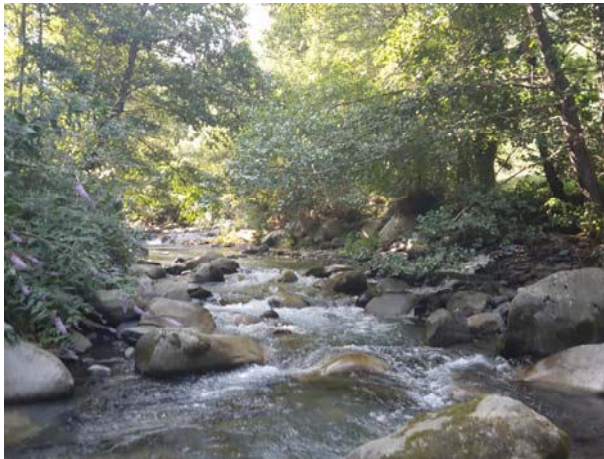


## CONTROL DE INVESTIGACIÓN Y ADICIONALES DE LA RED BIOLÓGICA DE RÍOS

### INFORME ANUAL





## CONTROL DE INVESTIGACIÓN Y ADICIONALES DE LA RED BIOLÓGICA DE RÍOS

**PROMOTOR:**

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

**SERVICIO:**

Área de Calidad de Aguas

**DIRECCIÓN DEL PROYECTO:**

Patricia Navarro Barquero

**EMPRESA CONSULTORA:**

DBO5 S.L.



**EQUIPO DE TRABAJO:**

Miguel Ángel Traverso, Vicente Suárez, Adrian Ramos, Miguel Alvarez, Carmen Ruiz, Pepa Nolla Querol, Soraya Hernandez, Juan Antonio Arce y Mariano Cebrian

**PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:**

147.174,48 Euros (IVA incluido)

**CONTENIDO:**

MEMORIA

**AÑO DE EJECUCIÓN:**

2022

**FECHA ENTREGA:**

Septiembre 2023

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Superior izquierda: Río Jueu en Es Bordes

Superior derecha: Río Zadorra en Durana

Inferior izquierda: Río Ebro en Logroño

Inferior derecha: Río Remascaró en Benasque

Confederación Hidrográfica del Ebro (2022). CONTROL DE INVESTIGACIÓN Y ADICIONALES DE LA RED BIOLÓGICA DE RÍOS. 2022. 84 páginas. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

## CONTROL DE INVESTIGACIÓN Y ADICIONALES DE LA RED BIOLÓGICA DE RÍOS

---

*El presente informe corresponde al proyecto “CONTRATO DE SERVICIOS PARA CONTROL DE INVESTIGACIÓN Y ADICIONALES DE LA RED BIOLÓGICA DE RÍOS (2019-PCV-43)” que se ha llevado a cabo durante 2022. Se muestran los resultados obtenidos en el establecimiento del estado ecológico para cada masa de agua estudiada, así como la metodología empleada en los muestreos y en el cálculo del estado ecológico correspondiente a los indicadores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos utilizados.*

## RESEARCH AND ADDITIONAL CONTROL OF THE RIVERS BIOLOGICAL NETWORK

---

*This report shows the study results for the establishment of the ecological status of the sampling campaigns of rivers water bodies conducted in 2022. The methodology used for the sampling, analysis indicators, and to calculate the ecological status of each water body according to indicators established by the Water Framework Directive, are also included in the report.*



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CONTROL DE INVESTIGACIÓN Y ADICIONALES DE LA RED BIOLÓGICA DE RÍOS .....</b> | <b>1</b>  |
| <b>INFORME ANUAL .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS .....</b>                                     | <b>2</b>  |
| 2.1. PUNTOS DE MUESTREO .....   | 2         |
| 2.1.1. Fitobentos, macrófitos e invertebrados .....                             | 3         |
| 2.1.2. Fauna ictiológica.....   | 10        |
| 2.1.3. Caracterización hidromorfológica .....                                   | 12        |
| 2.2. RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS DURANTE LA CAMPAÑA DE 2022 .....        | 13        |
| 2.3. TRABAJO DE CAMPO.....  | 16        |
| 2.3.1. Muestreo de fitobentos, macrófitos e invertebrados .....                 | 16        |
| 2.3.1.1. Macroinvertebrados .....   | 18        |
| 2.3.1.2. Diatomeas.....   | 20        |
| 2.3.1.3. Macrófitos .....   | 21        |
| 2.3.2. Muestreo de parámetros fisicoquímicos y determinaciones “in situ” .....  | 22        |
| 2.3.3. Muestreo ictiofauna .....  | 23        |
| 2.3.4. Caracterización hidromorfológica .....                                   | 25        |
| 2.4. TRABAJO DE LABORATORIO Y GABINETE.....                                     | 26        |
| 2.4.1.1. Macroinvertebrados .....   | 26        |
| 2.4.1.2. Diatomeas.....   | 29        |
| 2.4.1.3. Macrófitos .....   | 31        |
| 2.4.1.4. Indicadores fisicoquímicos.....  | 33        |
| 2.4.1.5. Ictiofauna. Cálculo índice EFI+.....                                   | 35        |
| 2.4.1.6. Evaluación hidromorfológica .....                                      | 38        |
| <b>3. RESULTADOS .....</b>  | <b>39</b> |
| 3.1. CONSIDERACIONES PREVIAS.....   | 39        |
| 3.2. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS.....   | 40        |
| 3.3. DIATOMEAS .....  | 41        |
| 3.4. MACRÓFITOS.....  | 42        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 3.5.      | <i>RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS</i> .....  | 43        |
| 3.5.1.    | <i>Resultados de parámetros in-situ</i> .....  | 43        |
| 3.5.2.    | <i>Resultados de ensayos de laboratorio</i> .....  | 44        |
| 3.6.      | <i>ICTIOFAUNA. INDICE EFI+</i> .....   | 44        |
| 3.7.      | <i>EVALUACION HIDROMORFOLÓGICA</i> .....   | 48        |
| <b>4.</b> | <b>EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO</b> .....   | <b>56</b> |
| 4.1.      | <i>INTRODUCCIÓN</i> .....  | 56        |
| 4.2.      | <i>ESTADO ECOLÓGICO SEGÚN INDICADORES BIOLÓGICOS</i> .....   | 57        |
| 4.2.1.    | <i>Método de cálculo y resumen de resultados del Estado Ecológico según Indicadores Biológicos</i> ..... | 57        |
| 4.2.2.    | <i>Estado Ecológico según cada Indicador Biológico</i> .....   | 62        |
| 4.2.2.1.  | <i>Determinación del Estado Ecológico con Macroinvertebrados (IBMWP)</i> .....                           | 62        |
| 4.2.2.2.  | <i>Determinación del Estado Ecológico con Fitobentos (IPS)</i> .....                                     | 65        |
| 4.2.2.3.  | <i>Determinación del Estado Ecológico con Macrófitos (IBMR)</i> .....                                    | 67        |
| 4.2.3.    | <i>Puntos de la Red Cemas que incumplen los objetivos de la DMA según indicadores biológicos</i> .....   | 69        |
| 4.2.4.    | <i>Determinación estado ecológico considerando ictiofauna e indicadores biológicos</i> .....             | 69        |
| 4.3.      | <i>ESTADO ECOLÓGICO SEGÚN INDICADORES FÍSICOQUÍMICOS</i> .....   | 72        |
| 4.4.      | <i>ESTADO ECOLOGICO SEGÚN INDICADORES HIDROMORFOLOGICOS</i> .....  | 73        |
| 4.5.      | <i>ESTADO ECOLOGICO SEGÚN INDICADORES BIOLÓGICOS, FÍSICOQUÍMICOS E HIDROMORFOLOGICOS</i> .....           | 74        |
| <b>5.</b> | <b>CONCLUSIONES</b> .....  | <b>78</b> |
| <b>6.</b> | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....  | <b>80</b> |



## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Tipologías fluviales presentes .....  | 4  |
| Tabla 2: Puntos de muestreo .....  | 6  |
| Tabla 3: Observaciones de campo.....   | 7  |
| Tabla 4: Puntos de ictiofauna muestreados .....  | 10 |
| Tabla 5: Puntos de caracterización hidromorfológica .....                                | 12 |
| Tabla 6: Tabla resumen de los trabajos realizados en 2022 .....                          | 14 |
| Tabla 7: Datos recopilados en campo.....   | 17 |
| Tabla 8: Puntuaciones de las Taxones para el cálculo del IBMWP.....                      | 28 |
| Tabla 9: Clases de cobertura para el índice IBMR.....                                    | 33 |
| Tabla 10: Ensayos fisicoquímicos en laboratorio .....                                    | 34 |
| Tabla 11: Variables de entrada de EFI+.....  | 36 |
| Tabla 12: Resultados de indicadores basados en macroinvertebrados .....                  | 40 |
| Tabla 13: Resultados de indicadores basados en diatomeas.....                            | 41 |
| Tabla 14: Resultados de indicadores basados en macrófitos.....                           | 42 |
| Tabla 15: Resultados de parámetros in-situ.....  | 43 |
| Tabla 16: Resultados de parámetros FQ de laboratorio .....                               | 44 |
| Tabla 17: Especies capturadas de ictiofauna.....   | 45 |
| Tabla 18: Valores muestrales (O <sub>i</sub> ) de las variables de EFI+ .....            | 46 |
| Tabla 19: Valores de referencia (E <sub>i</sub> ) de las variables de EFI+.....          | 47 |
| Tabla 20: Valores calculados para las variables de EFI+. NA: No aplica. ....             | 47 |
| Tabla 21: Resultados del índice EFI+ .....   | 47 |
| Tabla 22. Resultados de la caracterización morfológica.....                              | 48 |
| Tabla 23: Condiciones de referencia IBMWP, IPS e IBMR .....                              | 57 |
| Tabla 24: Estado ecológico según indicadores biológicos.....                             | 59 |
| Tabla 25: Puntos de muestreo con incumplimientos.....                                    | 69 |
| Tabla 25: Estado ecológico según indicadores biológicos considerando el índice EFI+..... | 70 |
| Tabla 26: Estado ecológico según indicadores fisicoquímicos .....                        | 72 |

Tabla 28: Estado ecológico según indicadores hidromorfologicos ..... 73

Tabla 29: Estado ecológico según indicadores biológicos, fisicoquímicos e hidromorfologicos ..... 75

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Distribución de los puntos de muestreo en 2022 por tipologías.....                                     | 4  |
| Figura 2: Puntos de muestreo de invertebrados, diatomeas y macrófitos en 2022.....                               | 5  |
| Figura 3: Puntos muestreados para evaluación indicadores biológicos (invertebrados, diatomeas y macrófitos)..... | 9  |
| Figura 4: Puntos de muestreo de ictiofauna en 2022 .....   | 11 |
| Figura 5: Puntos muestreados para evaluación indicadores biológicos, ictiofauna e hidromorfológico en 2022.....  | 15 |
| Figura 6: Muestreo de invertebrados .....  | 19 |
| Figura 7: Muestreo de diatomeas.....   | 21 |
| Figura 8: Muestra de macrófitos.....   | 22 |
| Figura 9: Muestreo de ictiofauna mediante pesca eléctrica.....   | 25 |
| Figura 10: Representación hexagonal. Caracterización hidromorfológica de cada masa de agua.....                  | 49 |
| Figura 11: Estado ecológico en función de indicadores biológicos.....  | 61 |
| Figura 12: Estado ecológico en función de indicadores biológicos.....  | 62 |
| Figura 13: Clases de estado ecológico según IBMWP .....  | 63 |
| Figura 14: Estado ecológico según macroinvertebrados (Índice IBMWP).....   | 64 |
| Figura 15: Clases de estado ecológico según IPS.....   | 65 |
| Figura 16: Estado ecológico según diatomeas (Índice IPS) .....   | 66 |
| Figura 17: Clases de estado ecológico según IBMR .....   | 67 |
| Figura 18: Estado ecológico según macrófitos (Índice IBMR).....  | 68 |
| Figura 19: Estado ecológico según ictiofauna (Índice EFI+).....  | 71 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXO I. RESULTADOS DE LOS INDICADORES BIOLÓGICOS Y FÍSICOQUÍMICOS



## 1. INTRODUCCIÓN

Tal y como estipula el Real Decreto 817/2015, el programa de investigación se implanta si se desconoce el origen del incumplimiento de los objetivos medioambientales; si el control de vigilancia indica la improbabilidad de que se alcancen los objetivos y no se haya puesto en marcha un control operativo a fin de determinar las causas por las cuales no se han podido alcanzar; y para determinar la magnitud y el impacto de una contaminación accidental.

Siguiendo lo establecido por el RD, la Confederación Hidrográfica del Ebro está realizando los trabajos de “CONTROL DE INVESTIGACIÓN Y ADICIONALES DE LA RED BIOLÓGICA DE RÍOS”, cuyo objetivo es la explotación del programa de investigación y otros controles adicionales que complementan a la red biológica de ríos de la cuenca.

La presente memoria contiene los resultados de los trabajos de explotación de la red de investigación de ríos durante 2022. En ella, se describen los puntos seleccionados, la metodología utilizada en los muestreos, los resultados de los parámetros físico-químicos medidos in-situ y los resultados de ensayos de laboratorio e indicadores biológicos basados en macroinvertebrados (IBMWP, IASPT, nº de taxones totales y nº de taxones IBMWP), vegetación acuática macrofítica (IBMR, nº de géneros de macrófitos) y fitobentos (IPS, IBD y CEE). Además, se recogen los resultados obtenidos de la evaluación a través de la ictiofauna en 15 puntos seleccionados del total de estaciones de la red de investigación, así como los resultados de la evaluación hidromorfológica realizada en 10 masas de agua aplicando la última versión del “Protocolo de caracterización hidromorfológica de las masas de agua de la categoría ríos (M-R-HMF-2019)” - que amplía y complementa los elementos de calidad hidromorfológicos recogidos en el RD 817/2015 – así como el “Protocolo para el cálculo de métricas de los indicadores hidromorfológicos de las masas de agua categoría río (MET-R-HMF-2019)”.

Así mismo, figura la correspondiente clasificación del nivel de estado de cada indicador biológico y físico-químico de los puntos de esta red en el año 2022, de acuerdo con los criterios que establece la Directiva Marco de Aguas (DMA) y los grupos de trabajo de la Comisión Europea para su implementación, así como los establecidos en el RD 817/2015. Esta evaluación de estado se complementa con los resultados obtenidos en la evaluación de los elementos de calidad hidromorfológica métricas, los cuales se aplicarían en la evaluación del estado ecológico para discriminar entre el “muy bueno” y “bueno”.

Estos trabajos han sido realizados por DBO5 S.L., un laboratorio de ensayo acreditado por ENAC (acreditación N° 575/LE517), para la realización de análisis físico – químicos y biológicos según los criterios recogidos en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025. Dicha acreditación contempla el siguiente alcance en cuanto a indicadores biológicos:

- Toma de muestra para la identificación y cuantificación de macroinvertebrados, según protocolo del MAGRAMA ML-Rv-I-2013.
- Toma de muestras para identificación y cuantificación de diatomeas bentónicas, según protocolo del MAGRAMA ML-R-D-2013.
- Identificación y cuantificación de macroinvertebrados bentónicos. Según protocolo del MAGRAMA ML-Rv-I-2013. Índice IBMWP. Según protocolo IBMWP-2013.
- Identificación y recuento de fitoplancton, Biovolumen, % Cianobacterias e índice IGA. MFIT-2013. Protocolo de análisis de muestras y cálculo de métricas de fitoplancton en logos y embalses.
- Toma de muestra puntual e integrada en profundidad para la identificación y recuento de fitoplancton. Toma de muestras integrada en superficie para el análisis cualitativo de fitoplancton. M-LE-FP-2013. Protocolo de muestreo de fitoplancton en logos y embalses.
- Identificación y cuantificación de diatomeas. Según protocolo del MAGRAMA ML-R-D-2013. Índice IPS. IPS-2013.
- Toma de muestras e identificación de macrófitos. ML-R-M-2015. Cálculo del índice biológico de macrófitos. IBMR-2015.

## 2. METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS

### 2.1. PUNTOS DE MUESTREO

La campaña de muestreo se planificó en tres partes. La primera abordó la caracterización hidromorfológica, que se desarrolló entre el 22 de marzo y el 7 de abril; la segunda, destinada a los

muestreos biológicos, se llevó a cabo entre los días 11 y 24 de julio; finalmente, los muestreos de ictiofauna se realizaron durante la semana del 3 al 9 de octubre.

Dado que los protocolos oficiales de muestreo biológico del Ministerio recomiendan de forma genérica la frecuencia y época apropiada para cada indicador y las condiciones meteorológicas o hidrológicas necesarias, de cara a la planificación de los trabajos se evitó proponer muestreos en masas de agua que hubiesen registrado crecidas por lluvias en los 15 días anteriores a la fecha prevista.

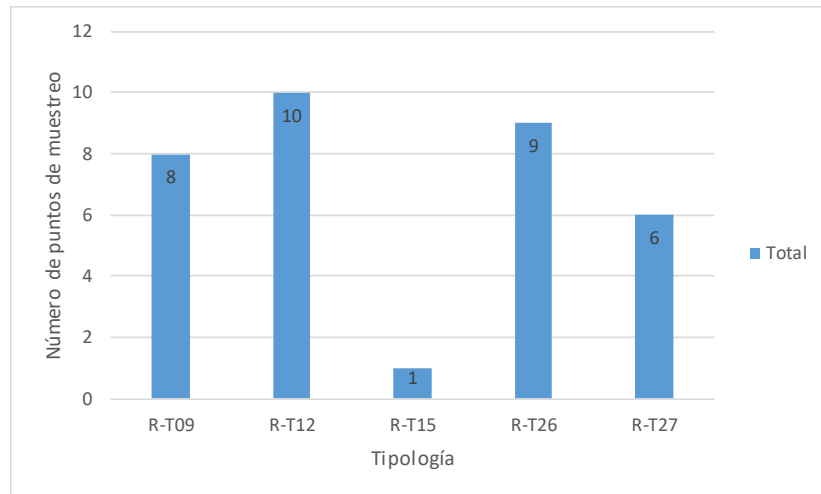
Para hacer este seguimiento de las crecidas se usó el Sistema Automático de Información Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro, que ofrece datos en tiempo real sobre los caudales circulantes y las precipitaciones recogidas en las últimas horas. A través de la interpretación los datos de nivel del agua y precipitación acumulada se han previsto episodios de avenidas aguas abajo, y fueron considerados a la hora de planificar el muestreo.

Así mismo, fue fundamental la recopilación de información sobre desembalses pudieran afectar a puntos de muestreo situados aguas abajo de presas.

### **2.1.1. Fitobentos, macrófitos e invertebrados**

En total, se seleccionaron 39 puntos para el muestreo de invertebrados, macrófitos, fitobentos y parámetros fisicoquímicos in situ y relativos a la concentración de nutrientes, distribuidos en las diferentes tipologías de masas de agua reconocidas en la cuenca del Ebro.

**Figura 1:** Distribución de los puntos de muestreo en 2022 por tipologías.



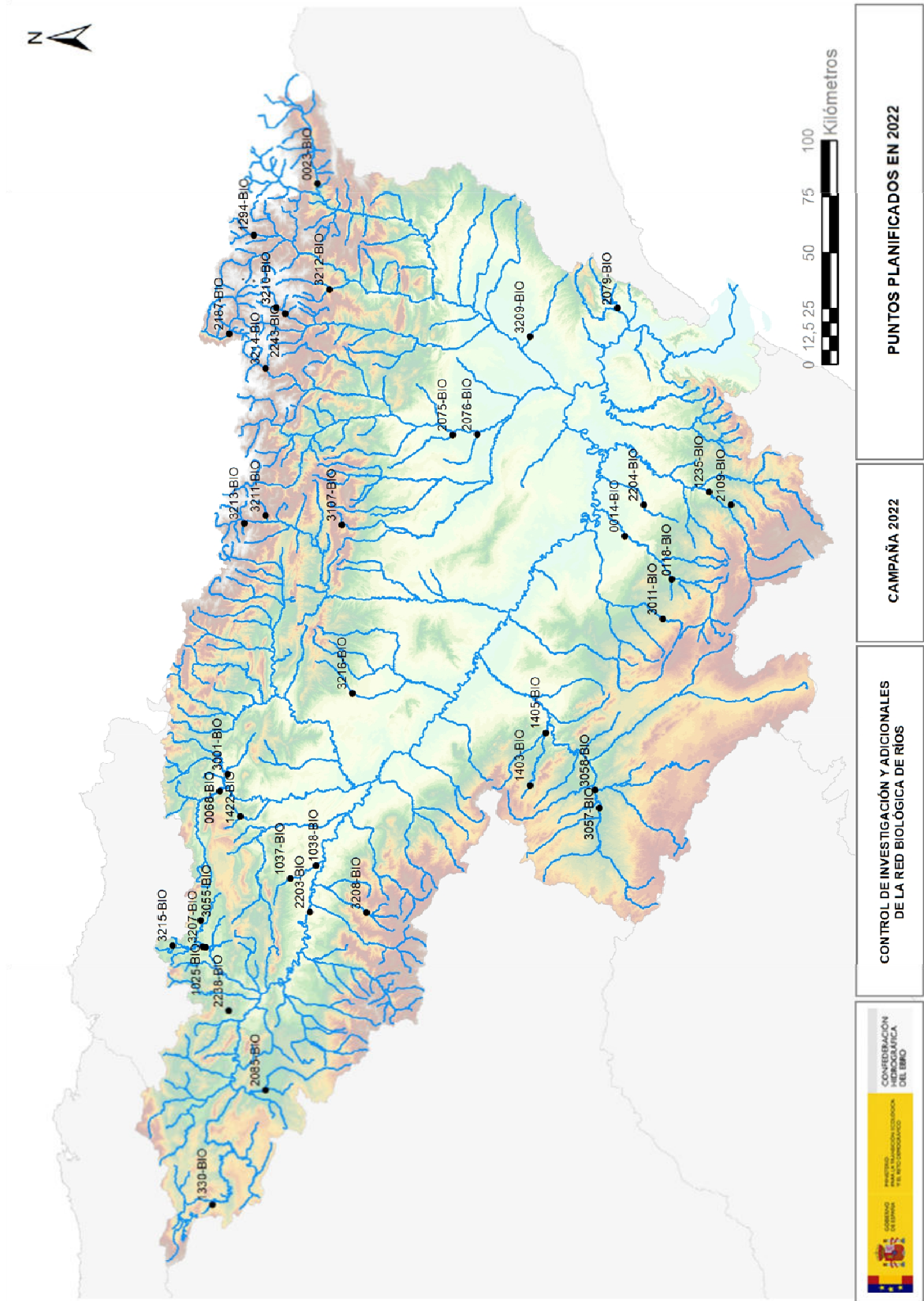
**Tabla 1:** Tipologías fluviales presentes

| TIPOS DE RÍOS |   |
|---------------|---|
| R-T09         | Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea     |
| R-T12         | Ríos de montaña mediterránea calcárea               |
| R-T15         | Ejes mediterráneos-continentales poco mineralizados |
| R-T26         | Ríos de montaña húmeda calcárea                     |
| R-T27         | Ríos de alta montaña                                |

Por su parte, la distribución geográfica de los puntos de muestreo se ilustra a continuación.



**Figura 2: Puntos de muestreo de invertebrados, diatomeas y macrófitos en 2022**



En la siguiente tabla se recogen los 39 puntos de muestreo biológico y fisicoquímico en el año 2022, junto a la toponimia del punto, localización en coordenadas UTM del tramo muestreado y la fecha de ejecución.

**Tabla 2:** Puntos de muestreo

| Punto    | Toponimia                                      | Fecha Muestreo | ETRS89_X30 | ETRS89_Y30 |
|----------|--|----------------|------------|------------|
| 0014-BIO | Martín / Híjar (BIO)                           | 23/07/2022     | 713563     | 4561491    |
| 0023-BIO | Segre / Seo de Urgel (BIO)                     | 20/07/2022     | 871060     | 4699114    |
| 0068-BIO | Arakil / Asiain (BIO)                          | 16/07/2022     | 599075     | 4742686    |
| 0118-BIO | Martín / Oliete (BIO)                          | 23/07/2022     | 694084     | 4540434    |
| 1025-BIO | Zadorra / Durana (BIO)                         | 15/07/2022     | 529341     | 4748783    |
| 1037-BIO | Linares / Torres del Río (BIO)                 | 13/07/2022     | 559972     | 4711137    |
| 1038-BIO | Linares / Mendavia (BIO)                       | 13/07/2022     | 565916     | 4699526    |
| 1235-BIO | Guadalope / Mas de las Matas (BIO)             | 22/07/2022     | 727574     | 4513435    |
| 1294-BIO | Noguera Cardós / Lladorre (BIO)                | 20/07/2022     | 848456     | 4727445    |
| 1330-BIO | Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)            | 14/07/2022     | 413972     | 4746096    |
| 1403-BIO | Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)              | 12/07/2022     | 601771     | 4603695    |
| 1405-BIO | Aranda / Arándiga (BIO)                        | 12/07/2022     | 625360     | 4596705    |
| 1422-BIO | Salado / Estenoz (BIO)                         | 15/07/2022     | 587935     | 4733338    |
| 2075-BIO | Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)                | 21/07/2022     | 758967     | 4638421    |
| 2076-BIO | Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)   | 21/07/2022     | 759116     | 4627266    |
| 2079-BIO | Ciurana / Bellmunt del Priorat (BIO)           | 21/07/2022     | 815694     | 4564694    |
| 2085-BIO | Santa Casilda / Hermosilla (BIO)               | 14/07/2022     | 465297     | 4722203    |
| 2109-BIO | Begatillo / Los Alagones (BIO)                 | 22/07/2022     | 727398     | 4513851    |
| 2187-BIO | Jueu / Es Bordes (BIO)                         | 18/07/2022     | 804252     | 4738282    |
| 2203-BIO | Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)            | 13/07/2022     | 545131     | 4702160    |
| 2204-BIO | Regallo / Puigmoreno (BIO)                     | 22/07/2022     | 727625     | 4552891    |
| 2238-BIO | Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)       | 13/07/2022     | 500876     | 4738850    |
| 2243-BIO | Noguera de Tor / Barruera (BIO)                | 19/07/2022     | 813290     | 4713342    |
| 3001-BIO | Elorz / Pamplona (BIO)                         | 16/07/2022     | 606733     | 4739227    |
| 3011-BIO | Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO) | 23/09/2022     | 676405     | 4544372    |
| 3055-BIO | Barrundia / Ozaeta (BIO)                       | 15/07/2022     | 541226     | 4751085    |
| 3057-BIO | Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO) | 11/07/2022     | 591557     | 4572675    |
| 3058-BIO | Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)       | 11/07/2022     | 599579     | 4574643    |
| 3107-BIO | Flumen / Santa María de Belsué                 | 17/07/2022     | 718564     | 4687992    |
| 3207-BIO | Santa Engracia / Erretana (BIO)                | 15/07/2022     | 529563     | 4750029    |
| 3208-BIO | Leza / San Román de Cameros (BIO)              | 12/07/2022     | 544653     | 4677051    |
| 3209-BIO | Sed / Alfés (BIO)                              | 21/07/2022     | 802944     | 4603656    |
| 3210-BIO | San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)             | 19/07/2022     | 815926     | 4717381    |
| 3211-BIO | Sía / Gavín (BIO)                              | 17/07/2022     | 722672     | 4722024    |
| 3212-BIO | Sarroca / Senterada (BIO)                      | 19/07/2022     | 824134     | 4693590    |
| 3213-BIO | Aguilero / Sallent (BIO)                       | 17/07/2022     | 719328     | 4731576    |

| Punto    | Toponimia                   | Fecha Muestreo | ETRS89_X30 | ETRS89_Y30 |
|----------|-----------------------------|----------------|------------|------------|
| 3214-BIO | Remáscaro / Benasque (BIO)  | 18/07/2022     | 788672     | 4722000    |
| 3215-BIO | Iñola / Legutio (BIO)       | 15/07/2022     | 530028     | 4763624    |
| 3216-BIO | Arba de Riguel Sábada (BIO) | 16/07/2022     | 643151     | 4683267    |

En la siguiente tabla figuran observaciones que en determinados puntos de muestreo se consideró interesante reflejar.

