

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

CONTROL DE INVESTIGACIÓN Y ADICIONALES DE LA RED BIOLÓGICA DE RÍOS	1
INFORME ANUAL.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS	2
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
3. RESULTADOS	39
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
4.	EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO	56
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
5.	CONCLUSIONES	78
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

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 _i) de las variables de EFI+	46
Tabla 19: Valores de referencia (E _i) 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 fisicoquímico 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 Nº 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.

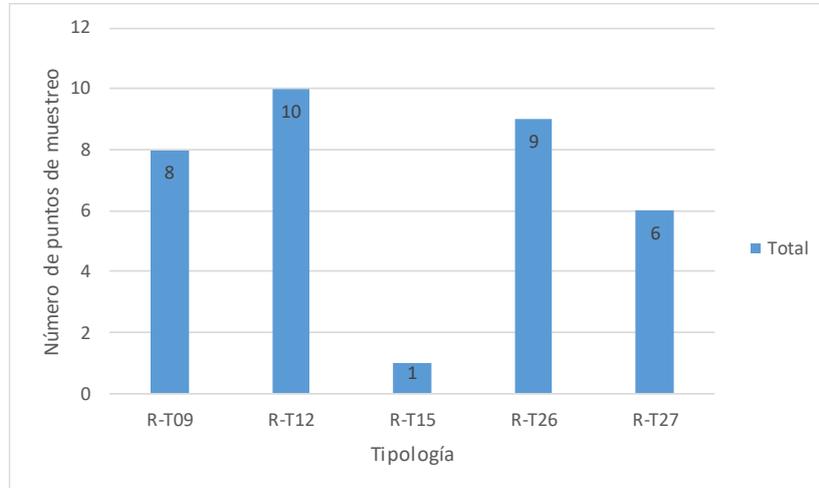
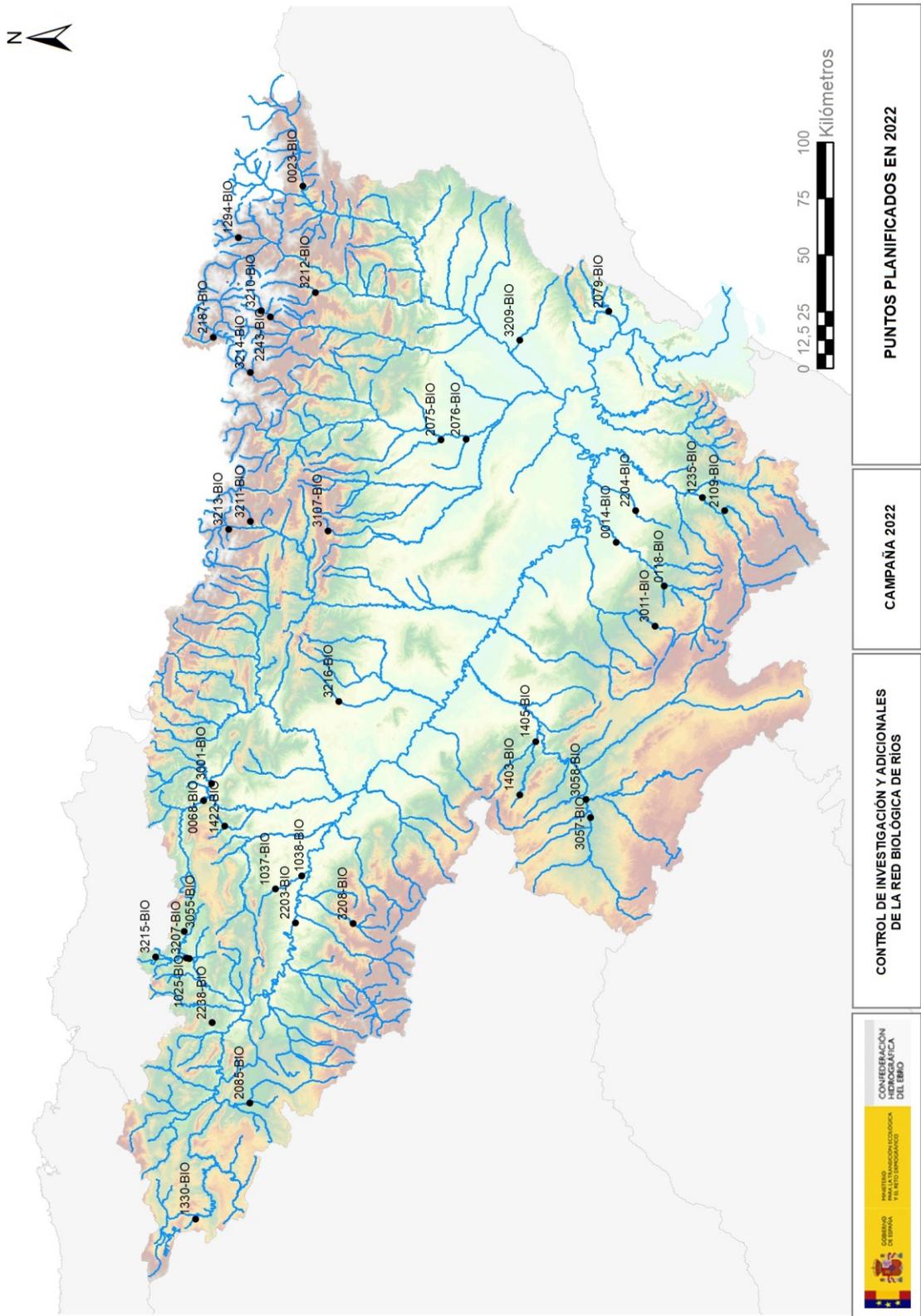


Tabla 1: Tipologías fluviales presentes

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 Omeçillo / 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.

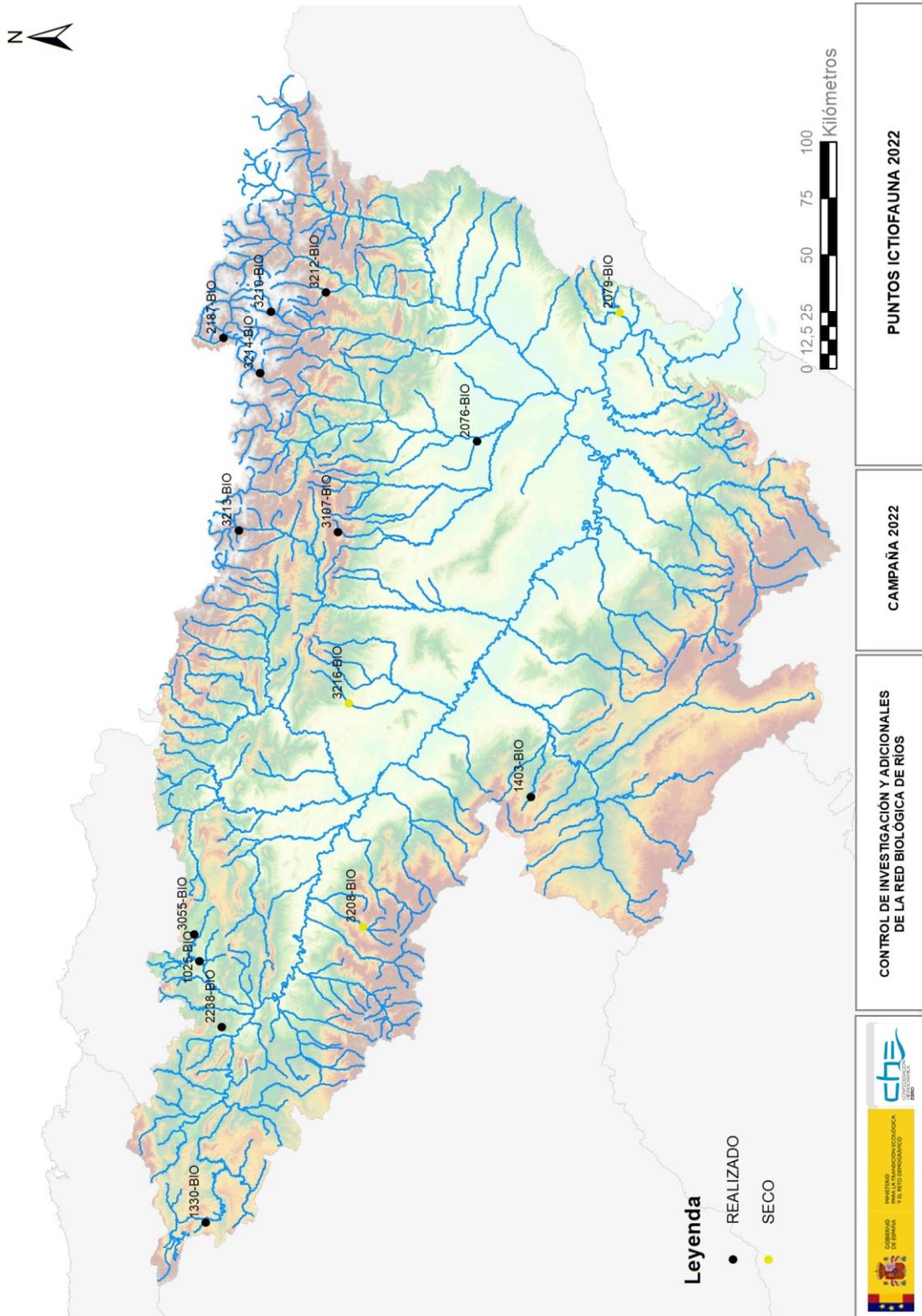
En la siguiente tabla figuran los puntos de muestreo seleccionados para el muestreo de fauna ictiológica:

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 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 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

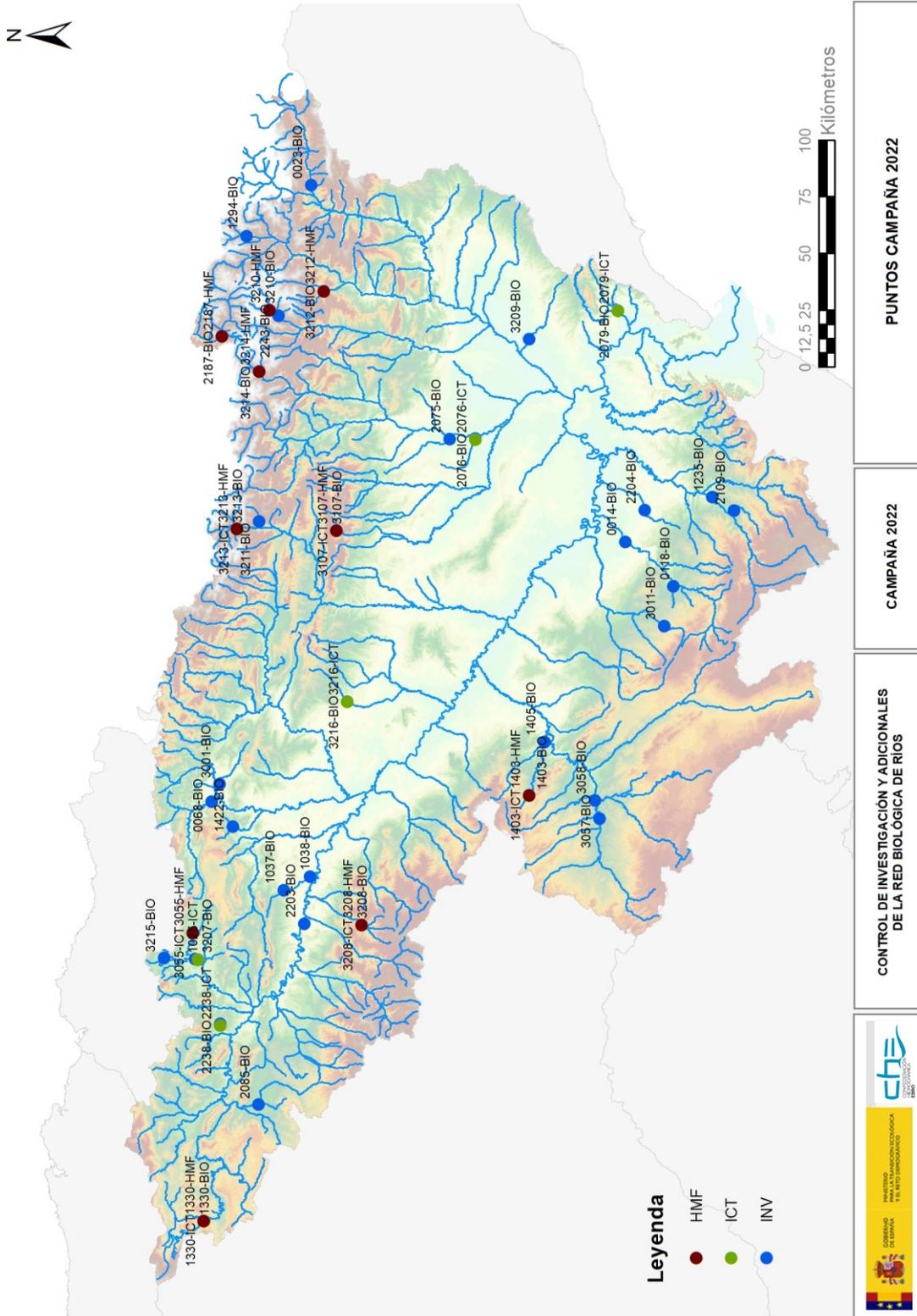
2.2. RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS DURANTE LA CAMPAÑA DE 2022

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

TRABAJO	2022
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 Muestreo de Macroinvertebrados	Observaciones
	pH
	Conductividad
	Oxígeno mg/L
	Oxígeno (%)
	Temperatura
	Anchura cauce
	Profundidad media
	Longitud tramo
Velocidad predominante	
PT-CAM/LDBO5/318 Muestreo de diatomeas	Sustrato muestreado
	Sombreado predominante
PT-CAM/LDBO5/321 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 μ 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 m².

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 m².

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 cm² (10 cm² 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 (NH₄)
- Nitratos (NO₃)
- Fósforo total (P_TOT)
- Fosfatos (PO₄)

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 m² 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

Taxones	Puntuación
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
Meritidae, Viviparidae, Ancyliidae, Thiaridae, Unionidae, Ferrissia, Hydroptilidae, Corophiidae, Gammaridae, Atyidae, Palaemonidae, Platycnemididae, Coenagrionidae	6
Oligoneuriidae, Polymitarcidae, Dryopidae, Elmidae, Hydrochidae, Hydraenidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae, 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/m² 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, Sládeček, 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"
			Espectrofotometría UV-VIS	FIA y espectrofotometría UV-VIS		FIA y espectrofotometría UV-VIS	Electrometría				
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 ₄ /L	20 mg O ₂ /L	0,03 mg P / L	0,1 mg P /L	0,15 mg PO ₄ / L ó (0,05 mgP/l)	10 mg NO ₃ /L	5 mg NO ₃ /L	1 mg N /L	≥ 1 ud pH	≥100 μS/cm	≥ 1 mg O ₂ /l
Rango de Trabajo Acreditado	≥ 0,05 mg NH ₄ /L	≥ 20 mg O ₂ /L	≥ 0,003 mg P/ L	≥ 0,1 mg P /L	≥ 0,15 mg PO ₄ / L	≥ 10mg NO ₃ /L	≥ 5 mg NO ₃ /L	≥ 1 mg N /L	1 - 10 uds pH	100 - 50000 μS/cm	1 - 14 mg O ₂ /L
Límite de detección	0,01 mg NH ₄ /L	5,51 mg O ₂ /L	0,01 mg P / L	0,03 mg P /L	0,01 mg PO ₄ / L	1,67mg NO ₃ /L	0,8 mg NO ₃ /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

Variables	
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	Guadalope / 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	Guadalope / 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.

