

EXPLOTACIÓN DE LA RED DE INVESTIGACIÓN DE RÍOS EN LA CUENCA DEL EBRO EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

EXPLOTACIÓN DE LA RED DE CONTROL ECOLÓGICO DE RÍOS EN LA CUENCA DEL EBRO EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA

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, Carmen Ruiz, Pepa Nolla Querol

PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:

147.174,48 Euros (IVA incluido)

CONTENIDO:

MEMORIA

AÑO DE EJECUCIÓN:

2021

FECHA ENTREGA:

Diciembre 2022

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Superior izquierda: Río Segre en Seo de Urgel

Superior derecha: Río Polla en Reocín de Is Molinos

Inferior izquierda: Río Remáscaro en Benasque

Inferior derecha: Río Martín en Oliete

Confederación Hidrográfica del Ebro (2021). EXPLOTACIÓN DE LA RED DE INVESTIGACIÓN DE RÍOS EN LA CUENCA DEL EBRO EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA. 2021. 68 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.

EXPLOTACIÓN DE LA RED DE INVESTIGACIÓN DE RÍOS EN LA CUENCA DEL EBRO EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA

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 2021. 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 y físico-químicos utilizados.

OPERATION OF THE RIVERS RESEARCH NETWORK IN THE EBRO BASIN IN APPLICATION OF THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE

This report shows the study results for the establishment of the ecological status of the sampling campaigns of rivers water bodies conducted in 2021. 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.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

EXPLOTACIÓN DE LA RED DE INVESTIGACIÓN DE RÍOS EN LA CUENCA DEL EBRO EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS	2
2.1. PUNTOS DE MUESTREO	2
2.2. RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS DURANTE LA CAMPAÑA DE 2021	8
2.3. TRABAJO DE CAMPO.....	8
2.3.1. Indicadores Biológicos.....	10
2.3.1.1. Macroinvertebrados.....	10
2.3.1.2. Diatomeas.....	13
2.3.1.3. Macrófitos	14
2.3.2. Indicadores Físico-Químicos	15
2.4. TRABAJO DE LABORATORIO Y GABINETE.....	16
2.4.1.1. Macroinvertebrados.....	16
2.4.1.2. Diatomeas.....	19
2.4.1.3. Macrófitos	21
2.4.1.4. Indicadores fisicoquímicos.....	25
3. RESULTADOS	27
3.1. CONSIDERACIONES PREVIAS.....	27
3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS BIOLÓGICOS (MACROINVERTEBRADOS, MACRÓFITOS Y DIATOMEAS).....	27
3.2.1. Macroinvertebrados bentónicos	27
3.2.2. Diatomeas.....	28
3.2.3. Macrófitos	29
3.3. RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS	30
3.3.1. Resultados de parámetros in-situ.....	30
3.3.2. Resultados de ensayos de laboratorio	31
4. EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO.....	33
4.1. INTRODUCCIÓN	33
4.2. ESTADO ECOLÓGICO SEGÚN INDICADORES BIOLÓGICOS	33



4.2.1.	<i>Método de cálculo y resumen de resultados del Estado Ecológico según Indicadores Biológicos</i>	34
4.2.2.	<i>Estado Ecológico según cada Indicador Biológico</i>	39
4.2.2.1.	<i>Determinación del Estado Ecológico con Macroinvertebrados (IBMWP)</i>	39
4.2.2.2.	<i>Determinación del Estado Ecológico con Fitobentos (IPS)</i>	42
4.2.2.3.	<i>Determinación del Estado Ecológico con Macrófitos (IBMR)</i>	44
4.2.3.	<i>Puntos de la Red Cemas que incumplen los objetivos de la DMA según indicadores biológicos</i>	46
4.3.	<i>ESTADO ECOLÓGICO SEGÚN INDICADORES FÍSICOQUÍMICOS</i>	46
5.	CONCLUSIONES	48
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipologías fluviales presentes	3
Tabla 2: Puntos de muestreo	5
Tabla 3: Observaciones de campo.....	6
Tabla 4: Tabla resumen de los trabajos realizados en 2021	8
Tabla 5: Datos recopilados en campo	9
Tabla 6: Puntuaciones de las Taxones para el cálculo del IBMWP.....	18
Tabla 7: Clases de cobertura para el índice IBMR.....	23
Tabla 8: Ensayos FQ de laboratorio.....	26
Tabla 9: Resultados de indicadores basados en macroinvertebrados	27
Tabla 10: Resultados de indicadores basados en diatomeas.....	28
Tabla 11: Resultados de indicadores basados en macrófitos.....	29
Tabla 12: Resultados de parámetros in-situ.....	30
Tabla 13: Resultados de parámetros FQ de laboratorio	31
Tabla 14: Condiciones de referencia IBMWP, IPS e IBMR	34
Tabla 15: Estado ecológico según indicadores biológicos.....	36
Tabla 16: Puntos de muestreo con incumplimientos.....	46
Tabla 17: Estado ecológico según indicadores fisicoquímicos	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución de los puntos de muestreo en 2021, por tipos de ríos.....	3
Figura 2: Puntos de muestreo de invertebrados, diatomeas y macrófitos en 2021	4
Figura 3: Muestreo de invertebrados.....	11
Figura 4: Muestreo de diatomeas.....	14
Figura 5: Muestra de macrófitos.....	15
Figura 6: Estado ecológico en función de indicadores biológicos.....	38
Figura 7: Estado ecológico en función de indicadores biológicos.....	39
Figura 8: Clases de estado ecológico según IBMWP	40
Figura 9: Estado ecológico según macroinvertebrados (Índice IBMWP).....	41
Figura 10: Clases de estado ecológico según IPS.....	42
Figura 11: Estado ecológico según diatomeas (Índice IPS).....	43
Figura 12: Clases de estado ecológico según IBMR	44
Figura 13: Estado ecológico según macrófitos (Índice IBMR)	45
Figura 14: Tramo del Linares en Mendanvia.....	49
Figura 15: Tramo del Santa Engracia.....	49

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I. RESULTADOS DE LOS INDICADORES

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 2021. 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).

Así mismo, figura la correspondiente clasificación del nivel de estado de cada indicador biológico y físico-químico de los puntos de esta red en el año 2021, 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.

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 lagos 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 lagos y embalses.
- Identificación y cuantificación de diatomeas, según protocolo del MAGRAMA ML-R-D-2013. Índice IPS, según protocolo IPS-2013.
- Toma de muestras e identificación de macrófitos. ML-R-M-2015. Cálculo del índice biológico de macrófitos, según Protocolo IBMR-2015.

2. METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS

2.1. PUNTOS DE MUESTREO

En total, se seleccionaron 37 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 2021 por tipologías.

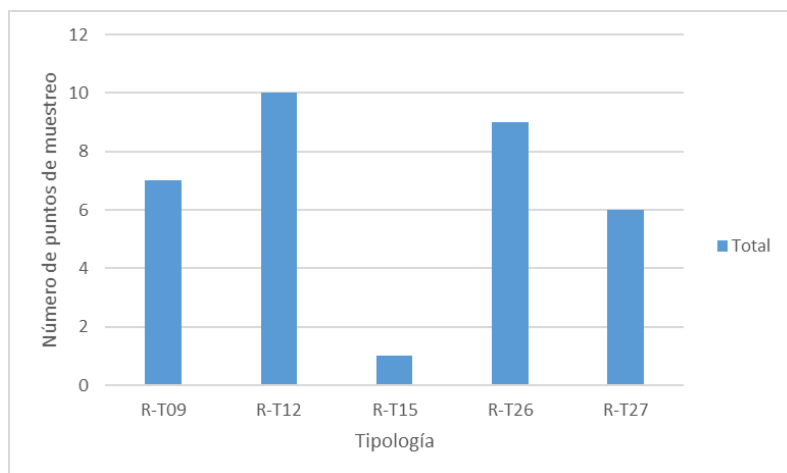


Tabla 1: Tipologías fluviales presentes

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.

