

## ASPECTOS SOCIALES Y ECOLÓGICOS DE LOS TRASVASES

**Santiago Hernández Fernández**

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Presidente de ADENEX.

### Descriptores:

Trasvases, Ecosistema fluvial, Río/canal, Microbiotopos, Endemismos, Impacto ambiental, Ingeniería XXI

### EL ECOSISTEMA FLUVIAL

Cuando hablamos de trasvases, tanto si nos referimos a las cuencas de nuestros grandes ríos como si se trata solamente de pequeñas subcuencas, debemos tener presente que estamos manipulando un "fluido vital" que es infinitamente más valioso que el agua como elemento químico.

El soporte del complejo ecosistema fluvial, construido sobre el agua como elemento base, está condicionado por una serie de parámetros físicos relacionados con sus particulares propiedades físicas (temperatura, densidad, tensión superficial y viscosidad), con la resultante de su movimiento descendente y todas las interferencias puntuales (turbulencia) y con el flujo de partículas en suspensión y en disolución y sus reacciones químicas.

A partir de este interrelacionado sistema físico se producen unas funciones de metabolismo que, a partir de la fotosíntesis de las algas, establecen unas condiciones bióticas de visibilidad, estratificación y disoluciones gaseosas, capaces de regular y condicionar la biomasa de complejos sistemas ecológicos (Fig. 1).

Sobre este ecosistema fluvial podemos seguir las líneas principales de la red trófica del primer escalón microfaunístico: el del zooplancton. Podemos ver esquemáticamente (Fig. 2) que la base está constituida por la luz solar y los elementos simples que constituyen los nutrientes. Pero todas las reacciones metabólicas están condicionadas por la temperatura y las demás propiedades físicas del agua y por sus condiciones de circulación y turbulencia.

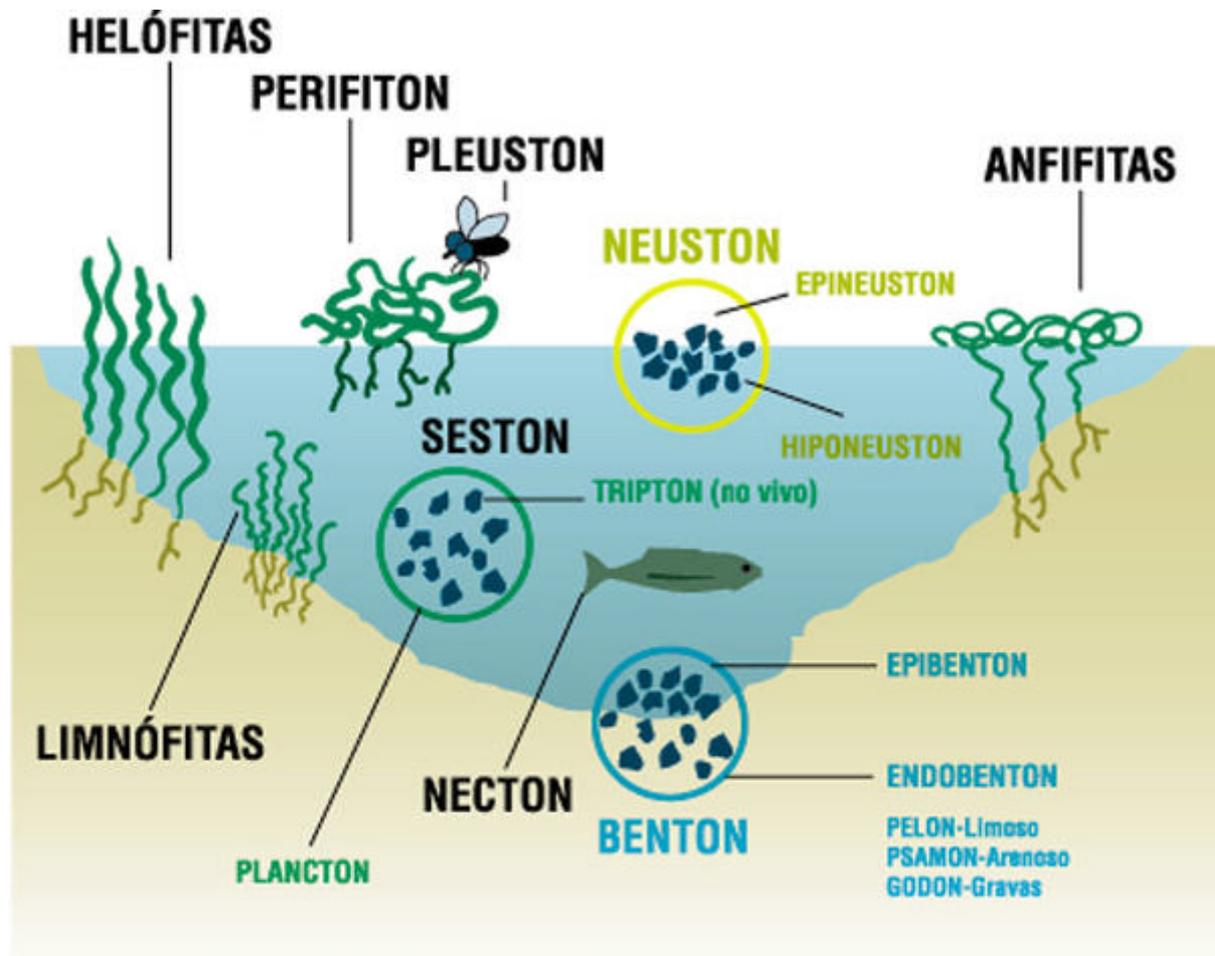


Fig. 1. Factores condicionales de los ecosistemas acuáticos.

Fig. 2. Red trófica del plancton.

Sobre esta estructura física surge el fitoplancton, capaz también de reciclar materia orgánica en forma de bacterias y excrementos o cuerpos del zooplancton. Y estas algas son la base de toda la cadena de filtradores, micrófagos y macrófagos, del zooplancton.

En la figura 3 hemos representado un esquema de las denominaciones de los principales grupos de plantas y animales que podemos encontrar en un cauce fluvial.



### COMUNIDADES FLUVIALES:

**CRENON** asociadas a **FUENTES**

**RITRON** asociadas a **AGUAS TORRENCIALES**

**POTAMON** asociadas a **ZONAS DE SEDIMENTACIÓN**

Fig. 3. Organismos acuáticos.

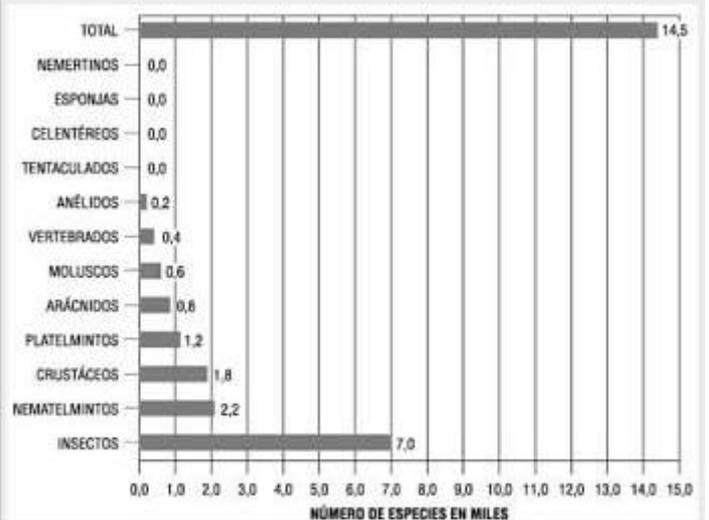
Ciertamente, repasando el número de especies de seres vivos conocidas, vemos que sólo una pequeña parte del total ha sido capaz de colonizar las aguas dulces. Del análisis de las figuras 4 y 5, se deduce que existen en el mundo apenas 14.000 especies de algas, 1.100 de plantas superiores y casi 14.500 de metazoos adaptados a las aguas de nuestros ríos y lagos; en fuerte contraste con el casi millón y medio de especies conocidas.

