro	Alcalá de Ebro
IBI 251	0509	Ebro	Remolinos
IBI 252	0646	Arroyo de la Sierra	Paniza, Arroyo de la Sierra
IBI 253		Ebro	Alcalá de Ebro
IBI 254	0703	Arba de Luesia	Biota
IBI 255		Ebro	Luceni
IBI 256		Ebro	Luceni izquierda
IBI 257	0101	Aragón	Yesa
IBI 258		Huerva	Badules
IBI 259	0567	Jalón	Urrea de Jalón
IBI 260	0603	Jiloca (Jalón)	Cella
IBI 261	0536	Arba de Luesia	Tauste
IBI 262	1277	Arba de Riguel	Sádaba
IBI 263	0617	Ebro	Pradilla de Ebro
IBI 264	0552	Jalón	Rueda
IBI 265		Ebro	Gallur
IBI 266		Jiloca (Jalón)	Sta. Eulalia
IBI 267	0060	Arba de Luesia	Gallur
IBI 268	0244	Jiloca (Jalón)	Luco de Jiloca
IBI 269	0555	Barranco de Rané	Lumpiaque
IBI 270	0065	Irati	Liedana
IBI 271	0042	Jiloca (Jalón)	Calamocha
IBI 272		Ebro	Gallur
IBI 273		Jiloca (Jalón)	Villafranca del Campo
IBI 274	0508	Ebro	Gallur 2
IBI 275	0818	Urrobi	Villanueva de Arce
IBI 276	0205	Aragón	Sangüesa
IBI 277		Ebro	Novillas 2
IBI 279	0584	Alpartir	Alpartir
IBI 280		Ebro	Novillas
IBI 281	0010	Jiloca (Jalón)	Daroca
IBI 282	0817	Aragón	Carcastillo
IBI 284		Aranda	Arandiga
IBI 285	0152	Arga	Eugi
IBI 286	0586	Jalón	Sabiñan
IBI 287	0009	Jalón	Huermeda
IBI 288	0541	Huecha	Bulbunte
IBI 289	0506	Ebro	Tudela
IBI 290	0159	Arga	Huarte (Olloki)

IBI	CEMAS	Río	Localidad
IBI 291	0532	Regata Mairaga	Oloriz
IBI 292		Isuela	Trasobares
IBI 293	0005	Aragón	Caparroso
IBI 295	0593	Jalón	Terrer
IBI 296	0002	Ebro	Castejón
IBI 297		Piedra	Aldehuela de Liestos
IBI 298	0650	Aragón	Marcilla (deriv acequia Molinar)
IBI 299	0505	Ebro	Alfaro
IBI 300		Ribota	Cervera de la Cañada
IBI 301	0238	Aranda	Embalses Maidevera
IBI 302	0530	Aragón	Milagro
IBI 303	0214	Alhama	Alfaro
IBI 304	0217	Arga	Ororbía
IBI 305	1215	Piedra	Nuevalos
IBI 306	0184	Manubles (Jalón)	Ateca
IBI 307	0553	Piedra	Embalse de la Tranquera (Carenas)
IBI 308	0126	Jalón	Ateca
IBI 309	0090	Queiles-Val	Los Fayos
IBI 310	0069	Arga	Etxauri
IBI 311	0068	Araquil	Asiain
IBI 312	0647	Arga	Peralta
IBI 313	0004	Arga	Funes
IBI 314	0585	Manubles (Jalón)	Morós
IBI 315	0577	Arga	Puente la Reina
IBI 316	0542	Arroyo Agramonte	Agramonte
IBI 317	0533	Arga	Miranda de Arga
IBI 318	0504	Ebro	Rincón de Soto
IBI 320	0601	Añamaza	Valdegutur
IBI 321	0243	Alhama	Fitero
IBI 322	1422	Salado	Muez
IBI 323	0213	Cidacos	Calahorra
IBI 324	0503	Ebro	San Adrián
IBI 325	0003	Ega	Andosilla
IBI 326	0085	Ubagua	Riezu
IBI 327	0535	Alhama	Aguilar del Río Alhama
IBI 328		Henar	Embia de Ariza
IBI 329	0572	Ega	Aberin (Aranzano)
IBI 330	0242	Cidacos	Autol
IBI 331	0502	Ebro	Sartaguda
IBI 332	0071	Ega	Estella (Arbeiza)
IBI 333	0630	Barranco de Regajo	Cornago
IBI 334	0815	Urederra	Zudaire
IBI 335	0569	Araquil	Alsasua
IBI 336		Jalón	Santa María de Huerta
IBI 337	0534	Alzania	Alsasua (E. Urdalur)
IBI 338	0624	Ebro	Agoncillo
IBI 339	0528	Jubero	Murillo de río Leza
IBI 341	0501	Arroyo de Valdearas	Viana
IBI 342		Zadorra	Munain
IBI 343	0571	Ebro	Logroño-Varea
IBI 344	0197	Leza	Riba Frecha
IBI 345		Jalón	Esteras de Medinacelli
IBI 346	0564	Zadorra	Salvatierra

IBI	CEMAS	Río	Localidad
IBI 347		Ega	Marañon
IBI 348	0526	Iregua	Albelda de Iregua
IBI 349	0036	Iregua	Islallana
IBI 350	0633	Barranco Arcochoste	Elgea
IBI 351	0632	Barranco Uguarana	Elgea
IBI 352	0642	Salvés	Nestares
IBI 353	0519	Zadorra	E.Ulibarri (Arroiabe)
IBI 354	0520	Adrin y Urquiola	E. Alisina
IBI 355	0180	Zadorra	Durana
IBI 356	0038	Najerilla	Torremontalbo
IBI 357	0574	Najerilla	Najera
IBI 358	0523	Najerilla	Uruñuela
IBI 359	0221	Subialde	Larrinoa (Murua)
IBI 360	0594	Najerilla	Baños de Río Tobia
IBI 361	0525	Inglares	Berganzo
IBI 362	0595	Ebro	San Vicente de la Sonsierra
IBI 363	0241	Najerilla	Anguiano
IBI 364	0179	Zadorra	Vitoria-Trespuentes
IBI 365	0644	Bayas	Aldaroa
IBI 366	0208	Ebro	Conchas de Haro
IBI 367	0524	Barranca Cadajar	Aldea del Río (San Millan de la Cogolla)
IBI 368		Bayas	Catadiano
IBI 369	0074	Zadorra	Arce
IBI 370		Bayas	Mimbredo
IBI 371	0645	Arroyo Aguantino	Casalarreina
IBI 372	0165	Bayas	Miranda de Ebro
IBI 373	0240	Oja	Castañares de Rioja
IBI 374	0001	Ebro	Miranda de Ebro
IBI 375	0050	Tirón	Cuzcurrita del río Tirón
IBI 376	0518	Oja	Santurde de Rioja
IBI 377	0578	Ebro	Puentelarra (Miranda de Ebro)
IBI 378	0189	Oroncillo	Orón
IBI 379	0517	Oja	Ezcaray
IBI 381		Tirón	Cerezo de río Tirón
IBI 382	0516	Oropesa	Pradoluego
IBI 383	0639	Ebro	Sta. María de Garoña (Pangusión)
IBI 384	0610	Oca	Villafranca-Montes de Oca
IBI 385		Oca	Briviesca
IBI 386	0640	Jerea	Pedrosa de Tobalina
IBI 387	0166	Jerea	Palazuelos de Cuesta Urria
IBI 388	0092	Nela	Trespaderne
IBI 389	0161	Ebro	Cereceda
IBI 390	0629	Arroyo Rupando	Rupando
IBI 391	0609	Salon	Villatomil
IBI 392	0093	Oca	Oña
IBI 393	0620	Cerneja	Agüera
IBI 394	0514	Trueba	Quintanilla de Pienza
IBI 395	0626	Trueba	Espinosa de los Monteros
IBI 396	0513	Nela	Cigüenza
IBI 398		Ebro	Aldea de Ebro
IBI 399	0599	Ebro	Reinosa
IBI 400	0203	Hijar	Reinosa

3. Metodología

El método utilizado para la captura de los peces es la pesca eléctrica. En cada uno de los muestreos se escoge un tramo de río que incluya los diferentes tipos de mesohábitats (pozas, tablas y rápidos) de unos 100 metros de longitud (10 veces la anchura del río) y una área de muestreo como mínimo de 100m² (según recomendación de la normativa CEN EN 14011). En estos muestreos se capturan todas las especies presentes en el tramo de río estudiado y, en función del número de individuos capturados, se analiza una muestra representativa (nunca inferior a 40-50 individuos). Estos análisis consisten en tomar los parámetros biométricos que permiten conocer la estructura poblacional de las diferentes especies y calcular las densidades y biomásas. De forma paralela, se realiza un examen externo a los peces para conocer su estado de salud y se anota la presencia de parásitos o de cualquier otra anomalía, y también cualquier otro aspecto relacionado con el estado sanitario de los peces. Los peces se anestesian mediante el uso de MS-222, se identifican a nivel de especie y se miden con precisión de 1 mm y se pesan con precisión de 0,1 g.

En cada uno de los puntos de muestreo toman los parámetros químicos y físicos (concentración de oxígeno, temperatura, pH, compuestos nitrogenados, fosfatos, conductividad) y se realiza una evaluación del hábitat fluvial y del bosque de ribera.

En cada estación se ha caracterizado:

- Las dimensiones del tramo estudiado y de su sección.
- Los impactos observados y los usos del suelo en su entorno.
- La composición del sustrato del lecho del río.
- Los hábitats y refugios existentes.
- La composición y estructura de la vegetación acuática y de ribera.
- La fauna y flora acuática presente.
- Los parámetros físicos y químicos del agua

La evaluación del hábitat fluvial se ha realizado siguiendo la metodología del “*Rapid Bioassessment Protocols*” de la *Environmental Protection Agency* (Barbour et al. 1999) adaptada a los ríos mediterráneos y recientemente publicada (ver RBA en Maceda-Veiga & De Sostoa, 2011). Esta metodología se basa en puntuar de 0 a 10 la calidad del hábitat físico teniendo en cuenta las siguientes variables:

- La estructura y la complejidad de los mesohábitats.
- La morfología, el grado de canalización y del canal fluvial.
- La erosión existente y el grado de colmatación del sustrato
- La vegetación acuática.
- La vegetación de ribera y su estructura.

Asimismo, también se determinó el estado del bosque de ribera utilizando el índice del QBR (Munné *et al.* 1998). Este índice considera los siguientes parámetros:

- Grado de cobertura de la ribera.
- Estructura de la cobertura.
- Calidad de la cobertura.
- Grado de naturalidad del canal fluvial.

A diferencia del RBA, el QBR da un peso muy importante en su puntuación a la presencia de especies exóticas en el bosque de ribera. Ambos protocolos se encuentran en el anexo de este informe.

4. Las comunidades ícticas

La cuenca del Ebro cuenta con un elevado número de especies de peces: 27 especies autóctonas y 19 especies introducidas. Entre las 46 especies citadas se incluyen las especies migradoras catádromas y anádromas y las especies anfídromas más importantes, quedarían excluidas las especies marinas que de forma temporal o accidental colonizan el delta del Ebro y las zonas estuáricas, así como las especies introducidas accidentales cuyas poblaciones no se han establecido en las aguas continentales. El número de especies autóctonas exclusivas de las aguas dulces es relativamente pequeño (14) en comparación con la fauna que habita en los sistemas fluviales de otras regiones europeas, aunque rico en endemismos, pero es relativamente alto en el ámbito de la península Ibérica.

En los últimos años, la nomenclatura de las especies ha experimentado notables cambios debido a la revisión taxonómica que están experimentando muchas de las especies de los ríos ibéricos. Para presentar un consenso, se ha seguido el criterio para los nombres científicos y comunes de una revisión recientemente publicada (Leunda et al., 2009). Asimismo, también se han tenido en cuenta publicaciones científicas posteriores al respecto.

La ictiofauna autóctona de la cuenca del Ebro ha cambiado poco en los últimos años respecto al número de especies, pero sí respecto a la nomenclatura científica. En este sentido, a partir de la revisión filogenética del género *Chondrostoma* se proponen cinco nuevos géneros para la península Ibérica, dos de los cuales están presentes en la cuenca del Ebro: *Achondrostoma arcasii* (= *Chondrostoma arcasii*) (Robalo et al. 2007) i *Parachondrostoma miegii* (= *Chondrostoma miegii*) (Robalo et al. 2007). Se han descrito una nueva especie del género *Gobio* endémico de la península Ibérica, *Gobio lozanoi* (Doadrio & Madeira 2004), antes denominado *G. gobio*. Asimismo, recientemente se ha descrito una nueva especie de bagra (*Squalius laietanus*), cuyo límite de distribución sur abarca la cuenca del Ebro. El espinoso, denominado anteriormente *Gasterosteus aculeatus*, actualmente adopta el

nombre de *Gasterosteus gymnurus* (procedente de la forma *gymnurus*) (Kottelat 2001). Igualmente se ha considerado válida la nueva nomenclatura para algunas especies de ciprínidos: *Phoxinus bigerri* (en lugar de *P. phoxinus* en la cuenca del Ebro) (Kottelat 2007) y *Luciobarbus graellsii* (Machordom & Doadrio 2001; Tsigenopoulos, C.S. et al. 2003; Kottelat & Freyhof 2007) (anteriormente *Barbus graellsii*). Asimismo, *Barbatula barbatula* pasa a denominarse *Barbatula quignardi* (Bacescu-Mester 1967).

Es importante resaltar respecto a este catálogo de especies que el presente estudio se basa en muestreos en cursos fluviales, pero no se muestrearon ni embalses ni zonas no vadeables por las limitaciones del equipo de muestreo. Por tanto, no es descartable que exista un sesgo en la presencia de determinadas especies exóticas en algunas localidades de la cuenca del Ebro, puesto que principalmente se encuentran en este tipo de ambientes (p. ej.: perca americana, siluro, etc...).

Especies autóctonas

F. Anguillidae

Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758) (anguila)

F. Atherinidae

Atherina boyeri Risso, 1810 (pejerrey, joell)

F. Balitoridae

Barbatula quignardi (Linnaeus, 1758) (lobo de río)

F. Blenniidae

Salaria fluviatilis Asso, 1801 (blenio de río, fraile)

F. Clupeidae

Alosa alosa (Linnaeus, 1758) (sábalo, guerxa)

Alosa fallax (Lacépède, 1803) (saboga)

F. Cobitidae

Cobitis calderoni Bacescu, 1962 (lamprehuela)

Cobitis paludica (de Buen, 1939) (colmilleja)

F. Cyprinidae

Luciobarbus graellsii Steindachner, 1866 (barbo de Graells)

Barbus haasi Mertens, 1925 (barbo colirrojo)

Achondrostoma arcasii (Steindachner, 1866) (bermejuela)

Parachondrostoma miegii Steindachner, 1866 (madrilla)

Gobio lozanoi Doadrio y Madeira, 2004 (gobio ibérico)

Phoxinus phoxinus (Linnaeus, 1758) (piscardo)

Squalius laietanus Doadrio Kottelat & de Sostoa, 2007 (bagre)

Squalius pyrenaicus (Günther, 1868) (cacho)

Tinca tinca (Linnaeus, 1758) (tenca)

F. Cyprinodontidae

Aphanius iberus (Valenciennes, 1846) (fartet)

F. Gasterosteidae

Gasterosteus gymnotus Cuvier, 1829 (espinoso)

F. Gobiidae

Pomatoschistus microps (Kroyer, 1838) (gobio de arena)

F. Mugilidae

Mugil cephalus Linnaeus, 1758 (pardete, lissa llobarrera)

Liza ramada (Risso, 1827) (morragute, calua)

F. Petromyzontidae

Petromyzon marinus Linnaeus, 1758 (lamprea marina, llamprea de mar)

F. Pleuronectidae

Platichthys flesus (Linnaeus, 1758) (platija, rêmol de riu)

F. Salmonidae

Salmo trutta Linnaeus, 1758 (trucha común)

F. Syngnathidae

Syngnathus abaster Risso, 1827 (aguja de río, agulleta de riu)

F. Valenciidae

Valencia hispanica (Valenciennes, 1846) (samaruc)

Especies alóctonas

F. Centrarchidae

Lepomis gibbosus (Linnaeus, 1758) (pez sol)

Micropterus salmoides (Lacépède, 1802) (perca americana)

F. Cobitidae

Misgurnus anguillicaudatus (Cantor, 1842) (misgurno oriental)

F. Cyprinidae

Abramis bjoerkna Linnaeus, 1758 (brema blanca)

Alburnus alburnus (Linnaeus, 1758) (alburno)

Carassius auratus (Linnaeus, 1758) (pez rojo)

Cyprinus carpio Linnaeus, 1758 (carpa)

Pseudorasbora parva (Temminck & Schlegel, 1846) (pseudorasbora)

Rutilus rutilus Linnaeus, 1758 (rutilo)

Scardinius erythrophthalmus (Linnaeus, 1758) (escardinio)

F. Esocidae

Esox lucius Linnaeus, 1758 (lucio)

F. Ictaluridae

Ameiurus melas (Rafinesque, 1820) (pez gato negro)

Ictalurus punctatus (Rafinesque, 1818) (pez gato punteado)

F. Percidae

Perca fluviatilis Linnaeus, 1758 (perca de río)

Sander lucioperca (Linnaeus, 1758) (lucio-perca)

F. Poeciliidae

Gambusia holbrooki (Agassiz, 1859) (gambusia)

F. Salmonidae

Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1792) (trucha arco iris)

Salvelinus fontinalis (Mitchill, 1814) (salvelino)

F. Siluridae

Silurus glanis Linnaeus, 1758 (siluro)

4.1. Fauna ictiológica actual

En las pescas realizadas se han capturado un total de 29 especies de peces, frente a las 46 especies citadas en toda la cuenca (sin incluir el tramo inferior del Ebro de influencia marina) de las que 15 son especies autóctonas o nativas y 14 alóctonas o introducidas. Algunas de las especies autóctonas citadas en las aguas continentales y que no se han capturado habitan en ambientes de estuario, como el fartet (*Aphanius iberus*), el samaruc (*Valencia hispanica*) y el espinoso (*Gasterosteus gymnurus*); otras están en el límite de su distribución y son muy escasa, como el cacho (*Squalius pyrenaicus*) y la tenca (*Tinca tinca*); y, finalmente, otras son especies migradoras o anfídromas, como la saboga (*Alosa fallax*), el sábalo o guerxa (*Alosa alosa*), la lamprea marina (*Petromyzon marinus*), el pejerrey o joell (*Atherina boyeri*), la platija o rêmol de riu (*Platichthys flesus*), la aguja de río (*Syngnathus abaster*) y el gobio de arena (*Pomatoschistus microps*). Algunas especies alóctonas, citadas en la cuenca del Ebro, no se han capturado en los muestreos del presente proyecto por los motivos citados anteriormente o bien porque su presencia es rara o muy rara. Entre estas especies cabe citar la brema blanca (*Abramis bjoerkna*), el salvelino (*Salvelinus fontinalis*), el pez gat punteado (*Ictalurus punctatus*) y la tenca (*Tinca tinca*).

Sorprende el elevado número de especies introducidas, pero hay que tener en cuenta que la cuenca del Ebro, en las últimas décadas, actúa como un gran receptor de especies alóctonas y es uno de los primeros lugares de introducción de un gran número de ellas (especialmente en su parte media y baja y en los embalses). Las especies de peces introducidas muestran un claro incremento en número de especies y una expansión de las áreas de distribución. Las causas de este incremento pueden atribuirse principalmente a las constantes introducciones, intencionadas o accidentales, de peces alóctonos; pero también a otros factores, como la presencia de embalses, que favorecen el establecimiento y proliferación de un gran número especies exóticas. Por otra parte, al aumentar la degradación ambiental de las cuencas fluviales se incrementa el grado de alteración de las comunidades de peces y se genera el declive progresivo de las especies autóctonas frente a la expansión de las especies alóctonas, más oportunistas.

F. Anguillidae

La anguila, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758).

Es una especie migradora catádroma, de tamaño mediano a grande y cuerpo cilíndrico.

Era común en toda la Península ibérica, pero su distribución está limitada por la presencia de las grandes presas que impiden su migración. Actualmente ha desaparecido de la mayoría de las grandes cuencas.

En el Ebro se localiza sobre todo en el tramo inferior por debajo de las presas y azudes, pero ha sido reintroducido en algunas localidades y está proyectada la construcción de escalas o pasos en algunos embalses. Su situación actual es de descenso poblacional (**Figura 2**).

F. Atherinidae

El pejerrey, *Atherina boyeri* Risso, 1810.

No capturada en el presente estudio.

Es una especie de pequeña talla (entre 8 y 10 cm) y de cuerpo alargado y fusiforme. Presenta dos aletas dorsales. Se caracteriza por tener ojos muy desarrollados que ocupan la mayor parte de la cabeza. La boca es súpera y provista de pequeños pero visibles dientes. El pedúnculo caudal es largo y estrecho.

Es una especie anfídroma, de origen marino, que coloniza los ambientes estuáricos. En el Ebro se localiza en las lagunas litorales y en el tramo inferior del río, por debajo de las presas y azudes, próximo a la desembocadura.

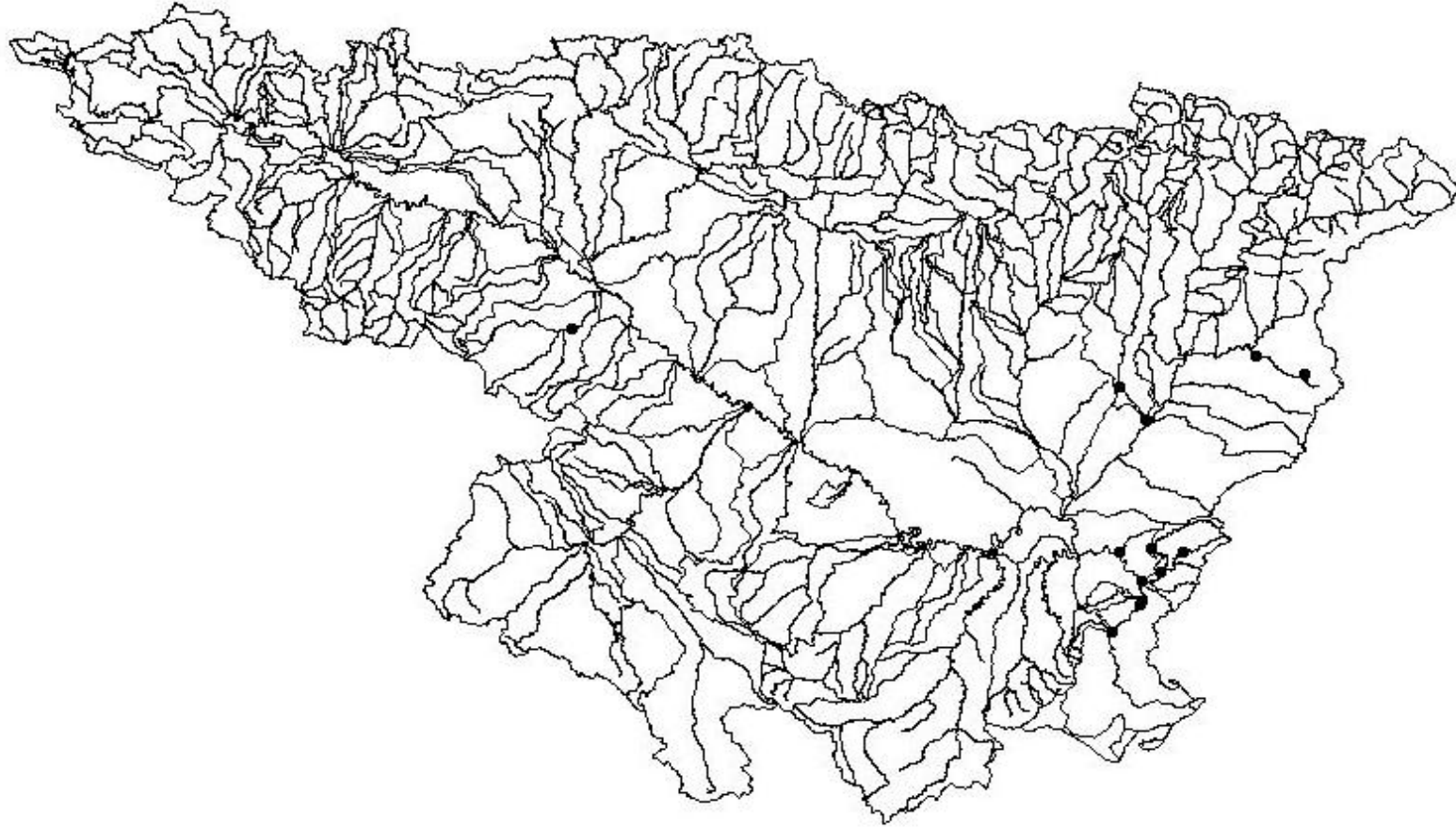


Figura 2. Área de distribución actual de la anguila europea (*A. anguilla*) en la cuenca del Ebro.

F. Balitoridae

El lobo de río, *Barbatula quignardi* (Linnaeus, 1758).

Es una especie bentónica, de pequeña talla (entre 10 y 15 cm) y de cuerpo alargado y cilíndrico, pero con el pedúnculo caudal comprimido. Se caracteriza por tener la cabeza alargada, ojos situados en la parte superior y boca ínfera rodeada de tres pares de barbillones de longitud similar. Presentan dimorfismo sexual, los machos tienen las aletas pectorales más alargadas y presentan tubérculos nupciales durante la reproducción.

Habita en zonas de corriente moderada y con presencia de sustrato de arena, grava y piedras. En la península ibérica se distribuye de forma natural en las cuencas del Bidasoa, Nervión y Ebro, aunque ha sido translocado a otras cuencas.

En las localidades muestreadas existen poblaciones en buen estado, aunque es mucho más abundante en la mitad norte de la cuenca y sobre todo en zonas de montaña con escasa contaminación (**Figura 3**).

F. Blenniidae

El blenio de río o fraile, *Salaria fluviatilis* Asso, 1801.

Es un pez de pequeño tamaño (entre 9 y 15 cm) de hábitos bentónicos, de cuerpo alargado y comprimido lateralmente y carente de escamas. Presenta dimorfismo sexual y los machos están provistos de una gran cresta sagital cefálica, más desarrollada durante el periodo reproductor.

Es una especie de distribución circunmediterránea y en España habita las cuencas de vertiente mediterránea. Esta declarada en peligro de extinción y su situación es crítica, especialmente por pérdida de hábitat, contaminación y presencia de especies exóticas.

En el Ebro su área de distribución se ha reducido considerablemente, y las poblaciones se encuentran relativamente aisladas y habitan sobre todo los tramos bajos de los afluentes (**Figura 4**).

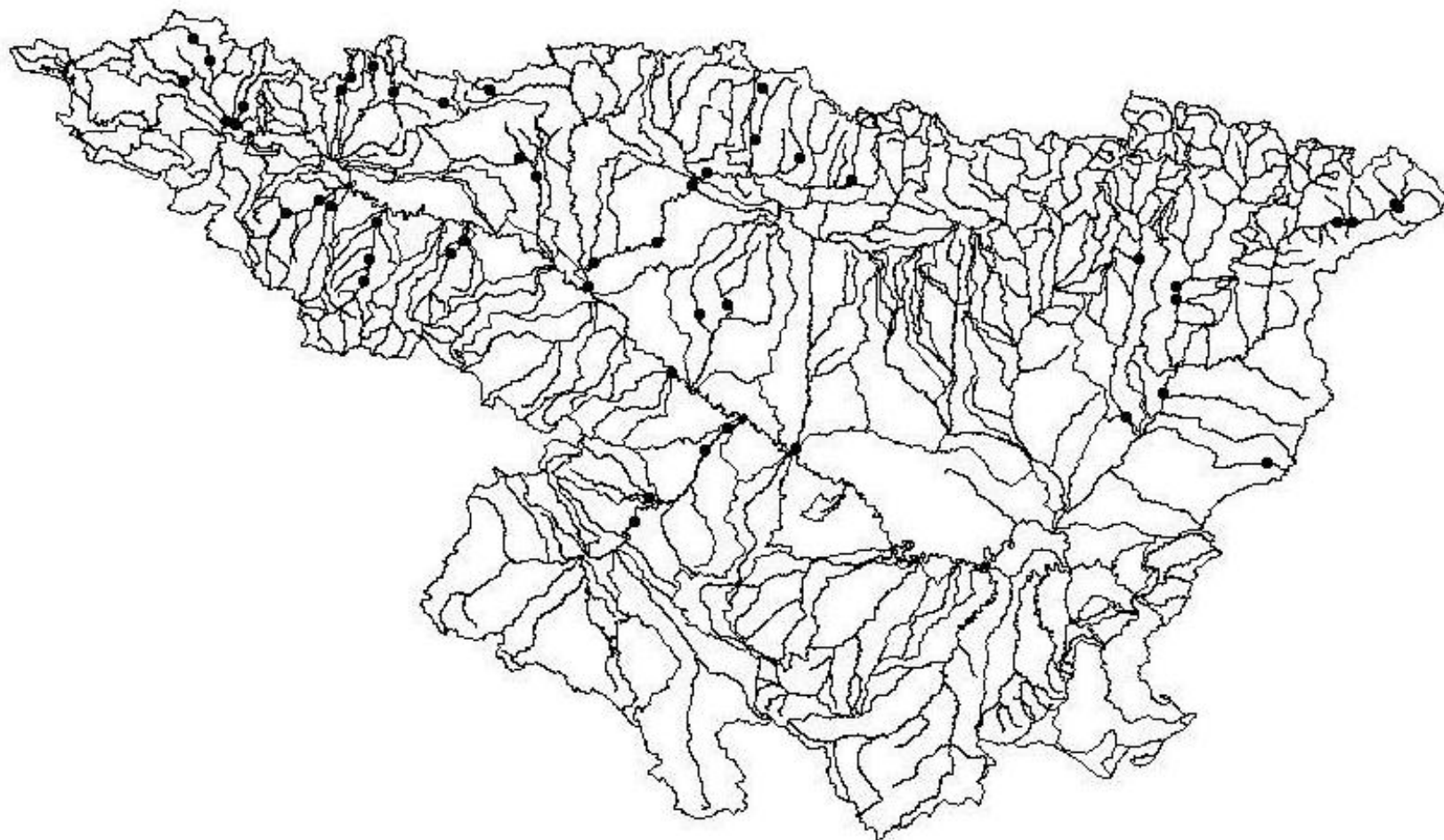


Figura 3. Área de distribución actual del lobo de río (*B. quignardi*) en la cuenca del Ebro.

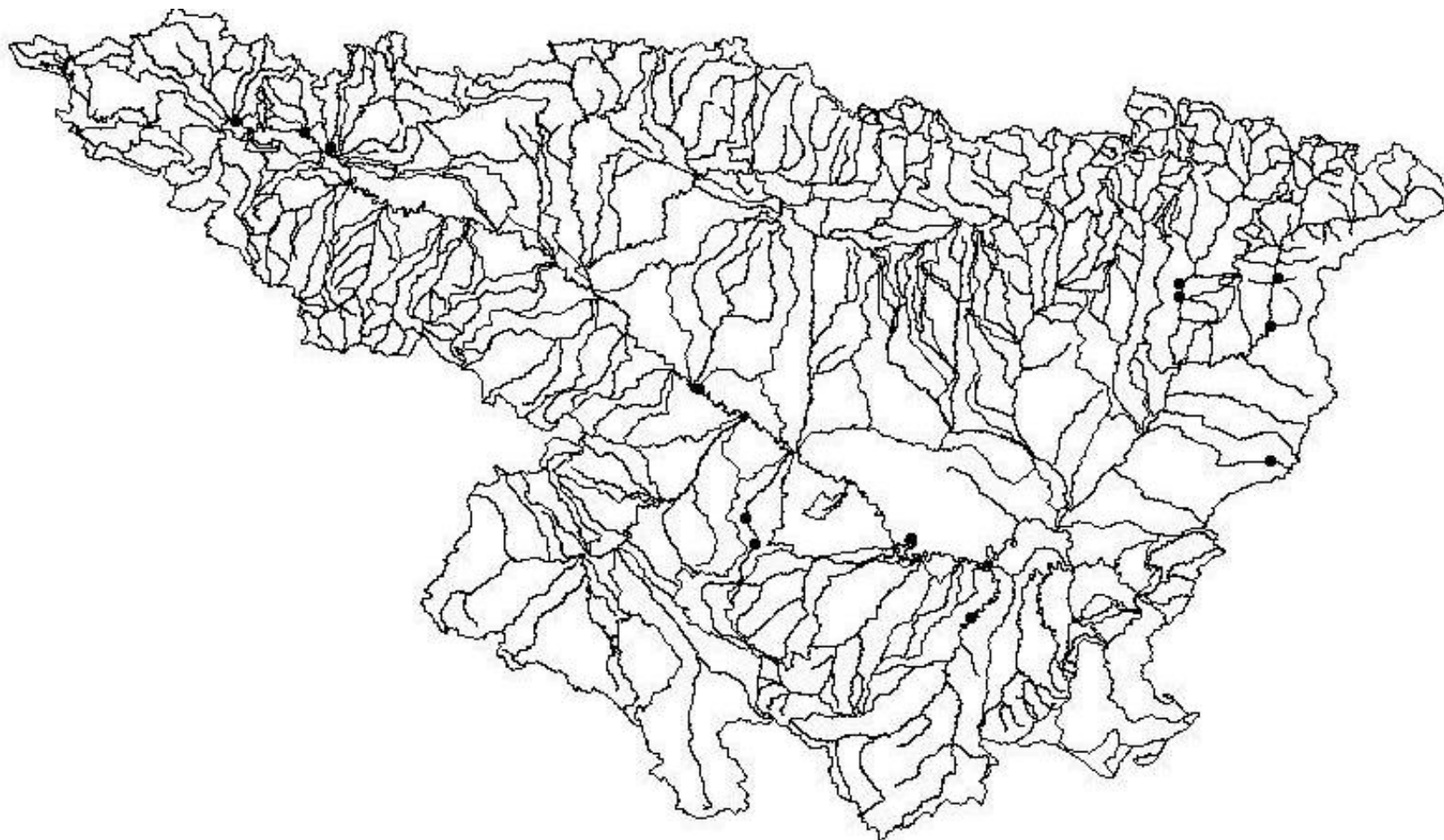


Figura 4. Área de distribución actual del blenio de río (*S. fluviatilis*) en la cuenca del Ebro

F. Centrarchidae

El pez sol, *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758).