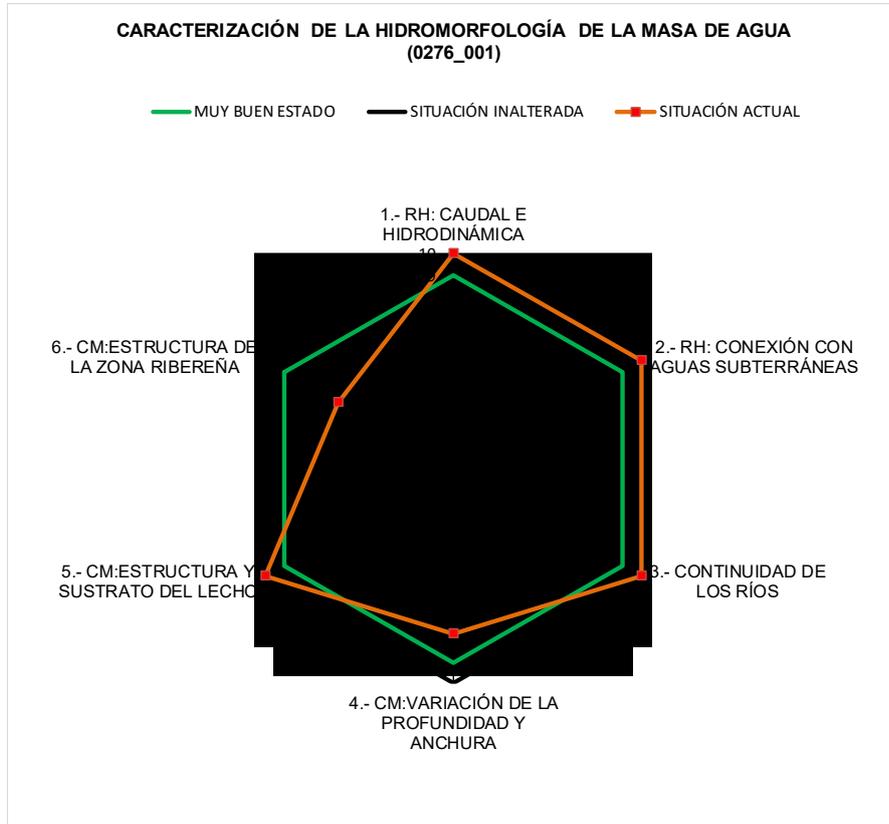
Tabla 22. Resultados de la caracterización morfológica

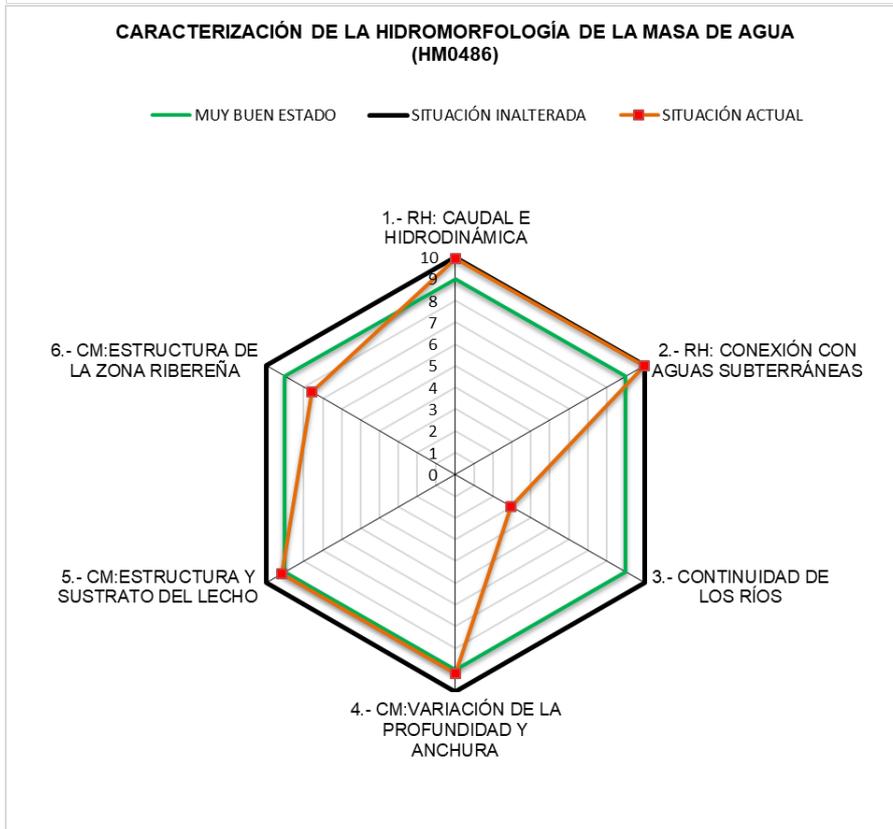
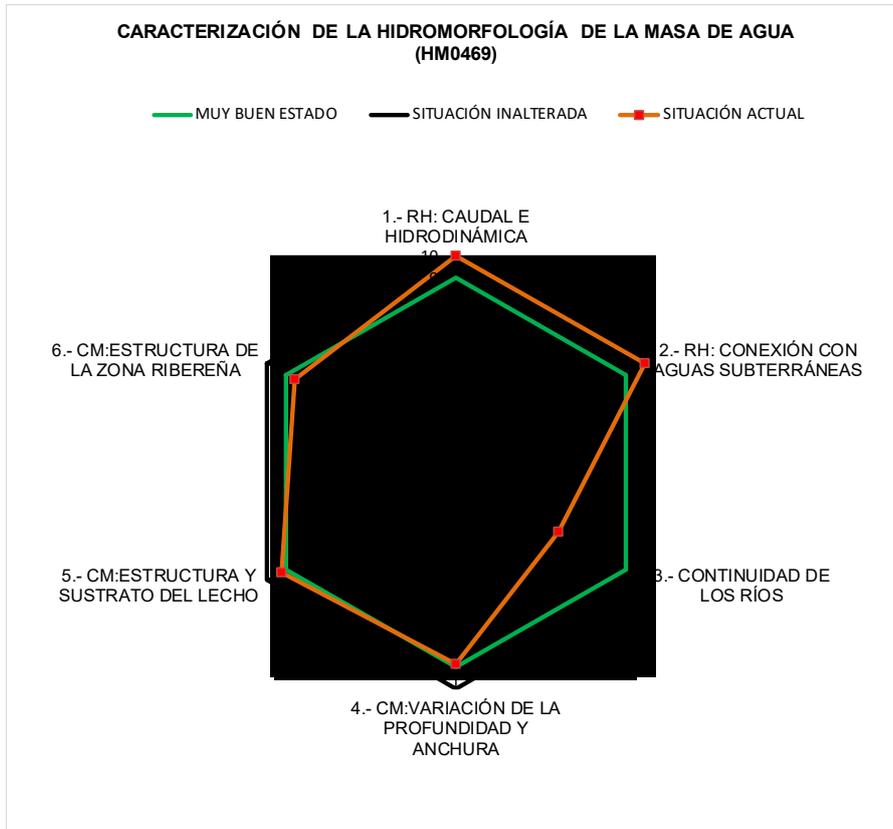
Punto red HMF	Id masa	Toponimia	Nivel masa			Nivel tramo		
			Vertice 1	Vertice 2	Vertice 3	Vertice 4	Vertice 5	Vertice 6
1330-BIO	HM0469	Río Polla	9,99	10	5,48	8,84	9,22	8,50
1403-BIO	HM1814	Río Aranda / cabecera Maidevera	9,96	10	2,77	10	10	10
2187-BIO	HM0787	Río Jueu	9,24	10	2,23	9,34	10	9,25
3055-BIO	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

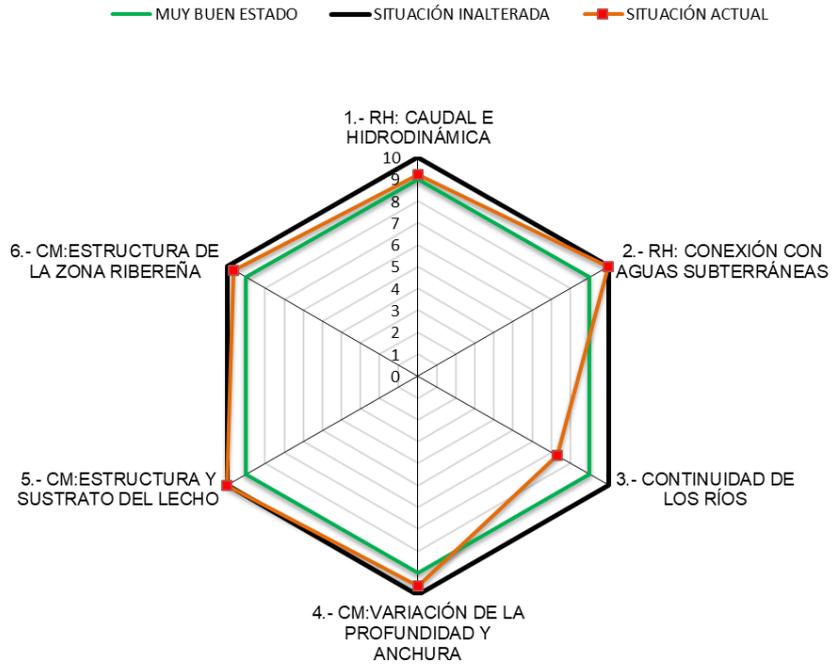
- Vertice 1: Caudal e Hidrodinámica
- Vertice 2: Conexión con masas de agua subterránea y grado de alteración de la misma
- Vertice 3: Continuidad del río
- Vertice 4: Variación de la profundidad y anchura
- Vertice 5: Estructura y sustrato del lecho
- Vertice 6: Estructura de la zona ribereña