Insectos	751.100	(53%)
Otros animales	281.300	(20%)
Plantas superiores	248.400	(18%)
Hongos	69.000	(5%)
Protozoos	30.800	(2%)
Algas	26.900	(1%)
Bacterias	4.800	
Virus	1.000	
<b>Total</b>	<b>1.413.300</b>	<b>(100%)</b>

Fig. 4. Especies vivas de organismos conocidas.

En el Mundo existen unas 14.000 especies de algas de agua dulce (más de los 2/3 de ellas han sido citadas en Europa) y 1.100 de plantas superiores.

En Europa hay 14.457 especies de metazoos de agua dulce que se detallan en el siguiente cuadro (R. Margalef, 1983)



Parece que la fauna límnic está mucho más diversificada que la flora.

Y el número de especies de fauna debe de ser diez veces mayor.

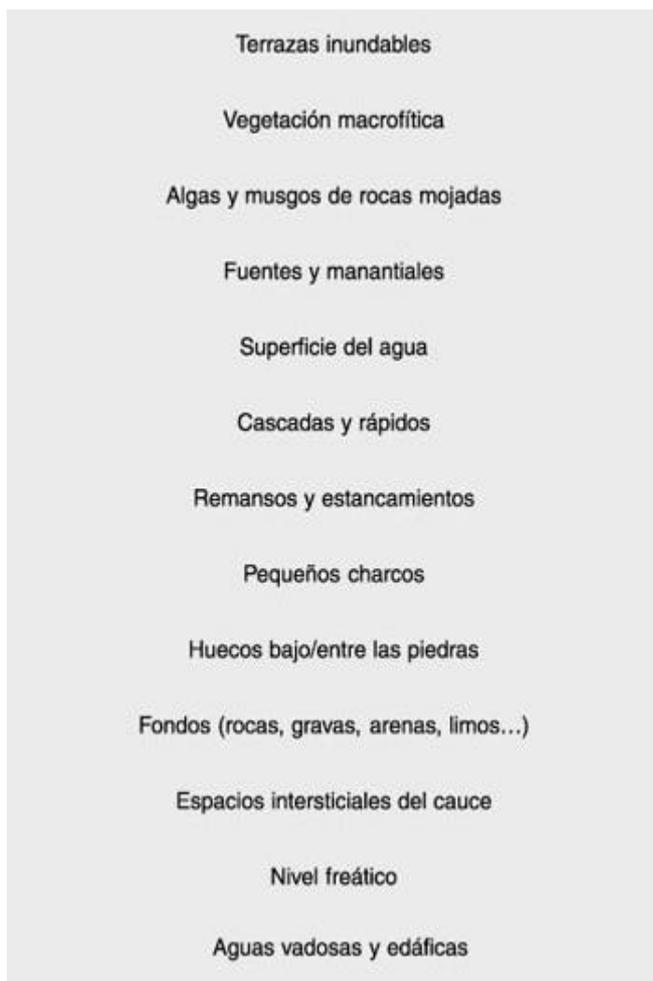
Fig. 5. Biocenosis de aguas dulces.

Naturalmente, las condiciones de vida fluviales pueden llegar a ser muy duras y cambiantes, pero tienen un suficiente número de opciones para presentar características diferenciadas, aunque sean muy limitadas las posibilidades que dan sus factores determinantes: gradientes, caudales y temperaturas.

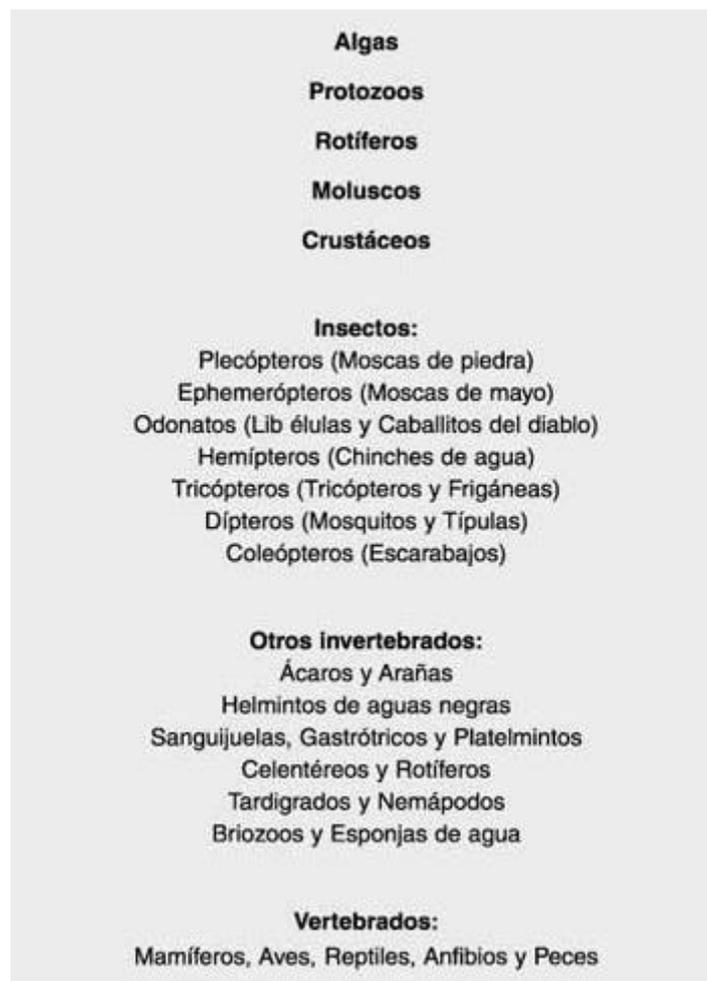
En todo caso, algunas especies suelen tener áreas de distribución muy amplias, mientras que la diversidad de cada cauce concreto puede ser muy elevada. En este sentido conviene precisar que esta diversidad está ligada a la existencia de un "cauce natural", es decir, capaz de poseer y conservar una adecuada diversidad de "microbiotopos" que puedan proporcionar ambientes adecuados para que existan los correspondientes "nichos ecológicos" de cada especie individual. En la figura 6 representamos los principales "microbiotopos" que podemos encontrar en los cauces naturales.

La consecuencia es que el encauzamiento artificial de un río o la simplificación microtopográfica de su curso, constituyen obstáculos insalvables para la recuperación o el mantenimiento de un ecosistema fluvial equilibrado.

Como nota final incluimos, en la figura 7, una relación de los principales grupos de seres vivos que podemos encontrar en nuestras aguas dulces.



**Fig. 6.** Microbiotopos de un río (función de la velocidad del agua, el caudal y su evolución, la profundidad, la iluminación, la temperatura, la geología, los aportes antrópicos...).