**Tabla 3:** Observaciones de campo

| Punto    | Toponimia                                      | Comentarios   |
|----------|--|---|
| 0014-BIO | Martín / Hajar (BIO)                           | Tramo vadeable acortado. Vertidos y olor a A.R.U.   |
| 0023-BIO | Segre / Seo de Urgel (BIO)                     | Menor caudal que año anterior. Elevada proliferación de filamentosas.   |
| 0118-BIO | Martín / Oliete (BIO)                          | Presencia de denso cañaveral. Elevado caudal y alta proliferación de diatomeas/filamentosas.                          |
| 1025-BIO | Zadorra / Durana                               | Vertidos puntuales y mal olor (ARU). Caudal elevado y fangos anóxicos.  |
| 1037-BIO | Linares / Torres del Río                       | Residuos sólidos y mal olor (ARU). Elevada sedimentación y turbidez.  |
| 1235-BIO | Guadalupe / Mas de las Matas (BIO)             | Elevado caudal.   |
| 1294-BIO | Noguera Cardós / Lladorre (BIO)                | Dificultad de vadeo por elevada proliferación de diatomeas/filamentosas   |
| 1330-BIO | Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)            | Alteración en los márgenes. Zona de baño/recreativa   |
| 1403-BIO | Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)              | Mal olor (ARU). Azud en el tramo.   |
| 2075-BIO | Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)                | Tramo parcialmente vadeable y de difícil acceso. Presencia de azud en tramo. Turbidez elevada y fangos anóxicos.      |
| 2076-BIO | Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)   | Dificultad de acceso y tramo acortado de vadeo. Turbidez elevada, alta sedimentación y proliferación de filamentosas. |
| 2079-BIO | Ciurana / Bellmunt del Priorat (BIO)           | Tramo seco. Se comprueba también aguas abajo del punto.   |
| 2085-BIO | Santa Casilda / Hermosilla (BIO)               | Escasa lámina de agua debido al avanzado estado de estiaje. Elevada sedimentación y turbidez.                         |
| 2109-BIO | Begatillo / Los Alagones (BIO)                 | Mayor caudal que 2021. Velocidad moderada de la lámina de agua  |
| 2203-BIO | Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)            | Muestreo en margen izquierda. Zona recreativa/baño.   |
| 2204-BIO | Regallo / Puigmoreno (BIO)                     | Dificultad de acceso por la presencia de vegetación infranqueable. Diversidad de hábitats reducida-                   |
| 3001-BIO | Elorz / Pamplona (BIO)                         | Residuos sólidos y mal olor (ARU). Elevada turbidez y fangos anóxicos.  |
| 3011-BIO | Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO) | Elevada sedimentación en el cauce.  |

| Punto    | Toponimia                                      | Comentarios   |
|----------|--|---|
| 3057-BIO | Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO) | Dificultad de acceso por el encauzamiento de los márgenes   |
| 3058-BIO | Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)       | Dificultad de vadeo por el elevado caudal. Alta turbidez.   |
| 3207-BIO | Santa Engracia / Erretana (BIO)                | Acumulación de detritos por ausencia de rápidos. Diversidad de hábitats reducida.   |
| 3208-BIO | Leza / San Román de Cameros (BIO)              | Tramo seco  |
| 3209-BIO | Sed / Alfés (BIO)                              | Tramo seco  |
| 3215-BIO | Iñola / Legutio (BIO)                          | Tramo seco  |
| 3216-BIO | Arba de Riguel Sábada (BIO)                    | Pozas desconectadas, con aspecto eutrófico y elevada turbidez. No se observa movimientos de agua en diferentes partes de la misma. No se considera el muestreo biológico por su estado. |

En la siguiente ilustración figuran los puntos muestreados durante la campaña para evaluar indicadores biológicos y fisicoquímicos:

Figura 3: Puntos muestreados para evaluación indicadores biológicos (invertebrados, diatomeas y macrófitos)



### 2.1.2. Fauna ictiológica

Para la campaña de muestreo de ictiofauna se seleccionaron 15 puntos de la red de investigación, de los cuales en 3 de ellos no se pudo realizar el muestreo por estar secos y en 2 de ellos no se encontró ictiofauna.

En la siguiente tabla figuran los puntos de muestreo seleccionados para el muestreo de fauna ictiológica:

**Tabla 4:** Puntos de ictiofauna muestreados

| Cod Punto | Toponimia                                    | Fecha Muestreo               | ETRS89_X30 | ETRS89_Y30 |
|-----------|--|------------------------------|------------|------------|
| 1025-ICT  | Zadorra / Durana (ICT)                       | 08/10/2022                   | 529341     | 4748783    |
| 1330-ICT  | Polla / Reocín de Los Molinos (ICT)          | 08/10/2022                   | 413972     | 4746096    |
| 1403-ICT  | Aranda / Aranda del Moncayo (ICT)            | 06/10/2022<br>Sin ictiofauna | 601771     | 4603695    |
| 2076-ICT  | Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (ICT) | 04/10/2022                   | 758760     | 4627263    |
| 2079-ICT  | Ciurana / Bellmunt del Priorat (ICT)         | SECO                         | 815694     | 4564694    |
| 2187-ICT  | Jueu / Es Bordes (ICT)                       | 05/10/2022                   | 804252     | 4738282    |
| 2238-ICT  | Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (ICT)     | 08/10/2022<br>Sin ictiofauna | 500152     | 4738940    |
| 3055-ICT  | Barrundia / Ozaeta (ICT)                     | 07/10/2022                   | 541226     | 4751085    |
| 3107-ICT  | Flumen / Santa María de Belsué (ICT)         | 07/10/2022                   | 718564     | 4687992    |
| 3208-ICT  | Leza / San Román de Cameros (ICT)            | SECO                         | 544653     | 4677051    |
| 3210-ICT  | San Nicolás / La Vall de Boí (ICT)           | 04/10/2022                   | 815926     | 4717381    |
| 3212-ICT  | Sarroca / Senterada (ICT)                    | 04/10/2022                   | 824134     | 4693590    |
| 3213-ICT  | Aguilero / Sallent (ICT)                     | 07/10/2022                   | 719328     | 4731576    |
| 3214-ICT  | Remáscaro / Benasque (ICT)                   | 05/10/2022                   | 788672     | 4722000    |
| 3216-ICT  | Arba de Riguel Sábada (ICT)                  | SECO                         | 643151     | 4683267    |

En la siguiente ilustración figuran los puntos muestreados durante la campaña:

**Figura 4: Puntos de muestreo de ictiofauna en 2022**



### 2.1.3. Caracterización hidromorfológica

Para la evaluación hidromorfológica se seleccionaron 10 masas de la categoría ríos de entre las 15 que incluyeron muestreos de ictiofauna, evaluando todas ellas mediante el protocolo específico para masas permanentes. Tal y como indica el protocolo, la caracterización se realizó a tres escalas – masa, tramo y subtramo – en función los elementos evaluados en cada caso.

En la siguiente tabla figuran los puntos seleccionados para cada una de las tres escalas de muestreo, figurando como coordenadas las de inicio de cada una de ellas:

**Tabla 5:** Puntos de caracterización hidromorfológica

| Código subtramo en cada masa | Toponimia tramo muestreo                    | Fecha Muestreo | ETRS89_X30 | ETRS89_Y30 |
|------------------------------|---|----------------|------------|------------|
| HM0276_001                   | Río Leza / Rabanera-Soto Terroba            | 01/04/2022     | 542947     | 4674802    |
| HM0276_001-TR1               | Río Leza / Rabanera-Soto Terroba Tramo 1    | 01/04/2022     | 542947     | 4674802    |
| HM0276_001-ST1               | Río Leza / Rabanera-Soto Terroba Subtramo 1 | 01/04/2022     | 542932     | 4674799    |
| HM0469                       | Río Polla                                   | 30/03/2022     | 409768     | 4751201    |
| HM0469-TR1                   | Río Polla Tramo 1                           | 29/03/2022     | 409768     | 4751201    |
| HM0469-ST1                   | Río Polla Subtramo 1                        | 29/03/2022     | 412016     | 4748134    |
| HM0469-TR2                   | Río Polla Tramo 2                           | 30/03/2022     | 412481     | 4747879    |
| HM0469-ST2                   | Río Polla Subtramo 2                        | 30/03/2022     | 413551     | 4746635    |
| HM0486                       | Río Barrundia                               | 31/03/2022     | 552690     | 4754977    |
| HM0486-TR1                   | Río Barrundia Tramo 1                       | 30/03/2022     | 552690     | 4754977    |
| HM0486-ST1                   | Río Barrundia Subtramo 1                    | 30/03/2022     | 550827     | 4752325    |
| HM0486-TR2                   | Río Barrundia Tramo 2                       | 30/03/2022     | 538143     | 4758054    |
| HM0486-ST2                   | Río Barrundia Subtramo 2                    | 31/03/2022     | 538602     | 4756150    |
| HM0486-TR3                   | Río Barrundia Tramo 3                       | 31/03/2022     | 549511     | 4752610    |
| HM0486-ST3                   | Río Barrundia Subtramo 3                    | 31/03/2022     | 540949     | 4750953    |
| HM0649                       | Río Sarroca                                 | 07/04/2022     | 820615     | 4710064    |
| HM0649-TR1                   | Río Sarroca Tramo 1                         | 07/04/2022     | 820615     | 4710064    |
| HM0649-ST1                   | Río Sarroca Subtramo 1                      | 07/04/2022     | 820537     | 4706593    |
| HM0649-TR2                   | Río Sarroca Tramo 2                         | 07/04/2022     | 820205     | 4705585    |
| HM0649-ST2                   | Río Sarroca Subtramo 2                      | 07/04/2022     | 819981     | 4704257    |
| HM0649-TR3                   | Río Sarroca Tramo 3                         | 07/04/2022     | 822111     | 4706288    |
| HM0649-ST3                   | Río Sarroca Subtramo 3                      | 07/04/2022     | 821283     | 4701729    |
| HM0649-TR4                   | Río Sarroca Tramo 4                         | 06/04/2022     | 818862     | 4700569    |
| HM0649-ST4                   | Río Sarroca Subtramo 4                      | 06/04/2022     | 823901     | 4694173    |
| HM0705                       | Río Aguilero                                | 04/04/2022     | 713782     | 4731571    |
| HM0705-TR1                   | Río Aguilero Tramo 1                        | 04/04/2022     | 713782     | 4731571    |
| HM0705-ST1                   | Río Aguilero Subtramo 1                     | 04/04/2022     | 714077     | 4731859    |
| HM0705-TR2                   | Río Aguilero Tramo 2                        | 04/04/2022     | 714927     | 4732401    |
| HM0705-ST2                   | Río Aguilero Subtramo 2                     | 04/04/2022     | 717217     | 4732256    |



| Código subtramo en cada masa | Toponimia tramo muestreo                            | Fecha Muestreo | ETRS89_X30 | ETRS89_Y30 |
|------------------------------|---|----------------|------------|------------|
| HM0738_001                   | Río San Nicolás / Llebreta-desembocadura            | 06/04/2022     | 818953     | 4717894    |
| HM0738_001-TR1               | Río San Nicolás / Llebreta-desembocadura Tramo 1    | 06/04/2022     | 818953     | 4717894    |
| HM0738_001-ST1               | Río San Nicolás / Llebreta-desembocadura Subtramo 1 | 06/04/2022     | 817751     | 4717457    |
| HM0769                       | Río Remáscaro                                       | 03/04/2022     | 794866     | 4721017    |
| HM0769-TR1                   | Río Remáscaro Tramo 1                               | 02/04/2022     | 794866     | 4721017    |
| HM0769-ST1                   | Río Remáscaro Subtramo 1                            | 02/04/2022     | 792531     | 4721352    |
| HM0769-TR2                   | Río Remáscaro Tramo 2                               | 02/04/2022     | 791746     | 4721003    |
| HM0769-ST2                   | Río Remáscaro Subtramo 2                            | 02/04/2022     | 791388     | 4721068    |
| HM0769-TR3                   | Río Remáscaro Tramo 3                               | 03/04/2022     | 790253     | 4721074    |
| HM0769-ST3                   | Río Remáscaro Subtramo 3                            | 03/04/2022     | 788869     | 4721544    |
| HM0787                       | Río Jueu  | 06/04/2022     | 801693     | 4729904    |
| HM0787-TR1                   | Río Jueu Tramo 1                                    | 05/04/2022     | 801693     | 4729904    |
| HM0787-ST1                   | Río Jueu Subtramo 1                                 | 05/04/2022     | 803586     | 4732017    |
| HM0787-TR2                   | Río Jueu Tramo 2                                    | 05/04/2022     | 803689     | 4731941    |
| HM0787-ST2                   | Río Jueu Subtramo 2                                 | 05/04/2022     | 804373     | 4738161    |
| HM0787-TR3                   | Río Jueu Tramo 3                                    | 04/04/2022     | 806801     | 4734272    |
| HM0787-ST3                   | Río Jueu Subtramo 3                                 | 04/04/2022     | 805395     | 4137124    |
| HM0812                       | Río Flumen / cabecera Montearagón                   | 05/04/2022     | 708822     | 4690137    |
| HM0812-TR1                   | Río Flumen / cabecera Montearagón Tramo 1           | 04/04/2022     | 708822     | 4690137    |
| HM0812-ST1                   | Río Flumen / cabecera Montearagón Subtramo 1        | 04/04/2022     | 713974     | 4690192    |
| HM0812-TR2                   | Río Flumen / cabecera Montearagón Tramo 2           | 04/04/2022     | 718992     | 4687853    |
| HM0812-ST2                   | Río Flumen / cabecera Montearagón Subtramo 2        | 04/04/2022     | 718654     | 4686722    |
| HM0812-TR3                   | Río Flumen / cabecera Montearagón Tramo 3           | 05/04/2022     | 717802     | 4685712    |
| HM0812-ST3                   | Río Flumen / cabecera Montearagón Subtramo 3        | 05/04/2022     | 716895     | 4679087    |
| HM1814                       | Río Aranda / cabecera Maidevera                     | 06/04/2022     | 599568     | 4604869    |
| HM1814-TR1                   | Río Aranda / cabecera Maidevera Tramo 1             | 06/04/2022     | 599568     | 4604869    |
| HM1814-ST1                   | Río Aranda / cabecera Maidevera Subtramo 1          | 06/04/2022     | 601413     | 4603766    |

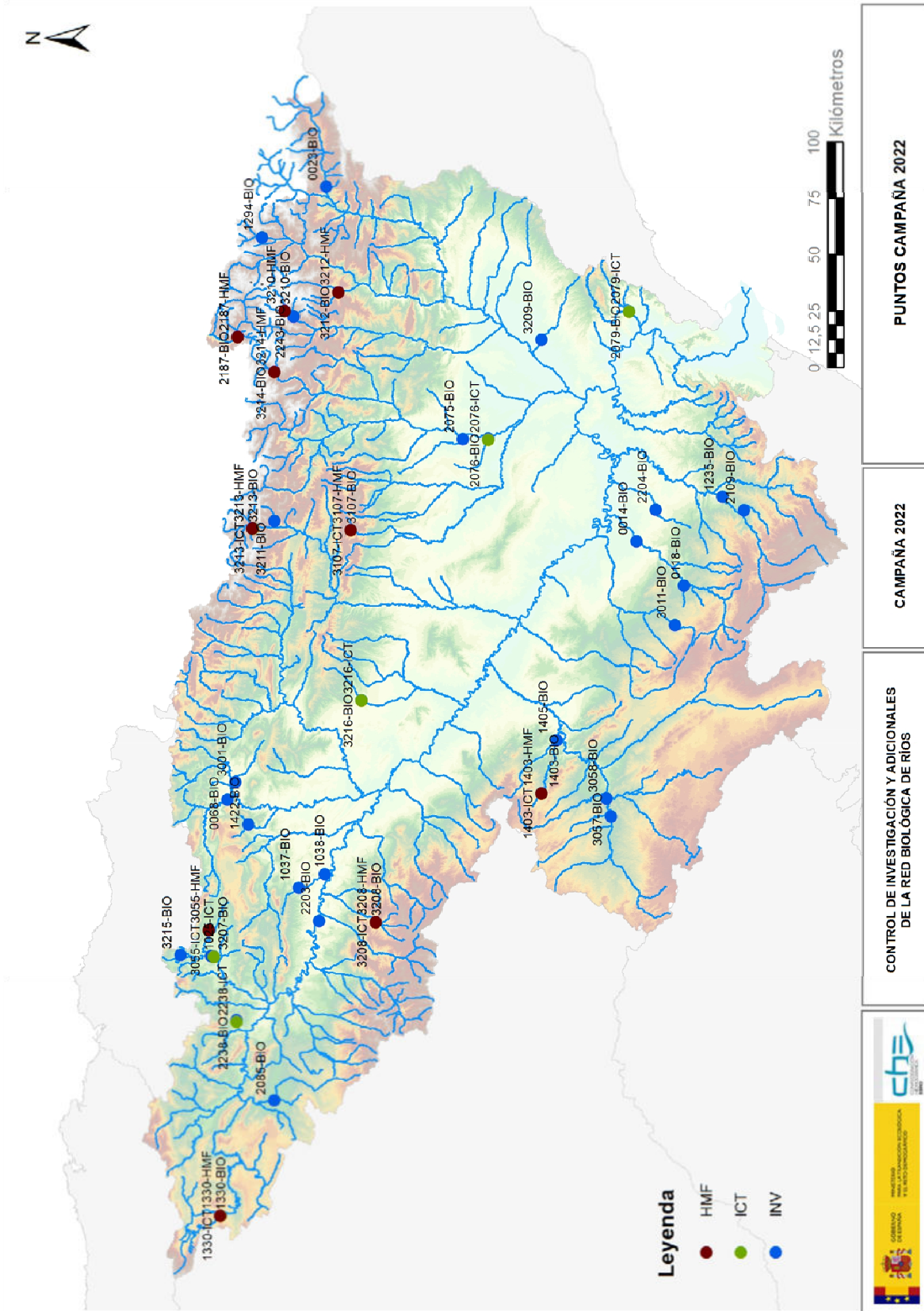
## 2.2. RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS DURANTE LA CAMPAÑA DE 2022

Durante la campaña de 2022 se han visitado 39 puntos para la toma de muestras biológicas y fisicoquímicas, en 5 de ellos no se tomaron muestras por estar seco. Se visitaron 15 puntos para el muestreo de ictiofauna; en 3 de ellos no se tomaron muestras por estar secos y en 2 de ellos no se encontró ictiofauna. De estos 15 puntos, se seleccionaron 10 puntos para la evaluación hidromorfológica. En la siguiente tabla y figura se muestran las estaciones de muestreo en las que se ejecutaron los trabajos durante la campaña de 2022.

**Tabla 6:** Tabla resumen de los trabajos realizados en 2022

| <b>TRABAJO</b>                      | <b>2022</b> |
|-------------------------------------|-------------|
| Muestreo de macroinvertebrados      | 34          |
| Muestreo de macrófitos              | 34          |
| Muestreo de diatomeas               | 34          |
| Toma muestra fisicoquímico          | 34          |
| Muestreo ictiofauna                 | 12          |
| Caracterización hidromorfológica    | 10          |
| Determinación de macroinvertebrados | 34          |
| Determinación de macrófitos         | 34          |
| Determinación de diatomeas          | 34          |
| Parámetros fisicoquímicos           | 34          |

**Figura 5:** Puntos muestreados para evaluación indicadores biológicos, ictiofauna e hidromorfológico en 2022



## 2.3. TRABAJO DE CAMPO

### 2.3.1. *Muestreo de fitobentos, macrófitos e invertebrados*

Para la realización de los trabajos de campo en cada masa de agua, se siguieron los protocolos de muestreo de invertebrados, fitobentos (diatomeas) y macrófitos del MITECO y las planificaciones previamente aprobadas por la Dirección del Estudio.

Con anterioridad al inicio de los muestreos, se elaboró una planificación incluyendo las rutas de muestreo, fechas de ejecución y personal adscrito a los trabajos. Para cada ruta se indicaron los días y el número de estaciones a muestrear con su código identificativo correspondiente.

Se resumen los pasos principales seguidos en los muestreos en ríos:

- Localización del punto de muestreo con GPS a partir de las coordenadas proporcionadas desde gabinete y ficha de campo con fotografía. Durante la campaña 2022, después de evaluar las condiciones del punto (accesibilidad y representatividad) no fue necesario reubicar ningún punto de muestreo biológico.
- Cada una de las estaciones de muestreo se identificó con el correspondiente código CEMAS de las Redes de la Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Cada estación de muestreo estaba constituida por un tramo de longitud variable (50-100 m) en función de la diversidad de hábitats que presentase.
- Medida de parámetros físico-químicos in situ (temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto) mediante sonda multiparamétrica y equipos estándar. El equipo de campo utilizado se verificaba al inicio de la jornada de trabajo y antes de cada medición en los puntos de muestreo.
- Recogida de muestras de macroinvertebrados, según metodología semi-cuantitativa para aplicación del índice IBMWP en laboratorio.
- Recogida de muestras de macrófitos e identificación in situ y en el laboratorio. Cálculo del índice IBMR.

- Muestreo y conservación de diatomeas para su posterior identificación en laboratorio y cálculo del índice IPS.
- Desinfección según las indicaciones del Protocolo de la Confederación Hidrográfica del Ebro (2007) de todos los materiales y equipos de muestreo utilizados en cada estación de muestreo para evitar la propagación del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*) y otros organismos.

A continuación, se explican los procedimientos de campo y laboratorio para cada uno de los indicadores.

Como se ha comentado anteriormente, durante la realización de los trabajos de campo se registraron datos medidos in-situ u observaciones de visu que corresponden a las hojas de campo asociadas a cada indicador, y que se resumen en la tabla siguiente:

**Tabla 7:** Datos recopilados en campo

|   |   |
|---|---|
| DATOS GENERALES                                       | COD. PTO.                                   |
|   | Nombre                                      |
|   | Toponimia                                   |
|   | UTM X                                       |
|   | UTM Y                                       |
|   | Fecha                                       |
| PT-CAM/LDBO5/317<br>Muestreo de<br>Macroinvertebrados | Observaciones                               |
|   | pH  |
|   | Conductividad                               |
|   | Oxígeno mg/L                                |
|   | Oxígeno (%)                                 |
|   | Temperatura                                 |
|   | Anchura cauce                               |
|   | Profundidad media                           |
|   | Longitud tramo                              |
| Velocidad predominante                                |   |
| PT-CAM/LDBO5/318<br>Muestreo de diatomeas             | Sustrato muestreado                         |
|   | Sombreado predominante                      |
| PT-CAM/LDBO5/321<br>Muestreo de macrófitos            | % superficie vegetada                       |
|   | % de sustrato potencialmente no colonizable |
|   | % iluminación/sombreado                     |
|   | Tipo de sustrato                            |

### 2.3.1.1. Macroinvertebrados

Para la toma de muestras de macroinvertebrados bentónicos se ha usado el protocolo del Ministerio para la Transición Ecológica “Organismos invertebrados bentónicos en ríos. Protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos vadeables. ML-Rv-I-2013”.

Inicialmente se recorrió el punto de muestreo y se realizaron observaciones de la presencia de los hábitats fluviales, así como de las características de las riberas. Este recorrido se realizó por la orilla siempre fue posible, para evitar el pisoteo del tramo antes del muestreo. Se llevó a cabo un reportaje fotográfico y se rellenaron las hojas de campo incluida en el anexo I de este protocolo. Identificación de los tipos de hábitat: La identificación de los tipos de hábitat presentes en el tramo se realizó teniendo en cuenta los siguientes cinco grupos:

- Sustratos duros: rocas, piedras y gravas predominantes en zonas de rápidos, característicos de la mayor parte de los cauces de montaña y piedemonte. Dominante en la mayoría de los cursos altos y menos habituales en los cursos bajos.
- Detritos vegetales (hojarasca, troncos de diferente calibre): los detritos y otros restos vegetales que han permanecido sumergidos durante un tiempo relativamente largo (no recién caídos) proporcionan una excelente colonización.
- Orillas vegetadas: bancos sumergidos, con raíces y plantas emergentes asociadas a ellos.
- Macrófitos sumergidos: son estacionales y pueden no estar presentes en todos los cauces, particularmente en los de tramo alto.
- Arena y otros sedimentos finos: generalmente en zonas de baja corriente y asociados a las orillas, aunque puede ser el predominante en algunos cauces.

La recolección de las muestras de macroinvertebrados se realizó por medio de una red de mano estándar conforme a lo especificado por la norma internacional EN 27828:1994, red que poseía una malla de Nylal de 500  $\mu$ m de luz.

Una vez identificados los tipos de hábitat y el área ocupada por cada uno de ellos, se procedió a repartir las unidades de muestreo (kicks) que realizaron entre los distintos hábitats presentes en el tramo. Como regla general se realizaron veinte unidades de muestreo, distribuyendo las unidades de muestreo en los 5 tipos de hábitats de forma proporcional al área ocupada por cada uno en la estación de muestreo, de manera que a cada unidad de muestreo le correspondió el 5%

de la superficie de cobertura de un hábitat. El área final muestreada resultante de las veinte unidades de muestreo fue aproximadamente de 2,5 m<sup>2</sup>.

**Figura 6:** Muestreo de invertebrados



El muestreo se realizó remontando el río (de aguas abajo hacia aguas arriba) y teniendo en cuenta el número de unidades de muestreo y la distribución en los tipos de hábitats, previamente definidos. Antes de iniciar el muestreo se identificaron los macroinvertebrados que viven en la superficie del agua, o aquellos que, aun viviendo sumergidos, son difíciles de capturar.

Para tramos no vadeables, se han seguido las indicaciones del protocolo recogido en el informe “Muestreo de macroinvertebrados en ríos no vadeables” (CHE, 2012).

Siguiendo este protocolo, el reparto de las unidades de muestreo se realizó en la zona o zonas accesibles del río, repartiendo las unidades entre los hábitats presentes en las zonas accesibles.

La asignación de las unidades de muestreo se realizó de forma proporcional en la zona o zonas accesibles, pero en este caso a cada unidad de muestreo le correspondió un 3,3% de la superficie de la cobertura de un hábitat de las zonas en las que se puede realizar el muestreo, desestimándose las zonas en las que no se puede realizar el mismo.

En cada unidad de muestreo igualmente, se llevó a cabo la remoción del sustrato situado en el medio metro delante de la boca de la red, la cual tiene una base de 0,25 m. El área final muestreada resultante de las treinta unidades de muestreo para los ríos no vadeables fue aproximadamente de 3,75 m<sup>2</sup>.

Una vez terminado el muestreo se introdujeron las muestras en botes con cierre hermético y boca ancha. Como conservante se usó alcohol etílico al 96% añadido sobre el filtrado de la muestra una vez retirado el exceso de agua hasta obtener una concentración del 70%.

Los botes se marcaron con dos etiquetas, una de papel cebolla escrita a lápiz en el interior y otra en el exterior escrita con tinta indeleble.

### **2.3.1.2. Diatomeas**

La toma de muestras de diatomeas se realizó según lo estipulado en el protocolo del MAPAMA: “Organismos fitobentónicos en ríos. Protocolo de muestreo y laboratorio de flora acuática (organismos fitobentónicos) en ríos. ML-R-D-2013”

Para ello, se seleccionó un segmento del río de una longitud aproximada de 10 metros, localizando los sustratos adecuados para la toma de muestras. Se realizó una descripción detallada de la zona seleccionada: localización, anchura, profundidad, velocidad de la corriente, tipo de sustrato, presencia y abundancia de macrófitos, grado de sombra y otros datos de interés ecológico.

Para la toma de muestras en sustratos duros se procedió de la siguiente manera:

- Se seleccionaron mínimo 5 piedras o 10 si eran pequeñas.
- Se rasparon las piedras con cepillo de dientes: se tomó la primera piedra seleccionada y se limpió un poco en la corriente de agua para eliminar detritus de la superficie. Con un cepillo de dientes se raspó una superficie de aproximadamente 20 cm<sup>2</sup> (10 cm<sup>2</sup> si eran piedras pequeñas).
- Se transfirió la muestra del cepillo al vial.
- Se limpió el cepillo de dientes con abundante agua del río antes de comenzar a proceder con la segunda piedra.
- Se etiquetaron y conservaron las muestras.



Figura 7: Muestreo de diatomeas



Para la toma de muestras en macrófitos y macroalgas sumergidos se recolectaron las plantas enteras (si eran pequeñas) o bien una parte cortada con un cuchillo o tijeras, posteriormente se guardaron en bolsas de plástico.

### 2.3.1.3. *Macrófitos*

La toma de muestras de macrófitos se realizó según lo estipulado en el protocolo del MITECO: “Protocolo de muestreo y laboratorio de macrófitos en ríos. ML-R-M-2015”, si bien, se ha tenido en consideración el borrador del “Protocolo de toma de muestras e identificación de macrófitos en ríos vadeables (CHE, 2018)”.

Para ello, se recorrió el tramo a estudiar, anotando el porcentaje de cobertura de cada uno de los taxones identificados. La identificación se realizó “in situ”, llegando al nivel taxonómico más bajo posible.

En los casos en los que fue necesario la toma de muestras se tomaron fotografías, se codificaron y se anotó cualquier información que se consideró de interés para su identificación. Todas las muestras y preparaciones quedaron convenientemente etiquetadas mediante un código de la muestra, un código de su procedencia (localización), fecha de recolección, sustratos de los que

procede y el fijador utilizado. Los viales y recipientes de muestras fijadas con formol se cerraron con cinta aislante y se transportaron en una nevera.

**Figura 8:** Muestra de macrófitos



La cuantificación de los hidrófitos se realizó mediante evaluación visual. Para cada taxón identificado se anotó la estimación del porcentaje de cobertura en el tramo de estudio.

### **2.3.2. Muestreo de parámetros fisicoquímicos y determinaciones “in situ”**

Además de la toma de muestras para elementos de calidad biológicos se midieron parámetros fisicoquímicos in-situ (pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura del agua) y se tomaron muestras de agua para la realización de los siguientes ensayos de laboratorio:

- Demanda química de Oxígeno (DQO)
- Nitrógeno total (N\_T)
- Amoníaco (NH<sub>4</sub>)
- Nitratos (NO<sub>3</sub>)
- Fósforo total (P\_TOT)
- Fosfatos (PO<sub>4</sub>)

Las medidas de parámetros físico-químicos in situ, se realizaron mediante termometría y electrometría mediante sonda multiparamétrica y equipos portátiles estándar, situando los sensores en zona de corriente en el tramo estudiado.