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

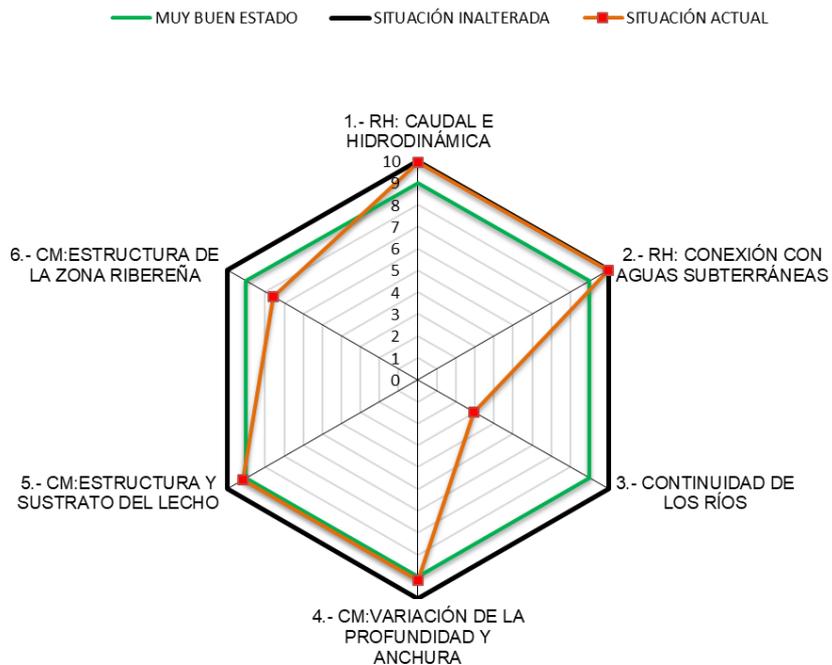


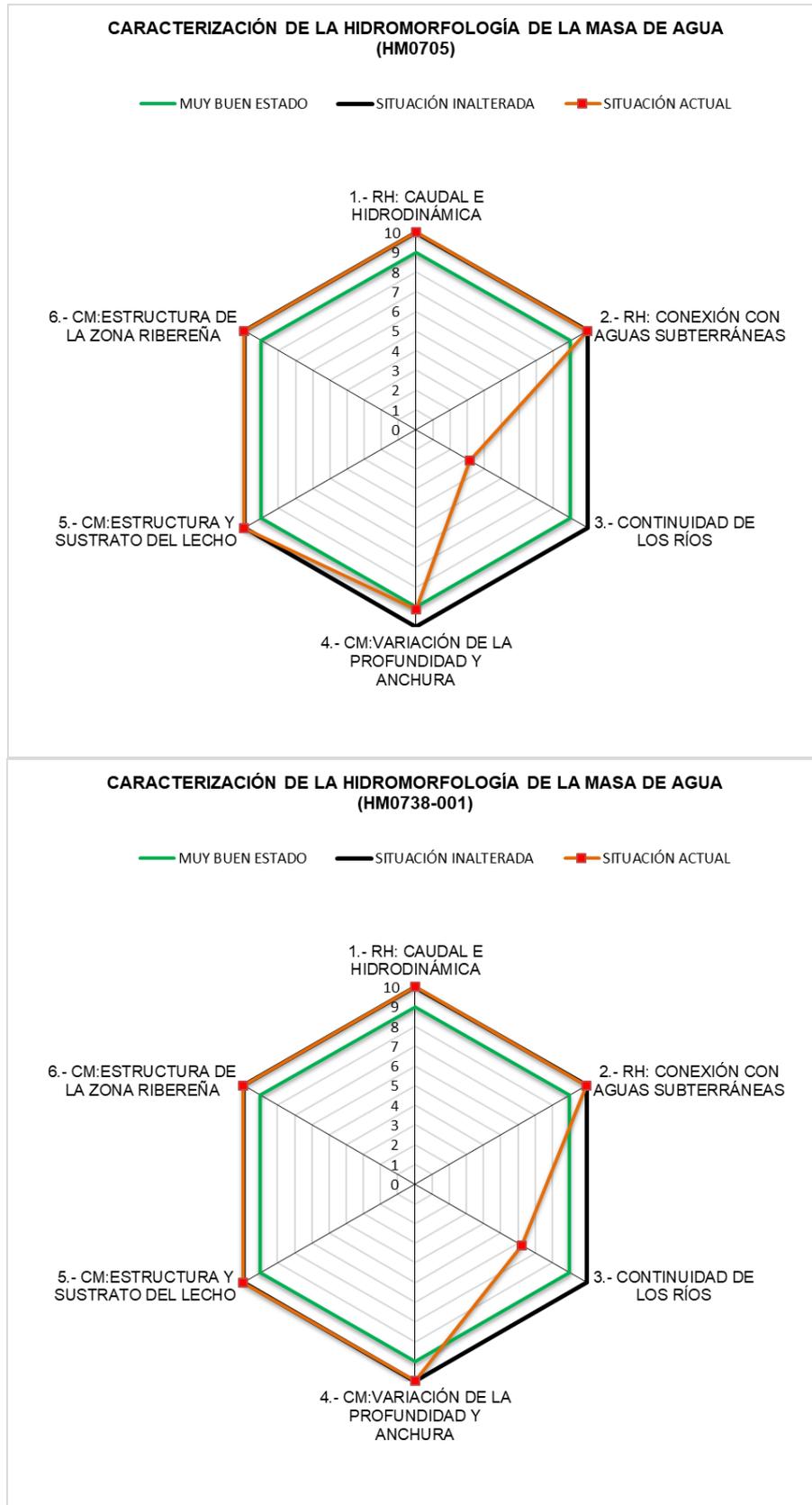


CARACTERIZACIÓN DE LA HIDROMORFOLOGÍA DE LA MASA DE AGUA (HM0649)



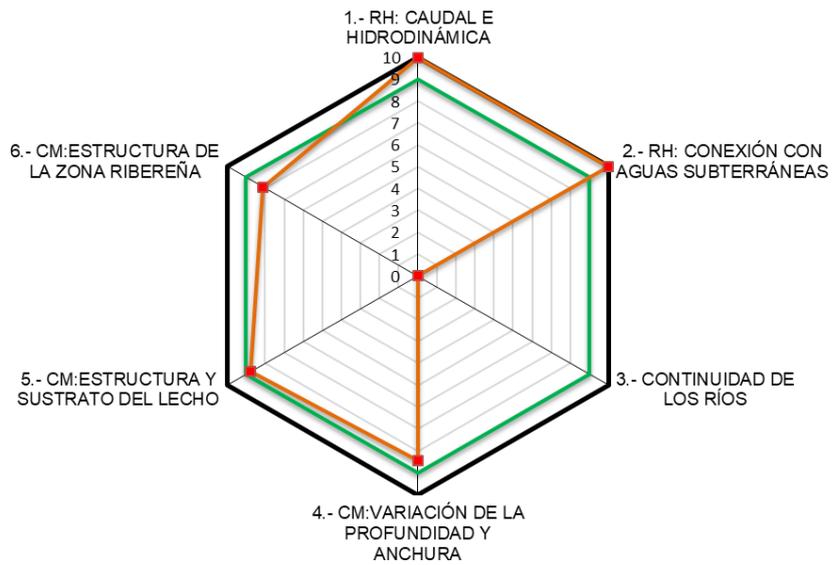
CARACTERIZACIÓN DE LA HIDROMORFOLOGÍA DE LA MASA DE AGUA (HM0486)