El pez sol es una especie nativa de Norteamérica e introducida en España al comienzo del siglo XX. En nuestras aguas no suele sobrepasar los 20 cm de longitud, mientras que en las localidades de origen puede alcanzar los 40 cm de longitud.

Suele habitar en tramos de río de corriente moderada y con vegetación acuática. Es un depredador voraz de invertebrados, puestas y pequeños peces (**Figura 5**).

La perca americana *Micropterus salmoides* (Lacépède, 1802).

Es un pez depredador de cuerpo alargado y comprimido lateralmente. Tiene escamas grandes y gruesas. La boca y las mandíbulas están muy desarrolladas y provistas de numerosos dientes. Es de dimensiones medianas (hasta 50 cm.). Prefiere zonas remansadas con agua clara y abundante vegetación acuática.

Es una especie alóctona, originaria de Norteamérica e introducida en España para la pesca deportiva. Está ampliamente distribuida en la mayoría de grandes cuencas. En el Ebro es común en los embalses, cauce principal y grandes afluentes (**Figura 6**).

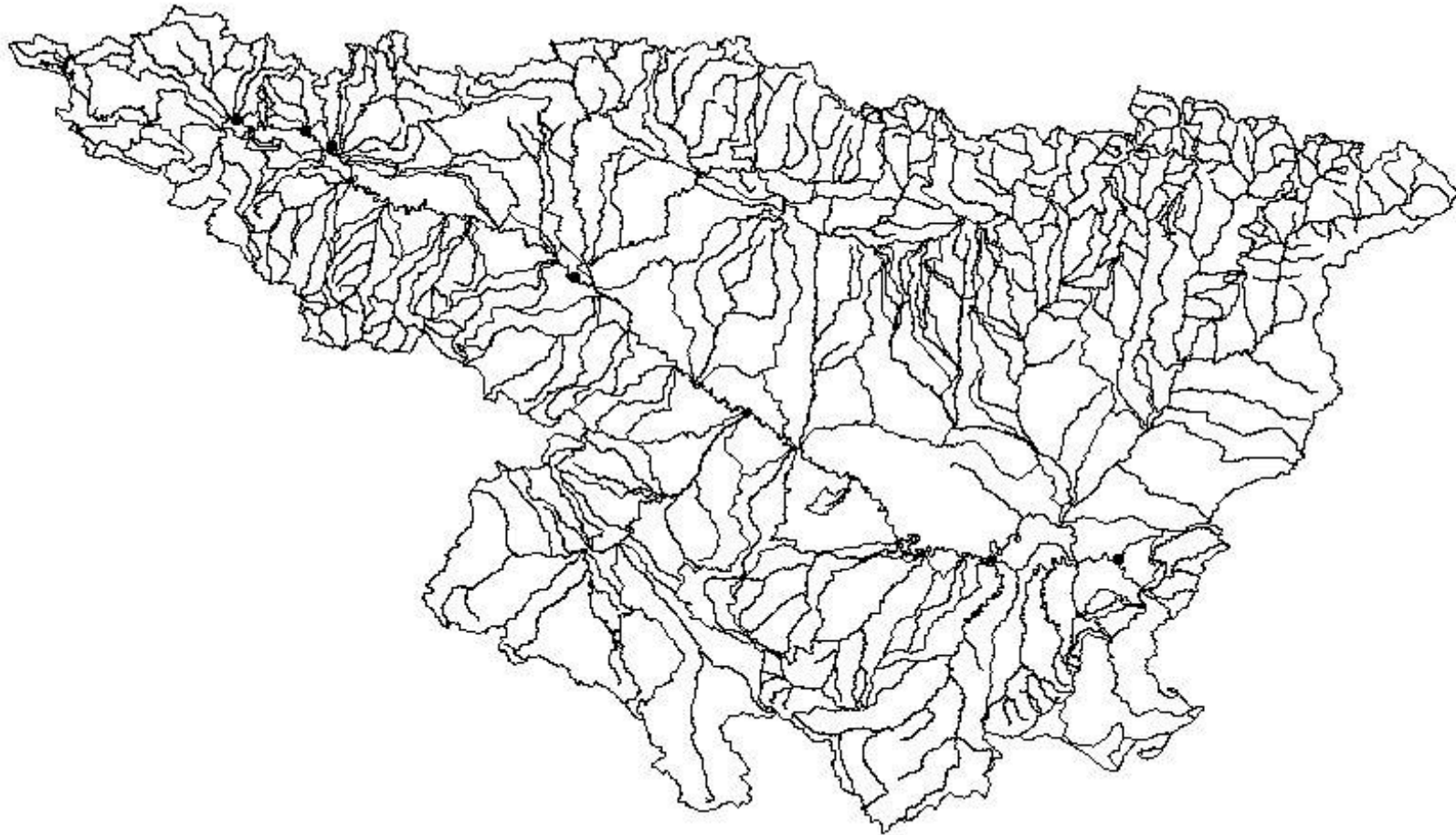


Figura 5. Área de distribución actual del pez sol (*L. gibbosus*) en la cuenca del Ebro.

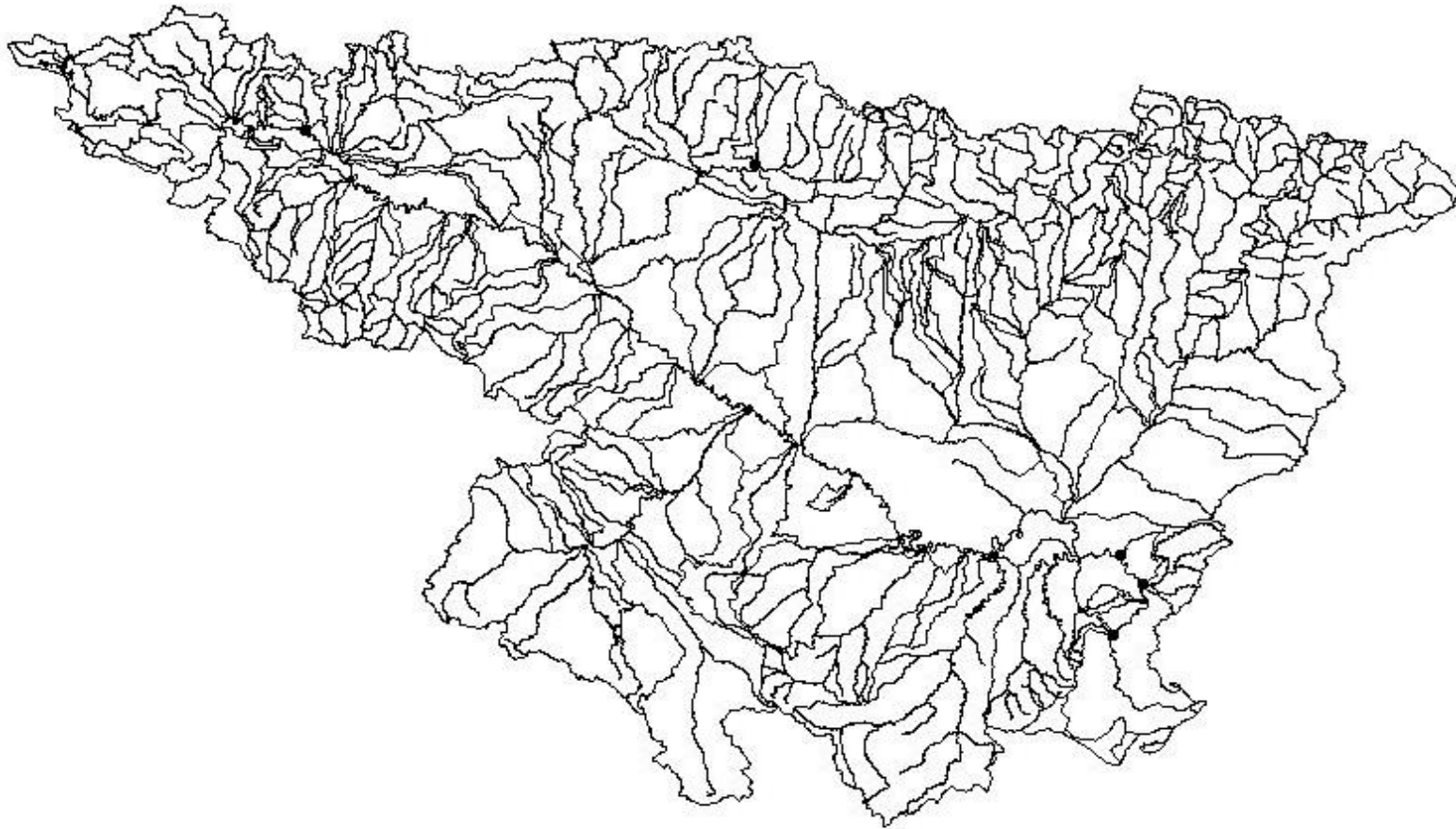


Figura 6. Área de distribución actual de la perca americana (*M. salmoides*)

F. Clupeidae

El sábalo, *Alosa alosa* (Linnaeus, 1758).

No capturada en el presente estudio.

Es una especie de talla mediana (entre 50 y 80 cm) y cuerpo robusto, aunque esbelto y fusiforme y comprimido lateralmente. Los ojos están provistos de párpados adiposos. Presenta numerosas branquispinas (entre 80 y 130) de mayor tamaño que los filamentos branquiales. Tiene una mancha postopercular oscura.

Es una especie migradora anádroma. En el Ebro se localiza estacionalmente en el tramo inferior del río, por debajo de las presas y azudes, Es una especie vulnerable cuya presencia en la cuenca del Ebro es muy rara.

La saboga, *Alosa fallax* (Lacépède, 1803).

No capturada en el presente estudio.

Se trata de una especie de cuerpo alargado y comprimido lateralmente (entre 25 y 55 cm). Tiene una serie de manchas (entre 5 y 10) en el flanco superior del cuerpo que disminuyen de tamaño en dirección al pedúnculo caudal. Las branquispinas son cortas y varían entre 30 y 60, que permite diferenciarlos del sábalo.

Es una especie migradora anádroma. En el Ebro se localiza estacionalmente en el tramo inferior del río, por debajo de las presas y azudes, Es una especie vulnerable cuya presencia en la cuenca del Ebro experimentado un progresivo enrarecimiento.

F. Cobitidae

La lamprehuela, *Cobitis calderoni* Bacescu, 1962.

Es de pequeño tamaño (entre 8 y 10 cm) y tiene el cuerpo delgado y muy alargado, aplanado lateralmente. Es una especie bentónica que esta presente en los tramos medios y altos de los ríos de aguas claras, especialmente en zonas de corriente con fondos de arena, grava y piedras. Se distribuye por las cuencas de los ríos Tajo, Duero y Ebro.

En cuenca del Ebro está presente en los afluentes de la vertiente norte. Es una especie en regresión y ha desaparecido de diversas localidades, pero puede ser localmente abundante (**Figura 7**).

La colmilleja, *Cobitis paludica* (de Buen, 1939).

Especie de pequeño tamaño (entre 10-12 cm), de cuerpo alargado y comprimido. La boca está provista de 3 pares de barbillones. Presenta una coloración pardo-amarillenta, con cuatro hileras de manchas oscuras que tienden a formas redondeadas. Tienen el cuerpo cubierto de pequeñas y poco visibles escamas. Presentan dimorfismo sexual, los machos son de menor tamaño y su patrón de machas tiende a formar líneas en los flancos, además presentan en la base del segundo radio de las aletas pectorales una lámina circular denominada escama de canestrini.

Son especies bentónicas que carecen de vejiga natatoria. Habitan las zonas medias y bajas de los ríos, con fondos de arena y grava y con vegetación acuática. En la cuenca del Ebro ha experimentado una fuerte regresión (**Figura 8**).

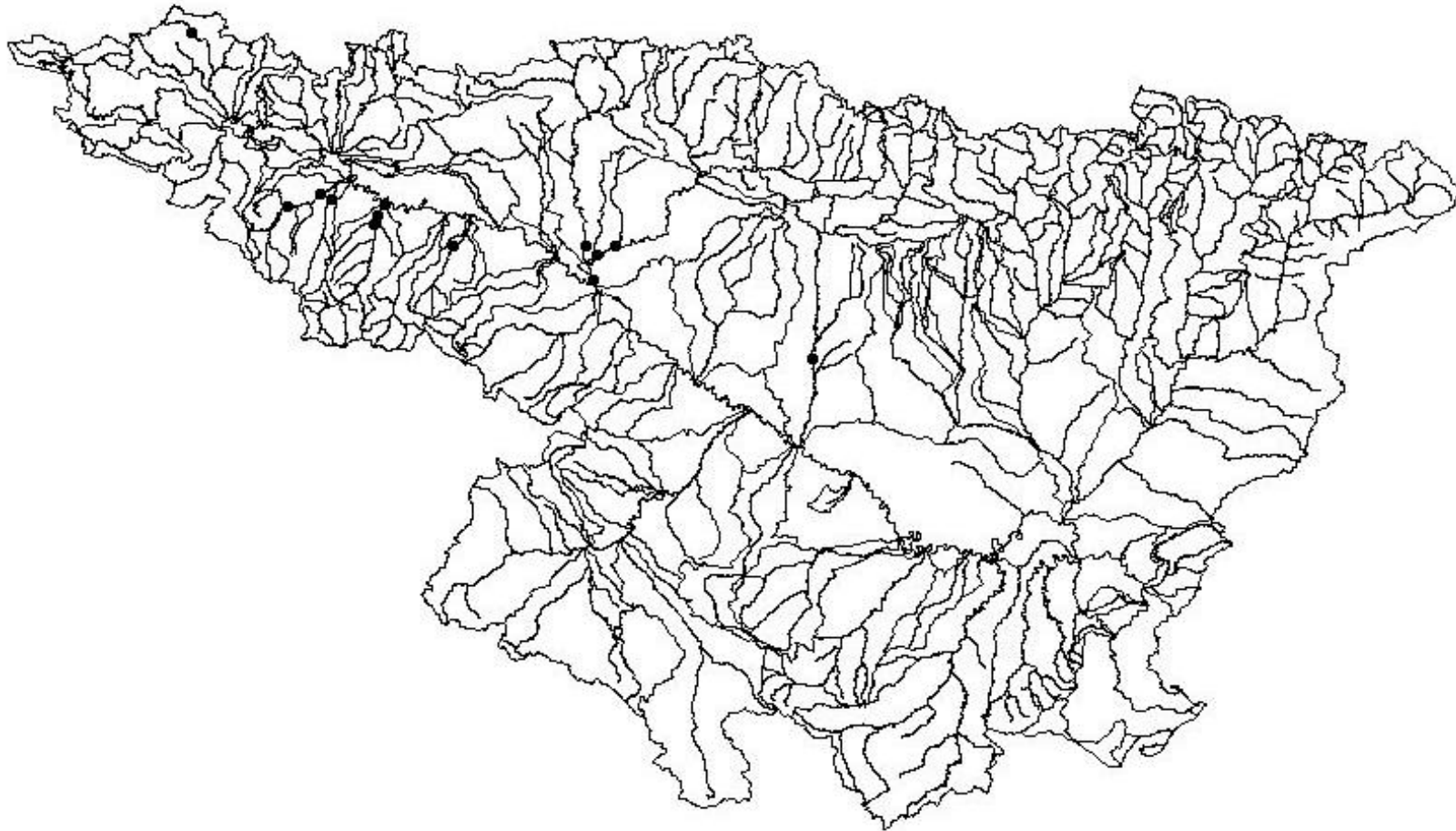


Figura 7. Área de distribución actual de la lamprehuela (*C. calderoni*) en la cuenca del Ebro

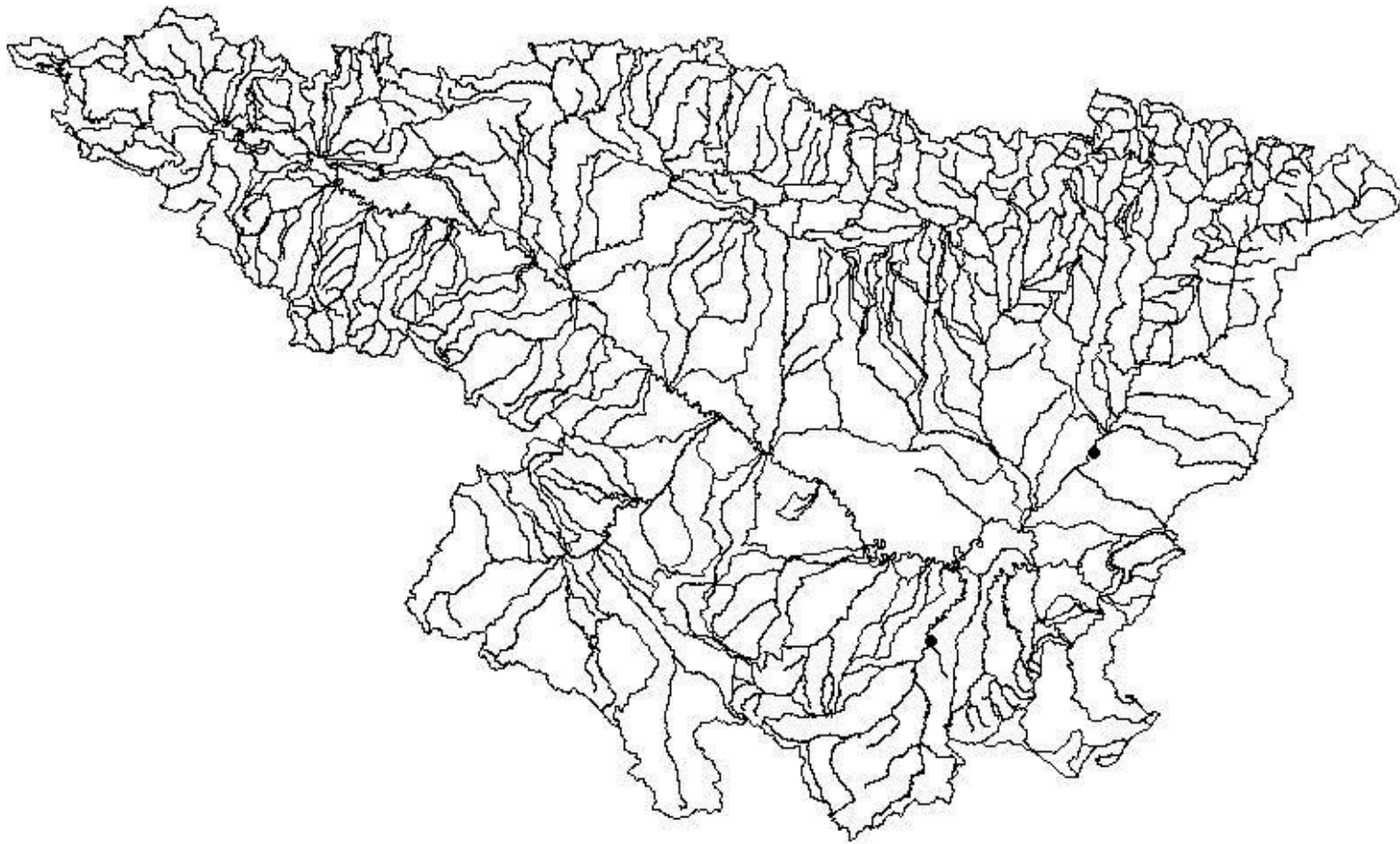


Figura 8. Área de distribución actual de la colmilleja (*C. paludica*) en la cuenca del Ebro.

El misgurno oriental, *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842).

No capturada en el presente estudio.

Es un cobítido de tamaño mediano (entre 20 y 25 cm), aunque la mayoría de ejemplares no superan los 15 cm de longitud total. Tiene el cuerpo alargado, de sección casi cilíndrica. La boca está en posición ínfera y provista de cinco pares de barbillones. La coloración es parda, con un patrón de manchas negras irregulares en el dorso y el vientre amarillento. El dimorfismo sexual no es demasiado evidente.

Habita en aguas de escasa corriente y fondos arenosos. Se alimenta de restos vegetales e invertebrados. El área original de distribución comprende de Birmania hasta Siberia, incluyendo el archipiélago del Japón. Introducida en la península Ibérica, la primera cita corresponde al 2001 en el delta del Ebro.

F. Cyprinidae

La brema blanca, *Abramis bjoerkna* Linnaeus, 1758.

No capturada en el presente estudio.

Especie de talla mediana (entre 20 y 30 cm). Tiene el cuerpo alto y comprimido lateralmente y la cabeza relativamente pequeña en relación al tamaño del cuerpo. La aleta dorsal es alta y la anal larga. Tienen la aleta caudal bien desarrollada.

Es una especie que se distribuye desde Francia hasta los Urales. Fue introducida en España en los años 90. Su distribución en el Ebro es, de momento, limitada.

El alburno, *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758).

Es una especie de tamaño mediano, no suele superar los 20 cm, de cuerpo plateado, alargado y comprimido lateralmente. Tiene la boca en posición súpera y las escamas grandes y caedizas. Vive en la columna de agua y se encuentra sobre todo en el cauce principal y tramos bajos de afluentes de corriente moderada. Es una especie introducida y en expansión en un gran número de cuencas, probablemente debido a la desestructuración de las comunidades de peces. En la cuenca del Ebro puede ser localmente abundante y se ha experimentado una fuerte expansión a diversas localidades (**Figura 9**).

El barbo de Graells, *Luciobarbus graellsii* Steindachner, 1866.

Es un pez de gran talla, puede alcanzar los 80 cm, de cuerpo robusto y cabeza y boca pequeñas. Tiene los labios muy desarrollados y dos pares de largos barbillones. Es de costumbres gregarias y habita en zonas de relativa profundidad, de corriente moderada y con abundantes refugios. Se distribuye por las cuencas del río Ebro y en ríos de la vertiente norte, pero ha sido translocada a diversas cuencas internas de Cataluña, entre otras. Es uno de los ciprínidos más comunes de la cuenca del Ebro, pero está en regresión, especialmente en el cauce principal y grandes afluentes (**Figura 10**).

El barbo colirrojo, *Barbus haasi* Mertens, 1925.

Es una especie de talla moderada (no supera los 25 cm), tiene el cuerpo corto y relativamente robusto y cabeza voluminosa. Es una especie de costumbres bentónicas que habita los cursos medios altos de los ríos, sobre todo tramos con corriente y abundantes piedras y rocas que utiliza como refugio. En la cuenca del Ebro es, junto con el barbo común y la madrilla, una de las especies relativamente común en zonas medias y altas de los afluentes. En algunas localidades está en regresión (**Figura 11**).

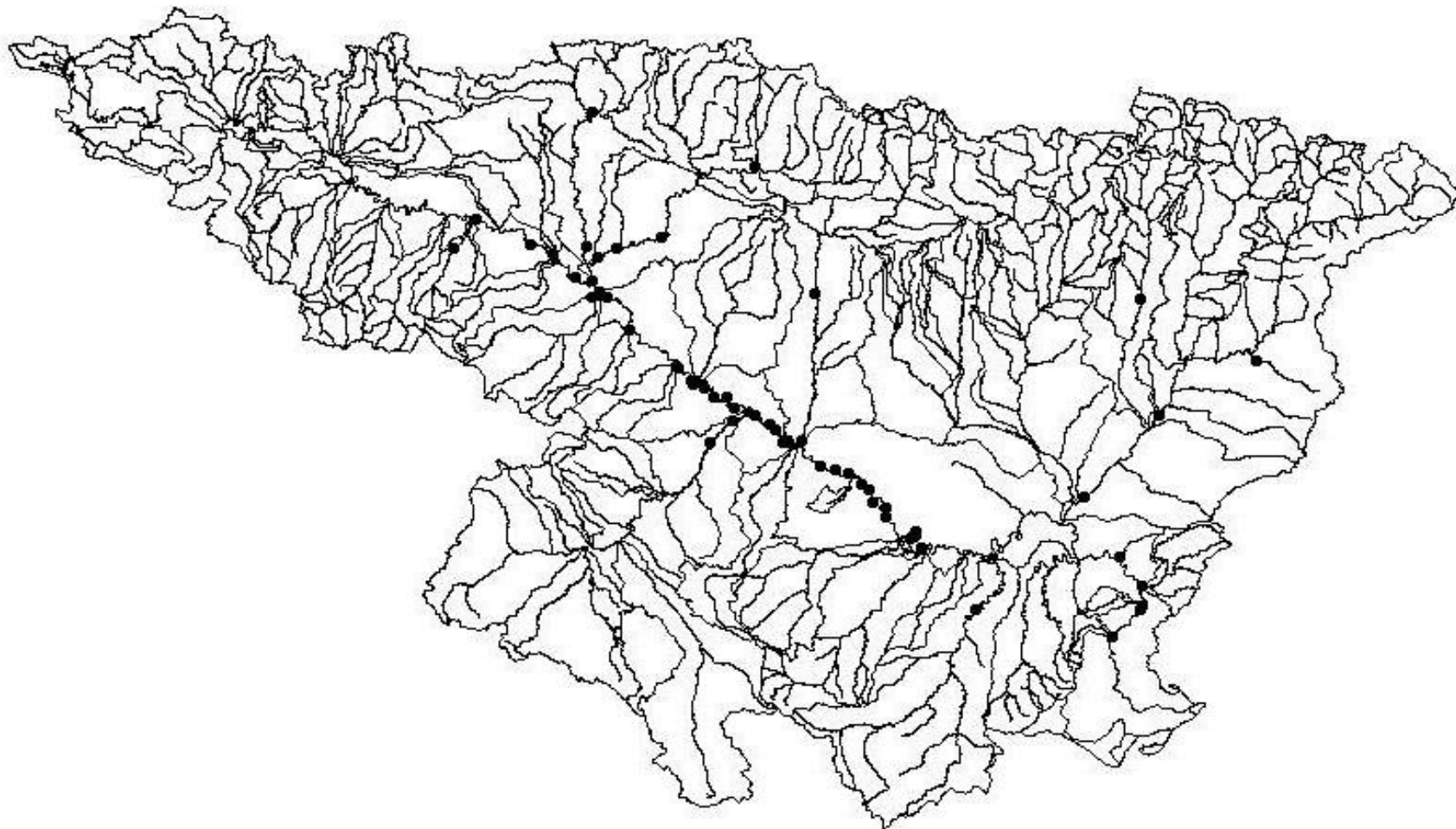


Figura 9. Área de distribución actual del alburno (*A. alburnus*) en la cuenca del Ebro.

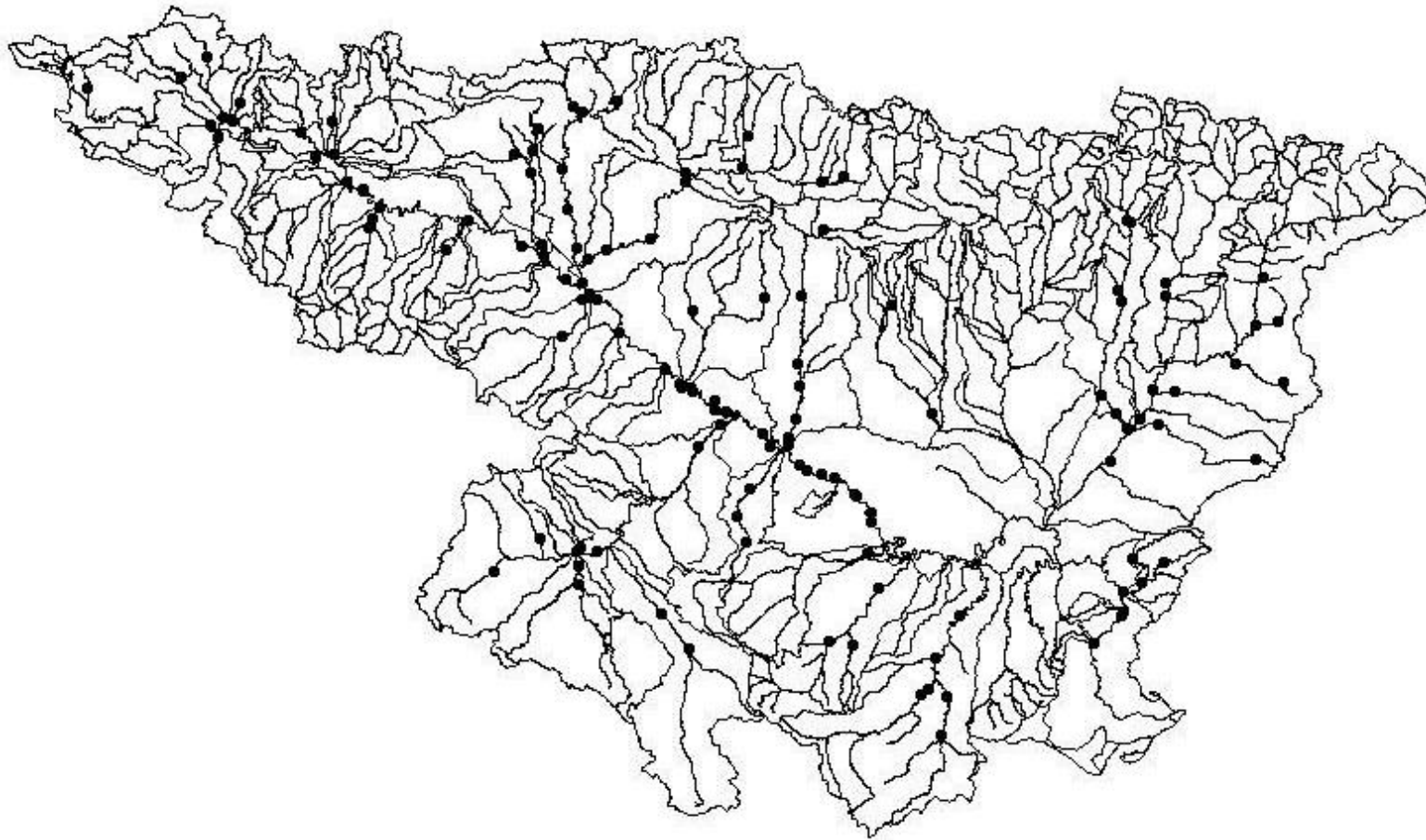


Figura 10. Área de distribución actual del barbo común (*L. graellsii*) en la cuenca del Ebro.

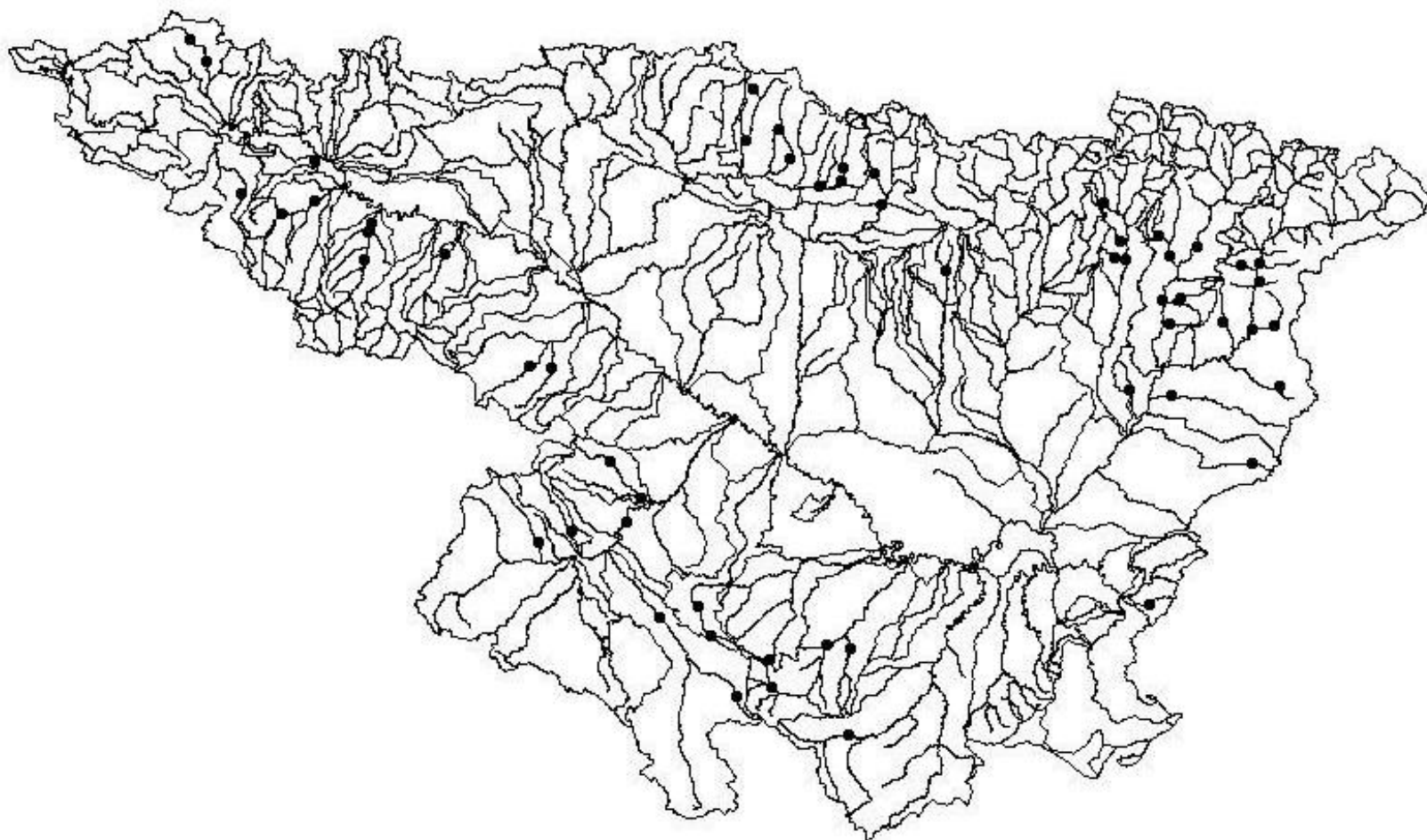


Figura 11. Área de distribución actual del barbo colirrojo (*B. haasi*) en la cuenca del Ebro.