La toma de muestras se llevó a cabo mediante procedimientos acreditados por ENAC, basados en las normas de referencia para la toma de muestras que se indican a continuación:

- UNE-EN ISO 5667-1:2007. Calidad del agua. Muestreo. Parte 1: Guía para el diseño de los programas de muestreo y técnicas de muestreo. (ISO 5667-1:2006)
- UNE-EN ISO 5667-3-13. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3. Guía para la conservación y manipulación de las muestras de agua

### 2.3.3. *Muestreo ictiofauna*

El procedimiento seguido para el muestreo de ictiofauna se basa en el protocolo del MITECO “Protocolo de muestreo de fauna ictiológica en ríos. ML-R-FI-2015”. Con la información recopilada mediante este protocolo se han obtenido datos válidos para el cálculo de diferentes parámetros poblacionales y la clasificación del estado ecológico mediante el elemento de calidad fauna ictiológica, usando el EUROPEAN FISH INDEX-PLUS–EFI+.

Para la realización de la pesca eléctrica, se seleccionó el tramo del río más representativo, en cuanto a diversidad de hábitat para los peces, vegetación de ribera y morfología de las orillas. Se trató de muestrear un tramo de longitud al menos 10 veces la anchura media del río. Como criterio general el tramo de muestreo seleccionado debía tener una longitud de al menos 100 m. En ríos con anchura < 15 m, se muestreó la anchura completa, mientras que en ríos con anchura > 15 m, se muestrearon varias áreas tratando de llegar a un mínimo acumulado de 1000 m<sup>2</sup> para que se cubriesen los distintos mesohábitats presentes.

El muestreo se realizó mediante pesca eléctrica, para lo que se ajustó la intensidad de la corriente. En aguas de baja conductividad se aplicó un mayor voltaje. Se utilizó corriente continua pulsátil siempre que fue posible o, si ésta no producía una respuesta suficiente en los peces, se aplicó una corriente continua. En este caso, las frecuencias de pulsos se mantuvieron lo más bajas posibles (preferentemente por debajo de 60 Hz).

El generador y el convertidor de corriente se situaron cerca de la orilla en un lugar que resultaba adecuado, estable y que permitía llevar a cabo la pesca desde aguas abajo del tramo seleccionado hacia aguas arriba. Se conectó el cátodo al convertidor y se introdujo en el agua, en un punto intermedio del tramo, para limitar la fluctuación de la intensidad de la corriente. Se conectó la pértiga (ánodo) al convertidor de corriente con un cable suficientemente largo para cubrir la longitud del tramo a muestrear. Se situaron los depósitos contenedores de los peces y el material necesario para tomar los datos biométricos en un sitio llano y sombreado.

El equipo humano para realizar la pesca estuvo integrado por 4 personas. El técnico más experimentado es el que condujo la pesca, es decir, llevó la pértiga y la acciono mientras remontaba el río para que la turbidez producida por el movimiento no afectará la eficiencia de la pesca. Es conveniente moverse suavemente e ir barriendo con la pértiga todos los hábitats del ancho fluvial. Es conveniente prestar atención a las zonas de refugio e intentar que los peces abandonen sus escondites. Dos técnicos se situaron detrás del portador de la pértiga con sacaderas para recoger los peces que, aturdidos por la electricidad, eran arrastrados por el flujo de agua, y un cuarto técnico provisto de un cubo con agua recogía los peces capturados y los transportaba a contenedores con mayor volumen de agua situados en la orilla.

Tras cada esfuerzo de muestreo completado se tomaron datos de las capturas con mediciones y muestras según: identificación de la especie, longitud ahorquillada o furcal y longitud total (mm), peso (0,1 g – 1 g).

**Figura 9:** Muestreo de ictiofauna mediante pesca eléctrica



#### **2.3.4. Caracterización hidromorfológica**

Todos los trabajos de campo se realizaron conforme a las indicaciones del “Protocolo de caracterización hidromorfológica de las masas de agua de la categoría ríos”, de código M-R-HMF-2019, que es el protocolo oficial elaborado por el MITECO.

Partiendo del listado de diez masas superficiales seleccionadas, se delimitó el número y extensión de los tramos a caracterizar en cada una de ellas; posteriormente se ubicaron los subtramos a caracterizar como representativos de la fisonomía de cada tramo, a razón de un subtramo por tramo. La longitud de los subtramos siempre fue superior a 10 veces la anchura del cauce activo, como recomienda el protocolo. Entre los elementos evaluados en campo figuran atributos propios de cada uno de los tres niveles de caracterización, a saber:

- Masa: obstáculos transversales.
- Tramo: cauce activo, estructuras longitudinales, acciones sobre el cauce, procesos de incisión/acreción.
- Subtramo: características del lecho (sustrato, sedimento, formaciones geomorfológicas, microhábitats, etc.) y de la ribera fluvial (ribera funcional, ribera topográfica, coberturas, conectividades, especies dominantes, especies alóctonas, especies regresivas, etc.).

Todas las acciones y elementos de interés fueron acompañados de las correspondientes fotografías. Con toda la información obtenida mediante este protocolo se han obtenido datos que, junto con los elementos necesariamente caracterizados a partir de información recopilada en gabinete, sirvieron para la cumplimentación de las tablas de caracterización propias de cada masa. Seguidamente, de dichas tablas se extrajeron los datos que computan para las tablas de valoración correspondientes, las cuales recogen y ponderan dichos datos para la elaboración de las métricas utilizadas para la caracterización final del estado hidromorfológico. Finalmente, dentro de cada tabla de valoración quedó resumida esta información de manera gráfica mediante hexágonos, distribuyéndose la información a lo largo de cada uno de los seis ejes del mismo, tal y como expone el “Protocolo para el cálculo de métricas de los indicadores hidromorfológicos de las masas de agua categoría río”, de código MET-R-HMF-2019.

## **2.4. TRABAJO DE LABORATORIO Y GABINETE**

### **2.4.1.1. Macroinvertebrados**

La determinación de muestras de invertebrados bentónicos en ríos se llevó a cabo según lo establecido por el “Protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos vadeables. ML-Rv-I-2013”.

La identificación de los taxones se realizó mediante la observación de características morfológicas, utilizando una lupa binocular y siguiendo guías apropiadas de identificación al nivel requerido.

Para ello, se procedió al filtrado de la muestra resultante a través de tres tamices, uno de 5 mm de luz, uno de 1 mm y uno de 0,5 mm, de manera que se obtuvieron tres fracciones denominadas gruesa, media y fina, una en cada tamiz. De la fracción gruesa se clasificaron y contaron todos los ejemplares, incluyéndose también los taxones que se habían separado previamente en el muestreo de campo.

La fracción media se vertió en una bandeja cuadrículada, de la cual se extrajo el contenido de una de las cuadrículas elegida al azar (lo que se denomina alícuota). Se clasificaron y contaron todos los ejemplares de dicha alícuota. Si el número de ejemplares hallados fue de al menos 100, se procedió a estimar con ello la abundancia en la fracción total, mientras que si fue inferior a 100 se analizó otra alícuota escogida al azar hasta llegar al menos a dicho número para estimar la

abundancia. Posteriormente se determinó el resto de la fracción, de cara a separar todos los taxones diferentes que no hubieran sido hallados en la alícuota analizada. Con la fracción fina se procedió de igual manera que con la fracción media.

Los individuos hallados se clasificaron hasta nivel de familia, ya que este es el nivel taxonómico requerido para calcular el índice IBMWP. Para la clasificación se utilizaron diferentes claves taxonómicas generales, como la elaborada por la Dirección General del Agua (ID-TAX) y Tachet et al. (1984, 2000), usando en algunos casos bibliografía específica para ciertos grupos taxonómicos. Tras el análisis de las muestras y la determinación de los taxones presentes se calcularon las abundancias y los índices bióticos IBMWP, IASPT, ETP, IMMI-T y el número de taxones presentes en la muestra.

El índice IBMWP es una adaptación a la fauna peninsular del índice BMWP desarrollado en el Reino Unido, y está basado en la presencia/ausencia de algunos grupos taxonómicos en la población de macroinvertebrados del tramo de río objeto de estudio. Cada uno de estos grupos tiene asignado un valor entero entre 1 y 10, como se aprecia en la siguiente tabla, según sus requerimientos en cuanto a la calidad de las aguas en las que viven sean menores o mayores. La suma de los valores de todos los grupos presentes en la muestra indicaría la calidad de las aguas en el punto. Para el cálculo de estos índices en este estudio se tuvieron en cuenta los taxones y valores para cada taxón señalados por Alba-Tercedor et al. (2002) y Jáimez-Cuellar et al. (2002).

Respecto a los rangos del índice para clase de calidad se aplicaron los rangos de Estado Ecológico señalados en el Anexo II del RD 817/2015.

**Tabla 8:** Puntuaciones de las Taxones para el cálculo del IBMWP

| <b>Taxones</b>   | <b>Puntuación</b> |
|--|-------------------|
| Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Uenoidae (=Thremmatidae), Calamoceratidae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Athericidae, Blephariceridae | 10                |
| Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeschnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae   | 8                 |
| Ephemerellidae, Prosopistomatidae, Nemouridae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Ecnomyidae  | 7                 |
| Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiariidae, Unionidae, Ferrissia, Hydroptilidae, Corophiidae, Gammaridae, Atyidae, Palaemonidae, Platycnemididae, Coenagrionidae  | 6                 |
| Oligoneuriidae, Polymitarcidae, Dryopidae, Elmidae, Hydrochidae, Hydraenidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae, Helophoridae  | 5                 |
| Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae, Anthomyidae, Ptychopteridae, Crambidae-Pyralidae, Scatophagidae, Sialidae, Piscicolidae, Acariformes   | 4                 |
| Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae, Veliidae, Notonectidae, Corixidae, Helodidae (Scirtidae), Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Noteridae, Psephenidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Sphaeridae, Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda                     | 3                 |
| Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae   | 2                 |
| Syrphidae, Oligochaeta (todas las clases)  | 1                 |

El índice IASPT corresponde al valor del índice IBMWP dividido por el número de taxones. Cuanto mayor sea el valor de este índice, mayor es el porcentaje de taxones sensibles a la contaminación de tipo orgánico. El índice IASPT es en realidad un ponderador del índice biótico. Si el valor del IASPT es alto, implica que la puntuación del IBMWP es alta y que el número de taxones es elevado, lo cual implica que dichos taxones son indicadores de buena calidad

Además de los índices IBMWP e IASPT, se calcularon el número de taxones aparecidos en la muestra (TAX MAI) y el número de taxones que computan para el IBMWP (TAX IBMWP).

Por último, se calculó el índice multimétrico iMMi-T, que es el resultado de la combinación de 4 diferentes métricas:

- N° de taxones de la muestra (S).
- N° de familias de Efemerópteros, Plecópteros y Tricópteros (EPT).



- IASPT (valor de IBMWP dividido por el número de taxones, es decir, un valor de tolerancia media de la comunidad).
- Log Sel EPTCD +1, que es el logaritmo de la suma de las abundancias en Individuos/m<sup>2</sup> de una serie de familias seleccionadas de Efemerópteros, Plecópteros, Tricópteros, Coleópteros y Dípteros.

Los EQRs de se combinan para el cálculo final del IMMi-T según la siguiente fórmula:

$$\text{IMMi-T} = (0,2 * \text{Num. Fam.}) + (0,2 * \text{EPT}) + (0,4 * \text{IASPT}) + (0,2 * \text{Log (Sel EPTCD+1)})$$

#### **2.4.1.2. Diatomeas**

La determinación de muestras de diatomeas se realizó según lo estipulado en el protocolo del MAPAMA: “Protocolo de muestreo y laboratorio de flora acuática (organismos fitobentónicos) en ríos. ML-R-D-2013”.

El estudio de las muestras de diatomeas al microscopio requiere de un pre-tratamiento de las mismas para eliminar la materia orgánica y dejar las valvas limpias para la adecuada identificación y recuento al microscopio. El pre-tratamiento incluye la concentración de la muestra, la digestión de la materia orgánica y el montaje de preparaciones permanentes.

Concentración de las muestras: La separación de las diatomeas del agua de la muestra se realizará por sedimentación, tras dejar reposar las muestras 24 horas, como mínimo. Con esto se consigue que el material en suspensión sedimente y se acumule en el fondo del frasco, tras lo cual se puede retirar el sobrenadante con una pipeta.

Digestión-limpieza de diatomeas: Antes de comenzar la digestión de la muestra se examinó al microscopio y se anotó cualquier característica inusual que se observada (p. ej. gran cantidad de frústulos vacíos). Los pasos seguidos en la digestión fueron:

- Transferencia de 5 ml de suspensión a un tubo de ebullición.
- Digestión con peróxido de hidrógeno.
- Lavado de las muestras.
- Conservación de la suspensión de diatomeas limpias.

Montaje de preparaciones permanentes: Antes del montaje con la resina se examinó la suspensión limpia al microscopio para ver la densidad de algas y comprobar que la digestión había sido efectiva. Para ello se dejó evaporar una gota sobre una porta.

- Evaporado de la submuestra.
- Adición de la resina de montaje.
- Etiquetado.

Previo a la identificación se adoptaron una serie de criterios que se mantuvieron a lo largo de todo el recuento.

- Unidad de recuento. Existen diferentes unidades de recuento: valvas, frústulos o ambos sin distinción. La unidad recomendada es la valva.
- Tamaño de la muestra. Para la aplicación de los índices de diatomeas se requieren recuentos de entre 400 y 500 valvas.
- Cuantificación de valvas rotas y diatomeas no identificadas. Adoptaremos el criterio de incluir en los recuentos los individuos rotos sólo si tienen aproximadamente  $\frac{3}{4}$  partes de la valva o bien si tiene como mínimo un externo y el área central.

Para comenzar el recuento se colocó la muestra sobre la platina del microscopio y se procedió a identificar todas las valvas presentes en un campo examinando la preparación a 1000x.

Una vez finalizado el proceso en el primer campo se desplazó la muestra y en un nuevo campo se empezó la identificación de las especies presentes.

Alcanzadas las 400 valvas en el recuento se cambió a un objetivo de aumento medio (p.ej. 40x) y se realizó un rastreo para detectar taxones de mayor tamaño que pudieran escapar del análisis con grandes aumentos.

Tras el análisis de las muestras se procedió al cálculo de los índices para el elemento de calidad fitobentos. Existe una amplia variedad de índices diseñados por diferentes autores (IPS, CEMAGREF 1986; IBD, Prygiel y Coste, 1998; CEE, H. Lange-Bertalot, 1979; LMI, Leclercq y Maquet, 1987; SLA, Sládecek, 1973; EPI-D, Dell'Uomo, 2004; ROTT, Rott *et al.*, 1997, 1999, 2003). Estos índices se basan en combinaciones entre la abundancia relativa y el grado de

sensibilidad (tolerancia) de un grupo de taxones seleccionados (en general especies). Prygel *et al.* (1999), Whitton y Rott (1996) y Whitton *et al.* (1991) han descrito y evaluado muchos de los índices utilizados actualmente. Gran parte de estos índices se han desarrollado para usarlos en un área geográfica concreta, aunque comprobaciones posteriores han demostrado que algunos tienen una validez más amplia.

De entre los mencionados anteriormente se calcularon los siguientes índices:

- Índice IPS (Índice de Polusensibilidad Específica) (CEMAGREF, 1982): se calcula sobre la base de las medias ponderadas de los valores de sensibilidad a la contaminación, valor indicador de contaminación y abundancia relativa de la especie.
- Índice IBD (Índice Biológico de Diatomeas) (AFNOR, 2000): basado en un número reducido de taxones (250) para los que se conoce su grado de tolerancia (7 grupos de calidad). Su sensibilidad es menor que el anterior en los ríos cuya composición de diatomeas no incluya parte de las especies del índice.
- Índice CEE (Descy y Coste, 1990): combina, en una tabla de doble entrada, grupos de especies con diferente tolerancia a la contaminación, en relación con su distribución a lo largo de los ríos.

#### **2.4.1.3. Macrófitos**

La identificación de muestras de macrófitos se ha realizado según lo estipulado en el protocolo del MITECO: “Protocolo de muestreo y laboratorio de macrófitos en ríos. ML-R-M-2015” si bien, se ha tenido en consideración el borrador del “Protocolo de toma de muestras e identificación de macrófitos en ríos vadeables (CHE, 2018)”.

En el laboratorio se procedió a verter la muestra en una batea blanca, para a continuación realizar una separación y aclarado con agua destilada de dicha muestra en pequeñas submuestras mediante placas de Petri de vidrio de 12 cm de diámetro. Sobre estas submuestras se realizó un análisis macroscópico a la lupa binocular (estereomicroscopio) y, para aquellos casos en los que fue necesario, un análisis microscópico mediante la observación de preparaciones microscópicas

con portas y cubres. De esta manera se confirmaron y determinaron correctamente los ejemplares recogidos en cada estación.

Con los resultados obtenidos se aplicó el índice IBMR. La puntuación del IBMR se obtiene a partir de la fórmula de Zelinka y Marvan (1961), en la que se usan la abundancia de los taxones ( $K_i$ , de 1 a 5), los valores de sensibilidad respecto a la eutrofia ( $C_{si}$ , de 1 a 20) y la indicación de la estenoicidad ( $E_i$ , de 1 a 3) asignados a cada uno de los 51 taxones considerados por este índice:

|       |   |
|-------|---|
| IBMR= | $\frac{\sum_{i=1}^n E_i \times K_i \times C_{si}}{\sum_{i=1}^n E_i \times K_i}$ |
|-------|---|

Dónde:

- $E_i$ : Valor de indicación de la estenoicidad (1-3)
- $K_i$ : estima de abundancia de cada taxón utilizando una escala del 1 al 5
- $C_{si}$ : valores de sensibilidad respecto a la eutrofia (1-20)

Los valores  $E_i$  y  $C_{si}$  de cada taxón pueden consultarse en el anexo I del protocolo IBMR-2015 y en TAXAGUA. En relación al trabajo de Haury et. al (2006), la aplicación del IBMR en España requiere la eliminación e inclusión de varias especies en la composición de taxones a utilizar, así como pequeñas variaciones en los valores de indicación y sensibilidad de algunas especies para mejorar la evaluación del estado de las masas de agua mediante la utilización de este índice.

Las clases de cobertura ( $K_i$ ) tomadas en campo se transformaron a escalas de abundancia, según la siguiente tabla:

**Tabla 9:** Clases de cobertura para el índice IBMR

| Clases de cobertura | Escala de abundancia IBMR en España |
|---------------------|-------------------------------------|
| < 0,1-Presencia     | 1                                   |
| 0,1 - <1%-Raro      | 2                                   |
| 1 - <5%             | 3                                   |
| 5 - <10%            | 3                                   |
| 10 - <20%           | 4                                   |
| 20 - <30%           | 4                                   |
| 30 - <40%           | 4                                   |
| 40 - <50%           | 4                                   |
| 50 - <60%           | 5                                   |
| 60 - <70%           | 5                                   |
| 70 - <80%           | 5                                   |
| 80 - <90%           | 5                                   |
| 90 - 100%           | 5                                   |

#### **2.4.1.4. Indicadores fisicoquímicos**

Los ensayos químicos y físico-químicos de las muestras de agua han sido realizados por el laboratorio DBO5 S.L., acreditado por ENAC según la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 como laboratorio de ensayo conforme a la acreditación nº 575/LE517.

En la tabla siguiente figuran para cada parámetro la metodología, el procedimiento utilizado, el límite de cuantificación, el límite de detección, el rango de trabajo acreditado, la precisión, la exactitud y la incertidumbre de cada ensayo.

**Tabla 10:** Ensayos fisicoquímicos en laboratorio

| ENSAYO                      | AMONIO                       | DQO  | FOSFORO TOTAL             |                                 | FOSFATOS                                    | NITRATOS                        |                           | NITRÓGENO TOTAL           | pH "in situ"     | CONDUCTIVIDAD ELECTRICA "in situ" a 20°C | OXIGENO DISUELTO "in situ"  |
|-----------------------------|------------------------------|--|---------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|--|-----------------------------|
|                             |                              |  |                           |                                 |   |                                 |                           |                           |                  |  |                             |
| Metodología                 | Electrometría                | Reflujo Cerrado. Espectrofotometría UV-VIS | Espectrofotometría UV-VIS | FIA y espectrofotometría UV-VIS | FIA y espectrofotometría a UV-VIS           | FIA y espectrofotometría UV-VIS | Electrometría             | Espectrofotometría UV-VIS | Electrometría    | Electrometría                            | Luminiscencia               |
| Procedimiento de Ensayo     | PTLAB/LDBO 5/003             | PTLAB/LDB O5/309                           | PTLAB/LDBO 5/052          | PTLAB/LDBO 5/352                | PTLAB/LDBO5/3 51                            | PTLAB/LDBO 5/353                | PTLAB/LDBO5/ 305          | PTLAB/LDBO5 /326          | PTCAM/LDB O5/007 | PTCAM/LDBO 5/006                         | PTCAM/LDBO5/ 008            |
| Límite de cuantificación    | 0,05 mg NH <sub>4</sub> /L   | 20 mg O <sub>2</sub> /L                    | 0,03 mg P / L             | 0,1 mg P /L                     | 0,15 mg PO <sub>4</sub> / L ó (0,05 mgP/l ) | 10 mg NO <sub>3</sub> /L        | 5 mg NO <sub>3</sub> /L   | 1 mg N /L                 | ≥ 1 ud pH        | ≥100 μS/cm                               | ≥ 1 mg O <sub>2</sub> /l    |
| Rango de Trabajo Acreditado | ≥ 0,05 mg NH <sub>4</sub> /L | ≥ 20 mg O <sub>2</sub> /L                  | ≥ 0,003 mg P/ L           | ≥ 0,1 mg P /L                   | ≥ 0,15 mg PO <sub>4</sub> / L               | ≥ 10mg NO <sub>3</sub> /L       | ≥ 5 mg NO <sub>3</sub> /L | ≥ 1 mg N /L               | 1 - 10 uds pH    | 100 - 50000 μS/cm                        | 1 - 14 mg O <sub>2</sub> /L |
| Límite de detección         | 0,01 mg NH <sub>4</sub> /L   | 5,51 mg O <sub>2</sub> /L                  | 0,01 mg P / L             | 0,03 mg P /L                    | 0,01 mg PO <sub>4</sub> / L                 | 1,67mg NO <sub>3</sub> /L       | 0,8 mg NO <sub>3</sub> /L | 0,27 mg N/L               |                  |  |                             |
| Precisión CVr (%)           | 10                           | 15   | 10                        | 10                              | 10  | 10                              | 10                        | 15                        | 0.2              | 10                                       | 10                          |
| Exactitud (%)               | 10                           | 15   | 10                        | 20                              | 10  | 10                              | 10                        | 15                        | 10               | 10                                       | 10                          |
| U(%) (K=2)                  | 20                           | 18   | 25                        | 29                              | 18  | 12                              | 18                        | 23                        | 0,04             | 7  | 4                           |

#### 2.4.1.5. Ictiofauna. Cálculo índice EFI+

El índice EFI+, como indicador basado en la ictiofauna, es modelo predictivo que realiza una estimación a partir de factores abióticos ambientales del punto de muestreo (por ejemplo, área de drenaje, altitud, distancia al nacimiento del río o temperatura del aire) y compara la comunidad actual de peces con la comunidad de peces que se debería esperar en condiciones naturales, es decir, si no estuviera alterado (EFI+ Consortium 2009, Logez & Pont 2011). Para la aplicación de este índice se utilizó una máquina virtual a través de la cual se puede acceder a la aplicación web cliente-servidor (EFI+ CONSORTIUM, 2009).

Con los individuos de las especies de peces capturadas se obtienen dos métricas, para los dos tipos de ríos (una para tramos salmonícolas y otra para tramos ciprinícolas), que comparan los valores observados con los valores esperados (en tramos con ausencia de perturbación humana, o también llamados puntos de condición de referencia). Con estas métricas se estima la calidad ecológica de los ríos de estudio.

A cada muestreo se le asigna una ecorregión a partir de las coordenadas geoespaciales y se le asigna una tipología de peces, siguiendo la propuesta de Melcher et al. (2007): salmonícola o ciprinícola. Los valores esperados se obtienen mediante cuatro modelos predictivos basados en los factores ambientales del punto de muestreo (dependiendo de si son salmonícolas o ciprinícolas). Estos fueron calibrados en tramos inalterados y su elección se basa en que sus métricas tuvieran una baja correlación, una alta representatividad de sus valores en diferentes ecorregiones y sensibilidad del índice a las presiones antrópicas. Los cuatro modelos fueron:

- Ni.O2.Intol: Densidad de peces intolerantes a la disminución de oxígeno disuelto.
- Ni.Hab.Intol.150: Densidad de peces pequeños (longitud < 15 cm) intolerantes a la degradación del hábitat.
- Ric.RH.Par: Riqueza de especies con hábitat de reproducción reófilo.
- Ni.LITHO: Densidad de peces con hábitat de reproducción litófilo.

Estos modelos se ajustan mediante un modelo lineal generalizado (GLM) con una distribución binomial negativa. Además, se usa sistemáticamente un offset que corresponde a la riqueza total o al número total de peces (si el modelo utiliza la riqueza o la densidad respectivamente). Las variables predictivas del GLM son seis: pendiente del río (log-transformada), temperatura de julio,

amplitud térmica (diferencia entre la temperatura de julio y la de enero), sedimento natural (codificada en tres categorías), y dos variables latentes obtenidas de una combinación lineal entre las variables geomorfológicas de los datos de entrada. Además, hay una ponderación estratificada por el orden de Strahler y las ecorregiones para reducir la organización balanceada del conjunto de datos de calibración. Por último, para considerar la respuesta no lineal de la métrica a las condiciones ambientales, se calcula el componente cuadrático para la pendiente y la temperatura en julio.

Para la aplicación de este índice se utilizó una máquina virtual a través de la cual se puede acceder a la aplicación web cliente-servidor (EFI+ CONSORTIUM, 2009). Una vez rellenado el documento INPUT de carga de datos, es necesario instalar el software EFI+ siguiendo las instrucciones del documento “Creación y arranque de entorno virtual para la aplicación EFI+”.

Aplicando los cuatro GLMs en los puntos de muestreo se obtienen los valores esperados de las cuatro variables descriptoras en condiciones de referencia. Las variables geográficas y físicas del tramo fluvial que son necesarias para la aplicación de los modelos son: la pendiente del río, la temperatura del mes de julio, la temperatura de enero, la naturaleza del sedimento, la superficie de la cuenca de drenaje, la existencia de llanuras de inundación, la distancia al nacimiento del río, el origen del agua y la caracterización hidrogeomorfológica del tramo.

El software EFI+ proporciona como resultados intermedios: los valores de las cuatro variables descriptoras en condiciones de referencia ( $E_i$ ), los valores muestrales ( $O_i$ ), y las distancias Pearson de las variables ( $R_i = \log(E_i + 1 / O_i + 1)$ ). Estas últimas pueden ser utilizadas como métricas indicadoras del estatus ecológico del tramo del río.

Las variables de entrada que EFI+ requiere son las siguientes:

**Tabla 11:** Variables de entrada de EFI+

| Variables |                        |
|-----------|------------------------|
| Longitude | Natural Lake Upstream  |
| Latitude  | Geomorphology          |
| Day       | Former Flood Plain     |
| Month     | Water Source           |
| Year      | Upstream Drainage Area |
| Country   | Distance from Source   |



| <b>Variables</b>   |                             |
|--------------------|-----------------------------|
| River Name         | River Slope                 |
| Site Name          | Air temperature Mean Annual |
| Altitude           | Air temperature January     |
| Ecoregion          | Air temperature July        |
| Mediterranean Type | Former Sediment Size        |
| River Region       | Sampling Location           |
| Method             | Species Name                |
| Fished Area        | Total number run1           |
| Wetted Width       | Number Length Below 150     |
| Flow Regime        | Number Length Over 150      |

Una vez que se dispone de esta información, se crea una tabla en Excel con todos esos campos, siguiendo el manual de “Creación y arranque de entorno virtual para la aplicación EFI+”, para que mediante una distribución Linux Debian 7 aplicación VirtualBox, emule la plataforma.

Dicha plataforma realizará los cálculos para que nos devuelva tres tipos de resultados. los “observados” salen directamente del número de capturas, especies etc. en 100 m2 para cada tipo de métrica, es decir, son cálculos sobre los datos que hemos introducido. Los “esperados”, que la aplicación obtiene a partir de datos de referencia de la base de datos general. Finalmente, los “ids” calculados que se obtienen a través del modelo estadístico, usando los observados y esperados.

A partir de las variables anteriormente citadas (RHPAR, O2INTOL, LITH e HINTOL), la aplicación proporciona el valor de las cuatro métricas finales (MRHPAR, MHINTOL, MLITH y MO2INTOL). Mediante la recombinación de estas métricas se obtienen los índices SFI y CFI, el estatus ecológico del tramo de río, y un conjunto de condicionantes y limitantes asociados al método utilizado (BADY et al., 2009).

El índice SFI expresa la calidad del hábitat en los tramos salmonícolas, y el CFI la calidad del hábitat en zonas ciprinícolas, calculados del siguiente modo:

$$SFI = (MHINTOL + MO2INTOL) / 2$$

$$CFI = (MRHPAR + MLITH) / 2$$

Con esta pareja de índices se puede estimar la calidad ecológica de los ríos europeos según las características de las comunidades piscícolas que los habitan.