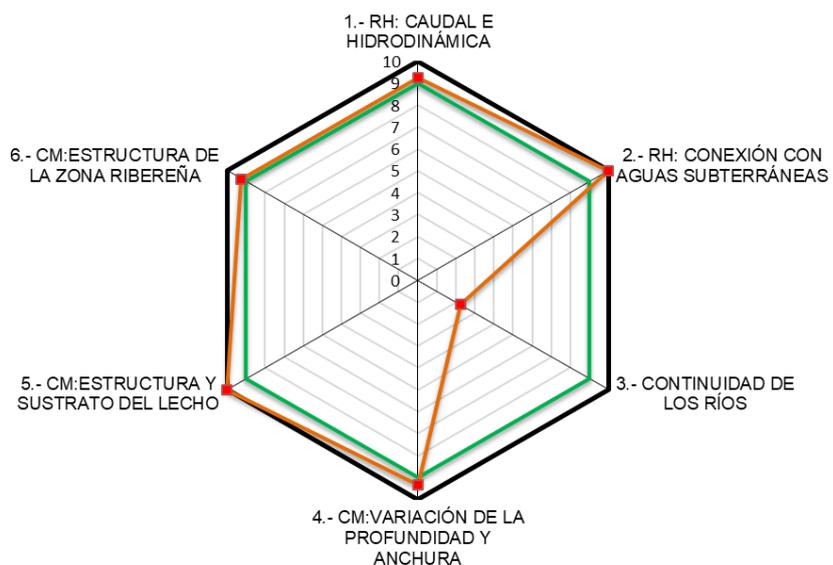
CARACTERIZACIÓN DE LA HIDROMORFOLOGÍA DE LA MASA DE AGUA (HM0769)

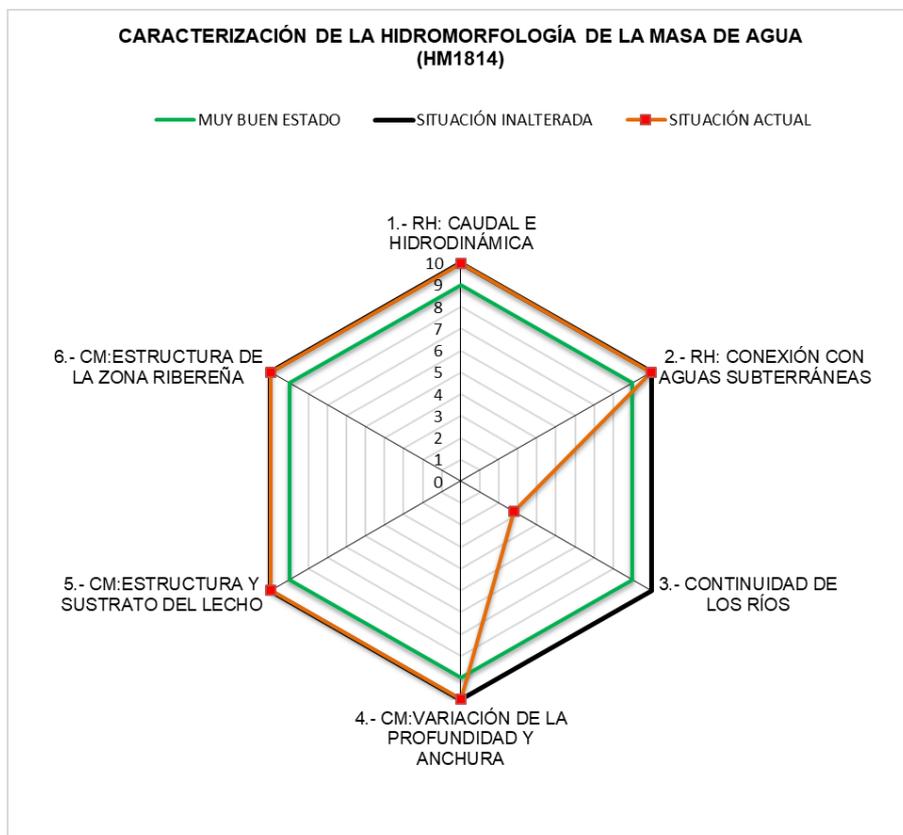
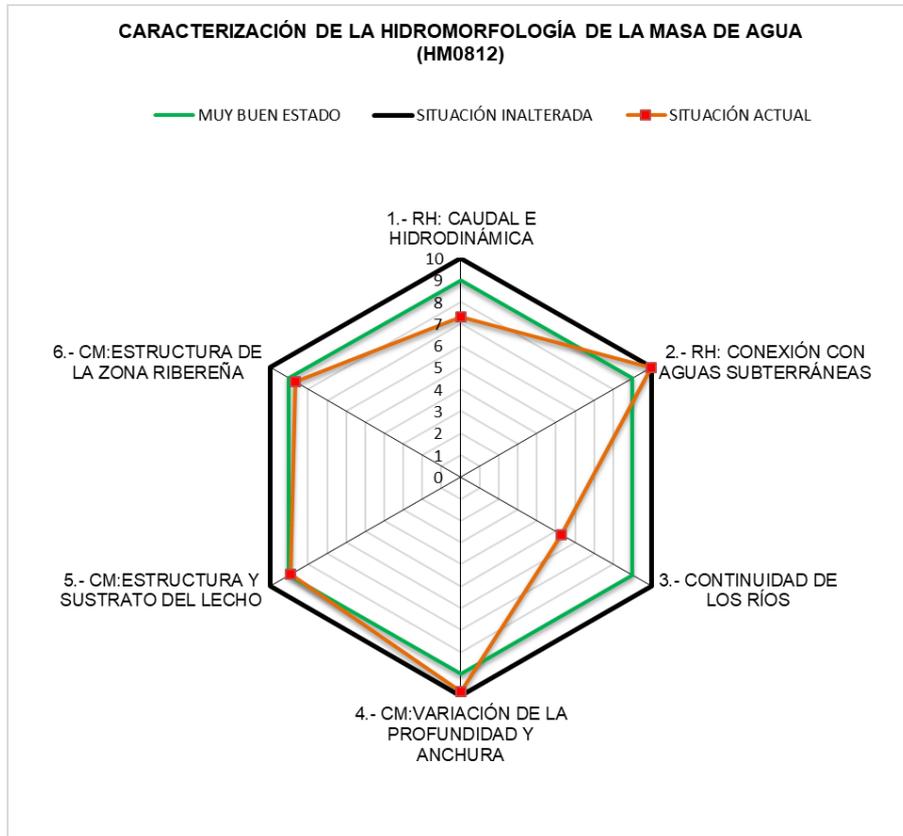
— MUY BUEN ESTADO — SITUACIÓN INALTERADA — SITUACIÓN ACTUAL



CARACTERIZACIÓN DE LA HIDROMORFOLOGÍA DE LA MASA DE AGUA (HM0787)

— MUY BUEN ESTADO — SITUACIÓN INALTERADA — SITUACIÓN ACTUAL





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/ CONDICIÓN ESPECÍFICA DEL TIPO	LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO			
			<i>Indicadores biológicos</i>			
			Muy bueno/ bueno	Bueno/ moderado	Moderado/ deficiente	Deficiente/ 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/ CONDICIÓN ESPECÍFICA DEL TIPO	LÍMITES DE CAMBIO DE CLASE DE ESTADO			
			<i>Indicadores biológicos</i>			
			Muy bueno/ bueno	Bueno/ moderado	Moderado/ deficiente	Deficiente/ 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.

