



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

# Ríos de vida





# RÍOS DE VIDA

## *UN PROYECTO PARA CONOCER, AMAR Y CUIDAR NUESTROS RÍOS*

***Se ama aquello que se conoce***

**Leonardo da Vinci**

Pero... ¿de qué sirve si lo que conocemos no lo transmitimos a las nuevas generaciones?

***Ríos de Vida*** es una iniciativa promovida por un grupo de profesores de la Universidad de Granada a los que nos une la profunda convicción de que conservación y educación deben ir de la mano. Muchos de los ríos de nuestra geografía se encuentran entre los ecosistemas más amenazados y vulnerables por el cambio global. Con la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), profesores de Institutos de Educación Secundaria y de la Universidad de Granada han aunado esfuerzos para que los alumnos más jóvenes aprendan a evaluar el estado ecológico de los ríos siguiendo las directrices que marca la Directiva Marco de Agua de la Unión Europea. Con este proyecto pretendemos ilusionar y transmitir a los más jóvenes el amor a la naturaleza, sabedores de que “lo que uno ama en la infancia se queda en el corazón para siempre” (Jacques Rousseau).

## *EQUIPO DE TRABAJO*

El equipo de trabajo que ha elaborado este documento está formado por investigadores de los departamentos de Zoología, Ecología y Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada, docentes de Institutos de Educación Superior y profesionales cualificados de la empresa Biotecnología y Medio Ambiente S.L.

**Manuel Villar Arg aiz, Manuel Jesús López Rodríguez, Juan Manuel Medina-Sánchez, Eulogio Corral Arredondo, Juan Manuel González-Olalla, Presentación Carrillo, Regino Zamora, María Vilá Duplá**

Dpto. de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada

**José Manuel Tierno de Figueroa**

Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada

**Pablo Jáimez Cuéllar**

Biotecnología y Medioambiente S.L.

**Pedro Sánchez Castillo**

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada

**Antonio Jiménez**

Profesor de Educación Secundaria



**Pilar Jiménez Tejada**

**M<sup>a</sup> del Carmen Romero López**

**Sergio David Barón López**

**Gracia Fernández Ferrer**

Departamento de Ciencias Didáctica y Ciencias Experimentales, Universidad  
de Granada

## RIOS DE VIDA

**Financiación:** Fundación Española de Ciencia y Tecnología

**Como citar este documento:** Villar-Argaiz, M., M.J. López Rodríguez, J.M. Medina-Sánchez, E. Corral Arredondo, J.M. González-Olalla, P. Carrillo, R. Zamora, M. Vilá Duplá, J.M. Tierno de Figueroa, P. Jáimez Cuéllar, P. Sánchez Castillo, A. Jiménez, P. Jiménez Tejada, M.C. Romero López, S.D. Barón López, G. Fernández Ferrer. 2022. Ríos de Vida. Fundación Española de Ciencia y Tecnología y Universidad de Granada. 79 pp. I.S.B.N: 978-84-19214-05-8

**Depósito Legal:** GR/90-2022

**I.S.B.N.:** 978-84-19214-05-8

(versión digital en Digibug, UGR: <https://digibug.ugr.es>)

**Imprime:** Godel Impresiones Digitales S.L.



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Observatorio  
**Cambio Global**  
Sierra Nevada



**FECYT**  
I N N O V A C I Ó N

# Índice

1. INTRODUCCIÓN .....	9
1.1. Los ríos, sistemas dinámicos y complejos .....	9
1.2. Elementos del río .....	13
Componente abiótico .....	13
Componente biótico .....	17
1.3. Amenazas y conservación de los ríos .....	23
1.4. Legislación: Directiva Marco del Agua y estado ecológico .....	28
2. OBJETIVOS .....	29
3. PROTOCOLOS DE MUESTREO .....	31
3.1. Selección de los tramos de muestreo .....	31
3.2. Indicadores Hidromorfológicos: Índice de Hábitat Fluvial (IHF) .....	33
FICHA I. Evaluación del índice de hábitat fluvial (IHF). .....	34
3.3. Indicadores Físico-Químicos .....	37
FICHA II. Medidas físico-químicas de la calidad del agua. ....	39
3.4. Indicadores Biológicos .....	40
Muestreo de macroinvertebrados acuáticos .....	40
Muestreo de Escherichia coli y otras coliformes .....	43
FICHA III. Bacterias coliformes en el agua. ....	47
3.5. Presiones y alteraciones antrópicas .....	47
FICHA IV. Impactos y presiones antrópicas .....	49
4. CARACTERIZACIÓN DE ÍNDICES BIOLÓGICOS EN LABORATORIO .....	50
Protocolo IBMWP (Iberian Monitoring Working Party) .....	50
FICHA V. Cálculo del índice IBMWP. ....	51
5. EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL RÍO .....	54

Estado biológico: IBMWP.....	57
FICHA VI. Cálculo del estado biológico del índice IBMWP.....	59
Estado hidromorfológico: índice IHF.....	60
FICHA VII. Cálculo del estado hidromorfológico del indicador IHF....	61
Estado Físico-Químico.....	62
FICHA VIII. Cálculo del estado físico-químico .....	63
Cálculo del Estado Ecológico.....	64
<b>6. ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES ESPACIO-TEMPORALES EN EL ESTADO ECOLÓGICO DEL RÍO.....</b>	<b>65</b>
<b>7. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL RÍO Y PROPUESTAS DE RESTAURACIÓN.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO I. Puntuación ecológica de los taxones para el cálculo de IBMWP</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO II. Tipologías de ríos según las características.....</b>	<b>76</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>78</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Los ríos, sistemas dinámicos y complejos

En el ciclo hidrológico, el agua circula entre los distintos compartimentos de la [hidrosfera](#). La mayor parte del agua en la Tierra se encuentra en forma líquida bien como agua subterránea formando [acuíferos](#) o bien de forma superficial formando lagos y ríos y también mares y océanos. Todos aquellos medios acuáticos en los que el agua fluye a una cierta velocidad (tienen corriente) se conocen como [medios lóticos](#), en contraposición a los [medios lénticos](#), como lagos, lagunas o embalses. Dichos medios comprenden lo que conocemos como ríos, arroyos y [ramblas](#), entre otros, y son tremendamente dinámicos desde el punto de vista físico y biológico. La corriente es la principal fuerza moldeadora de estos ecosistemas, y condiciona el tipo de comunidades biológicas que nos podemos encontrar en estos ambientes.

La superficie del terreno cuya [escorrentía](#) o [drenaje superficial](#) fluye en su totalidad a través de esa red fluvial hacia su desembocadura en el mar o en un lago interior se conoce como cuenca fluvial o hidrográfica. Los medios fluviales poseen, además de la dimensión temporal, tres dimensiones espaciales principales: la longitudinal, la transversal y la vertical.

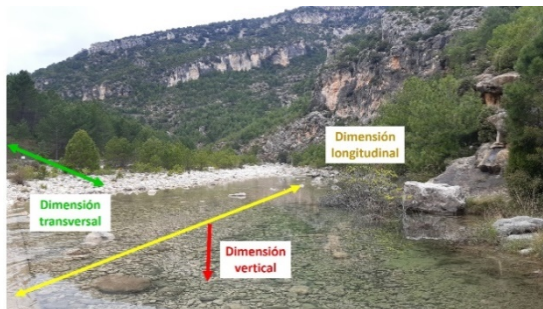
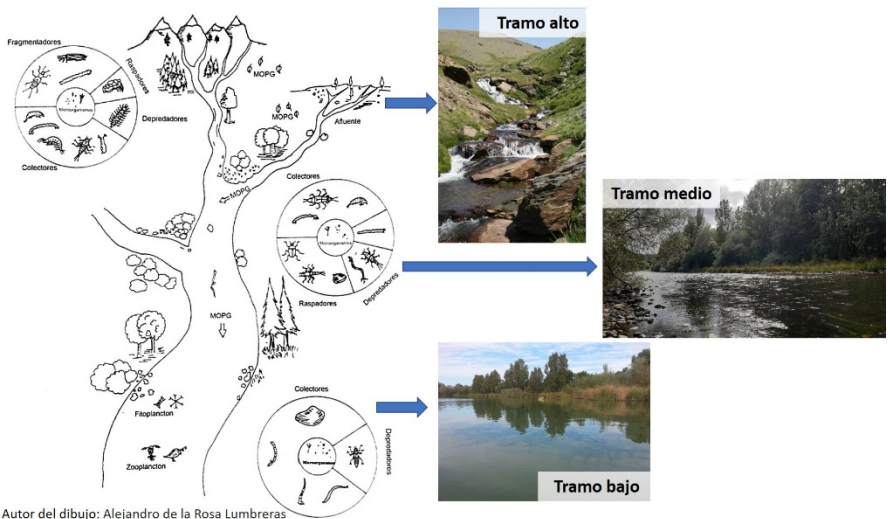


Figura 1. Dimensiones espaciales de un río (Fotografía de P. Jáimez Cuéllar).

**Dimensión longitudinal.** Tradicionalmente se han dividido tres zonas en los ríos: el tramo alto, caracterizado por una mayor velocidad del agua y mayor turbulencia, y en el que el proceso de erosión prima sobre el transporte y la sedimentación; el tramo medio, en el que el río gana anchura y profundidad progresivamente como resultado de la unión de varios afluentes en un eje principal, y en el que el transporte de materiales es más importante; y el tramo bajo, en el que el caudal de agua es mucho mayor, así como la profundidad y la anchura, y en el que priman los procesos de sedimentación. En muchos ecosistemas fluviales naturales existe una conectividad ininterrumpida entre los tres tramos. No obstante, en la actualidad casi todos se encuentran alterados por causas antrópicas, tales como diques, presas, encauzamientos, etc., lo que genera falta de conexión entre ciertas partes del río.



**Figura 2.** Tramos longitudinales de un río (Fotografías de P. Jáimez Cuellar y M. Villar Argai).

La **dimensión transversal** va de orilla a orilla, incluye la zona con agua y toda la alledaña a ambos lados en la que suele aparecer un bosque de ribera formado por especies generalmente adaptadas a condiciones cambiantes de aumento y disminución de caudal. El bosque de ribera es un componente importante de la mayoría de ecosistemas lóticos, pues provee a la comunidad fluvial de materia orgánica [alóctona](#) necesaria para sustentar la [red trófica](#) que en ella se desarrolla. Por último, en la **dimensión vertical** de los ríos podemos destacar la [zona intersticial](#) y la [zona hiporreica](#). La primera comprende los primeros centímetros del lecho, y es donde se encuentran la mayoría de los organismos bentónicos (asociados al sustrato) en los medios fluviales, sobre todo entre los huecos que dejan las partículas minerales. La segunda se encuentra a mayor profundidad y comprende la zona de transición entre las aguas subterráneas de los acuíferos y las de origen superficial. Es una zona tremendamente importante para el ecosistema en general, pues es utilizada como refugio por ciertos organismos y en ella tienen lugar muchos procesos biogeoquímicos relevantes.