#### 2.4.1.6. Evaluación hidromorfológica

El protocolo para el cálculo de métricas relacionadas con los elementos de calidad relacionados con la hidromorfología fluvial (MET-R-HMF-2019) recoge 6 bloques para la valoración del estado de los indicadores hidromorfológicos de las masas de agua de la categoría río:

1. Régimen hidrológico (posibles fuentes de alteración)
  - a. Caudal e hidrodinámica
  - b. Caudales sólidos
2. Régimen hidrológico - Conexión con masas de agua subterránea
3. Continuidad del río.
4. Condiciones morfológicas del cauce: variación de la profundidad y anchura del río
5. Condiciones morfológicas del cauce: estructura y sustrato del lecho del río
6. Condiciones morfológicas del cauce: estructura de la zona ribereña

Para cada uno de estos bloques se proponen indicadores de valoración, así como unos grados de alteración, potencial o medida, según lo posible en cada caso, y unos niveles de naturalidad de los indicadores. La alteración o naturalidad se divide, en todos los casos, en cuatro clases, con el fin de contribuir a una mayor homogeneidad del procedimiento, y de facilitar el tratamiento conjunto de los indicadores y sus resultados. Finalmente, se propone un valor de naturalidad ponderada máxima por indicador, dado que no todos cuentan con la misma relevancia de cara a la valoración y a la definición del estado de los indicadores hidromorfológicos total. Cada uno de los bloques de valoración cuenta con un peso similar (expresado con una puntuación máxima de 10 sobre 60 puntos totales). Así, para cada indicador, se toma el valor correspondiente al valor de naturalidad que, a su vez, se pondera por el valor de naturalidad ponderada máximo, obteniéndose la puntuación ponderada del indicador.

El diagnóstico de estado hidromorfológico de cada masa queda establecido a partir de los valores de los seis indicadores hidromorfológicos mencionados, aplicándose los indicadores 1, 2 y 3 a nivel de masa y los indicadores 4, 5 y 6 a nivel de tramo. Para los indicadores a nivel de masa se aplica un único valor a todos los tramos en que se haya dividido la misma, mientras que, para los indicadores a nivel de tramo, cada tramo tiene un valor propio, de modo que el **valor global** de la masa es el promedio de los valores de cada tramo ponderados por su longitud dentro de la masa.

Los 6 bloques de valoración se engloban de un hexágono cuyos ejes varían de 0 a 10 en sentido creciente desde el centro del hexágono hacia su vértice correspondiente. Valores próximos a 10 indican ausencia de alteraciones y condiciones próximas a las de referencia, mientras que valores inferiores denotan incremento de presiones. Una vez identificados qué ejes están más afectados, se podrá identificar, dentro de los indicadores que engloba ese eje, qué elementos son los que están siendo los causantes de esa alteración. Esta alteración podrá en consecuencia poder ser analizada en detalle y proponerse obras o medidas de mejora que, a su vez, se podrán reflejar en el hexágono.

Se tendrá en consideración que el LCC Muy bueno/Bueno es el definido para cada uno de los subíndices HMF en los mencionados protocolos, a saber:

- Muy bueno/Bueno: 9
- Bueno/Moderado: 6,6
- Moderado/Deficiente: 4,0
- Deficiente/Malo: 2,0

Para evaluar las condiciones hidromorfológicas de una masa se tomará como referencia el peor valor de los seis indicadores que la caracterizan. La valoración de todos estos elementos permite la diferenciación entre el “muy buen estado” y el “buen estado” de la masa de agua o, en su caso, la identificación provisional de la masa de agua como “muy modificada”, colaborando con el resto de elementos de calidad para la correcta determinación del estado de una masa de agua, así como evaluar los efectos que una actuación determinada pueda tener en la HMF fluvial.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. CONSIDERACIONES PREVIAS**

En los siguientes apartados se describen los principales resultados obtenidos durante la campaña de muestreo de 2022.

Los resultados se estructuran de la siguiente forma:

- En un primer apartado, se incluyen los principales resultados relativos a los indicadores biológicos basados en: macroinvertebrados, macrófitos y diatomeas.

- En el segundo apartado se exponen los resultados físico-químicos in situ y los ensayos de laboratorio.
- En el tercer apartado se exponen los resultados del índice EFI+ obtenido a partir de los datos de los muestreos de ictiofauna
- Y un último apartado con los resultados de los indicadores de calidad hidromorfológica.

Los resultados obtenidos para indicadores fisicoquímicos y biológicos figuran en el Anexo I.

### 3.2. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Se tomaron muestras de macroinvertebrados en 34 puntos de muestreo. Con ellas se han calculado los índices IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party), NTAX IBMWP (nº de Taxones IBMWP), NTAX MAI (Nº de Taxones Totales de Macroinvertebrados), IASPT (Iberian Average Score Per Taxon) y el multimétrico IMMI-T. Los resultados figuran a continuación:

**Tabla 12:** Resultados de indicadores basados en macroinvertebrados

| Punto Muestreo | Toponimia                                      | IBMWP | NTAX IBMWP | NTAX MAI | IASPT | iMMi-T |
|----------------|--|-------|------------|----------|-------|--------|
| 0014-BIO       | Martín / Híjar (BIO)                           | 59    | 13         | 13       | 4,54  | 0,68   |
| 0023-BIO       | Segre / Seo de Urgel (BIO)                     | 122   | 25         | 26       | 4,88  | 0,79   |
| 0068-BIO       | Arakil / Asiain (BIO)                          | 104   | 22         | 24       | 4,73  | 0,72   |
| 0118-BIO       | Martín / Oliete (BIO)                          | 67    | 15         | 16       | 4,47  | 0,71   |
| 1025-BIO       | Zadorra / Durana (BIO)                         | 111   | 23         | 24       | 4,83  | 0,70   |
| 1037-BIO       | Linares / Torres del Río (BIO)                 | 116   | 28         | 28       | 4,14  | 0,75   |
| 1038-BIO       | Linares / Mendavia (BIO)                       | 73    | 19         | 21       | 3,84  | 0,50   |
| 1235-BIO       | Guadalupe / Mas de las Matas (BIO)             | 108   | 23         | 23       | 4,70  | 0,84   |
| 1294-BIO       | Noguera Cardós / Lladorre (BIO)                | 145   | 26         | 26       | 5,58  | 0,84   |
| 1330-BIO       | Polla /Reocín de los Molinos (BIO)             | 104   | 22         | 23       | 4,73  | 0,71   |
| 1403-BIO       | Aranda / Aranda de Moncayo (BIO)               | 142   | 29         | 29       | 4,90  | 0,89   |
| 1405-BIO       | Aranda / Arándiga (BIO)                        | 87    | 19         | 20       | 4,58  | 0,89   |
| 1422-BIO       | Salado / Estenoz (BIO)                         | 24    | 7          | 7        | 3,43  | 0,29   |
| 2075-BIO       | Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)                | 62    | 17         | 17       | 3,65  | 0,48   |
| 2076-BIO       | Clamor II /Puente ctra. Monzon-Alcolea (BIO)   | 114   | 26         | 26       | 4,38  | 0,69   |
| 2085-BIO       | Santa Casilda / Hermosilla (BIO)               | 60    | 14         | 15       | 4,29  | 0,57   |
| 2109-BIO       | Begatillo / Los Alagones (BIO)                 | 122   | 27         | 27       | 4,52  | 0,70   |
| 2187-BIO       | Jueu / Es Bondes (BIO)                         | 165   | 27         | 27       | 6,11  | 0,92   |
| 2203-BIO       | Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)            | 62    | 16         | 17       | 3,88  | 0,45   |
| 2204-BIO       | Regallo / Puigmoreno (BIO)                     | 66    | 16         | 16       | 4,13  | 0,59   |
| 2238-BIO       | Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)       | 41    | 12         | 12       | 3,42  | 0,31   |
| 2243-BIO       | Noguera de Tor / Barruera (BIO)                | 125   | 23         | 23       | 5,43  | 0,86   |
| 3001-BIO       | Elorz / Pamplona (BIO)                         | 61    | 15         | 15       | 4,07  | 0,44   |
| 3011-BIO       | Aguas vivas / Aguas arriba presa Blesa (BIO)   | 161   | 28         | 28       | 5,75  | 0,96   |
| 3055-BIO       | Barrundia / Ozaeta (BIO)                       | 142   | 28         | 29       | 5,07  | 0,77   |
| 3057-BIO       | Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO) | 79    | 16         | 17       | 4,94  | 0,64   |
| 3058-BIO       | Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)       | 102   | 20         | 20       | 5,10  | 0,56   |

| Punto Muestreo | Toponimia                          | IBMWP | NTAX IBMWP | NTAX MAI | IASPT | iMMi-T |
|----------------|------------------------------------|-------|------------|----------|-------|--------|
| 3107-BIO       | Flumen / Sta María de Belsué (BIO) | 114   | 22         | 22       | 5,18  | 0,84   |
| 3207-BIO       | Sta Engracia / Erretana (BIO)      | 72    | 16         | 17       | 4,50  | 0,47   |
| 3210-BIO       | San Nicolás / La Vall de Boí (BIO) | 148   | 26         | 26       | 5,69  | 0,90   |
| 3211-BIO       | Sia / Gavin (BIO)                  | 156   | 28         | 28       | 5,57  | 0,85   |
| 3212-BIO       | Sarroca / Senterada (BIO)          | 151   | 27         | 28       | 5,59  | 0,93   |
| 3213-BIO       | Aguilero / Sallent (BIO)           | 151   | 28         | 28       | 5,39  | 0,89   |
| 3214-BIO       | Remáscaro / Benasque (BIO)         | 106   | 19         | 19       | 5,58  | 0,72   |

### 3.3. DIATOMEAS

Se tomaron muestras de diatomeas en 34 puntos de muestreo. Con ellas se han calculado los índices IPS (Índice de Poluosensibilidad Específica), CEE (Descy y Coste, 1990) e IBD (Índice Biológico de Diatomeas). Los resultados figuran a continuación:

**Tabla 13:** Resultados de indicadores basados en diatomeas

| Punto Muestreo | Toponimia                                      | IPS  | CEE  | IBD  |
|----------------|--|------|------|------|
| 0014-BIO       | Martín / Híjar (BIO)                           | 15,2 | 14,6 | 16,1 |
| 0023-BIO       | Segre / Seo de Urgel (BIO)                     | 15,6 | 14,5 | 18,2 |
| 0068-BIO       | Arakil / Asiain (BIO)                          | 12,5 | 12,7 | 13,8 |
| 0118-BIO       | Martín / Oliete (BIO)                          | 17,2 | 14,6 | 20,0 |
| 1025-BIO       | Zadorra / Durana (BIO)                         | 15,2 | 15,9 | 15,5 |
| 1037-BIO       | Linares / Torres del Río (BIO)                 | 14,4 | 14,1 | 14,5 |
| 1038-BIO       | Linares / Mendavia (BIO)                       | 12,2 | 11,9 | 12,7 |
| 1235-BIO       | Guadalupe / Mas de las Matas (BIO)             | 17,7 | 18,0 | 20,0 |
| 1294-BIO       | Noguera Cardós / Lladorre (BIO)                | 15,8 | 16,8 | 20,0 |
| 1330-BIO       | Polla / Reocín de los Molinos (BIO)            | 18,3 | 17,5 | 20,0 |
| 1403-BIO       | Aranda / Aranda de Moncayo (BIO)               | 14,3 | 14,7 | 14,7 |
| 1405-BIO       | Aranda / Arándiga (BIO)                        | 12,8 | 12,6 | 14,1 |
| 1422-BIO       | Salado / Estenoz (BIO)                         | 19,1 | 0,0  | 6,2  |
| 2075-BIO       | Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)                | 9,9  | 9,5  | 10,1 |
| 2076-BIO       | Clamor II / Puente ctra. Monzon-Alcolea (BIO)  | 11,2 | 10,6 | 11,9 |
| 2085-BIO       | Santa Casilda / Hermosilla (BIO)               | 18,4 | 17,1 | 20,0 |
| 2109-BIO       | Begatillo / Los Alagones (BIO)                 | 18,3 | 17,2 | 20,0 |
| 2187-BIO       | Jueu / Es Bondes (BIO)                         | 18,6 | 17,5 | 20,0 |
| 2203-BIO       | Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)            | 13,7 | 13,9 | 14,8 |
| 2204-BIO       | Regallo / Puigmoreno (BIO)                     | 10,8 | 13,2 | 16,8 |
| 2238-BIO       | Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)       | 6,00 | 3,2  | 7,5  |
| 2243-BIO       | Noguera de Tor / Barruera (BIO)                | 19,3 | 19,3 | 20,0 |
| 3001-BIO       | Elorz / Pamplona (BIO)                         | 10,5 | 9,7  | 11,2 |
| 3011-BIO       | Aguas vivas / Aguas arriba presa Blesa (BIO)   | 16,4 | 16,2 | 18,3 |
| 3055-BIO       | Barrundia / Ozaeta (BIO)                       | 14,2 | 14,4 | 15,4 |
| 3057-BIO       | Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO) | 14,0 | 12,6 | 14,5 |
| 3058-BIO       | Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)       | 12,7 | 11,7 | 12,3 |
| 3107-BIO       | Flumen / Sta María de Belsué (BIO)             | 18,5 | 18,8 | 20,0 |
| 3207-BIO       | Sta Engracia / Erretana (BIO)                  | 13,4 | 13,1 | 14,4 |
| 3210-BIO       | San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)             | 19,6 | 19,5 | 20,0 |

| Punto Muestreo | Toponimia                  | IPS  | CEE  | IBD  |
|----------------|----------------------------|------|------|------|
| 3211-BIO       | Sia / Gavin (BIO)          | 18,7 | 18,0 | 20,0 |
| 3212-BIO       | Sarroca / Senterada (BIO)  | 18,5 | 18,1 | 20,0 |
| 3213-BIO       | Aguilero / Sallent (BIO)   | 19,5 | 18,6 | 20,0 |
| 3214-BIO       | Remáscaro / Benasque (BIO) | 18,6 | 18,0 | 20,0 |

### 3.4. MACRÓFITOS

Se tomaron muestras de macrofitos en los 34 puntos de muestreo. Con ellas se ha calculado el índice IBMR. Los resultados figuran a continuación:

**Tabla 14:** Resultados de indicadores basados en macrofitos

| Punto Muestreo | Toponimia                                      | IBMR |
|----------------|--|------|
| 0014-BIO       | Martín / Híjar (BIO)                           | 10,7 |
| 0023-BIO       | Segre / Seo de Urgel (BIO)                     | 9,8  |
| 0068-BIO       | Arakil / Asiain (BIO)                          | 10,9 |
| 0118-BIO       | Martín / Oliete (BIO)                          | 11,3 |
| 1025-BIO       | Zadorra / Durana (BIO)                         | 9,8  |
| 1037-BIO       | Linares / Torres del Río (BIO)                 | 6,5  |
| 1038-BIO       | Linares / Mendavia (BIO)                       | 6,5  |
| 1235-BIO       | Guadalupe / Mas de las Matas (BIO)             | 12,8 |
| 1294-BIO       | Noguera Cardós / Lladorre (BIO)                | 11,2 |
| 1330-BIO       | Polla / Reocín de los Molinos (BIO)            | 12,9 |
| 1403-BIO       | Aranda / Aranda de Moncayo (BIO)               | 10,9 |
| 1405-BIO       | Aranda / Arándiga (BIO)                        | 9,7  |
| 1422-BIO       | Salado / Estenoz (BIO)                         | 4,7  |
| 2075-BIO       | Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)                | 7,5  |
| 2076-BIO       | Clamor II / Puente ctra. Monzon-Alcolea (BIO)  | 11,3 |
| 2085-BIO       | Santa Casilda / Hermosilla (BIO)               | 14,6 |
| 2109-BIO       | Begatillo / Los Alagones (BIO)                 | 14,0 |
| 2187-BIO       | Jueu / Es Bondes (BIO)                         | 14,3 |
| 2203-BIO       | Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)            | 8,5  |
| 2204-BIO       | Regallo / Puigmoreno (BIO)                     | 8,4  |
| 2238-BIO       | Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)       | 4,1  |
| 2243-BIO       | Noguera de Tor / Barruera (BIO)                | 9,7  |
| 3001-BIO       | Elorz / Pamplona (BIO)                         | 8,3  |
| 3011-BIO       | Aguas vivas / Aguas arriba presa Blesa (BIO)   | 13,8 |
| 3055-BIO       | Barrundia / Ozaeta (BIO)                       | 11,7 |
| 3057-BIO       | Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO) | 10,7 |
| 3058-BIO       | Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)       | 13,2 |
| 3107-BIO       | Flumen / Sta María de Belsué (BIO)             | 15,8 |
| 3207-BIO       | Sta Engracia / Erretana (BIO)                  | 8,9  |
| 3210-BIO       | San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)             | 12,8 |
| 3211-BIO       | Sia / Gavin (BIO)                              | 15,4 |
| 3212-BIO       | Sarroca / Senterada (BIO)                      | 13,2 |
| 3213-BIO       | Aguilero / Sallent (BIO)                       | 12,9 |
| 3214-BIO       | Remáscaro / Benasque (BIO)                     | 9,3  |

### 3.5. RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS

#### 3.5.1. Resultados de parámetros in-situ

Se midieron in-situ parámetros fisicoquímicos en los 34 puntos de muestreo. Los resultados figuran a continuación:

Tabla 15: Resultados de parámetros in-situ

| Punto Muestreo | Toponimia                                      | pH   | Conductividad a 20°C (µS/cm) | Oxígeno disuelto (mg/L) | Porcentaje saturación oxígeno (%) | Temperatura agua (°C) |
|----------------|--|------|------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 0014-BIO       | Martín / Híjar                                 | 7,61 | 2400                         | 8,51                    | 95,9                              | 19,6                  |
| 0023-BIO       | Segre / Seo de Urgel (BIO)                     | 7,42 | 303                          | 9,20                    | 118,3                             | 24,2                  |
| 0068-BIO       | Arakil / Asiain (BIO)                          | 7,67 | 600                          | 8,09                    | 98,9                              | 21,0                  |
| 0118-BIO       | Martín / Oliete (BIO)                          | 8,03 | 1050                         | 9,42                    | 100,6                             | 15,1                  |
| 1025-BIO       | Zadorra / Durana (BIO)                         | 8,03 | 303                          | 8,44                    | 89,7                              | 15,1                  |
| 1037-BIO       | Linares / Torres del Río (BIO)                 | 7,55 | 2510                         | 6,70                    | 79,6                              | 21,2                  |
| 1038-BIO       | Linares / Mendavia (BIO)                       | 7,89 | 680                          | 8,28                    | 102,9                             | 24,3                  |
| 1235-BIO       | Guadalope / Mas de las Matas (BIO)             | 7,87 | 438                          | 9,06                    | 110,6                             | 23,9                  |
| 1294-BIO       | Noguera Cardós / Lladorre (BIO)                | 7,09 | 22,5                         | 9,65                    | 102,6                             | 12,4                  |
| 1330-BIO       | Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)            | 7,81 | 713                          | 9,42                    | 105,8                             | 16,6                  |
| 1403-BIO       | Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)              | 7,41 | 704                          | 8,67                    | 101,1                             | 19,7                  |
| 1405-BIO       | Aranda / Arándiga (BIO)                        | 7,85 | 602                          | 9,06                    | 100,2                             | 18,0                  |
| 1422-BIO       | Salado / Estenoz (BIO)                         | 7,79 | 124700                       | 9,59                    | 137,5                             | 31,3                  |
| 2075-BIO       | Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)                | 7,32 | 2195                         | 7,67                    | 91,5                              | 22,8                  |
| 2076-BIO       | Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)   | 7,55 | 1719                         | 8,04                    | 100,4                             | 24,6                  |
| 2085-BIO       | Santa Casilda / Hermosilla (BIO)               | 7,45 | 639                          | 3,81                    | 42                                | 16,2                  |
| 2109-BIO       | Begatillo / Los Alagones (BIO)                 | 7,45 | 397                          | 8,89                    | 108,8                             | 21,3                  |
| 2187-BIO       | Jueu / Es Bordes (BIO)                         | 7,97 | 164,1                        | 9,10                    | 101,1                             | 16,3                  |
| 2203-BIO       | Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)            | 7,50 | 542                          | 7,77                    | 96,8                              | 25,1                  |
| 2204-BIO       | Regallo / Puigmoreno (BIO)                     | 7,86 | 3930                         | 8,42                    | 108,5                             | 25,1                  |
| 2238-BIO       | Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)       | 7,62 | 29300                        | 9,32                    | 127,0                             | 26,5                  |
| 2243-BIO       | Noguera de Tor / Barruera (BIO)                | 7,63 | 79,5                         | 8,80                    | 107,6                             | 19,2                  |
| 3001-BIO       | Elorz / Pamplona (BIO)                         | 7,59 | 1484                         | 7,31                    | 90,1                              | 24,0                  |
| 3011-BIO       | Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO) | 8,11 | 757                          | 9,34                    | 116,1                             | 19,8                  |
| 3055-BIO       | Barrundia / Ozaeta (BIO)                       | 7,47 | 304                          | 5,85                    | 74,4                              | 23,3                  |
| 3057-BIO       | Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO) | 7,23 | 1445                         | 7,73                    | 97,6                              | 22,0                  |
| 3058-BIO       | Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)       | 7,72 | 1267                         | 7,39                    | 97,8                              | 26,1                  |
| 3107-BIO       | Flumen / Santa María de Belsué (BIO)           | 7,80 | 299                          | 8,15                    | 100,0                             | 19,6                  |
| 3207-BIO       | Santa Engracia / Erretana (BIO)                | 7,64 | 428                          | 6,18                    | 72,7                              | 19,7                  |
| 3210-BIO       | San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)             | 7,75 | 86,4                         | 9,00                    | 103,1                             | 14,1                  |
| 3211-BIO       | Sía / Gavín (BIO)                              | 7,52 | 337                          | 8,03                    | 110                               | 22,0                  |
| 3212-BIO       | Sarroca / Senterada (BIO)                      | 7,35 | 517                          | 7,91                    | 102,2                             | 23,1                  |
| 3213-BIO       | Aguilero / Sallent (BIO)                       | 7,96 | 299                          | 8,05                    | 101,9                             | 19,4                  |
| 3214-BIO       | Remáscaro / Benasque (BIO)                     | 7,86 | 288                          | 7,98                    | 104,7                             | 20,7                  |

### 3.5.2. Resultados de ensayos de laboratorio

Se tomaron muestras de agua para determinaciones en 34 puntos de muestreo. Los resultados figuran a continuación:

**Tabla 16:** Resultados de parámetros FQ de laboratorio

| Punto Muestreo | Toponimia                                      | DQO | N_T  | NH4   | NO3   | P_TOT | PO4   |
|----------------|--|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| 0014-BIO       | Martín / Híjar                                 | <20 | 2,1  | <0,05 | 10,10 | 0,05  | <0,15 |
| 0023-BIO       | Segre / Seo de Urgel (BIO)                     | <20 | <1,0 | 0,08  | <5,00 | 0,05  | 0,15  |
| 0068-BIO       | Arakil / Asiain (BIO)                          | <20 | 1,2  | 0,10  | <5,00 | 0,10  | 0,22  |
| 0118-BIO       | Martín / Oliete (BIO)                          | <20 | 1,1  | 0,05  | <5,00 | 0,05  | <0,15 |
| 1025-BIO       | Zadorra / Durana (BIO)                         | <20 | 3,6  | <0,05 | <5,00 | 0,04  | <0,15 |
| 1037-BIO       | Linares / Torres del Río (BIO)                 | <20 | 5,8  | 0,38  | 16,60 | 0,33  | 0,96  |
| 1038-BIO       | Linares / Mendavia (BIO)                       | <20 | 4,2  | 0,05  | <5,00 | 0,10  | 0,30  |
| 1235-BIO       | Guadalope / Mas de las Matas (BIO)             | <20 | <1,0 | <0,05 | <5,00 | 0,05  | <0,15 |
| 1294-BIO       | Noguera Cardós / Lladorre (BIO)                | <20 | <1,0 | <0,05 | <5,00 | 0,05  | <0,15 |
| 1330-BIO       | Polla / Reocin de Los Molinos (BIO)            | <20 | <1,0 | <0,05 | <5,00 | 0,05  | <0,15 |
| 1403-BIO       | Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)              | <20 | 9,3  | <0,05 | 13,60 | 0,07  | 0,21  |
| 1405-BIO       | Aranda / Arándiga (BIO)                        | <20 | 3,0  | <0,05 | <5,00 | 0,07  | <0,15 |
| 1422-BIO       | Salado / Estenoz (BIO)                         | 122 | 1,1  | 0,20  | <5,00 | 0,20  | 0,57  |
| 2075-BIO       | Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)                | <20 | 11,9 | <0,05 | 26,00 | 0,09  | 0,25  |
| 2076-BIO       | Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)   | <20 | 4,3  | <0,05 | 18,50 | 0,06  | 0,16  |
| 2085-BIO       | Santa Casilda / Hermosilla (BIO)               | <20 | 1,2  | <0,05 | 5,13  | <0,03 | <0,15 |
| 2109-BIO       | Begatillo / Los Alagones (BIO)                 | <20 | <1,0 | 0,05  | <5,00 | 0,05  | <0,15 |
| 2187-BIO       | Jueu / Es Bordes (BIO)                         | <20 | <1,0 | <0,05 | <5,00 | <0,03 | <0,15 |
| 2203-BIO       | Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)            | <20 | 4,8  | <0,05 | <5,00 | 0,08  | 0,19  |
| 2204-BIO       | Regallo / Puigmoreno (BIO)                     | <20 | 4,5  | 0,05  | 19,60 | 0,05  | <0,15 |
| 2238-BIO       | Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)       | <20 | 3,9  | 0,05  | 8,12  | 0,03  | <0,15 |
| 2243-BIO       | Noguera de Tor / Barruera (BIO)                | <20 | <1,0 | 0,12  | <5,00 | 0,07  | 0,21  |
| 3001-BIO       | Elorz / Pamplona (BIO)                         | <20 | 1,0  | 0,08  | <5,00 | 0,06  | 0,16  |
| 3011-BIO       | Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO) | <20 | 3,0  | <0,05 | 16,30 | <0,03 | <0,15 |
| 3055-BIO       | Barrundia / Ozaeta (BIO)                       | <20 | 5,7  | 1,37  | 8,50  | 0,14  | 0,35  |
| 3057-BIO       | Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO) | <20 | 2,6  | <0,05 | 7,50  | 0,06  | 0,16  |
| 3058-BIO       | Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)       | <20 | 1,8  | <0,05 | <5,00 | 0,04  | <0,15 |
| 3107-BIO       | Flumen / Santa María de Belsué (BIO)           | <20 | <1,0 | <0,05 | <5,00 | <0,03 | <0,15 |
| 3207-BIO       | Santa Engracia / Erretana (BIO)                | <20 | 4,6  | <0,05 | <5,00 | 0,13  | <0,15 |
| 3210-BIO       | San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)             | <20 | <1,0 | 0,07  | <5,00 | 0,04  | <0,15 |
| 3211-BIO       | Sía / Gavín (BIO)                              | <20 | <1,0 | <0,05 | <5,00 | <0,03 | <0,15 |
| 3212-BIO       | Sarroca / Senterada (BIO)                      | <20 | <1,0 | 0,06  | <5,00 | 0,05  | 0,15  |
| 3213-BIO       | Aguilero / Sallent (BIO)                       | <20 | <1,0 | <0,05 | <5,00 | <0,03 | <0,15 |
| 3214-BIO       | Remáscaro / Benasque (BIO)                     | <20 | <1,0 | <0,05 | <5,00 | 0,04  | <0,15 |

### 3.6. ICTIOFAUNA. INDICE EFI+

El **índice EFI+** es un modelo predictivo que realiza una estimación a partir de factores abióticos ambientales del punto de muestreo (por ejemplo, área de drenaje, altitud, distancia al nacimiento



del río o temperatura del aire) y compara la comunidad muestrada de **peces** con la comunidad de peces que se debería esperar en condiciones naturales.

El software de cálculo del índice EFI+ requiere que se especifique la ecorregión a la que corresponden los muestreos y en caso de que se sea Mediterránea, que se indique adicionalmente, ya que esto será crucial en la clasificación posterior de los puntos en salmonícolas o ciprinícolas. En este estudio se han considerado todos los puntos como correspondientes a región Mediterránea para cargar los datos para el cálculo.

El manual de EFI+ explica los criterios con los que el programa clasifica de forma automática los puntos en salmonícolas o ciprinícolas y evalúa el riesgo de que dicha clasificación sea incorrecta por distintos factores, proponiendo que por criterio de experto se rechace el índice aplicado (para salmónidos o ciprínidos) que propone el programa y se seleccione el que se considera apropiado en cada punto. Por ello, se ha revisado la clasificación para algunos de los datos en base a los campos "ST-Species" y "River.zone" considerando los siguientes casos:

- "ST-Species" menor o igual a 80 y "River Zone" Salmonid
- "ST-Species" mayor a 20 y "River Zone" Cyprinid

Una vez revisados estos casos, no se ha estimado necesario reclasificar ningún punto de muestreo en la campaña de 2022.

En la siguiente tabla figuran las especies capturadas durante la campaña en cada punto, indicándose la especie y el número individuos.