**Fig. 7.** Seres vivos de las aguas dulces.

## EL CICLO DEL AGUA EN LA CUENCA

Las precipitaciones que se producen sobre una cuenca, incluyendo las pérdidas debidas a la evaporación, proporcionan el agua necesaria para mantener su particular ecosistema en equilibrio con tal flujo hídrico.

Los millones de años de evolución y la constancia en el tiempo de las características generales climáticas (incluso con fuertes fluctuaciones interanuales), han permitido la perfecta adaptación de la biocenosis (fauna y flora) a los (ocasionalmente fuertes) cambios hídricos estacionales o hiperanuales.

En este sencillo proceso, aunque sumamente delicado e inestable, el agua proporciona el microclima, la humedad, el disolvente, el vehículo, el refugio y el medio espacial necesarios para el desarrollo de toda la comunidad biológica.

En la cuenca, el agua disuelve las sales y recoge las partículas orgánicas que han de alimentar la microbiocenosis fluvial; se filtra en el terreno descomponiendo la roca madre, facilitando la entrada de las raíces y de toda la edafofauna; mantiene las condiciones necesarias para que se forme el suelo fértil que debe soportar la biomasa vegetal; y su almacenamiento en la propia cuenca (retenida por la vegetación, por los perfiles edáficos y en forma de aguas subterráneas) garantiza el abastecimiento necesario para mantener adecuadamente la cubierta vegetal, único elemento capaz de garantizar el equilibrio entre la

formación de suelo y los procesos erosivos. Las precipitaciones tienen encomendados en una cuenca proporcionar humedad ambiental, agua edáfica, agua subterránea y escorrentías.

De modo natural existe un equilibrio entre la velocidad de formación del suelo y su lavado por las precipitaciones o las escorrentías superficiales; es decir, la erosión natural no reduce el espesor edáfico, y aunque el suelo del bosque descienda cada siglo o milenio, lo hace manteniendo constante los perfiles edáficos; así el bosque permanece estable y con él toda la comunidad de seres vivos que lo acompañan.

Cuando se pierde este equilibrio por incremento de los procesos erosivos (causados por la actividad humana en forma de incendios, cambios de uso del suelo, aclareo de la vegetación, talas o podas excesivas, etc.) se inicia un proceso de inestabilidad progresiva tanto más difícil de frenar cuanto más avanzado se encuentre. Es lo que se denomina "desertificación", o degradación antrópica causada por mal uso del suelo, que en plazos ecológicamente breves puede conducir al desierto.

Por contra, la "desertización" es un proceso natural, originado por el cambio climático general de la zona y producido a una velocidad geológica (muchísimo más lenta); aunque puede parecer similar, lo cierto es que son muy diferentes tanto en la forma como en el fondo; de hecho, la desertización permite la adaptación de las especies a las nuevas condiciones por evolución o por migración.

Resumiendo: nuestros ecosistemas fluviales pueden soportar puntas hídricas, en más o en menos, muy alejadas de sus valores medios (están evolutivamente adaptadas a ello y, además, numerosos procesos biológicos dependen de que tales fluctuaciones de caudales se produzcan); pero su biocenosis está acomodada a la cantidad real de agua disponible en la cuenca, medida en valores medios al medio y largo plazo.

## LOS USOS DEL AGUA

Es evidente que el agua puede ser utilizada para abastecimientos, industrias o riegos, como usos consuntivos, y para refrigeración o producción de energía eléctrica, dentro de los llamados no consuntivos. Pero parece prudente resaltar otros importantes usos del agua: asegurar los caudales ecológicos y el uso lúdico (Fig. 8).

No vamos a entrar en más detalles pero sí debemos concretar (Fig. 9) el ámbito en que deben discutirse las diferentes actuaciones relacionadas con los usos del agua. Parece que los aspectos sociales, económicos, empresariales, técnicos, biológicos, ecológicos, ecologistas y políticos están llamados a condicionar los diferentes factores relacionados con los usos del agua y las modificaciones de sus ciclos naturales. Y en este contexto es evidente que existen factores suficientes como para que el problema sea tratado en un ámbito técnicamente pluridisciplinar y socialmente multisectorial.

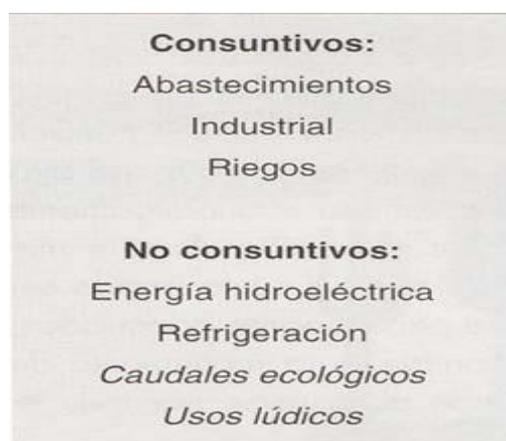


Fig. 8. Demandas de agua.



Fig. 9. Ámbito de actuaciones.

## EL REGADÍO COMO PROCESO PRODUCTIVO

Desde un punto de vista ecológico, podría definirse un regadío tradicional como un ejemplo de sobreexplotación del ecosistema mediante una alteración del ciclo del agua. Obviamente un regadío consiste en la sustitución de la vegetación natural (el caso de riegos en tierras semidesérticas es diferente y, casi siempre, más grave) para incrementar substancialmente la producción de biomasa vegetal, mediante cultivos intensivos de unas pocas especies, sobre la base de incrementar y programar artificialmente las disponibilidades de agua (fuera de los regímenes naturales).

Los primeros síntomas derivados de la implantación de una zona regable son la destrucción del ecosistema natural y las consiguientes alteraciones paisajísticas. Pero, desafortunadamente, la necesidad de luchar contra los desequilibrios químicos edáficos y los procesos biológicos que esta ordenación artificial desencadena en el medio, conduce al empleo de determinados productos que aceleran los ciclos naturales de nutrientes y desequilibran las redes tróficas y ecológicas del ecosistema como derivadas segundas y terceras de suma gravedad. Nos referimos al uso/abuso de abonos, herbicidas, acaricidas, insecticidas, fungicidas, raticidas, etc.

## EL REGADÍO COMO EMPRESA

Un regadío debe ser tratado del mismo modo que cualquier otro negocio y como tal debe ser rentable en sí mismo. El negocio del regadío está sustentado en cuatro factores: un clima adecuado para la producción agrícola proyectada, un suelo con calidad edáfica suficiente, una dotación de agua garantizada y un mercado real para los productos (Fig. 10).



**Fig. 10.** El negocio del regadío se sustenta en "cuatro patas". Si una pata es más pequeña, "cojea"; si falla, se cae.

Naturalmente, si falla alguno de estos factores (como le ocurre a una mesa de cuatro patas) el negocio se cae, y si alguno de ellos se queda corto la empresa cojea.

Es evidente que los cuatro factores mencionados pueden "técnicamente" asegurarse, y no sólo el agua; aunque otra cosa bien distinta es que la operación sea económicamente viable. El clima puede ser modificado artificialmente mediante invernaderos o técnicas similares; el suelo puede ser perfectamente transportado, desde otros lugares adecuados, con la moderna maquinaria disponible para movimiento de tierras, y el mercado siempre puede alcanzarse por muy lejos e inaccesible que se encuentre.

El único problema está en que el resultado final de la operación debe ser rentable. Es decir, que el dinero obtenido mediante la venta del producto final debe compensar los gastos totales originados por el cultivo, la recolección, la transformación, el envasado, la comercialización y la venta del producto agrícola.