**Actividad 1.** Cita cinco ciudades, cada una de un continente, que estén ubicadas al lado de algún río.

**Actividad 2.** Cita cinco ciudades españolas que estén ubicadas al lado de algún río.

**Actividad 3.** Enumera las utilidades de los ríos tanto para el ser humano como para otras especies.

**Actividad 4.** Indica ejemplos de actividades humanas que puedan generar problemas ambientales en los ríos.



## 1.2. Elementos del río

- **Componente abiótico**

Los componentes abióticos que mayor importancia tienen en un río son:

- El caudal, que se mide en  $m^3/s$  y varía a lo largo del curso del río, aumentando normalmente desde el nacimiento hasta la desembocadura.

La cantidad de agua que circula por el río también cambia a lo largo del año,



**Figura 3.** Río Trevélez, ejemplo de régimen pluvionival (Fotografía de J.M. Luzón-Ortega).

lo que se denomina el régimen hidrológico del río, que depende de las condiciones climáticas, sobre todo de las precipitaciones y de la temperatura. Así, en nuestras latitudes, los principales regímenes hidrológicos son los llamados pluvial, pluvionival y nivoglacial, dependiendo de la procedencia principal del agua que modifica los cauces.

- La corriente, o más concretamente la velocidad de la corriente, medida en  $m/s$ , que es un factor fundamental para la biota del río, permitiendo la vida a especies adaptadas a la corriente o dificultando la de otros organismos como el plancton que solo puede prosperar en aguas tranquilas.

- La composición química de las aguas de un río que depende principalmente de las sales minerales y otras sustancias que se van incorporando a partir de las rocas por las que discurre el río, o procedentes por arrastre desde la cuenca hidrológica. Sin embargo, también intervienen otros factores como la composición química del agua de las precipitaciones o la propia actividad química y biológica que tiene lugar en el río. Así mismo,

la actividad del ser humano en el río y su cuenca también origina alteraciones en la composición química del agua. Ligada a la concentración iónica del agua de un río está la conductividad o conductividad eléctrica específica, es decir la capacidad del agua de conducir electricidad y cuya unidad de medida son microSiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Las aguas que han disuelto gran cantidad de sales minerales presentarán valores de conductividad elevados y, por lo general, serán ricas en cationes y aniones. Si estos iones son de calcio y magnesio se dice que el agua es más dura lo que a su vez afectará a los organismos que habitan en el río.

- El pH, que es la medida de la acidez o de la alcalinidad de una solución (en este caso el agua del río), es también un parámetro muy importante en estos medios, pues afecta a muchos procesos biológicos llegando a provocar la muerte de muchos organismos cuando se trata de aguas muy ácidas. El pH, que carece de unidades, varía entre 0 y 14, pero la mayoría de los ríos tienen valores que oscilan entre 6,5 y 8,4.



La conductividad del agua afecta a la calidad del agua y organismos que viven en ella, que solo toleran un rango de valores de conductividad. Es uno de los criterios sanitarios que ha de controlarse en las aguas de consumo humano.

- Los nutrientes, sobre todo nitrógeno y fósforo, que son muy importantes en los medios fluviales, ya que su déficit limita la producción primaria. Por el contrario, un aumento importante de nutrientes causado por la actividad antrópica puede generar la eutrofización de las aguas y modificar su color a verde intenso. Esto puede conllevar un cambio brusco en la biota del río con efectos muy negativos sobre todo el ecosistema.

- El oxígeno, que es un elemento fundamental para la vida de la mayor parte de los organismos. Su presencia en el agua de un río procede principalmente de su difusión desde la atmósfera (su concentración es mayor en aguas frías y rápidas) y, generalmente en menor medida, de su producción en la fotosíntesis de los vegetales. La cantidad de oxígeno disuelto se mide en mg/l o en porcentaje de saturación. Procesos como la eutrofización antes referida pueden provocar bajadas considerables en la concentración de oxígeno.



**Figura 4.** Ejemplo de eutrofización de un río (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2022).

- La temperatura del agua, habitualmente medida en grados centígrados (°C) tiene una gran influencia sobre los ecosistemas fluviales, afectando a las reacciones químicas, al desarrollo y crecimiento de los organismos, etc., lo que condiciona la estructura y la composición de las comunidades biológicas. Además, la temperatura influye sobre la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua y a la viscosidad de la misma, afectando indirectamente a los organismos. La temperatura del agua depende fundamentalmente de la radiación solar recibida.

- La luz, que es imprescindible para que los vegetales puedan realizar la fotosíntesis y muy importante al condicionar el comportamiento de los animales. La profundidad del río y la turbidez de las aguas, junto con la cobertura de la vegetación ribereña, afectan a la cantidad de luz que puede llegar hasta el fondo del río.

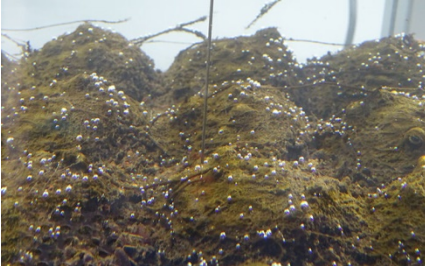
- Por último, otros factores como el tipo y heterogeneidad del substrato del lecho fluvial son también responsables en gran medida de las características de las comunidades que pueden asentarse en el río.

**Actividad 5.** ¿A qué puede deberse que la presencia de moluscos y crustáceos sea mayor en aguas más duras?

**Actividad 6.** ¿La eutrofización de un río puede afectar a factores como la luz y el pH? Razona tu respuesta

- **Componente biótico**

La biota de los ríos es la comunidad de organismos vivos que forman parte del ecosistema fluvial. Es muy compleja e incluye seres tan diversos como bacterias, algas, hongos, plantas y animales, entre otros. Forman parte de



**Figura 5.** Burbujas de oxígeno producidas por los organismos que forman el biofilm (Fotografía de Presens).

las [redes tróficas](#) de estos medios, y el correcto desarrollo de sus funciones permite el buen estado del ecosistema. Así, las bacterias y las arqueas (un grupo de organismos procariontas que antes se incluían entre las bacterias) pueden originar, junto con protistas, algas, hongos y otros organismos, la biopelícula (*biofilm*) que recubre las piedras del fondo del río y que son un elemento importante generando nutrientes (en el caso de su componente autótrofo, las algas) y aportando en su conjunto alimento a numerosos organismos. Los hongos resultan fundamentales ayudando a la descomposición de la hojarasca que cae, especialmente durante el otoño, en el lecho del río, y acondicionándola para su consumo por los animales. Algas, musgos y macrófitos, estos últimos constituidos por las plantas vasculares, son responsable junto a ciertas bacterias de realizar la fotosíntesis en los medios fluviales. Sin embargo, la mayor parte de la materia vegetal que llega hasta el río lo hace arrastrada de la cuenca fluvial o por caída directa de la vegetación de ribera. El grupo de los animales es el más diversificado en los ríos e incluye

las [redes tróficas](#) de estos medios, y el correcto desarrollo de sus funciones permite el buen estado del ecosistema. Así, las bacterias y las arqueas (un grupo de organismos procariontas que antes se incluían entre las bacterias) pueden originar, junto con protistas, algas, hongos y otros organismos, la biopelícula

(*biofilm*) que recubre las piedras del fondo del río y que son un elemento importante generando nutrientes (en el caso de su componente autótrofo, las algas) y aportando en su conjunto alimento a numerosos organismos. Los hongos resultan fundamentales ayudando a la descomposición de la hojarasca que cae, especialmente durante el otoño, en el lecho del río, y acondicionándola para su consumo por los animales. Algas, musgos y macrófitos, estos últimos constituidos por las plantas vasculares, son responsable junto a ciertas bacterias de realizar la fotosíntesis en los medios fluviales. Sin embargo, la mayor parte de la materia vegetal que llega hasta el río lo hace arrastrada de la cuenca fluvial o por caída directa de la vegetación de ribera. El grupo de los animales es el más diversificado en los ríos e incluye



**Figura 6.** Mirlo acuático (Fotografía de J.M. Tierno de Figueroa).

desde organismos diminutos que habitan entre los granos que componen el sustrato del lecho fluvial hasta numerosos invertebrados, peces e incluso otros vertebrados que, como el martín pescador y el mirlo acuático entre las aves o las nutrias entre los mamíferos, viven en tierra pero hallan su alimento en estos ambientes de agua dulce. Tradicionalmente, desde un punto de vista ecológico, se habla de:



**Figura 7.** Macroinvertebrados bentónicos (Fotografía de M. Villar Argai).

- *Organismos bentónicos*, los que viven en el fondo sobre el lecho fluvial o parcialmente enterrados (sanguijuelas, la mayoría de los insectos acuáticos, cangrejos, moluscos, algunos peces, algas, etc.).

- *Organismos nectónicos*, los que viven en la columna de agua desplazándose activamente, como las truchas y otros peces.



**Figura 8.** Trucha común (Fotografía de F. Böhringer, Wikipedia).



**Figura 9.** Pulga de agua (Fotografía de De MarekMiś, Wikipedia).

- *Organismos planctónicos*, aquellos que flotan en la masa de agua, como ocurre con las pulgas de agua, muchas bacterias y algas unicelulares. Estos organismos son más frecuentes en pozas y zonas donde la corriente de agua es menor.

-*Organismos neustónicos*, que viven sobre la superficie del agua en contacto con ella aprovechando la tensión superficial, como ocurre con vegetales neustónicos como las lentejas de agua, los zapateros que patinan sobre la superficie, o las larvas de mosquito que proyectan al exterior un pequeño tubo respiratorio y aparecen como suspendidas de la superficie.