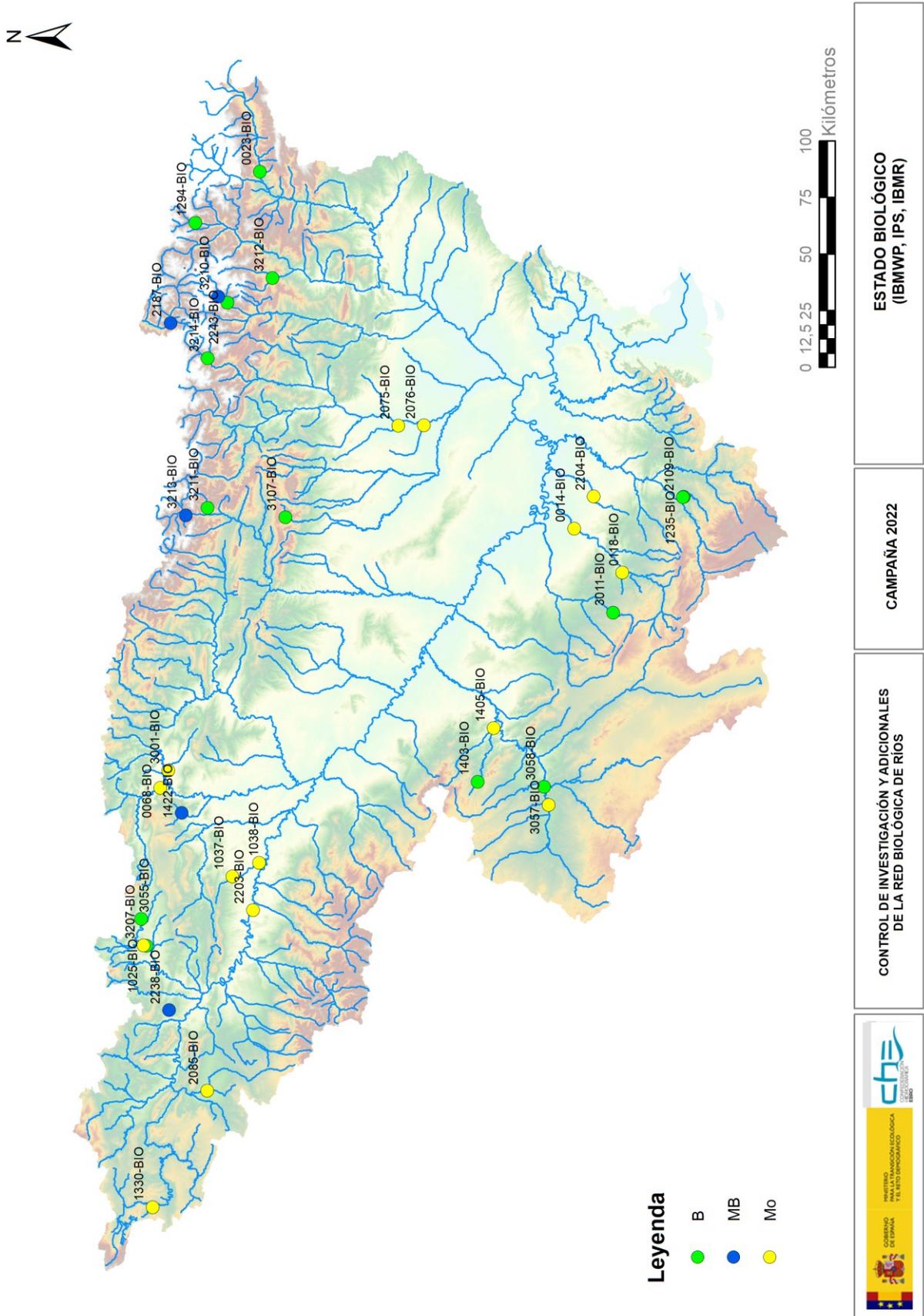
Tabla 24: Estado ecológico según indicadores biológicos.

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 ¹
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	Guadalope / 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 ¹	19,1	1,08	MB ¹	4,7	0,38	-	MB ¹
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 ¹	6	0,33	-	4,1	0,34	-	MB ¹
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 IBMWP	EE IBMWP	IPS	EQR IPS	EE IPS	IBMR	EQR IBMR	EE IBMR	EE
3214-BIO	Remáscaro / Benasque (BIO)	R-T27	106	0,63	B	18,6	0,98	MB	9,3	0,76	B	B ¹

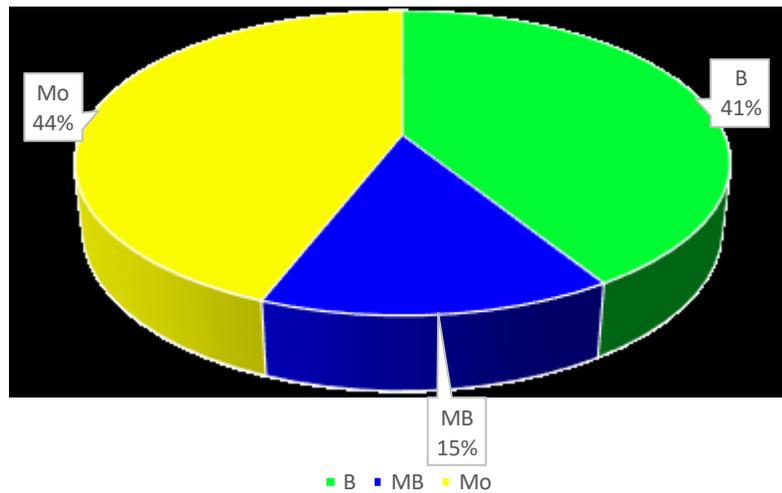
1. Se consideran umbrales propios para la clasificación estado ecológico, según Estudio de las masas superficiales con objetivos menos rigurosos y muy modificadas según la Directiva Marco del Agua (CHE, 2018). Según los umbrales propios para la clasificación del estado ecológico, en los casos marcados 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

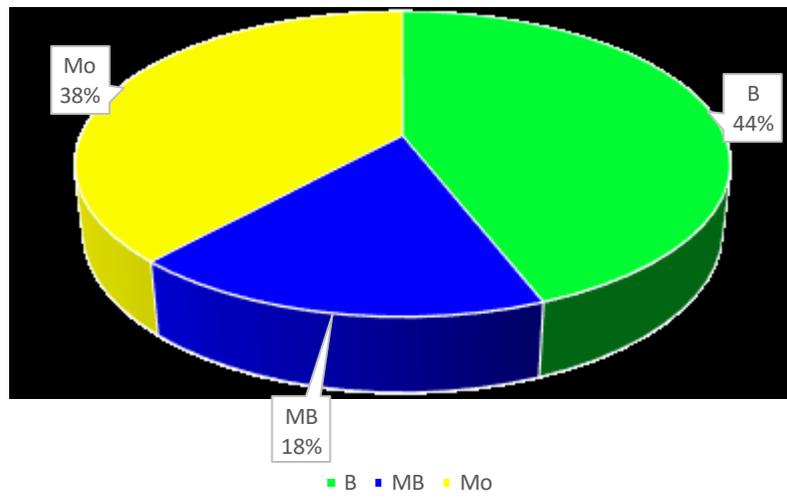
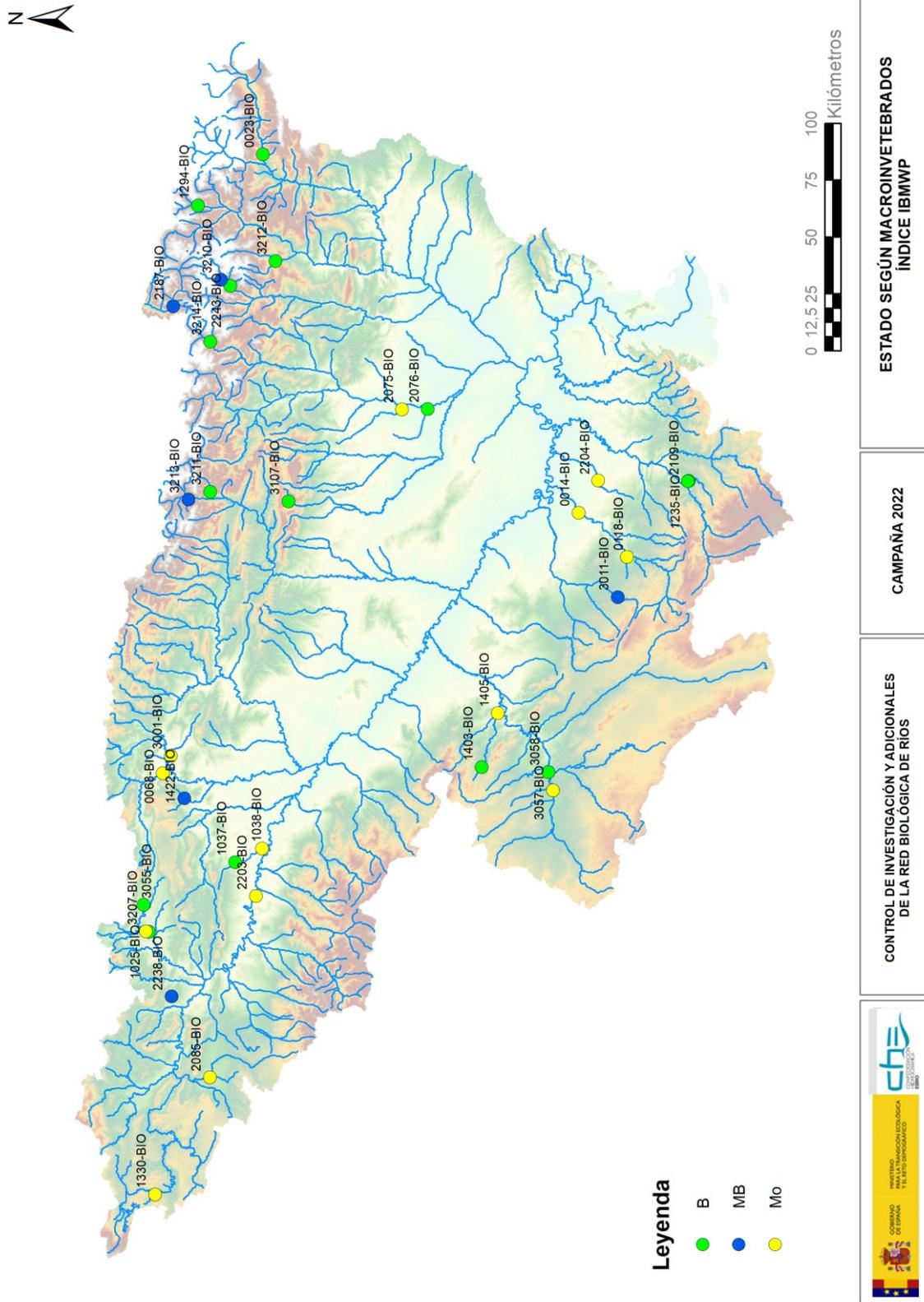