Evidentemente sobre la empresa de regadío pesan una serie de externalidades que, indudablemente, pueden ser muy difíciles de evaluar; son los costes sociales y los costes ecológicos.

Pero tanto los costes sociales (en forma de subvenciones más o menos directas a la producción de algunos productos agrícolas, a la no producción, al agua o a la energía), como los ecológicos (alteraciones de ecosistemas, reducciones de caudales ecológicos, consumo de agua y contaminaciones por abonos y pesticidas), deben ser cuantificados para que pueda saberse el coste real para el país de la empresa de regadío. Al menos servirá para comparar los beneficios sociales que se producen con tales costes económicos y ecológicos, con los que podrían obtenerse diseñando otras alternativas; pues es muy posible que, en muchas ocasiones, sea posible encontrar otras soluciones que, con el mismo coste, consigan mayores beneficios sociales y ecológicos.

Mucho se ha hablado, y seguramente nunca será suficiente, de la tecnificación del regadío y de cultivos sociales; en general los suponemos conceptos enfrentados y casi excluyentes uno del otro. Sin duda el debate admite muchas posibilidades y la realidad nos obliga a encontrar, en la variada gama de alternativas, un imprescindible punto de encuentro. Pero hay algo que está muy claro: no es posible mantener regadíos cuya producción no se defienda económicamente en el mercado. Primero porque el "negocio" ha dejado de ser local o regional; en segundo lugar porque se ha complicado enormemente con la desaparición de las fronteras, y finalmente porque, como ha ocurrido ya en muchos otros sectores productivos, antes o después llegaría la reconversión seguramente con carácter más dramático.

Así pues, cuando un regadío presenta algún problema de falta de mercado, de falta de agua o, en conjunto, de falta de rentabilidad, está claro que, rigurosamente hablando, habría que decir que se trata de un regadío mal planificado. En consecuencia, un grupo de expertos podría encargarse de realizar un estudio técnico para establecer un diagnóstico y una solución, si existe tal posibilidad. Pero parece que el negocio del regadío tiene dificultades mucho más complejas que el suministro de agua y, en todo caso, parece que las disponibilidades de agua en cada punto podrían calcularse técnicamente con bastante precisión desde los primeros momentos de concepción del proyecto de riegos; lo que nos lleva a considerar que la falta de agua en un regadío es la consecuencia directa de una mala planificación.

## **JUSTIFICACIÓN DE LOS TRASVASES**

Son muchos los factores que entran en juego en cualquiera de los problemas que toquemos, pero parece claro que las oscilaciones naturales que se producen en nuestras precipitaciones son muy elevadas (y muy especialmente en las zonas con menor volumen de precipitaciones de la Península) y, en consecuencia, cuando los consumos totales de agua se acercan a las aportaciones medias, serán muchos los años que no podrán atenderse con las precipitaciones del año. En este caso nadie debería iniciar un negocio de riegos sobre la base de unas disponibilidades de agua medias que nadie puede garantizar, y mucho menos pensar que "otro resolverá su problema".

Algo parecido ocurre con la plantación de frutales, u otros cultivos agrícolas, en las terrazas fluviales, o en las ramblas; pues es sabido que, por ser terrenos pertenecientes a la red de desagües de las aguas

superficiales, serán inundados en períodos estadísticamente conocidos; naturalmente, cualquiera puede asumir los riesgos que estime oportunos en su negocio, pero no es de recibo que alguien asuma riesgos empresarialmente inaceptables y luego quiera que la colectividad asuma las consecuencias; habría que justificar muy claramente las razones por las que las imprevisiones o temeridades de unos deban ser asumidas por la colectividad.

Nadie puede poner en duda que tanto la falta de agua para el riego como la inundación por una riada derivan de una mala planificación inicial del regadío. Por tanto debemos ser prudentes cuando planteamos la necesidad de un trasvase, porque, muchas veces, es la consecuencia de una mala planificación, y el trasvase es sólo una de las posibles soluciones a la falta de agua, pero puede ser la peor de todas para el negocio (Fig. 11). Antes hay que garantizar que la inversión puede ser amortizada por el negocio del regadío, que está prioritariamente justificada para el interés nacional y que las externalidades de las obras y del trasvase pueden también ser asumidas por los beneficios generales que produzca a la colectividad.



Fig. 11. La falta de agua es la consecuencia de una mala planificación.

## LA FAUNA PISCÍCOLA

La «Lista roja de los vertebrados de España» (ICONA, 1986), en relación con los peces continentales incluye un total de 56 especies como habitantes de nuestras aguas continentales, tanto indígenas como introducidas que se encuentren aclimatadas a nuestras aguas y se reproduzcan de forma natural.

De este total 43 especies son indígenas y 13 son foráneas, habiendo sido, aproximadamente, la mitad de estas últimas introducidas después de los años cincuenta. Entre las especies indígenas hay que destacar la existencia de 27 endemismos, entre los cuales al menos cuatro se encuentran en peligro de extinción y otras 14 especies se encuentran también amenazadas en distintos grados.

Las categorías de estado de conservación de la uicn son:

- "Extinguida": especie no localizada con certeza en estado silvestre en los últimos cincuenta años.
- "En peligro": taxones en peligro de extinción y cuya supervivencia sería improbable si los factores causales continuaran actuando. Se incluyen aquellos taxones que se juzgan en peligro inminente de extinción, porque sus efectivos han disminuido hasta un nivel crítico o sus hábitats han sido drásticamente reducidos. Así mismo, se incluyen los taxones que posiblemente están ya extinguidos, pero que han sido vistos con certeza en estado silvestre en los últimos cincuenta años.
- "Vulnerable": taxones que entrarían en la categoría "en peligro" en un futuro próximo si los factores causales continuaran actuando. Se incluyen aquellos taxones en los que todas o la mayor parte de las poblaciones sufren regresión debido a sobreexplotación, a amplia destrucción del hábitat o a cualquiera otra perturbación ambiental; aquellos con poblaciones que han sido gravemente reducidas y cuya supervivencia no está garantizada, y los de poblaciones aún abundantes pero que están amenazadas por factores adversos de importancia en toda su área de distribución.
- "Rara": taxones con poblaciones (españolas) pequeñas que sin ser hoy "en peligro" o "vulnerables" corren riesgos. Normalmente estos taxones se localizan en áreas geográficas o hábitats restringidos, o bien presentan una distribución rala en un área más extensa.
- "Indeterminada": taxones que se sabe pertenecen a una de las categorías "en peligro", "vulnerable", o "rara", pero de los que no existe información suficiente para decidir cuál es la apropiada.
- "Insuficientemente conocida": taxones que se sospecha pertenecen a alguna de las categorías precedentes, aunque no se tiene certeza debido a la falta de información.

En la tabla 1, que como todas las referentes a la fauna piscícola que se incluyen en este trabajo está tomada de las publicaciones del Dr. Benigno Elvira, se presenta la distribución de las principales especies de peces de nuestras aguas, por cada cuenca hidrográfica, y con la indicación de su carácter de exótica o nativa.

En el esquema de la figura 12 se ilustra la distribución de los porcentajes de especies introducidas por cada cuenca. Cifras que oscilan entre el 0,53% de la cuenca Sur y el 0,71% de Galicia. En la figura 13 se presenta la evolución de la introducción de nuevas especies en las cuencas, comparando los años 1952 y 1992; como puede verse, los cambios son científicamente preocupantes. Finalmente presentamos en la tabla 2 las especies endémicas españolas, con las diferentes catalogaciones de los estados de conservación de sus poblaciones.