**Tabla 17:** Especies capturadas de ictiofauna.

| Punto    | Especie                       | Nº individuos |
|----------|-------------------------------|---------------|
| 1025-BIO | <i>Barbatula quignardi</i>    | 14            |
|          | <i>Esox lucius</i>            | 4             |
|          | <i>Gobio lozanoi</i>          | 215           |
|          | <i>Salmo trutta fario</i>     | 33            |
| 1330-BIO | <i>Salmo trutta fario</i>     | 36            |
| 1403-BIO | Sin ictiofauna                | 0             |
| 2076-BIO | <i>Alburnus alburnus</i>      | 26            |
|          | <i>Parachondrostoma miegi</i> | 2             |
|          | <i>Gobio lozanoi</i>          | 15            |

| Punto    | Especie                       | Nº individuos |
|----------|-------------------------------|---------------|
|          | <i>Squalius cephalus</i>      | 35            |
| 2187-BIO | <i>Cottus hispaniolensis</i>  | 3             |
|          | <i>Salmo trutta fario</i>     | 55            |
| 2238-BIO | Sin ictiofauna                | 0             |
| 3055-BIO | <i>Gobio lozanoi</i>          | 20            |
|          | <i>Phoxinus phoxinus</i>      | 1             |
|          | <i>Sander lucioperca</i>      | 163           |
| 3107-BIO | <i>Achondrostoma arcasii</i>  | 54            |
|          | <i>Barbus haasi</i>           | 102           |
|          | <i>Parachondrostoma miegi</i> | 35            |
|          | <i>Gobio lozanoi</i>          | 76            |
| 3210-BIO | <i>Salmo trutta fario</i>     | 20            |
| 3212-BIO | <i>Barbus haasi</i>           | 18            |
|          | <i>Salmo trutta fario</i>     | 103           |
| 3213-BIO | <i>Salmo trutta fario</i>     | 2             |
| 3214-BIO | <i>Salmo trutta fario</i>     | 21            |

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el índice EFI+. En las siguientes tablas figuran los valores obtenidos para cada uno de ellos, así como el valor final del índice, calculado como promedio del valor calculado para estos modelos.

**Tabla 18:** Valores muestrales (Oi) de las variables de EFI+

| Punto    | Densidad individuos pequeños (< 150 mm) de especies intolerantes a la degradación del hábitat (HINTOL) | Densidad especies intolerantes a la disminución de oxígeno (O2INTOL) | Riqueza especies con reproducción en hábitats reófilos (RHPAR) | Densidad especies con reproducción litófila (LITH) |
|----------|--|--|--|--|
| 1025-ICT | 2,50   | 3,30   | 1,00   | 4,70   |
| 1330-ICT | 8,89   | 11,43  | 1,00   | 11,43  |
| 2076-ICT | 0,34   | 0,00   | 2,00   | 12,59  |
| 2187-ICT | 5,80   | 11,60  | 2,00   | 11,00  |
| 3055-ICT | 0,20   | 0,20   | 0,00   | 0,20   |
| 3107-ICT | 46,75  | 25,50  | 3,00   | 34,25  |
| 3210-ICT | 1,60   | 4,00   | 1,00   | 4,00   |
| 3212-ICT | 13,33  | 18,33  | 2,00   | 18,33  |
| 3213-ICT | 0,67   | 0,67   | 1,00   | 0,67   |
| 3214-ICT | 5,31   | 6,56   | 1,00   | 6,56   |

**Tabla 19:** Valores de referencia (Ei) de las variables de EFI+

| Punto    | Densidad individuos pequeños (< 150 mm) de especies intolerantes a la degradación del hábitat (HINTOL) | Densidad especies intolerantes a la disminución de oxígeno (O2INTOL) | Riqueza especies con reproducción en hábitats reófilos (RHPAR) | Densidad especies con reproducción litofílica (LITH) |
|----------|--|--|--|--|
| 1025-ICT | 17,30  | 11,56  | 2,66   | 19,20  |
| 1330-ICT | 10,57  | 3,43   | 0,48   | 4,91   |
| 2076-ICT | 22,16  | 4,42   | 2,35   | 11,44  |
| 2187-ICT | 5,99   | 4,53   | 1,42   | 8,27   |
| 3055-ICT | 26,07  | 17,53  | 2,08   | 27,10  |
| 3107-ICT | 67,23  | 28,75  | 2,51   | 42,80  |
| 3210-ICT | 2,71   | 2,45   | 0,60   | 2,68   |
| 3212-ICT | 14,22  | 6,46   | 1,24   | 11,20  |
| 3213-ICT | 0,64   | 0,35   | 0,56   | 0,41   |
| 3214-ICT | 4,33   | 2,93   | 0,56   | 3,95   |

**Tabla 20:** Valores calculados para las variables de EFI+. NA: No aplica.

| Punto    | Densidad individuos pequeños (< 150 mm) de especies intolerantes a la degradación del hábitat (HINTOL) | Densidad especies intolerantes a la disminución de oxígeno (O2INTOL) | Riqueza especies con reproducción en hábitats reófilos (RHPAR) | Densidad especies con reproducción litofílica (LITH) |
|----------|--|--|--|--|
| 1025-ICT | 0,09   | 0,12   | 0,39   | 0,28   |
| 1330-ICT | 0,73   | 1,00   | 0,87   | 1,00   |
| 2076-ICT | NA   | NA   | 0,72   | 0,80   |
| 2187-ICT | 0,91   | 1,00   | NA   | NA   |
| 3055-ICT | 0,00   | 0,00   | 0,11   | 0,00   |
| 3107-ICT | 0,79   | 0,76   | NA   | NA   |
| 3210-ICT | 0,75   | 1,00   | NA   | NA   |
| 3212-ICT | 0,77   | 1,00   | 0,86   | 0,95   |
| 3213-ICT | 0,94   | 1,00   | NA   | NA   |
| 3214-ICT | 1,00   | 1,00   | NA   | NA   |

**Tabla 21:** Resultados del índice EFI+

| Punto    | Ecoregi           | River.zone | Aggregated Score Salmonid.zone | Aggregated score Cyprinid.zone | Fish Index |
|----------|-------------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|
| 1025-ICT | Iberian Peninsula | Salmonid   | 0,1                            | 0,3                            | 0,1049     |
| 1330-ICT | Iberian Peninsula | Salmonid   | 0,8                            | 0,9                            | 0,8636     |
| 2076-ICT | Iberian Peninsula | Cyprinid   | NA                             | 0,8                            | 0,7593     |
| 2187-ICT | Pyrenees          | Salmonid   | 0,9                            | NA                             | 0,9573     |
| 3055-ICT | Iberian Peninsula | Salmonid   | 0,0                            | 0,1                            | 0,0000     |
| 3107-ICT | Pyrenees          | Salmonid   | 0,8                            | NA                             | 0,7784     |
| 3210-ICT | Pyrenees          | Salmonid   | 0,8                            | NA                             | 0,8753     |

| Punto    | Ecoregi           | River.zone | Aggregated Score Salmonid.zone | Aggregated score Cyprinid.zone | Fish Index |
|----------|-------------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|
| 3212-ICT | Iberian Peninsula | Salmonid   | 0,8                            | 0,9                            | 0,8826     |
| 3213-ICT | Pyrenees          | Salmonid   | 0,9                            | NA                             | 0,9685     |
| 3214-ICT | Pyrenees          | Salmonid   | 1,0                            | NA                             | 0,9978     |

### 3.7. EVALUACION HIDROMORFOLÓGICA

A continuación, se representa los resultados de cada indicador para cada una de las 10 masas estudiadas tanto en una tabla resumen (Tabla 22) como a través de los hexágonos correspondientes (Figura 10). Los resultados varían entre 0 a 10 de forma que valores próximos a 10 indican ausencia de alteraciones y condiciones próximas a las de referencia, mientras que valores menores denotan incremento de presiones. Dicha información se refleja también de forma gráfica en forma de hexágonos, en los que cada vertice representa uno de los indicadores expuestos, y los valores varían de 0 a 10 en sentido creciente desde el centro del hexágono hacia su vértice correspondiente.

**Tabla 22. Resultados de la caracterización morfológica**

| Punto red HMF | Id masa    | Toponimia                                | Nivel masa |           |           | Nivel tramo |           |           |
|---------------|------------|--|------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|
|               |            |  | Vertice 1  | Vertice 2 | Vertice 3 | Vertice 4   | Vertice 5 | Vertice 6 |
| 1330-BIO      | HM0469     | Río Polla                                | 9,99       | 10        | 5,48      | 8,84        | 9,22      | 8,50      |
| 1403-BIO      | HM1814     | Río Aranda / cabecera Maidevera          | 9,96       | 10        | 2,77      | 10          | 10        | 10        |
| 2187-BIO      | HM0787     | Río Jueu                                 | 9,24       | 10        | 2,23      | 9,34        | 10        | 9,25      |
| 3055-BIO      | HM0486     | Río Barrundia                            | 9,94       | 10        | 2,95      | 9,20        | 9,16      | 7,57      |
| 3107-BIO      | HM0812     | Río Flumen / cabecera Montearagón        | 7,30       | 10        | 5,29      | 9,80        | 8,92      | 8,68      |
| 3208-BIO      | HM0276_001 | Río Leza / Rabanera-Soto Terroba         | 10         | 10        | 10        | 7,72        | 10        | 6,15      |
| 3210-BIO      | HM0738_001 | Río San Nicolás / Llebreta-desembocadura | 10         | 10        | 6,23      | 10          | 10        | 10        |
| 3212-BIO      | HM0649     | Río Sarroca                              | 9,21       | 10        | 7,29      | 9,60        | 10        | 9,66      |
| 3213-BIO      | HM0705     | Río Aguilero                             | 10         | 10        | 3,15      | 9,15        | 10        | 10        |
| 3214-BIO      | HM0769     | Río Remáscaro                            | 9,97       | 10        | 0         | 8,45        | 8,77      | 8,13      |

#### Indicadores HMF

Vertice 1: Caudal e Hidrodinámica

Vertice 2: Conexión con masas de agua subterránea y grado de alteración de la misma

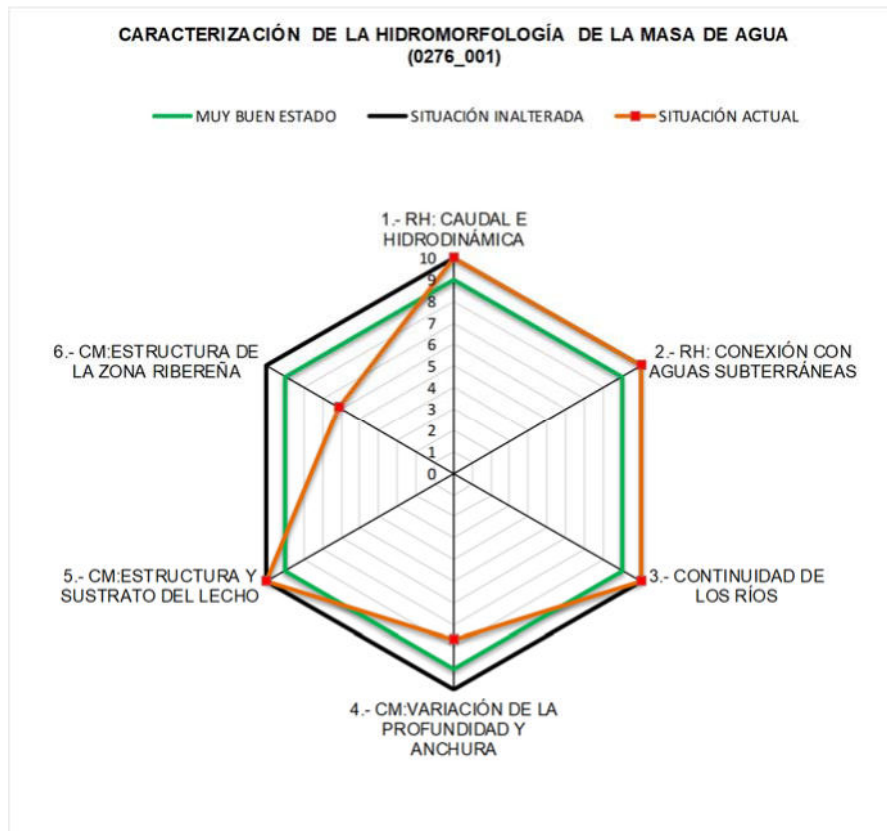
Vertice 3: Continuidad del río

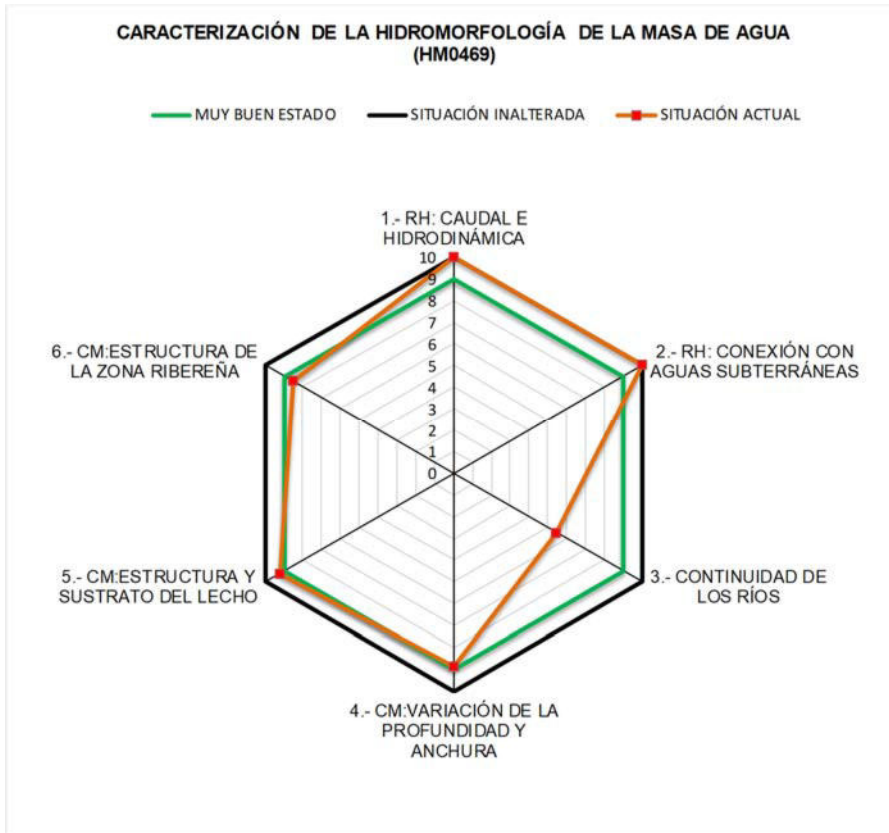
Vertice 4: Variación de la profundidad y anchura

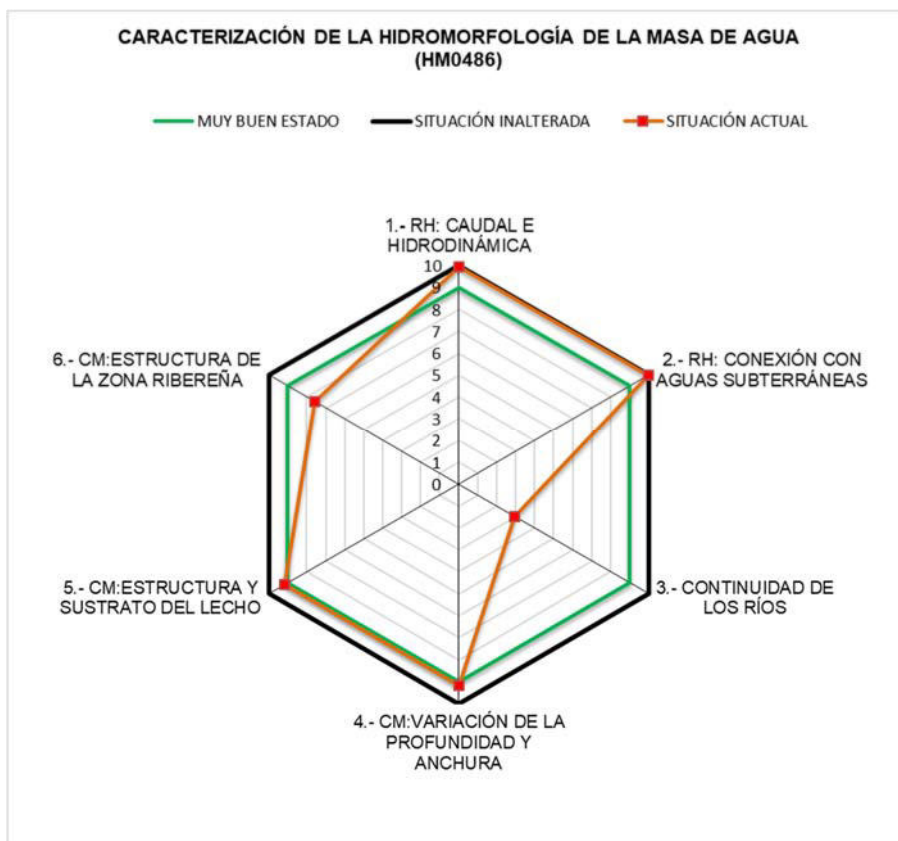
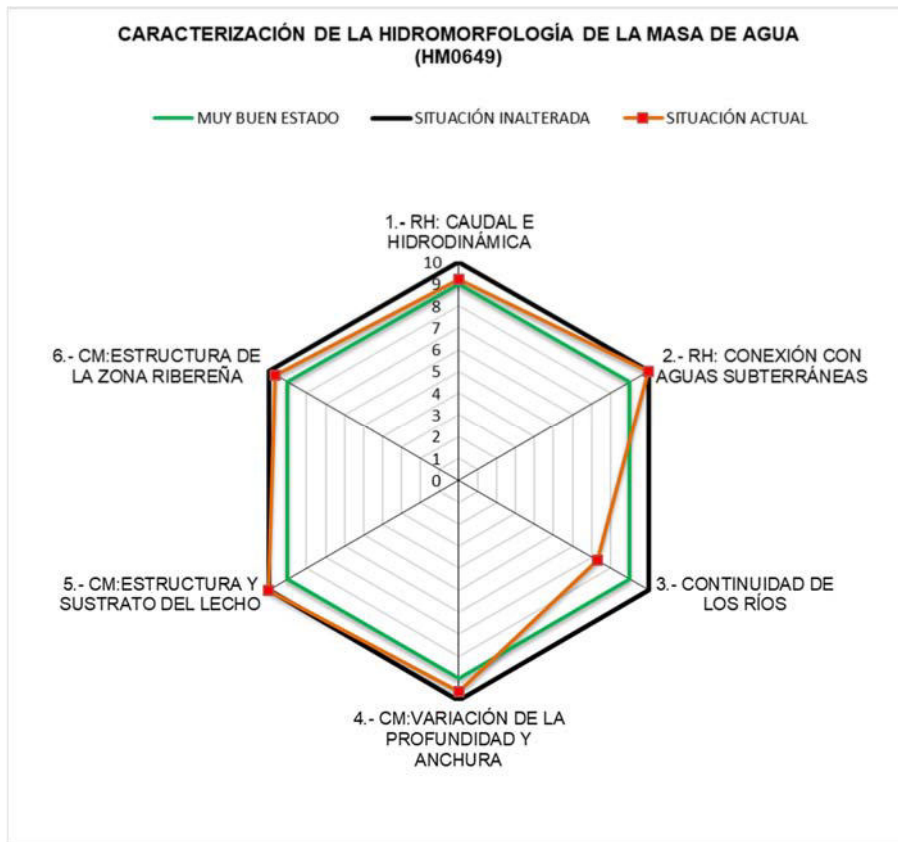
Vertice 5: Estructura y sustrato del lecho

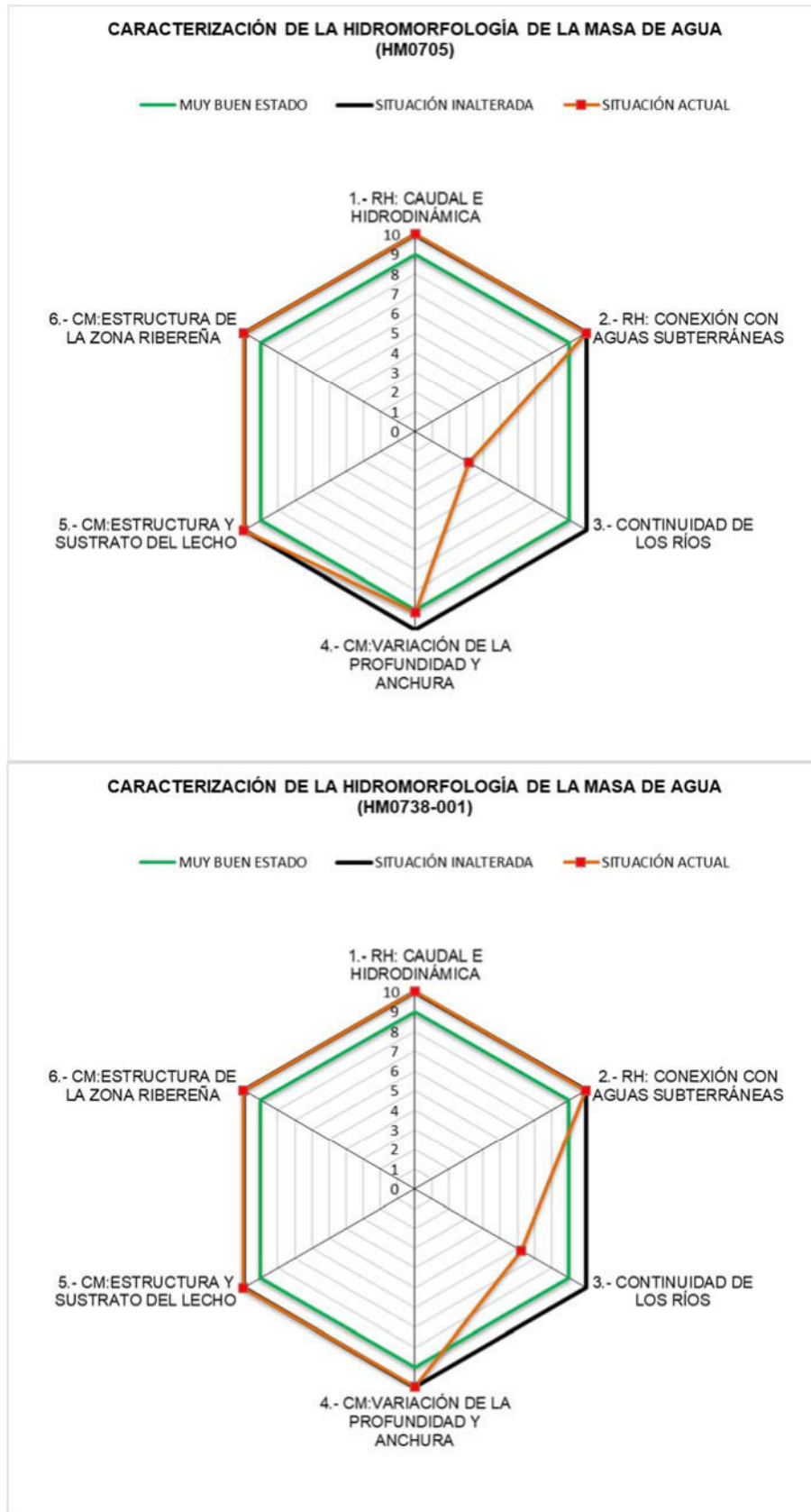
Vertice 6: Estructura de la zona ribereña

**Figura 10:** Representación hexagonal. Caracterización hidromorfológica de cada masa de agua.

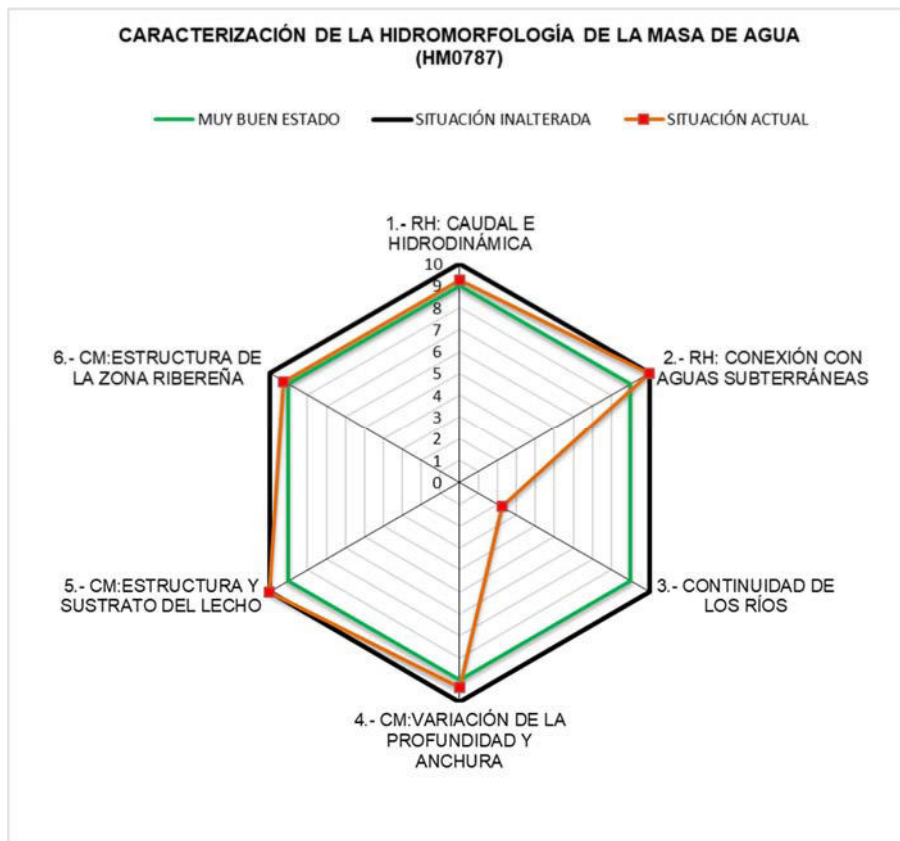
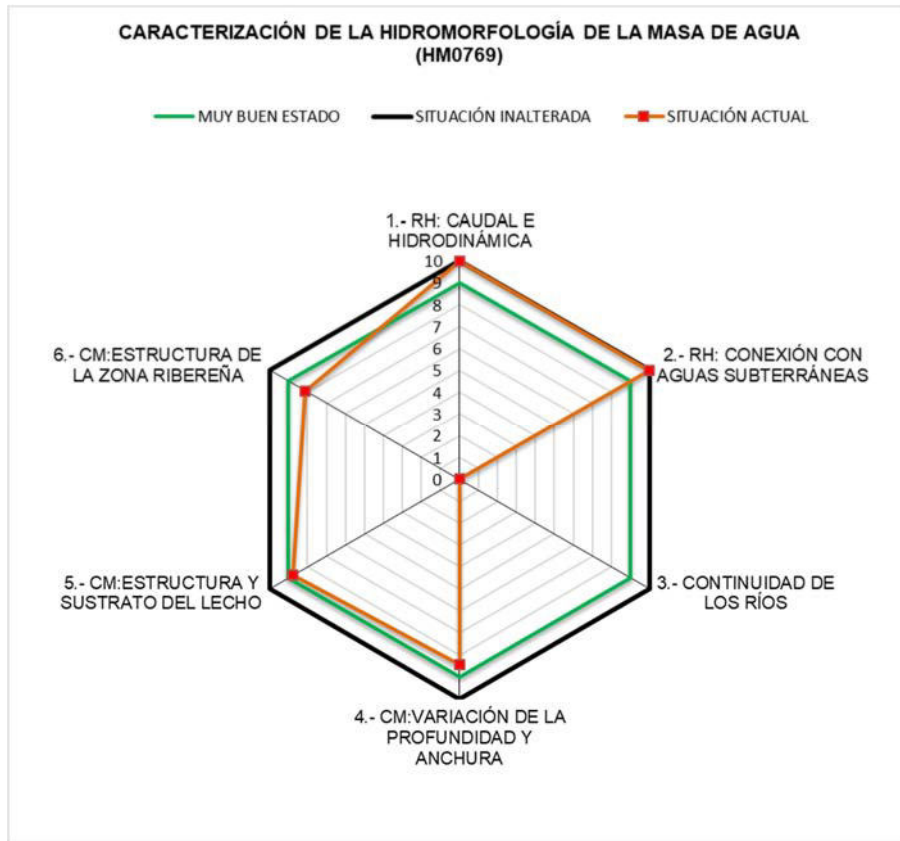


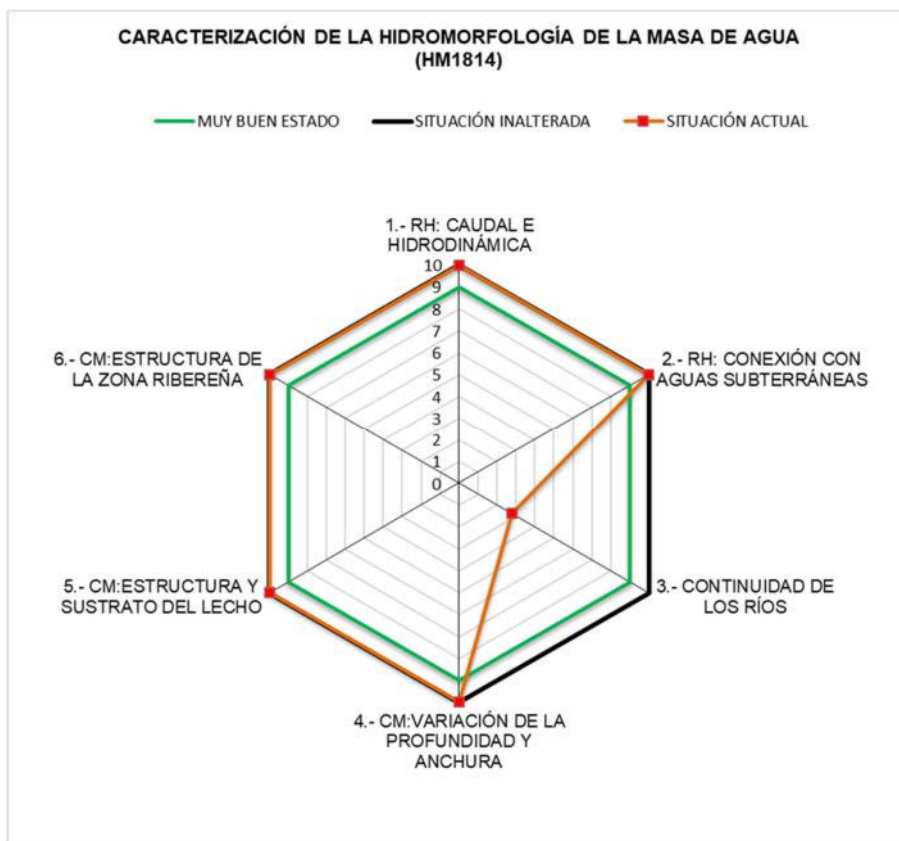
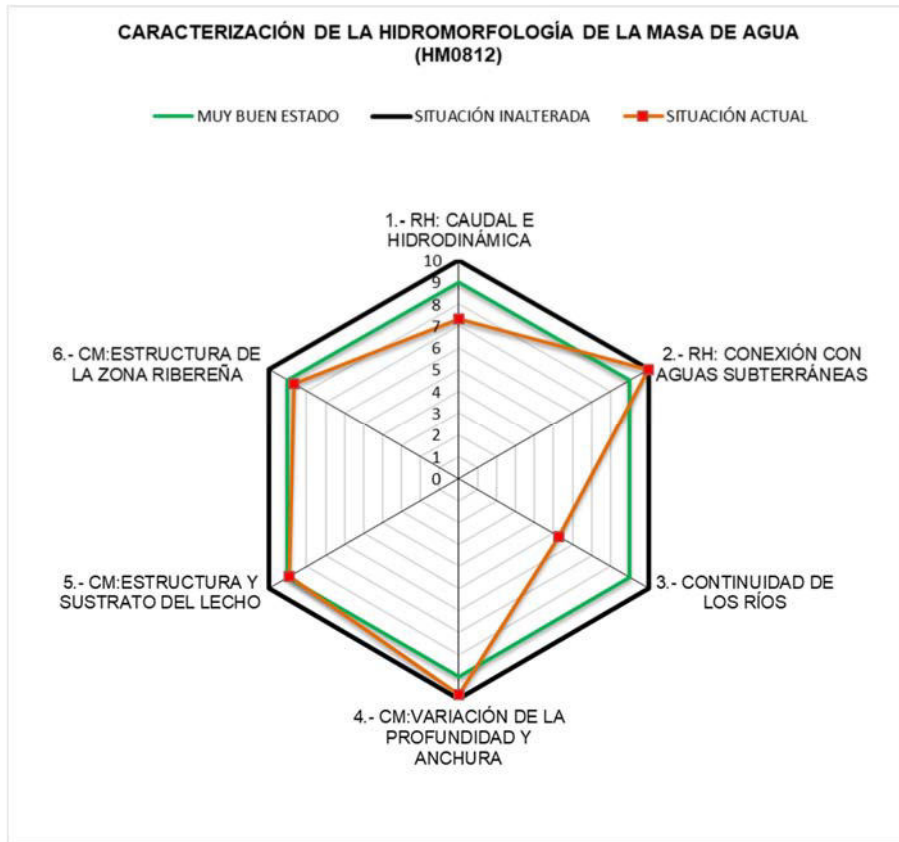












El desglose en indicadores mostrado en las representaciones hexagonales permite detectar sobre cuál o cuáles de ellos urge más intervenir para revertir la situación de cada masa en la medida de lo posible. Por ejemplo, se puede apreciar que ninguna de las masas sufre alteraciones en su conexión con las subterráneas subyacentes (vertice 2), mientras que la mayoría de ellas presenta afecciones severas en su continuidad longitudinal (vertice 3), causadas por la abundancia de azudes y represas de cierta entidad. Ello denota que es este indicador el elemento prioritario de actuación, que en general se fundamentará en la permeabilización y demolición de estructuras obsoletas.