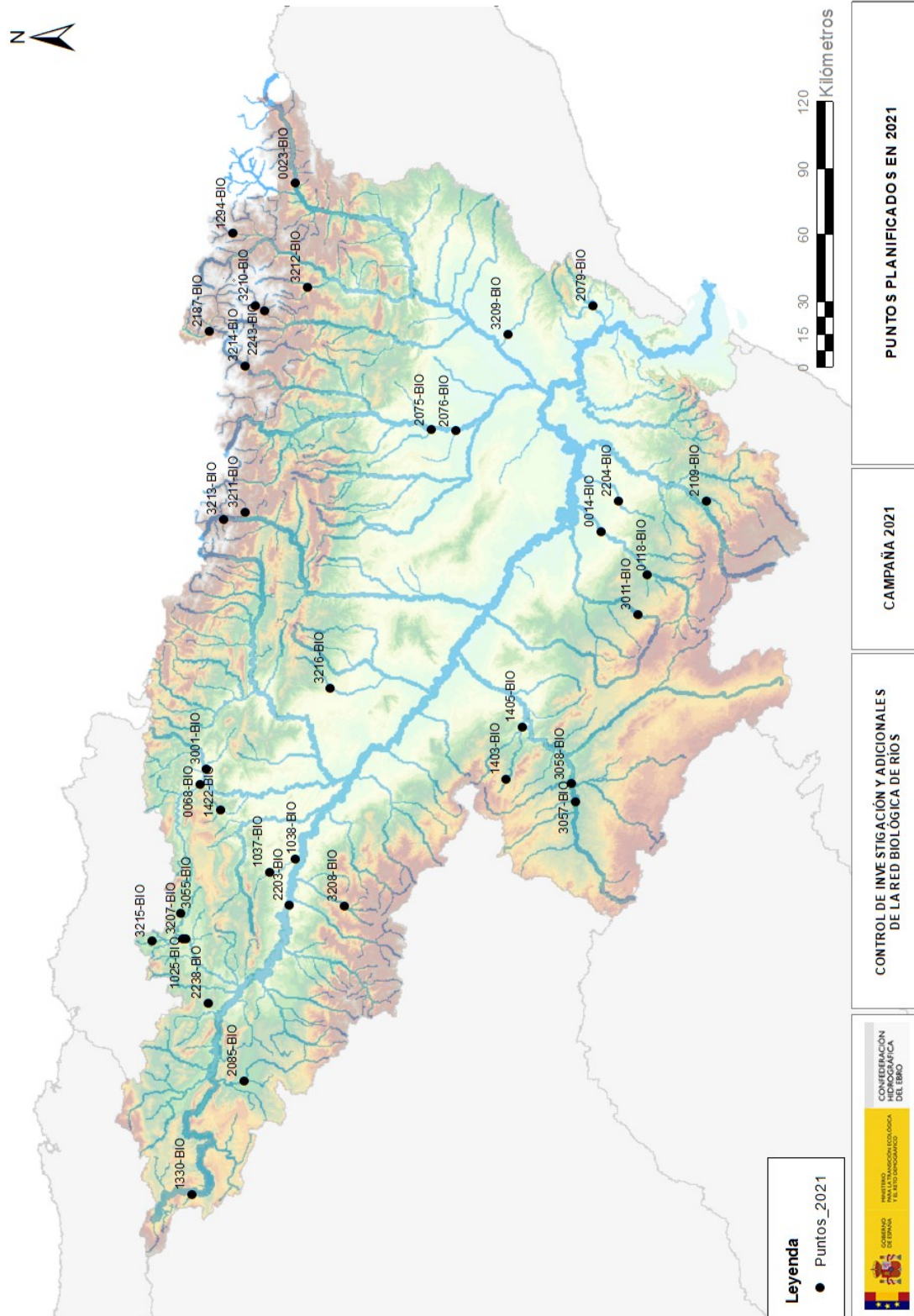


Figura 2: Puntos de muestreo de invertebrados, diatomeas y macrófitos en 2021

La campaña de muestreo se planificó durante la segunda quincena del mes de julio, para que comenzase el 20 de julio, y finalizase el 31 del mismo mes.

Dado que los protocolos oficiales de muestreo 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 que pudieran afectar a puntos de muestreo situados aguas abajo de presas.

En la siguiente tabla se recogen los puntos muestreados en el año 2021, junto a su toponimia, localización en coordenadas UTM del tramo muestreado y la fecha de ejecución.

Tabla 2: Puntos de muestreo

Cod Punto	Toponimia	Fecha Muestreo	ETRS89_X30	ETRS89_Y30
0014-BIO	Martín / Híjar (BIO)	30/07/2021	713563	4561491
0023-BIO	Segre / Seo de Urgel (BIO)	28/07/2021	871060	4699114
0068-BIO	Arakil / Asiain (BIO)	24/07/2021	599075	4742686
0118-BIO	Martín / Oliete (BIO)	30/07/2021	694084	4540434
1025-BIO	Zadorra / Durana (BIO)	22/07/2021	529341	4748783
1037-BIO	Linares / Torres del Río (BIO)	23/07/2021	559972	4711137
1038-BIO	Linares / Mendavia (BIO)	23/07/2021	565916	4699526
1294-BIO	Noguera Cardós / Lladorre (BIO)	28/07/2021	848456	4727445
1330-BIO	Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)	21/07/2021	413972	4746096
1403-BIO	Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)	20/07/2021	601771	4603695
1405-BIO	Aranda / Arándiga (BIO)	20/07/2021	625360	4596705
1422-BIO	Salado / Estenoz (BIO)	23/07/2021	587935	4733338
2075-BIO	Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)	28/07/2021	759659	4637978
2076-BIO	Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)	29/07/2021	759116	4627266
2079-BIO	Ciurana / Bellmunt del Priorat (BIO)	SECO	815694	4564694
2085-BIO	Santa Casilda / Hermosilla (BIO)	21/07/2021	465297	4722203
2109-BIO	Begatillo / Los Alagones (BIO)	31/07/2021	727578	4513423

Cod Punto	Toponimia	Fecha Muestreo	ETRS89_X30	ETRS89_Y30
2187-BIO	Jueu / Es Bordes (BIO)	26/07/2021	804252	4738282
2203-BIO	Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)	23/07/2021	545131	4702160
2204-BIO	Regallo / Puigmoreno (BIO)	30/07/2021	727625	4552891
2238-BIO	Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)	21/07/2021	500876	4738850
2243-BIO	Noguera de Tor / Barruera (BIO)	27/07/2021	813290	4713342
3001-BIO	Elorz / Pamplona (BIO)	24/07/2021	606733	4739227
3011-BIO	Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO)	30/07/2021	676405	4544372
3055-BIO	Barrundia / Ozaeta (BIO)	22/07/2021	541226	4751085
3057-BIO	Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO)	20/07/2021	591557	4572675
3058-BIO	Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)	20/07/2021	599579	4574643
3207-BIO	Santa Engracia / Erretana (BIO)	22/07/2021	529563	4750029
3208-BIO	Leza / San Román de Cameros (BIO)	23/07/2021	544653	4677051
3209-BIO	Sed / Alfés (BIO)	SECO	802944	4603656
3210-BIO	San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)	27/07/2021	815926	4717381
3211-BIO	Sía / Gavín (BIO)	25/07/2021	722672	4722024
3212-BIO	Sarroca / Senterada (BIO)	27/07/2021	824134	4693590
3213-BIO	Aguilero / Sallent (BIO)	25/07/2021	719328	4731576
3214-BIO	Remáscaro / Benasque (BIO)	26/07/2021	788672	4722000
3215-BIO	Iriola / Legutio (BIO)	SECO	528816	4764097
3216-BIO	Arba de Riguel Sábada (BIO)	SECO	643151	4683267

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

Tabla 3: Observaciones de campo

Cod_Punto	Toponimia	COMENTARIOS
0014-BIO	Martín / Híjar (BIO)	Elevada turbidez, sedimentación de sustratos, dificultad de observación (se levanta un alto porcentaje de sedimentos del lecho)
0068-BIO	Arakil / Asiain (BIO)	Ligera turbidez
0118-BIO	Martín / Oliete (BIO)	Grandes variaciones de caudal por sueltas para riego
1038-BIO	Linares / Mendavia (BIO)	Fuerte caudal y elevada turbidez. No procede macrófitos.
1294-BIO	Noguera Cardós / Lladorre (BIO)	Dificultad de vadeo y observación debido al fuerte caudal y lecho resbaladizo.
1330-BIO	Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)	Calcificación de sustratos.
2075-BIO	Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)	Tramo con dificultad de acceso por lo que el muestreo se realiza aguas arriba del punto propuesto en la planificación. Se propone un cambio permanente en la localización. Las coordenadas en las que se realiza la toma de muestras son UTMX 758967 UTM Y 4638421 en HUSO 30. No procede macrófitos.
2076-BIO	Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)	Fuerte caudal, elevada turbidez, tramo umbrío y con elevada sedimentación.
2079-BIO	Ciurana / Bellmunt del Priorat (BIO)	Pozas discontinuas sin conexión de caudal (en coordenada propuesta). Cauce completamente seco. No procede muestreo biológico.