En Europa existen unas doscientas especies de peces de agua dulce y, generalmente y por el contrario, la distribución de las especies es bastante amplia; es decir, las especies endémicas son escasas y la variedad se ha reducido ante el predominio de la uniformidad, sin duda debido a la mayor y más generalizada incidencia humana sobre la distribución de las aguas continentales.

En otras palabras, a falta de estudios concretos específicos, la opinión generalizada de nuestros expertos ictiólogos se puede concretar así: la presión continuada de la actividad humana en Europa sobre los ecosistemas fluviales (mediante la generalización de las canalizaciones de los ríos y las conexiones entre diferentes cuencas, por trasvases de agua o para navegación) ha conducido a una simplificación de las poblaciones de peces y a una desaparición de los endemismos por extinción directa o por hibridación. Este proceso, que podemos comprobar en el continente europeo, puede desencadenarse en nuestra Península si no se toman las medidas preventivas adecuadas.

La conservación de las especies sólo puede conseguirse mediante la preservación de los ecosistemas que las albergan, es decir, de sus correspondientes "nichos ecológicos". Por tanto, es el conjunto de las comunidades del río el que debe permanecer estable, lo que no puede conseguirse si disminuimos la diversidad de "microbiotopos".

TABLA 1											
Especies españolas de peces de agua dulce											
Coefficiente de integridad zoogeografica	España	NO 0,67	GA 0,71	DU 0,41	TA 0,56	GN 0,51	GL 0,66	SU 0,53	LE 0,55	EB 0,58	PI 0,52
<b>Petromyzonidae</b>											
<i>Lampetra planci</i> (Bloch, 1784)	N	N									
<b>Cyprinidae</b>											
<i>Alburnus alburnus</i> (L., 1758)	E									E	
<i>Anaecypris hispanica</i> (Steindachner, 1866)	N					N	N				
<i>Barbus jozsegi</i> Steindachner, 1865	N			N	N						
<i>Barbus comiza</i> Steindachner, 1865	N				N	N	N				
<i>Barbus graellsii</i> Steindachner, 1866	N	N								N	N
<i>Barbus guttatus</i> Steindachner, 1866	N								N		
<i>Barbus haasi</i> Mertens, 1924	N								N	N	N
<i>Barbus meridionalis</i> Risso, 1826	N										N
<i>Barbus microcephalus</i> Almeida, 1967	N				N	N					
<i>Barbus sotsleri</i> Günther, 1868	N					N	N	N	N		
<i>Carrasius auratus</i> (L., 1758)	E	E		E	E	E	E	E	E	E	E
<i>Chondrostoma toxostoma polyepis</i> Steindachner, 1865	N		N	N	N	N	N	N	E		
<i>Chondrostoma toxostoma</i> (Vallel, 1837)	N	N							N	N	N
<i>Cyprinus carpio</i> L., 1758	E			E	E	E	E	E	E	E	E
<i>Gobio gobio</i> (L., 1758)	E	E		E	E	E	E	E	E	E	E
<i>Iberocypris palaeocis</i> Doadrio, 1980	N						N				
<i>Leuciscus carolkeri</i> Doadrio, 1987	N		N	N						N	
<i>Leuciscus cephalus</i> (L., 1758)	N									N	N
<i>Leuciscus pyrenaicus</i> Günther, 1868	N				N	N	N	N	N		
<i>Phoxinus phoxinus</i> (L., 1758)	N	N		E						N	N
<i>Rutilus arcasii</i> (Steindachner, 1866)	N		N	N	N				N	N	N
<i>Rutilus lemmingii</i> (Steindachner, 1866)	N			N	N	N	N				
<i>Rutilus rutilus</i> (L., 1758)	E									E	E
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L., 1758)	E									E	E
<i>Tinca tinca</i> (L., 1758)	N			N	N	N	N		N	N	N
<i>Tropisophthalmus alburnoides</i> (Steindachner, 1866)	N			N	N	N	N				
<b>Cobitidae</b>											
<i>Cobitis calderoni</i> Bassoulet, 1961	N			N	N					N	
<i>Cobitis paludica</i> (De Buen, 1930)	N			E	N	N	N		N	N	
<b>Homalopteridae</b>											
<i>Barbatula barbatula</i> (L., 1758)	N	N								N	
<b>Ictaluridae</b>											
<i>Ameletus melas</i> (Rafinesque, 1820)	E			E	E					E	E
<b>Siluridae</b>											
<i>Silurus glanis</i> L., 1758	E									E	
<b>Esocidae</b>											
<i>Esox lucius</i> L., 1758	E			E	E	E	E	E	E	E	E
<b>Salmonidae</b>											
<i>Hucho hucho</i> (L., 1758)	E			E							
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
<i>Salmo trutta</i> L., 1758	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>Salvelinus fontinalis</i> (Mitchell, 1814)	E			E	E					E	
<b>Cyprinodontidae</b>											
<i>Aphanius ibicus</i> (Valenciennes, 1846)	N					N	N	N	N	N	N
<i>Fundulus heteroclitus</i> (L., 1796)	E					E	E				
<i>Valencia hispanica</i> (Valenciennes, 1846)	N								N	N	
<b>Poeciliidae</b>											
<i>Gambusia holbrooki</i> (Agassiz, 1858)	E			E	E	E	E	E	E	E	E
<b>Atherinidae</b>											
<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810	N				N	N	N	N	N	N	N

Símbolos: N, nativo; E, exótico.  
 Círculos: NO, Noroeste; GA, Galicia; DU, Duero; TA, Tago; GN, Guadiana; GL, Guadalquivir; SU, Sur; EB, Ebro; PI, Pirineos orientales.  
 Fuente: Borjillo Elvira, 1985.

Tabla 1. Especies españolas de peces de agua dulce

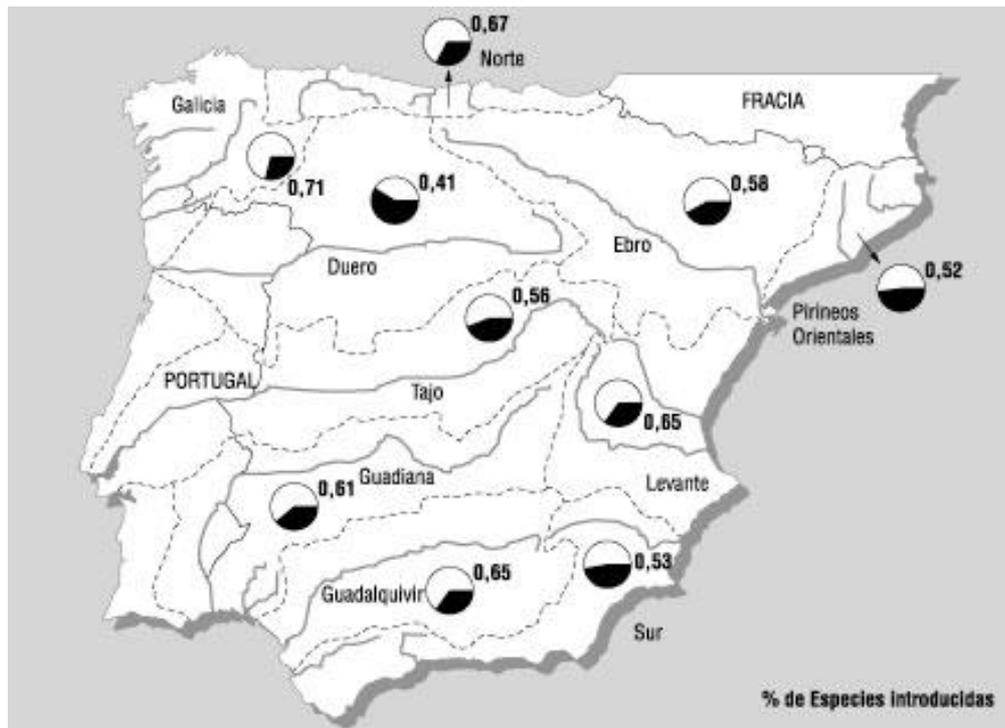


Fig. 12. Distribución de los porcentajes de especies introducidas por cada cuenca. Fuente: Benigno Elvira, 1995.