**Figura 10.** Zapatero (Fotografía de C.C. Schnobby, Wikipedia).

Como cabe esperar, los organismos que habitan en los ríos son sensibles a las alteraciones antrópicas (contaminación, cambios en el caudal a consecuencia de la creación de diques, etc.) que pueden llegar a causar su desaparición. Esto, junto al hecho de que distintos individuos responden de distinta manera ante esas alteraciones (unos son más sensibles y desaparecen antes mientras que otros son más tolerantes y pueden resistir mejor) ha llevado a que distintos grupos de organismos vivos sean empleados como [bioindicadores](#) de la calidad ecológica de los ríos (aspecto que trataremos más adelante). A continuación, describiremos brevemente los organismos que habitualmente se utilizan para evaluar el estado ecológico de los ríos por su presencia habitual, por su fácil identificación, o por poseer diferente tolerancia frente a las alteraciones.



**Figura 11.** Diatomeas. (Fotografía de D. Fernández Moreno).

#### - Diatomeas

Constituyen uno de los grupos más importantes de algas de los medios fluviales. Son organismos unicelulares con un estuche de naturaleza silíceo (llamado frústulo) que los recubre y tienen un tamaño que oscila entre unas pocas micras hasta

más de medio milímetro y una forma generalmente alargada (en el caso de las especies de río). Cuando están más o menos aisladas, estas algas pasan desapercibidas a simple vista, pero cuando están presentes en elevada densidad suelen formar láminas resbalosas que recubren guijarros y cantos rodados del fondo del río.

### - Macrófitos

La presencia de plantas vasculares dentro del cauce del río suele ser mayor en los tramos intermedios, ya que en los de cabecera la velocidad de la corriente suele impedir que enraícen, mientras que en los tramos más bajos el agua es muy turbia (por los sedimentos transportados) y dificulta la fotosíntesis. Los macrófitos fluviales pueden no estar enraizados al fondo y ser flotantes (como las lentejas de agua) o estar sumergidos pero próximos a la superficie (muchas algas macroscópicas), pueden estar enraizados y ser flotantes (como los nenúfares), o pueden estar enraizados y emerger por encima de la superficie del agua (como los juncos y eneas).



**Figura 12.** Macrófitos fluviales. (Fotografía de M. Villar Argañiz).

### - Macroinvertebrados

Son un grupo muy heterogéneo, constituido por animales invertebrados principalmente bentónicos (aunque algunos son nectónicos o neustónicos) que presentan dimensiones, al final del desarrollo, superiores al milímetro y pueden ser atrapados con redes u otros utensilios con una luz de malla de 500 micras. Constituyen uno de los grupos más utilizados como indicadores



de calidad ecológica del agua. Entre ellos encontramos desde esponjas de agua dulce a los grandes cangrejos de río. Son especialmente frecuentes los



**Figura 13.** Larvas de quironómidos (dípteros), ejemplo de macroinvertebrado (Fotografía de J.M. Luzón-Ortega).

insectos acuáticos, muchos de ellos con juveniles (larvas o ninfas) acuáticas y adultos terrestres, como es el caso de las libélulas y caballitos del diablo (odonatos), las moscas de mayo (efemerópteros), las moscas de las piedras (plecópteros) o las frigáneas (tricópteros), mientras en otros casos los adultos también pueden ser acuáticos como en los escarabajos de agua

(coleópteros) o las chinches acuáticas (heterópteros). Además de los insectos acuáticos, son frecuentes en nuestros ríos sanguijuelas, planarias, lombrices de agua, almejas de río y pequeños caracoles. En los ríos de la península ibérica la comunidad de macroinvertebrados comprende muchas especies pertenecientes a más de 120 familias diferentes.



**Figura 14.** Caballito del diablo (Fotografía de M. Villar Argai).



**Figura 15.** Otros ejemplos de macroinvertebrados son A. Larva de tricóptero con su estuche (Fotografía de J.M. Luzón-Ortega) y B. Plecópteros o moscas de las piedras (Fotografía de R. Álvarez Troncoso).

### - Peces

Los peces son los principales vertebrados de los ríos de la península ibérica, donde se conocen más de 70 especies distintas y de las que unas 29 son endémicas, es decir, no existen de forma natural en otros lugares. Muchos de estos endemismos se encuentran amenazados de extinción y requieren medidas de protección. Además, desafortunadamente, un elevado porcentaje de las especies de peces que aparecen en nuestros ríos en la actualidad se corresponden a introducciones de especies exóticas (introducidas para la pesca, de modo accidental, etc.), lo que supone un grave daño a la biodiversidad autóctona y, en particular, a la fauna de peces original de nuestros ríos. Especialmente amenazados están también los peces migradores, tanto los que viven en el río y se desplazan al mar para reproducirse (como la anguila) como aquellos que desde el mar ascienden por los ríos para reproducirse (como el esturión o el salmón), lo que es debido principalmente a la construcción de diques y embalses que impiden sus desplazamientos y a la sobreexplotación pesquera.

### 1.3. Amenazas y conservación de los ríos

Es bien conocido que cualquier alteración que afecte a las características [abióticas](#) o [bióticas](#) de un río tendrá efectos en el funcionamiento ecológico del mismo. Muchos de los cambios que, de forma natural, han tenido y siguen teniendo lugar en los ríos, han permitido que las comunidades de organismos fluviales se hayan ido adaptando en mayor o menor medida. Sin embargo, muchas de las alteraciones están dañando gravemente a los ríos provocando la desaparición de especies y alterando los procesos ecológicos necesarios para su buen funcionamiento. A continuación, destacaremos algunas de las principales amenazas de origen antrópico (modificado de Tierno de Figueroa et al., 2007):

- **Contaminación por vertidos de compuestos orgánicos e inorgánicos.** El exceso de vertidos orgánicos, procedentes de núcleos urbanos o de la agricultura, puede causar la [eutrofización](#) del río, disminuyendo la concentración de oxígeno y provocando con ello la desaparición de muchos organismos fluviales.

La presencia de bacterias como *Escherichia coli* y otras coliformes es un indicador de que el agua está contaminada por heces de animales silvestres o domésticos incluyendo el hombre. Su presencia está asociada a



**Figura 16.** Contaminación del río por aguas residuales (Fotografía de P. Jáimez Cuéllar).

aguas residuales mal depuradas o residuos de origen animal y su ingestión puede suponer riesgos graves para la salud como infecciones del tracto digestivo urinario y respiratorio. Por ello, la detección de *E. coli* y bacterias coliformes es uno de los estándares más comunes para evaluar la calidad del agua para uso doméstico y el baño. La Organización Mundial de la Salud

(OMS) recomienda que el agua potable y para uso recreativo contenga menos de 1 [UFC/ml](#) de *E. coli* y bacterias coliformes.

Por su parte, los vertidos industriales producen envenenamiento (directamente o por [bioacumulación](#)) y dificultades respiratorias de los organismos. A estos vertidos habría que añadir los efectos contaminantes procedentes de alteraciones más globales como la lluvia ácida o de la contaminación atmosférica producida en áreas a veces muy distantes.

- **La creación de presas, canalizaciones, trasvases, centrales hidroeléctricas, etc.** causa el fraccionamiento de los ríos y la destrucción de parte de su biota.

- **La extracción de agua para consumo, regadío y turismo** en zonas donde esta es un recurso escaso alterando notablemente las características de los ríos.



**Figura 17.** A. Azud que deja seco el río (Fotografía de P. Jáimez Cuéllar). B. Toma de agua del Canal de la Espartera (Fotografía de M. Villar Argaiz).

- **La pesca o recolección excesiva en ríos** puede acabar con poblaciones enteras de ciertas especies modificando gravemente las redes tróficas fluviales.

- **La introducción voluntaria o involuntaria de especies alóctonas** (cangrejo rojo, mejillón cebra, gambusia, tortuga de Florida, caña, etc.) genera desequilibrios en las comunidades por depredación, competencia, transmisión de enfermedades o eliminación indirecta de las especies nativas.



**Figura 18.** Especie alóctona (caña) invadiendo la ribera (Fotografía de M. Villar Argai).

- **El encauzamiento** provoca la alteración hidrológica y morfológica del río. Estas alteraciones ocasionan que el río deje de fluir de manera natural y que su cauce se asemeje más a una canalización de agua que a un ecosistema fluvial con meandros, vegetación de ribera y llanuras de inundación.



**Figura 19.** Encauzamiento Río Genil a su paso por Granada (Fotografía de P. Jáimez Cuéllar).

- **Los incendios**, cada día más frecuentes, causan pérdida de vegetación de ribera, erosión, acumulación de sedimentos, disminución de la concentración de oxígeno, aumento de temperatura, etc. El mismo efecto producen en general los cambios de uso de suelo (deforestaciones,

urbanizaciones, etc.) y, en su conjunto, las actividades que se desarrollan en la cuenca vertiente y riberas.

- **El cambio climático global** provoca aumento en la temperatura media en muchos ríos de nuestras latitudes, cambios en los periodos de sequía y lluvias, e incremento en la intensidad de los eventos extremos, lo que altera forma drástica las características de los medios fluviales limitando el tiempo evolutivo necesario para que los organismos puedan adaptarse.

**Actividad 7.** Enumera cinco especies de peces exóticas que se pueden encontrar en los ríos de Granada o Andalucía.

**Actividad 8.** ¿Cómo puede afectar la canalización a un ecosistema fluvial?

**Actividad 9.** ¿Cómo puede afectar la construcción de presas o centrales hidroeléctricas a las especies que viven en los ríos? ¿Y los trasvases?

## 1.4. Legislación: Directiva Marco del Agua y estado ecológico

La Directiva Marco del Agua (DMA) de la Unión Europea se adoptó en el año 2000 con el objetivo de garantizar la protección del agua y se complementa con toda una serie de directivas específicas.

La principal novedad de la DMA es la introducción del concepto de “estado” de las masas de agua cuyo planteamiento de base es que el agua es un recurso imprescindible para las actividades humanas, pero también un elemento fundamental de los ecosistemas, de la conservación de la biodiversidad y de la regulación del clima.



### **Pero ¿qué se entiende por estado de una masa de agua?**

El estado de una masa de agua indica el grado de alteración que presenta con respecto a unas condiciones naturales inalteradas.

La DMA establece como prioridad que todas las masas de agua deben alcanzar un buen estado ecológico y químico. En **Ríos de Vida** se evaluará el estado ecológico de una masa de agua tipo río siguiendo los criterios de evaluación y los procedimientos oficiales que marca la DMA.



## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de RÍOS de VIDA consiste en **analizar las variaciones espacio-temporales del Estado Ecológico de un río** a través de la evaluación de sus características biológicas, físico-químicas e hidrológicas.