Cod_Punto	Toponimia	COMENTARIOS
2085-BIO	Santa Casilda / Hermosilla (BIO)	Aguas turbias, bajo caudal y sustratos calcificados.
2109-BIO	Begatillo / Los Alagones (BIO)	Alteración hidromorfológica del cauce, aguas arriba El muestreo se realiza aguas abajo, donde se naturaliza el cauce. Se propone un cambio permanente en la localización. Las coordenadas en las que se realiza la toma de muestras son UTMX 727398 UTM Y 4513851 en HUSO 30
2187-BIO	Jueu / Es Bordes (BIO)	Fuerte caudal, tramo muy umbrío.
2203-BIO	Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)	No vadeable. Elevada turbidez. No puede accederse a zonas someras de sustratos duros. No procede macrófitos.
2204-BIO	Regallo / Puigmoreno (BIO)	Dificultad de acceso y vadeo debido a la colmatación del cauce por vegetación de borde. Alta sedimentación del cauce y calcificación de los sustratos.
3001-BIO	Elorz / Pamplona (BIO)	Elevada turbidez, basura en el cauce, mal olor. Sustratos muy colonizados por clorofitas tipo Gongrosira. No procede macrófitos.
3011-BIO	Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO)	Alteración del caudal original, modificación del cauce. Original con poca agua.
3055-BIO	Barrundia / Ozaeta (BIO)	Hábitat alterado por reducido caudal y elevada sedimentación. Poca caudal y poca iluminación predominando zonas lénticas con elevado porcentaje de detritos y hojarasca.
3057-BIO	Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO)	Fuerte caudal y elevada turbidez, dificultad de observación y vadeo.
3058-BIO	Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)	No procede muestreo de macrófitos. Fuerte caudal y elevada turbidez, calcificación de sustratos.
3207-BIO	Santa Engracia / Erretana (BIO)	Elevada sedimentación, tramo muy umbrío.
3208-BIO	Leza / San Román de Cameros (BIO)	Lámina restringida con respecto al cauce. Río muy somero en avanzado estiaje.
3209-BIO	Sed / Alfés (BIO)	Cauce completamente seco aguas arriba de la coordenada. Se observa una poza estanca y eutrófica que filtra un mínimo caudal aguas abajo. Avanzado estado de estiaje. Muestreo no representativo. No procede muestreo biológico.
3215-BIO	Iñola / Legutio (BIO)	La gran mayor parte del tramo se encuentra completamente seco, solo se observan algunos charcos aislados en zonas umbrías y sin conexión aparente entre ellos. No procede toma de muestras. Seco. Debido a la dificultad de acceso al punto se propone un cambio en la localización, aproximadamente 1,5 km aguas arriba. Las coordenadas del tramo al que se ha accedido son UTMX 530028 UTM Y 4763624 en HUSO 30
3216-BIO	Arba de Riguel Sábada (BIO)	Se observan tramos embalsados de forma intermitente. No se aprecia movimiento alguno de la lámina de agua. Se comprueba aguas arriba y debajo de la coordenada propuesta, encontrándose seco. No procede el muestreo por no ser representativo de las condiciones de la masa de agua.

2.2. RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS DURANTE LA CAMPAÑA DE 2021

Durante la campaña de 2021 se han visitado 37 puntos, en 4 de ellos no se tomaron muestras por estar secos.

Tabla 4: Tabla resumen de los trabajos realizados en 2021

TRABAJO	Nº DE PUNTOS MUESTREO
Visita a puntos de muestreo	37
Muestreo de macroinvertebrados	33
Muestreo de macrófitos	28
Muestreo de diatomeas	33
Determinación de macroinvertebrados	33
Determinación de macrófitos	28
Determinación de diatomeas	33

2.3. TRABAJO DE CAMPO

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 MAPAMA y las planificaciones previamente aprobadas por la Dirección del Estudio.

Con anterioridad al inicio de los muestreos, se elaboró un Plan de Explotación que contenía una descripción detallada de los trabajos a desarrollar, asignación de personal y medios necesarios. De forma paralela, se elaboraron las rutas de muestreo y un calendario semanal estimado, en el que se propuso para cada día la ruta 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. En algunas ocasiones, después de evaluar las condiciones del punto (accesibilidad y representatividad) fue necesario reubicarlos evitando los cambios de masa de agua.
- 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 de 100 m, siendo representativo de de la variabilidad natural de elementos físicos y estructurales (por ejemplo, la secuencia rápido-poza, etc.).
- 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 y fin de de cada jornada de trabajo, siendo necesario ajuste en caso de desviaciones de las medidas obtenidas.
- Recogida de muestras de macroinvertebrados para su posterior identificación en laborartorio y cálculo del índice IBMWP.
- Recogida de muestras de macrófitos e identificación in situ y en el laboratorio para aplicación 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 5: Datos recopilados en campo

DATOS GENERALES	COD. PTO.
	Id. Masa
	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. Indicadores Biológicos

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.

Figura 3: Muestreo de invertebrados



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 Nyltal de 500 μm 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.

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 borrador del protocolo de “Muestreo y laboratorio fauna bentónica de invertebrados ríos vadeables no vadeables, 2014.”

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 4: 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 MAPAMA “Protocolo de muestreo y laboratorio de macrófitos en ríos. ML-R-M-2015”, y en el “Protocolo de toma de muestras e identificación de macrófitos en ríos vadeables (CHE, 2018; versión 8)”

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 5: 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. Indicadores Físico-Químicos

Además de la toma de muestras para elementos de calidad biológicos se midieron parámetros fisicoquímicos in-situ 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

2.4. 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 señalados en el Anexo II del RD 817/2015.

Tabla 6: Puntuaciones de las Taxones para el cálculo del IBMWP

Taxones	Puntuación
<i>Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Uenoidae (=Thremmatidae), Calamoceratidae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Athericidae, Blephariceridae</i>	10
<i>Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeschnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae</i>	8
<i>Ephemerellidae, Prosopistomatidae, Nemouridae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Ecnomyidae</i>	7
<i>Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae, Unionidae, Ferrissia, Hydroptilidae, Corophiidae, Gammaridae, Atyidae, Palaemonidae, Platycnemididae, Coenagrionidae</i>	6
<i>Oligoneuriidae, Polymitarcidae, Dryopidae, Elmidae, Hydrochidae, Hydraenidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae, Helophoridae</i>	5
<i>Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae, Anthomyidae, Ptychopteridae, Crambidae-Pyralidae, Scatophagidae, Sialidae, Piscicolidae, Acariformes</i>	4
<i>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</i>	3
<i>Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae</i>	2
<i>Syrphidae, Oligochaeta (todas las clases)</i>	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, como se describe a continuación:

- 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 un portaobjetos.
 - 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.

Existe una amplia variedad de índices de diatomeas (Ector & Rimet, 2005), diseñados por diferentes autores (IPS, CEMAGREF 1986; IBD, Prygiel y Coste, 1998; CEE, H. Lange-Bertalot, 1979; LMI, Leclercq y Maquet, 1987; SLA, Sládecek, 1973; EPI-D, Dell'Uomo, 2004; ROTT, Rott *et al.*, 1997, 1999, 2003). Estos índices se basan en combinaciones entre la abundancia relativa y el grado de sensibilidad (tolerancia) de un grupo de taxones seleccionados (en general especies). Prygel *et al.* (1999), Whitton y Rott (1996) y Whitton *et al.* (1991) han descrito y evaluado

muchos de los índices utilizados actualmente. Gran parte de estos índices se han desarrollado para usarlos en un área geográfica concreta, aunque comprobaciones posteriores han demostrado que algunos tienen una validez más amplia.

De entre los mencionados anteriormente se calcularon los siguientes índices:

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

2.4.1.3. Macrófitos

La identificación de muestras de macrófitos se ha realizado según lo estipulado en el protocolo del MAPAMA: “Protocolo de muestreo y laboratorio de macrófitos en ríos. ML-R-M-2015” y en el “Protocolo de toma de muestras e identificación de macrófitos en ríos vadeables (CHE, 2018; versión 8)”.

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 estimadas en campo para los taxones de gran tamaño (plantas vasculares, briófitos y macroalgas) se transformaron a escalas de abundancia (K_i), según la Tabla 7.