El pez rojo, *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758).

Es un ciprínido de tamaño pequeño o mediano que difícilmente supera los 30 cm de longitud. El tamaño del cuerpo es relativamente grande comparado con el del cuerpo. La boca es pequeña y terminal y no tiene barbillones sensoriales. Su color varía, desde las formas silvestres de tonos castaño verdosos a colores vivos en las variedades ornamentales. Es una especie introducida originaria de Asia Central, China y Japón, Está extendida por toda la península Ibérica, aunque su distribución es muy irregular. En la cuenca del Ebro está presente en diversas localidades aunque no suele ser abundante (**Figura 12**).

La bermejuela, *Achondrostoma arcasii* (Steindachner, 1866).

Es una especie de pequeño tamaño (máximo 10 cm), cabeza relativamente pequeña y cuerpo fusiforme. Se caracteriza por tener la base de las aletas pectorales y ventrales de color rojo, que se intensifica durante la época de reproducción. Se distribuye por la mitad norte de la península Ibérica. En la cuenca del Ebro presenta una distribución bastante irregular, y aunque puede ser localmente abundante, está en regresión en otras localidades (**Figura 13**).

La madrilla, *Parachondrostoma miegii* Steindachner, 1866.

Es un pez de cuerpo alargado y delgado, con grandes escamas poco visibles y caedizas. Puede alcanzar los 30 cm de longitud. La boca se abre en posición ínfera y presenta un labio inferior córneo que utiliza para raspar las diatomeas de las piedras. Es una especie gregaria y de columna de agua, que habita preferentemente zonas de tablas y también en pozas. Se distribuye en los ríos de la vertiente cantábrica y en la cuenca del Ebro. Era una de las especies más comunes de la cuenca del Ebro, pero está en franca regresión, aunque puede ser localmente abundante (**Figura 14**).

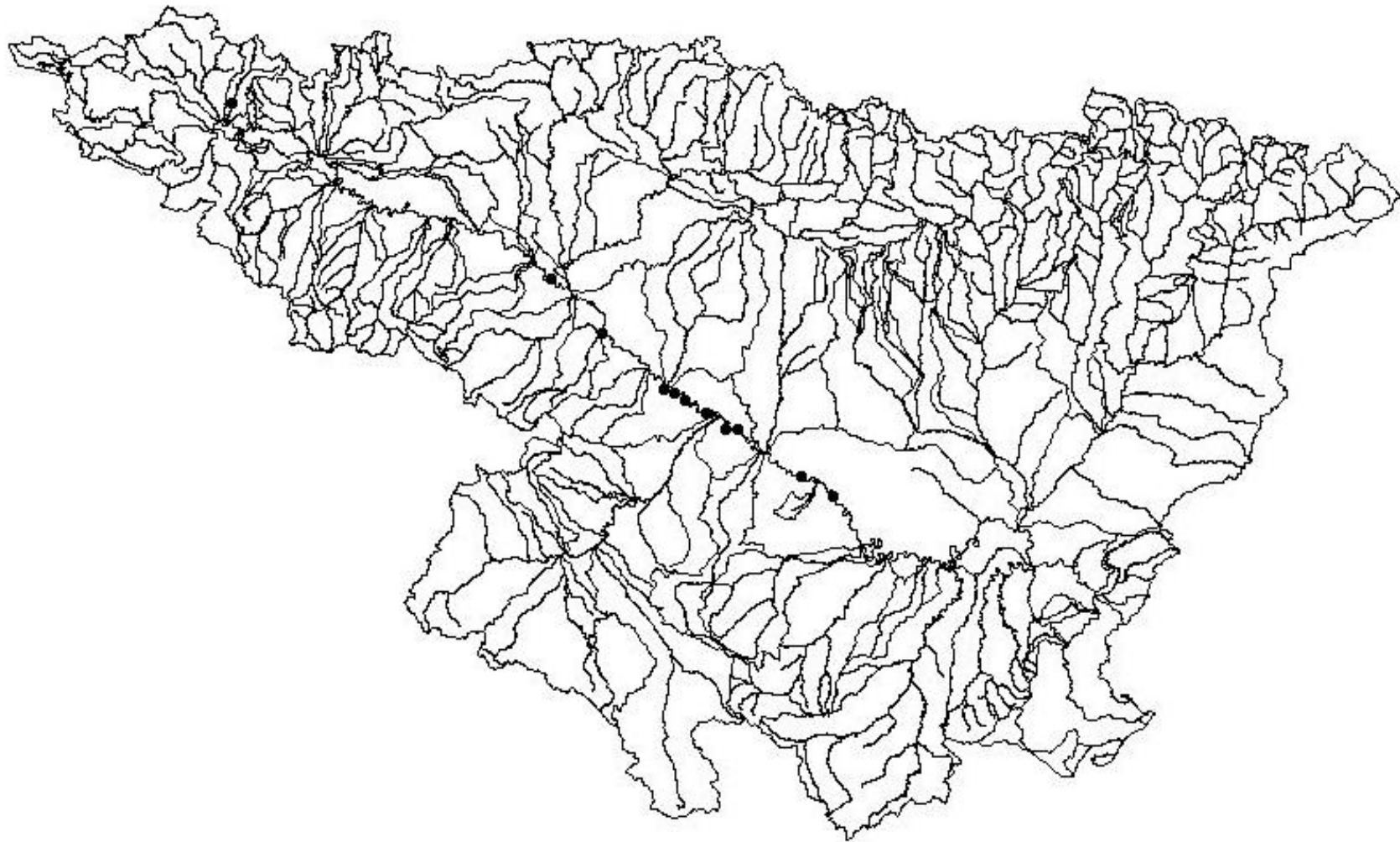


Figura 12. Área de distribución actual del pez rojo (*C. auratus*) en la cuenca del Ebro.

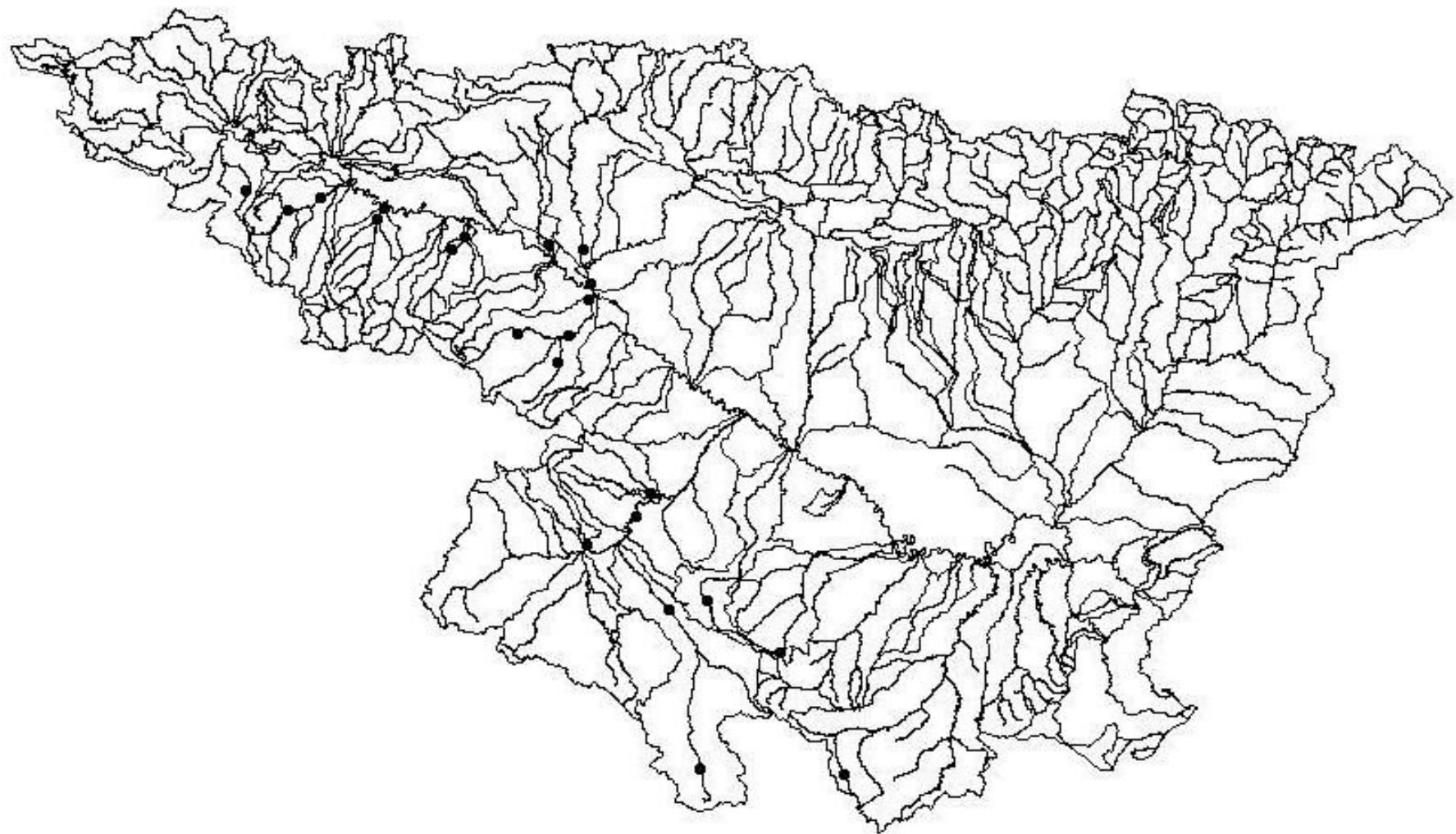


Figura 13. Área de distribución actual de la bermejuela (*A. arcasii*) en la cuenca del Ebro.

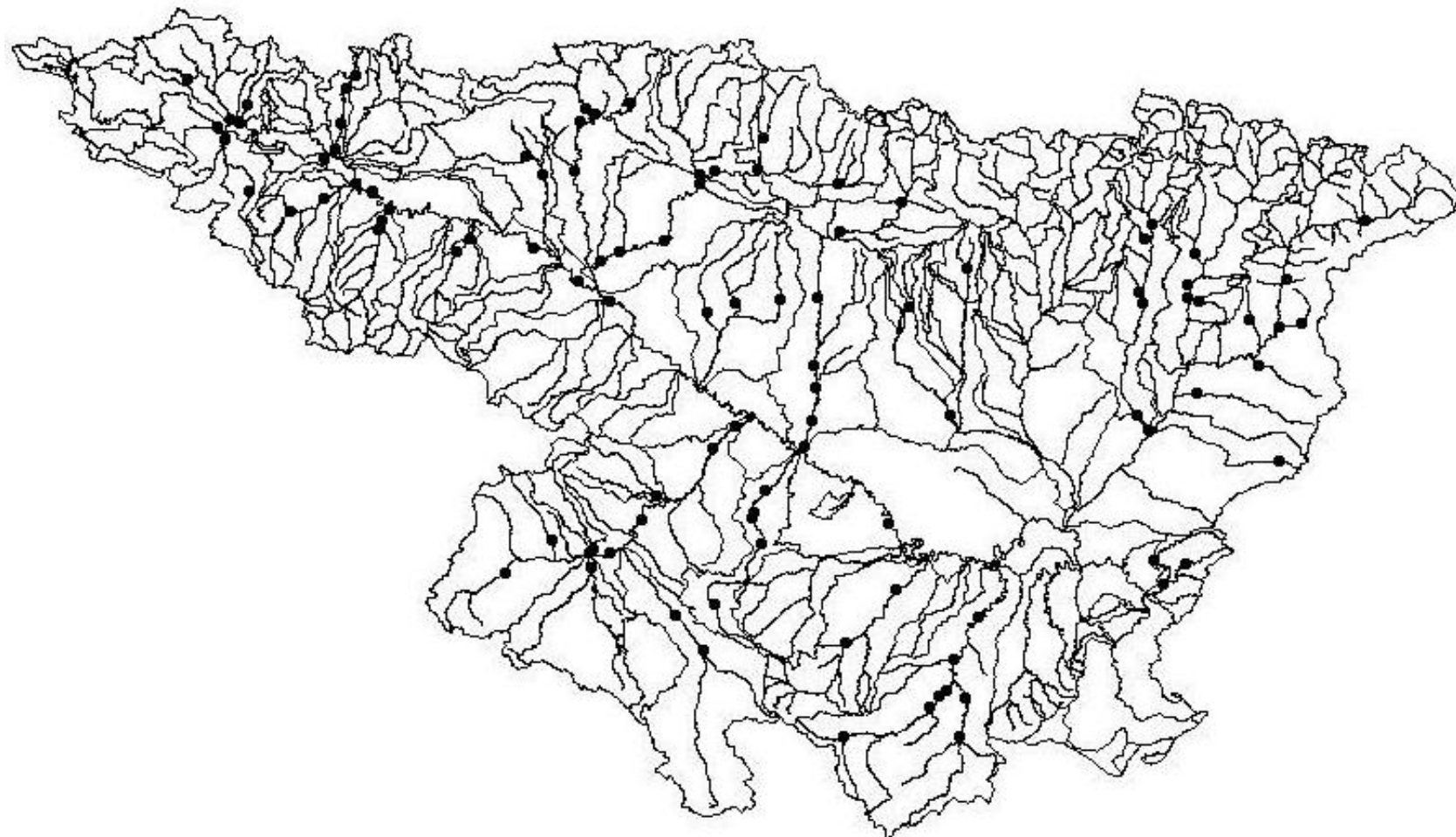


Figura 14. Área de distribución actual de la madrilla (*P. miegii*) en la cuenca del Ebro.

La carpa, *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758.

Es una especie de cuerpo alto y comprimido lateralmente. Tiene la cabeza grande y dos pares de barbillones alrededor de una boca protráctil. Tiene las escamas grandes y coloración muy variable. Habita preferentemente tramos de corriente moderada y zonas profundas, en curso bajo y medio de los ríos. Presenta una gran tolerancia a la contaminación y a las variaciones extremas ambientales. En una especie introducida originaria de Eurasia y está ampliamente extendida en toda la península Ibérica. En la cuenca del Ebro es una especie localmente abundante, aunque en otras localidades se han reducido notablemente sus poblaciones, seguramente por la presencia de depredadores (**Figura 15**).

El gobio ibérico, *Gobio lozanoi* Doadrio y Madeira, 2004.

Es un pez de pequeño tamaño (entre los 12 y 15 cm) que ha sido descrito recientemente como endémico de España. Presenta un par de barbillones situados en la parte posterior de la boca. Es una especie gregaria que prefiere zonas de corriente con sustratos arenosos y gravas. Habita sobre todo en los tramos medios de los ríos. Esta distribuida en la cuenca del Ebro y norte de España. En la cuenca del Ebro presenta una distribución irregular y, aunque puede ser localmente abundante, en algunas subcuencas está en regresión (**Figura 16**).

La pseudorasbora, *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846).

Es una especie recientemente introducida en España y originaria de Asia. Es de pequeño tamaño (máximo 11 cm) de cuerpo esbelto y fusiforme y escamas visibles. Se ha localizado en el tramo inferior del río Ebro y parece que está en expansión. Constituye un peligro potencial para la fauna autóctona.

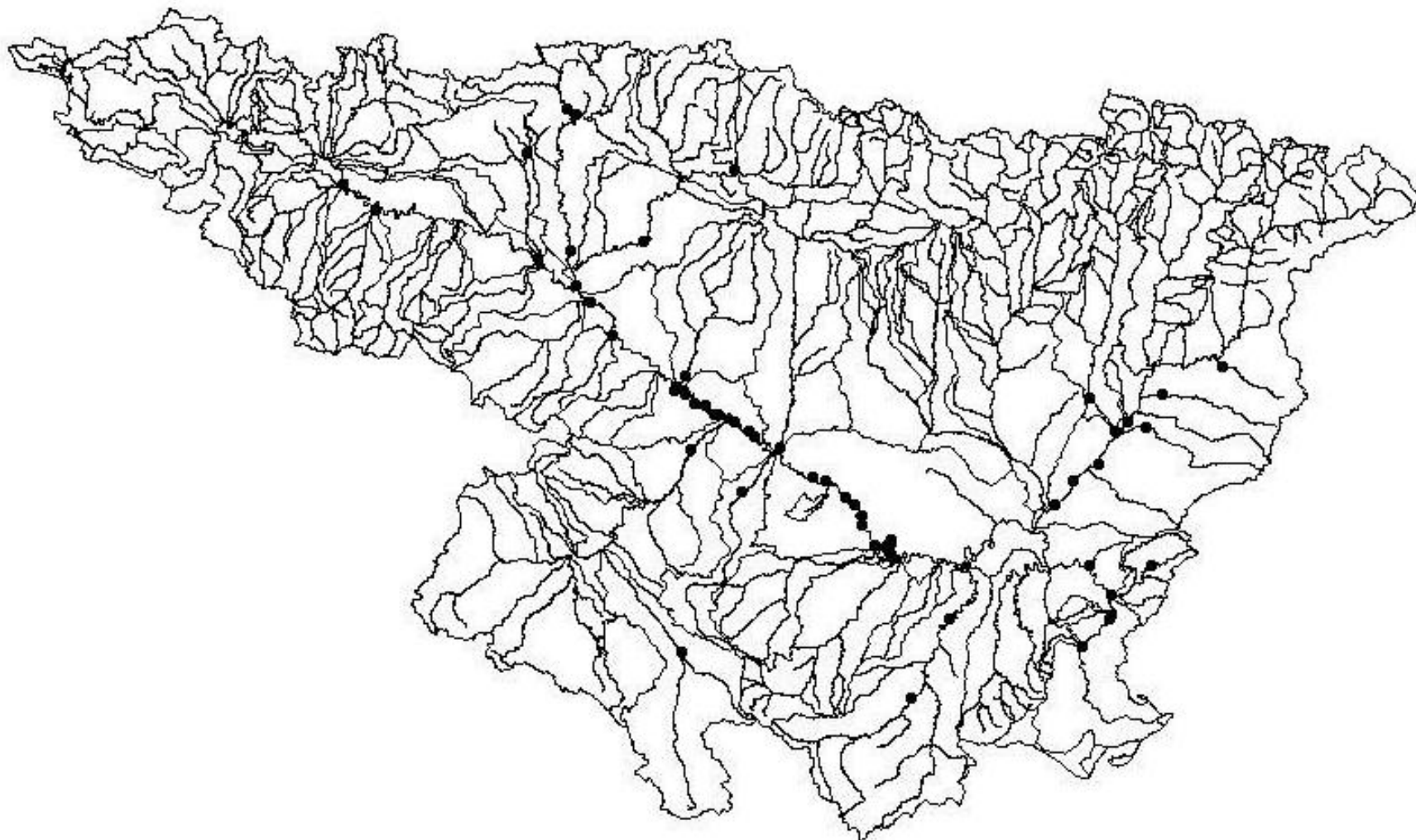


Figura 15. Área de distribución actual de la carpa (*C. carpio*) en la cuenca del Ebro.

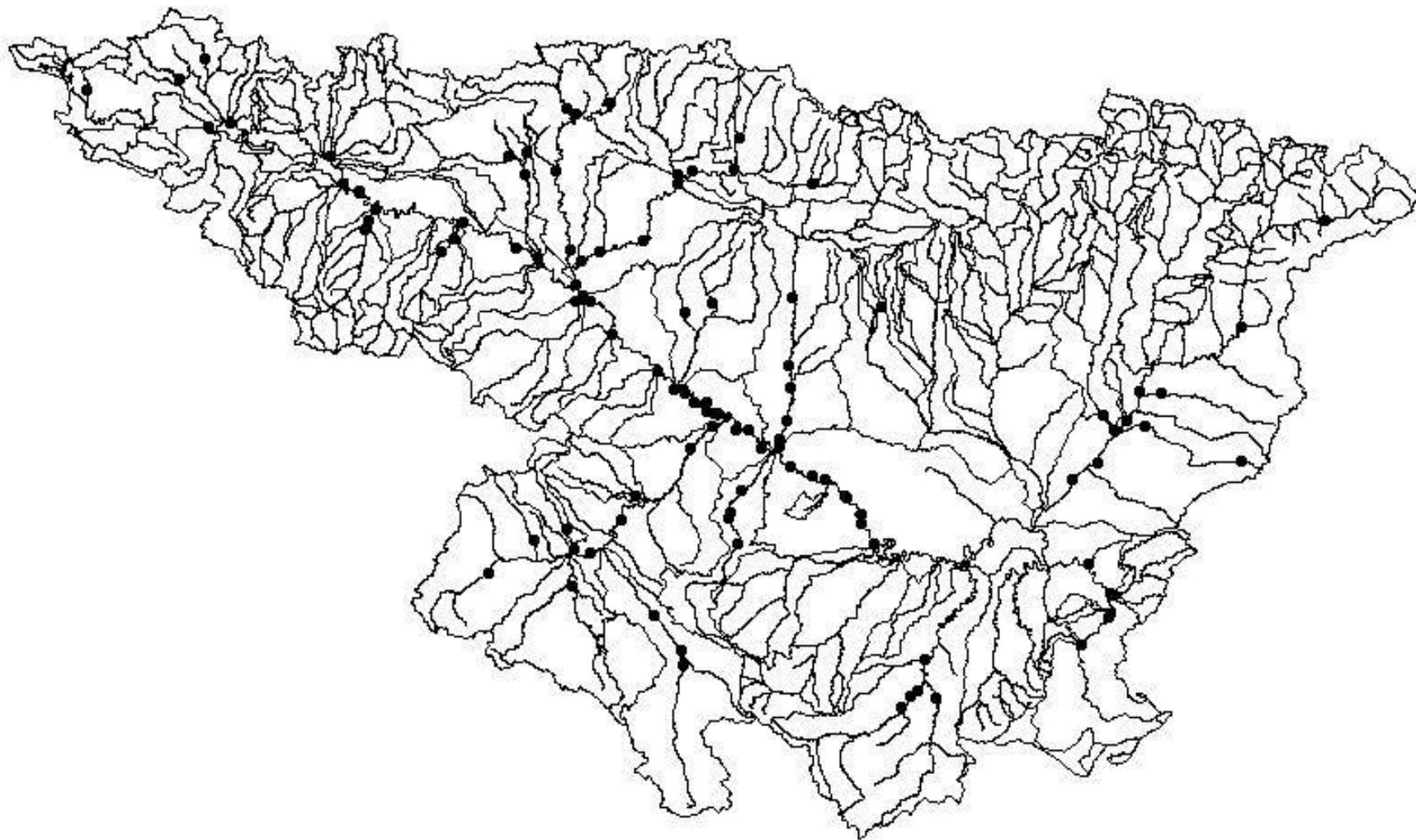


Figura 16. Área de distribución actual del gobio ibérico (*G. lozanoi*) en la cuenca del Ebro.

El piscardo, *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758).

Se trata de una especie de cuerpo alargado y fusiforme, con ojos relativamente grandes y aletas pequeñas. Es de pequeño tamaño y difícilmente supera los 10 cm. Es gregario y puede formar densos cardúmenes que habitan zonas de pozas y tablas, en tramos altos de ríos. Se distribuye en la cuenca del Ebro y ríos del norte de peninsular. En la cuenca del Ebro es una especie en regresión, aunque puede ser localmente abundante (**Figura 17**).

El rutilo, *Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758.

Es un ciprínido de talla mediana (entre 30 y 40 cm de longitud). Tiene el cuerpo alto y comprimido lateralmente, y la cabeza pequeña en relación al tamaño del cuerpo. Coloniza los cursos fluviales y embalses, donde prefiere aguas tranquilas y de escasa corriente. Es una especie que coloniza los tramos medios y bajos de los ríos (**Figura 18**).

El escardino, *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758).

Es una especie alóctona origen europeo y de talla mediana, difícilmente supera los 25 cm. En España ha sido introducida en las cuencas Internas de Cataluña (Ríos Muga, Ter, Tordera, Besós y Llobregat) y en la cuenca del Ebro. En el Ebro puede ser localmente abundante, pero actualmente su distribución está limitada a una serie de localidades (**Figura 19**).

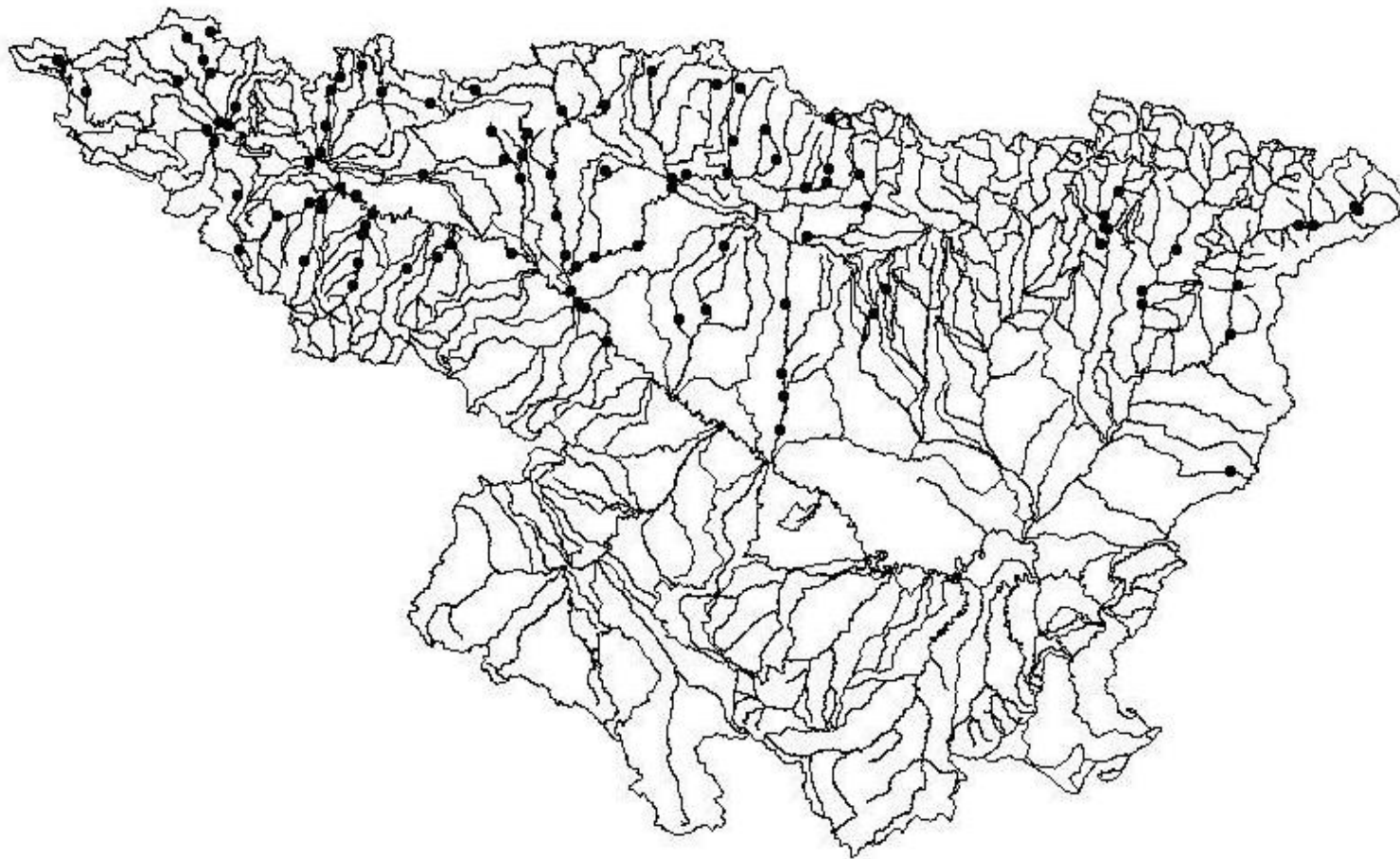


Figura 17. Área de distribución actual del piscardo (*P. bigerri*) en la cuenca del Ebro.

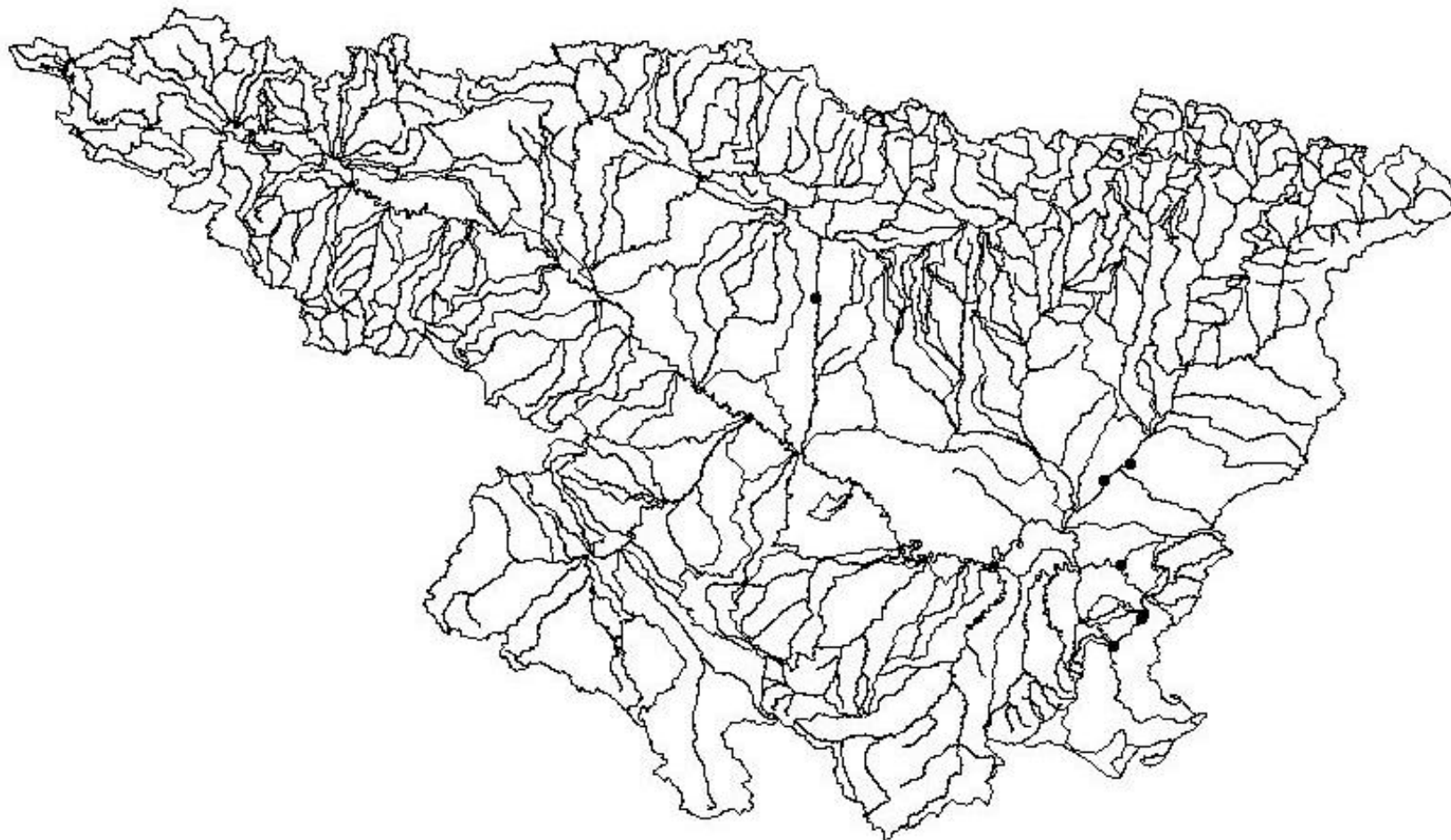


Figura 18. Área de distribución actual del rutilo (*R. rutilus*) en la cuenca del Ebro.