Para ello se realizará un estudio comparativo en cuatro tramos de un río a lo largo de su curso longitudinal en dos estaciones del año hidrológico (Figura 20). En este estudio se:

- aplicarán los protocolos oficiales empleados por la DMA para evaluar el estado y calidad de las aguas superficiales.
- analizarán las variaciones espacio-temporales en el Estado Ecológico del río.

Como objetivo secundario de RÍOS de VIDA se determinará la calidad del agua para **el consumo y baño**. Si bien existen multitud de parámetros de control de la calidad como olor, sabor, color, turbidez, conductividad, pH o amonio, en este estudio nos centraremos en la presencia de bacterias coliformes a partir de test bacteriológicos.

---

## *Hipótesis de partida*

---

- El Estado Ecológico del río, ¿será el mismo para todos los tramos? En el caso de que varíe, ¿qué tramo crees que tendrá el mejor Estado Ecológico y cuál el peor? Justifica tu hipótesis.
- El Estado Ecológico del río para un mismo tramo, ¿será diferente entre invierno y primavera?  
y, si es así, ¿en qué estación mostrará un estado más desfavorable? Justifica tu hipótesis.
- La presencia de coliformes, ¿será similar en todos los tramos del río?  
y, si no es así, ¿en qué tramos del río habrá más presencia de bacterias coliformes (*E. coli*)? Justifica tu hipótesis.

## **3. PROTOCOLOS DE MUESTREO**

### **3.1. Selección de los tramos de muestreo**

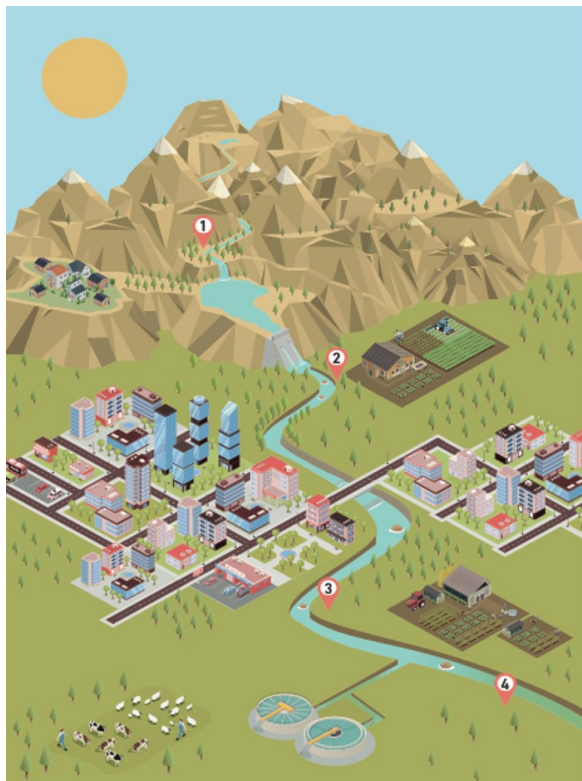
En este estudio se seleccionarán cuatro tramos de muestreo que nos permitirán evaluar las diferencias espaciales asociadas al gradiente altitudinal del río. Las características de cada tramo se ajustarán a los criterios de la figura 20.

Para cada uno de estos tramos, seleccionaremos un punto concreto del río que geolocalizaremos fijando su posición geográfica con ayuda de un GPS. El segmento de río que muestrearemos se extenderá 100 m a partir del punto geográfico seleccionado. Como norma general, se hará una descripción detallada del lugar del muestreo en la que se registrarán diferentes parámetros que nos permitan reproducir los muestreos en el futuro.

Utilizando las distintas fichas anotaremos la siguiente descripción detallada del lugar de muestreo:

- Localización
- Anchura y profundidad del río
- Tipo de sustrato
- Presencia de macrófitos
- Caracterización de la vegetación de ribera
- Presiones y alteraciones del río

Es conveniente hacer fotografías con el fin de identificar la localización exacta del tramo, sus características, así como de cualquier presión que nos permitan valorar y apoyar gráficamente los impactos de la actividad humana.



**Figura 20.** Características de los cuatro tramos de un río (Figura de M. Merino).

- 1 Tramo 1:** localizado por encima de todos los núcleos de población en el curso alto o superior del río. El aspecto del valle en este tramo es en forma de “V” y se caracteriza por presentar mayor pendiente y vegetación boscosa de ribera que cubre total o parcialmente el lecho del río.
- 2 Tramo 2:** localizado en el curso medio próximo a la baja montaña. El río en este tramo discurre por pendientes más suaves a menor velocidad, por lo que predomina el transporte sobre la acción erosiva. Por lo general, se localizará en un valle más abierto donde el río sufre un ensanchamiento y el caudal se encuentra afectado por la construcción de presas y acequias.
- 3 Tramo 3:** localizado en el curso medio próximo a la zona de llanura y en las proximidades de núcleos de población. El río discurre lento y es frecuente su encauzamiento artificial eliminando los meandros y las llanuras de inundación. Con frecuencia son tramos muy afectados por las actividades antrópicas asociadas a los núcleos de población y actividades industriales.
- 4 Tramo 4:** localizado en las zonas de llanura y por debajo de los núcleos de población. Generalmente atraviesan zonas fértiles conocidas como vegas que se utilizan para el cultivo de plantas de regadío aprovechando la fertilidad del suelo y la proximidad del agua. En estos tramos predomina la sedimentación sobre el transporte de materiales. Además, los caudales suelen estar muy alterados por la extracción de agua y se encuentran afectados por el vertido de las aguas procedentes de Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDAR).

### 3.2. Indicadores Hidromorfológicos: Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

La diversidad de hábitats se evalúa mediante el Índice de Hábitat Fluvial (Pardo et al., 2002). Para su cálculo es imprescindible observar y valorar siete parámetros del hábitat de río que nos permitirán completar cada uno de los apartados de la [FICHA I](#). El valor final de IHF se obtiene por la suma de las puntuaciones obtenidas para cada uno de los siete apartados.

Material necesario	
-Lápiz	<a href="#">-FICHA I</a>

## FICHA I. Evaluación del Índice de Hábitat Fluvial (IHF).

Evaluación del hábitat fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF		
Fecha:	Estación:	Operador

Bloque 1. Inclusión rápidos-sedimentación pozas		Puntuación	
Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0-30%	10	
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión >60%	5	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30-60%	0	
Sólo pozas	Sedimentación 0-30%	10	
	Sedimentación 30-60%	5	
	Sedimentación >60%	0	
		<b>Total</b>	

Bloque 2. Frecuencia de rápidos		Puntuación	
Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río <7		10	
Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7-15		8	
Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15-25		6	
Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos / anchura del río <25		4	
Solo pozas		2	
		<b>Total</b>	

<b>Bloque 3. Composición del sustrato</b>		<b>Puntuación</b>	
% Bloques y piedras	1-10%	2	
	>10%	5	
% Cantos y gravas	1-10%	2	
	>10%	5	
% Arena	1-10%	2	
	>10%	5	
% Limo y arcilla	1-10%	2	
	>10%	5	
		<b>Total</b>	

<b>Bloque 4. Regímenes de velocidad /profundidad</b>		<b>Puntuación</b>	
Somero: <0,5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero	10	
	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
Lento: <0,3 m	Sólo 2 de las 4	6	
	Sólo 1 de las cuatro	4	
		<b>Total</b>	

<b>Bloque 5. Porcentaje de sombra en el cauce</b>		<b>Puntuación</b>	
Sombreado con ventanas		10	
Totalmente en sombra		7	
Grandes claros		5	
Expuesto		3	
		<b>Total</b>	

<b>Bloque 6. Elementos heterogenicidad</b>		<b>Puntuación</b>	
Hojarasca	>10% ó <75%	4	
	<10% ó >75%	2	
Presencia de troncos y ramas		2	
Raíces expuestas		2	
Diques naturales		2	
		<b>Total</b>	

<b>Bloque 7. Cobertura de vegetación acuática</b>		<b>Puntuación</b>	
% Plocon + Briófitos	10-50%	10	
	<10% ó >50%	5	
% Pecton	10-50%	10	
	<10% ó >50%	5	
% Fanerógamas + Charales	10-50%	10	
	<10% ó >50%	5	
		<b>Total</b>	

**Puntuación final** (Suma las puntuaciones obtenidas para cada bloque)

La puntuación de casa uno de los bloques no puede exceder la expresada en la siguiente tabla:

Inclusión rápidos – sedimentación pozas	10
Frecuencia de rápidos	10
Composición de substrato	20
Régimen velocidad / profundidad	10
Porcentaje de sombra en el cauce	10
Elementos de heterogeneidad	10
Cobertura de vegetación acuática	30



### 3.3. Indicadores Físico-Químicos

Los parámetros físico-químicos del agua que vamos a medir se pueden dividir en 2 grupos, según la forma en la que se toman las medidas o las muestras:

- parámetros que se miden de forma directa con una *sonda multiparamétrica*: pH, concentración de oxígeno disuelto, temperatura, conductividad eléctrica, etc.
- parámetros que se miden a partir de muestras de agua del río que se analizan en el laboratorio o en el campo utilizando kits de medida *in situ*.



**Figura 21.** Ejemplo de muestreo con sonda multiparamétrica.

Material necesario		
-Botas de agua	-Guantes	-Etiquetas adhesivas
-Botes para tomar muestras de agua	-Sonda multiparamétrica	-Kits de medida de nutrientes <i>in situ</i>
-Rotulador	- Servilletas de papel	-Agua destilada
-Vaso de precipitado	<a href="#">-FICHA II</a>	

Para medir parámetros con una *sonda multiparamétrica* seguiremos los siguientes pasos:

1. Enciende la sonda y asegúrate de que los sensores estén limpios. Se procederá a la calibración de la sonda siguiendo las instrucciones que figuran en el manual y utilizando patrones estándar.
2. Selecciona el lugar del río donde se van a tomar las medidas. Debe ser una zona con corriente suave y suficientemente profunda para introducir el sensor y que éste no quede pegado al fondo. Es importante que sea un lugar donde no hayamos provocado ninguna alteración (enturbiado al pisar, por ejemplo).
3. Introduce el sensor en el agua y deja transcurrir unos segundos hasta conseguir que las medidas se estabilicen.
4. Anota los valores en la [FICHA II](#).

Los macronutrientes principales (fosfatos, nitratos, amonio) se medirán utilizando kits de análisis químicos *in situ*. Para ello,

- Recoge una muestra de agua en un vaso de precipitado de 500 ml de una zona próxima a donde se llevaron a cabo las determinaciones con la sonda multiparamétrica.
- Sigue las instrucciones del kit de nutrientes para determinar la concentración de los macronutrientes.