Tabla 7: Clases de cobertura para el índice IBMR

Clases de cobertura (%)	V_Cobertura_IBMR	Observaciones
0% (ausencia)	-	
< 0.1% (presencia)	1	Se detecta presencia puntual (<5 parches) en el tramo de aquellos taxones que no se incluyen en la tabla de abundancias de taxones que forman colonias de pequeño tamaño (Tabla 8). También se incluyen en esta categoría aquellos taxones detectados al analizar las muestras en el laboratorio.
0.1 - < 1% (raro)	2	Se detectan varias colonias (5-10 parches cuya suma es <1%) en el tramo de aquellos taxones que no se incluyen en la tabla de abundancias de taxones que forman colonias de pequeño tamaño (Tabla 8).
1 - < 5%	3	
5 - < 10%		
10 - <20%	4	
20 - <30%		
30 - <40%		
40 - <50%		
50 - <60%	5	
60 - <70%		
70 - <80%		
80 - <90%		
90 - 100%		

Las abundancias para las algas que forman colonias de pequeño tamaño se estimarán conforme a la Tabla 8. Cuando se detectaron varias colonias sobre una misma piedra, se contabilizaron el

número de piedras que contenían dichas colonias. Si se encontraron colonias aisladas, se contabilizaron el número de colonias en el tramo.

Tabla 8: Clases de cobertura para taxones que forman colonias de pequeño tamaño

para el cálculo del índice IBMR

Clases de cobertura (%)	V_Cobertura_IBMR	Nº talos, colonias o piedras colonizadas	Taxones
0% (ausencia)	-	-	<p>Nostoc; Cyllindrospermum; Hydrococcus, Rivularia; Scytonema- Plectonema; Tolypothrix; Dichothrix; Nostochopsis; Cymbella; Diatoma; Audouinella- Chantransia; Batrachospermum/Kumanoa; Chroothece; Chroodactylon; Kyliniella; Chaetophora; Draparnaldia; Bulbochaete</p>
< 0.1% (presencia)	1	1-3	
0.1 - < 1% (raro)	2	4-7	
1 - < 5%	3	8-15	
5 - < 10%			
10 - <20%	4	16-32	
20 - <30%			
30 - <40%			
40 - <50%			
50 - <60%	5	>32	
60 - <70%			
70 - <80%			
80 - <90%			
90 – 100%			

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 9: Ensayos FQ de laboratorio

ENSAYO	AMONIO	DQO	FOSFORO TOTAL		FOSFATOS	NITRATOS		NITRÓGENO TOTAL	pH "in situ"	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA "in situ"	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 UV-VIS	FIA y espectrofotometría UV-VIS	Electrometría	Espectrofotometría UV-VIS	Electrometría	Electrometría	Luminiscencia
Procedimiento de Ensayo	PTLAB/LDBO 5/003	PTLAB/LDBO 05/309	PTLAB/LDBO 5/052	PTLAB/LDBO 5/352	PTLAB/LDBO5/3 51	PTLAB/LDBO 5/353	PTLAB/LDBO5/ 305	PTLAB/LDBO5 /326	PTCAM/LDBO 05/007	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

3. RESULTADOS

3.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

En los siguientes apartados se describen los principales resultados obtenidos durante la campaña de muestreo de 2021.

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.

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

3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS BIOLÓGICOS (MACROINVERTEBRADOS, MACRÓFITOS Y DIATOMEAS)

En el presente capítulo se analizan los resultados obtenidos en las determinaciones de las muestras de macroinvertebrados, vegetación acuática macrofítica y fitobentos (diatomeas), y sus respectivos índices bióticos (IBMWP, IASPT, IMMI-T, NTAX, NTAXMAI, IBMR, NTAXMAF, IPS, IBD y CEE).

3.2.1. Macroinvertebrados bentónicos

Se tomaron muestras de macroinvertebrados en 33 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 10: Resultados de indicadores basados en macroinvertebrados

Punto Muestreo	Toponimia	IBMWP	NTAX IBMWP	NTAX MAI	IASPT	iMMI-T
0014-BIO	Martín / Híjar (BIO)	78	18	19	4,33	0,7
0023-BIO	Segre / Seo de Urgel (BIO)	167	28	28	5,96	0,96
0068-BIO	Arakil / Asiain (BIO)	128	30	30	4,27	0,66
0118-BIO	Martín / Oliete (BIO)	57	14	14	4,07	0,61
1025-BIO	Zadorra / Durana (BIO)	144	32	33	4,5	0,73
1037-BIO	Linares / Mendavia (BIO)	137	32	32	4,28	0,74

Punto Muestreo	Toponimia	IBMWP	NTAX IBMWP	NTAX MAI	IASPT	iMMi-T
1038-BIO	Linares / Torres del Río (BIO)	93	23	24	4,04	0,56
1294-BIO	Noguera Cardós / Lladorre (BIO)	240	41	41	5,85	1,07
1330-BIO	Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)	119	25	25	4,76	0,73
1403-BIO	Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)	72	18	18	4	0,65
1405-BIO	Aranda / Arándiga (BIO)	99	20	21	4,95	0,88
1422-BIO	Salado / Estenoz (BIO)	36	11	11	3,27	0,32
2075-BIO	Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)	62	15	15	4,13	0,53
2076-BIO	Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)	55	14	14	3,93	0,54
2085-BIO	Santa Casilda / Hermosilla (BIO)	114	24	25	4,75	0,84
2109-BIO	Begatillo / Los Alagones (BIO)	186	39	39	4,77	0,92
2187-BIO	Jueu / Es Bordes (BIO)	178	30	30	5,93	0,97
2203-BIO	Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)	60	17	17	3,53	0,39
2204-BIO	Regallo / Puigmoreno (BIO)	42	12	12	3,5	0,57
2238-BIO	Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)	39	11	11	3,55	0,32
2243-BIO	Noguera de Tor / Barruera (BIO)	130	24	24	5,42	0,88
3001-BIO	Elorz / Pamplona (BIO)	78	19	19	4,11	0,6
3011-BIO	Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO)	113	25	25	4,52	0,77
3055-BIO	Barrundia / Ozaeta (BIO)	176	33	33	5,33	0,82
3057-BIO	Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO)	70	15	16	4,67	0,54
3058-BIO	Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)	93	21	22	4,43	0,62
3207-BIO	Santa Engracia / Erretana (BIO)	79	19	20	4,16	0,43
3208-BIO	Leza / San Román de Cameros (BIO)	153	33	33	4,64	0,83
3210-BIO	San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)	174	29	29	6	0,98
3211-BIO	Sía / Gavín (BIO)	138	26	26	5,31	0,82
3212-BIO	Sarroca / Senterada (BIO)	171	33	33	5,18	0,95
3213-BIO	Aguilero / Sallent (BIO)	157	30	30	5,23	0,86
3214-BIO	Remáscaro / Benasque (BIO)	137	25	25	5,48	0,82

3.2.2. Diatomeas

Se tomaron muestras de diatomeas en 33 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 11: Resultados de indicadores basados en diatomeas

Punto Muestreo	Toponimia	IPS	CEE	IBD
0014-BIO	Martín / Híjar (BIO)	14	14	15
0023-BIO	Segre / Seo de Urgel (BIO)	18	18	20
0068-BIO	Arakil / Asiain (BIO)	13	15	13
0118-BIO	Martín / Oliete (BIO)	16	17	20
1025-BIO	Zadorra / Durana (BIO)	15	15	16
1037-BIO	Linares / Mendavia (BIO)	14	13	14
1038-BIO	Linares / Torres del Río (BIO)	10	9,9	9,5
1294-BIO	Noguera Cardós / Lladorre (BIO)	18	19	20
1330-BIO	Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)	17	17	20

Punto Muestreo	Toponimia	IPS	CEE	IBD
1403-BIO	Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)	16	16	16
1405-BIO	Aranda / Arándiga (BIO)	15	17	16
1422-BIO	Salado / Estenoz (BIO)	15	NR	3,2
2075-BIO	Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)	6,5	3,3	8
2076-BIO	Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)	13	13	15
2085-BIO	Santa Casilda / Hermosilla (BIO)	15	16	19
2109-BIO	Begatillo / Los Alagones (BIO)	18	17	20
2187-BIO	Jueu / Es Bordes (BIO)	20	20	20
2203-BIO	Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)	10	10	11
2204-BIO	Regallo / Puigmoreno (BIO)	14	14	18
2238-BIO	Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)	3,9	2,2	6
2243-BIO	Noguera de Tor / Barruera (BIO)	19	19	20
3001-BIO	Elorz / Pamplona (BIO)	12	13	13
3011-BIO	Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO)	16	16	19
3055-BIO	Barrundia / Ozaeta (BIO)	16	16	17
3057-BIO	Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO)	14	13	15
3058-BIO	Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)	13	12	14
3207-BIO	Santa Engracia / Erretana (BIO)	13	15	14
3208-BIO	Leza / San Román de Cameros (BIO)	16	16	18
3210-BIO	San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)	20	19	20
3211-BIO	Sía / Gavín (BIO)	18	18	20
3212-BIO	Sarroca / Senterada (BIO)	19	18	20
3213-BIO	Aguilero / Sallent (BIO)	18	18	20
3214-BIO	Remáscaro / Benasque (BIO)	17	18	20