## 4. EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO

### 4.1. INTRODUCCIÓN

El estado ecológico es una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales, y se evalúa comparando los valores de los indicadores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos registrados en las masas de agua con los valores que obtendrían dichos indicadores en condiciones inalteradas; es decir, en condiciones de referencia.

Para la clasificación del estado ecológico de los indicadores biológicos y fisicoquímicos se han seguido las indicaciones recogidas en Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, en el punto A.2 del ANEXO II CONDICIONES DE REFERENCIA, MÁXIMO POTENCIAL ECOLÓGICO Y LÍMITES DE CLASES DE ESTADO y de la “Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas”, publicada en abril de 2021.

Para la evaluación del estado ecológico según indicadores biológicos y fisicoquímicos en ríos se ha calcularon los EQR (Ecological Quality Ratios). Los EQR representan la relación entre los valores observados de un determinado parámetro y el valor de esos parámetros en condiciones de referencia o inalteradas dentro de un determinado tipo de masa de agua. Los valores numéricos del EQR, por lo tanto, variarán entre 0 y 1, siendo los valores más próximos a 1 los referidos a masas de agua en muy buen estado y los valores cercanos a 0 los correspondientes a masas de agua en estado malo.

Para llevar a cabo dicha evaluación se visitaron 39 puntos de muestreo, correspondientes a la red de control de Investigación, de los que se obtuvieron datos en 34, que permitieron obtener resultados de estado ecológico según indicadores biológicos y fisicoquímicos. Además, en 10 masas de agua se realizó una evaluación hidromorfológica considerando los 6 indicadores propuestos en el Protocolo MET-R-HMF-2019, de forma que cuando los elementos de calidad biológica corresponden a las condiciones de referencia, y los elementos de calidad físico-química sean acordes a un estado muy bueno, valores  $> 9$  para la condición HMF permitieren clasificar el Estado Ecológico como Muy Bueno, mientras que valores  $< 9$  lo rebajan a un estado Bueno.

## 4.2. ESTADO ECOLÓGICO SEGÚN INDICADORES BIOLÓGICOS

Mediante los resultados de los indicadores biológicos, de cada punto de muestreo, se ha procedido a clasificar los niveles parciales de estado ecológico en función de cada una de las métricas aplicadas para estos elementos de calidad.

En la clasificación del estado biológico se han utilizado métricas basadas en macroinvertebrados, diatomeas y macrófitos siguiendo las indicaciones del RD 817/2015. El elemento de calidad peces no se encuentra aún incluido en el RD 817/2015 (no dispone de condiciones de referencia, ni de cambio de clases según tipologías). No obstante, sí se ha tenido en cuenta en la evaluación de estado ecológico del presente informe realizándose la evaluación de las 12 masas de agua seleccionadas con y sin tener en cuenta dicho índice (con EFI+ y sin EFI+), en base a la clasificación recogida en el Manual for the application of the new European Fish Index – EFI+ (2009).

### 4.2.1. Método de cálculo y resumen de resultados del Estado Ecológico según Indicadores Biológicos

Por un lado y siguiendo la metodología más restrictiva, se ha escogido como indicador, de entre todos los indicadores biológicos, aquel cuyo resultado fuera la estima menos favorable en cada ocasión, tal y como en principio establecen las directrices de la DMA, según el principio “uno fuera, todo fuera”.

A nivel de aplicación práctica, el procedimiento es el siguiente:

1. Clasificación de cada punto de muestreo en 5 categorías para los índices IPS, IBMR e IBMWP, utilizando los límites del Anexo II del RD 817/2015, límites indicados en la tabla que figura a continuación.

**Tabla 23:** Condiciones de referencia IBMWP, IPS e IBMR

| TIPOS RÍOS | INDICADOR | CONDICIÓN DE REFERENCIA/<br>CONDICIÓN ESPECÍFICA DEL TIPO | LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO |                    |                         |                     |
|------------|-----------|---|--------------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|
|            |           |   | <i>Indicadores biológicos</i>        |                    |                         |                     |
|            |           |   | Muy bueno/<br>bueno                  | Bueno/<br>moderado | Moderado/<br>deficiente | Deficiente/<br>malo |
| R-T09      | IBMWP     | -   | 189                                  | 0,84               | 0,51                    | 0,30                |
| R-T09      | IBMR      | -   | 10                                   | 0,87               | 0,65                    | 0,43                |
| R-T09      | IPS       | -   | 17,8                                 | 0,93               | 0,70                    | 0,47                |
| R-T12      | IBMWP     | -   | 186                                  | 0,82               | 0,50                    | 0,30                |
| R-T12      | IBMR      | -   | 12,1                                 | 0,83               | 0,62                    | 0,41                |

| TIPOS RÍOS | INDICADOR | CONDICIÓN DE REFERENCIA/<br>CONDICIÓN ESPECÍFICA DEL TIPO | LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO |                    |                         |                     |
|------------|-----------|---|--------------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|
|            |           |   | <i>Indicadores biológicos</i>        |                    |                         |                     |
|            |           |   | Muy bueno/<br>bueno                  | Bueno/<br>moderado | Moderado/<br>deficiente | Deficiente/<br>malo |
| R-T12      | IPS       | -   | 18                                   | 0,91               | 0,68                    | 0,46                |
| R-T15      | IBMWP     | -   | 172                                  | 0,69               | 0,42                    | 0,24                |
| R-T15      | IBMR      | -   | 9,3                                  | 0,91               | 0,68                    | 0,45                |
| R-T15      | IPS       | -   | 17,7                                 | 0,98               | 0,73                    | 0,49                |
| R-T26      | IBMWP     | -   | 204                                  | 0,88               | 0,53                    | 0,31                |
| R-T26      | IBMR      | -   | 12,2                                 | 0,94               | 0,71                    | 0,47                |
| R-T26      | IPS       | -   | 18,6                                 | 0,93               | 0,70                    | 0,47                |
| R-T27      | IBMWP     | -   | 168                                  | 0,87               | 0,53                    | 0,32                |
| R-T27      | IBMR      | -   | 12,3                                 | 0,94               | 0,70                    | 0,47                |
| R-T27      | IPS       | -   | 18,9                                 | 0,94               | 0,71                    | 0,47                |

2. Asignación a cada punto de muestreo de la peor categoría entre las diagnosticadas según los índices individuales.
3. Asignación a cada masa de agua con resultados de la peor categoría obtenida entre los puntos de muestreo que representan su calidad.
4. Las 5 categorías empleadas para la clasificación han sido:
  - a. **Muy bueno (MB)**
  - b. **Bueno (B)**
  - c. **Moderado (Mo)**
  - d. **Deficiente (De)**
  - e. **Malo (Ma)**

En la siguiente tabla e ilustraciones posteriores se resume para cada elemento de calidad el resultado de cada índice, la ratio de calidad (EQR) y el estado ecológico asociado.

Tabla 24: Estado ecológico según indicadores biológicos.

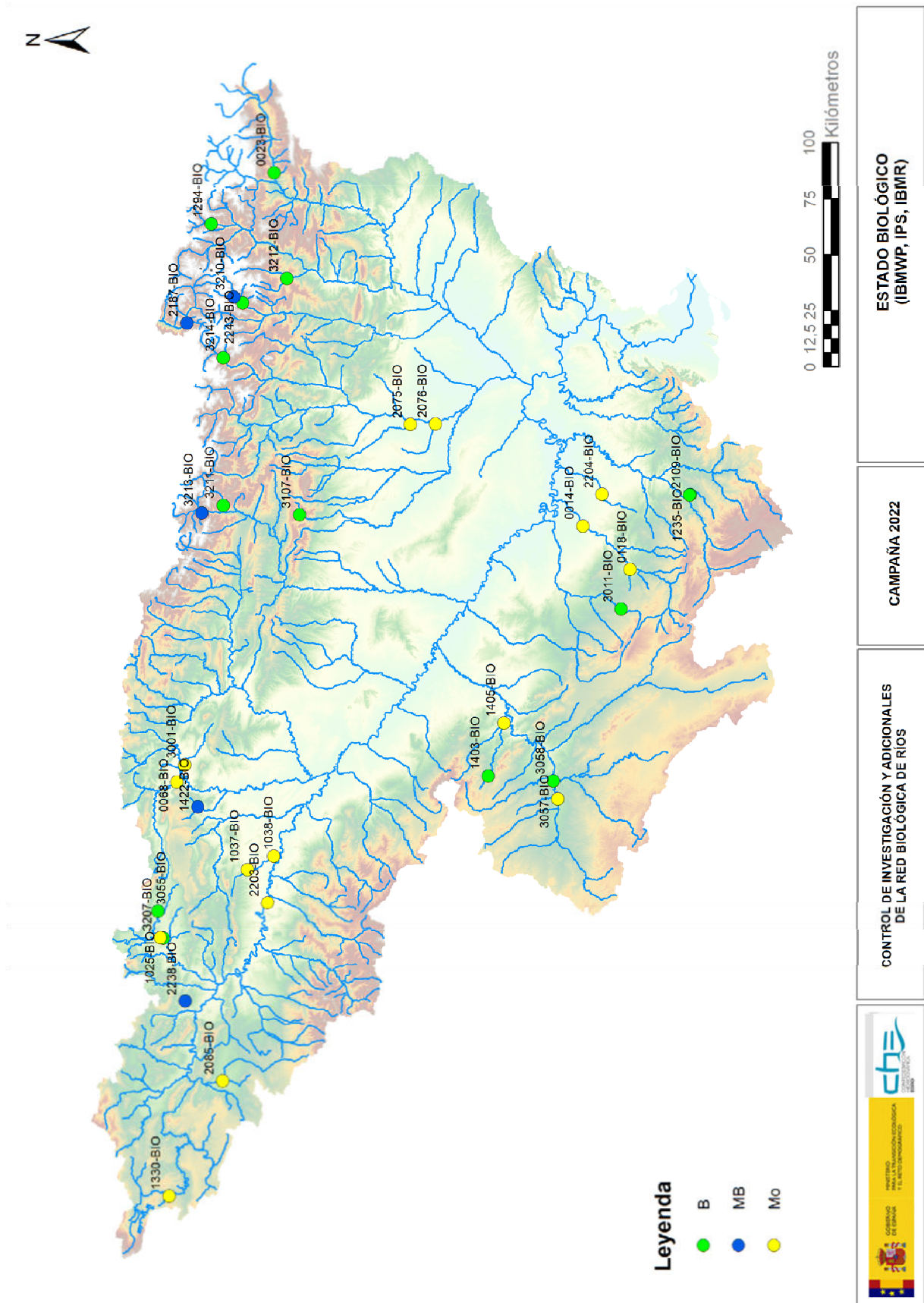
| Punto    | Toponimia                                      | Tipología | IBMWP | EQR IBMWP | EE IBMWP        | IPS  | EQR IPS | EE IPS          | IBMR | EQR IBMR | EE IBMR | EE              |
|----------|--|-----------|-------|-----------|-----------------|------|---------|-----------------|------|----------|---------|-----------------|
| 0014-BIO | Martín / Híjar (BIO)                           | R-T09     | 59    | 0,31      | Mo              | 15,2 | 0,85    | -               | 10,7 | 1,07     | -       | Mo <sup>1</sup> |
| 0023-BIO | Segre / Seo de Urgel (BIO)                     | R-T26     | 122   | 0,6       | B               | 15,6 | 0,84    | B               | 9,8  | 0,80     | B       | B               |
| 0068-BIO | Arakil / Asiain (BIO)                          | R-T26     | 104   | 0,51      | Mo              | 12,5 | 0,67    | Mo              | 10,9 | 0,90     | B       | Mo              |
| 0118-BIO | Martín / Oliete (BIO)                          | R-T09     | 67    | 0,35      | Mo              | 17,2 | 0,97    | MB              | 11,3 | 1,13     | MB      | Mo              |
| 1025-BIO | Zadorra / Durana (BIO)                         | R-T26     | 111   | 0,54      | B               | 15,2 | 0,82    | B               | 9,8  | 0,81     | B       | B               |
| 1037-BIO | Linares / Torres del Río (BIO)                 | R-T12     | 116   | 0,62      | B               | 14,4 | 0,8     | B               | 6,5  | 0,53     | Mo      | Mo              |
| 1038-BIO | Linares / Mendavia (BIO)                       | R-T09     | 73    | 0,39      | Mo              | 12,2 | 0,69    | Mo              | 6,5  | 0,65     | Mo      | Mo              |
| 1235-BIO | Guadalupe / Mas de las Matas (BIO)             | R-T09     | 108   | 0,57      | B               | 17,7 | 0,99    | MB              | 12,8 | 1,28     | MB      | B               |
| 1294-BIO | Noguera Cardós / Lladorre (BIO)                | R-T27     | 145   | 0,86      | B               | 15,8 | 0,84    | B               | 11,2 | 0,91     | B       | B               |
| 1330-BIO | Polla / Reocín de los Molinos (BIO)            | R-T26     | 104   | 0,51      | Mo              | 18,3 | 0,98    | MB              | 12,9 | 1,06     | MB      | Mo              |
| 1403-BIO | Aranda / Aranda de Moncayo (BIO)               | R-T12     | 142   | 0,76      | B               | 14,3 | 0,79    | B               | 10,9 | 0,90     | MB      | B               |
| 1405-BIO | Aranda / Arándiga (BIO)                        | R-T09     | 87    | 0,46      | Mo              | 12,8 | 0,72    | B               | 9,7  | 0,97     | MB      | Mo              |
| 1422-BIO | Salado / Estenoz (BIO)                         | R-T26     | 24    | 1,33      | MB <sup>1</sup> | 19,1 | 1,08    | MB <sup>1</sup> | 4,7  | 0,38     | -       | MB <sup>1</sup> |
| 2075-BIO | Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)                | R-T09     | 62    | 0,33      | Mo              | 9,9  | 0,56    | Mo              | 7,5  | 0,75     | B       | Mo              |
| 2076-BIO | Clamor II / Puente ctra. Monzon-Alcolea (BIO)  | R-T09     | 114   | 0,6       | B               | 11,2 | 0,63    | Mo              | 11,3 | 1,13     | MB      | Mo              |
| 2085-BIO | Santa Casilda / Hermosilla (BIO)               | R-T12     | 60    | 0,32      | Mo              | 18,4 | 1,02    | MB              | 14,6 | 1,20     | MB      | Mo              |
| 2109-BIO | Begatillo / Los Alagones (BIO)                 | R-T12     | 122   | 0,66      | B               | 18,3 | 1,02    | MB              | 14,0 | 1,16     | MB      | B               |
| 2187-BIO | Jueu / Es Bondes (BIO)                         | R-T27     | 165   | 0,98      | MB              | 18,6 | 0,98    | MB              | 14,3 | 1,16     | MB      | MB              |
| 2203-BIO | Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)            | R-T15     | 62    | 0,36      | Mo              | 13,7 | 0,77    | B               | 8,5  | 0,91     | B       | Mo              |
| 2204-BIO | Regallo / Puigmoreno (BIO)                     | R-T09     | 66    | 0,35      | Mo              | 10,8 | 0,61    | Mo              | 8,4  | 0,84     | B       | Mo              |
| 2238-BIO | Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)       | R-T12     | 41    | 1,14      | MB <sup>1</sup> | 6    | 0,33    | -               | 4,1  | 0,34     | -       | MB <sup>1</sup> |
| 2243-BIO | Noguera de Tor / Barruera (BIO)                | R-T27     | 125   | 0,74      | B               | 19,3 | 1,02    | MB              | 9,7  | 0,79     | B       | B               |
| 3001-BIO | Elorz / Pamplona (BIO)                         | R-T12     | 61    | 0,33      | Mo              | 10,5 | 0,58    | Mo              | 8,3  | 0,69     | B       | Mo              |
| 3011-BIO | Aguas vivas / Aguas arriba presa Blesa (BIO)   | R-T12     | 161   | 0,87      | MB              | 16,4 | 0,91    | B               | 13,8 | 1,14     | MB      | B               |
| 3055-BIO | Barrundia / Ozaeta (BIO)                       | R-T26     | 142   | 0,7       | B               | 14,2 | 0,76    | B               | 11,7 | 0,96     | MB      | B               |
| 3057-BIO | Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO) | R-T12     | 79    | 0,42      | Mo              | 14   | 0,78    | B               | 10,7 | 0,89     | MB      | Mo              |
| 3058-BIO | Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)       | R-T12     | 102   | 0,55      | B               | 12,7 | 0,71    | B               | 13,2 | 1,09     | MB      | B               |
| 3107-BIO | Flumen / Sta María de Belsué (BIO)             | R-T12     | 114   | 0,61      | B               | 18,5 | 1,03    | MB              | 15,8 | 1,30     | MB      | B               |
| 3207-BIO | Sta Engracia / Erretana (BIO)                  | R-T26     | 72    | 0,35      | Mo              | 13,4 | 0,72    | B               | 8,9  | 0,73     | B       | Mo              |
| 3210-BIO | San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)             | R-T27     | 148   | 0,88      | MB              | 19,6 | 1,04    | MB              | 12,8 | 1,04     | MB      | MB              |
| 3211-BIO | Sia / Gavin (BIO)                              | R-T26     | 156   | 0,76      | B               | 18,7 | 1,01    | MB              | 15,4 | 1,26     | MB      | B               |
| 3212-BIO | Sarroca / Senterada (BIO)                      | R-T26     | 151   | 0,74      | B               | 18,5 | 0,99    | MB              | 13,2 | 1,09     | MB      | B               |
| 3213-BIO | Aguilero / Sallent (BIO)                       | R-T27     | 151   | 0,9       | MB              | 19,5 | 1,03    | MB              | 12,9 | 1,05     | MB      | MB              |

| Punto    | Toponimia                  | Tipología | IBMWP | EQR<br>IBMWP | EE<br>IBMWP | IPS  | EQR<br>IPS | EE<br>IPS | IBMR | EQR<br>IBMR | EE<br>IBMR | EE             |
|----------|----------------------------|-----------|-------|--------------|-------------|------|------------|-----------|------|-------------|------------|----------------|
| 3214-BIO | Remáscaro / Benasque (BIO) | R-T27     | 106   | 0,63         | B           | 18,6 | 0,98       | MB        | 9,3  | 0,76        | B          | B <sup>1</sup> |

1. Se consideran umbrales propios para la clasificación estado ecológico, según Estudio de las masas superficiales con objetivos menos rigurosos y muy modificadas según la Directiva Marco del Agua (CHE, 2018). Según los umbrales propios para la clasificación del estado ecológico, en los casos marcados con “-”, no ha de considerarse ese índice para el cálculo de estado.

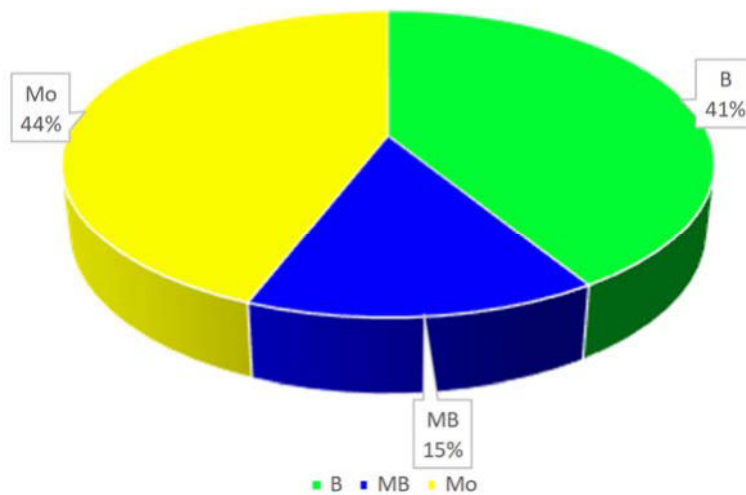


**Figura 11:** Estado ecológico en función de indicadores biológicos



De las masas de agua evaluadas a través de los puntos de la red de investigación, un 15% se encontraban en un nivel de calidad Muy Bueno, un 41% en un nivel Bueno, mientras que un 44% se encontraban en un nivel Moderado.

**Figura 12:** Estado ecológico en función de indicadores biológicos



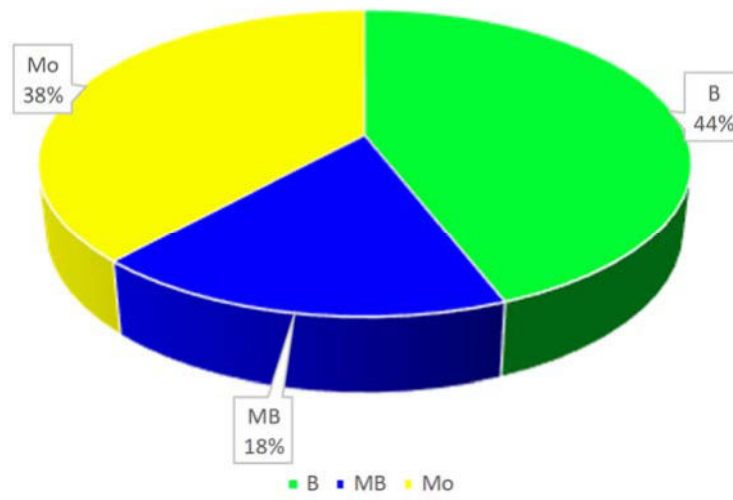
#### **4.2.2. Estado Ecológico según cada Indicador Biológico**

##### **4.2.2.1. Determinación del Estado Ecológico con Macroinvertebrados (IBMWP)**

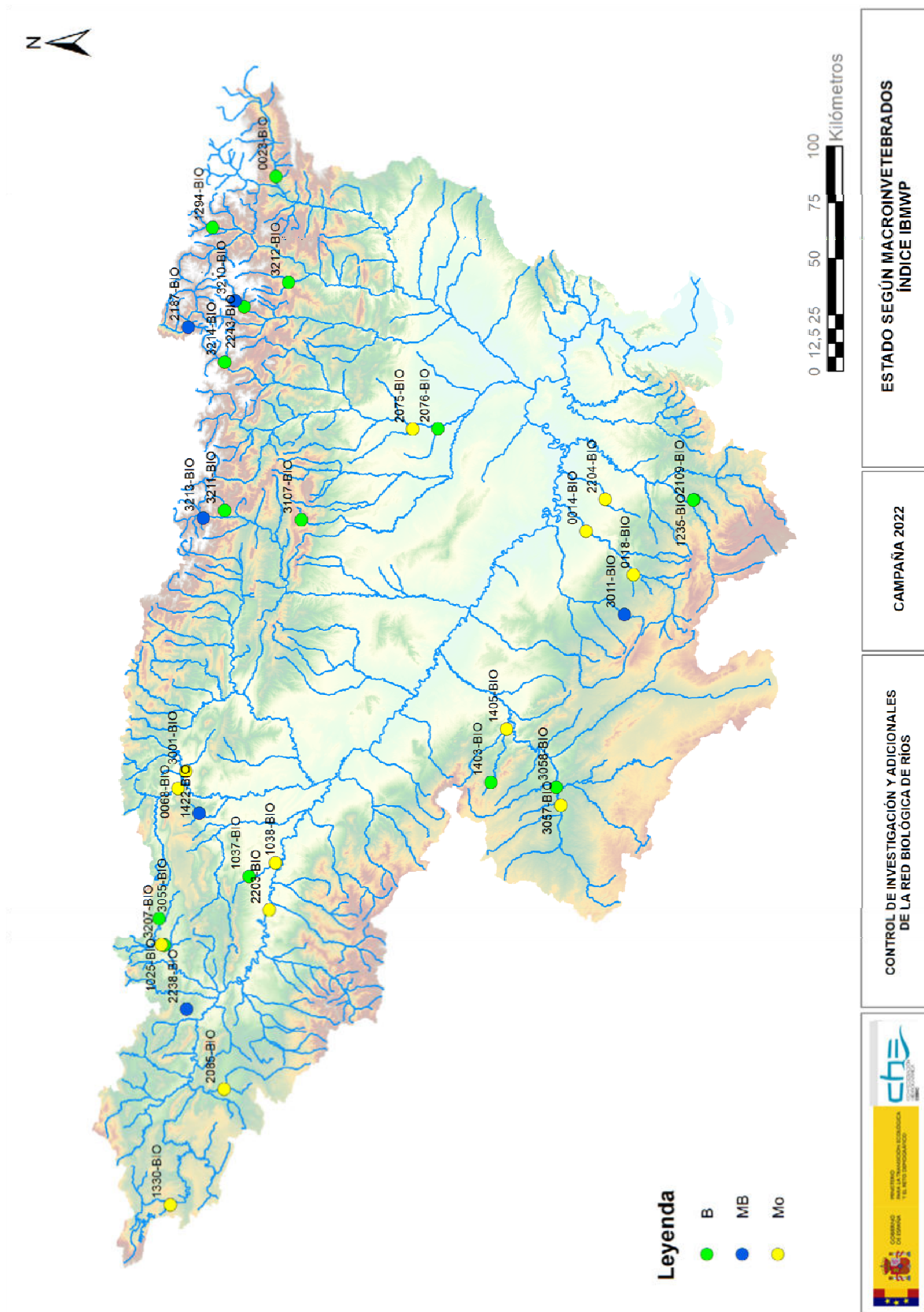
Para la determinación o evaluación del estado ecológico mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos se utilizó el índice IBMWP. Los límites utilizados para el diagnóstico según este índice son los indicados en la Tabla 24.

El 18 % de los puntos alcanzaron el muy buen estado ecológico, el 44 % alcanzaron el buen estado. En total, un 62% de las estaciones cumplieron con el objetivo de la DMA del “buen estado ecológico”, respecto al 70% en la campaña de 2021. Por el contrario, un 38 % de las estaciones no alcanzaron el buen estado, quedando evaluadas en estado moderado. No se han obtenido estaciones en estado deficiente como se detectó en la campaña 2021.