## FICHA II. Medidas físico-químicas de la calidad del agua.

<b>Indicadores físico-químicos</b>		
NOMBRE DE LA MASA DE AGUA:	TIPO DE LA MASA DE AGUA:	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO:
Fecha:	Muestreador:	
Coordenadas del punto de muestreo	Observaciones:	
X:		
Y:		
Huso:		
<b>Características físico-químicas</b>		
pH		
Temperatura (°C)		
Conductividad (μS/cm)		
Oxígeno disuelto (mg/l)		
Oxígeno (% saturación)		
<b>Parámetros analizados <i>in situ</i></b>		
Amonio (mg/l)		
Nitratos (mg/l)		
Fosfatos (mg/l)		

### 3.4. Indicadores Biológicos

#### Muestreo de macroinvertebrados acuáticos

Material necesario		
-Botas de agua	-Guantes	-Etiquetas
-Red de 500 micras de luz de malla	-Batea blanca de plástico	-Viales herméticos
-Alcohol	-Lápiz	-Fichas de campo

Para tomar muestras de macroinvertebrados acuáticos en el campo se deben seguir los siguientes pasos:

1. Desde la orilla identifica los distintos hábitats que existen en el tramo del río (Pozas, rápidos, orillas, troncos, hojarasca, vegetación sumergida...). Este aspecto es importante ya que cada tipo de hábitat presentará una comunidad diferente de animales.
2. Trasládate a la parte baja del tramo, donde nos introduciremos en el río para iniciar el muestreo. Siempre hay que tomar las muestras desde aguas abajo hacia aguas arriba para evitar que los animales detecten la perturbación que estamos provocando y se marchen dejándose arrastrar por la corriente.
3. Apoya la red de 500 micras en el fondo del río y remueve el sustrato de aguas arriba de la red con la mano o con el pie para que la corriente arrastre a los macroinvertebrados a su interior. En cada

una de estas redadas, a las que llamaremos “kick” (del inglés patada) removeremos el medio por encima de nuestra red.



4. Se recogerán 20 redes “kicks” repartidas de forma equitativa por los diferentes hábitats identificados en el tramo del río. Enjuaga el contenido de la red dentro del río para eliminar el fango y materiales de menos de 500 micras y quédate con una muestra lo más limpia posible que te permita observar adecuadamente las capturas. Una vez bien limpia, deposita el contenido de la red en una batea blanca de plástico con un poco de agua. Transcurridos unos segundos, podrás observar pequeños macroinvertebrados moviéndose.

5. Con ayuda de unas pinzas, captura varios ejemplares de cada uno de los distintos tipos de macroinvertebrados que observas, introduciéndolos en un vial hermético con alcohol de 70°.



6. Es importante etiquetar correctamente este bote: se introduce una etiqueta de papel escrita a lápiz (¡el boli se borraría en contacto con el alcohol!) donde aparezca el lugar, fecha y nombre de la persona que tomó la muestra.

Las muestras serán trasladadas al laboratorio para la correcta identificación de los macroinvertebrados con la ayuda de lupas y claves dicotómicas. Los datos obtenidos te permitirán calcular los índices bióticos que contribuirán a definir el estado ecológico del río.

## Muestreo de *Escherichia coli* y otras coliformes

La detección de estos microorganismos se realiza mediante un bioensayo (con el kit AquaVial™) que funciona como un test indicador visual rápido de

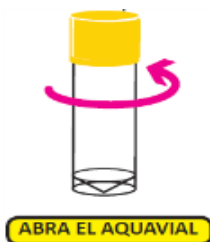


la calidad del agua. La presencia de estos microorganismos se indica mediante un cambio de color en la muestra de agua cuando se incuba en el vial de detección. El cambio de color se produce porque el vial de detección contiene un tinte que cambia su color de amarillo a morado en presencia de la enzima glucosidasa, producida por

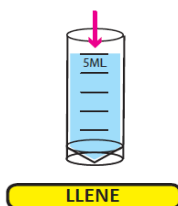
todas las bacterias coliformes, cuando estos microorganismos están presentes en el agua de la muestra.

### Procedimiento

1. Abre la tapa amarilla girando en sentido antihorario para abrir el AquaVial™



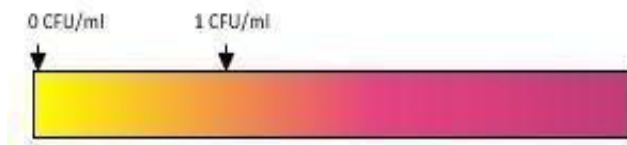
2. Llena el AquaVial™ con agua de muestra. La muestra de agua no debe exceder la línea de llenado de 5 ml. Gira la tapa amarilla en el sentido de las agujas del reloj para cerrar el vial. No dejes el frasco abierto.



3. Agita bien el frasco para disolver en el agua el medio seco depositado en las paredes laterales del frasco. Toma una foto del frasco sobre un fondo blanco.

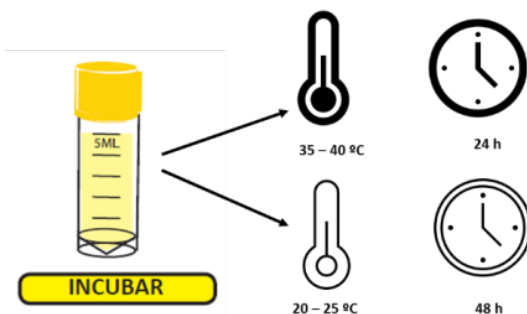


4. Incuba el vial colocándolo en una posición vertical a 35-40°C durante 24 horas o bien a 20-25°C durante 48 horas





5. Compara el color del contenido del vial con el diagrama de color:



6. Diagrama de color para la lectura de concentración de bacterias:



7. Anota los resultados en la [FICHA III](#).
8. Interpreta los resultados: recuerda que el cambio de color de amarillo a naranja o violeta indica la presencia de coliformes.



**Importante:** Cualquier cambio de color después de 48 horas debe descartarse. La prueba es altamente sensible e incluso las bacterias muertas (no dañinas) pueden cambiar el color de la solución transcurridas 48 horas.

**¡¡Precaución!! No entres en contacto, ingieras o te bañes con esta agua.**

### FICHA III. Bacterias coliformes en el agua.

<b>E. coli y otras bacterias coliformes</b>		
NOMBRE DE LA MASA DE AGUA:	TIPO DE LA MASA DE AGUA:	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO:
Fecha:	Muestreador:	
Coordenadas del punto de muestreo	Observaciones:	
X:		
Y:		
Huso:		
<b>Bacterias coliformes</b>		
0 CFU/ml		
1 CFU/ml		
> 1 CFU/ml		

Textos e ilustraciones adaptados de Aquabsafe (2021). Kit AquaVial™ para detección de coliformes en aguas (<https://www.aquabsafe.com/collections>)

### 3.5. Presiones y alteraciones antrópicas

Tradicionalmente los ríos y su entorno han sido lugares donde se ha establecido el ser humano a lo largo de la historia ya que nos abastecen de agua, de alimento, sirven de vías para el transporte, de sus riberas se obtiene madera, cerca de ellos se sitúan muchos campos de cultivo, etc.

En general, se considera como presión de las masas de agua cualquier actividad humana que genere un impacto negativo sobre el estado del agua.

Muchas de estas presiones son fáciles de detectar a simple vista y suelen ser consecuencia de la actividad humana como vertidos de aguas residuales o de basuras, los encauzamientos, las talas de la vegetación de la ribera, las extracciones de agua, las presas o azudes, etc. Las fuentes de contaminación pueden ser “puntuales” cuando existe un punto de emisión concreto o “difusas”. En estas últimas, más difícil de identificar, existen múltiples puntos dispersos o amplias superficies que provocan la contaminación y que, generalmente, están asociadas a la aplicación de fertilizantes en agricultura o actividades industriales y vertederos.

El objetivo de la siguiente ficha consiste en identificar las presiones que la actividad humana ejerce sobre nuestros ríos, poniendo en riesgo el estado ecológico del sistema.

- Observa detenidamente el río y su entorno.
- Rellena la [FICHA IV](#) identificando las principales presiones que hayas observado en el tramo muestreado.
- Califica el grado de importancia de dichas presiones como *Graves*, *Moderadas* o *Leves*.

## FICHA IV. Impactos y presiones antrópicas

Datos identificativos del muestreo		
NOMBRE DE LA MASA DE AGUA:	TIPO DE LA MASA DE AGUA:	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO:
Fecha:	Muestreador:	
Coordenadas del punto de muestreo	Observaciones:	
X:		
Y:		
Huso:		
Presiones	Marca con X	Importancia
Contaminación puntual		
Contaminación difusa		
Extracciones de agua		
Regulación agua (dique, presas)		
Alteraciones morfológicas (azudes, canalizaciones, extracción áridos)		
Especies invasoras		
Uso del suelo (deforestación, incendios, ocupación margen río, urbanización, infraestructuras, etc.)		

## 4. CARACTERIZACIÓN DE ÍNDICES BIOLÓGICOS EN LABORATORIO

### Protocolo IBMWP (Iberian Monitoring Working Party)

Material necesario laboratorio:		
-Pinzas	-Viales herméticos	-Alcohol 70°
-Etiquetas	-Lápiz	-Lupa binocular
-Placas de Petri	-Claves de identificación	- <a href="#">FICHA V</a> para anotar las identificaciones y calcular el índice IBMWP

Para calcular el índice de macroinvertebrados IBMWP sigue las siguientes indicaciones:

1. Extiende la muestra con los animales en una placa de Petri con alcohol.
2. Utiliza la lupa binocular y las claves de identificación para identificar el grupo taxonómico a nivel de familia al que pertenece el animal.
3. Anota en la [FICHA V](#) todos los macroinvertebrados diferentes que observes y asigna una puntuación ecológica a cada uno de ellos según su grado de tolerancia a la eutrofización tal y como se recoge en el [ANEXO I](#).
4. Calcula finalmente el índice IBMWP a través de la suma de todas las puntuaciones ecológicas.

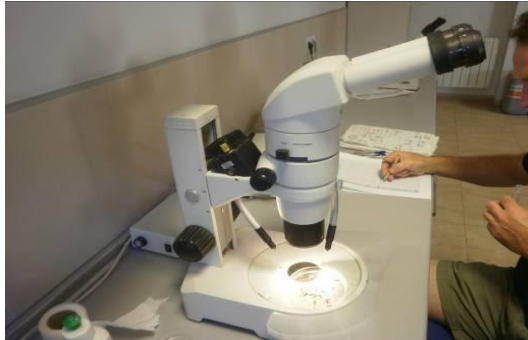
## FICHA V. Cálculo del índice IBMWP.