3.2.3. Macrófitos

Se tomaron muestras de diatomeas en 28 puntos de muestreo. Con ellas se ha calculado el índice IBMR. Los resultados figuran a continuación:

Tabla 12: Resultados de indicadores basados en macrófitos

Punto Muestreo	Toponimia	IBMR
0014-BIO	Martín / Híjar (BIO)	11,8
0023-BIO	Segre / Seo de Urgel (BIO)	10,2
0068-BIO	Arakil / Asiain (BIO)	11,1
0118-BIO	Martín / Oliete (BIO)	11,8
1025-BIO	Zadorra / Durana (BIO)	10
1037-BIO	Linares / Mendavia (BIO)	5,9
1038-BIO	Linares / Torres del Río (BIO)	-
1294-BIO	Noguera Cardós / Lladorre (BIO)	12,6
1330-BIO	Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)	12,6
1403-BIO	Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)	12,2
1405-BIO	Aranda / Arándiga (BIO)	11,2
1422-BIO	Salado / Estenoz (BIO)	4,7
2075-BIO	Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)	-

Punto Muestreo	Toponimia	IBMR
2076-BIO	Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)	11
2085-BIO	Santa Casilda / Hermosilla (BIO)	14,1
2109-BIO	Begatillo / Los Alagones (BIO)	14,5
2187-BIO	Jueu / Es Bordes (BIO)	14,5
2203-BIO	Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)	-
2204-BIO	Regallo / Puigmoreno (BIO)	9
2238-BIO	Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)	3,9
2243-BIO	Noguera de Tor / Barruera (BIO)	10,4
3001-BIO	Elorz / Pamplona (BIO)	-
3011-BIO	Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO)	13,3
3055-BIO	Barrundia / Ozaeta (BIO)	12,3
3057-BIO	Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO)	11,5
3058-BIO	Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)	-
3207-BIO	Santa Engracia / Erretana (BIO)	11,9
3208-BIO	Leza / San Román de Cameros (BIO)	10,3
3210-BIO	San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)	13,2
3211-BIO	Sía / Gavín (BIO)	15,4
3212-BIO	Sarroca / Senterada (BIO)	11,9
3213-BIO	Aguilero / Sallent (BIO)	13,5
3214-BIO	Remáscaro / Benasque (BIO)	9

3.3. RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS

3.3.1. Resultados de parámetros in-situ

Se se midieron in-situ parámetros fisicoquímicos en los 33 puntos de muestreo. Los resultados figuran a continuación:

Tabla 13: Resultados de parámetros in-situ

Punto Muestreo	Toponimia	COND20	pH	O2	O2%	TEM_AG
0014-BIO	Martín / Híjar (BIO)	1987	7,7	8,4	97,6	21,2
0023-BIO	Segre / Seo de Urgel (BIO)	252	8,5	10	120	20
0068-BIO	Arakil / Asiain (BIO)	504	8,5	7,9	92,4	20,9
0118-BIO	Martín / Oliete (BIO)	940	7,9	9,2	102	16,5
1025-BIO	Zadorra / Durana (BIO)	309	8,8	8,8	99,1	18,6
1037-BIO	Linares / Mendavia (BIO)	2280	7,8	7,7	95,1	23,1
1038-BIO	Linares / Torres del Río (BIO)	454	8,3	9,8	125	25,6
1294-BIO	Noguera Cardós / Lladorre (BIO)	28	9,1	9,5	104	13,7
1330-BIO	Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)	653	8,1	9,5	101	14,5
1403-BIO	Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)	664	8,2	8,8	100	16,4
1405-BIO	Aranda / Arándiga (BIO)	600	8	8,5	97,2	20,3
1422-BIO	Salado / Estenoz (BIO)	111100	7,8	8,8	126	31,1
2075-BIO	Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)	1714	8,3	7,6	94,7	22,2
2076-BIO	Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)	984	7,9	8,4	98,8	23,2

Punto Muestreo	Toponimia	COND20	pH	O2	O2%	TEM_AG
2085-BIO	Santa Casilda / Hermosilla (BIO)	410	8	8,6	97,9	18,2
2109-BIO	Begatillo / Los Alagones (BIO)	345	8,1	11	136	24
2187-BIO	Jueu / Es Bordes (BIO)	153	8,3	9,2	102	16,1
2203-BIO	Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)	456	8,1	7,4	91,4	23,1
2204-BIO	Regallo / Puigmoreno (BIO)	3810	7,8	9	101	19,1
2238-BIO	Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)	29500	8	10	151	29
2243-BIO	Noguera de Tor / Barruera (BIO)	91	8,5	9,5	109	16,2
3001-BIO	Elorz / Pamplona (BIO)	3130	8	8	92,4	20,3
3011-BIO	Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO)	716	8	9	108	19,7
3055-BIO	Barrundia / Ozaeta (BIO)	227	7,8	6,3	77,6	22,4
3057-BIO	Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO)	1287	7,6	7,7	94,9	21,4
3058-BIO	Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)	1211	8	8,3	101	21,4
3207-BIO	Santa Engracia / Erretana (BIO)	384	8,4	4,4	49,7	19,2
3208-BIO	Leza / San Román de Cameros (BIO)	288	8,1	3,5	42,2	18
3210-BIO	San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)	84	8,5	9,2	103	12,8
3211-BIO	Sía / Gavín (BIO)	305	8,2	8,9	111	20,5
3212-BIO	Sarroca / Senterada (BIO)	430	7,9	8,6	104,2	20,4
3213-BIO	Aguilero / Sallent (BIO)	272	8,7	8,9	103	16,2
3214-BIO	Remáscaro / Benasque (BIO)	267	8,5	9,9	104	12,1

3.3.2. Resultados de ensayos de laboratorio

Se tomaron muestras de agua para determinaciones en 33 puntos de muestreo. Los resultados figuran a continuación:

Tabla 14: Resultados de parámetros FQ de laboratorio

Punto Muestreo	Toponimia	DQO	N_T	NH4	NO3	P_TOT	PO4
0014-BIO	Martín / Híjar (BIO)	<20	3,1	<0,05	16,4	<0,03	<0,15
0023-BIO	Segre / Seo de Urgel (BIO)	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
0068-BIO	Arakil / Asiain (BIO)	<20	<1,0	0,09	<5,00	0,1	0,28
0118-BIO	Martín / Oliete (BIO)	<20	1	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
1025-BIO	Zadorra / Durana (BIO)	<20	1,2	0,11	<5,00	<0,03	0,2
1037-BIO	Linares / Mendavia (BIO)	<20	4	0,63	11,3	0,34	1,03
1038-BIO	Linares / Torres del Río (BIO)	<20	1	0,19	<5,00	<0,03	0,17
1294-BIO	Noguera Cardós / Lladorre (BIO)	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
1330-BIO	Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
1403-BIO	Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)	<20	4,3	<0,05	6,56	<0,03	0,17
1405-BIO	Aranda / Arándiga (BIO)	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	0,23
1422-BIO	Salado / Estenoz (BIO)	193	<1,0	0,1	<5,00	<0,03	0,17
2075-BIO	Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)	<20	7,1	0,14	19,1	<0,03	0,24
2076-BIO	Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)	<20	2,4	0,06	13,6	<0,03	<0,15
2085-BIO	Santa Casilda / Hermosilla (BIO)	<20	3,4	<0,05	8,82	<0,03	<0,15
2109-BIO	Begatillo / Los Alagones (BIO)	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15

Punto Muestreo	Toponimia	DQO	N_T	NH4	NO3	P_TOT	PO4
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	1,4	0,05	<5,00	0,1	0,26
2204-BIO	Regallo / Puigmoreno (BIO)	<20	5,9	0,05	23	<0,03	<0,15
2238-BIO	Arroyo Omeçillo / Salinas de Añana (BIO)	65	3,7	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
2243-BIO	Noguera de Tor / Barruera (BIO)	<20	<1,0	0,08	<5,00	<0,03	<0,15
3001-BIO	Elorz / Pamplona (BIO)	<20	<1,0	0,34	<5,00	0,13	0,32
3011-BIO	Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO)	<20	3,6	<0,05	18,7	<0,03	<0,15
3055-BIO	Barrundia / Ozaeta (BIO)	<20	1,2	0,36	<5,00	0,13	0,31
3057-BIO	Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO)	<20	3,3	<0,05	8,01	<0,03	<0,15
3058-BIO	Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)	NR	1,8	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
3207-BIO	Santa Engracia / Erretana (BIO)	<20	2,2	<0,05	<5,00	0,27	0,76
3208-BIO	Leza / San Román de Cameros (BIO)	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
3210-BIO	San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<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	<0,05	<5,00	<0,03	<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	<0,03	<0,15

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 y físico-químicos 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 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, así como las recogidas en la “GUIA PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS AGUAS”, de mayo de 2020, para la estimación del Nivel de Confianza asociado a la evaluación del estado ecológico según los índices biológicos.