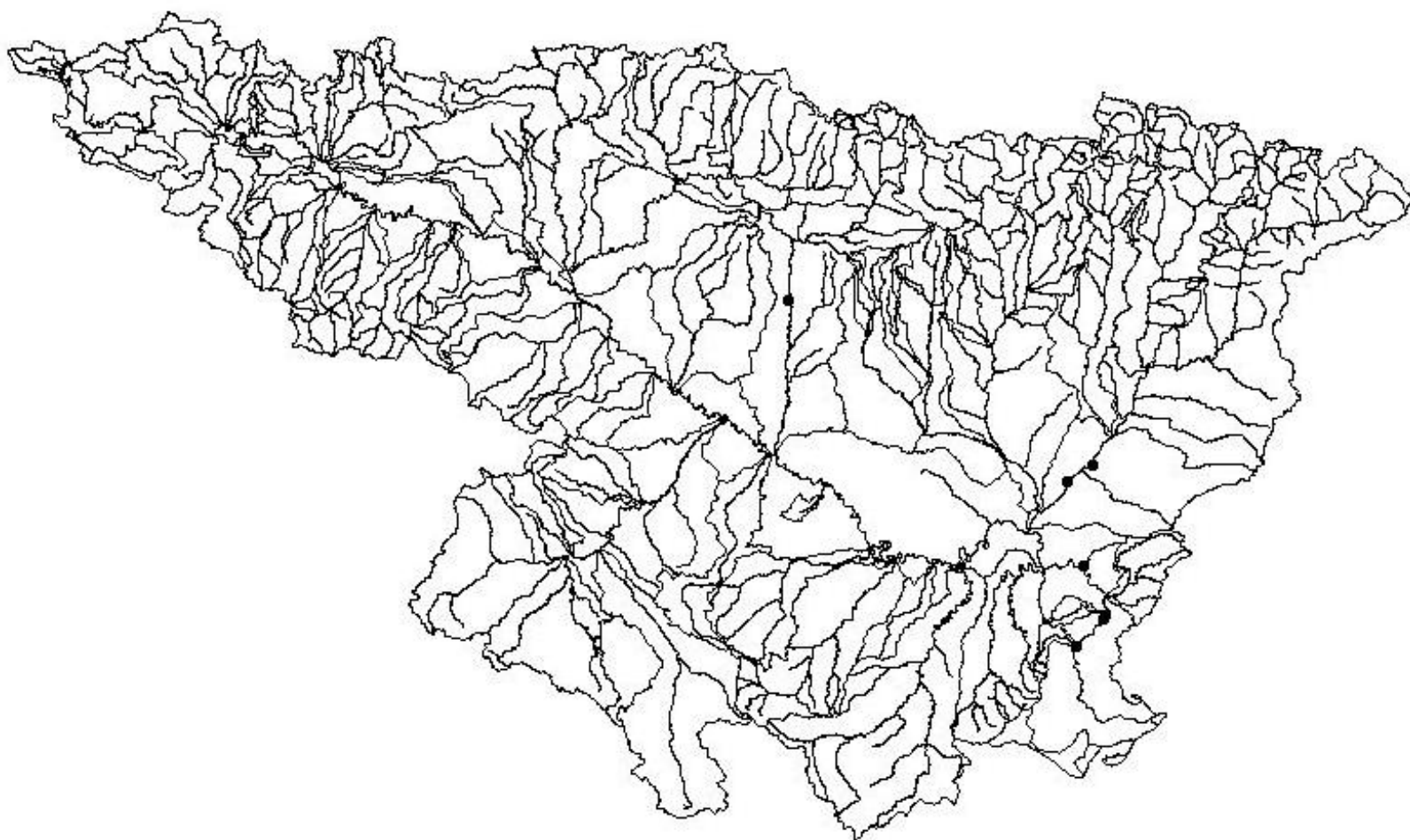


Figura 19. Área de distribución actual del escardinio (*S. erythrophthalmus*) en la cuenca del Ebro.

El bagre, *Squalius laietanus* Doadrio. Kottelat & de Sostoa, 2007.

Es un pez de cuerpo robusto y relativamente alargado, cabeza y ojos grandes y boca terminal. Es de talla mediana a grande. Es una especie nadadora que habita preferentemente en zonas de pozas y tablas. Se distribuye en las cuencas del noreste peninsular y en la cuenca del Ebro. Sin embargo en el Ebro se una especie muy escasa, aunque puede ser localmente abundante en los ríos del curso bajo (**Figura 20**).

El cacho, *Squalius pyrenaicus* (Günther, 1868).

No capturada en el presente estudio.

Es una especie de tamaño medio (entre 20 y 30 cm de longitud). Tienen un cuerpo alargado, la cabeza de considerable tamaño y la boca en posición súpera.

Se distribuye en la mayoría de cuencas de la mitad sur de España, aunque también está presente en la cuenca del Ebro, donde no se descarta que en algunas localidades haya sido introducido. Actualmente es muy escasa (**Figura 21**).

La tenca, *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758).

No capturada en el presente estudio.

Especie de talla mediana (entre los 70 y 85 cm), tiene el cuerpo alargado y robusto, ligeramente comprimido y con el pedúnculo caudal corto y alto. El cuerpo está cubierto de escamas pequeñas. Los ojos son pequeños y también la boca, provista de un par de barbillones en la comisura de los labios. Las aletas tienen un característico perfil redondeado, y son mayores en los machos. Tienen una coloración verdosa en el dorso y amarillenta en la región ventral.

En España no se sabe a ciencia cierta cuál es su distribución natural y en donde ha sido introducida. En el Ebro es una especie muy escasa.

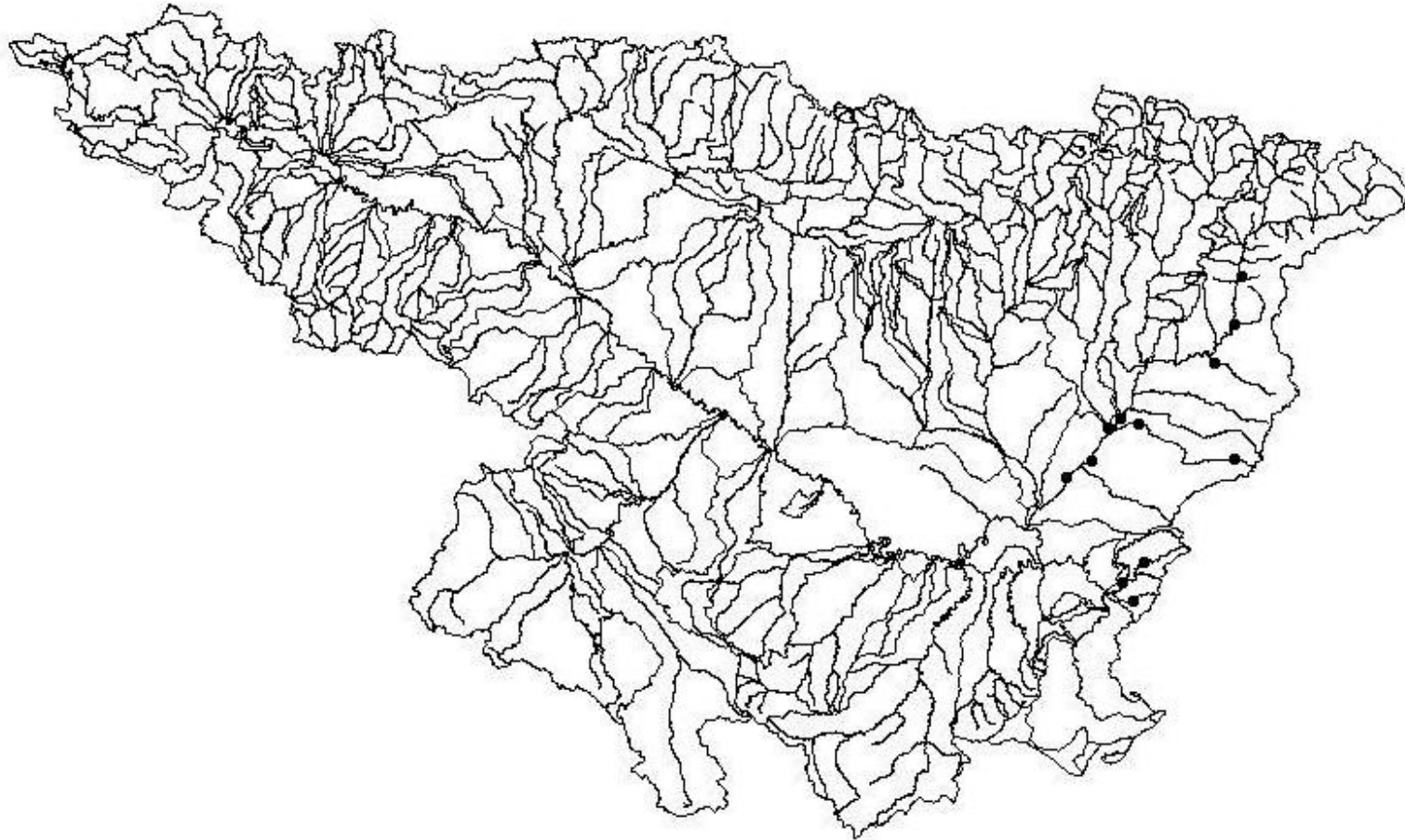


Figura 20. Área de distribución actual del bagre (*S. laietanus*) en la cuenca del Ebro.

F. Cyprinodontidae

El fartet, *Aphanius iberus* (Valenciennes, 1846).

No capturada en el presente estudio.

El fartet es un pequeño pez (entre 3 y 4,5 cm) de cuerpo corto y robusto, más comprimido en la región caudal. Tienen una aleta dorsal en posición retrasada. El cuerpo está recubierto de escamas cicloideas de considerable tamaño que alcanzan la parte superior de la cabeza. Presentan dimorfismo sexual, las hembras alcanzan una talla mayor que los machos y tienen el cuerpo cubierto por manchas irregulares que tienden a formar cortas bandas, los machos presentan bandas verticales gris plateadas que cubren los flancos del cuerpo y se extienden hasta la aleta caudal.

Es una especie amenazada, que en la cuenca del Ebro se localiza en las lagunas litorales y zonas palustres de la llanura deltaica y en el tramo final del río, cerca de la desembocadura.

F. Esocidae

El lucio, *Esox lucius* Linnaeus, 1758.

Es una especie alóctona de gran tamaño, puede superar los 100 cm de longitud. Es un gran depredador y presenta una boca de gran tamaño, ancha, aplanada y provista de fuertes dientes. Se extiende por la mayor parte del territorio nacional, pero su distribución es irregular y se ha reducido notablemente en la última década. En la cuenca del Ebro se encuentra asociada a los embalses y cursos principales, pero es poco abundante (**Figura 21**).

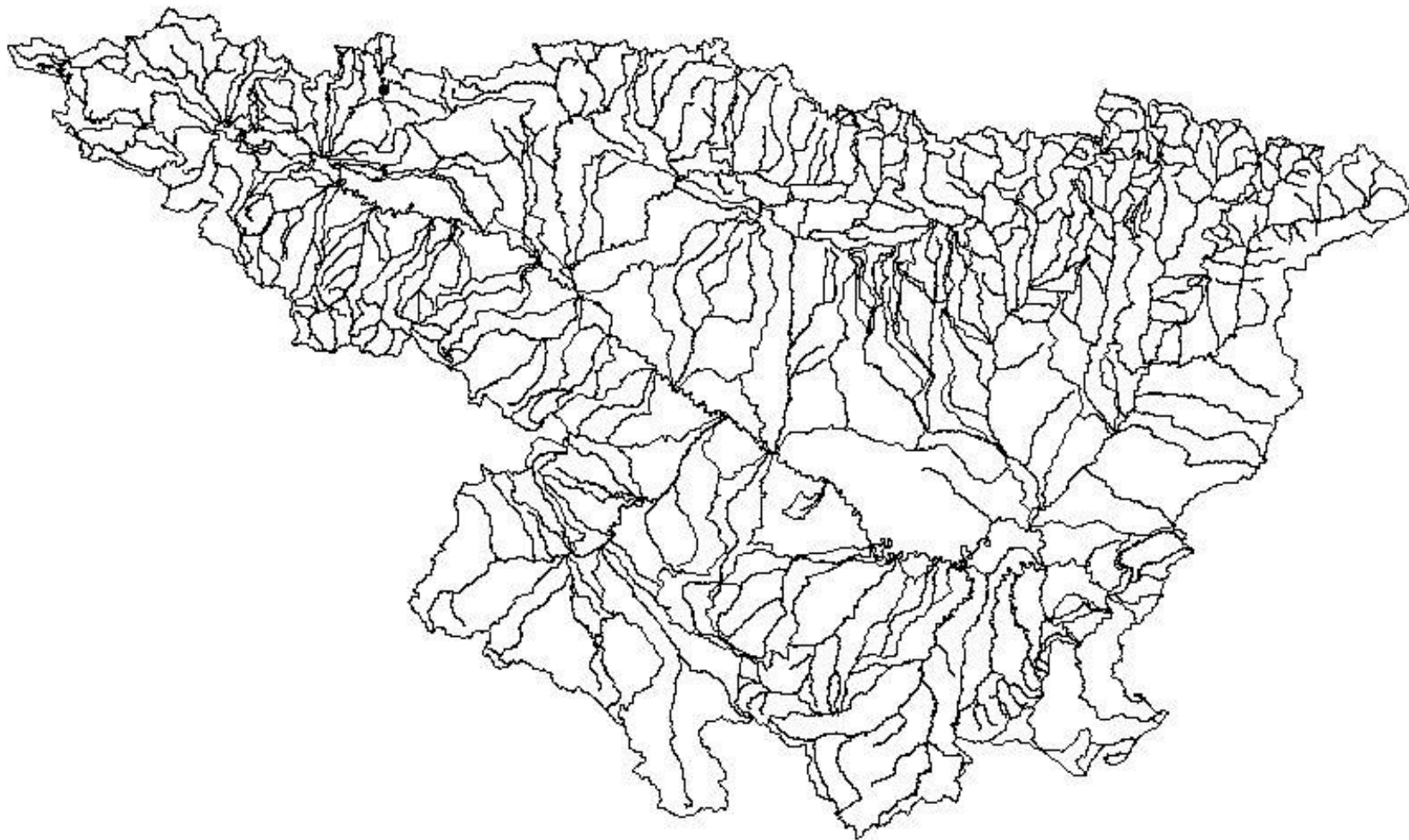


Figura 21. Área de distribución actual del lucio (*E. lucius*) en la cuenca del Ebro.

F. Gasterosteidae

El espinoso, *Gasterosteus gymnurus* Cuvier, 1829.

No capturada en el presente estudio.

Es un pez pequeño tamaño, que no llega a superar los 4 o 5 cm de longitud total. Tiene un pedúnculo caudal estrecho y aleta caudal amplia. Carece de escamas pero presenta placas óseas dorsales o laterales. Tienen marcado dimorfismo sexual, los machos son de menor tamaño y tienen coloración rojiza durante la época de reproducción. Los machos construyen un nido y tienen cuidado parental de la puesta. En la cuenca del Ebro se localiza en la llanura deltaica, aunque es muy escaso.

F. Gobiidae

El gobio de arena, *Pomatoschistus microps* (Kroyer, 1838).

No capturada en el presente estudio.

Es una especie anfídroma de pequeña talla y cuerpo alargado (entre 5 y 7 cm) con un pedúnculo caudal largo, cola redondeada y cuerpo cubierto de escamas ctenoideas. Los ojos, de contorno oval y pupila de color verdoso, están situados en posición dorsal. Tienen una coloración entre gris pálida y parda, con unas diez bandas transversales en el cuerpo, más oscuras en el macho.

Colonizan las lagunas litorales del delta del Ebro y el tramo final del río, próximo a la desembocadura.

F. Ictaluridae

El pez gato negro, *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820).

Es un siluriforme de talla mediana, que en Norteamérica puede superar los 50 cm de longitud, pero en nuestras aguas alcanzan entre 20 y 35 cm. Se caracteriza por tener el cuerpo desnudo, sin escamas, y 4 pares de barbillones alrededor de la boca. La distribución actual en la cuenca del Ebro es más restringida, seguramente asociado a la expansión de otros depredadores como el siluro (**Figura 22**).

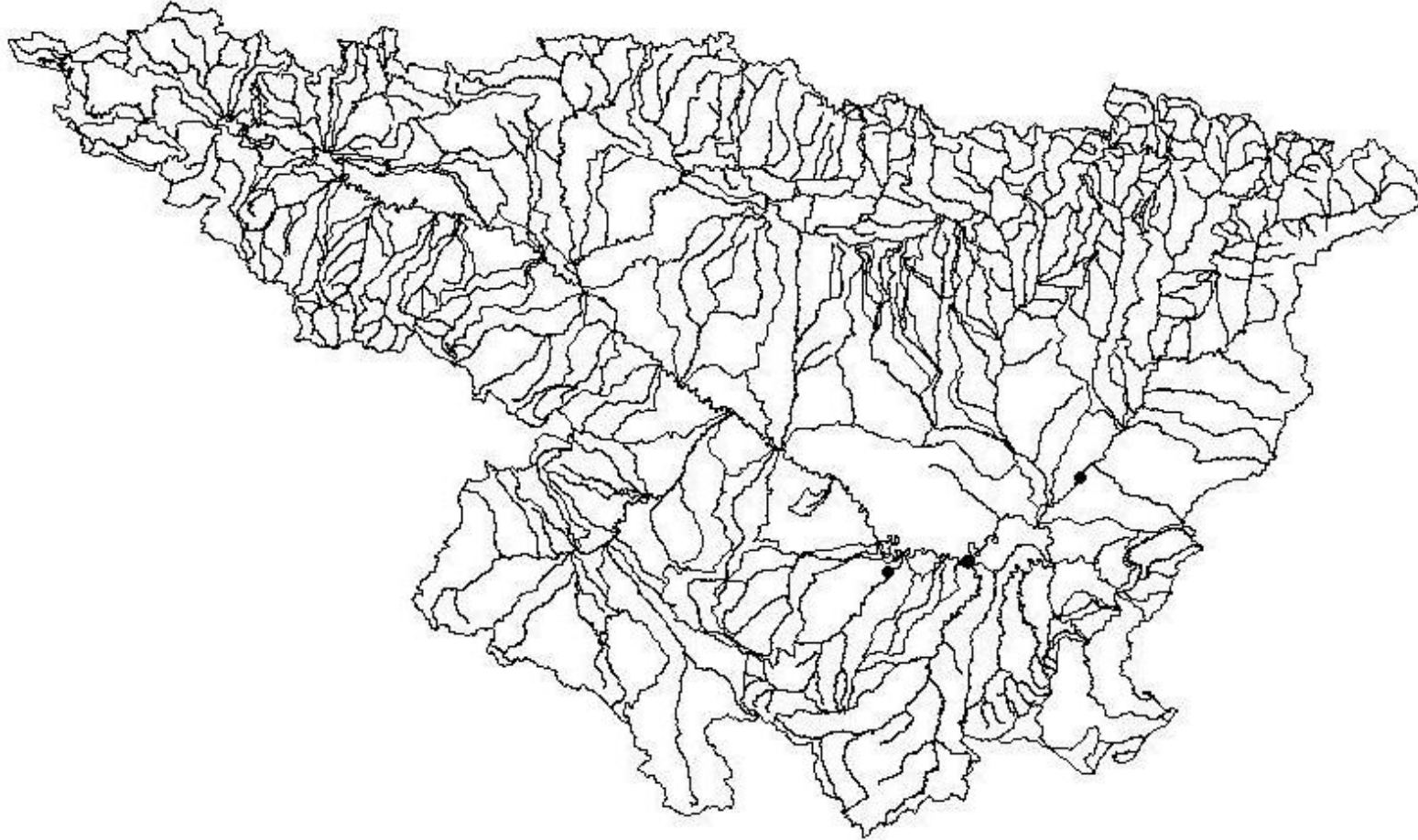


Figura 22. Área de distribución actual del pez gato (*A. melas*) en la cuenca del Ebro.

El pez gato punteado, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818).

No capturada en el presente estudio.

Es una especie de gran talla que puede alcanzar más de un metro de longitud en Norteamérica, aunque en nuestras aguas son de un tamaño mucho menor. Tienen el cuerpo desnudo, sin escamas. Presentan dos aletas dorsales, la segunda adiposa. La boca está provista de 4 barbillones. Tienen el cuerpo de coloración plateada con pequeñas, pero conspicuas, manchas negras.

Fue introducida en la cuenca del río Ebro, aunque su presencia es escasa.

F. Mugillidae

El pardete, *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758.

Presenta una cabeza prominente muy característica y una membrana adiposa amplia que cubre parcialmente los ojos y deja una estrecha ventana vertical delante de la pupila. Tiene los labios delgados y sin papilas. Puede llegar a medir 50 cm de longitud. Presentan una coloración gris azulada, con una serie de bandas longitudinales en los flancos, y la región ventral blanca y con reflejos plateados.

Son peces anfidromos que realizan migraciones estacionales entre el mar y las lagunas litorales y ambientes estuáricos, pero en la época de reproducción retornan al mar para frezar. Es una especie común en el delta del Ebro y el tramo bajo del río (**Figura 23**).

El morrugate o calua, *Liza ramada* (Risso, 1827).

Es una especie anfidroma, de origen marino, que coloniza las zonas bajas de los ríos y los ambientes estuáricos. Puede alcanzar los 50 cm de longitud. Habita en las aguas marinas de la zona litoral, aunque puede colonizar las aguas continentales y pasar gran parte de su ciclo biológico en el estuario y lagunas litorales. Es una especie común en el delta del Ebro y el tramo bajo del río (**Figura 24**).

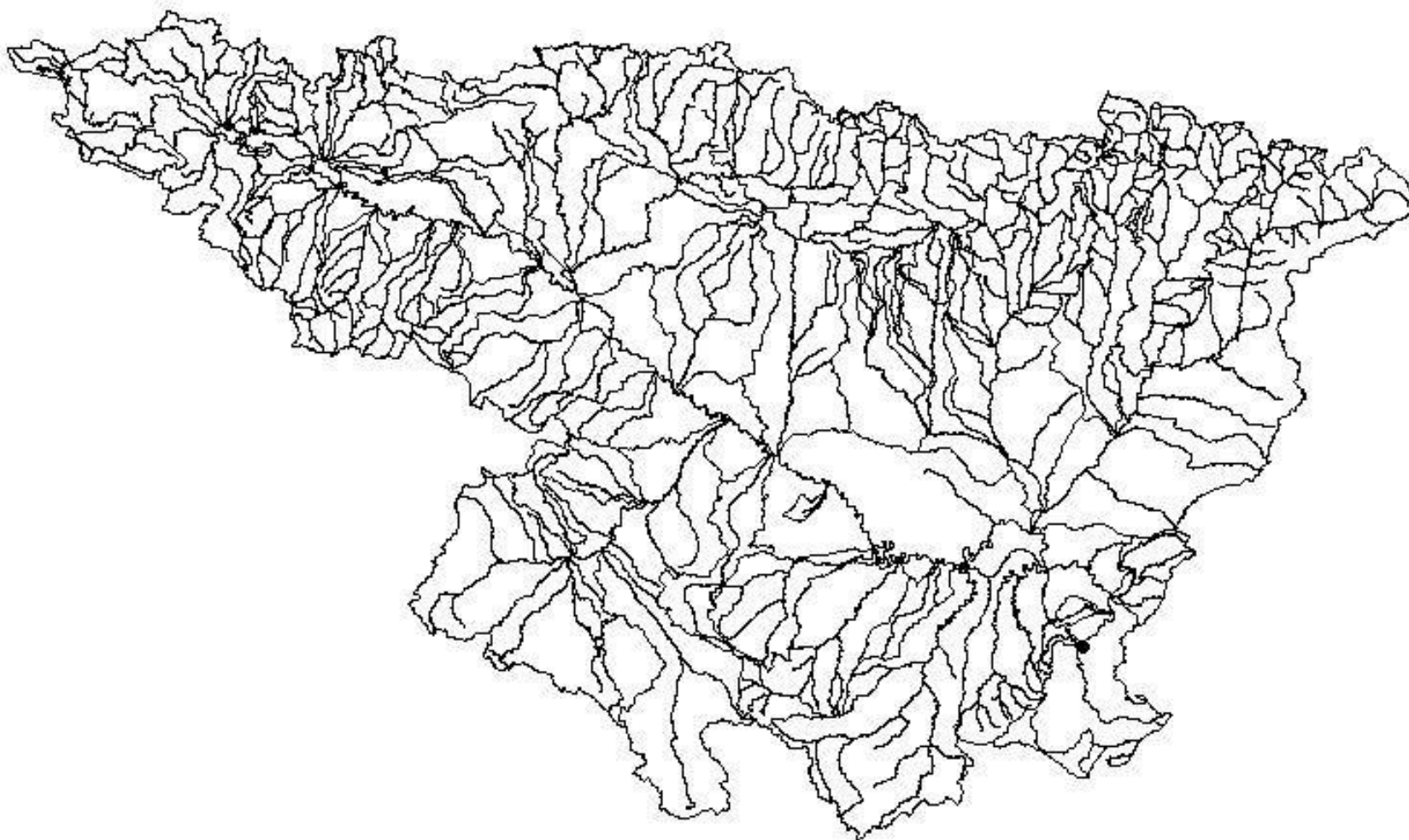


Figura 23. Área de distribución actual del pardete (*M. cephalus*) en la cuenca del Ebro.

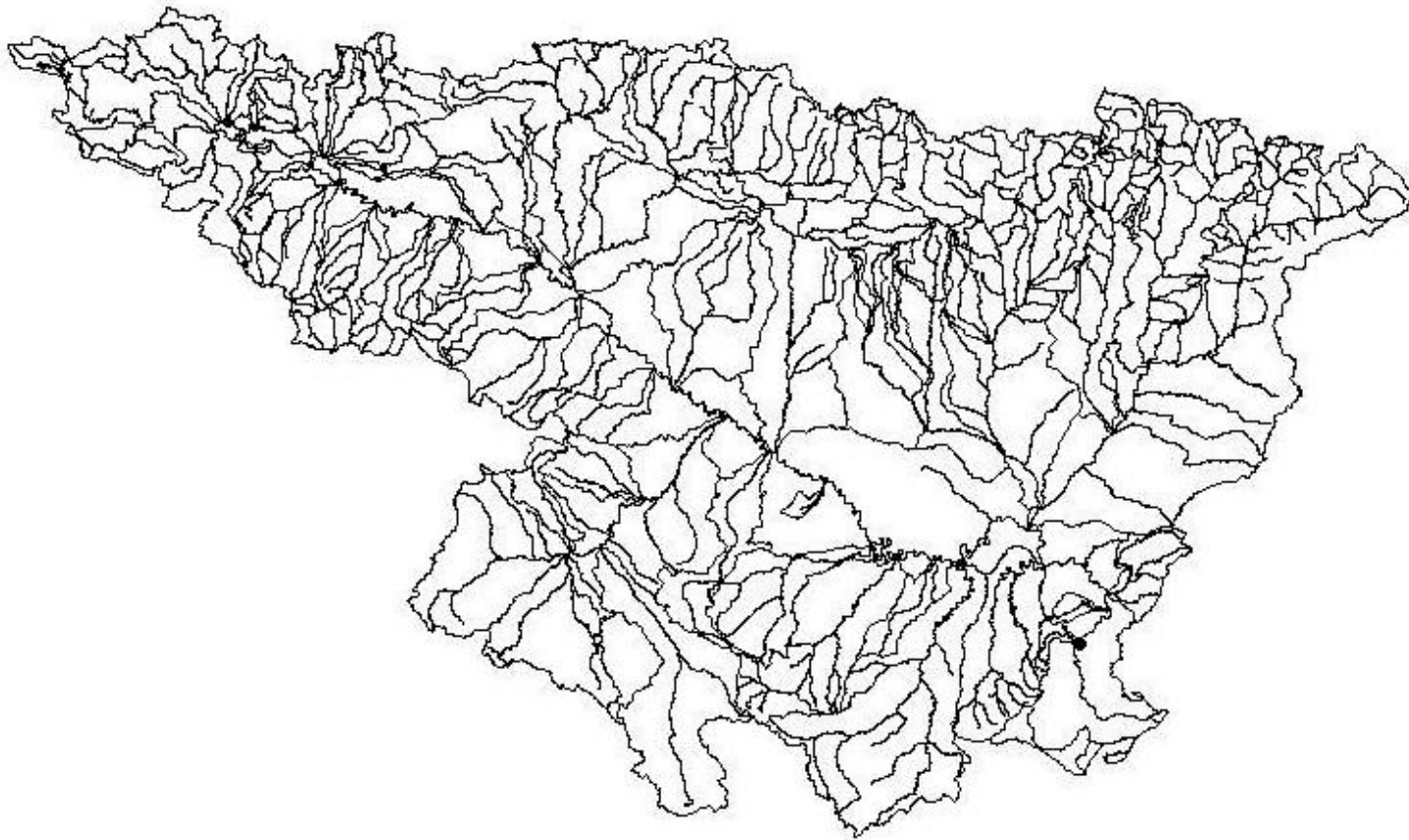


Figura 24. Área de distribución actual del morrugate (*L. ramada*) en la cuenca del Ebro.

F. Percidae

La perca de río o europea, *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758.

Es una especie de origen europeo introducida en unas pocas cuencas peninsulares. Tiene una talla mediana a pequeña, pero en nuestros ríos no suele pasar de los 30 cm. Prefiere zonas de aguas remansadas y profundas. Es la primera vez que se cita dicha especie en el Ebro y está muy localizada.

La lucioperca, *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758).

Se trata de una especie alóctona de gran tamaño, que puede superar los 70 cm de longitud. Es un gran depredador de origen europeo y tiene el cuerpo alargado y la cabeza grande y armada de fuertes dientes. No está muy extendido en las cuencas españolas, pero en algunas localidades del Ebro es común y está asociado a los embalses y cursos principales con áreas de aguas remansadas y profundas (**Figura 25**).

F. Petromyzontidae

Lamprea marina, *Petromyzon marinus* Linnaeus, 1758.

No capturada en el presente estudio.

Es una agnato migrador anádromo y parásito que coloniza los tramos bajos de los ríos para reproducirse, es relativamente abundante en las cuencas atlánticas del hemisferio norte, pero ocasionalmente también entra en los estuarios de las grandes cuencas del mediterráneo, como la del Ebro. Es una especie que puede alcanzar 1 m de longitud. Tiene el cuerpo muy alargado y cilíndrico, de aspecto anguiliforme. Presentan una ventosa bucal y la boca tapizada de odontoides córneos. Carece de aletas pares. Presenta una fase larvaria (ammocoetes) filtradora y ciega que habita en las aguas continentales hasta que alcanza la forma de adultos y emigra al mar, donde adquiere una alimentación hematófaga, parasitando especialmente a peces.

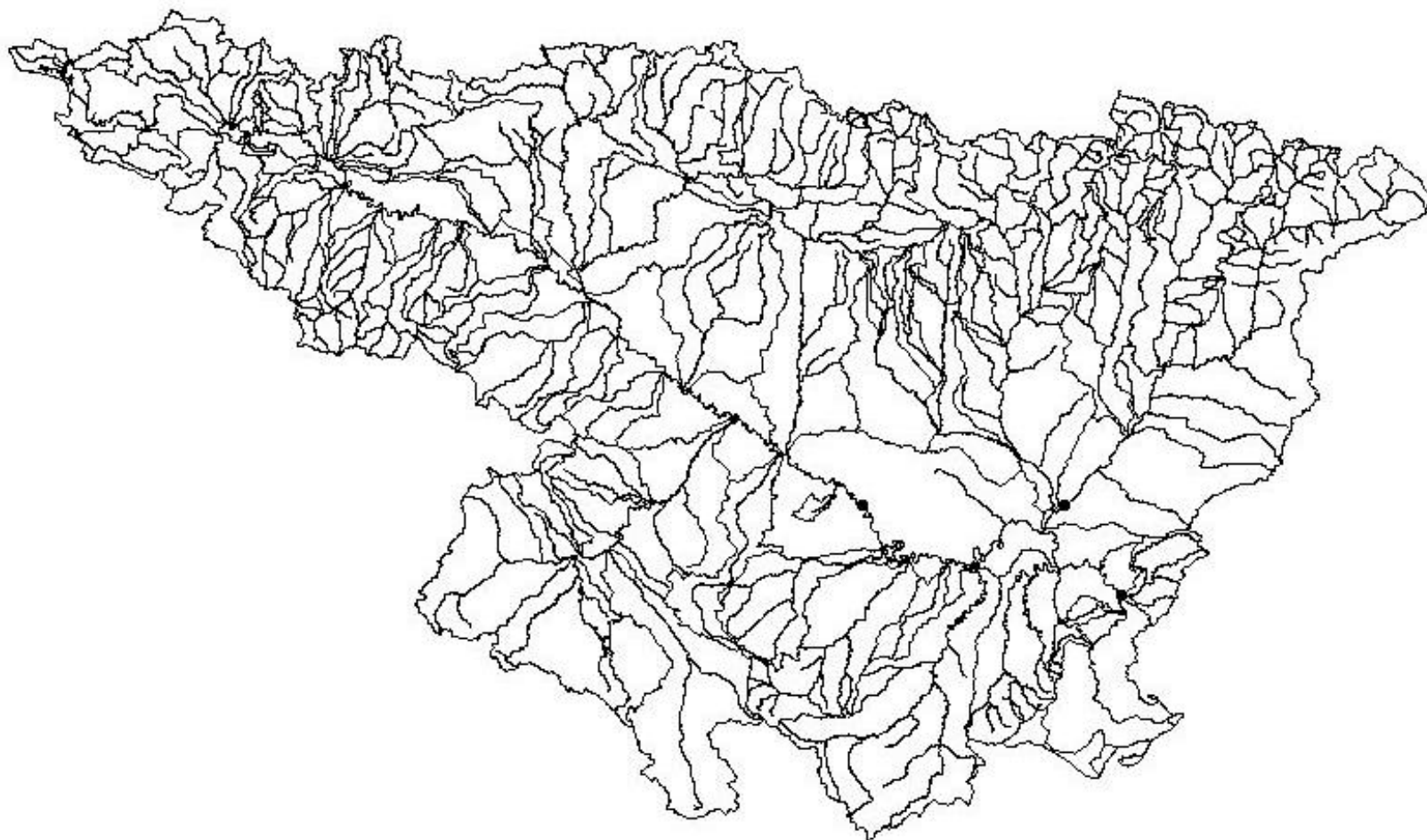


Figura 25. Área de distribución actual de la lucioperca (*S. lucioperca*) en la cuenca del Ebro.