Índice IBMWP		
Fecha:	Nombre del río:	Coordenadas:
Código Estación de muestreo:		Tipología:
Número	Grupo taxonómico	Puntuación ecológica (ANEXO I)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		

17.		
18.		
19.		
20.		
21.		
22.		
23.		
24.		
25.		
26.		
27.		
28.		
29.		
30.		
31.		
32.		
33.		
34.		
35.		
36.		
37.		
38.		
39.		
40.		
<b>IBMWP Ecológicas</b>	<b>=</b>	<b><math>\Sigma</math> Puntuaciones</b>



5. En el apartado 6 compararemos el índice IBMWP observado con un valor de referencia para una comunidad de macroinvertebrados en estado óptimo. Dicha comparación permitirá establecer el estado ecológico de la masa de agua.



## 5. EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL RÍO

Para diagnosticar el estado final de una masa de agua tipo río es imprescindible evaluar el estado ecológico, que a su vez se establece según un conjunto de indicadores biológicos, físico-químicos e hidrológicos.

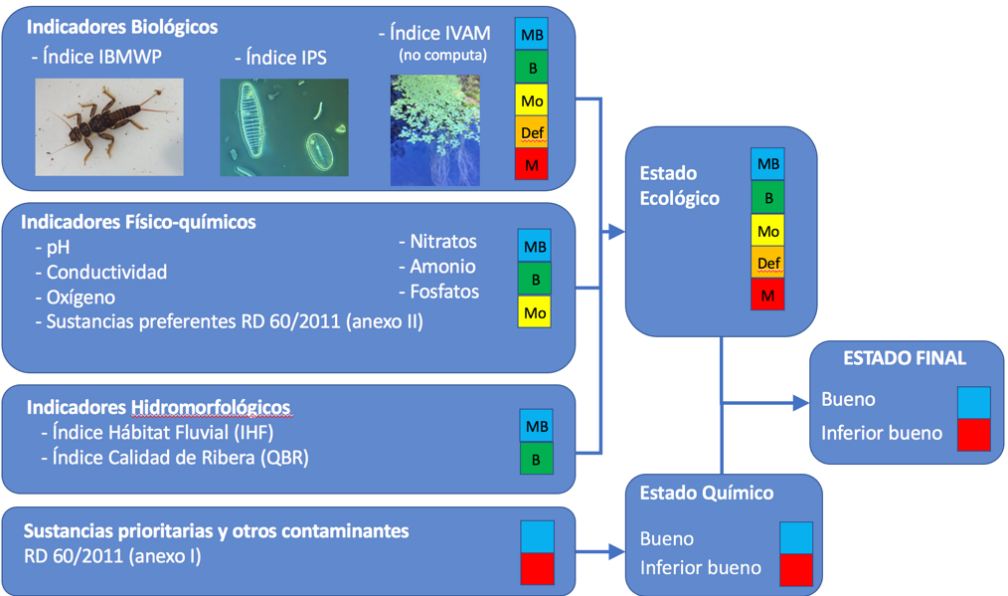
Cada uno de estos indicadores permite evaluar el estado específico de la masa de agua (biológico, físico-químico e hidrológico) a partir del *Ecological Quality Ratio* (EQR). El EQR, cuya puntuación varía entre 0 y 1, se calcula atendiendo a la ecuación:

$$\text{EQR} = \text{Valor observado} / \text{Valor esperado o de referencia}$$

donde los **valores observados** serán aquellos recogidos en este estudio y los **valores esperados** constituirán los valores de referencia establecidos por la DMA para cada uno de los indicadores y ecotipos de río en condiciones inalteradas (ver tipologías de ríos Españoles en la DMA; [ANEXO II](#)).

Así pues, el EQR nos permite clasificar el estado ecológico de una masa de agua en función del grado de alteración con respecto a condiciones de referencia no alteradas. Así, cuando existen grandes diferencias entre las condiciones observadas y las de referencia, el sistema tendrá un estado malo o muy malo (EQR≈0), mientras que las masas de agua estarán en estado bueno o muy bueno en caso contrario (EQR≈1). Teniendo en cuenta el valor EQR y los límites de cambio de clase de estado para el tipo de indicador, se establecen cinco clases de estado:

Muy Bueno	MB
Bueno	B
Moderado	Mo
Deficiente	Def
Malo	M



**!** Una vez calculados las distintas clases de estado para cada uno de los indicadores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos, se determinará el Estado Ecológico de la masa de agua a partir del peor estado de todos ellos.

Por otra parte, el estado químico evalúa los contaminantes de acuerdo a las normas de calidad ambiental establecidas por las normas comunitarias (Directiva 2008/105/CE), etc.

Finalmente, una masa de agua superficial estará en buen Estado Final cuando su estado ecológico y químico sea, al menos, buenos en ambos casos. Aunque en la mayoría de las ocasiones se incumple, la DMA contempla que se implementen todas las medidas de protección o restauración necesarias para asegurar que se alcance el buen estado final de todas las masas de agua.

## Estado Biológico: IBMWP

Una vez obtenido el índice IBMWP (valor observado) podemos calcular el estado biológico atendiendo al criterio IBMWP. Para ello:

1. Identifica el tipo de río de acuerdo a sus características (ver [ANEXO II](#)).
2. Consulta la Tabla 1 para establecer los valores de referencia del tipo de río.

**Tabla 1.** Valores de referencia para el índice IBMWP y valores para el cambio de clase de calidad.

TIPOLOGÍA	Referencia IBMWP	MB	B	Mo	Def	M
R-T01	124	≥109	108-66	65-38	37-16	<16
R-T02	90	≥80	79-49	48-29	28-12	<12
R-T03	136	≥103	102-63	62-37	36-16	<16
R-T04	123	≥92	91-57	56-33	32-14	<14
R-T05	123	≥109	108-66	65-39	38-16	<16
R-T06	90	≥72	71-44	43-26	25-11	<11
R-T07	101	≥83	82-52	51-30	29-13	<13
R-T08	159	≥99	98-60	59-35	34-14	<14
R-T09	189	≥159	158-96	95-57	56-25	<25
R-T10	141	≥99	98-61	60-35	34-16	<16
R-T11	193	≥158	157-97	96-58	57-23	<23
R-T12	186	≥153	152-93	92-56	55-22	<22

R-T13	89	≥83	82-51	50-30	29-13	<13
R-T14	100	≥95	94-58	57-34	33-14	<14
R-T15	172	≥119	118-72	71-41	40-17	<17
R-T16	136	≥117	116-71	70-42	41-18	<18
R-T17	107	≥85	84-51	50-30	29-16	<16
R-T17bis	189	≥159	158-96	95-57	56-25	<25
R-T18	78	≥64	63-39	38-23	22-10	<10
R-T20	223	≥129	128-78	77-47	46-20	<20
R-T21	234	≥213	212-129	128-75	74-33	<33
R-T22	202	≥172	171-103	102-63	62-26	<26
R-T23	195	≥148	147-92	91-55	54-21	<21
R-T24	207	≥186	185-114	113-66	65-29	<29
R-T25	217	≥154	153-95	94-56	55-24	<24
R-T26	204	≥180	179-108	107-63	62-27	<27
R-T27	168	≥146	145-89	88-54	53-22	<22
R-T28	256	≥230	229-141	140-82	81-36	<36
R-T29	180	≥160	159-97	96-58	57-23	<23
R-T30	225	≥180	179-110	109-65	64-27	<27
R-T31	248	≥228	227-139	138-82	81-35	<35
R-T32	194	≥180	179-111	110-66	65-27	<27

-Calcula el estado biológico del río para el indicador IBMWP utilizando la [FICHA VI](#).

## FICHA VI. Cálculo del estado biológico del índice IBMWP.

Índice IBMWP							
Fecha:	Nombre del río:	Coordenadas:	Código Estación de muestreo:	Tipología:			
			<i>Límites de Cambio de Clase de Estado</i>				
Valor Observado	Valor de Referencia	EQR	MB	B	Mo	Def	M
<b>Clase de Estado:</b>							

## Estado Hidromorfológico: índice IHF

Una vez rellena la ficha de campo del índice IHF debemos sumar las puntuaciones parciales de cada uno de los apartados para calcular el índice IHF. En el caso de los indicadores hidromorfológicos solamente se contemplan 2 clases de Estado: Muy Bueno y Bueno.

Al igual que para el resto de indicadores, IHF posee unos valores de referencia y límites de corte entre clases de estado que son específicos y dependen del tipo de río tal y como se especifica en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Valores de referencia para el índice IHF y EQRs para el cambio de clase de calidad. Nd: No definido.

TIPOLOGÍA	Referencia IHF	MB	B	TIPOLOGÍA	Referencia IHF	MB	B
R-T01	61,5	≥0,91	<0,91	R-T17	Nd	Nd	Nd
R-T02	Nd	Nd	Nd	R-T17bis	Nd	Nd	Nd
R-T03	71	≥0,89	<0,89	R-T18	Nd	Nd	Nd
R-T04	Nd	Nd	Nd	R-T20	Nd	Nd	Nd
R-T05	Nd	Nd	Nd	R-T21	Nd	Nd	Nd
R-T06	75	≥0,89	<0,89	R-T22	Nd	Nd	Nd
R-T07	Nd	Nd	Nd	R-T23	Nd	Nd	Nd
R-T08	73	≥0,93	<0,93	R-T24	78	≥0,78	<0,78
R-T09	77	≥0,95	<0,95	R-T25	Nd	Nd	Nd
R-T10	Nd	Nd	Nd	R-T26	63,5	≥0,9	<0,9
R-T11	72	≥0,92	<0,92	R-T27	72	≥0,95	<0,95
R-T12	74	≥0,81	<0,81	R-T28	Nd	Nd	Nd
R-T13	Nd	Nd	Nd	R-T29	Nd	Nd	Nd
R-T14	Nd	Nd	Nd	R-T30	Nd	Nd	Nd
R-T15	Nd	Nd	Nd	R-T31	Nd	Nd	Nd
R-T16	Nd	Nd	Nd	R-T32	Nd	Nd	Nd



## FICHA VII. Cálculo del estado hidromorfológico del indicador IHF

Indicador IHF				
Fecha:	Nombre del río:	Coordenadas:	Código Estación de muestreo:	Tipología:
			<i>Límites de Cambio de Clase de Estado</i>	
<b>Valor Observado</b>	<b>Valor de Referencia</b>	<b>EQR</b>	<b>MB</b>	<b>B</b>
<b>Clase de Estado:</b>				

## Estado Físico-Químico

Una vez registrados los valores de la sonda multiparamétrica y los nutrientes debemos determinar el estado físico-químico del tramo muestreado. A diferencia del resto de indicadores, el Real Decreto 817/2015 no proporciona valores de referencia. Por el contrario se proponen unas concentraciones límite que son comunes para todas las tipologías de ríos (Tabla 3). Solamente se contemplan 3 clases de Estado: Muy Bueno (MB), Bueno (B) y Moderado (M).