Según lo establecido en el citado anexo, el estado ecológico en ríos se ha medido mediante 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 37 puntos de muestreo, correspondientes a la red de control de Investigación, de los que se obtuvieron datos en 33, que permitieron obtener resultados de estado ecológico.

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. Específicamente, se han utilizado métricas basadas en macroinvertebrados, diatomeas y macrófitos siguiendo las indicaciones del RD 817/2015.

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 15: 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
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.

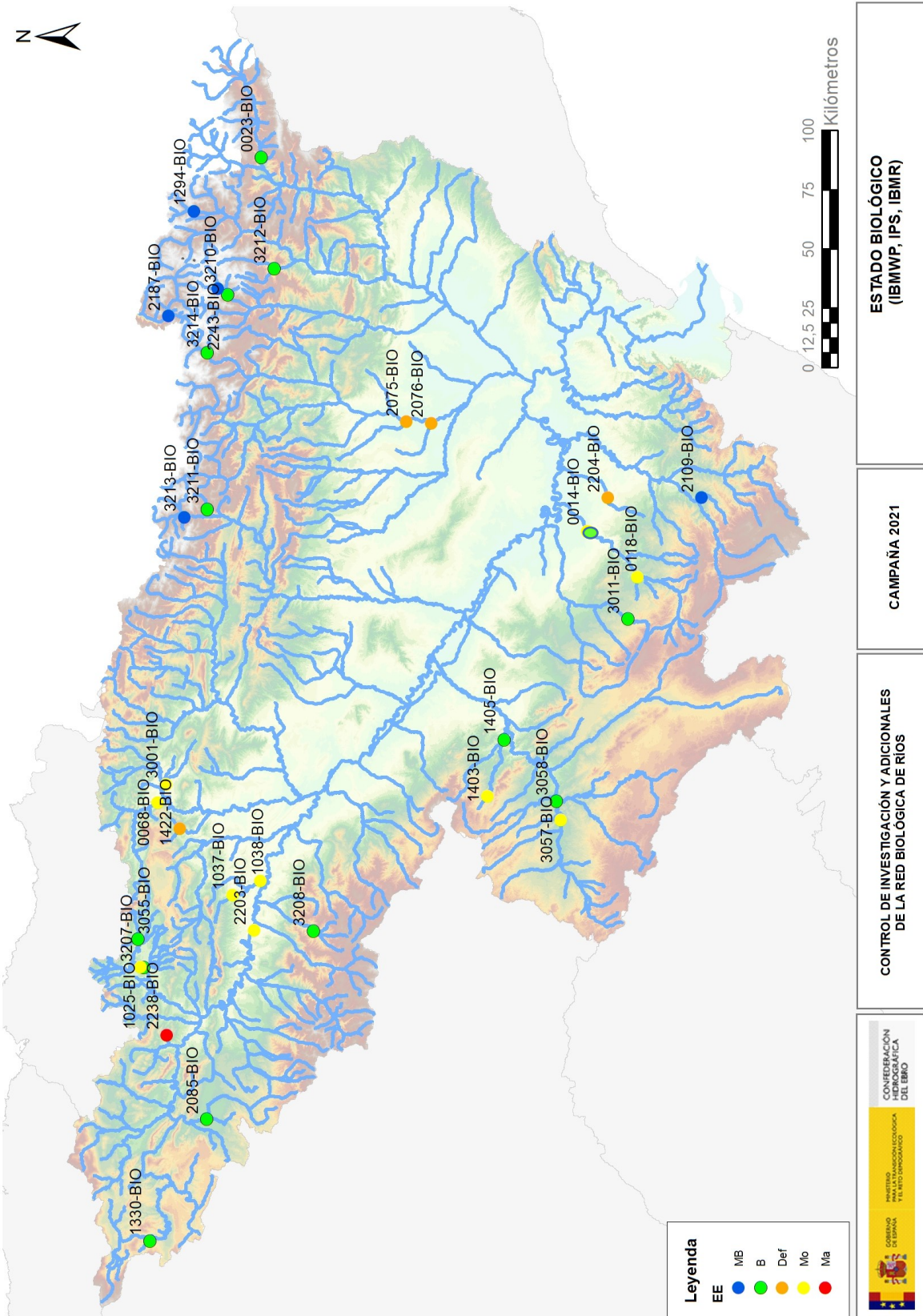
Tabla 16: Estado ecológico según indicadores biológicos

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	78	0,41	B ¹	13,8	0,78	B	11,8	1,18	MB	B ¹
0023-BIO	Segre / Seo de Urgel (BIO)	R-T26	167	0,82	B	17,6	0,95	MB	10,2	0,83	B	B
0068-BIO	Arakil / Asiain (BIO)	R-T26	128	0,63	B	12,9	0,69	Mo	11,1	0,91	B	Mo
0118-BIO	Martín / Oliete (BIO)	R-T09	57	0,3	Mo	16,4	0,92	B	11,8	1,18	MB	Mo
1025-BIO	Zadorra / Durana (BIO)	R-T26	144	0,71	B	15,2	0,82	B	10,0	0,82	B	B
1038-BIO	Linares / Mendavia (BIO)	R-T09	93	0,49	Mo	10,2	0,57	Mo				Mo
1037-BIO	Linares / Torres del Río (BIO)	R-T12	137	0,72	B	13,8	0,77	B	5,9	0,49	Mo	Mo
1294-BIO	Noguera Cardós / Lladorre (BIO)	R-T27	240	1,43	MB	17,7	0,94	MB	12,6	1,03	MB	MB
1330-BIO	Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)	R-T26	119	0,64	B	17,4	0,94	MB	12,6	1,04	MB	B
1403-BIO	Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)	R-T12	72	0,39	Mo	15,9	0,88	B	12,2	1,01	MB	Mo
1405-BIO	Aranda / Arándiga (BIO)	R-T09	99	0,52	B	15,4	0,87	B	11,2	1,12	MB	B
1422-BIO	Salado / Estenoz (BIO)	R-T26	36	2,00	MB ²	14,7	0,83	B ²	4,7	0,38	Def	Def
2075-BIO	Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)	R-T09	62	0,33	Mo	6,5	0,37	Def				Def
2076-BIO	Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)	R-T09	55	0,29	Def	13,2	0,74	B	11,0	1,10	MB	Def
2085-BIO	Santa Casilda / Hermosilla (BIO)	R-T12	114	0,61	B	15,4	0,86	B	14,1	1,17	MB	B
2109-BIO	Begatillo / Los Alagones (BIO)	R-T12	186	1	MB	17,6	0,98	MB	14,5	1,19	MB	MB
2187-BIO	Jueu / Es Bordes (BIO)	R-T27	178	1,06	MB	19,6	1,04	MB	14,5	1,18	MB	MB
2203-BIO	Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)	R-T15	60	0,35	Mo	10,4	0,59	Mo				Mo
2204-BIO	Regallo / Puigmoreno (BIO)	R-T09	42	0,22	Def	14,1	0,79	B	9,0	0,90	MB	Def
2238-BIO	Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)	R-T12	39	1,08	MB ²	3,9	0,22	Ma	3,9	0,32	Def	Ma
2243-BIO	Noguera de Tor / Barruera (BIO)	R-T27	130	0,77	B	19	1,01	MB	10,4	0,84	B	B
3001-BIO	Elorz / Pamplona (BIO)	R-T12	78	0,42	Mo	11,9	0,66	Mo				Mo
3011-BIO	Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO)	R-T12	113	0,61	B	15,8	0,88	B	13,3	1,10	MB	B
3055-BIO	Barrundia / Ozaeta (BIO)	R-T26	176	0,86	B	15,5	0,83	B	12,3	1,01	MB	B
3057-BIO	Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO)	R-T12	70	0,38	Mo	13,9	0,77	B	11,5	0,95	MB	Mo
3058-BIO	Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)	R-T12	93	0,5	B	12,8	0,71	B				B
3207-BIO	Santa Engracia / Erretana (BIO)	R-T26	79	0,39	Mo	13,3	0,72	B	11,9	0,98	MB	Mo
3208-BIO	Leza / San Román de Cameros (BIO)	R-T12	153	0,82	MB	15,8	0,88	B	10,3	0,85	MB	B
3210-BIO	San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)	R-T27	174	1,04	MB	19,5	1,03	MB	13,2	1,07	MB	MB