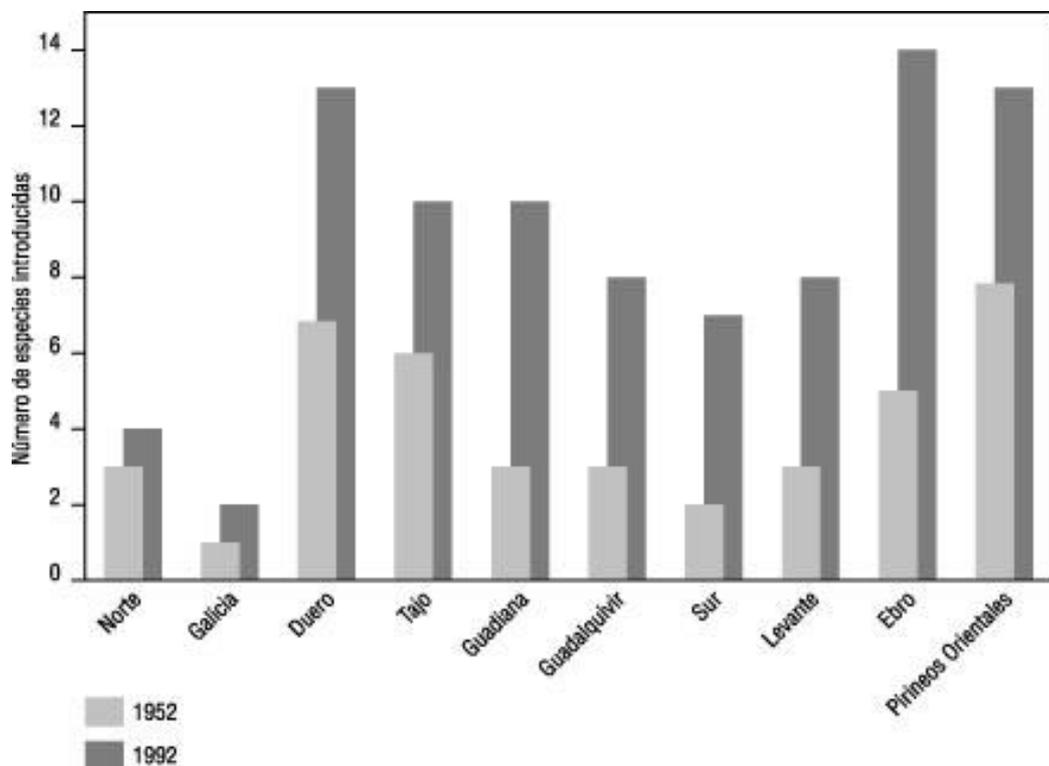


Fig. 13. Evolución de la introducción de nuevas especies en las cuencas. Años 1952 y 1992. Fuente: Benigno Elvira, 1995.

TABLA 2								
Lista de especies de peces endémicas en las aguas dulces españolas								
	Categoría IUCN <sup>1</sup>							
	Distribución geográfica <sup>2</sup>	ICONA (1986)	Bianco & González (1992)	Berna (1988) <sup>3</sup>	Esp. prot. (1990) <sup>4</sup>	Dir. Hab. (1992) <sup>5</sup>	Pesca (1985) <sup>6</sup>	Mercado (1989) <sup>7</sup>
<b>Ciupelidae</b>								
<i>Aloxa telax rhodanensis</i>	S,F)	V	V	III		II,V	•	
<b>Cyprinidae</b>								
<i>Anaocypris hispanica</i>	S,P	R	E	III	II	II,IV		
<i>Barbus bocagei</i>	S,P	NT	NT	III		V	•	•
<i>Barbus comiza</i>	S,P	NT	V	III		II,V	•	•
<i>Barbus graelii</i>	S		NT			V	•	
<i>Barbus guironis</i>	S		R			V	•	
<i>Barbus haasi</i>	S	NT	R			V	•	
<i>Barbus meridionalis</i>	S,F)	NT	V	III		II,V	•	
<i>Barbus microcephalus</i>	S,P	K	R	III		V	•	
<i>Barbus sclateri</i>	S,P		NT	III		V	•	
<i>Chondrostoma polylepis polylepis</i>	S,P	NT	NT	III		II	•	•
<i>Chondrostoma polylepis wilkomi</i>	S,P	NT	NT	III		II	•	•
<i>Chondrostoma toxostoma amegonis</i>	S	NT	R	III		II	•	•
<i>Chondrostoma toxostoma miegi</i>	S	NT	NT	III		II	•	•
<i>Chondrostoma toxostoma lunense</i>	S	NT	R	III		II	•	•
<i>Iberocypris palaciosi</i>	S	K	K		II	II		
<i>Leuciscus carolitanus</i>	S,P		R				•	
<i>Leuciscus pyrenaeicus</i>	S,P		NT	III			•	
<i>Rutilus arcasii</i>	S,P	NT	NT	III		II		
<i>Rutilus demrohgyi</i>	S,P	NT	R	III		II		
<i>Tropidophoxinellus albinoideus</i>	S,P	NT	NT	III		II		
<b>Cobitidae</b>								
<i>Cobitis casideroni</i>	S	K	V	III				
<i>Cobitis haasi</i>	S		K	III				
<i>Cobitis paludosa</i>	S,P		V	III				
<b>Cyprinodontidae</b>								
<i>Aphanius iberus</i>	S,P,A	E	E	III	I	II		
<i>Valencia hispanica</i>	S	E	E	II	I	II*,IV		
<b>Blenniidae</b>								
<i>Blennius fuscus</i>	Medit.	E	E	III	II			

<sup>1</sup>S: España; P: Portugal; F: Francia; I: Italia; A: Argelia.

<sup>2</sup>E: en peligro; V: vulnerable; R: rara; K: insuficientemente conocida; NT: no amenazada.

<sup>3</sup>Anexo a la Convención de Berna (I: Anexo II, "especies estrictamente protegidas"; II: Anexo II, "especies protegidas").

<sup>4</sup>Catálogo español de especies amenazadas (I: Anexo I, especies catalogadas "en peligro de extinción"; II: Anexo II, especies catalogadas "de especial interés").

<sup>5</sup>Directiva del Consejo de la CE sobre la Conservación de Hábitats Naturales (I: Anexo II, "especies de interés Comunitario cuya conservación requiere la designación de áreas especiales de conservación"; II: especies prioritarias indicadas en el Anexo II; Anexo IV, "especies de interés Comunitario con necesidad de protección estricta"; V: Anexo V, "especies de interés Comunitario cuya captura en la naturaleza y explotación pueden estar sujetas a medidas de control").