**Tabla 3.** Límites de corte entre las distintas clases de calidad para los indicadores Físico-Químicos. Válidos para todas las tipologías de ríos.

Parámetro	MB/B	B/M
Oxígeno (mg/l)	-	5
Saturación de Oxígeno (%)	70-100	60-120
pH (unidades)	6,5-8,7	6-9
Amonio (mg/l)	0,2	0,6
Nitratos (mg/l)	10	25
Fosfatos (mg/l)	0,2	0,4

- Calcula el estado físico-químico del río utilizando la [FICHA VIII](#). Recuerda que el valor del estado físico-químico será el peor valor obtenido para todos los parámetros medidos.

## FICHA VIII. Cálculo del estado físico-químico

Estado físico-químico				
Fecha:	Nombre del río:	Código Estación de muestreo:	Tipología:	
Parámetro	MB/B	B/M	Valor medido (mg/L)	Clase de Estado
Oxígeno (mg/l)	-	5		
Oxígeno (% saturación)	70-100	60-120		
pH (unidades)	6,5-8,7	6-9		
Amonio (mg/l)	0,2	0,6		
Nitratos (mg/l)	10	25		
Fosfatos (mg/l)	0,2	0,4		
			<b>Valor Global</b>	

## Cálculo del Estado Ecológico

Completa la tabla y señala en la tabla el valor de cada indicador para obtener el Estado Ecológico del tramo del río.



**Recuerda:** El Estado Ecológico del tramo de río evaluado es el resultado de integrar los resultados del estado de cada uno de los indicadores Biológicos, Hidromorfológicos y Físico-Químicos, y se corresponderá con el peor estado de todos los indicadores medidos.

Ficha para el cálculo del Estado Ecológico										
Nombre del río:					Código Estación de muestreo:			Fecha:		Tipología:
Indicadores biológicos					Indicadores hidromorfológicos			Indicadores físico-químicos		
MB	B	Mo	Def	M	MB	B	MB	B	Mo	
Estado ecológico										

## 6. ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES ESPACIO-TEMPORALES EN EL ESTADO ECOLÓGICO DEL RÍO

Recuerda que el objetivo principal de RÍOS de VIDA consiste en **analizar las variaciones espacio-temporales del Estado Ecológico** de un río a través de la evaluación de sus características biológicas, físico-químicas e hidrológicas.

Para alcanzar este objetivo se han muestreado cuatro tramos a lo largo del curso longitudinal de un río en dos estaciones del ciclo hidrológico (invierno y primavera).

### ¡Es hora de poner los resultados en común!

A partir del estudio biológico, físico-químico e hidrológico,

1. Representa el Estado Ecológico del tramo de río muestreado para cada una de las dos estaciones.
2. Utiliza los datos de los otros grupos de trabajo y completa el mapa para el resto de tramos y estaciones.
3. Teniendo en cuenta las hipótesis iniciales, discute cómo varía el Estado Ecológico del río a lo largo de su curso longitudinal y entre estaciones.



**Tramo ①**

Indicadores		MB	B	MO	DEF	M	Estado ecológico
Biológicos	Macroinvertebrados						
Físico-químicos	Nitratos						
	Amonio						
	Fosfatos						
Hidromorfológicos	IHF						

**Tramo ②**

Indicadores		MB	B	MO	DEF	M	Estado ecológico
Biológicos	Macroinvertebrados						
Físico-químicos	Nitratos						
	Amonio						
	Fosfatos						
Hidromorfológicos	IHF						

**Tramo ③**

Indicadores		MB	B	MO	DEF	M	Estado ecológico
Biológicos	Macroinvertebrados						
Físico-químicos	Nitratos						
	Amonio						
	Fosfatos						
Hidromorfológicos	IHF						

**Tramo ④**

Indicadores		MB	B	MO	DEF	M	Estado ecológico
Biológicos	Macroinvertebrados						
Físico-químicos	Nitratos						
	Amonio						
	Fosfatos						
Hidromorfológicos	IHF						

MB Muy bueno  
 B Bueno  
 MO Moderado  
 DEF Deficiente  
 M Malo





**Tramo ①**

Indicadores		MB	B	MO	DEF	M	Estado ecológico
Biológicos	Macroinvertebrados						
Físico-químicos	Nitratos						
	Amonio						
	Fosfatos						
Hidromorfológicos	IHF						

**Tramo ②**

Indicadores		MB	B	MO	DEF	M	Estado ecológico
Biológicos	Macroinvertebrados						
Físico-químicos	Nitratos						
	Amonio						
	Fosfatos						
Hidromorfológicos	IHF						

**Tramo ③**

Indicadores		MB	B	MO	DEF	M	Estado ecológico
Biológicos	Macroinvertebrados						
Físico-químicos	Nitratos						
	Amonio						
	Fosfatos						
Hidromorfológicos	IHF						

**Tramo ④**

Indicadores		MB	B	MO	DEF	M	Estado ecológico
Biológicos	Macroinvertebrados						
Físico-químicos	Nitratos						
	Amonio						
	Fosfatos						
Hidromorfológicos	IHF						

MB Muy bueno  
 B Bueno  
 MO Moderado  
 DEF Deficiente  
 M Malo

## 7. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL RÍO Y PROPUESTAS DE RESTAURACIÓN

Hasta ahora ya hemos aprendido cómo se evalúa el Estado Ecológico de un río. Pero ¿cuál es la utilidad de este estudio? ¿Para qué sirven estos resultados? Vamos a ver que son realmente útiles e importantes.

En España el Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) es el responsable de la gestión y la conservación del Medioambiente, y más concretamente una parte de este Ministerio, Las Confederaciones Hidrográficas, son las encargadas de la gestión y la conservación del agua y los ecosistemas acuáticos.

Cada Confederación Hidrográfica gestiona una "Demarcación Hidrográfica" donde es responsable de mantener el buen estado ecológico de las masas de agua. Las distintas demarcaciones que hay en España las podéis consultar en la propia página web del [MITECO](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/Demarcaciones_hidrograficas.aspx) (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico) en este enlace: [https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/Demarcaciones\\_hidrograficas.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/Demarcaciones_hidrograficas.aspx)

Pues bien, las Confederaciones Hidrográficas son las que encargan los trabajos de evaluación del estado ecológico de las masas de agua de su Demarcación para conocer en qué estado de conservación se encuentran. Cuando reciben esos datos y descubren que una masa de agua está degradada (por debajo del Estado Ecológico Bueno) es su responsabilidad identificar los motivos por los que está degradada: puede haber vertidos de

aguas residuales insuficientemente depurados, eliminación de la vegetación de las riberas, exceso de extracciones de agua que dejen el río seco sin respetar los caudales ecológicos, encauzamientos y otras muchas presiones. Y una vez identificados los motivos de la degradación también es su responsabilidad hacer todo lo posible por devolver la masa de agua a un estado lo mejor posible: a esto lo llamaríamos un proyecto de Restauración Ecológica del río.

**Actividad 10.** ¿A qué Demarcación Hidrográfica pertenece el río Genil? ¿Cómo se llama la Confederación Hidrográfica que lo gestiona?

**Actividad 11.** Enumera cinco actuaciones que podrían contribuir a mejorar el estado ecológico del río.

## REFERENCIAS

- Aquabsafe (2021). Kit AquaVial™ para detección de coliformes en aguas.  
<https://www.aquabsafe.com/collections/consumers/products/aquavial-water-test-kit-e-coli-and-coliform-1>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.  
[https://www.miteco.gob.es/en/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/gases\\_eutrofizantes.aspx](https://www.miteco.gob.es/en/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/gases_eutrofizantes.aspx)
- Organización Mundial de la Salud - OMS (2019). Guías para la calidad del agua de consumo humano.
- Pardo, I., Alvarez, M., Casas, J., Moreno, J.L., Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Jáimez-Cuéllar, P., Moya, G., Prat, N., Robles, S., Suárez Alonso, M., Toro, M. y Vidal-Abarca, M. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*. 21. 115-133.
- Presesn, (2022).  
<https://www.presens.de/de/wissen/publikationen/applikationsbericht/hochaufgeloestes-o2-mikroprofiling-von-biofilm-eines-frischwasserflusses-1481>
- Protocolos de muestreo y laboratorio  
<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas-superficiales/programas-seguimiento/Protocolos-de-muestro-laboratorio-y-calculo-de-indices.aspx>
- Tierno de Figueroa, J.M., Luzón-Ortega, J.M. & López-Rodríguez, M.J. (2007). Los Ríos Mediterráneos: Diversidad y Conservación de su Fauna. 795-838. En: *Biodiversidad y Conservación de la Fauna y*

*Flora mediterránea*. 2ª Ed. Barea Azcón et al. (eds.). Sociedad Granatense de Historia Natural.

-Williams, D.D. (2006). *The biology of temporary waters*. Oxford University Press.