F. Pleuronectidae

La platija, *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758).

No capturada en el presente estudio.

Es una especie anfídroma de cuerpo ovalado y comprimido, con los ojos situados generalmente en flanco derecho. La boca es muy prominente. El cuerpo está cubierto de escamas cicloideas, substituidas en algunas zonas por tubérculos óseos desarrollados en forma irregular. La coloración es variable y puede ser parda, olivácea o grisácea. En la cuenca del Ebro se localiza en el tramo bajo del río, cerca de la desembocadura. Actualmente es muy escasa.

F. Poeciliidae

La gambusia, *Gambusia holbrooki* (Agassiz, 1859).

Es un pez alóctono, de pequeño tamaño (entre 4 y 7 cm), originario de Norteamérica que ha sido introducido en casi todo el mundo. Es una especie ovovivípara. Se encuentra presente en gran parte de España. Tiene un marcado dimorfismo sexual, los machos presentan un órgano copulador o gonopodio. En la cuenca del Ebro tiene una distribución irregular y está presente, sobre todo, en la llanura deltaica, en la zona baja del cauce principal y en algunos afluentes (**Figura 26**).

F. Salmonidae

La trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792).

Es una especie alóctona de origen americano, de talla mediana (entre 30 y 50 cm) y cuerpo fusiforme y robusto. Es un buen nadador que habita tramos de montaña, aunque es menos exigente que la trucha común. Fue introducida años atrás en gran parte de las cuencas con ríos trucheros, pero actualmente no suele repoblarse, exceptuando algunas localidades. En la cuenca del Ebro es una especie escasa y de distribución puntual (**Figura 27**).

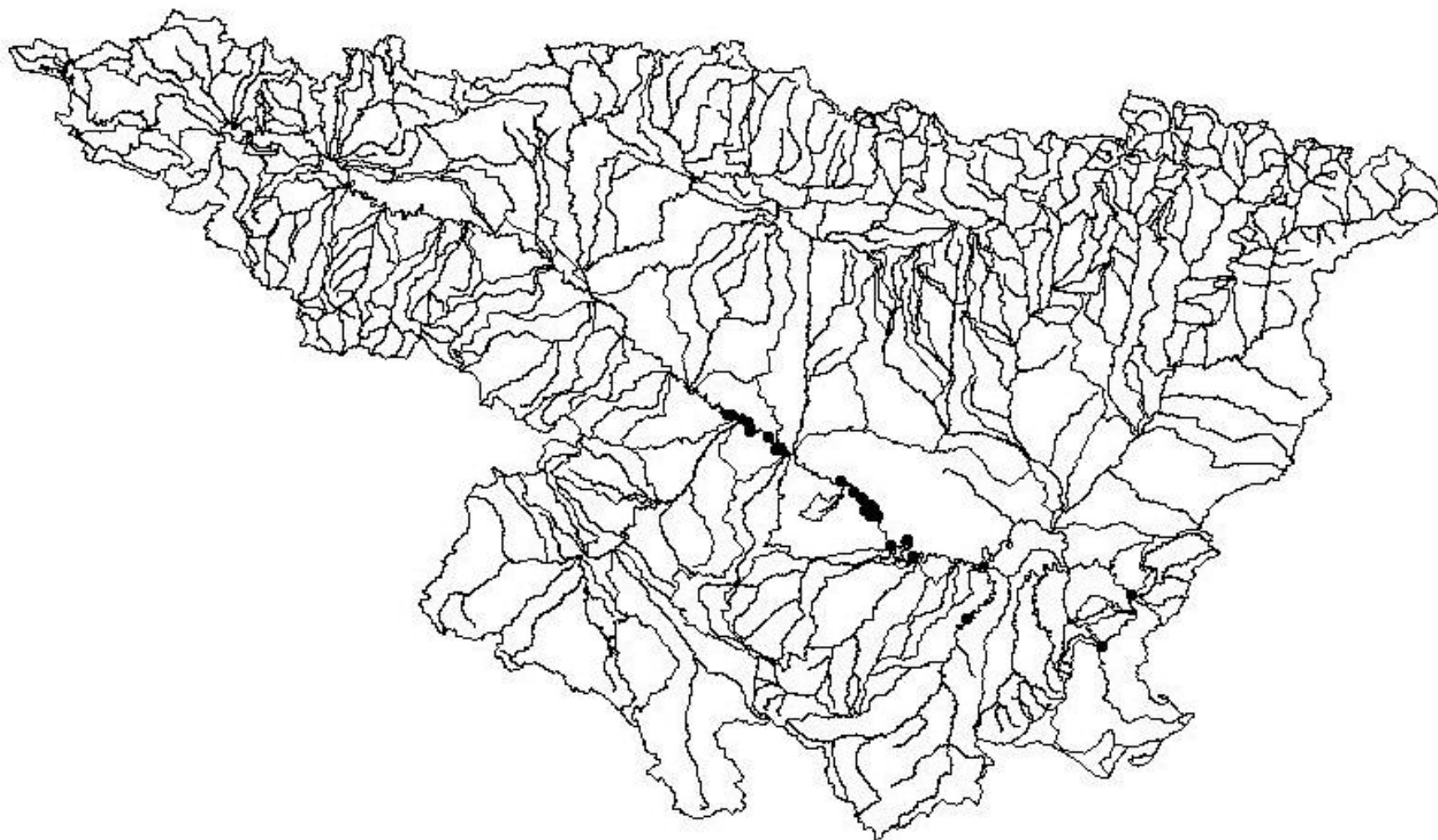


Figura 26. Área de distribución actual de la gambusia (*G. holbrooki*) en la cuenca del Ebro.

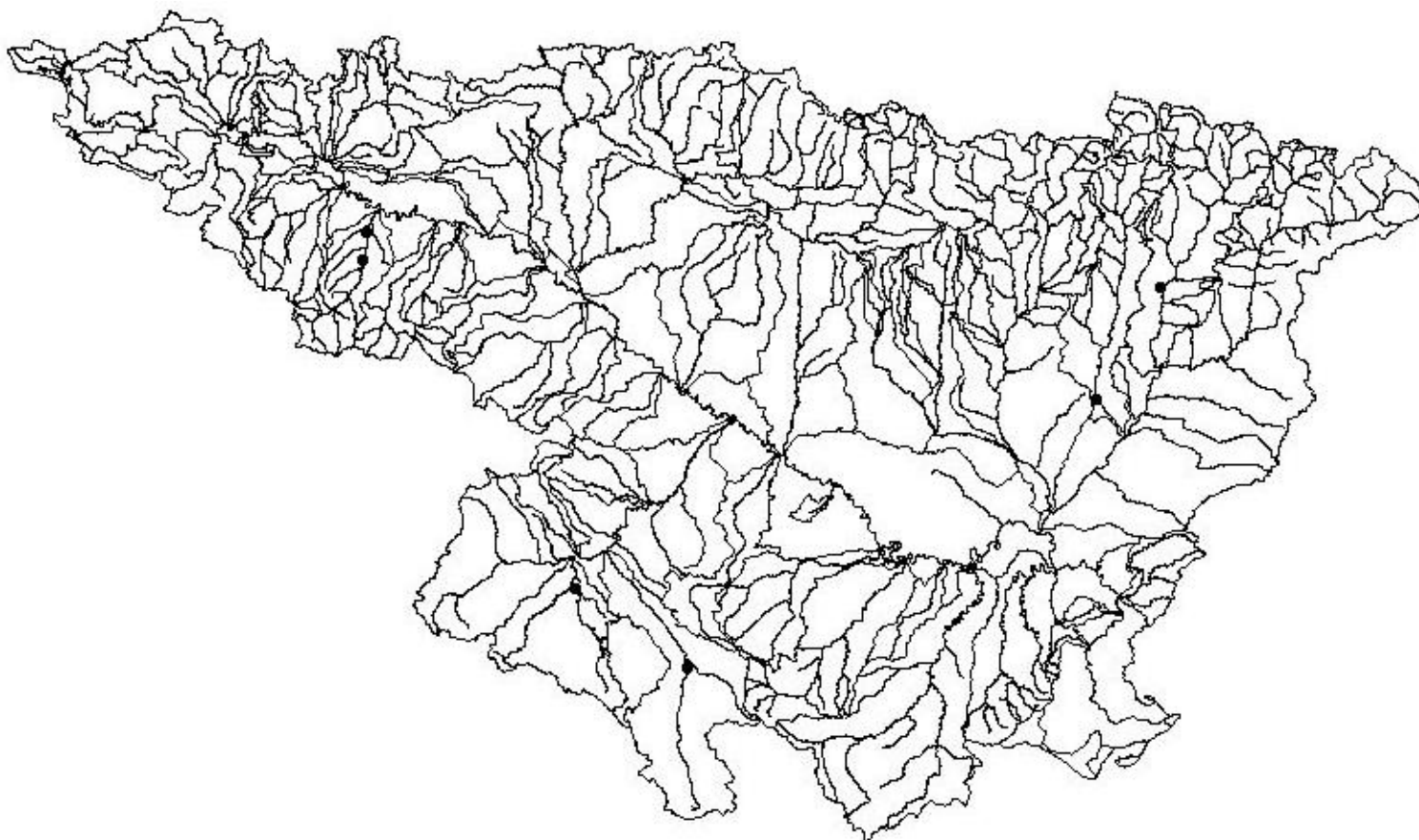


Figura 27. Área de distribución actual de la trucha arco iris (*O. mykiss*) en la cuenca del Ebro.

La trucha común, *Salmo trutta* Linnaeus, 1758.

Es una especie de talla mediana (no suele sobrepasar los 50 cm) de cuerpo alargado y fusiforme que habita los ríos de montaña de aguas oxigenada y frías. Es una de las especies más populares para la pesca deportiva y es objeto de repoblaciones constantes en muchos casos procedentes de diferentes países y causantes de contaminación genética, de forma que las poblaciones naturales son cada vez más escasas. Se distribuye por toda la península Ibérica. En el Ebro está presente en la mayoría de cursos altos, aunque sus poblaciones han disminuido considerablemente (**Figura 28**).

El salvelino, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814).

No capturada en el presente estudio.

Tiene el cuerpo alargado y fusiforme cubierto de numerosas escamas pequeñas. Presenta dos aletas dorsales, la segunda adiposa, y la caudal es muy escotada.

Es originaria de Norteamérica e introducida en lagos y cabeceras de ríos de la península Ibérica, aunque existen muy pocas poblaciones y su presencia en la cuenca del Ebro es muy escasa.

F. Siluridae

El siluro, *Silurus glanis* Linnaeus, 1758.

Es el mayor depredador introducido en la península Ibérica. Puede alcanzar los 2,5 m de longitud y superar los 100 Kg. de peso. Es una especie originaria del este de Europa que fue introducido en la cuenca del Ebro en el año 1974 en el embalse de Mequinenza. Actualmente está en expansión y ocupa el curso principal del Ebro y las zonas bajas y embalses de los principales afluentes. Es una especie muy nociva para la fauna autóctona (**Figura 29**).

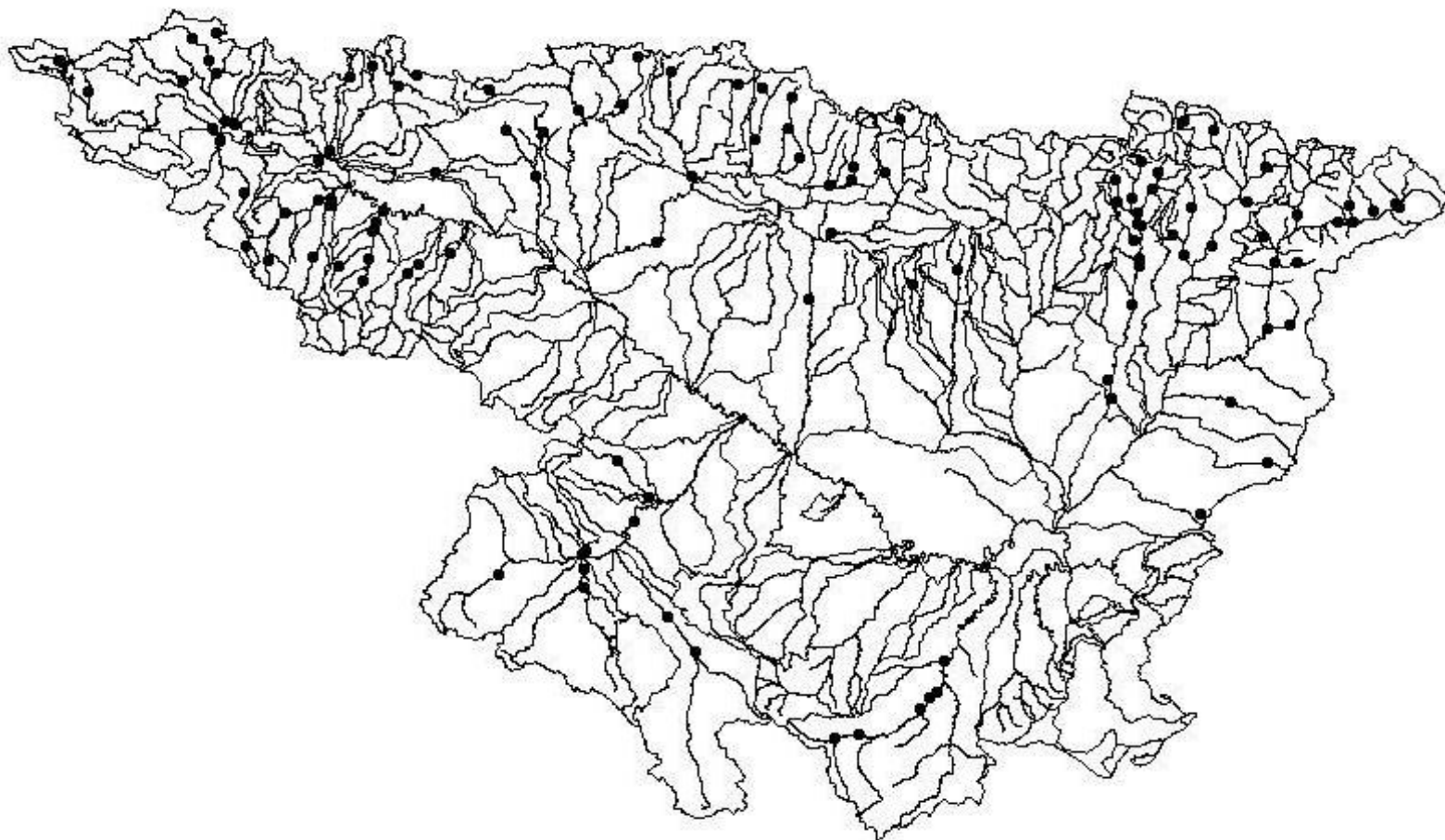


Figura 28. Área de distribución actual de la trucha común (*S. trutta*) en la cuenca del Ebro.

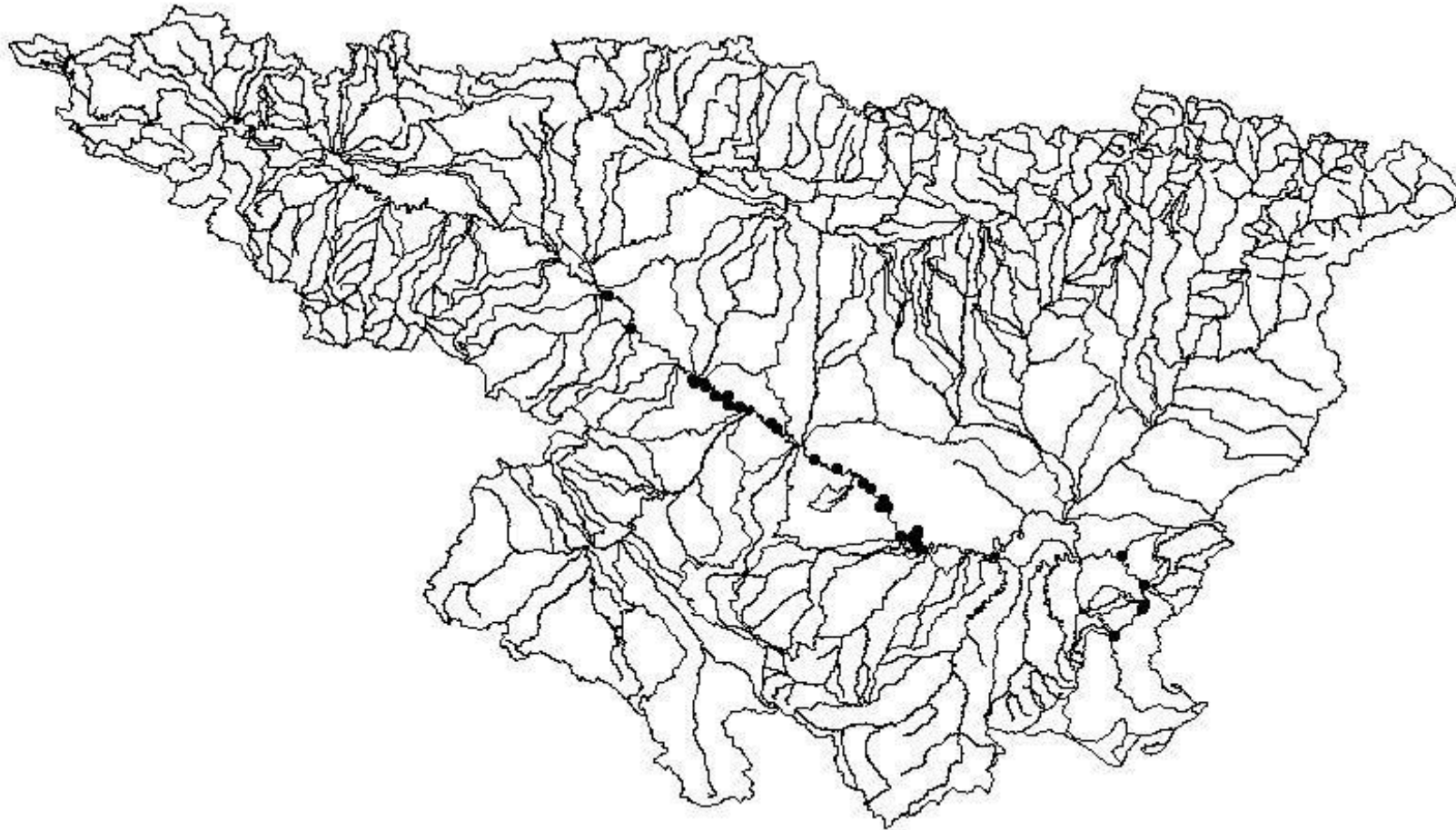


Figura 29. Área de distribución actual del siluro (*S. glanis*) en la cuenca del Ebro.

F. Syngnathidae

La aguja de río, *Syngnathus abaster* Risso, 1827.

No capturada en el presente estudio.

Es una especie anfídroma que coloniza lagunas litorales y estuarios mediterráneos. Tiene el cuerpo extremadamente delgado y alargado y cubierto de placas óseas articuladas. Las aletas son delicadas y reducidas y la caudal tiene forma de abanico. Tiene un hocico tubular en cuyo extremo se abre una boca pequeña.

Es una especie eurihalina que coloniza las lagunas litorales y el tramo final del río Ebro, sobre todo durante la época de reproducción.

F. Valenciidae

El samaruc, *Valencia hispanica* (Valenciennes, 1846).

No capturada en el presente estudio.

Es una especie de pequeña talla (entre 5 y 7 cm), de cuerpo alargado y comprimido en la caudal y cubierto de escamas cicloideas. Las aletas dorsal y anal son alargadas y opuestas. Presentan dimorfismo sexual, los machos son de menor tamaño que las hembras y tiene la aleta dorsal algo más retrasada y angulosa.

Es una especie en peligro de extinción y sus poblaciones están en declive. En la cuenca del Ebro existe una pequeña población natural en el delta del Ebro, pero ha sido reintroducida en diversas localidades a partir de ejemplares obtenidos mediante cría en cautividad.

4.2. Estado y descripción de las comunidades de peces en las principales masas de agua

Los peces constituyen un elemento clave en el funcionamiento de los ecosistemas continentales, porque pueden ocupar cualquier lugar de la red trófica. La riqueza de especies de peces en las aguas continentales se explica por la diversidad de hábitats y de nichos ecológicos, pero también por motivos relacionados con la biogeografía histórica y por la relativa facilidad de aislamiento geográfico que comporta vivir permanentemente en un medio acuático epicontinental. La destrucción del hábitat y la introducción de especies exóticas están consideradas las principales causas de extinción de especies. En el caso particular de los ríos ibéricos, con un reducido número de depredadores nativos, la introducción de especies depredadoras foráneas también ha causado un grave impacto sobre la estructura y el funcionamiento de estos ecosistemas, ya que las especies que los integran no han evolucionado bajo esta presión de depredación.

Por otra parte, la regresión de las poblaciones autóctonas de peces no es atribuible solamente a la introducción de especies foráneas. En este sentido, cabe resaltar que la implantación de las especies alóctonas se ha visto notablemente favorecido por una serie de alteraciones ambientales de origen antropogénico, como son la creación de embalses o la presencia de episodios de contaminación que han afectado negativamente las comunidades de peces y, en consecuencia, se vuelven más vulnerables a las invasiones.

Las consecuencias de la actividad humana sobre los ecosistemas dependen del tipo de impacto, del momento en que se produce y de su duración. La regulación de caudales afecta especialmente a los tramos medios y bajos de los ríos, pero en algunos casos también puede afectar a los principales afluentes. Estos procesos de regulación, frecuentemente han influido en la degradación la calidad del agua, pero colateralmente también favorecen la expansión y aclimatación de las especies alóctonas. El resultado final es un elevado grado de alteración eje principal del río, y de algunas subcuencas o afluentes.

Las especies introducidas han experimentado una clara expansión, tanto en número de especies como en área de distribución. El porcentaje de especies de peces introducidos en las cuencas mediterráneas es muy elevado. El número de embalses está relacionado estrechamente con el número de especies de peces alóctonos y el principal vector de estas introducciones ha sido la pesca recreativa. Por otra parte el estado de integridad de las comunidades de peces está fuertemente relacionado con la degradación ambiental de las cuencas fluviales. Así, cursos bien conservados tienen una proporción de peces autóctonos más alta y mantienen mejor la integridad biótica de la comunidad.

A continuación se describen las comunidades de peces a escala de subcuenca y se considera su grado de integridad íctica en función de los valores de densidad y biomasa de las especies nativas e introducidas. Asimismo, se relaciona la composición específica con el tipo de comunidad esperable según el tramo fluvial muestreado (cabecera, tramos medios, desembocadura) (Doadrio et al., 2001). En algunos casos la presencia de una especie no es exclusiva de un tramo de río, debe tenerse en cuenta a la hora de la interpretación. Por ejemplo, el barbo colirrojo (*B. haasi*) se encuentra en los tramos de cabecera pero también en los tramos medios. Los puntos de muestreo fueron distribuidos más o menos equitativamente a lo largo de las diferentes masas de agua. Es, por tanto, esperable que ríos de largo recorrido - subcuencas con mayor superficie- presenten comunidades ícticas que se correspondan con tramos de cabecera y de tramos medios. En estos casos, la ausencia de especies típicas de tramos medios podría ser indicadora de tramos fuertemente impactados, ya que son los tramos inferiores los que suelen recibir mayores presiones antrópicas (p.ej.: contaminación, captaciones de agua, etc...). No obstante, serán necesarios estudios posteriores en profundidad para dilucidar las causas reales de tales desajustes en la comunidad. En este sentido, puede encontrarse en el anexo una primera aproximación de la respuesta de las especies más comunes de la cuenca del Ebro a diferentes impactos antrópicos en forma de un artículo ya publicado (Maceda-Veiga & De Sostoa, 2011).

Cauce principal del río Ebro

El curso principal del río Ebro alberga un total de 13 especies nativas (bermejuela, anguila europea, lobo de río, barbo de Graells, barbo colirrojo, gobio ibérico, madrilla, piscardo, blenio de río, trucha común, bagre, pardete y albur) (**Tabla 1**). A su vez, se detectaron un total de 11 especies exóticas (alburno, pez rojo, carpa, gambusia, pez sol, perca americana, lucioperca, escardino, rutilo, pseudorasbora y siluro). Es el curso fluvial de la cuenca del Ebro que más especies alberga por la diversidad de hábitat que presenta, por tener el mayor número de embalses y también de mayor superficie, y por tener el mayor caudal.

Tabla 1. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en el cauce principal del río Ebro.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	3447,02	2358,32
<i>Alburnus alburnus</i>	1111,50	3661,86
<i>Anguilla anguilla</i>	851,21	54076,51
<i>Barbatula quignardi</i>	3074,91	8668,69
<i>Luciobarbus graellsii</i>	754,23	536,33
<i>Barbus haasi</i>	798,66	16012,80
<i>Carassius auratus</i>	142,07	15348,39
<i>Cyprinus carpio</i>	228,75	214023,46
<i>Gambusia holbrooki</i>	1872,35	737,66
<i>Gobio lozanoi</i>	834,34	4054,57
<i>Lepomis gibbosus</i>	154,09	6298,74
<i>Liza ramada</i>	1270,31	105,74
<i>Micropterus salmoides</i>	201,48	13686,56
<i>Mugil cephalus</i>	16,78	18,32
<i>Parachondrostoma miegii</i>	1841,62	27007,10
<i>Phoxinus phoxinus</i>	4239,82	8531,25
<i>Pseudorasbora parva</i>	62,21	11,25
<i>Rutilus rutilus</i>	128,33	124,21
<i>Salvia fluviatilis</i>	3182,91	20235,16
<i>Salmo trutta</i>	1036,22	49957,38
<i>Sander lucioperca</i>	17,56	154,52
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	288,18	5830,90
<i>Silurus glanis</i>	111,10	83162,35
<i>Squalius laietanus</i>	532,25	9445,99

La comunidad de peces nativa está constituida por representantes de tramos altos, medios, a excepción de la anguila europea (*A. anguilla*) y otros representantes de la comunidad estuárica (p.ej.: dos especies de lisas). En

cualquier caso, deben tenerse en cuenta las limitaciones del equipo de muestreo en estos tramos de gran caudal.

Las especies nativas dominantes fueron el piscardo (*P. bigerri*) en densidad y la anguila (*A. anguilla*) en biomasa. Por el contrario, las especies exóticas dominantes fueron la gambusia (*G. holbrooki*) en densidad y la carpa (*C. carpio*) en biomasa.

Es importante destacar la presencia de especies en peligro de extinción como el blenio de río (*S. fluviatilis*) o en grave regresión reconocida internacionalmente como la anguila europea (*A. anguilla*).

Subcuenca del río Aguasvivas

La subcuenca del río Aguasvivas es una de las menos diversas de la cuenca del Ebro pero, a su vez, una de las que presenta mayor integridad faunística (**Tabla 2**). La comunidad de peces está constituida por tres especies nativas de las cuales la bermejuela (*A. arcasii*) y el barbo colirrojo (*B. haasi*) dominan la comunidad en número de efectivos y biomasa. La composición de especies pone de manifiesto que la comunidad íctica de la mayoría de las localidades muestreadas se corresponde con la de tramos medios.

Tabla 2. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Aguasvivas.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	10906,32	44573,66
<i>Barbus haasi</i>	18049,02	113286,39
<i>Luciobarbus graellsii</i>	454,75	53855,52

Subcuenca del río Alhama

La comunidad de peces de la subcuenca del río Alhama está constituida por especies autóctonas a excepción del alburno (*A. alburnus*) (**Tabla 3**). Las especies nativas dominantes son la bermejuela (*A. arcasii*) y el barbo de Graells (*L. graellsii*). En conjunto, las especies nativas dominan la comunidad

de peces en número de efectivos y biomasa. Asimismo, conviene destacar la presencia de anguila europea (*A. anguilla*) por ser una especie en regresión. La composición de especies indica que la mayoría de las localidades prospectadas se corresponden con tramos medios o bajos.

Tabla 3. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Alhama.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	9581,90	26885,90
<i>Alburnus alburnus</i>	1462,37	18377,06
<i>Anguilla anguilla</i>	106,54	24095,82
<i>Gobio lozanoi</i>	3111,11	24476,49
<i>Luciobarbus graellsii</i>	6289,93	1903648,25

Subcuenca del río Aragón

La comunidad de peces de la subcuenca del río Aragón está constituida por 9 especies nativas (bermejuela, lobo de río, barbo colirrojo, lamprehuela, gobio ibérico, barbo de Graells, madrilla, piscardo y trucha común), y 3 especies introducidas (carpa, perca americana y alburno) (**Tabla 4**). Las características de la comunidad de peces se corresponden con ríos de cabecera (p.ej.: trucha común y piscardo) y de tramos medios y bajos (p.ej.: barbo común). Esta característica es típica de los ríos de los afluentes con mayor superficie de cuenca del Ebro. Además, hay que resaltar que las especies nativas dominan el área muestreada en esta cuenca en términos de densidad y biomasa.

Tabla 4. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Aragón.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	730,25	2768,98
<i>Alburnus alburnus</i>	850,84	8217,00
<i>Barbatula quignardi</i>	1226,65	3393,49
<i>Barbus haasi</i>	693,39	16560,90
<i>Cobitis calderoni</i>	406,27	151,29
<i>Cyprinus carpio</i>	47,66	59224,71
<i>Gobio lozanoi</i>	2151,28	12648,99
<i>Luciobarbus graellsii</i>	2165,71	803841,44
<i>Micropterus salmoides</i>	350,69	13361,14
<i>Parachondrostoma miegii</i>	2225,09	16442,00
<i>Phoxinus phoxinus</i>	4167,79	8524,71
<i>Salmo trutta</i>	1555,26	51993,82

La especie dominante en el caso de las nativas es el piscardo (*P. bigerri*) en los tramos de cabecera y la madrilla (*P. miegii*) en los tramos medios. En el caso de las especies exóticas, el alburno (*A. alburnus*) fue el que presentó la densidad más elevada.

Subcuenca del río Arga

La subcuenca del río Arga es otra de las subcuencas que cuenta con una de las mayores integridades ícticas del Ebro. La comunidad de peces está constituida por 5 especies nativas (lobo de río, gobio ibérico, barbo de Grealls, madrilla y piscardo) y 2 especies introducidas (alburno y carpa) (**Tabla 5**). La comunidad de peces se corresponde con tramos altos y medios. Debe destacarse el elevado número de efectivos de lobo de río (*B. quignardi*) y de piscardo (*P. bigerri*), dos especies que son indicativo de muestreos llevados a cabo en tramos fluviales de cabecera. Por su parte, los tramos medios estarían dominados por el gobio ibérico (*G. lozanoi*) y la madrilla (*P. miegii*). La especie exótica que presentó más números de efectivos fue el alburno (*A. alburnus*). Asimismo, debe resaltarse que es una de las pocas subcuencas en las que se capturó perca americana (*M. salmoides*). Esta especie está ligada a la pesca recreativa en embalses y, como éstos no formaron parte del área de estudio, sus especies cuentan con escasa representación en nuestra base de datos. No obstante, también es posible capturarlas en los remansos de río que simulen el ambiente limnófilo de un embalse.

Tabla 5. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Arga.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Alburnus alburnus</i>	376,75	745,97
<i>Barbatula quignardi</i>	52262,43	46021,91
<i>Cyprinus carpio</i>	123,59	164684,76
<i>Gobio lozanoi</i>	2672,09	21005,56
<i>Luciobarbus graellsii</i>	1279,87	52359,26
<i>Parachondrostoma miegii</i>	2469,15	369,23
<i>Phoxinus phoxinus</i>	52029,45	58655,21

Subcuenca del río Arba

La subcuenca del río Arba está constituida por 8 especies nativas (bermejuela, lobo de río, lamprehuela, gobio ibérico, barbo de Graells, madrilla, piscardo y trucha común) y 3 especies introducidas (pez gato, carpa y alburno) (**Tabla 6**). Las especies nativas dominan en biomasa y densidad el conjunto de las localidades muestreadas en esta subcuenca. La comunidad íctica cuenta con representantes de tramos altos y medios de la cuenca del Ebro. Como en el caso de la subcuenca del Aragón, la del río Arga es una subcuenca grande que permite la existencia de esta zonación. La especie nativa que domina la comunidad de cabecera es la trucha común (*S. trutta*) seguida por el piscardo (*P. bigerri*). Asimismo, la madrilla (*P. miegii*) predomina en los tramos medios. En el caso de las especies exóticas, es el alburno (*A. alburnus*) el que presentó mayor número de efectivos. No obstante, conviene destacar en esta subcuenca la presencia del pez gato (*A. melas*). Esta especie exótica fue capturada en un reducido número de localidades de la cuenca del Ebro.

Tabla 6. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Arba.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	2257,70	688,13
<i>Alburnus alburnus</i>	921,62	15603,01
<i>Ameiurus melas</i>	315,48	19282,07
<i>Barbatula quignardi</i>	1187,82	920,56
<i>Cobitis calderoni</i>	27,33	13,66
<i>Cyprinus carpio</i>	193,94	234062,54
<i>Gobio lozanoi</i>	1833,52	63654,57
<i>Luciobarbus graellsii</i>	2990,32	735563,09
<i>Parachondrostoma miegii</i>	5675,34	162423,49
<i>Phoxinus bigerri</i>	3547,37	6299,94
<i>Salmo trutta</i>	1899,48	215735,69

Subcuenca del río Bayas

La subcuenca del río Bayas está constituida por 6 especies nativas (lobo de río, barbo de Graells, madrilla, piscardo, blenio de río y trucha común) y una especie exótica (el pez sol) (**Tabla 7**). Esta comunidad de peces cuenta con representantes de tramos de cabecera (p.ej.: trucha común) pero también de tramos medios (p.ej.: madrilla). Está dominada en número de efectivos y biomasa por las especies nativas. Es necesario destacar que la madrilla (*P.*

miegii) es la especie nativa que cuenta con mayor número de efectivos y la presencia del blenio de río (*S. fluviatilis*). Esta última es una especie catalogada como en peligro de extinción y, aunque presenta un área de distribución reducida, usualmente mantiene poblaciones localmente abundantes como es este caso.