<sup>6</sup>Especies objeto de pesca en España.

<sup>7</sup>Especies comerciables en España.

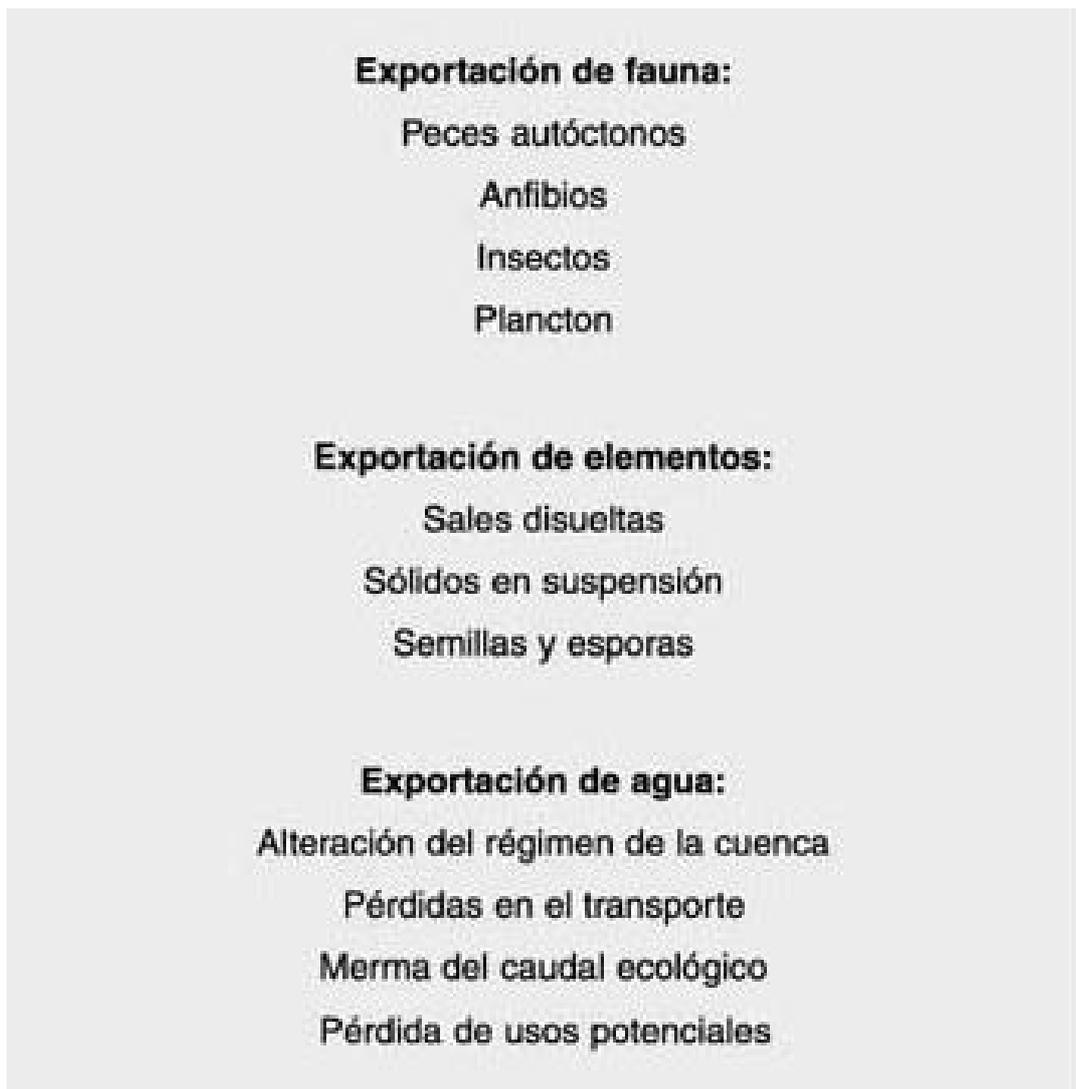
Fuente: Benigno Elena, 1996.

Tabla 2. Lista de especie de peces endémicas en las aguas dulces españolas

La introducción de una nueva especie de vertebrados en un río puede alterar profundamente el equilibrio de todo el ecosistema. Esta incidencia va siendo bien conocida en nuestros ríos, pues nuestros especialistas están comenzando a comprender las graves consecuencias ecológicas que tiene, para las comunidades de invertebrados y de microorganismos, la introducción de las especies de peces exóticas.

## EFFECTOS DE LOS TRASVASES

Hemos comenzado por definir las características ecológicas de un río, para advertir que se trata de algo más que de un mero flujo de agua. Desde este punto de vista, el trasvase de agua de una cuenca a otra significa el transporte del líquido, con todos los elementos que en él se encuentran, de un ecosistema concreto a otro diferente. Como ambos puntos geográficos pueden tener características pluviométricas, geológicas, edafológicas, térmicas, de humedad, ecológicas, etc. muy diferentes, la exportación/importación de este conjunto de elementos químicos y de estas especies de seres vivos, puede desequilibrar tanto el ecosistema donante como el receptor. En la figura 14 se esquematiza el conjunto de efectos previsibles en un trasvase.



**Fig. 14.** Efectos previsibles en un trasvase.

Por lo que se refiere a la fauna, el agua transporta adultos, jóvenes, larvas y huevos, de peces, anfibios, insectos y plancton. Es decir, que podemos estar introduciendo especies diferentes a las adaptadas evolutivamente a la cuenca receptora, con las consecuencias ecológicas que estos procesos pueden originar en sus nichos ecológicos naturales.

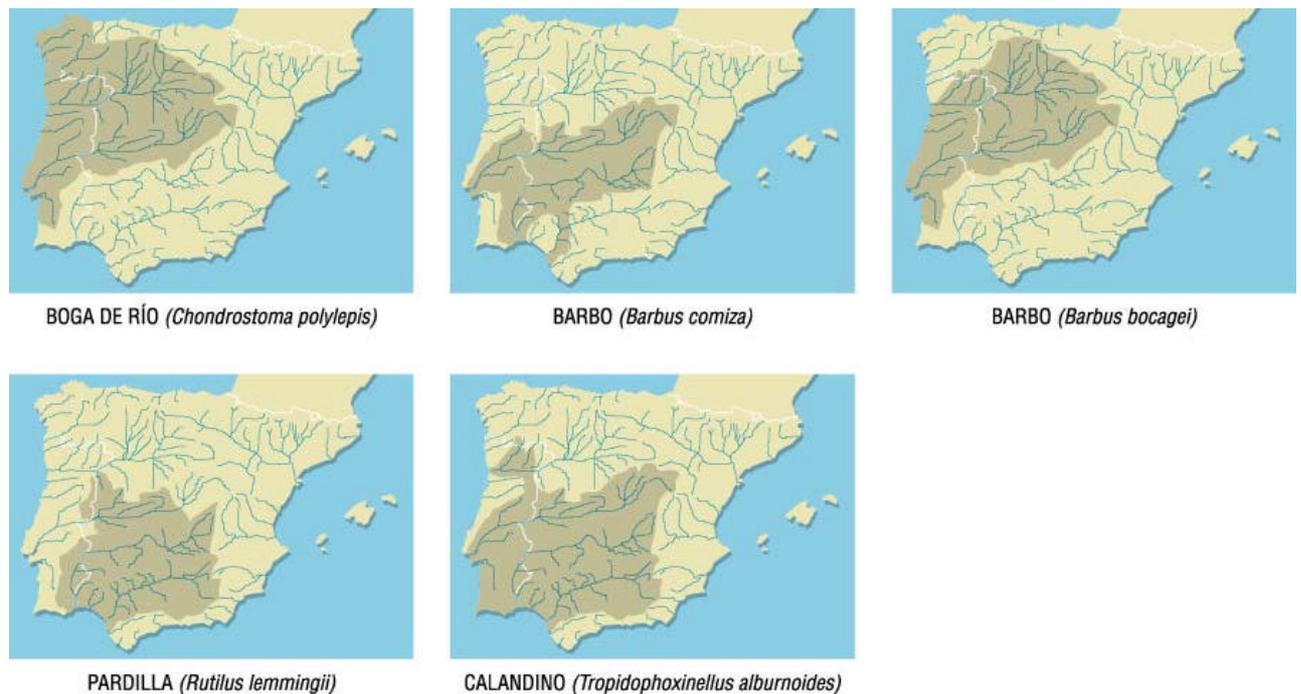
Otro tipo de exportación es la referida a las sales disueltas, los sólidos en suspensión y las semillas o esporas de microorganismos. Pueden cambiar las características fisicoquímicas del agua, los escalones primeros de las redes tróficas y las características de la vegetación.