Punto	Toponimia	Tipología	IBMWP	EQR IBMWP	EE IBMWP	IPS	EQR IPS	EE IPS	IBMR	EQR IBMR	EE IBMR	EE
3211-BIO	Sía / Gavín (BIO)	R-T26	138	0,68	B	17,6	0,95	MB	15,4	1,26	MB	B
3212-BIO	Sarroca / Senterada (BIO)	R-T26	171	0,84	B	19	1,02	MB	11,9	0,97	MB	B
3213-BIO	Aguilero / Sallent (BIO)	R-T27	157	0,93	MB	18,3	0,97	MB	13,5	1,10	MB	MB
3214-BIO	Remáscaro / Benasque (BIO)	R-T27	137	0,82	B	17,1	0,9	B	9,0	0,73	B	B

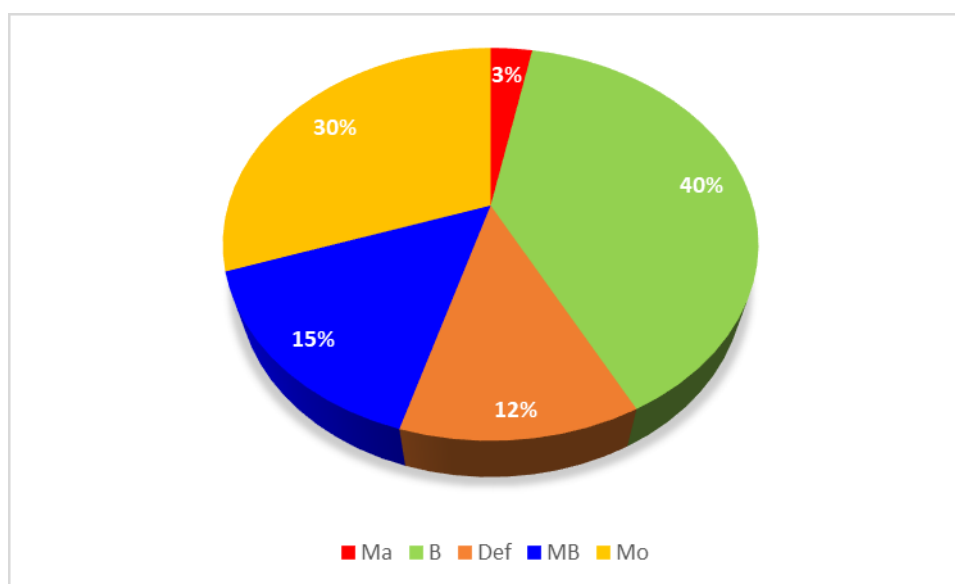
1. Se considera que cumple sus objetivos medioambientales si su IBMWP supera los 57 puntos (objetivo menos riguroso), según Tabla 09.48 del Anejo 9 Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro Revisión de tercer ciclo (2022-2027)
2. Se consdeiran umbrales propios para la clasificación estado ecológico, según Tabla 09.49 y 50 del Anejo 9 del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro Revisión de tercer ciclo (2022-2027)

Figura 6: 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 40% en un nivel Bueno, un 30% en un nivel Moderado, y un 12% en un nivel Deficiente y un 3% en un nivel Malo.

Figura 7: 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 anterior.

El 24 % de los puntos alcanzaron el muy buen estado ecológico, el 46 % alcanzaron el buen estado. En total, un 54% de las estaciones cumplieron con el objetivo de la DMA del “buen estado ecológico”, respecto al 75% en la campaña de 2020. Por el contrario, un 45 % de las estaciones no alcanzaron el buen estado, siendo el estado moderado el más abundante, con un 24%. Las estaciones en estado “deficiente” han supuesto un 6% del total, respecto al 4% de las estaciones en estado deficiente en la campaña de 2020.

Figura 8: Clases de estado ecológico según IBMWP

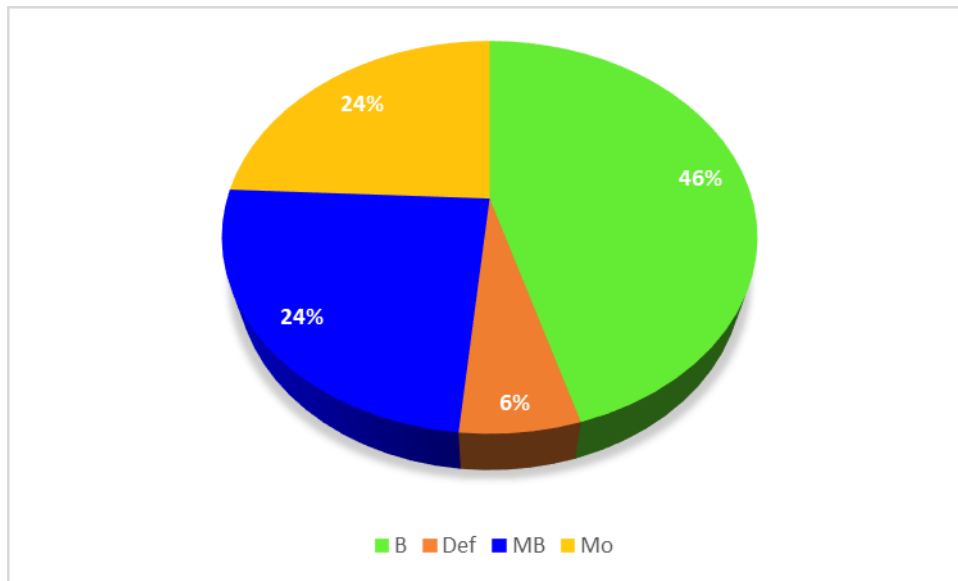
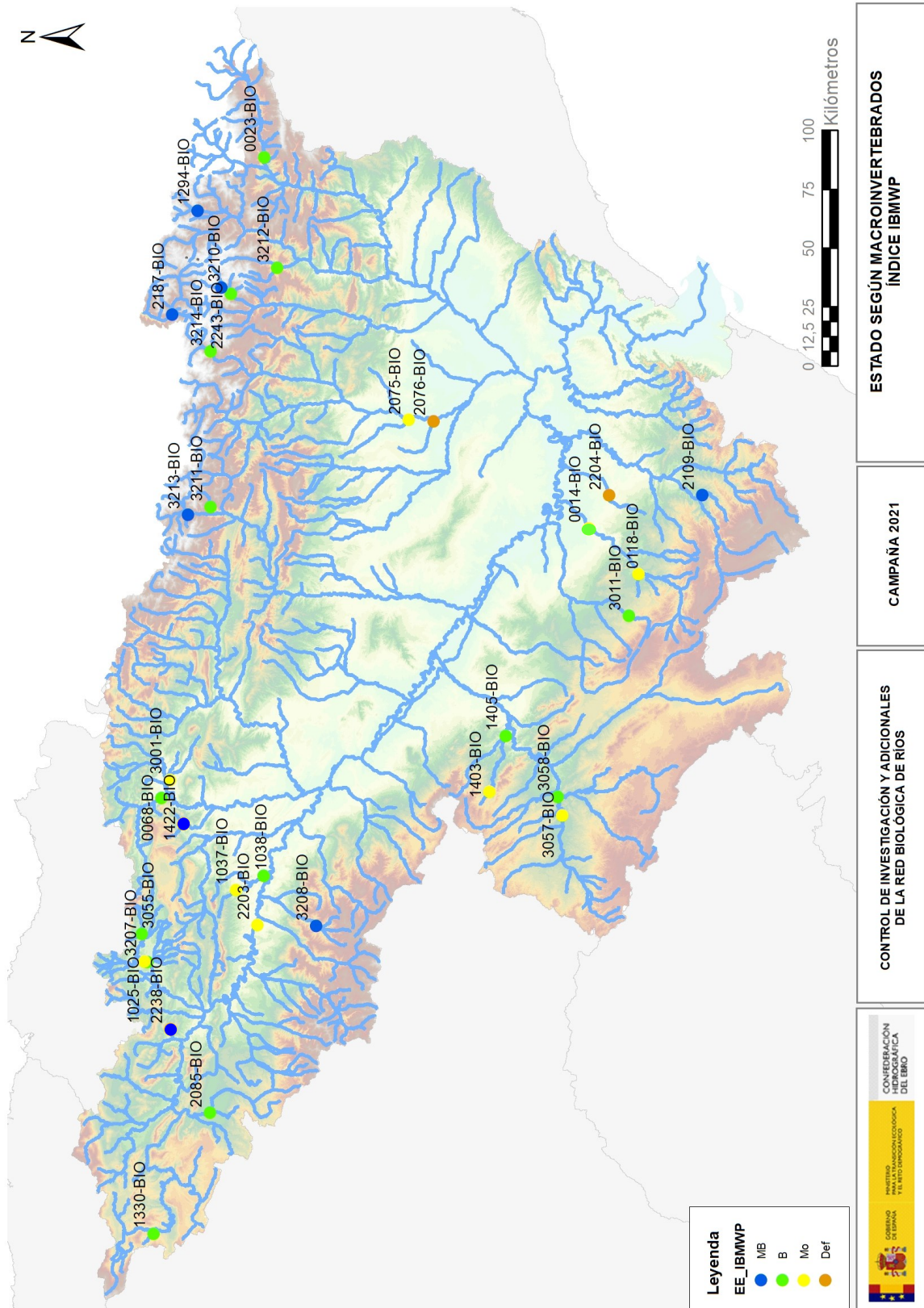