Tabla 7. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Bayas.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Barbatula quignardi</i>	153,72	557,69
<i>Luciobarbus graellsii</i>	258,80	195048,31
<i>Lepomis gibbosus</i>	150,10	1125,78
<i>Parachondrostoma miegii</i>	3426,55	72466,38
<i>Phoxinus phoxinus</i>	904,83	2260,99
<i>Salaria fluviatilis</i>	1447,60	3492,33
<i>Salmo trutta</i>	93,50	28348,11

Subcuenca del río Ega

La comunidad de peces de la subcuenca del río Ega es de las pocas subcuencas del Ebro que está constituida exclusivamente por especies nativas. La especie dominante en número de efectivos es el piscardo (*P. bigerri*) seguido de la madrilla (*P. miegii*) (**Tabla 8**). Esta comunidad cuenta con representantes de tramos altos y medios.

Tabla 8. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Ega.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	783,10	313,24
<i>Barbatula quignardi</i>	550,99	1565,04
<i>Gobio lozanoi</i>	1684,21	15330,30
<i>Luciobarbus graellsii</i>	1420,94	72626,42
<i>Parachondrostoma miegii</i>	2649,68	63191,42
<i>Phoxinus phoxinus</i>	4818,59	11176,07
<i>Salmo trutta</i>	640,26	52022,52

Subcuenca del río Gállego

La subcuenca del río Gállego presenta una comunidad de peces constituida por 4 especies nativas (barbo colirrojo, lamprehuela, piscardo y trucha común) y una introducida (escardino) (**Tabla 9**). Esta especie fue capturada en muy

pocas ocasiones en la cuenca del Ebro. La comunidad de peces se corresponde con la de tramos de cabecera. El piscardo (*P. bigerrí*) domina la comunidad en número de efectivos, mientras que la trucha común (*S. trutta*) lo hace en biomasa.

Tabla 9. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Gállego.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Barbus haasi</i>	1157,47	11969,83
<i>Cobitis calderoni</i>	1281,84	283,07
<i>Phoxinus bigerrí</i>	14601,69	15670,10
<i>Salmo trutta</i>	607,19	16040,95
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	536,47	2115,24

Subcuenca del río Guadalope

La comunidad de peces del río Guadalope está constituida por 7 especies nativas (bermejuela, barbo de Graells, barbo colirrojo, gobio ibérico, madrilla, blenio de río y trucha común) y por 4 introducidas (alburno, carpa, siluro y gambusia) (**Tabla 10**). La especie nativa con mayor número de efectivos fue la madrilla (*P. miegii*) seguida del blenio de río (*S. fluviatilis*). Este río es otra de las subcuencas en las que se constató la presencia de esta especie declarada en peligro de extinción. Entre las especies exóticas, es la gambusia (*G. holbrooki*) la que presenta un mayor número de efectivos.

Tabla 10. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Guadalope.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	144,67	11284,16
<i>Alburnus alburnus</i>	3747,85	20718,03
<i>Luciobarbus graellsii</i>	1217,91	72193,93
<i>Barbus haasi</i>	26,99	2348,17
<i>Cyprinus carpio</i>	366,64	119375,59
<i>Gambusia holbrooki</i>	7384,12	1284,36
<i>Gobio lozanoi</i>	1852,09	13841,82
<i>Parachondrostoma miegii</i>	2937,06	27691,93
<i>Salaria fluviatilis</i>	2892,57	19448,89
<i>Salmo trutta</i>	596,16	46062,23
<i>Silurus glanis</i>	24,91	1245,31

Esta especie es rara en los ambientes fluviales, a excepción de remansos con abundante vegetación. Es destacable la presencia de siluro (*S. glanis*), otra especie objeto de pesca recreativa que es rara en ambientes fluviales, pero muy común en embalses.

Subcuenca del río Huerva

La comunidad de peces del río Guadalupe está constituida por 5 especies nativas (bermejuela, barbo colirrojo, gobio ibérico, barbo de Graells, madrilla y blenio de río) y por una introducida (carpa) (**Tabla 11**). Esta comunidad de peces cuenta con representantes de tramos altos y medios. El gobio ibérico (*G. lozanoi*) es la especie nativa con mayor número de efectivos, pero es el barbo de Graells (*L. graellsii*) el que domina en términos de biomasa. No es de extrañar, puesto que es una especie que en los cursos principales puede alcanzar una gran talla. En cuanto a las especies exóticas, la única representante fue la carpa (*C. carpio*), si bien en reducido número de efectivos, pero con ejemplares de gran tamaño a razón de la biomasa reportada. Es destacable también la presencia en este río del blenio de río (*S. fluviatilis*), si bien sus poblaciones presentaron un reducido número de efectivos en comparación con otros registros que se reportan en este informe.

Tabla 11. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Huerva.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	115,31	2825,00
<i>Barbus haasi</i>	4210,14	31617,82
<i>Cyprinus carpio</i>	192,84	269976,58
<i>Gobio lozanoi</i>	6834,20	42471,82
<i>Luciobarbus graellsii</i>	2454,38	195445,45
<i>Parachondrostoma miegii</i>	5829,51	47500,13
<i>Salaria fluviatilis</i>	300,47	3510,84

Subcuenca del río Jalón

Esta subcuenca presenta 7 especies nativas (bermejuela, lobo de río, barbo colirrojo, gobio ibérico, barbo de Graells, madrilla y trucha común) y 3 especies exóticas (alburno, carpa y trucha arco iris) (**Tabla 12**). Se encuentran representantes de tramos de cabecera y de partes medias, de modo que puede

decirse que se encuentra representada toda la comunidad íctica que se corresponde con un río de esta superficie de cuenca. La especie nativa dominante fue la madrilla (*P. miegii*) en número de efectivos, mientras que fue el barbo de Graells (*L. graellsii*) en biomasa. En relación a las especies introducidas, la especie dominante fue el alburno (*A. alburnus*) en densidad y la carpa (*C. carpio*) en biomasa.

Tabla 12. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Jalón.

Especie	Promedio de densidad (ind/ha)	Promedio de biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	1122,70	94,10
<i>Alburnus alburnus</i>	336,20	192,40
<i>Barbatula quignardi</i>	449,83	26,40
<i>Barbus haasi</i>	351,98	192,73
<i>Cyprinus carpio</i>	25,08	752,60
<i>Gobio lozanoi</i>	1473,55	146,80
<i>Luciobarbus graellsii</i>	1544,98	5000,26
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	158,38	1264,00
<i>Parachondrostoma miegii</i>	3907,74	337,53
<i>Salmo trutta</i>	940,37	2556,19

Subcuenca del río Jerea

La comunidad de peces de esta subcuenca está constituida por 6 especies nativas (lobo de río, gobio ibérico, barbo de Graells, madrilla, piscardo, trucha común y blenio de río) y por 2 especies introducidas (carpín y pez sol) (**Tabla 13**). Las especies nativas superan a las introducidas en términos de densidad y biomasa. La comunidad de peces está dominada en número de efectivos por representantes de tramos medios. Entre las especies nativas, la dominante tanto en número de efectivos como en términos de biomasa fue el gobio ibérico (*G. lozanoi*). Es destacable la presencia en la comunidad del blenio de río (*S. fluviatilis*) por ser una especie catalogada como en peligro de extinción. Nuevamente, tiene poblaciones localmente abundantes también en esta subcuenca. Es también una de las pocas subcuencas en las que fue capturado el carpín (*C. auratus*) la cual es una especie, por otro lado, de distribución muy local en los cursos fluviales.

Tabla 13. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Jerea.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Barbatula quignardi</i>	104,00	180,76
<i>Carassius auratus</i>	15,87	20,63
<i>Gobio lozanoi</i>	7410,09	33463,95
<i>Lepomis gibbosus</i>	194,94	1570,67
<i>Luciobarbus graellsii</i>	348,23	3012,62
<i>Parachondrostoma miegii</i>	1467,09	5486,73
<i>Phoxinus phoxinus</i>	1233,59	2388,91
<i>Salaria fluviatilis</i>	1115,41	2926,31
<i>Salmo trutta</i>	329,83	10597,56

Subcuenca del río Martín

La comunidad de peces del río Martín es una de las menos diversas de la cuenca del Ebro pero también, una de las que presenta mayor integridad íctica. Todas las especies presentes son nativas (**Tabla 14**). La comunidad está dominada en número de efectivos y biomasa por el barbo común (*L. graellsii*), seguido del barbo colirrojo (*B. haasi*). Esta última especie habita los tramos altos pero también medios de los ríos y, este hecho, unido a la presencia también de barbo de Graells y madrilla, parece indicar que predominan los representantes de cursos medios.

Tabla 14. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Martín.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Barbus haasi</i>	1031,02	22019,60
<i>Luciobarbus graellsii</i>	5278,75	372683,76
<i>Parachondrostoma miegii</i>	764,91	22542,96

Subcuenca del río Matarraña

La subcuenca del río Matarraña presenta la diversidad íctica más elevada de toda la cuenca con un total de 11 especies nativas (bermejuela, anguila, lobo de río, barbo colirrojo, lamprehuela, gobio ibérico, barbo de Graells, madrilla, blenio de río, trucha común y bagre) (**Tabla 15**). En contraposición, presenta una baja riqueza de especies exóticas (alburno, carpa y escardinio). Esto hace que sea una de las cuencas con mayor integridad íctica y, dada la riqueza de

especies nativas presentes, una de las que tiene más incentivo de cara a su conservación. La comunidad de peces tiene representantes de tramos altos y medios de ríos. La especie nativa dominante es el barbo colirrojo en densidad y la trucha común en términos de biomasa en los tramos de cabecera. Por el contrario, predomina el barbo de Graells en los tramos medios, tanto en número de efectivos como en biomasa. Conviene a destacar de la composición específica de nativas, la presencia de anguila europea y del blenio de río. La primera presenta una reconocida regresión a escala europea y el segundo está catalogado como en peligro de extinción en el libro rojo. No obstante, sus poblaciones vuelven a ser localmente abundantes en el río Matarraña. A destacar también la presencia de bagre, una especie apenas detectada en la cuenca del Ebro pese a que debería tener una amplia área de distribución. En relación a las especies introducidas, como viene siendo habitual en muchas otras subcuencas, domina el alburno, tanto en efectivos como en biomasa.

Tabla 15. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Matarraña.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	493,93	1072,88
<i>Alburnus alburnus</i>	1106,39	12181,37
<i>Anguilla anguilla</i>	82,65	11031,79
<i>Barbatula quignardi</i>	738,45	1224,64
<i>Barbus haasi</i>	1136,39	12630,00
<i>Cobitis paludica</i>	36,34	79,51
<i>Cyprinus carpio</i>	738,94	148101,26
<i>Gobio lozanoi</i>	46,00	321,98
<i>Luciobarbus graellsii</i>	928,21	22324,76
<i>Parachondrostoma miegii</i>	805,31	7226,58
<i>Salaria fluviatilis</i>	812,33	1045,20
<i>Salmo trutta</i>	183,60	9083,51
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	29,27	1132,04
<i>Squalius laietanus</i>	894,29	28327,55

Subcuenca del río Najerilla

La subcuenca del río Najerilla presenta 9 especies nativas (bermejuela, lobo de río, barbo colirrojo, lamprehuela, gobio ibérico, barbo de Graells, madrilla, piscardo y trucha común) (**Tabla 16**). La comunidad de peces tiene representantes de tramos de cabecera (p. eje.: piscardo, trucha), así como especies de tramos medios (p. eje.: barbo de Graells, madrilla). Las especies

nativas dominan en biomasa y en número de efectivos a las especies introducidas a escala de subcuenca. El piscardo es la especie dominante en densidad y la trucha en términos de biomasa en los tramos de cabecera. Por el contrario, el barbo de Graells domina en biomasa y la madrilla en términos de densidad en los tramos medios. En cuanto a las especies exóticas, se detectaron dos especies introducidas (carpa y trucha arco-iris) que habitan, respectivamente, los tramos medios y de cabecera del río.

Tabla 16. Promedio de densidad (ind./ha) y biomasa (kg./ha) por especie en la subcuenca del río Najerilla.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	816,86	2792,81
<i>Barbatula quignardi</i>	693,97	1758,86
<i>Barbus haasi</i>	283,92	10902,36
<i>Cobitis calderoni</i>	175,50	156,72
<i>Cyprinus carpio</i>	24,57	36164,58
<i>Gobio lozanoi</i>	1355,69	10318,12
<i>Luciobarbus graellsii</i>	2610,84	700627,03
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	87,83	40725,30
<i>Parachondrostoma miegii</i>	4979,65	62893,32
<i>Phoxinus phoxinus</i>	9168,08	22742,54
<i>Salmo trutta</i>	569,27	53235,79

Subcuenca del río Nela

La comunidad de peces del río Nela está constituida por un total de 8 especies nativas (lobo de río, barbo colirrojo, lamprehuela, gobio ibérico, barbo de Graells, madrilla, piscardo y trucha común) (**Tabla 17**). No se han detectado especies introducidas y, por tanto, la subcuenca debe considerarse otra con el mayor grado de integridad íctica. Esta situación debiera ser un incentivo de cara a la conservación de estas masas de agua realizando labores de monitorización periódicas para conocer su estado. La comunidad de peces está constituida por representantes de tramos de cabecera y medios. La especie dominante en términos de densidad es el piscardo, mientras que vuelve a ser la trucha común en biomasa. En lo que concierne al tramo medio, la especie dominante es el gobio ibérico en densidad y el barbo de Graells en biomasa.

Tabla 17. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Nela.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Barbatula quignardi</i>	123,12	439,43
<i>Barbus haasi</i>	138,52	1874,16
<i>Cobitis calderoni</i>	1988,67	2187,54
<i>Gobio lozanoi</i>	2346,81	16275,86
<i>Luciobarbus graellsii</i>	364,01	30832,81
<i>Parachondrostoma miegii</i>	881,03	4567,36
<i>Phoxinus phoxinus</i>	10805,37	27219,70
<i>Salmo trutta</i>	383,74	38381,75

Subcuenca del río Oca

La comunidad de peces está formada exclusivamente por 6 especies nativas (bermejuela, barbo de Graells, barbo colirrojo, madrilla, piscardo y trucha común) (**Tabla 18**). Están representados habitantes típicos de tramos de cabecera (p. ej.: trucha común, piscardo) y también de tramos medios (p.ej.: barbo común). La especie dominante es el piscardo en densidad y la trucha en biomasa en los tramos de cabecera. Por el contrario, la madrilla es la que presenta mayor número de efectivos en el tramo medio e, incluso, domina la comunidad en biomasa. No es destacable la presencia de ninguna especie emblemática en la comunidad pero, el elevado grado de integridad íctica que presenta, es un incentivo de cara a su conservación.

Tabla 18. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Oca.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	2555,58	23460,26
<i>Luciobarbus graellsii</i>	262,99	2112,68
<i>Barbus haasi</i>	1011,46	63507,08
<i>Parachondrostoma miegii</i>	3906,05	136891,68
<i>Phoxinus phoxinus</i>	3192,38	14965,42
<i>Salmo trutta</i>	838,28	102687,44

Subcuenca del río Segre

La comunidad de peces del río Segre es otra de las más diversas de la cuenca del Ebro con un total de 12 especies nativas (anguila europea, lobo de río,

barbo colirrojo, lamprehuela, gobio ibérico, barbo de Graells, madrilla, piscardo, blenio de río, trucha común y bagre) (**Tabla 19**). Asimismo, también la riqueza de especies exóticas es elevada alcanzándose la cifra de 6 especies introducidas en la subcuenca (alburno, pez gato, carpa, escardino y siluro). La comunidad de peces cuenta con representantes de los tramos altos y medios de los ríos. Las especies nativas que predominan en la comunidad son el barbo colirrojo en densidad y la trucha común en biomasa en los tramos de cabecera. Asimismo, el tramo medio está presenta una elevada densidad de blenio de río, pero el barbo de Graells es el mayor en términos de biomasa. Es especialmente importante que el blenio de río presente un elevado número de efectivos en esta subcuenca, al estar esta especie catalogada como en peligro de extinción. También se ha detectado la presencia de bagre y anguila europea, las cuales han sufrido una importante regresión en los últimos años. En relación a las especies exóticas, la comunidad está dominada por pez gato en número de efectivos y carpa en términos de biomasa. El grado de integridad faunística es elevado en esta subcuenca en relación al número de especies nativas emblemáticas que presenta.

Tabla 19. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Segre.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Alburnus alburnus</i>	1339,58	6161,00
<i>Ameiurus melas</i>	1548,59	70234,87
<i>Anguilla anguilla</i>	97,78	15367,94
<i>Barbatula quignardi</i>	424,28	1034,22
<i>Barbus haasi</i>	1338,06	12090,44
<i>Cobitis paludica</i>	123,90	123,90
<i>Cyprinus carpio</i>	177,02	207839,72
<i>Gobio lozanoi</i>	1627,82	5867,76
<i>Luciobarbus graellsii</i>	1191,15	247848,02
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	203,49	110301,36
<i>Parachondrostoma miegii</i>	1291,34	8793,00
<i>Phoxinus phoxinus</i>	1209,99	1614,07
<i>Salvia fluviatilis</i>	3198,25	10982,85
<i>Salmo trutta</i>	881,66	33030,97
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	62,78	1205,39
<i>Silurus glanis</i>	262,18	3820,62
<i>Squalius laietanus</i>	585,47	8635,31

Subcuenca del río Tirón

Esta subcuenca es una de las que presenta mayor integridad faunística de la cuenca del Ebro al estar constituida exclusivamente por especies nativas (bermejuela, lobo de río, barbo colirrojo, lamprehuela, madrilla, piscardo y trucha común) (**Tabla 20**). Se encuentran representantes de tramos de cabecera y de tramos medios. En los primeros, la especie dominante es el piscardo en términos de densidad y la trucha común en biomasa. Por el contrario, la lamprehuela predomina en densidad en los tramos medios y el barbo colirrojo en términos de biomasa. La presencia exclusiva de especies nativas hace de esta cuenca otra candidata de cara a incentivar su conservación.

Tabla 20. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Tirón.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	149,85	706,49
<i>Barbatula quignardi</i>	608,87	2693,47
<i>Barbus haasi</i>	339,59	5928,71
<i>Cobitis calderoni</i>	2471,47	1750,16
<i>Parachondrostoma miegii</i>	149,85	1432,82
<i>Phoxinus phoxinus</i>	3915,56	12383,29
<i>Salmo trutta</i>	1793,73	187480,90

Subcuenca del río Zadorra

En esta subcuenca habitan un total de 9 especies nativas (bermejuela, lobo de río, barbo colirrojo, lamprehuela, gobio ibérico, barbo de Graells, madrilla, piscardo y trucha común) (**Tabla 21**). Las únicas dos especies exóticas presentes fueron el alburno y el lucio. Es una de las pocas subcuencas en las que se ha detectado esta especie. A diferencia de otras especies exóticas en expansión, el lucio parece estar quedando relegado a un segundo plano, seguramente, por ser un depredador mucho menos eficiente que otras especies como la lucioperca (*Sander lucioperca*). En relación a las especies nativas, el piscardo domina la comunidad de cabecera en densidad y la trucha común en biomasa. A su vez, el tramo medio está dominado por el barbo colirrojo en densidad y el barbo de Graells en biomasa. En término medio, las

especies nativas dominan la comunidad en densidad y biomasa por tanto, puede decirse que esta comunidad goza de una elevada integridad íctica. No obstante, es destacable que las densidades de las especies de tramos medios sean bajas en comparación con las encontradas en otras subcuencas. Este síntoma es indicativo de algún impacto en estos tramos.

Tabla 21. Promedio de densidad (ind/ha) y biomasa (kg/ha) por especie en la subcuenca del río Zadorra.

Especie	Promedio de Densidad (ind/ha)	Promedio de Biomasa (kg/ha)
<i>Achondrostoma arcasii</i>	1358,12	4777,38
<i>Alburnus alburnus</i>	244,72	4502,88
<i>Barbatula quignardi</i>	1380,00	2798,27
<i>Barbus haasi</i>	2984,80	39689,78
<i>Cobitis calderoni</i>	638,20	442,75
<i>Esox lucius</i>	23,21	429,31
<i>Gobio lozanoi</i>	505,67	16925,01
<i>Luciobarbus graellsii</i>	564,03	26686,15
<i>Parachondrostoma miegii</i>	381,97	7005,35
<i>Phoxinus phoxinus</i>	864,10	1868,34
<i>Salmo trutta</i>	740,76	42222,41

4.3. Estado de conservación de las diferentes especies y prioridades de conservación.

Para algunas de las especies de la cuenca del Ebro fue posible calcular un índice de conservación, así como valorar su susceptibilidad a los impactos antrópicos (calidad de agua y deterioro del hábitat físico). Con este fin, se siguió el criterio de trabajos recientemente publicados por nuestro equipo (Maceda-Veiga et al., 2010; Maceda-Veiga & De Sostoa, 2011) (**Tabla 22;** **Tabla 23**). Siendo, por tanto, las especies con un índice de conservación más elevado y las más sensibles a los impactos antrópicos, las que requieran mayores esfuerzos de conservación.

En cuanto al índice de conservación, es necesario mencionar que fue creado para las cuencas catalanas. Por tanto, puede haber ciertas incongruencias debido al área de distribución más amplia que presenten algunas de las especies en la cuenca del Ebro. Este índice contempla no sólo el área de distribución actual, sino también la histórica, tiene en cuenta también la

densidad poblacional y el grado de endemidad. A la espera de desarrollar futuros índices de conservación para todas las especies del Ebro se aplica éste por similitud entre las ictiofaunas (**Tabla 22**).

A destacar que la anguila europea (*A. anguilla*) es la especie que acusó una mayor regresión en las cuencas catalanas y que se ha encontrado en pocas subcuencas del Ebro. Es una especie que debiera presentar una amplia distribución en esta cuenca pero que, debido a los problemas de contaminación, sobrepesca y existencia de barreras físicas, ve diezmadas cada vez más sus poblaciones. Es esperable, por tanto, que la puesta en marcha a nivel europeo del plan de gestión subsane las principales presiones antrópicas que la afectan. Estas mejoras debe tenerse en cuenta que no sólo contribuirán a la conservación de la anguila, si no a otras muchas especies de la cuenca del Ebro.

La existencia de barreras físicas es un problema de primera magnitud para las especies largo migradoras como la anguila (*A. anguilla*), pero también lo es para potamódromos como el barbo de Graells (*L. graellsii*). No obstante, la eliminación indiscriminada de barreras físicas puede suponer un problema de cara a la expansión de las especies exóticas. Por tanto, es necesario hacer un análisis a pequeña escala de cada una de estas barreras físicas y valorar la conveniencia de la medida. En una primera aproximación al problema, merece la pena centrar los esfuerzos en las subcuencas que presenten una mayor integridad íctica.

En cuanto a las puntuaciones del índice de conservación aplicado a las especies presentes en la cuenca del Ebro, la especie con el índice de conservación más elevado fue el blenio de río (*S. fluviatilis*). Esta especie es, a su vez, la única catalogada, entre las capturadas, como en peligro de extinción en el libro rojo de los peces continentales españoles (Doadrio 2001). No obstante, es destacable que sus poblaciones presenten un elevado número de efectivos en las subcuencas analizadas, aunque su área de distribución sea local. A su vez, la trucha común (*S. trutta*) es la que presenta el valor más bajo. Este hecho puede explicarse por la amplia área de distribución de esta especie. Pero, no debe olvidarse, que es una especie sujeta a una fuerte presión por

parte de la pesca recreativa y, por tanto, a repoblaciones que puedan enmascarar el verdadero estado de conservación de la estirpe autóctona de nuestras aguas. A razón de lo comentado de las limitaciones del índice, merece la pena destacar el estado de conservación del bagre (*S. laietanus*). Su valor de conservación es bajo según el índice, pero que haya sido detectado en pocas subcuencas (Segre, Matarraña y en el curso principal del Ebro), hace pensar que su estado de conservación sea paupérrimo en la cuenca del Ebro. No obstante, junto con la presencia en todas las subcuencas también es necesario considerar su densidad. En este caso, es necesario mencionar el reducido número de efectivos de especies como la madrilla (*P. miegii*) o el barbo de Graells (*L. graellsii*). Ambas son especies de amplia distribución en la cuenca del Ebro, pero se detectaron en unas densidades muy bajas considerando a escala de estudio. Este hecho estaría relacionado con que son especies típicamente de tramos medios y bajos de la cuenca y que son precisamente estos tramos los que sufren mayores impactos antrópicos (p.ej.: contaminación).

Tabla 22. Valor de conservación de algunas de las especies presentes en la cuenca del Ebro basado en Maceda-Veiga *et al.*, 2010.

Especie	Valor de conservación
<i>Anguilla anguilla</i>	5.49
<i>Barbatula quignardi</i>	9.02
<i>Barbus haasi</i>	8.05
<i>Barbus meridionalis</i>	5.46
<i>Gobio lozanoi</i>	8.22
<i>Luciobarbus graellsii</i>	7.56
<i>Phoxinus phoxinus</i>	6.65
<i>Parachondrostoma miegii</i>	8.94
<i>Salaria fluviatilis</i>	10.89
<i>Squalius laietanus</i>	5.83
<i>Salmo trutta</i>	4.78

La siguiente aproximación a la necesidad de poner en marcha medidas de conservación es valorar la susceptibilidad de las especies presentes en la cuenca del Ebro a los impactos antrópicos (**Tabla 23**). Esta evaluación es un estudio ya publicado y se realizó teniendo en cuenta los puntos de muestreo de la cuenca del Ebro, pero también de otros muestreos realizados por el equipo en Cataluña. La gran base de datos utilizada permite dar una cierta confianza a los resultados obtenidos. Asimismo, debe tenerse en cuenta que muchos otros factores no contemplados (tamaño de los peces, edad, etc...) juegan un papel clave en el grado de susceptibilidad. No se pudo aplicar a especies con frecuencia de ocurrencia baja y también no contempla el posible efecto combinado de presiones antrópicas. Es decir, las aguas contaminadas normalmente no sólo presentan una conductividad elevada si no que ésta es una medida indirecta de analizar esta presión y otros compuestos de toxicidad variable que pueden estar presente e, incluso, no quedar reflejados en este parámetro. En cuanto a la categorización, se hizo una doble aproximación. Por un lado se aplicó un modelo de medias ponderadas y un análisis directo de gradiente (CCA). A grandes rasgos, la diferencia metodológica más importante entre ambos métodos reside en la posibilidad de incorporar como covariables en el CCA (pCCA) gradientes naturales que condicionen de manera natural las poblaciones de peces de un río (p.ej.: altitud, caudal). De este modo, puede compararse la ordenación de las especies en función de las presiones antrópicas en presencia y en ausencia de dichos gradientes naturales, y validar las categorizaciones de susceptibilidad. Puede encontrarse información detallada en el trabajo publicado que se adjunta en el anexo (Maceda-Veiga & De Sostoa, 2011).

La especie más sensible a todas las presiones analizadas fue la trucha común (*S. trutta*), seguida del piscardado (*P. bigerri*) y del barbo colirrojo (*B. haasi*). Esta categorización coincide con la ecología de estas especies. Las tres gustan de aguas oxigenadas, con corriente y baja conductividad, situación totalmente opuesta a la que se da en ríos impactados (predominan ambientes lénticos, baja oxigenación, elevada eutrofización, etc...).

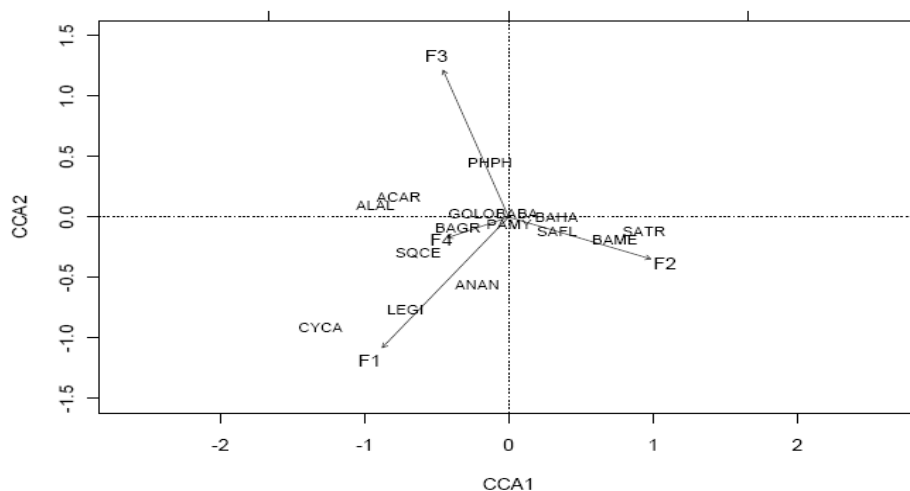


Figura 30. Ordenación de las especies en función de los gradientes ambientales: F1, Calidad del agua; F2, Calidad del hábitat físico; F3, pH/Temperatura. Códigos de especie: Tabla 23.

Tabla 23. Susceptibilidad de las especies de la cuenca del Ebro a la conductividad, grado de eutrofia y calidad del hábitat físico basado en Maceda-Veiga & De Sostoa, 2011. (I) Intolerante, (M) Tolerancia moderada, (T) Tolerante.

Especies	Código	Conductividad	Eutrofia	Calidad del hábitat
<i>A. anguilla</i>	ANAN	5,00 (M)	5,75 (M)	5,00 (M)
<i>B. quignardi</i>	BABA	1,00 (I)	3,75 (I)	5,50 (M)
<i>L. graellsii</i>	BAGR	7,00 (T)	6,00 (M)	3,00 (T)
<i>B. haasi</i>	BAHA	6,00 (M)	1,25 (I)	9,50 (I)
<i>C. carpio</i>	CYCA	8,00 (T)	9,00 (T)	2,00 (T)
<i>G. lozanoi</i>	GOLO	6,00 (M)	5,75 (M)	5,00 (M)
<i>P. miegii</i>	PAMY	3,00 (I)	4,25 (M)	7,50 (M)
<i>P. bigerri</i>	PHPH	2,00 (I)	3,25 (I)	6,50 (M)
<i>S. trutta</i>	SATR	1,00 (I)	1,75 (I)	9,50 (I)
<i>S. laietanus</i>	SQCE	9,00 (T)	6,25 (M)	4,00 (T)
<i>A. alburnus</i>	ALAL	8,00 (T)	7,00 (T)	2,00 (T)
<i>A. arcasii</i>	ACAR	10,00 (T)	4,50 (M)	1,00 (T)
<i>S. fluviatilis</i>	SAFL	5,00 (M)	2,75 (I)	6,00 (M)
<i>L. gibbosus</i>	LEGI	4,00 (I)	6,50 (M)	1,00 (T)
<i>S. erythrophthalmus</i>	SCER	3,00 (I)	8,75 (T)	3,50 (T)

La trucha común sería el típico representante de cursos de cabecera, pero las otras dos especies es posible encontrarlas en los tramos medios de los ríos (especialmente el barbo colirrojo). Todo sea dicho que la trucha común debido a las translocaciones no es infrecuente que también se la localice en tramos más bajos.

En cuanto a las especies más tolerantes, se destaca entre las exóticas a la carpa (*C. carpio*) y al alburno (*A. alburnus*), y entre las nativas al barbo de Graells (*L. graellsii*) y al bagre (*S. laietanus*). Puede sorprender la regresión que ha sufrido este último con la categorización de la susceptibilidad a impactos antrópicos. Será necesario realizar un estudio más en profundidad para conocer exactamente la causa de su regresión. Una posible explicación pudiera ser que la calidad del hábitat físico medida con el índice RBA (ver metodología) no contempla la profundidad de la columna de agua. En especies que pueden alcanzar un gran tamaño como el bagre o el barbo de Graells, la columna de agua disponible puede ser un gran condicionante que marque incluso su susceptibilidad a otros impactos e incluso favorezca la aparición de enfermedades. En el cauce principal del río Ebro, la especie no tendrá que hacer frente a la falta de columna de agua sólo a la contaminación y a la posible depredación. Por el contrario, en los tributarios de escasa profundidad, tendrá un tercer condicionante que será la falta de columna de agua.

Es conveniente destacar de la categorización de susceptibilidad que las especies introducidas no siempre son las más tolerantes a los impactos antrópicos. Son un síntoma inequívoco de presión antrópica y de mal estado ecológico, pero no un sinónimo de alteración antrópica del hábitat físico o de mala calidad de agua. Existen especies tolerantes a estos impactos antrópicos, tanto entre las especies nativas como en las introducidas. Asimismo, no menos cierto es que también existen especies exóticas sensibles. Por ejemplo, la trucha arco-iris (*O. mykiss*) y otras especies de salmónidos son especialmente sensibles a la mala calidad del agua en comparación con, por ejemplo, el barbo de Graells. Se confirma una vez más que es arriesgado hacer generalizaciones en biología.