Figura 13: Clases de estado ecológico según IBMWP



**Figura 14:** Estado ecológico según macroinvertebrados (Índice IBMWP)

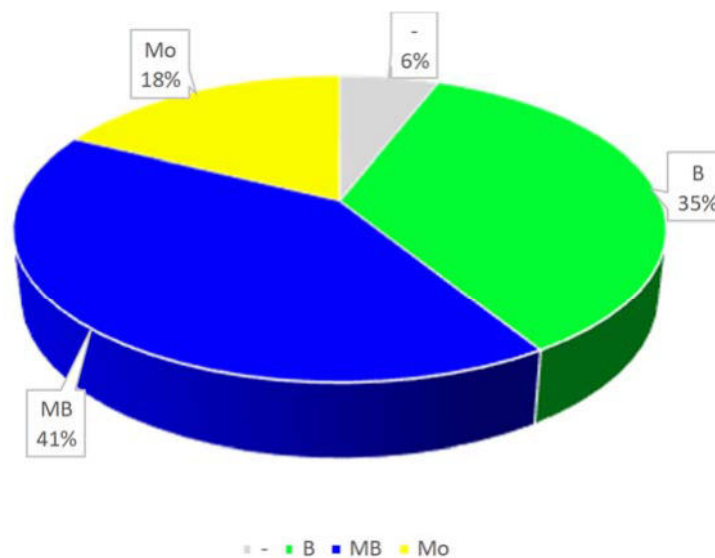


#### 4.2.2.2. Determinación del Estado Ecológico con Fitobentos (IPS)

Para la determinación o evaluación del estado ecológico mediante el uso de diatomeas se utilizó el índice IPS. Los límites utilizados para el diagnóstico según este índice son los indicados en la Tabla 24.

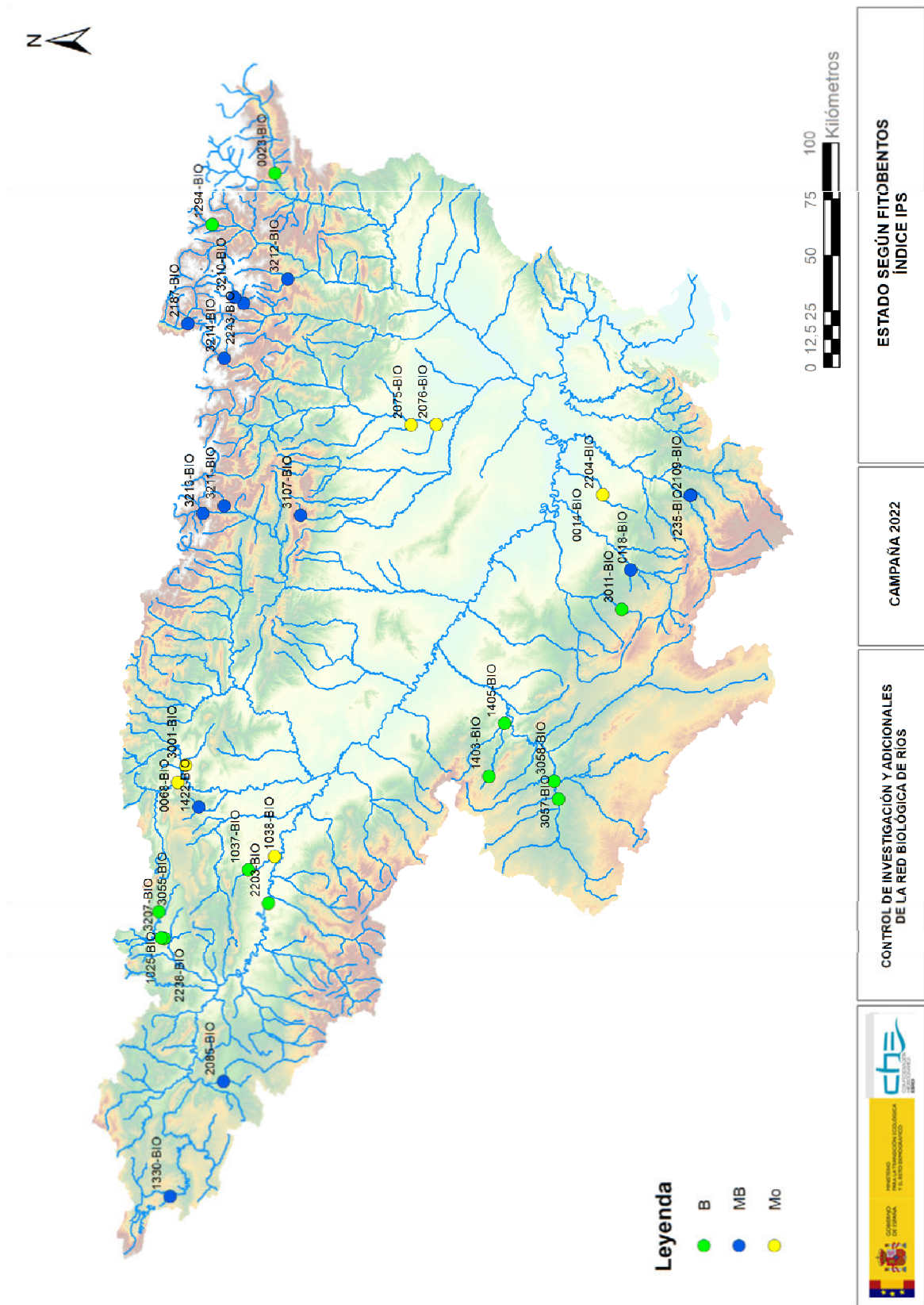
El 41 % de los puntos alcanzaron el muy buen estado, el 35 % alcanzaron el buen estado. En total, un 76 % de las masas representadas por estos puntos cumplieron con el objetivo de la DMA del “buen estado” (resultado similar a la campaña de 2021 con un 78% de las masas). Por el contrario, un 18 % de las estaciones no alcanzaron el buen estado, quedando clasificadas con el estado moderado.

**Figura 15:** Clases de estado ecológico según IPS



Se representa en gris y con “-“ las estaciones en las que no se aplica índice IPS según los umbrales propios de clasificación.

**Figura 16: Estado ecológico según diatomeas (Índice IPS)**

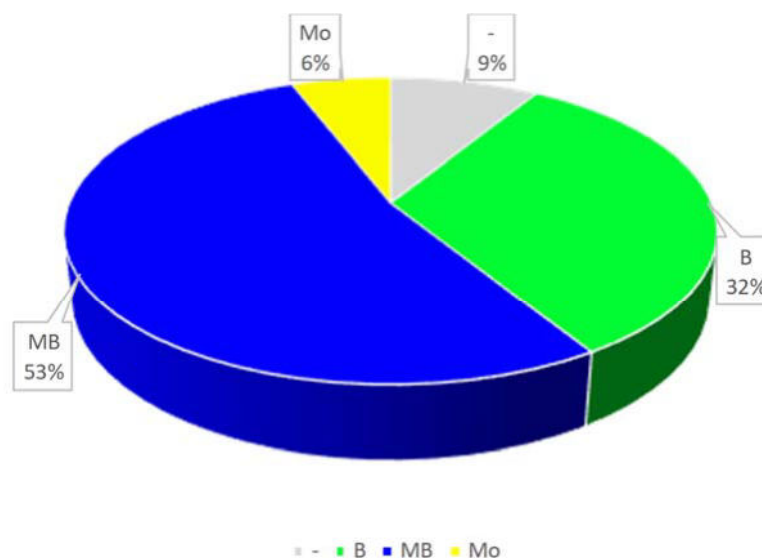


#### 4.2.2.3. Determinación del Estado Ecológico con Macrófitos (IBMR)

Para la determinación o evaluación del estado ecológico mediante el uso de macrófitos se utilizó el índice IBMR. Los límites utilizados para el diagnóstico según este índice son los indicados en la Tabla 24.

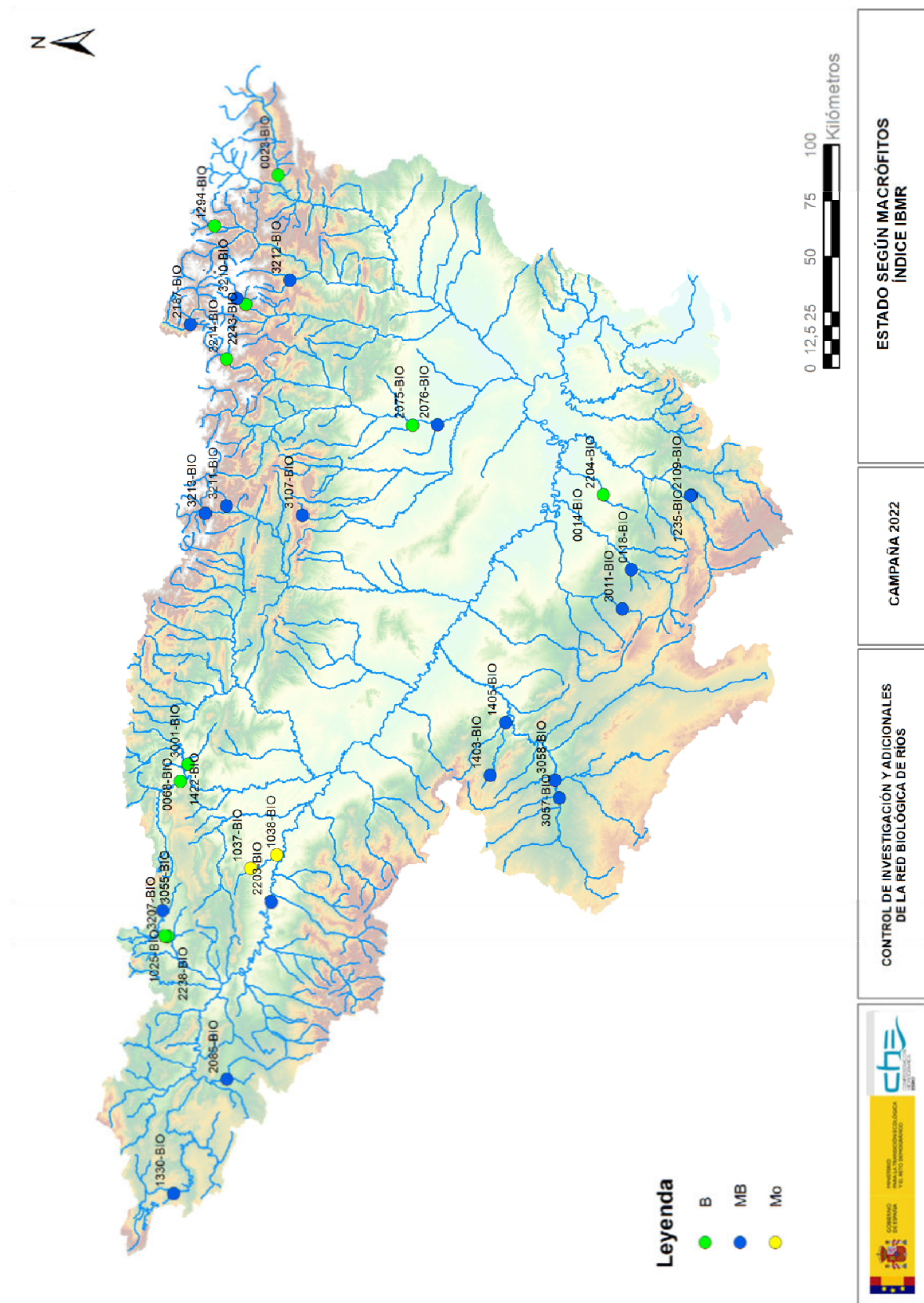
El 53% de los puntos alcanzaron el muy buen estado, mientras que el 32 % alcanzaron el buen estado. En total, un 85% de los puntos cumplieron con el objetivo de la DMA del “buen estado”, resultado similar al obtenido en la campaña 2021, en la que un 89% de las estaciones alcanzaron el “buen estado”. Únicamente, un 6 % de los puntos no alcanzaron el buen estado, quedando clasificados en estado moderado.

**Figura 17:** Clases de estado ecológico según IBMR



Se representa en gris y con “-“ las estaciones en las que no se aplica índice IBMR según los umbrales propios de clasificación.

**Figura 18:** Estado ecológico según macrófitos (Índice IBMR)





#### 4.2.3. Puntos de la Red Cemas que incumplen los objetivos de la DMA según indicadores biológicos

Como se ha comentando anteriormente, durante la campaña de 2022 se han controlado 34 puntos de muestreo. De estos, en 14 no se han alcanzado los objetivos ambientales que establece la DMA.

**Tabla 25:** Puntos de muestreo con incumplimientos

| Punto    | Toponimia                                      | Tipología | EE IBMWP | EE IPS | EE IBMR | EE |
|----------|--|-----------|----------|--------|---------|----|
| 0068-BIO | Arakil / Asiain (BIO)                          | R-T26     | Mo       | Mo     | B       | Mo |
| 0118-BIO | Martín / Oliete (BIO)                          | R-T09     | Mo       | MB     | MB      | Mo |
| 1037-BIO | Linares / Torres del Río (BIO)                 | R-T12     | B        | B      | Mo      | Mo |
| 1038-BIO | Linares / Mendavia (BIO)                       | R-T09     | Mo       | Mo     | Mo      | Mo |
| 1330-BIO | Polla / Reocín de los Molinos (BIO)            | R-T26     | Mo       | MB     | MB      | Mo |
| 1405-BIO | Aranda / Arándiga (BIO)                        | R-T09     | Mo       | B      | MB      | Mo |
| 2075-BIO | Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)                | R-T09     | Mo       | Mo     | B       | Mo |
| 2076-BIO | Clamor II / Puente ctra. Monzon-Alcolea (BIO)  | R-T09     | B        | Mo     | MB      | Mo |
| 2085-BIO | Santa Casilda / Hermosilla (BIO)               | R-T12     | Mo       | MB     | MB      | Mo |
| 2203-BIO | Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)            | R-T15     | Mo       | B      | MB      | Mo |
| 2204-BIO | Regallo / Puigmoreno (BIO)                     | R-T09     | Mo       | Mo     | B       | Mo |
| 3001-BIO | Elorz / Pamplona (BIO)                         | R-T12     | Mo       | Mo     | B       | Mo |
| 3057-BIO | Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO) | R-T12     | Mo       | B      | MB      | Mo |
| 3207-BIO | Sta Engracia / Erretana (BIO)                  | R-T26     | Mo       | B      | B       | Mo |

Se aprecia en la tabla anterior que estos incumplimientos están mayoritariamente relacionados con el elemento de calidad basado en invertebrados. Sólo cuatro de estos puntos alcanzaron el buen estado ecológico según el índice IBMWP, concretamente, en los puntos Linares / Torres del Río (BIO) y Clamor II / Puente ctra. Monzon-Alcolea (BIO). En el caso del indicador IPS, no alcanzaron el buen estado ecológico 6 estaciones de muestreo, que son: Arakil / Asiain (BIO), Linares / Mendavia (BIO), Clamor I / Pomar de Cinca (BIO), Clamor II / Puente ctra. Monzon-Alcolea (BIO), Regallo/Puigmoreno (BIO) y Elorz / Pamplona (BIO). Finalmente, 5 de estas estaciones, Arakil / Asiain (BIO), Linares / Mendavia (BIO), Clamor I / Pomar de Cinca (BIO), Regallo/Puigmoreno (BIO) y Elorz / Pamplona (BIO), no alcanzan el estado de bueno ni con IBMWP ni IPS.

#### 4.2.4. Determinación estado ecológico considerando ictiofauna e indicadores biológicos.

En la siguiente tabla se muestra la evaluación de estado ecológico de las 10 masas de agua en las que se realizó caracterización de ictiofauna, considerando los resultados obtenidos con la aplicación del índice EFI+. Se obtuvo que sólo 2 masas de agua no alcanzaban el buen estado

ecológico según este indicador, mientras que el resto de masas de agua alcanzarían este objetivo marcado por la DMA.

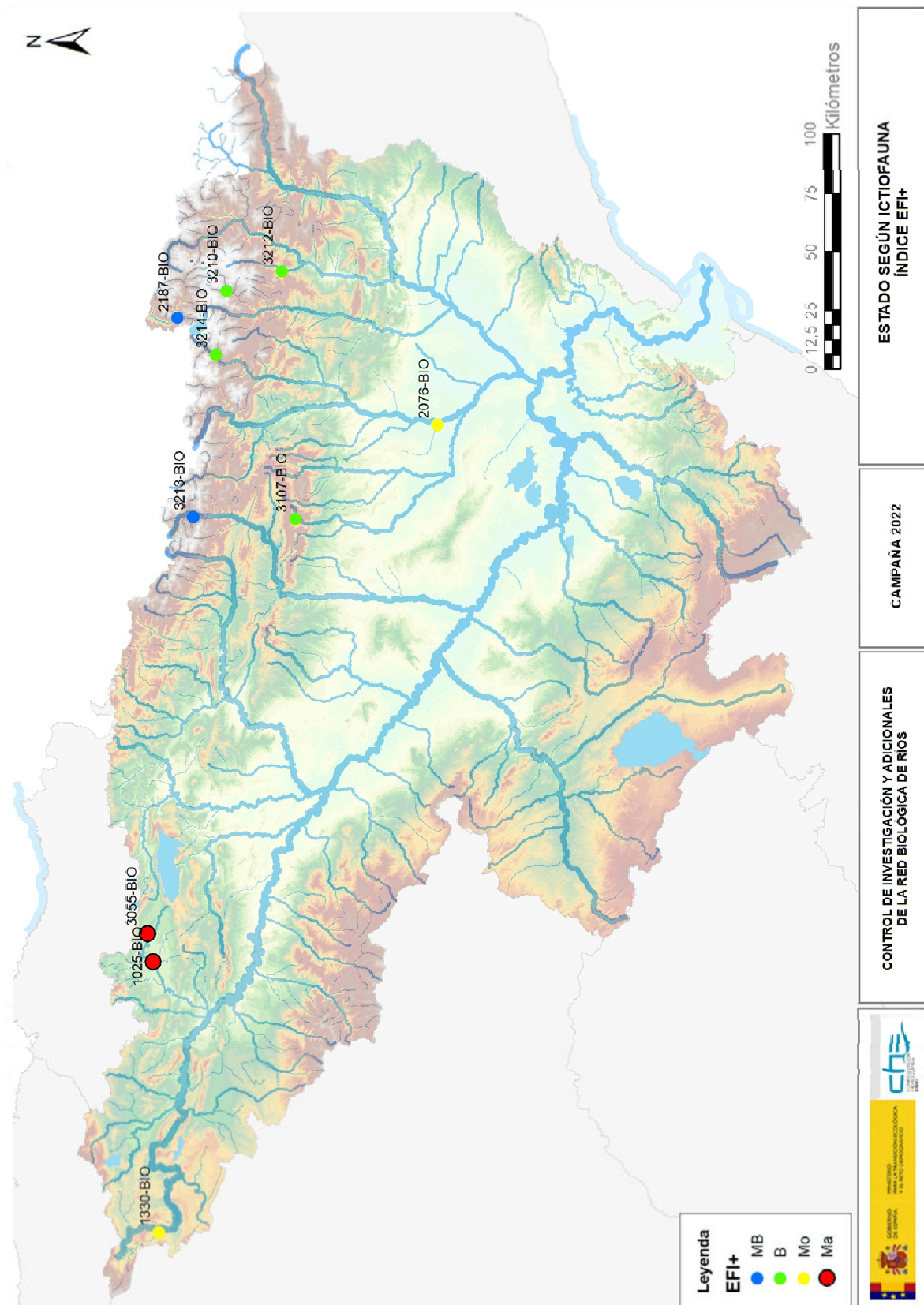
**Tabla 26:** Estado ecológico según indicadores biológicos considerando el índice EFI+.

| Punto    | Toponimia                               | Tipología | EE IBMWP | EE IPS | EE IBMR | EE | EFI+ | EE con EFI+ |
|----------|---|-----------|----------|--------|---------|----|------|-------------|
| 1025-ICT | Zadorra / Durana                        | R-T26     | B        | B      | B       | B  | Ma   | Ma          |
| 1330-ICT | Polla / Reocín de los Molinos           | R-T26     | Mo       | MB     | MB      | Mo | B    | Mo          |
| 2076-ICT | Clamor II / Puente ctra. Monzon-Alcolea | R-T09     | B        | Mo     | MB      | Mo | B    | Mo          |
| 2187-ICT | Jueu / Es Bondes                        | R-T27     | MB       | MB     | MB      | MB | MB   | MB          |
| 3055-ICT | Barrundia / Ozaeta                      | R-T26     | B        | B      | MB      | B  | Ma   | Ma          |
| 3107-ICT | Flumen / Sta María de Belsué            | R-T12     | B        | MB     | MB      | B  | B    | B           |
| 3210-ICT | San Nicolás / La Vall de Boí            | R-T27     | MB       | MB     | MB      | MB | B    | B           |
| 3212-ICT | Sarroca / Senterada                     | R-T26     | B        | MB     | MB      | B  | B    | B           |
| 3213-ICT | Aguilero / Sallent                      | R-T27     | MB       | MB     | MB      | MB | MB   | MB          |
| 3214-ICT | Remáscaro / Benasque                    | R-T27     | B        | MB     | B       | B  | MB   | B           |

En la siguiente figura se muestra el resultado de la evaluación de estado ecológico considerando el indicador EFI+

Por otro lado, el resultado de la evaluación del estado ecológico considerando conjuntamente los indicadores biológicos mencionados anteriormente y la ictiofauna indica que sólo 2 estaciones de muestreo (1025-ICT y 3055-ICT) disminuyen significativamente su estado ecológico pasando de Bueno a Malo si se considera el índice EFI+, mientras que el resto de estaciones de muestreo no varían su estado ecológico considerando el índice EFI+. De forma que, incluyendo este índice en la evaluación de estado, 4 de las 10 estaciones de muestreo evaluadas (40%) no alcanzarían el buen estado ecológico.

**Figura 19:** Estado ecológico según ictiofauna (Índice EFI+)



### 4.3. ESTADO ECOLÓGICO SEGÚN INDICADORES FÍSICOQUÍMICOS

La clasificación del estado ecológico según elementos de calidad físicoquímicos se ha realizado siguiendo las indicaciones recogidas en Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, en el punto A.2 del ANEXO II “CONDICIONES DE REFERENCIA, MÁXIMO POTENCIAL ECOLÓGICO Y LÍMITES DE CLASES DE ESTADO”.

**Tabla 27:** Estado ecológico según indicadores físicoquímicos

| COD_PTO  | Toponimia                                     | Amonio total mg/L | Nivel Amonio total | Fosfatos mg/L | Nivel Fosfatos | Nitratos mg/L | Nivel Nitratos |
|----------|---|-------------------|--------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| 0014-BIO | Martín / Híjar (BIO)                          | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | 10,1          | BU             |
| 0023-BIO | Segre / Seo de Urgel (BIO)                    | 0,08              | MB                 | <0,15         | MB             | <10           | MB             |
| 0068-BIO | Arakil / Asiain (BIO)                         | 0,1               | MB                 | 0,22          | BU             | <5            | MB             |
| 0118-BIO | Martín / Oliete (BIO)                         | 0,05              | MB                 | <0,15         | MB             | <5            | MB             |
| 1025-BIO | Zadorra / Durana (BIO)                        | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | <5            | MB             |
| 1037-BIO | Linares / Torres del Río (BIO)                | 0,38              | BU                 | 0,96          | MO             | 16,6          | BU             |
| 1038-BIO | Linares / Mendavia (BIO)                      | 0,05              | MB                 | 0,3           | BU             | <10           | MB             |
| 1235-BIO | Guadalope / Mas de las Matas (BIO)            | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | <10           | MB             |
| 1294-BIO | Noguera Cardós / Lladorre (BIO)               | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | <5            | MB             |
| 1330-BIO | Polla / Reocín de los Molinos (BIO)           | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | <5            | MB             |
| 1403-BIO | Aranda / Aranda de Moncayo (BIO)              | <0,05             | MB                 | 0,21          | BU             | 13,6          | BU             |
| 1405-BIO | Aranda / Arándiga (BIO)                       | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | <5            | MB             |
| 1422-BIO | Salado / Estenoz (BIO)                        | 0,2               | BU                 | 0,57          | MO             | <5            | MB             |
| 2075-BIO | Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)               | <0,05             | MB                 | 0,25          | BU             | 26            | MO             |
| 2076-BIO | Clamor II /Puente ctra. Monzon-Alcolea (BIO)  | <0,05             | MB                 | 0,16          | MB             | 18,5          | BU             |
| 2085-BIO | Santa Casilda / Hermosilla (BIO)              | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | 5,13          | MB             |
| 2109-BIO | Begatillo / Los Alagones (BIO)                | 0,05              | MB                 | <0,15         | MB             | <5            | MB             |
| 2187-BIO | Jueu / Es Bondes (BIO)                        | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | <5            | MB             |
| 2203-BIO | Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)           | <0,05             | MB                 | 0,19          | MB             | <10           | MB             |
| 2204-BIO | Regallo / Puigmoreno (BIO)                    | 0,05              | MB                 | <0,15         | MB             | 19,6          | BU             |
| 2238-BIO | Arroyo Omeçillo / Salinas de Añana (BIO)      | 0,05              | MB                 | <0,15         | MB             | <10           | MB             |
| 2243-BIO | Noguera de Tor / Barruera (BIO)               | 0,12              | MB                 | 0,21          | BU             | <10           | MB             |
| 3001-BIO | Elorz / Pamplona (BIO)                        | 0,08              | MB                 | 0,16          | MB             | <5            | MB             |
| 3011-BIO | Aguas vivas / Aguas arriba presa Blesa (BIO)  | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | 16,3          | BU             |
| 3055-BIO | Barrundia / Ozaeta (BIO)                      | 1,37              | MO                 | 0,35          | BU             | 8,5           | MB             |
| 3057-BIO | Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón(BIO) | <0,05             | MB                 | 0,16          | MB             | 7,5           | MB             |
| 3058-BIO | Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)      | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | <10           | MB             |
| 3107-BIO | Flumen / Sta María de Belsué (BIO)            | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | <10           | MB             |
| 3207-BIO | Sta Engracia / Erretana (BIO)                 | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | <10           | MB             |
| 3210-BIO | San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)            | 0,07              | MB                 | <0,15         | MB             | <5            | MB             |
| 3211-BIO | Sia / Gavin (BIO)                             | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | <5            | MB             |
| 3212-BIO | Sarroca / Senterada (BIO)                     | 0,06              | MB                 | <0,15         | MB             | <5            | MB             |
| 3213-BIO | Aguilero / Sallent (BIO)                      | <0,05             | MB                 | <0,15         | MB             | <5            | MB             |
| 3214-BIO | Remáscaro / Benasque (BIO)                    | <0,05             | MB                 | <0,15         | MO             | <5            | MB             |

Según los indicadores fisicoquímicos evaluados, no se alcanzaría los objetivos en cinco de las estaciones de muestreo, Linares / Medavia (BIO), Salado / Estenoz (BIO), Clamor I /Poma de Cinca (BIO), Barrundia / Ozaeta (BIO), Remáscaro / Benasque (BIO).

#### 4.4. ESTADO ECOLÓGICO SEGÚN INDICADORES HIDROMORFOLOGICOS

Del conjunto de las 39 masas propuestas para el seguimiento del estado ecológico durante la campaña de 2022, se realizó evaluación del estado aplicando los indicadores hidromorfológicos recogidos en el protocolo en 10 masas de agua como comentamos en el apartado resultados. Para evaluar las condiciones hidromorfológicas de una masa se tendrá en consideración que el LCC Muy bueno/Bueno es el definido para cada uno de los subíndices HMF en los mencionados protocolos, a saber:

- Muy bueno/Bueno: 9
- Bueno/Moderado: 6,6
- Moderado/Deficiente: 4,0
- Deficiente/Malo: 2,0

El resultado de la dicha evaluación se corresponde con el peor valor de los seis indicadores que caracterizan cada masa de agua mostrados en la Tabla 22 del apartado resultados. En la siguiente tabla se muestra el resultado de dicha evaluación considerando los límites establecidos por el RD 817/2015 (evaluación tipo I) y considerando los límites mencionados anteriormente para las variables hidromorfológicas (evaluación tipo II).