## ANEXO I. Puntuación ecológica de los taxones para el cálculo de IBMWP<sup>1</sup>

CÓDIGO	ARÁCNIDOS	Punt.
ACA001SPOR	Acariformes	4

CÓDIGO	COLEÓPTEROS	Punt.
CHR009FAMI	Chrysomelidae	4
CUR001FAMI	Curculionidae	4
DRY001FAMI	Dryopidae	5
DYT001FAMI	Dytiscidae	3
ELM001FAMI	Elmidae	5
GYR001FAMI	Gyrinidae	3
HAL002FAMI	Haliplidae	4
HEL002FAMI	Helophoridae	5
HYD008FAMI	Hydraenidae	5
HYD013FAMI	Hydrochidae	5
HYD011FAMI	Hydrophilidae	3
HYG001FAMI	Hygrobiidae	3
NOT004FAMI	Noteridae	3
PSE004FAMI	Psephenidae	3
SCI001FAMI	Scirtidae (=Helodidae)	3

CÓDIGO	CRUSTÁCEOS	Punt.
ASE001FAMI	Asellidae	3
AST003FAMI	Astacidae	8
ATY001FAMI	Atydae	6
COR003FAMI	Corophiidae	6
GAM001FAMI	Gammaridae	6
OST001CLAS	Ostracoda	3
PAL004FAMI	Palaemonidae	6

CÓDIGO	DÍPTEROS	Punt.
ANT004FAMI	Anthomyiidae	4
ATH001FAMI	Athericidae	10
BLE001FAMI	Blephariceridae	10
CER006FAMI	Ceratopogonidae	4
CHI001FAMI	Chironomidae	2
DIX001FAMI	Dixidae	4
EMPO01FAMI	Empidiidae	4
EPH003FAMI	Ephyridae	2
LIM005FAMI	Limoniidae	4
PSY001FAMI	Psychodidae	4
PTY001FAMI	Ptychopteridae	4
RHA004FAMI	Rhagionidae	4
SCA002FAMI	Scatophagidae	4
SCI002FAMI	Sciomyzidae	4
SIM002FAMI	Simuliidae	5
STR003FAMI	Stratiomyidae	4
SYR002FAMI	Syrphidae	1
TAB002FAMI	Tabanidae	4
THA003FAMI	Thaumaleidae	2
TIP001FAMI	Tipulidae	5

CÓDIGO	HETERÓPTEROS	Punt.
APH001FAMI	Aphelocheiridae	10
COR004FAMI	Corixidae	3
GER002FAMI	Gerridae	3
HYD014FAMI	Hydrometridae	3
MES001FAMI	Mesoveliidae	3
NAU001FAMI	Naucoridae	3
NEO002FAMI	Nepidae	3
NIT003FAMI	Notonectidae	3
PLE004FAMI	Pleidae	3
VEL001FAMI	Veliidae	3

<sup>1</sup> [https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/IBMWP-2013\\_24\\_05\\_2013\\_tcm30-175292.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/IBMWP-2013_24_05_2013_tcm30-175292.pdf)

CÓDIGO	EFEMERÓPTEROS	Punt.
BAE001FAMI	Baetidae	4
CAE001FAMI	Caenidae	4
EPH002FAMI	Ephemerellidae	7
EPH001FAMI	Ephemeridae	10
LEP003FAMI	Leptophlebiidae	10
OLI002FAMI	Oligoneuriidae	5
POL020FAMI	Polymitarcidae	5
POT003FAMI	Potamanthidae	10
PRO010FAMI	Prosopistomatidae	7
SIP001FAMI	Siphonuridae	10

CÓDIGO	HIRUDÍNEOS	Punt.
ERP001FAMI	Erpobdellidae	3
GLO005FAMI	Glossiphoniidae	3
HIR002FAMI	Hirudidae (=Hirudinidae)	3
PIS003FAMI	Piscicolidae	4

CÓDIGO	LEPIDÓPTEROS	Punt.
PYR004FAMI	Crambidae (=Pyrilidae)	4

CÓDIGO	NEURÓPTEROS	Punt.
SIA001FAMI	Sialidae	4

CÓDIGO	MOLUSCOS	Punt.
ANC001FAMI	Ancylidae	6
BIT001FAMI	Bithyniidae	3
FER002GENE	Ferrissia	6
HYD005FAMI	Hydrobiidae	3
LYM001FAMI	Lymnaeidae	3
NER001FAMI	Neritidae	6
PHY003FAMI	Physidae	3
PLA003FAMI	Planorbidae	3
SPH006FAMI	Sphaeriidae	3
THI001FAMI	Thiaridae	6
UNI001FAMI	Unionidae	6
VAL001FAMI	Valvatidae	3
VIV001FAMI	Viviparidae	6

CÓDIGO	ODONATOS	Punt.
AES001FAMI	Aeshnidae	8
CAL004FAMI	Calopterygidae	8
COE001FAMI	Coenagrionidae	6
COR012FAMI	Cordulegasteridae	8
GOM003FAMI	Gomphidae	8
LES001FAMI	Lestidae	8
LIB001FAMI	Libellulidae	8
PLA004FAMI	Platycnemididae	6

CÓDIGO	OLIGOQUETOS	Punt.
	Todos	1

CÓDIGO	PLECÓPTEROS	Punt.
CAP003FAMI	Capniidae	10
CHL004FAMI	Chloroperlidae	10
LEU004FAMI	Leuctridae	10
NEM001FAMI	Nemouridae	7
PER004FAMI	Perlidae	10
PER006FAMI	Perlodidae	10
TAE001FAMI	Taeniopterygidae	10

CÓDIGO	TRICÓPTEROS	Punt.
BER001FAMI	Beraeidae	10
BRA006FAMI	Brachycentridae	10
CAL002FAMI	Calamoceratidae	10
ECN001FAMI	Ecnomidae	7
GLO004FAMI	Glossosomatidae	8
GOE001FAMI	Goeridae	10
HYD006FAMI	Hydropsychidae	5
HYD012FAMI	Hydroptilidae	6
LEP008FAMI	Lepidostomatidae	10
LEP004FAMI	Leptoceridae	10
LIM002FAMI	Limnephilidae	7
MOL001FAMI	Molannidae	10
ODO001FAMI	Odontoceridae	10
PHR002FAMI	Phryganeidae	10
POL003FAMI	Polycentropodidae	7
PSY002FAMI	Psychomyiidae	8
RHY001FAMI	Rhyacophilidae	7
SER001FAMI	Sericostomatidae	10
UEN001FAMI	Uenoidae (=Thremmatidae)	10

CÓDIGO	TURBELARIOS	Punt.
DEN001FAMI	Dendrocoelidae	5
DUG001FAMI	Dugesiidae	5
PLA005FAMI	Planariidae	5

## ANEXO II. Tipologías de ríos según las características<sup>2</sup>

Tipologías de ríos Españoles
R-T01 Ríos de llanuras silíceas del Tajo y Guadiana
R-T02 Ríos de la depresión del Guadalquivir
R-T03 Ríos de las penillanuras silíceas de la Meseta Norte
R-T04 Ríos mineralizados de la Meseta Norte
R-T05 Ríos manchegos
R-T06 Ríos silíceos del piedemonte de Sierra Morena
R-T07 Ríos mineralizados mediterráneos de baja altitud
R-T08 Ríos de baja montaña mediterránea silícea
R-T09 Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
R-T10 Ríos mediterráneos con influencia cárstica
R-T11 Ríos de montaña mediterránea silícea
R-T12 Ríos de montaña mediterránea calcárea
R-T13 Ríos mediterráneos muy mineralizados
R-T14 Ejes mediterráneos de baja altitud
R-T15 Ejes mediterráneos-continentales poco mineralizados
R-T16 Ejes mediterráneos continentales mineralizados
R-T17 Grandes ejes en ambiente mediterráneo
R-T17 bis Grandes ejes en ambiente mediterráneo con influencia oceánica
R-T18 Ríos costeros mediterráneos
R-T19 Río Tinto
R-T19 bis Río Odiel

<sup>2</sup> Fuente: BOE núm. 219, de 12 de septiembre de 2015, Pág. 80624;  
[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-9806](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-9806).



R-T20 Ríos de serranías béticas húmedas
R-T21 Ríos cántabro-atlánticos silíceos
R-T22 Ríos cántabro-atlánticos calcáreos
R-T23 Ríos vasco-pirenaicos
R-T24 Gargantas de Gredos-Béjar
R-T25 Ríos de montaña húmeda silícea
R-T26 Ríos de montaña húmeda calcárea
R-T27 Ríos de alta montaña
R-T28 Ejes fluviales principales cántabro-atlánticos silíceos
R-T29 Ejes fluviales principales cántabro-atlánticos calcáreos
R-T30 Ríos costeros cántabro-atlánticos
R-T31 Pequeños ejes cántabro-atlánticos silíceos
R-T32 Pequeños ejes cántabro-atlánticos calcáreos

## GLOSARIO

**Abiótico:** Factor no biológico que es fundamental en un ecosistema e influye en los seres que viven en él.

**Acuífero:** Formación geológica que está constituida por una o más capas de rocas, capaz de almacenar y ceder el agua.

**Alóctono:** Que no es originario del lugar en que se encuentra.

**Bioacumulación:** Es el proceso de acumulación progresiva de sustancias químicas en organismos vivos a lo largo de una cadena trófica, de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las concentraciones en su medio o en sus alimentos.

**Bioindicadores:** Especie o grupo de especies cuya presencia proporciona información acerca de las características físico-químicas y biológicas del medio ambiente.

**Biótico:** Factor biológico que forma parte de un ecosistema e influye en los seres que viven en él.

**Caudal:** cantidad de agua que pasa por unidad de tiempo a través de la sección del río y se mide en m<sup>3</sup>/s.

**Drenaje superficial:** Lavado o remoción del exceso de agua que se acumula sobre la superficie del suelo.

**Escorrentía:** es un proceso físico que consiste en el movimiento del agua de lluvia por la red de drenaje hasta alcanzar la red fluvial. Puede ser superficial o subterránea.

**Eutrofización:** Es el proceso de proliferación descontrolada de algas como consecuencia del aporte en exceso de nutrientes inorgánicos (principalmente nitrógeno y fósforo) que produce efectos adversos en las masas de agua afectadas.

**Hidrosfera:** Parte de la Tierra ocupada por los océanos, mares, ríos, lagos y demás masas de agua.

**Medios lóaticos:** Masa de agua que se desplaza en una misma dirección, como ríos, arroyos o manantiales.

**Medios lénticos:** Masa de agua cuyas aguas permanecen estancadas sin flujo aparente de corriente, como lagos, lagunas, pantanos o humedales.

**Rambla:** Término con el que se conoce en España, especialmente en su parte oriental, a un torrente, es decir, un cauce con caudal temporal u ocasional debido a las lluvias torrenciales.

**Red Trófica:** La natural interconexión de todas las cadenas alimentarias pertenecientes a una comunidad ecológica. Generalmente es representada de manera visual, a manera de una red o también de una pirámide.

**UFC:** Unidad Formadora de Colonias: número mínimo de bacterias que genera una colonia visible en un medio de cultivo de agar semisólido.

**Zona intersticial:** Zona subsuperficial del lecho de un río en la interfase agua y partículas de sedimento.

**Zona hiporreica:** Región localizada por debajo de la zona intersticial del río donde se produce el intercambio entre el agua de origen superficial y profunda.