Incluso hay que considerar que las características ecológicas de los ríos tienen un claro gradiente longitudinal, relacionado con sus diferentes tramos topográficos, y que la mezcla de aguas de tramos diferentes puede crear también problemas ecológicos de consideración.

Ciertamente hemos de reconocer que son muchos los factores y las relaciones ecológicas que desconocemos, pero por lo que vamos conociendo puede deducirse que la introducción de especies nuevas en un río puede ocasionar el colapso de su estructura biológica, por desplazamiento de sus especies autóctonas.

Tampoco podemos olvidar que el trasvase representa una alteración del ciclo del agua, una merma del caudal ecológico disponible, una pérdida de usos potenciales en la cuenca donante y que siempre estará relacionado con algunas pérdidas de agua en el transporte.

Supongamos que realizamos un hipotético trasvase de aguas entre algún punto del río Tajo y otro río del Levante español. Desde el punto de vista piscícola nos encontramos con que en el Tajo existen cinco especies de peces endémicas (véase la figura 15) cuya distribución afecta a varias de las cuencas de la Península, pero que no comprende las receptoras de este imaginario trasvase. Evidentemente, es previsible que entre las aguas trasvasadas viajen peces, alevines o huevos de estas especies y, por lo tanto, el trasvase realiza una introducción de "especies nuevas" en estos ecosistemas fluviales del Levante.



**Fig. 15.** Hipotético trasvase del Tajo a un río del Levante español. Distribución de especies de peces endémicas en el Tajo que no están presentes en las cuencas receptoras del trasvase.

¿Qué puede ocurrir? ¿Estamos ante una catástrofe ecológica similar a la producida al introducir el conejo en Australia o el cangrejo americano en Europa? Pues lo cierto es que no lo sabemos con seguridad; el problema es sumamente complejo y los datos procedentes de investigaciones científicas son escasos. Pero estamos comenzando a conocer las consecuencias de los desequilibrios ecológicos producidos por la introducción de especies exóticas en nuestros ríos y, por lo que sabemos, vamos produciendo una peligrosa simplificación de las cadenas tróficas, y ecológicas, que sólo puede conducir a una pérdida de estabilidad en los ecosistemas y a una extinción de las especies (pérdida del patrimonio genético), tanto de vertebrados como de invertebrados y microorganismos, que constituyen la base de las cadenas tróficas de los ecosistemas fluviales.

Naturalmente, pueden ocurrir varias cosas:

a. Que la especie que se "trasvasa" no encuentre condiciones favorables en el río receptor; entonces simplemente morirá en su nueva residencia y desaparecerá; si el "trasvase de individuos" no es tan elevado como para poner en peligro la población inicial del propio endemismo, no pasará nada.

b. Que la especie encuentre condiciones adecuadas en su nuevo hábitat y se reproduzca naturalmente. Las consecuencias dependen directamente de los nichos ecológicos que se vean afectados y de las interrelaciones entre el resto de especies; pero sin duda varias piezas del puzzle van a quedar sin hueco, y la gravedad del proceso dependerá de las características de las especies afectadas.

c. También puede ocurrir que, en cualquiera de los casos anteriores, los individuos sean portadores de enfermedades o parásitos; entonces las consecuencias pueden ser incluso mayores, pues los desequilibrios en el ecosistema pueden afectar más rápidamente a toda su estructura. Creo que no es necesario insistir en esta posibilidad.

Finalmente no podemos olvidar que el agua lleva infinidad de especies de animales de menor tamaño, desde microorganismos a insectos, que están sujetos a la misma problemática que hemos mencionado para los peces y que, por tanto, pueden producir fenómenos similares; desafortunadamente existe una notable diferencia: el número de especies de este minúsculo firmamento de seres vivos es desconocido y las combinaciones posibles de los desajustes teóricos son ilimitadas; en este contexto, en que no es posible realizar previsiones fiables, el "coeficiente de seguridad" y la "prudencia" deben ser mayores.

Y, naturalmente, por no ser el objeto de este artículo, no hemos entrado en los diversos problemas derivados de los impactos ambientales y sociales relacionados con todos los procesos ligados a la construcción de las correspondientes obras de infraestructura necesarias para materializar el propio trasvase. Es evidente que la construcción de canales, carreteras, acueductos, desmontes, terraplenes, rápidos, presas, azudes, tendidos eléctricos, etc., puede tener efectos importantes tanto ecológicos como paisajísticos y sociales.

## CONCLUSIONES

Como tantos procesos ligados al desarrollo de nuestra civilización y a la actividad de la técnica y la ingeniería, las razones fundamentales que justifican la ejecución de un proyecto técnico están en "la existencia de un problema" previo; a partir de aquí el ingeniero proyecta una obra que debe ser la mejor solución, técnica, social, económica y ecológica, de entre todas las posibles.

Pero parece claro que aun existiendo un problema, incluso un grave problema, pueden existir soluciones alternativas a la realización de una obra. Es decir, la obra es una alternativa más. Incluso parece razonable que el estudio de alternativas se realice por equipos multidisciplinares, requeridos cada vez con mayor frecuencia, a medida que aumentan su capacidad de alterar el medio ambiente las ciencias y la tecnología, y que a partir de aquél se marquen las líneas generales que deben presidir las siguientes decisiones y, en concreto, las características del proyecto de ingeniería.

La complejidad de los parámetros que entran en juego conduce, cada día más, a la imperiosa necesidad de realizar una planificación en conjunto con los sectores afectados de la propia Administración. Decisiones tomadas apresuradamente o prematuramente pueden polucionar socialmente procesos de modo innecesario. La participación social, la rigurosidad técnica y la colaboración administrativa, a todos los niveles, son los peldaños que forman la escalera que nos lleva a la solución del problema.

Trasvases sí o trasvases no, es un planteamiento pueril y desafortunado. Hay problemas, muchos, y para resolverlos estamos los técnicos. Quienes sólo conocen uno, por ejemplo la falta de agua de un regadío, encuentran soluciones fácilmente; pero la realidad es muy distinta; son muchos los problemas coincidentes y cuanto mejor los conocemos más difícil resulta encontrar alternativas viables.