El porcentaje de especies exóticas presentes en la cuenca del Ebro es el más elevado del resto de las cuencas del NE español. Esto se debe principalmente al tamaño de la cuenca y, por consiguiente, a la existencia de grandes extensiones de embalses que favorecen a las especies introducidas. De hecho, se plantea el NE de la península como un punto caliente en lo que a introducción de especies exóticas se refiere (Clavero & García-Berthou, 2006; Leprieur et al., 2008; Maceda-Veiga et al., 2010) (**Figura 29**). El alburno (*A. alburnus*) es la especie cuya área de distribución es más extensa. Se ha localizado en casi todas las subcuencas muestreadas y presenta un elevado número de efectivos. Por tanto, se pone de manifiesto su éxito como especie invasora tal y como se reporta en dos trabajos ya publicados por nuestro equipo (Vinyoles et al., 2010; Maceda-Veiga et al., 2010a) y también queda reflejado en dos capítulos de libro (Maceda-Veiga, 2010; Maceda-Veiga et al., 2010b).

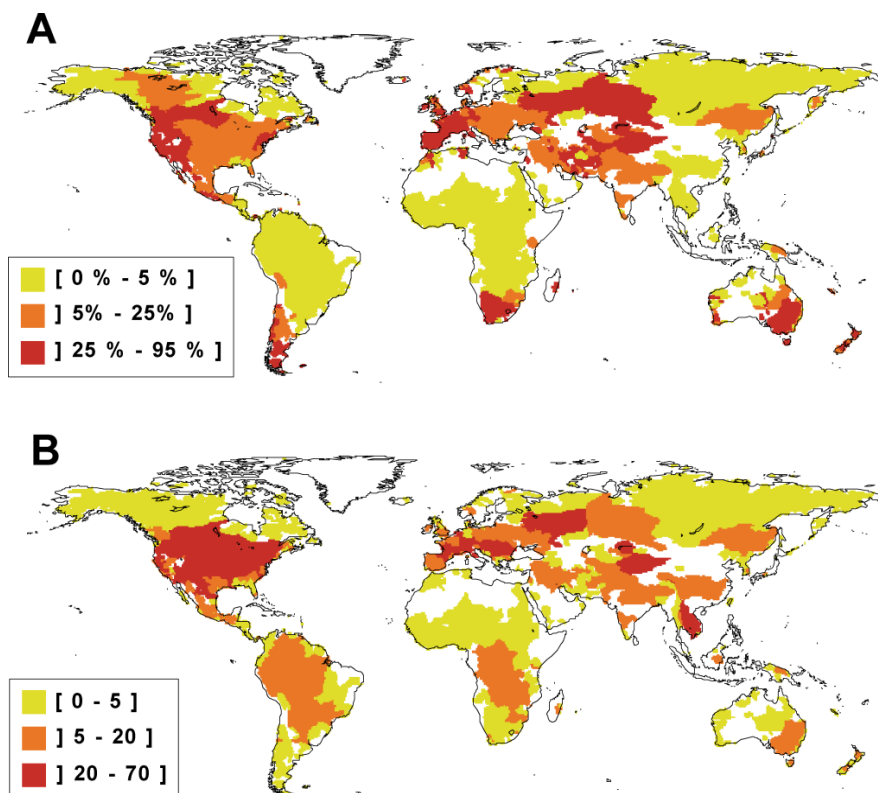


Figura 31. Mapas de la distribución de las especies exóticas de peces a escala mundial: (A) Porcentaje de especies introducidas respecto al total de especies de peces. (B) Número de especies exóticas por cuenca.

Un aspecto importante a considerar en el caso de las introducciones de peces es que detrás de ellas se encuentra la mano del hombre. Las cuencas hidrográficas tienen para los peces un carácter de aislamiento total, parecido al insular para las especies terrestres. Los peces son incapaces de pasar de manera natural de una cuenca a otra a no ser que sea con ayuda del hombre, ya sea de manera directa (p.ej.: suelta de ejemplares) o bien por medio de trasvases y/o interconexiones entre cuencas. En ausencia de interconexiones entre cuencas, la vía principal de introducción de peces exóticos en la cuenca del Ebro es la pesca recreativa. La mayoría de las especies exóticas presentes tienen interés directo en pesca deportiva (p.ej.: perca americana, lucioperca, siluro) o bien se utilizan como cebo para la captura o el mantenimiento de las poblaciones de las anteriores (p.ej.: alburno, perca americana, etc...). Son, por tanto, muy importantes las campañas de sensibilización y concienciación. Las invasiones biológicas son un problema social, ecológico y económico. Es muy difícil plantear sus soluciones sin tener en cuenta los tres componentes. Como se ha comentado anteriormente, una vez las especies exóticas se han establecido las consecuencias de su introducción son impredecibles y es muy difícil su completa erradicación. No obstante, pueden plantearse campañas de control de peces exóticos en aquellas subcuencas más pequeñas con una elevada integridad ictica. Asimismo, debiera estar regulada la venta de especies de reconocida capacidad invasiva.

En relación al problema de los peces exóticos, es muy probable que la pesca recreativa esté también detrás de la introducción en la cuenca de otras especies invasoras como el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*). El agua contenida en las cubas de transporte de peces exóticos pueden haber larvas de mejillón cebra y se contribuye así a la expansión de esta especie. De hecho, un estudio genético plantea la misma ruta de entrada de del mejillón cebra a la península Ibérica que los peces exóticos vía Francia (Clavero & García-Berthou, 2006). Rajagopal y colaboradores (2009) analizan la similitud existente entre las poblaciones de mejillón cebra del resto de Europa y las presentes en la península. Asimismo, el trasiego de embarcaciones por la cuenca y, quizá, aves acuáticas como los cormoranes con la glándula uropigial hipertrofiada pudieran ser dispersores de larvas antes que sequen su plumaje.

Otro aspecto importante a destacar es que el grado de naturalización de las especies que no debe influir para definir su estatus en los catálogos de fauna. Un claro ejemplo es el caso de la carpa (*C. carpio*) introducida desde tiempos muy antiguos y que hace que algunos gestores fluviales empiecen a otorgarle algún tipo de protección (p.ej.: sacrificio de todas las especies exóticas a excepción de la carpa). No existen especies exóticas buenas o malas, debe primar la premisa que estas especies no forman parte de nuestra ictiofauna. En algunos casos, aunque graves efectos deletéreos no hayan sido descritos, es muy probable que se desconozcan hasta la fecha. Es sabido que las consecuencias de las invasiones biológicas son a menudo impredecibles. Por ejemplo, se han descrito importantes alteraciones en los ecosistemas causados por la carpa o el alburno. En el caso de la carpa, el hábito de alimentarse removiendo el sedimento hace que se pongan en circulación de nuevo nutrientes allí depositados y se contribuya, por tanto, a la eutrofización. Asimismo, el sedimento en suspensión recubre los macrófitos y llega a asfixiarlos. En algunas regiones españolas se ha llevado a cabo programas de erradicación de la carpa (p.ej.: Laguna de Zoñar) que contrastan con las medidas de protección que parece estarle otorgando en otras (p. ej.: Cataluña). Por otro lado, el alburno es un zooplantófago especialista que depreda sobre invertebrados (p.ej.: cladóceros) que juegan un papel clave en el reciclaje de nutrientes de los embalses (desaparición de la fase clara). Nuestra ictiofauna carece de especies zooplantófagas especialistas, de modo que estos invertebrados no están adaptados a tal presión de depredación.

5. Desarrollo del IBI

5.1. Aproximación metodológica

La evaluación de las poblaciones de peces y de su estado ecológico, desde un punto de vista funcional, requiere clasificar las diferentes especies de peces según su función en la comunidad íctica y sus requerimientos ecológicos. El concepto de “tipo biológico funcional” es la base de una categorización estandarizada para el planteamiento de un índice multimétrico.

A continuación se definen los requerimientos ecológicos de los peces continentales de la cuenca del Ebro: la capacidad de tolerancia en relación a la degradación del hábitat y la calidad del agua, de acuerdo al el nicho de hábitat y de alimentación, a la capacidad reproductora, al nicho trófico, a la longevidad, al comportamiento migratorio, además del estado sanitario.

Tipos biológicos en relación a la tolerancia ambiental: **1. Intolerante (INT):** Especies con poca capacidad de suportar cambios en la calidad del agua y la degradación del hábitat; **2. Intermedia (INT):** Especies con capacidad relativa de suportar cambios en la calidad del agua y la degradación del hábitat; **3. Tolerante (TOL):** Especies con capacidad de suportar cambios en la calidad del agua y la degradación del hábitat.

Clasificación según el hábitat físico y de alimentación: **1. Reofílico (RHE):** Prefiere vivir en un hábitat con fuerte corriente de agua, utilizan este hábitat tanto para reproducirse como para alimentarse; **2. Euritópico (EUR):** Presentan una gran tolerancia a diferentes condiciones de corriente, aunque no son considerados reofílicos; **3. Bentónico (B):** Prefieren vivir en el fondo o cerca de el, donde se alimentan, y normalmente no van a la superficie para alimentarse; **4. Columna de agua (WC):** Prefieren vivir y alimentarse en la columna de agua. Estas especies normalmente no van al fondo en busca del alimento; **5. Limnofílico (LIM):** Prefieren vivir, alimentarse y reproducirse en hábitats de baja corriente, con condiciones de estancamiento.

Tipos biológicos reproductores: **1. Litófilos (LIT):** Realizan la puesta exclusivamente en substratos de gravas, cantos rodados, piedras, rocas y lecho de piedra. El éxito de la puesta depende de la disponibilidad de gravas limpias y de un

tamaño adecuado. Las larvas son fotofóbicas; **2. Fitófilos** (PHY): Realizan la puesta sobre todo en plantas, hojas y raíces, en vegetación viva o muerta. Las larvas de este grupo no son fotofóbicas; **3. Fitolitófilos** (PHL): Depositán la puesta en ambientes de aguas relativamente transparentes, preferentemente sobre plantas sumergidas, o sobre otros objetos sumergidos como troncos, gravas, cantos rodados y rocas. Las larvas son fotófobas como las especies litófilas; **4. Psammófilos** (PSA): Realizan la puesta en substratos arenosos o sobre raíces en fondos arenosos. Las larvas no son fotofóbicas; **5. Ostracófilos** (OST): Realizan la puesta en conchas de moluscos bivalvos; **6. Pelagófilos** (PEL): Realizan la puesta en la zona pelágica; **7. Litopelagófilos** (LIP): Desovan en rocas y grava, y presentan larvas pelágicas. Cori6n adherente al principio, ausencia de fotofobia, estructuras respiratorias embrionarias limitadas; **8. Ariadnófilos** (ARIA): Especies especializadas en construir nidos, a la vez que puede existir algùn tipo de cuidado parental; **9. Espeleófilos** (SPEL): Depositán la puesta en espacios intersticiales, grietas o cuevas; **10. Vivíparos** (VIVI): Huevos fecundados internamente, incubados en el sistema reproductivo de la hembra hasta el final de la fase embrionaria, donde se desarrollan hasta el nacimiento; y **11. Polífilos** (POLY): La puesta no es especializada, no prefieren ningùn hábitat en particular ni presentan ningùn comportamiento especializado.

Tipos biológicos tróficos: **1. Planctívoros** (PLA): cuando la dieta de los adultos integra más de un 75% de zooplancton y/o fitoplancton. Los peces con branquias y dientes faríngeos alargados, se alimentan por succi6n del agua. No tienen est6mago pero tienen un intestino alargado e indiferenciado; **2. Herbívoro** (HER): la dieta de los adultos consta de más de un 75% de materia vegetal. El pez tiene una boca terminal o subterminal con una mandíbula cortante para recortar o ramonear la vegetaci6n acuática. El tracto digestivo es tan o más largo que la longitud total del pez; **3. Detritívoros** (DET): La dieta de los adultos presenta una gran proporci6n de detritus (materia orgánica muerta y su microflora asociada). El tracto digestivo es simple y no está especializada; **4. Omnívoro** (OMN): La dieta de los adultos consta de más de un 25% de materia vegetal y más de un 25% materia animal. También se les denomina generalistas por el amplio rango de alimentos de su dieta; **5. Insectívoros / Invertívoros** (INV): La dieta de los adultos presenta más de un 75 % de insectos. Tienen una boca terminal o supraterminal, y capturan

insectos e invertebrados que vuelan, nadan o van a la deriva. Los invertívoros integran la más grande y probablemente la más diversa de las clases tróficas; **6. Bentívoros (BEN)**: La dieta de los adultos consiste en más de un 75% de organismos bentónicos. Tienen una boca ventro-terminal y a veces muy protractil que es usada para aspirar. Tienen unos dientes que sirven para peinar y coleccionar pequeños organismos; **7. Piscívoros (PIS)**: La dieta de los adultos consiste en más de un 75% de peces. Tienen una amplia abertura bucal con dientes de aguja y una fuerte mandíbula. Son capaces de capturar presas móviles activas, incluso grandes invertebrados; y **8. Parásitos (PARA)**: Especies de peces cuya forma de alimentación es el parasitismo.

Tipos biológicos de migración: **1. Migraciones cortas (POT)**: Especies que solamente se desplazan en una zona particular del río; **2. Migraciones largas anádromas (LONG)**: Especies migradoras anádromas, peces que viven como juveniles y subadultos en el mar pero al madurar emigran hacia las cuencas fluviales y remontan los ríos para realizar la puesta; **3. Migraciones largas catádromas (LONG)**: Especies migradoras catádromas, peces que pasan la primera etapa de su ciclo biológico en los ríos, alimentándose y creciendo, pero al madurar emigran aguas abajo hasta el mar, para realizar la puesta; **4. Migradoras marinas (MAR)**: Especies marinas que penetran en las aguas continentales.

Tipos biológicos en relación a la longevidad: **1. Vida corta (SL)**: viven menos de 5 años; **2. Vida intermedia (IM)**: viven entre 5 i 15 años; **3. Vida larga (LL)**: viven más de 15 años.

Tipos biológicos en relación a su estado sanitario: **1. Anomalía (DELT)**: individuos con anomalías o lesiones.

Tabla 24. Tipos biológicos de la ictiofauna del Ebro según criterio de experto. N=Nativa o autóctona, I=introducida o alóctona, TOL= tolerante, INT= intolerante, WB= hábitat columna de agua, B= hábitat bentónico, RHE= reofílico, LIM=Limnofílico, LIT= litófilo, PHY= fitófilo, OMN= omnívoro, PIS= piscívoro, BEN= bentónico, INV= invertívoro/insectívoro, SL= vida corta, LL= vida larga, IM= vida intermedia, LONG= migraciones largas, POTA= migraciones cortas. **ST:** Status, **HA:** Hábitat alimentación, **HF:** Hábitat físico, **R:** Reproducción, **A:** Alimentación, **L:** Longevidad y **M:** Migración.

ESPECIE	ST	HA	HF	R	A	L	M
<i>A. arcasii</i>	N	WC				SL	
<i>A. alburnus</i>	I	WC			OMN	SL	
<i>A. melas</i>	I	B		LIT	OMN	IM	
<i>A. anguilla</i>	N	B			PIS	LL	LONG
<i>B. quignardi</i>	N	B	RHE	LIT	BEN	SL	
<i>B. haasi</i>	N	B	RHE	LIT	INV	IM	
<i>C. auratus</i>	I	B		PHY	OMN	LL	
<i>C. calderoni</i>	N	B			INV		
<i>C. paludica</i>	N	B			INV		
<i>C. carpio</i>	I	B		PHY	OMN	LL	
<i>E. lucius</i>	I	WC		PHY	PIS	LL	
<i>G. holbrooki</i>	I	WC	LIM		INV	SL	
<i>G. gymnurus</i>	N	WC			INV	SL	
<i>G. lozanoi</i>	N	B	RHE		INV	SL	
<i>L. gibbosus</i>	I	WC	LIM		INV	SL	
<i>L. ramada</i>	N					LL	LONG
<i>L. graellsii</i>	N	B		LIT	OMN	LL	POTA
<i>M. salmoides</i>	I	WC	LIM		PIS	LL	
<i>M. anguillicaudatus</i>	I	B	LIM		OMN	IM	
<i>M. cephalus</i>	N					LL	LONG
<i>O. mykiss</i>	I		RHE	LIT	PIS	IM	
<i>P. miegii</i>	N	B	RHE	LIT		IM	
<i>P. fluviatilis</i>	I	WC			PIS	LL	

ESPECIE	ST	HA	HF	R	A	L	M
<i>P. bigerri</i>	N	WC	RHE	LIT	OMN	SL	
<i>P. microps</i>	N	B			INV	SL	LONG
<i>P. parva</i>	I				OMN	SL	
<i>R. rutilus</i>	I	WC			OMN	IM	
<i>S. fluviatilis</i>	N	B		LIT	INV	SL	
<i>S. trutta</i>	N		RHE	LIT	PIS	IM	
<i>S. lucioperca</i>	I	WC		PHY	PIS	LL	
<i>S. erythrophthalmus</i>	I	WC	LIM	PHY	OMN	LL	
<i>S. glanis</i>	I	B		PHY	PIS	LL	
<i>S. laietanus</i>	N	WC	RHE	LIT	OMN	LL	
<i>S. pyrenaicus</i>	N	WC	RHE	LIT	OMN	LL	

Los IBI's incorporan métricas muy variadas. La lista de métricas candidatas es muy larga y muchas las podríamos considerar específicas, ligadas a las condiciones hidrológicas del Mediterráneo. Las métricas seleccionadas se podrían incluir en tres categorías: composición de especies, abundancia y estructura de edad según la longitud. Una misma métrica se puede calcular a partir del número de especies, de individuos y la biomasa, tanto en número absoluto como en porcentajes. En relación con la abundancia se considera la densidad y biomasa totales por especies nativas, introducidas y para toda la comunidad de peces existente. En total se han considerado 392 métricas relacionadas de las cuales unas reflejan la estructura general de la comunidad (**Tabla 25**).

Tabla 25. Métricas que reflejan la estructura y composición de la comunidad.

	Grupo	Métrica	Código
Composición Total	Todas las especies	N Especies totales	NST
	Especies autóctonas	N Especies autóctonas	NSN
% Especies autoctonas		PSN	
Abundancia	Todas las especies	Densidad (n/ha)	CPUET
		Biomasa (Kg/ha)	BST
	Especies nativas o autóctonas	Densidad (n/ha)	CPUEN
Biomasa (Kg/ha)		BSN	
Especies introducidas o alóctonas	Densidad (n/ha)	CPUEI	
	Biomasa (Kg/ha)	BSI	
<p>Todas las especies, Especies nativas o autóctonas (N) y Especies introducidas o alóctonas (I)</p>			

Tolerancia	Intolerante	Especies	
		Especies nativas	NS.Int
		Especies introducidas	NSN.Int
		% de especies nativas	NSI.Int
		% de especies introducidas	PSN.Int
		Densidad (ind/ha)	PSI.Int
		Densidad individuos < 15 cm	NIT.Int
		Densidad nativos (ind/ha)	NIT.Int15
		Densidad introducidos (ind/ha)	NIN.Int
		% de individuos totales	NII.Int
		% de individuos nativos	PIT.Int
		% de individuos introducidos	PIN.Int
		Biomasa (Kg/ha)	PII.Int
		% de la Biomasa	BIT.Int
	PBIT.Int		

		Especies	
		Especies nativas	NS.Tol
		Especies introducidas	NSN.Tol
		% de especies nativas	NSI.Tol
		% de especies introducidas	PSN.Tol
		Densidad (ind/ha)	PSI.Tol
		Densidad individuos < 15 cm	NIT.Tol
	Tolerante	Densidad nativos (ind/ha)	NIT.Tol15
		Densidad introducidos (ind/ha)	NIN.Tol
		% de individuos totales	NII.Tol
		% de individuos nativos	PIT.Tol
		% de individuos introducidos	PIN.Tol
		Biomasa (Kg/ha)	PII.Tol
		% de la Biomasa	BIT.Tol
			PBIT.Tol

Hábitat	Columna de agua	Especies	NS.Wc
		Especies nativas	NSN.Wc
		Especies introducidas	NSI.Wc
		% de especies nativas	PSN.Wc
		% de especies introducidas	PSI.Wc
		Densidad (ind/ha)	NIT.Wc
		Densidad nativos (ind/ha)	NIN.Wc
		Densidad introducidos (ind/ha)	NII.Wc
		% de individuos totales	PIN.Wc
		% de individuos nativos	PII.Wc
		% de individuos introducidos	BIT.Wc
		Biomasa (Kg/ha)	PBIT.Wc
		% de la Biomasa	

		Especies	NS.Ben
		Especies nativas	NSN.Ben
		Especies introducidas	NSI.Ben
		% de especies nativas	PSN.Ben
		% de especies introducidas	PSI.Ben
		Densidad (ind/ha)	NIT.Ben
		Densidad nativos (ind/ha)	NIN.Ben
		Densidad introducidos (ind/ha)	NII.Ben
		% de individuos totales	PIN.Ben
		% de individuos nativos	PII.Ben
		% de individuos introducidos	BIT.Ben
		Biomasa (Kg/ha)	PBIT.Ben
		% de la Biomasa	
	Béntico		

		Especies	NS.Rhe
		Especies nativas	NSN.Rhe
		Especies introducidas	NSI.Rhe
		% de especies nativas	PSN.Rhe
		% de especies introducidas	PSI.Rhe
		Densidad (ind/ha)	NIT.Rhe
		Densidad nativos (ind/ha)	NIN.Rhe
		Densidad introducidos (ind/ha)	NII.Rhe
		% de individuos totales	PIN.Rhe
		% de individuos nativos	PII.Rhe
		% de individuos introducidos	BIT.Rhe
		Biomasa (Kg/ha)	PBIT.Rhe
		% de la Biomasa	
	Reofílico		

		Especies	NS.Lim
		Especies nativas	NSN.Lim
		Especies introducidas	NSI.Lim
		% de especies nativas	PSN.Lim
		% de especies introducidas	PSI.Lim
		Densidad (ind/ha)	NIT.Lim
		Densidad nativos (ind/ha)	NIN.Lim
		Densidad introducidos (ind/ha)	NII.Lim
		% de individuos totales	PIN.Lim
		% de individuos nativos	PII.Lim
		% de individuos introducidos	BIT.Lim
		Biomasa (Kg/ha)	PBIT.Lim
		% de la Biomasa	
	Limnofílico		

		Especies	NS.Eur
		Especies nativas	NSN.Eur
		Especies introducidas	NSI.Eur
		% de especies nativas	PSN.Eur
		% de especies introducidas	PSI.Eur
		Densidad (ind/ha)	NIT.Eur
		Densidad nativos (ind/ha)	NIN.Eur
		Densidad introducidos (ind/ha)	NII.Eur
		% de individuos totales	PIN.Eur
		% de individuos nativos	PII.Eur
		% de individuos introducidos	BIT.Eur
		Biomasa (Kg/ha)	PBIT.Eur
		% de la Biomasa	
	Euritópico		

Reproducción	Litofílico	Especies	NS.Lit
		Especies nativas	NSN.Lit
		Especies introducidas	NSI.Lit
		% de especies nativas	PSN.Lit
		% de especies introducidas	PSI.Lit
		Densidad (ind/ha)	NIT.Lit
		Densidad nativos (ind/ha)	NIN.Lit
		Densidad introducidos (ind/ha)	NII.Lit
		% de individuos totales	PIN.Lit
		% de individuos nativos	PII.Lit
		% de individuos introducidos	BIT.Lit
		Biomasa (Kg/ha)	PBIT.Lit
% de la Biomasa			

		Especies	NS.Fit
		Especies nativas	NSN.Fit
		Especies introducidas	NSI.Fit
		% de especies nativas	PSN.Fit
		% de especies introducidas	PSI.Fit
		Densidad (ind/ha)	NIT.Fit
		Densidad nativos (ind/ha)	NIN.Fit
		Densidad introducidos (ind/ha)	NII.Fit
		% de individuos totales	PIN.Fit
		% de individuos nativos	PII.Fit
		% de individuos introducidos	BIT.Fit
		Biomasa (Kg/ha)	PBIT.Fit
		% de la Biomasa	
	Fitofílico		

Longevidad	Vida larga	Especies	NS.LL
		Especies nativas	NSN.LL
		Especies introducidas	NSI.LL
		% de especies nativas	PSN.LL
		% de especies introducidas	PSI.LL
		Densidad (ind/ha)	NIT.LL
		Densidad nativos (ind/ha)	NIN.Int
		Densidad introducidos (ind/ha)	NII.Int
		% de individuos totales	PIT.LL
		Biomasa (Kg/ha)	BIT.LL
% de la Biomasa	PBIT.LL		

		Especies	NS.SL
		Especies nativas	NSN.SL
		Especies introducidas	NSI.SL
		% de especies nativas	PSN.SL
		% de especies introducidas	PSI.SL
	Vida corta	Densidad (ind/ha)	NIT.SL
		Densidad nativos (ind/ha)	NIN.Int
		Densidad introducidos (ind/ha)	NII.Int
		% de individuos totales	PIT.SL
		Biomasa (Kg/ha)	BIT.SI
		% de la Biomasa	PBIT.SL

Alimentación	Piscívoros	Especies	NS.Pis
		Especies nativas	NSN.Pis
		Especies introducidas	NSI.Pis
		% de especies nativas	PSN.Pis
		% de especies introducidas	PSI.Pis
		Densidad (ind/ha)	NIT.Pis
		Densidad nativas (ind/ha)	NIN.Pis
		Densidad introducidos (ind/ha)	NII.Pis
		% de individuos totales	PIN.Pis
		% de individuos nativos	PII.Pis
		% de individuos introducidos	BIT.Pis
		Biomasa (Kg/ha)	PBIT.Pis
		% de la Biomasa	

		Especies	NS.Inv
		Especies nativas	NSN.Inv
		Especies introducidas	NSI.Inv
		% de especies nativas	PSN.Inv
		% de especies introducidas	PSI.Inv
		Densidad (ind/ha)	NIT.Inv
	Insectívoros/	Densidad nativas (ind/ha)	NIN.Inv
	Invertívoros	Densidad introducidos (ind/ha)	NII.Inv
		% de individuos totales	PIT.Inv
		% de individuos nativos	PIN.Inv
		% de individuos introducidos	PII.Inv
		Biomasa (Kg/ha)	BIT.Inv
		% de la Biomasa	PBIT.Inv

		Especies	NS.Omn
		Especies nativas	NSN.Omn
		Especies introducidas	NSI.Omn
		% de especies nativas	PSN.Omn
		% de especies introducidas	PSI.Omn
		Densidad (ind/ha)	NIT.Omn
	Omnívoros	Densidad nativas (ind/ha)	NIN.Omn
		Densidad introducidos (ind/ha)	NII.Omn
		% de individuos totales	PIN.Omn
		% de individuos nativos	PII.Omn
		% de individuos introducidos	BIT.Omn
		Biomasa (Kg/ha)	PBIT.Omn
		% de la Biomasa	
	Especies de origen marino	Densidad de nativas	NIN.Mar
Migración	Larga distancia	Especies nativas	NSN.Long
		% de especies nativas	PSN.Long
		Densidad nativas (ind/ha)	NIN.Long
		% de individuos nativos	PIN.Long
		Biomasa (Kg/ha)	BIT.Long
		% de la Biomasa	PBIT.Long

	Potamódromo	Especies nativas	NSN.Pot
		% de especies nativas	PSN.Pot
		Densidad nativas (ind/ha)	NIN.Pot
		% de individuos nativos	PIN.Pot
		Biomasa (Kg/ha)	BIT.Pot
		% de la Biomasa	PBIT.Pot
Estado sanitario	Anomalías	% de individuos con anomalías	PIT.DELT

5.2. Un índice para la cuenca del Ebro, adaptado para las cuencas mediterráneas.

IBIMED-EBRO es un método de evaluación del estado ecológico de los ríos mediterráneos utilizando a los peces como bioindicadores. Fue desarrollado por primera vez para los ríos catalanes y fue adaptado para la cuenca del Ebro y puede utilizarse para el resto de los ríos españoles de la vertiente mediterránea. Este índice tiene en cuenta el criterio de la Directiva Marco del Agua en relación con los datos de clasificación, de evaluación numérica y, finalmente, de designación del estado de cada una de las masas de agua. Se trata de un método de tipo específico que significa que para su cálculo es necesario determinar a qué tipología fluvial pertenece cada masa de agua. Para la caracterización de cada una de las tipologías se utilizaron ocho variables ambientales (**Tabla 26**).

Tabla 26. Descriptores ambientales para el cálculo de la tipología fluvial

Código	Variable	Unidades
ALT	Altitud	m
SLP	Pendiente	m/Km
ORD	Orden de río	
TAA	Temperatura media anual del aire	°C
TAJ	Temperatura media del aire en julio	°C
RFA	Precipitación media anual	mm
RFJ	Precipitación media en julio	mm
DTM	Log (Distancia a la desembocadura + 1)	Km

El análisis discriminante realizado para clasificar las diferentes tipologías fluviales se muestra en la **Tabla 27**.

Se consideran un total de 6 tipologías fluviales:

Tipo 1 - Las corrientes costeras

Tipo 2 – Montaña húmeda

Tipo 3 - Los cursos principales

Tipo 4 - Mediterráneo tierras bajas

Tipo 5 - Alta Montaña

Tipo 6 - Los cursos principales de los grandes ríos

Tabla 27. Puntuaciones del análisis discriminante para cada una de las tipologías.

Código	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
ALT	0.330	0.336	0.323	0.327	0.339	0.325
SLP	0.221	0.200	0.187	0.195	0.252	0.213
ORD	3.184	3.089	5.440	3.271	4.534	6.390
TAA	25.916	23.506	24.638	24.649	22.351	23.798
TAJ	42.542	44.249	42.827	43.129	42.260	42.785
RFA	0.248	0.244	0.259	0.254	0.239	0.250
RFJ	-0.273	-0.178	-0.293	-0.281	-0.231	-0.331
DTM	-11.850	-6.956	-8.143	-6.399	-5.192	-1.199
Constante	-787.148	-801.222	-797.554	-791.417	-756.106	-798.456

Un total de 392 métricas que describen la composición, abundancia, estructura de edad y estado de salud de la ictiofauna fueron correlacionadas entre sí y con indicadores de presión global.

El indicador de presión global se calcula en base a la calidad del agua, alteraciones hidromorfológicas y la calidad del hábitat. Algunas de estas variables se obtuvieron de la base de datos de la confederación hidrográfica del Ebro o bien medidos *in situ*. Se eliminaron las variables más correlacionadas utilizando un análisis de redundancia ($R \geq 0,9$) y después se prosiguió seleccionando las más significativas para cada una de las tipologías fluviales. En total, 17 métricas fueron seleccionadas (**Tabla 28 y Tabla 29**).

El IBIMED se calcula con un subconjunto específico métricas por tipo de río (**Tabla 29**) mediante la fórmula:

$$\text{IBIMED} = - \sum (Mt \times R) + K$$

donde Mt es el valor de la métrica transformadas con el logaritmo natural o la raíz cuadrada en el caso de los indicadores porcentuales, R es el peso específico (coeficiente de correlación entre la métrica y la presión global) de la

métrica para cada tipo de río y es K la constante del tipo de río que permite establecer un valor mínimo no negativo IBIMED y cerca de cero.

Tabla 28. Métricas seleccionadas

Código	Métrica	Unidad	Transformación
CPUEI	Densidad de especies introducidas	Ind/ha	Ln+1
NIN.Mar	Densidad de especies marinas migradoras	Ind/ha	Ln+1
NIN.Pis ¹	Densidad de piscívoros nativas	Ind/ha	Ln+1
NIT.Int15	Densidad de intolerantes < 15 cm	Ind/ha	Ln+1
NIT.Inv	Densidad de invertívoros	Ind/ha	Ln+1
NIT.Omn	Densidad de omnívoros	Ind/ha	Ln+1
NIT.Rhe	Densidad de especies reófilas	Ind/ha	Ln+1
NSI.Tol	Número de especies introducidas tolerantes	N	Ln+1
NSN.Int	Número de especies nativas intolerantes	N	Ln+1
NSN.Lit	Número de especies nativas litófilas	N	Ln+1
PBN.Ben	% Biomasa de especies nativas bentónicas	Kg/ha	SQRT
PIT.DELT	% Individuos con anomalías	Ind/ha	SQRT
PIT.Int	% Intolerantes	Ind/ha	SQRT
PIT.Omn	% Omnívoros	Ind/ha	SQRT
PII.Inv	% Invertívoros introducidos	Ind/ha	SQRT
PSN.Lit	% Especies nativas litófilas	N	SQRT
PSN.Tol	% Especies nativas tolerantes	N	SQRT

El IBIMED sólo se puede calcular en masas de agua con peces. Si una masa de agua no tiene peces o está seca y pertenece a los tipos de río 2, 3, 5 o 6, la categoría de estado ecológico que le corresponde es malo. Si la masa de agua pertenece a uno de los otros dos tipos, el estado ecológico no se puede determinar.

La categorización de IBIMED se realizó de acuerdo a los criterios de REFCOND. El límite muy bueno se define como el valor de la mediana o el percentil (10, 25, 75 y 90) de los sitios de referencia o por lo menos en sitios perturbados (dependiendo del tipo de río) y el resto de la gama dividida en cuatro clases de igualdad. Los diferentes esquemas de clasificación (por ejemplo, el cuartil inferior frente a la mediana) se pusieron a prueba con el índice de presión global. El esquema con el mayor porcentaje de concordancia

fue seleccionado para cada tipo de río. La **tabla 30** muestra los valores límite para asignar una clasificación del estado ecológico después de que el proceso de intercalibración.

Tabla 29. Pesos específicos de cada una de las métricas en IBIMED y el valor de la constante para cada una de las tipologías fluviales. Las celdas en blanco tienen valor 0.