Figura 14: Estado ecológico según macroinvertebrados (Índice IBMWP)

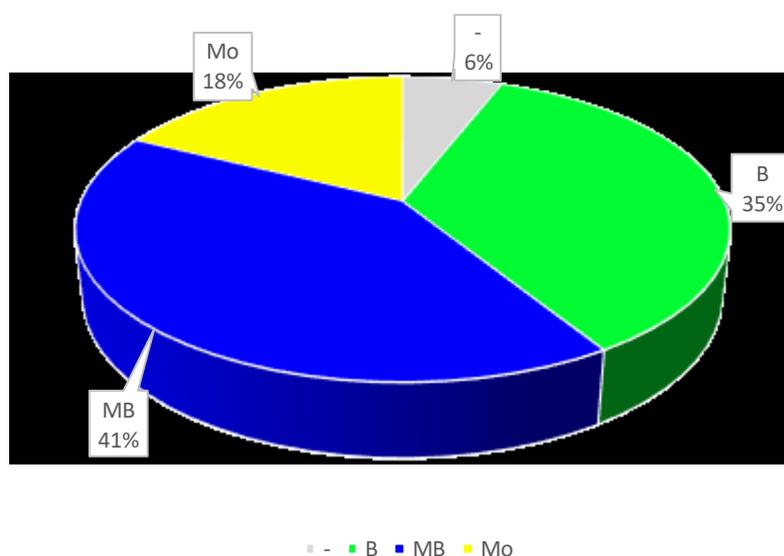


4.2.2.2. Determinación del Estado Ecológico con Fitobentos (IPS)

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.

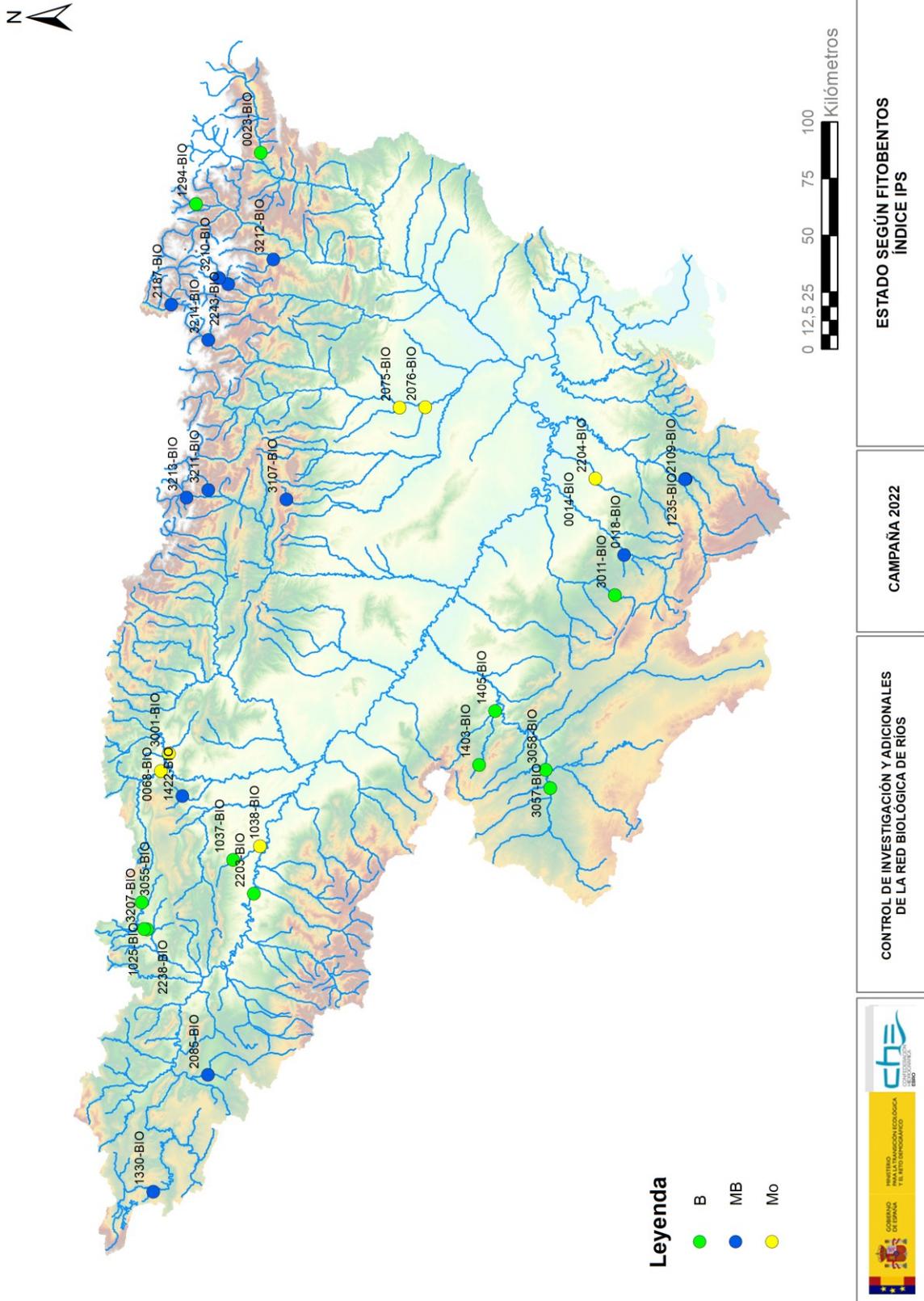
El 41 % de los puntos alcanzaron el muy buen estado, el 35 % alcanzaron el buen estado. En total, un 76 % de las masas representadas por estos puntos cumplieron con el objetivo de la DMA del “buen estado” (resultado similar a la campaña de 2021 con un 78% de las masas). Por el contrario, un 18 % de las 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)

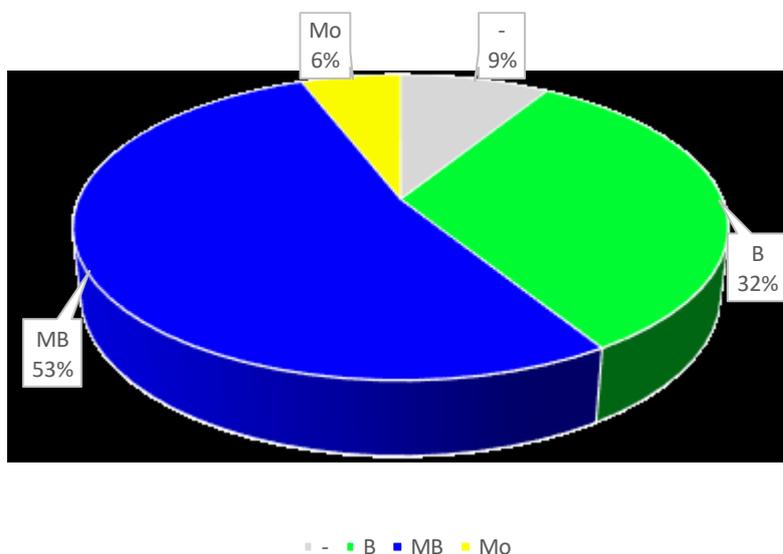


4.2.2.3. Determinación del Estado Ecológico con Macrófitos (IBMR)

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.