**Tabla 28:** Estado ecológico según indicadores hidromorfológicos

| Código punto HMF | Id masa agua | Toponimia                               | Evaluación hidromorfológica | Evaluación Tipo I | Evaluación Tipo II | EE-HMF* |
|------------------|--------------|---|-----------------------------|-------------------|--------------------|---------|
| HM0469           | 469          | Río Polla                               | 5,48                        | Bu                | Mo                 | Bu      |
| HM1814           | 823          | Río Aranda /<br>cabecera Maidevera      | 2,77                        | Bu                | Def                | Bu      |
| HM0787           | 787          | Río Jueu                                | 2,23                        | Bu                | Def                | Bu      |
| HM0486           | 486          | Río Barrundia                           | 2,95                        | Bu                | Def                | Bu      |
| HM0812           | 812          | Río Flumen /<br>cabecera<br>Montearagón | 5,29                        | Bu                | Mo                 | Bu      |
| HM0276_001       | 276          | Río Leza /<br>Rabanera-Soto<br>Terroba  | 6,15                        | Bu                | Mo                 | Bu      |

| Código punto HMF | Id masa agua | Toponimia                                | Evaluación hidromorfológica | Evaluación Tipo I | Evaluación Tipo II | EE-HMF* |
|------------------|--------------|--|-----------------------------|-------------------|--------------------|---------|
| HM0738_001       | 738          | Río San Nicolás / Liebreta-desembocadura | 6,23                        | Bu                | Mo                 | Bu      |
| HM0649           | 649          | Río Sarroca                              | 7,29                        | Bu                | Bu                 | Bu      |
| HM0705           | 705          | Río Aguilero                             | 3,15                        | Bu                | Def                | Bu      |
| HM0769           | 769          | Río Remáscaro                            | 0                           | Bu                | Ma                 | Bu      |

\*Se consideran los resultados de la evaluación Tipo I

#### 4.5. ESTADO ECOLÓGICO SEGÚN INDICADORES BIOLÓGICOS, FÍSICOQUÍMICOS E HIDROMORFOLOGICOS

La evaluación del estado ecológico considerando el conjunto de los indicadores biológicos, físicoquímicos e hidromorfológicos se llevó a cabo en 9 masas de agua del conjunto de las 34 masas de agua muestreadas durante la campaña 2022. Así, cuando los elementos de calidad biológica corresponden a las condiciones de referencia, y los elementos de físicoquímica sean acordes a un estado muy bueno, valores > 9 para la condición HMF permite clasificar el estado ecológico como Muy Bueno, mientras que valores < 9 lo rebajan a un estado Bueno. Siguiendo este precepto, y como puede verse en la siguiente tabla, entre las 9 masas evaluadas sólo 2 estaciones no alcanzaron un buen estado ecológico.

**Tabla 29:** Estado ecológico según indicadores biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos

| Id Masa | Cod Punto | Nombre masa de agua  | EE-BIO (sin EFI+) | EE-FQ | EE (sin EFI+) | EE_EFI+ | EE-HMF* | EE |
|---------|-----------|--|-------------------|-------|---------------|---------|---------|----|
| 135     | 0014      | Río Martín desde el río Escuriza hasta su desembocadura en el río Ebro.  | Mo                | B     | Mo            |         |         |    |
| 589     | 0023      | Río Segre desde el río Aransa hasta el río Serch (incluye ríos Capiscol, Cadí, Serch y barranco de Villanova). | B                 | MB    | B             |         |         |    |
| 555     | 0068      | Río Araquil desde el río Larraun hasta su desembocadura en el río Arga.  | Mo                | MB    | Mo            |         |         |    |
| 133     | 0118      | Río Martín desde la presa de Cueva Foradada hasta el río Escuriza.   | Mo                | MB    | Mo            |         |         |    |
| 243     | 1025      | Río Zadorra desde el río Sta. Engracia hasta el río Alegría (inicio del tramo modificado de Vitoria).          | B                 | MB    | B             |         |         |    |
| 91      | 1037      | Río Linares desde la población de Torres del Río hasta su desembocadura en el río Ebro.                        | Mo                | B     | Mo            |         |         |    |
| 91      | 1038      | Río Linares desde la población de Torres del Río hasta su desembocadura en el río Ebro.                        | Mo                | MB    | Mo            |         |         |    |
| 137     | 1235      | Río Guadalope desde el azud de Abénfigo hasta la cola del embalse de Calanda (final del tramo canalizado).     | B                 | MB    | B             |         |         |    |
| 722     | 1294      | Río Noguera de Cardós desde el río Tabescán hasta el río Estahón.  | B                 | MB    | B             |         |         |    |
| 469     | 1330      | Río Polla desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro.   | Mo                | MB    | Mo            |         | B       |    |
| 823     | 1403      | Río Aranda desde la Presa del Embalse de Maidevera hasta la población de Brea de Aragón.                       | B                 | B     | B             |         | B       |    |
| 112     | 1405      | Río Aranda desde el río Isuela hasta su desembocadura en el río Jalón.   | Mo                | MB    | Mo            |         |         |    |
| 556     | 1422      | Río Salado desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Alloz.   | MB <sup>1</sup>   | MB    | MB            |         |         |    |

| Id Masa | Cod Punto | Nombre masa de agua   | EE-BIO (sin EFI+) | EE-FQ | EE (sin EFI+) | EE_EFI+ | EE-HMF* | EE |
|---------|-----------|---|-------------------|-------|---------------|---------|---------|----|
| 155     | 2075      | Río Clamor I de Fornillos desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Cinca.   | Mo                | Mo    | Mo            |         |         |    |
| 156     | 2076      | Clamor II /Puente ctra. Monzon-Alcolea (BIO)  | Mo                | B     | Mo            |         |         |    |
| 222     | 2085      | Río Clamor II Amarga desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Cinca.  | Mo                | MB    | Mo            |         |         |    |
| 352     | 2109      | Río Begatillo (o Bordón) desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Santolea.   | B                 | MB    | B             |         |         |    |
| 787     | 2187      | Río Jueu desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Garona (incluye arroyos Geles, La Ribenta, Pumero y La Mojoya). | MB                | MB    | MB            |         | B       |    |
| 866     | 2203      | Río Ebro desde su salida del Embalse de El Cortijo hasta el río Iregua.   | Mo                | MB    | Mo            |         |         |    |
| 914     | 2204      | Río Regallo desde su nacimiento hasta el cruce del canal de Valmuel.  | Mo                | B     | Mo            |         |         |    |
| 1703    | 2238      | Arroyo Omecillo desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Omecillo.  | MB                | MB    | MB            |         |         |    |
| 741     | 2243      | Río Noguera de Tor desde el río Bohí hasta el retorno de la central de Bohí.  | B                 | MB    | B             |         |         |    |
| 294     | 3001      | Río Elorz desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Arga (incluye río Sadar).                                      | Mo                | MB    | Mo            |         |         |    |
| 333     | 3011      | Río Aguas Vivas desde su nacimiento hasta el azud de Blesa.   | B                 | B     | B             |         |         |    |
| 486     | 3055      | Río Barrundia desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Ullivari (incluye río Ugarana).                                | B                 | MB    | B             |         |         |    |
| 312     | 3057      | Río Jalón desde el río Deza (inicio del tramo canalizado) hasta el barranco del Monegrillo.                                   | Mo                | MB    | Mo            |         |         |    |
| 314     | 3058      | Río Jalón desde el barranco de Monegrillo hasta el río Piedra.  | B                 | MB    | B             |         |         |    |
| 812     | 3107      | Río Flumen desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Montearagón y el salto de Roldán.                                 | B                 | MB    | B             |         | B       |    |



| Id Masa | Cod Punto | Nombre masa de agua  | EE-BIO (sin EFI+) | EE-FQ | EE (sin EFI+) | EE_EFI+ | EE-HMF* | EE |
|---------|-----------|--|-------------------|-------|---------------|---------|---------|----|
| 1816    | 3207      | Río Santa Engracia   | Mo                | MB    | Mo            |         | B       |    |
| 276     | 3208      | Río Leza desde el río Rabanera y el río Vadillos hasta la cola del Embalse de Soto Terroba.  | -                 | -     | -             |         | B       |    |
| 738     | 3210      | Río San Nicolás desde el Estany de la Llebreta hasta su desembocadura en el río Noguera de Tor.  | MB                | MB    | B             |         | B       |    |
| 564     | 3211      | Río Sía desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Gállego (inicio del tramo canalizado aguas abajo de Biescas) y el retorno de las centrales de Biescas I y II. | B                 | MB    | B             |         |         |    |
| 649     | 3212      | Río Sarroca desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Flamisell (incluye río Valiri).   | B                 | MB    | B             |         | B       |    |
| 705     | 3213      | Río Aguilero desde su nacimiento hasta el embalse de Búbal.  | MB                | MB    | MB            |         | B       |    |
| 769     | 3214      | Río Remáscaro desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ésera.  | B <sup>2</sup>    | MB    | B             |         | B       |    |

\*Se consideran los resultados de la evaluación Tipo I

1. Se consideran umbrales propios para la clasificación estado ecológico, según Estudio de las masas superficiales con objetivos menos rigurosos y muy modificadas según la Directiva Marco del Agua (CHE, 2018). Según los umbrales propios para la clasificación del estado ecológico, en los casos marcados con “-”, no ha de considerarse ese índice para el cálculo de estado.

## 5. CONCLUSIONES

- 1 Durante la campaña de 2022 se visitaron 39 puntos de muestreo correspondiente a la red de investigación de la Confederación Hidrográfica del Ebro, llevándose a cabo en 34 puntos el control ecológico mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos.
- 2 Durante la campaña de 2022, se realizó caracterización de la comunidad piscícola en 12 estaciones de muestreo y caracterización hidromorfológica en 10 estaciones de muestreo.
- 3 De las 39 estaciones planificadas para el seguimiento del estado ecológico durante la campaña de 2022, 5 de ellas estuvieron secas en el momento de muestreo (verano). De las 15 estaciones destinadas al seguimiento de la ictiofauna, 3 de ellos estuvieron secos en el momento de muestreo, coincidentes con los puntos de seguimiento del estado ecológico, y en 2 de ellos no se encontraron ejemplares de ictiofauna.
- 4 Respecto al seguimiento de la ictiofauna: de las 12 especies identificadas en las estaciones de muestreo propuestas, 3 de ellas están tipificadas como especies exóticas invasoras en el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (alburno, lucio, lucioperca).
- 5 Respecto a la calidad biológica, los resultados de la evaluación del estado ecológico considerando los indicadores biológicos indicaron que un 12% de las masas de agua evaluadas se encontraban en un nivel de calidad Muy Bueno, un 41% en un nivel Bueno, mientras que un 41% se encontraban en un nivel Moderado, y un 6 % en un nivel Deficiente. Por tanto, un 53% de las masas de agua evaluadas alcanzan el objetivo medioambiental marcado por la DMA.
- 6 La consideración del elemento de calidad biológico peces a través del índice EFI+ arrojó resultados diferentes según se aplique o no ese indicador. Así, se obtuvo que 4 de las 10 estaciones evaluadas no superan el objetivo medioambiental (estado bueno o muy bueno) si se tiene en cuenta el EFI+.
- 7 Respecto a la calidad fisicoquímica, las 34 masas de aguas evaluadas presentan un buen estado en su conjunto observándose problemas puntuales con el fosfato y en algunas estaciones con nitrato o amonio.
- 8 Respecto a la calidad hidromorfológica, considerando los resultados de acuerdo al procedimiento MET-R-HMF-2019 en las 10 masas de agua seleccionadas, se obtuvo que ninguna de las masas de agua evaluada alcanzaba una calidad hidromorfológica muy buena, una estación presentó una calidad buena y el resto, inferior.

- 9 Respecto a la evaluación del estado ecológico en las 9 masas de agua en las que se realizó evaluación de los indicadores biológicos (sin tener en cuenta el índice EFI+), fisicoquímicos e hidromorfológicos, se obtuvo que el 77% alcanzó el buen estado ecológico, mientras que 22% alcanzaron un estado moderado. Si se tiene en cuenta en índice EFI+, 6 de las masas de agua en las que se evaluaron biológicos (sin tener en cuenta el índice EFI+), fisicoquímicos e hidromorfológicos no alcanzaron el buen estado ecológico.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Estudio para mejora de los protocolos de muestreo para la aplicación de la directiva marco de aguas: muestreo de macroinvertebrados en ríos no vadeables. 2012. Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Cálculo y adaptación del índice de macroinvertebrados bentónicos IMMI-T para todas las tipologías de ríos españoles. Ref.: tec0004311.
- Control del Estado de las Masas de Agua Superficiales, (CEMAS), 2015. Informe de situación Año 2015. Confederación Hidrográfica del Ebro.
- EUROPEAN COMMISSION, 2003. WFD CIS Guidance Document No. 13. Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential.
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas. 2021. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- Manual for the application of the new European Fish Index – EFI+. Solana Gutierrez, J; García de Jalón, D.; Pont, D.; Bady, P.; Logez, M.; Noble, R.; Schinegger, R.; Haidvogel, G.; Melcher, A. & Schmutz, S., 2009.
- Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para Fitobentos (microalgas bentónicas). Comisaría de Aguas, Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para macrófitos. Comisaría de Aguas, Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos. Comisaría de Aguas, Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Muestreo y laboratorio Fauna bentónica de invertebrados Ríos vadeables no vadeables. ML-R-I-2014.
- Norma UNE-EN 14962:2007 "Calidad del agua. Líneas directrices sobre el campo de aplicación y la selección de métodos de muestreo de peces.
- Norma UNE – EN 14184: 2004. Calidad del agua. Guía para el estudio de los macrófitos acuáticos en cursos de agua.

- Protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos vadeables. ML-Rv-I-2013.
- Protocolo de cálculo del índice IBMWP. IBMWP-2013.
- Protocolo de Muestreo y Laboratorio de Flora Acuática (Organismos Fitobentónicos) en Ríos Vadeables, 2013. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (ML-R-D-2013).
- Protocolo de toma de muestras e identificación de macrófitos en ríos vadeables (CHE, 2018).
- Protocolo de muestreo y laboratorio de macrófitos en ríos. ML-R-M-2015.
- Protocolo de cálculo del índice biológico de macrófitos en ríos de España. IBMR-2015.
- Protocolo de muestreo de fauna ictiológica en ríos. ML-R-FI-2015
- Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos. Código: M-R-HMF-2019. Ministerio para la transición ecológica.
- Protocolo para el cálculo de métricas de los indicadores hidromorfológicos de las masas de agua categoría río. Código: MET-R-HMF-2019. Ministerio para la transición ecológica.
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

## ANEXO I. RESULTADOS DE LOS INDICADORES FISCOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

---



## INDICADORES BIOLÓGICOS

| PTO      | Toponimia                              | IBMWP      | NTAX_IBMWP | NTAX_MAI | IASPT | IMMIT       | NFAM_EPT | Sel_EPTCD | IBMR        | NTAX_MAF | IPS  | CE<br>E |
|----------|--|------------|------------|----------|-------|-------------|----------|-----------|-------------|----------|------|---------|
| 0014-BIO | Martín / Híjar                         | <b>59</b>  | 13         | 13       | 4,54  | <b>0,68</b> | 5        | 72        | <b>10,7</b> | 9        | 15,2 | 14,6    |
| 0023-BIO | Segre / Seo de Urgel                   | <b>122</b> | 25         | 26       | 4,88  | <b>0,79</b> | 9        | 510       | <b>9,8</b>  | 15       | 15,6 | 14,5    |
| 0068-BIO | Arakil / Asiain                        | <b>104</b> | 22         | 24       | 4,73  | <b>0,72</b> | 7        | 313       | <b>10,9</b> | 20       | 12,5 | 12,7    |
| 0118-BIO | Martín / Oliete                        | <b>67</b>  | 15         | 16       | 4,47  | <b>0,71</b> | 5        | 146       | <b>11,3</b> | 25       | 17,2 | 14,6    |
| 1025-BIO | Zadorra / Durana                       | <b>111</b> | 23         | 24       | 4,83  | <b>0,70</b> | 6        | 193       | <b>9,8</b>  | 18       | 15,2 | 15,9    |
| 1037-BIO | Linares / Torres del Río               | <b>116</b> | 28         | 28       | 4,14  | <b>0,75</b> | 7        | 243       | <b>6,5</b>  | 10       | 14,4 | 14,1    |
| 1038-BIO | Linares / Mendavia                     | <b>73</b>  | 19         | 21       | 3,84  | <b>0,50</b> | 4        | 0         | <b>6,5</b>  | 15       | 12,2 | 11,9    |
| 1235-BIO | Guadalope / Mas de las Matas           | <b>108</b> | 23         | 23       | 4,70  | <b>0,84</b> | 6        | 578       | <b>12,8</b> | 22       | 17,7 | 18      |
| 1294-BIO | Noguera Cardós / Lladorre              | <b>145</b> | 26         | 26       | 5,58  | <b>0,84</b> | 10       | 518       | <b>11,2</b> | 25       | 15,8 | 16,8    |
| 1330-BIO | Polla /Reocín de los Molinos           | <b>104</b> | 22         | 23       | 4,73  | <b>0,71</b> | 8        | 178       | <b>12,9</b> | 20       | 18,3 | 17,5    |
| 1403-BIO | Aranda / Aranda de Moncayo             | <b>142</b> | 29         | 29       | 4,90  | <b>0,89</b> | 9        | 902       | <b>10,9</b> | 16       | 14,3 | 14,7    |
| 1405-BIO | Aranda / Arándiga                      | <b>87</b>  | 19         | 20       | 4,58  | <b>0,89</b> | 8        | 1587      | <b>9,7</b>  | 19       | 12,8 | 12,6    |
| 1422-BIO | Salado / Estenoz                       | <b>24</b>  | 7          | 7        | 3,43  | <b>0,29</b> | 1        | 0         | <b>4,7</b>  | 6        | 19,1 | 0       |
| 2075-BIO | Clamor I / Pomar de Cinca              | <b>62</b>  | 17         | 17       | 3,65  | <b>0,48</b> | 4        | 0         | <b>7,5</b>  | 11       | 9,9  | 9,5     |
| 2076-BIO | Clamor II /Puente ctra. Monzon-Alcolea | <b>114</b> | 26         | 26       | 4,38  | <b>0,69</b> | 6        | 13        | <b>11,3</b> | 12       | 11,2 | 10,6    |
| 2085-BIO | Santa Casilda / Hermosilla             | <b>60</b>  | 14         | 15       | 4,29  | <b>0,57</b> | 2        | 104       | <b>14,6</b> | 15       | 18,4 | 17,1    |
| 2109-BIO | Begatillo / Los Alagones               | <b>122</b> | 27         | 27       | 4,52  | <b>0,70</b> | 6        | 58        | <b>14,0</b> | 21       | 18,3 | 17,2    |
| 2187-BIO | Jueu / Es Bondes                       | <b>165</b> | 27         | 27       | 6,11  | <b>0,92</b> | 12       | 705       | <b>14,3</b> | 22       | 18,6 | 17,5    |
| 2203-BIO | Ebro / Logroño (aguas arriba)          | <b>62</b>  | 16         | 17       | 3,88  | <b>0,45</b> | 3        | 1         | <b>8,5</b>  | 12       | 13,7 | 13,9    |
| 2204-BIO | Regallo / Puigmoreno                   | <b>66</b>  | 16         | 16       | 4,13  | <b>0,59</b> | 2        | 74        | <b>8,4</b>  | 6        | 10,8 | 13,2    |



| PTO      | Toponimia                                | IBMWP      | NTAX_IBMWP | NTAX_MAI | IASPT | IMMIT       | NFAM_EPT | Sel_EPTCD | IBMR        | NTAX_MAF | IPS  | CE<br>E |
|----------|--|------------|------------|----------|-------|-------------|----------|-----------|-------------|----------|------|---------|
| 2238-BIO | Arroyo Omecillo / Salinas de Añana       | <b>41</b>  | 12         | 12       | 3,42  | <b>0,31</b> | 0        | 0         | <b>4,1</b>  | 5        | 6    | 3,2     |
| 2243-BIO | Noguera de Tor / Barruera                | <b>125</b> | 23         | 23       | 5,43  | <b>0,86</b> | 11       | 1186      | <b>9,7</b>  | 15       | 19,3 | 19,3    |
| 3001-BIO | Elorz / Pamplona                         | <b>61</b>  | 15         | 15       | 4,07  | <b>0,44</b> | 4        | 0         | <b>8,3</b>  | 7        | 10,5 | 9,7     |
| 3011-BIO | Aguas vivas / Aguas arriba presa Blesa   | <b>161</b> | 28         | 28       | 5,75  | <b>0,96</b> | 11       | 464       | <b>13,8</b> | 25       | 16,4 | 16,2    |
| 3055-BIO | Barrundia / Ozaeta                       | <b>142</b> | 28         | 29       | 5,07  | <b>0,77</b> | 9        | 104       | <b>11,7</b> | 16       | 14,2 | 14,4    |
| 3057-BIO | Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón | <b>79</b>  | 16         | 17       | 4,94  | <b>0,64</b> | 5        | 40        | <b>10,7</b> | 7        | 14   | 12,6    |
| 3058-BIO | Jalón / Azud de la Solana de Ateca       | <b>102</b> | 20         | 20       | 5,10  | <b>0,56</b> | 5        | 0         | <b>13,2</b> | 8        | 12,7 | 11,7    |
| 3107-BIO | Flumen / Sta María de Belsué             | <b>114</b> | 22         | 22       | 5,18  | <b>0,84</b> | 7        | 845       | <b>15,8</b> | 8        | 18,5 | 18,8    |
| 3207-BIO | Sta Engracia / Erretana                  | <b>72</b>  | 16         | 17       | 4,50  | <b>0,47</b> | 4        | 0         | <b>8,9</b>  | 13       | 13,4 | 13,1    |
| 3210-BIO | San Nicolás / La Vall de Boí             | <b>148</b> | 26         | 26       | 5,69  | <b>0,90</b> | 12       | 978       | <b>12,8</b> | 27       | 19,6 | 19,5    |
| 3211-BIO | Sia / Gavin                              | <b>156</b> | 28         | 28       | 5,57  | <b>0,85</b> | 9        | 488       | <b>15,4</b> | 18       | 18,7 | 18      |
| 3212-BIO | Sarroca / Senterada                      | <b>151</b> | 27         | 28       | 5,59  | <b>0,93</b> | 12       | 1882      | <b>13,2</b> | 21       | 18,5 | 18,1    |
| 3213-BIO | Aguilero / Sallent                       | <b>151</b> | 28         | 28       | 5,39  | <b>0,89</b> | 12       | 995       | <b>12,9</b> | 12       | 19,5 | 18,6    |
| 3214-BIO | Remáscaro / Benasque                     | <b>106</b> | 19         | 19       | 5,58  | <b>0,72</b> | 9        | 85        | <b>9,3</b>  | 11       | 18,6 | 18      |

## INDICADORES FISICOQUÍMICOS

| Punto Muestreo | Toponimia                                      | COND20 | pH   | O2   | O2%   | TEM_AG | DQO_D | N_T  | NH4   | NO3   | P_TOT | PO4   |
|----------------|--|--------|------|------|-------|--------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 0014-BIO       | Martín / Híjar (BIO)                           | 2400   | 7,61 | 8,51 | 95,9  | 19,6   | <20   | 2,1  | <0,05 | 10,10 | 0,05  | <0,15 |
| 0023-BIO       | Segre / Seo de Urgel (BIO)                     | 303    | 7,42 | 9,20 | 118,3 | 24,2   | <20   | <1,0 | 0,08  | <5,00 | 0,05  | 0,15  |
| 0068-BIO       | Arakil / Asiain (BIO)                          | 600    | 7,67 | 8,09 | 98,9  | 21,0   | <20   | 1,2  | 0,10  | <5,00 | 0,10  | 0,22  |
| 0118-BIO       | Martín / Oliete (BIO)                          | 1050   | 8,03 | 9,42 | 100,6 | 15,1   | <20   | 1,1  | 0,05  | <5,00 | 0,05  | <0,15 |
| 1025-BIO       | Zadorra / Durana (BIO)                         | 303    | 8,03 | 8,44 | 89,7  | 15,1   | <20   | 3,6  | <0,05 | <5,00 | 0,04  | <0,15 |
| 1037-BIO       | Linares / Torres del Río (BIO)                 | 2510   | 7,55 | 6,70 | 79,6  | 21,2   | <20   | 5,8  | 0,38  | 16,60 | 0,33  | 0,96  |
| 1038-BIO       | Linares / Mendavia (BIO)                       | 680    | 7,89 | 8,28 | 102,9 | 24,3   | <20   | 4,2  | 0,05  | <5,00 | 0,10  | 0,30  |
| 1235-BIO       | Guadalupe / Mas de las Matas (BIO)             | 438    | 7,87 | 9,06 | 110,6 | 23,9   | <20   | <1,0 | <0,05 | <5,00 | 0,05  | <0,15 |
| 1294-BIO       | Noguera Cardós / Lladorre (BIO)                | 22,5   | 7,09 | 9,65 | 102,6 | 12,4   | <20   | <1,0 | <0,05 | <5,00 | 0,05  | <0,15 |
| 1330-BIO       | Polla / Reocín de los Molinos (BIO)            | 713    | 7,81 | 9,42 | 105,8 | 16,6   | <20   | <1,0 | <0,05 | <5,00 | 0,05  | <0,15 |
| 1403-BIO       | Aranda / Aranda de Moncayo (BIO)               | 704    | 7,41 | 8,67 | 101,1 | 19,7   | <20   | 9,3  | <0,05 | 13,60 | 0,07  | 0,21  |
| 1405-BIO       | Aranda / Arándiga (BIO)                        | 602    | 7,85 | 9,06 | 100,2 | 18,0   | <20   | 3,0  | <0,05 | <5,00 | 0,07  | <0,15 |
| 1422-BIO       | Salado / Estenoz (BIO)                         | 124700 | 7,79 | 9,59 | 137,5 | 31,3   | 122   | 1,1  | 0,20  | <5,00 | 0,20  | 0,57  |
| 2075-BIO       | Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)                | 2195   | 7,32 | 7,67 | 91,5  | 22,8   | <20   | 11,9 | <0,05 | 26,00 | 0,09  | 0,25  |
| 2076-BIO       | Clamor II / Puente ctra. Monzon-Alcolea (BIO)  | 1719   | 7,55 | 8,04 | 100,4 | 24,6   | <20   | 4,3  | <0,05 | 18,50 | 0,06  | 0,16  |
| 2085-BIO       | Santa Casilda / Hermosilla (BIO)               | 639    | 7,45 | 3,81 | 42    | 16,2   | <20   | 1,2  | <0,05 | 5,13  | <0,03 | <0,15 |
| 2109-BIO       | Begatillo / Los Alagones (BIO)                 | 397    | 7,45 | 8,89 | 108,8 | 21,3   | <20   | <1,0 | 0,05  | <5,00 | 0,05  | <0,15 |
| 2187-BIO       | Jueu / Es Bondes (BIO)                         | 164,1  | 7,97 | 9,10 | 101,1 | 16,3   | <20   | <1,0 | <0,05 | <5,00 | <0,03 | <0,15 |
| 2203-BIO       | Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)            | 542    | 7,50 | 7,77 | 96,8  | 25,1   | <20   | 4,8  | <0,05 | <5,00 | 0,08  | 0,19  |
| 2204-BIO       | Regallo / Puigmoreno (BIO)                     | 3930   | 7,86 | 8,42 | 108,5 | 25,1   | <20   | 4,5  | 0,05  | 19,60 | 0,05  | <0,15 |
| 2238-BIO       | Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)       | 29300  | 7,62 | 9,32 | 127,0 | 26,5   | <20   | 3,9  | 0,05  | 8,12  | 0,03  | <0,15 |
| 2243-BIO       | Noguera de Tor / Barruera (BIO)                | 79,5   | 7,63 | 8,80 | 107,6 | 19,2   | <20   | <1,0 | 0,12  | <5,00 | 0,07  | 0,21  |
| 3001-BIO       | Elorz / Pamplona (BIO)                         | 1484   | 7,59 | 7,31 | 90,1  | 24,0   | <20   | 1,0  | 0,08  | <5,00 | 0,06  | 0,16  |
| 3011-BIO       | Aguas vivas / Aguas arriba presa Blesa (BIO)   | 757    | 8,11 | 9,34 | 116,1 | 19,8   | <20   | 3,0  | <0,05 | 16,30 | <0,03 | <0,15 |
| 3055-BIO       | Barrundia / Ozaeta (BIO)                       | 304    | 7,47 | 5,85 | 74,4  | 23,3   | <20   | 5,7  | 1,37  | 8,50  | 0,14  | 0,35  |
| 3057-BIO       | Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO) | 1445   | 7,23 | 7,73 | 97,6  | 22,0   | <20   | 2,6  | <0,05 | 7,50  | 0,06  | 0,16  |
| 3058-BIO       | Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)       | 1267   | 7,72 | 7,39 | 97,8  | 26,1   | <20   | 1,8  | <0,05 | <5,00 | 0,04  | <0,15 |
| 3107-BIO       | Flumen / Sta María de Belsué (BIO)             | 299    | 7,80 | 8,15 | 100,0 | 19,6   | <20   | <1,0 | <0,05 | <5,00 | <0,03 | <0,15 |
| 3207-BIO       | Sta Engracia / Erretana (BIO)                  | 428    | 7,64 | 6,18 | 72,7  | 19,7   | <20   | 4,6  | <0,05 | <5,00 | 0,13  | <0,15 |
| 3210-BIO       | San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)             | 86,4   | 7,75 | 9,00 | 103,1 | 14,1   | <20   | <1,0 | 0,07  | <5,00 | 0,04  | <0,15 |
| 3211-BIO       | Sia / Gavin (BIO)                              | 337    | 7,52 | 8,03 | 110   | 22,0   | <20   | <1,0 | <0,05 | <5,00 | <0,03 | <0,15 |

| Punto Muestreo | Toponimia                  | COND20 | pH   | O2   | O2%   | TEM_AG | DQO_D | N_T  | NH4   | NO3   | P_TOT | PO4   |
|----------------|----------------------------|--------|------|------|-------|--------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 3212-BIO       | Sarroca / Senterada (BIO)  | 517    | 7,35 | 7,91 | 102,2 | 23,1   | <20   | <1,0 | 0,06  | <5,00 | 0,05  | 0,15  |
| 3213-BIO       | Aguilero / Sallent (BIO)   | 299    | 7,96 | 8,05 | 101,9 | 19,4   | <20   | <1,0 | <0,05 | <5,00 | <0,03 | <0,15 |
| 3214-BIO       | Remáscaro / Benasque (BIO) | 288    | 7,86 | 7,98 | 104,7 | 20,7   | <20   | <1,0 | <0,05 | <5,00 | 0,04  | <0,15 |