Métrica	Tipología fluvial					
	1	2	3	4	5	6
CPUEI						0.4731
NIN.Mar			-0.6630			
NIN.Pis					-0.3559	
NIT.Int15				-0.3888		
NIT.Inv			-0.5802			
NIT.Omn		0.3224				
NIT.Rhe	-0.4812			-0.2609		
NSI.Tol				0.2260		
NSN.Int						-0.4362
NSN.Lit	-0.5141					
PBN.Ben				-0.2411		
PIT.DELT		0.3086	0.6158			
PIT.Int		-0.3882				
PIT.Omn					0.5356	
PSI.Inv						0.5906
PSN.Lit				-0.2583		
PSN.Tol	0.6212					
K	6.3	6.7	6.2	0.6	5.4	11.2

Tabla 30. Puntuaciones para cada una de las tipologías fluviales que definen el estado ecológico (antes de la intercalibración).

Tipología fluvial	Estado ecológico				
	Muy bueno	Bueno	Moderado	Malo	Muy malo
1	>10.74	>9.09	>6.30	>2.57	≤2.57
2	>10.58	>9.15	>8.02	>6.74	≤6.74
3	>17.37	>13.69	>10.36	>7.37	≤7.37
4	>11.23	>9.85	>6.66	>3.47	≤3.47
5	>7.47	>5.61	>3.76	>1.90	≤1.90
6	>11.90	>9.92	>8.78	>3.67	≤3.67

5.3. Respuesta del IBIMED a las presiones de la cuenca del Ebro

En el presente apartado se presenta la respuesta del índice IBIMED a las presiones de la cuenca del Ebro. El análisis de presiones ha sido realizado siguiendo los criterios europeos de intercalibración en los cuales se definen las presiones a considerar y el criterio para evaluarlas. Para la realización de este análisis, se parte de una base datos nacional (MARM) y de las presiones definidas en el ejercicio de intercalibración en las cuales se realiza un análisis para detectar valores anómalos (“outliers”) y se eliminan los registros que integran un periodo inferior a 10 años. A continuación, se calcula un valor único de presión que sintetiza las diferentes presiones y se calcula el IBIMED y se expresa como EQR (Ecological Quality Ratio). En lugar de aplicarlo a todas las masas de agua, se seleccionan las masas de agua de la cuenca del Ebro y se analiza la respuesta del IBIMED (en EQR) a la presión global y a cada una de las presiones por separado.

Para el cálculo de la presión global se realiza un análisis de Componentes Principales (PCA) de las presiones consideradas (ver anexo). Se verifica que el primer componente principal (PC1) es un buen valor global de las presiones de varios tipos y, entonces, se toma el valor de las puntuaciones del PC1 en cada masa de agua como el valor del impacto global (**Figura 32**).

Una vez definidas las presiones y establecido el IBIMED se analiza la correspondencia entre la puntuación obtenida por el IBIMED y las diferentes presiones (**Figura 31 y Tabla 31**).

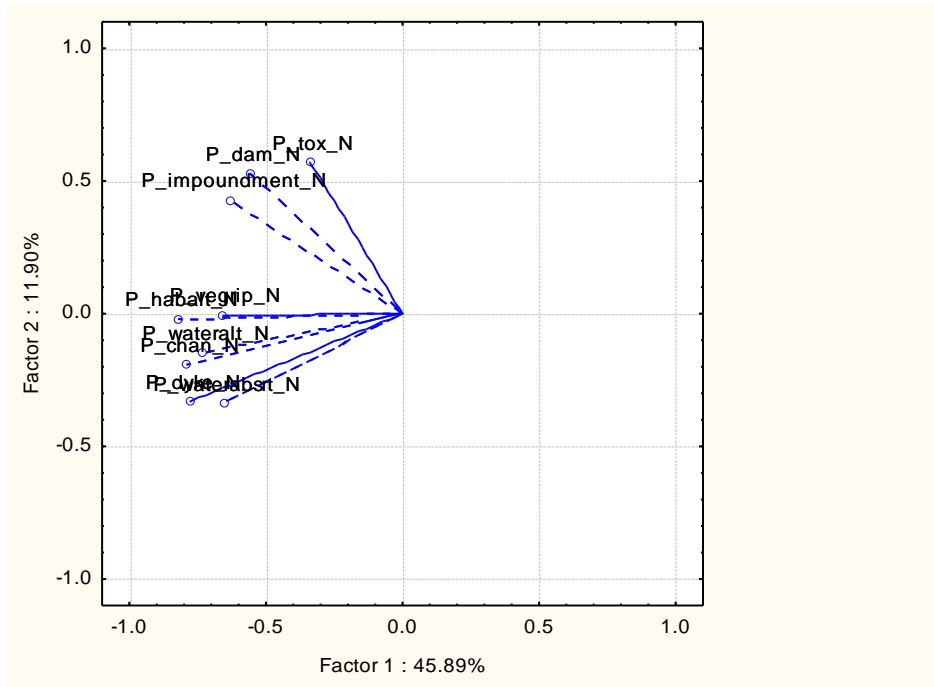


Figura 32. PCA de las variables de presión definidas en el ejercicio de intercalibración europea.

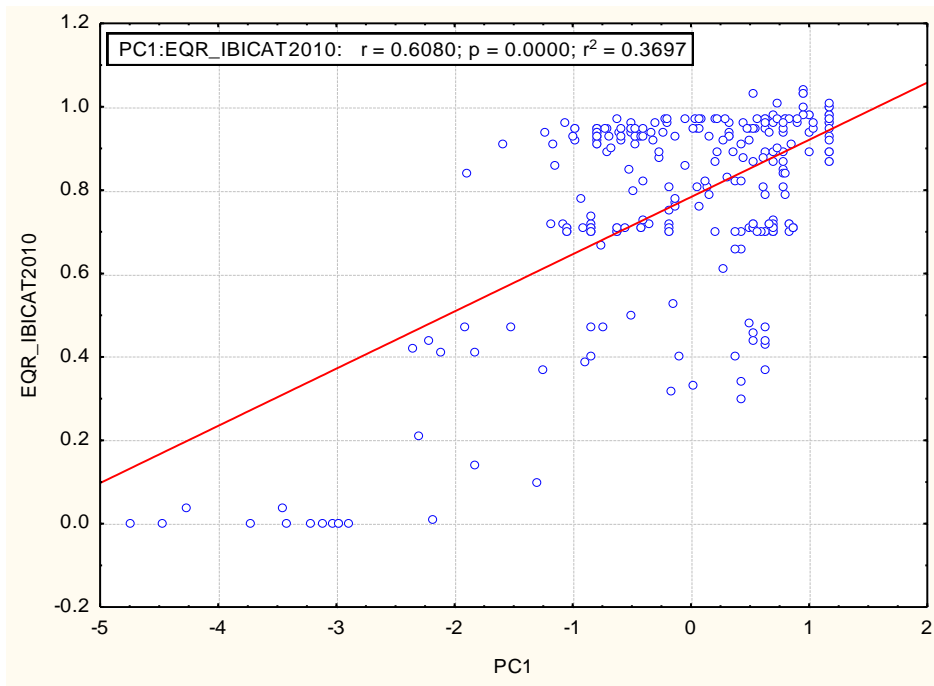


Figura 33. Curva de regresión lineal entre la presión global (PC1) i el IBIMED expresado como EQR en las masas de agua de la cuenca del Ebro.

Tabla 31. Correlaciones de Spearman entre el EQR del IBIMED y las diferentes presiones consideradas.

Variable de Presión	Tamaño muestral	Spearman R	t(N-2)	p-valor
P_barrier	354	0.206275	3.95512	0.000093**
P_barrierup	354	0.006723	0.12615	0.899688
P_barrierdown	354	0.039991	0.75089	0.453219
P_impoundment	354	-0.339352	-6.76845	0.000000**
P_hydropeaking	298	-0.119383	-2.06874	0.039438*
P_waterabsrt	209	-0.271831	-4.06400	0.000068**
P_dam	354	-0.391264	-7.97666	0.000000**
P_watertemp	354	-0.023503	-0.44107	0.659430
P_chan	354	-0.221875	-4.26916	0.000025**
P_vegrip	354	-0.410736	-8.45193	0.000000**
P_habalt	322	-0.207577	-3.79593	0.000176**
P_dyke	354	-0.105740	-1.99504	0.046809*
P_tox	351	-0.149024	-2.81543	0.005148**
P_waterqualindex	289	0.099369	1.69180	0.091770
P_wateralt	352	-0.119682	-2.25526	0.024734*

6. Bibliografía

Bacescu-Mester, L. (1967) Contribution to the study of the genus *Noemacheilus* (Pisces- Cobitidae). Travaux du Museum d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa", 7:357-370. 2 pls.

Barbour M.T., Gerritsen J., Snyder B.D. & Stribling J.B. (1999) Rapid Bioassessment Protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and Fish. 2ª edició. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.

Benejam L., Aparicio E., Vargas M., Vila-Gispert A. & Garcia-Berthou E. (2008) Assessing fish metrics and biotic indices in a Mediterranean stream: effects of uncertain native status of fish. *Hydrobiologia*, 603, 197-210.

Clavero M. & Garcia-Berthou E. (2006) Homogenization dynamics and introduction routes of invasive freshwater fish in the Iberian Peninsula. *Ecological Applications*, 16, 2313-2324.

Caiola, N. & Sostoa A. de (2002) First record of the Asiatic cyprinid *Pseudorasbora parva* in the Iberian Peninsula. *J. Fish. Biol.*, 61:1058–1060

Caiola, N. & Sostoa, A. de (2002) Life history pattern and feeding ecology of a captive breeding population of the endangered Valencia toothcarp, *Valencia hispanica*. In: Collares-Pereira MJ, Coelho M, Cowx IG (eds) *Conservation of Freshwater Fishes: Options for the future*. Fishing News Books, Oxford, pp 131–142.

Caiola, N. & Sostoa, A. de (2005) Possible reasons for the decline of two native toothcarps in the Iberian Peninsula: evidence of competition with the introduced Eastern mosquitofish. *J. Appl. Ichthyol.* 21 (2005): 358-363.

Doadrio, I. (2001) Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. *Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente.* 364 pp. Madrid.

Doadrio, I., Carmona, J.A. & Machordom, A. (2002) Haplotype diversity and Phylogenetic relationships among the iberian barbels (*Barbus*, Cyprinidae) reveal two evolutionary lineages. *The Journal of Heredity*, 93:140-147.

Doadrio, I. & Madeira, M.J. (2004) A new species of the genus *Gobio* Cuvier, 1816 (Actynopterigii, Cyprinidae) from the iberian peninsula and southwestern France. *Graellsia*, 60(1): 107-116.

Doadrio, I., Kottelat, M. & Sostoa, A. de (2007) *Squalius laietanus*, a new species of cyprinid fish from north-eastern Spain and southern France (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological exploration of freshwaters*, 18 (3): 247-256.

- EU FAME (2004) Development, evaluation and implementation of a standardized Fishbased Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers. A contribution to the water framework directive. European project: EVK1-CT-2001-00094.
- Ferreira T., Caiola N., Casals F., Oliveira J.M. & De Sostoa A. (2007) Assessing perturbation of river fish communities in the Iberian Ecoregion. *Fisheries Management and Ecology*, 14, 519-530.
- Gasith A. & Resh V. H. (1999) Streams in Mediterranean climate regions: abiotic influences and biotic responses to predictable seasonal events. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 30, 51-81.
- Hughes R.M. & Oberdorf T. (1999) Applications of IBI concepts and metrics to waters outside the United States and Canada. In: Simon, T.P., Editor, 1999. *Assessing the Sustainability and Biological Integrity of Water Resources Using Fish Communities*, CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 79–96.
- Kottelat, M. I Freyhof, J. (2007) *Handbook of European Freshwater Fishes*. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646 pp.
- Kottelat, M. (1997) European freshwater fishes. An heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR) with an introduction for non-systematics and comments on nomenclature and conservation. *Biologia, Bratislava, Section Zoology*, 52 (Suppl. 5): 1-271.
- Kottelat, M. (2007) Three new species of *Phoxinus* from Greece and southern France (Teleostei: Cypriniformes). *Ichthyological exploration of freshwaters*, 18 (2): 145-162.
- Leprieur F., Beauchard O., Blanchet S., Oberdorff T. & Brosse S. (2008) Fish Invasions in the World's River Systems: When Natural Processes Are Blurred by Human Activities *PLoS Biology*, 6.
- Lyons J., Wang L. & Simonson, T. D. (1996) Development and validation of an Index of Biotic Integrity for coldwater streams in Wisconsin. *North American Journal of Fisheries Management*, 16, 241-256.
- Maceda-Veiga, A. (2010). L'alburn. Història Natural dels Països Catalans. Capítulo de enciclopedia.
- Maceda-Veiga A., De Sostoa A., Solorio-Ornelas E., Monroy M., Vinyoles D., Caiola N., Casals F., García-Berthou E. & Munné A. (2010a) Distribution of alien bleak *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758) in the northeastern Iberian Mediterranean watersheds : past and present. In: Atlas of Biodiversity Risk (ALARM Atlas) Edited by: Settele J, Penev L, Georgiev T, Grabaum R, Grobelnik V, Hammen V, Klotz S, Kotarac M & Kühn I. 144-145 Pensoft Publishers, Sofia-Moscow

Maceda-Veiga A., Monleón-Getino A., Caiola N., Casals F. & De Sostoa, A. (2010b) Changes in fish assemblages in catchments in north eastern Spain: biodiversity, conservation status and introduced species. *Freshwater Biology*, 55, 1734-1746.

Maceda-Veiga A. Estado de conservación de los peces continentales catalanes: análisis poblacional, ictiopatología y bioacumulación de metales pesados como herramientas de diagnóstico. Tesis doctoral. Junio 2011. Universitat de Barcelona.

Maceda-Veiga A. & De Sostoa A. (2011) Observational evidence of the sensitivity of some fish species to environmental stressors in Mediterranean Rivers. *Ecological Indicators*, 11, 311-317.

Machordom, A. & Doadrio, I. (2001) Evidence of a Cenozoic Betic- Kabilian connection based on freshwater fish phylogeography (*Luciobarbus*, Cyprinidae). *Molecular Phylogenetics & Evolution*, 18(2):252-263.

Magalhães M.F., Batalha D.C. & Collares-Pereira M.J. (2002) Gradients in stream fish assemblages across a Mediterranean landscape: contributions of environmental factors and spatial structure. *Freshwater Biology*, 47, 1015-1031.

Oberdorff T., Pont D., Hugueny B. & Porcher J. (2002) Development and validation of a fish-based index for the assessment of 'river health' in France. *Freshwater Biology*, 47, 1720-1734.

Rajagopal S., Pollux B. J. A., Peters J.L., Cremers G., Moon-van der Staay S. Y., Alen T., Eygensteyn J., Hoek A., Palau A., Vaate A. & Velde G. (2009) Origin of Spanish invasion by the zebra mussel, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1971) revealed by amplified fragment length polymorphism (AFLP) fingerprinting. *Biological Invasions*, 11, 2147-2159.

Robalo, J.I., Almada, V.C., Levy, A. I Doadrio, I. (2007) Re-examination and phylogeny of the genus *Chondrostoma* based on mitochondrial and nuclear data and the definition of 5 new genera. *Molecular phylogenetics and evolution*, 42:362-372.

Sostoa A., Caiola N., Vinyoles D., Sánchez S. & Franch C. (2003) Development of a biotic integrity index (IBICAT) based on the use of fish as indicators of the environmental quality of the rivers of Catalonia. (In Catalan). Report to the Catalan Water Agency, Barcelona.

Sostoa, A. de, Caiola, N. & Casals, F. (2004) A new IBI (IBICAT) for local application of the E.U. water framework directive. In: D. Garcia de Jalón and P. Vizcaíno, Editors, *Aquatic Habitats: Analysis and Restoration*, IAHR, Madrid (2004), pp. 187–191.

Tsigenopoulos, C.S., Durand, J.D., Ünlü, E. & Berrebi, P (2003) Rapid radiation of the Mediterranean *Luciobarbus* species (Cyprinidae) after the Messinian

salinity crisis of the Mediterranean Sea, inferred from mitochondrial phylogenetic analysis. *Biological Journal of the Linnean Society*, 80: 207-222.

Vinyoles, D. & Sostoa, A. de (2007) Life-history traits of the endangered river blenny *Salaria fluviatilis* (Asso) and their implications for conservation. *J. Fish Biol.*, (2007), 70: 1088-1108.

Vinyoles, D., Robalo, J. I., Sostoa, A. de, Almodovar, A., Elvira, B., Nicola, G. G., Fernández-Delgado, C., Santos, C. S., Doadrio, I., Sarda-Palomera, F. I. Almada, V. C. (2007) Spread of the alien bleak *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii, Cyprinidae) in the Iberian peninsula: the role of reservoirs. *Graellsia*, 63 (1): 101-110 (2007).

Vinyoles, D., Sostoa, A. de, Franch, C., Maceda-Veiga, A.; Casals, F. & Caiola (2010) N. Life history traits of the stone loach *Barbatula barbatula* (Linnaeus) in an Ebro Basin population (NE Spain). *J. Fish Biol.*, 77:20-32.

Anexo 1. Fichas de campo

Río:	Cuenca:
Localidad:	UTM X: UTM Y:
# Estación:	Fotografías de referencia:
Proyecto:	Fecha: h. llegada: h. salida:
Observadores:	
Localización	

Características del área de estudio

Longitud (m)	Velocidad media (m/s)
Profundidad máxima (m)	Nivel máximo de crecida (m)
Anchura media (m)	Profundidad media (m)

Uso del suelo

Forestal	Ganadero	Agrícola	Residencial
Industrial	Comercial		

Impactos observados

Contaminación visual	Agua turbia
Olor del agua	Substancias en la superficie
Erosión	Canalización
Obras hidráulicas	Carreteras, caminos

Análisis del agua "in situ"

Equipo de análisis	
Temperatura del agua (°C)	Temperatura del aire (°C)
O ₂ (ppm)	Conductividad (µS/cm)
Alcalinidad (°D)	pH
Amonio (ppm)	Nitritos (ppm)
Nitratos (ppm)	Fosfatos (ppm)
Turbidez	

Composición del sustrato (100%)

Tipos		%	Tipos		%
Roca madre			Arena (0.06-2 mm)		
Rocas (>256 mm)			Limo (0.04-0.06 mm)		
Piedras (64-256 mm)			Detritus		
Grava (2-64 mm)					

Hábitat fluvial (100%)

Mesohábitats					
Rápidos	%	Tablas	%	Pozas	%
Tipos de refugios					
Refugios estructurales	%	Vegetación acuática	%	V. de ribera sumergida	%
Troncos y ramas	%	Cuevas	%		

Vegetación de ribera

Tipo de vegetación (100%)			
Arboles	%	Arbustos	%
Hierbas	%	()	%
Grado de ocupación y cobertura			
Ocupación márgenes	%	Cobertura aérea	%
Especies dominantes			

Vegetación acuática

Tipo de vegetación (100%)			
Fija emergente	%	Fija sumergida	%
Flojante	%	Algas flotantes	%
Flojante	%	Algas fijas	%
Área con vegetación acuática	%		
Especies dominantes			

Herpetofauna y macroinvertebrados

Anfibios	Nº individuos	Reptiles	Nº individuos
Observaciones (Indicar presencia de renacuajos i puestas):			
Macroinvertebrados	ausentes	presentes	común abundantes

Equipo de pesca eléctrica

Fijo	<input type="checkbox"/>	Portátil	<input type="checkbox"/>	()	<input type="checkbox"/>
Corriente		Voltaje (V)		Intensidad(A)	
Continua	<input type="checkbox"/>	Alterna	<input type="checkbox"/>		
Redes de bloqueo			Tiempos de pesca		
Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Inicio:	Final: Total:
Observaciones:					

Cangrejos

Especie	Nº individuos
<i>Procambarus clarkii</i>	
<i>Austropotamobius pallipes</i>	

Moluscos

Especie	Nº individuos	Especie	Nº individuos
<i>Margaritifera auricularia</i>		<i>Potamida littoralis</i>	
<i>Anodonta cycnea</i>			
<i>Unio elongatulus</i>			

Río:	Cuenca:
Localidad:	Fecha: # Estación:

MRBA Mediterranean Rapid Bioassessment

	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente	Malo
Estructura del hábitat (microhábitats)	Hábitats sin modificar. Abundancia de refugios.	Presencia importante de hábitats y refugios.	Hábitats con capacidad de mantener poblaciones estables	Hábitats reducidos o alterados en gran parte.	Sin hábitats, ni refugios.
Valoración	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1 0

	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente	Malo
Diversidad de hábitats (mesohábitats)	Pozas someras y profundas, tablas y rápidos.	Pozas someras, tablas y rápidos.	Falta algún tipo de hábitat.	Dominancia de un hábitat sobre el resto.	Presencia de un solo hábitat uniforme.
Valoración	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1 0

	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente	Malo
Canalización	Río natural, sin cambios de origen humano.	Obres de canalización y/o cambios puntuales.	Canalización reducida y/o antigua (solo un margen o parcialmente).	Canalización parcial de los dos márgenes (Diques laterales de tierra).	Canalización total: cemento, gaviones. Hábitat muy modificado.
Valoración	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1 0

	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente	Malo
Morfología del canal	Canal natural, con elevada sinuosidad.	Canal natural, con baja sinuosidad.	Canal modificado, con sinuosidad.	Tramos rectilíneos. Parcialmente canalizados.	Trazado recto. Canalización total.
Valoración	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1 0

	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente	Malo
Caudal	Nivel del agua hasta la base de los márgenes, sin exposición del sustrato.	Nivel del agua de >75% del canal o <25% de exposición del sustrato.	Nivel del agua del 25-75% del canal o >25% de exposición del sustrato.	Nivel muy reducido del agua.	Solo pozas aisladas entre si.
Valoración	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1 0

	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente	Malo
Grado de colmatación	Sin colmatación.	Hasta un 25% colmatado.	25-50% colmatado.	50-75% colmatado.	Más del 75% colmatado.
Valoración	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1 0

	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente	Malo
Erosión de los márgenes	Márgenes estables, sin erosión ni factores de posible erosión.	Erosión mínima, 5% afectado. Posible erosión.	Márgenes estables, pequeñas zonas de erosión, 5-30% afectado.	Márgenes inestables, erosión potencial grande en riadas, 30-60% afectado.	Márgenes caídos, grandes áreas erosionadas, >60% afectado
V. margen derecho	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1 0
V. margen izquierdo	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1 0

	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente	Malo
Vegetación acuática (Macrófitos)	Cobertura (>50%) y diversidad elevada	Cobertura (25-50%) i diversidad moderada	manchas de macrófitos	Presencia de macrófitos	Sin vegetación acuática
Valoración	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1 0

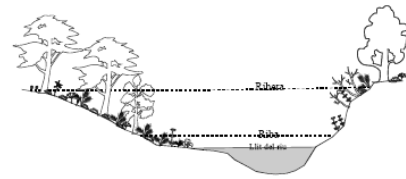
	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente	Malo
Vegetación de ribera	Vegetación natural sin modificar	>75% de los márgenes con veg. natural, alguna especie introducida	50-75% márgenes con veg. natural, numerosas especies introducidas	<50% márgenes con veg. natural, grandes áreas sin vegetación	Sin vegetación
V. margen derecho	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1 0
V. margen izquierdo	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1 0

	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente	Malo
Ancho de la vegetación de ribera	Zona riparia sin modificar	Zona riparia ancha, pequeños cambios de origen humano	Z. riparia reducida, modificaciones moderadas	Z. riparia muy limitada, vegetación modificada	Sin vegetación debida a la actividad humana
V. margen derecho	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1 0
V. margen izquierdo	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1 0

QBR

Para aplicar a toda la zona de ribera de los rios (orilla y ribera). Inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas.

- Los cálculos se harán sobre el área que presente potencialidad de mantener una masa vegetal en la ribera. No se incluirán las zonas de sustrato duro sin capacidad de arraigo de una masa vegetal permanente.
- En tramos de alta montaña sin vegetación riparia natural o en zonas áridas, consultar la nota de la parte posterior de esta hoja de campo.



Estación	
Observador	
Fecha	

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Grado de cobertura riparia

Puntuación bloc 1

Puntuación	
25	> 80 % cobertura vegetal de la ribera (las plantas anuales no se contabilizan)
10	50-80 % cobertura vegetal de la ribera
5	10-50 % cobertura vegetal de la ribera
0	< 10 % cobertura vegetal de la ribera
+ 10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total
+ 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%
- 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%
- 10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%

Estructura de la cobertura

Puntuación bloc 2

Puntuación	
25	cobertura de los árboles superior al 75 %
10	cobertura de los árboles entre el 50 y 75 % o cobertura de los árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de cobertura los arbustos superan el 25 %
5	cobertura de los árboles inferior al 50 % y el resto de cobertura con arbustos entre 10 y 25 %
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %
+ 10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
+ 5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre el 25 y 50 %
+ 5	si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con sotobosque.
- 5	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %
- 5	si los árboles y arbustos se distribuyen formando manchas, sin continuidad.
- 10	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %

Cualidad de la cobertura (depende del tipo geomorfológico de la ribera, *ver reverso)

Puntuación bloc 3

Puntuación		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	número de especies de árboles y arbustos autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	número de especies de árboles y arbustos autóctonos	1	2	3
5	número de especies de árboles y arbustos autóctonos	-	1	1 - 2
0	sin árboles y arbustos autóctonos			
+ 10	si existe una continuidad en la comunidad a lo largo del río, uniforme y ocupando > 75 % de la ribera (en toda su anchura)			
+ 5	si existe una continuidad en la comunidad a lo largo del río (entre 50 - 75 % de la ribera)			
+ 5	si existe una disposición en galería de la comunidad			
+ 5	si el número de especies de arbustos es	> 2	> 3	> 4
- 5	si existen estructuras construidas por el hombre			
- 5	si existe alguna sp. de árbol introducida (alóctona) aislada**			
- 10	si existen sp. de árboles alóctonos formando comunidades			
- 10	si existen basuras o vertidos			








Grado de naturalidad del canal fluvial

Puntuación bloc 4

Puntuación	
25	el canal del río no ha sido modificado
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	río canalizado en la totalidad del tramo
- 10	si existe alguna estructura sólida en el lecho del río
- 10	si existe alguna represa u otra infraestructura transversal en el lecho del río

Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)

* **Determinación del tipo geomorfológico de la zona riparia (Calidad de la cobertura).** Sumar el tipo de desnivel de la derecha e izquierda del cauce, y sumar o restar según los otros dos apartados.

Tipo de desnivel de la zona riparia	Margen:	Puntuación	
		Izquierda	Derecha
Vertical/cóncave (pendiente > 75°), con una altura no superable por las máximas riadas o avenidas		6	6
Igual pero con un pequeño talud o ribera inundable periódicamente (avenidas ordinarias)		5	5
Pendiente entre el 45 y 75°, escalonada o no. La pendiente se cuenta mediante el ángulo entre la horizontal y la recta entre el cauce y el último punto de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$		3	3
Pendiente entre el 20 y 45°, escalonado o no. $\Sigma a < \Sigma b$		2	2
Pendiente < 20°, ribera uniforme y plana.		1	1
Existencia de una isla o islas en medio del cauce del río			
Anchura conjunta "a" > 5 m.		-2	
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.		-1	
Potencialidad de soportar una masa vegetal riparia. Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para arraigar una masa vegetal permanente			
> 80 %		No se puede medir	
60 - 80 %		+ 6	
30 - 60 %		+ 4	
20 - 30 %		+ 2	
Puntuación total			
Tipo geomorfológico según la puntuación			
> 8	Tipo 1	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad de extenso bosque de ribera	
entre 5 y 8	Tipo 2	Riberas con potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de ríos	
< 5	Tipo 3	Riberas extensas, tramos bajos de ríos, con elevada potencialidad para tener un bosque extenso	

** **Especies frecuentes y consideradas alóctonas**

Salix babylonica *Ailanthus altissima* *Robinia pseudo-acacia* *Platanus x hispanica*
Arundo donax *Nicotiana sp.* *Ceratonia siliqua* *Castanea sativa*
Ficus sp. Árboles frutales

- 1) El índice QBR no se puede aplicar a las zonas de cabecera en donde no existe de forma natural vegetación arbórea.
- 2) En zonas áridas y semiáridas y en las ramblas, se consideran los arbustos de forma arbórea como árboles. (En este caso, ver la aplicación del índice hecha en Murcia y publicada en *Tecnología del Agua*)

Anexo 2. Publicaciones científicas derivadas

Los datos recogidos en este proyecto han sido utilizados en las siguientes publicaciones:

Revistas científicas indexadas

Maceda-Veiga, A.; De Sostoa, A. 2011. Observational evidence of the sensitivity of some fish species to environmental stressors in Mediterranean Rivers. ***Ecological Indicators*** 11: 311-317.

Capítulos de libro

Maceda-Veiga, A.; De Sostoa, A.; Solorio-Ornelas, E.; Monroy, M.; Vinyoles, D.; Caiola, N.; Casals, F.; Garcia-Berthou, E.; Munne, A. 2010. Distribution of alien bleak *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758) in the northeastern Iberian Mediterranean watersheds : past and present. In: **Atlas of Biodiveristy Risk (ALARM Atlas)** Edited by: Settele J, Penev L, Georgiev T, Grabaum R, Grobelnik V, Hammen V, Klotz S, Kotarac M & Kühn I. 144-145 Pensoft Publishers, Sofia-Moscow.

Tesis doctoral

Título: Estado de conservación de los peces continentales catalanes: análisis poblacional, ictiopatología y bioacumulación de metales pesados como herramientas de diagnóstico. Alberto Maceda Veiga. Junio 2011. Universidad de Barcelona.

Trabajo final de Máster en Biodiversidad

Título: The freshwater fishes of the Ebro river Basin and potential effects of exotic species. Thaís Klaion Ferreira. Máster en Biodiversidad: Conservación y Gestión. Universidad de Barcelona.

Anexo 3. Tabla de presiones ambientales

Presión	Tipo de presión	Escala de estudio	Presión 1	Presión 2	Presión 3	Presión 4	Intensidad de la presión 1 "Ninguna"	Intensidad de la presión 2 "Baja"	Intensidad de la presión 3 "Media"	Intensidad de la presión 4 "Alta"
P_barrier	Existencia de barreras físicas en el río a escala de cuenca	Cuenca	no	baja		alta	Sin barreras	Parcial: posible migración para buenos nadadores (p.ej.: salmón) o en situaciones particulares. Sin impacto en diádomos		Barreras definitivas para la mayoría de las especies en la mayoría de épocas
P_barrierup	Barrera física aguas arriba del punto de muestreo	Tramo contiguo	no	baja	media	alta	Sin barreras	Temporal pero no selectiva por especies	Parcial, selectiva para ciertas especies	Barrera para la mayoría de las especies
P_barrierdown	Sin barreras aguas abajo del punto de muestreo	Tramo contiguo	no	baja	media	alta	Sin barreras	Temporal pero no selectivo por especies	Parcial: selectivo para ciertas especies	Barrera para la mayoría de las especies
P_impoundment	Divertículo	Punto de muestreo	no	baja		alta	Sin a escala de punto de muestreo	Sin a escala de punto de muestreo pero con ligera reducción de la velocidad		Sin a escala de punto de muestreo pero con fuerte reducción de la velocidad
P_hydropeaking	Captación	Punto de muestreo	no	baja		alta	Sin alteración hidrográfica	Ligera alteración hidrográfica		Alteración hidrográfica que puede afectar a la ictiofauna

Presión	Tipo de presión	Escala de estudio	Presión 1	Presión 2	Presión 3	Presión 4	Intensidad de la presión 1 "Ninguna"	Intensidad de la presión 2 "Baja"	Intensidad de la presión 3 "Media"	Intensidad de la presión 4 "Alta"
P_dam	Influencia de presa aguas arriba	Punto de muestreo	no	baja		alta	Sin influencia de las presas localizadas aguas arriba del punto de muestreo	Ligero efecto sobre el tramo pero sin claros efectos sobre la comunidad íctica		Fuerte efecto sobre el tramo pero sin claros efectos sobre la comunidad íctica
P_watertemp	Modificación de la temperatura del agua (sin considerar efecto presa)	Punto de muestreo	no			alta	Sin alteración de la temperatura a escala de punto de muestreo			Alteración de la temperatura a escala de punto de muestreo (>1°C)
P_chan	Canalización	Tramo	no	baja	media	alta	Sin canalización	Ligera alteración. Sin incremento de la velocidad.	Alteración media. Sin incremento de la velocidad.	Fuerte alteración. Con incremento de velocidad.
P_vegrip	Cobertura riparia	Punto de muestreo	no	baja	media	alta	Sin efectos sobre la cobertura riparia	Ligera alteración de la cobertura riparia	Fuerte alteración de la cobertura riparia	Sin cobertura riparia
P_habalt	Alteración local del hábitat	Punto de muestreo	no	baja	media	alta	Sin alteración del lecho fluvial	Ligera modificación < 20% del punto de muestreo	Modificaciones moderadas	Fuertes modificaciones
P_dyke	Diques	Tramo	no	baja	media	alta	Sin diques de contención de avenidas	Existencia de diques con conectividad lateral	Existencia de diques con poca conectividad lateral	Existencia de diques sin conectividad lateral

Presión	Tipo de presión	Escala de estudio	Presión 1	Presión 2	Presión 3	Presión 4	Intensidad de la presión 1 "Ninguna"	Intensidad de la presión 2 "Baja"	Intensidad de la presión 3 "Media"	Intensidad de la presión 4 "Alta"
P_waterqualindex	Índice nacional de calidad de agua	Tramo	no	baja	media	alta	Clase 1 (sin alteración)	Clase 2 (alteración menor)	Clase 3	> clase 3
P_wateralt	Calidad del agua	Punto de muestreo	no	baja	media	alta	Sin síntomas visible de eutrofización	Escasa eutrofia (DBO < 3 mg/l para salmónidos, DBO < 4 mg/l para ciprínidos)	Eutrofia moderada	Fuerte eutrofización