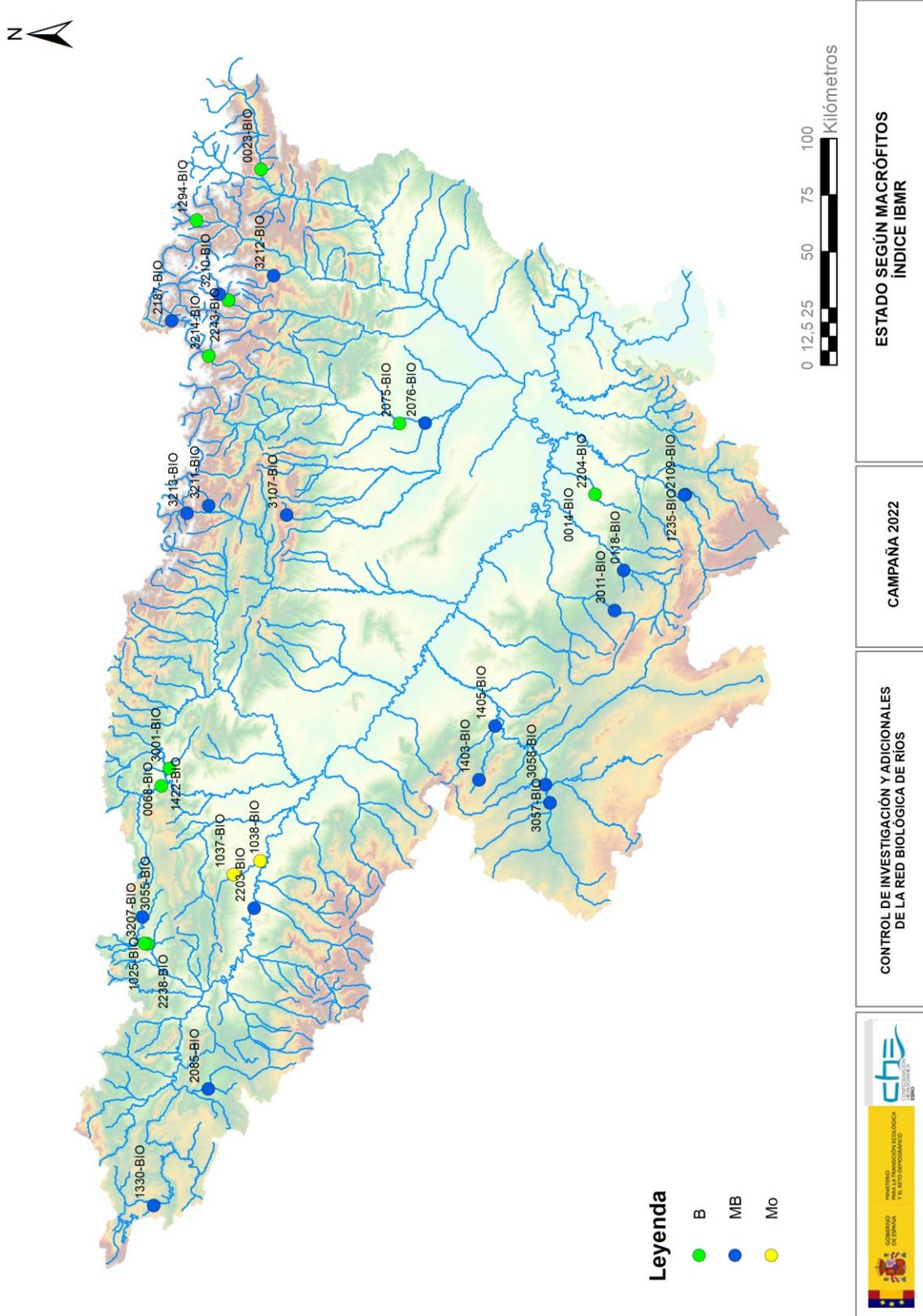
El 53% de los puntos alcanzaron el muy buen estado, mientras que el 32 % alcanzaron el buen estado. En total, un 85% de los puntos cumplieron con el objetivo de la DMA del “buen estado”, resultado similar al obtenido en la campaña 2021, en la que un 89% de las estaciones alcanzaron el “buen estado”. 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 comentado 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 ECOLOGICO 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 / 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 / cabecera Montearagón	5,29	Bu	Mo	Bu
HM0276_001	276	Río Leza / Rabanera-Soto 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. A continuación, se muestra una tabla resumen de la evaluación de estado ecológico en el conjunto de las 34 masas de agua evaluadas, incluyéndose aquellas en las que se ha realizado la evaluación de los indicadores hidromorfológicos.

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	-	-	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	-	-	B
555	0068	Río Araquil desde el río Larraun hasta su desembocadura en el río Arga.	Mo	MB	Mo	-	-	Mo
133	0118	Río Martín desde la presa de Cueva Foradada hasta el río Escuriza.	Mo	MB	Mo	-	-	Mo
243	1025	Río Zadorra desde el río Sta. Engracia hasta el río Alegría (inicio del tramo modificado de Vitoria).	B	MB	B	Ma	-	B
91	1037	Río Linares desde la población de Torres del Río hasta su desembocadura en el río Ebro.	Mo	B	Mo	-	-	Mo
91	1038	Río Linares desde la población de Torres del Río hasta su desembocadura en el río Ebro.	Mo	MB	Mo	-	-	Mo
137	1235	Río Guadalope desde el azud de Abénfigo hasta la cola del embalse de Calanda (final del tramo canalizado).	B	MB	B	-	-	B
722	1294	Río Noguera de Cardós desde el río Tabescán hasta el río Estahón.	B	MB	B	-	-	B
469	1330	Río Polla desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro.	Mo	MB	Mo	Mo	B	Mo
823	1403	Río Aranda desde la Presa del Embalse de Maidevera hasta la población de Brea de Aragón.	B	B	B	-	B	B
112	1405	Río Aranda desde el río Isuela hasta su desembocadura en el río Jalón.	Mo	MB	Mo	-	-	Mo
556	1422	Río Salado desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Alloz.	MB ¹	MB	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	-	-	Mo
156	2076	Clamor II /Puente ctra. Monzon-Alcolea (BIO)	Mo	B	Mo	Mo	-	Mo
222	2085	Río Clamor II Amarga desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Cinca.	Mo	MB	Mo	-	-	Mo
352	2109	Río Begatillo (o Bordón) desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Santolea.	B	MB	B	-	-	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	MB	B	B
866	2203	Río Ebro desde su salida del Embalse de El Cortijo hasta el río Iregua.	Mo	MB	Mo	-	-	Mo
914	2204	Río Regallo desde su nacimiento hasta el cruce del canal de Valmuel.	Mo	B	Mo	-	-	Mo
1703	2238	Arroyo Omecillo desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Omecillo.	MB	MB	MB	-	-	MB
741	2243	Río Noguera de Tor desde el río Bohí hasta el retorno de la central de Bohí.	B	MB	B	-	-	B
294	3001	Río Elorz desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Arga (incluye río Sadar).	Mo	MB	Mo	-	-	Mo
333	3011	Río Aguas Vivas desde su nacimiento hasta el azud de Blesa.	B	B	B	-	-	B
486	3055	Río Barrundia desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Ullivari (incluye río Ugarana).	B	MB	B	Ma	B	B
312	3057	Río Jalón desde el río Deza (inicio del tramo canalizado) hasta el barranco del Monegrillo.	Mo	MB	Mo	-	-	Mo
314	3058	Río Jalón desde el barranco de Monegrillo hasta el río Piedra.	B	MB	B	-	-	B
812	3107	Río Flumen desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Montearagón y el salto de Roldán.	B	MB	B	B	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	Mo
276	3208	Río Leza desde el río Rabanera y el río Vadillos hasta la cola del Embalse de Soto Terroba.	-	-	-	-	B	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	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	-	-	B
649	3212	Río Sarroca desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Flamisell (incluye río Valiri).	B	MB	B	B	B	B
705	3213	Río Aguilero desde su nacimiento hasta el embalse de Búbal.	MB	MB	MB	MB	B	B
769	3214	Río Remáscaro desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ésera.	B ²	MB	B	B	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 44% alcanzó el buen estado ecológico, mientras que 55% alcanzaron un estado moderado. En el resto de masas en las que sólo se realizó evaluación de indicadores biológicos y fisicoquímicos (21 masas) se obtuvo que el 57% de las masas alcanzaron el buen estado ecológico y 42,8% restante alcanzaron un estado moderado.

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 FÍSICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

INDICADORES BIOLÓGICOS

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

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