Figura 9: Estado ecológico según macroinvertebrados (Índice IBMWP)



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 anterior.

El 30 % de los puntos alcanzaron el muy buen estado, el 52 % alcanzaron el buen estado. En total, un 81 % de las masas representadas por estos puntos cumplieron con el objetivo de la DMA del “buen estado” (resultado que supera a los obtenidos en la campaña de 2020 con un 75% de las masas). Por el contrario, un 18 % de las estaciones no alcanzaron el buen estado, con un 12% en estado moderado, un 3% en estado deficiente y un 3% en estado malo.

Figura 10: Clases de estado ecológico según IPS

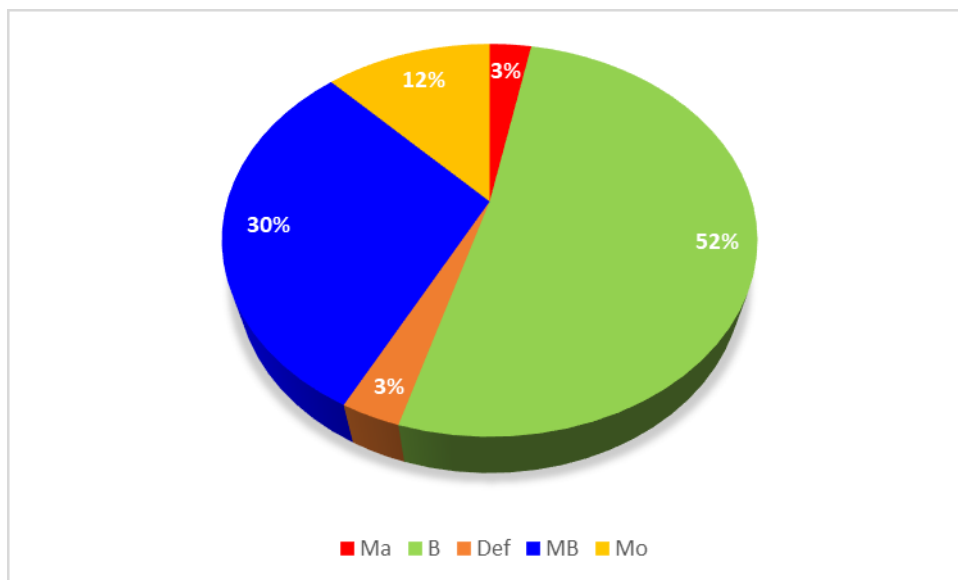
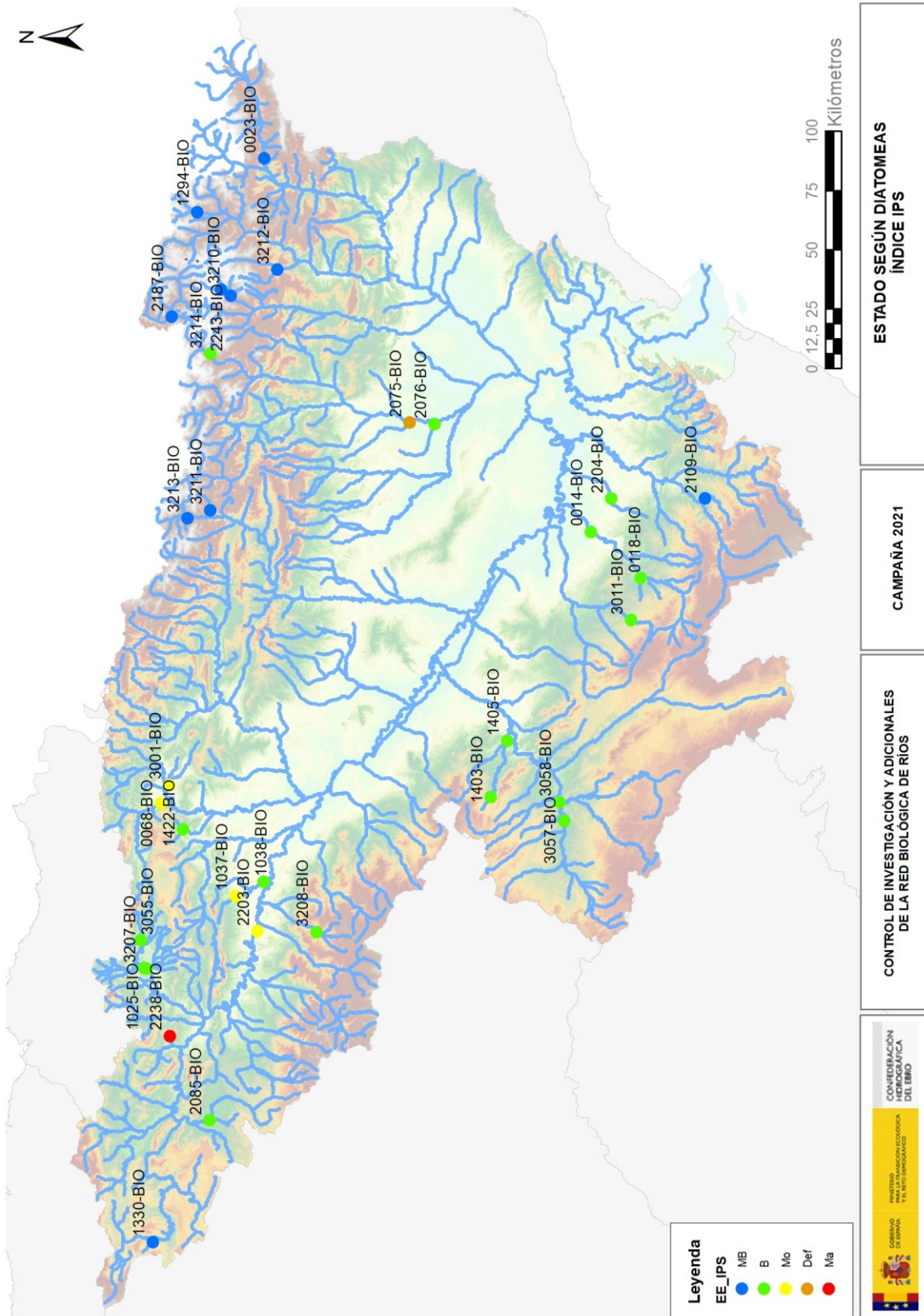


Figura 11: Estado ecológico según diatomeas (Índice IPS)



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 anterior.

El 71 % de los puntos alcanzaron el muy buen estado, el 18 % alcanzaron el buen estado. En total, un 89 % de los puntos cumplieron con el objetivo de la DMA del “buen estado”. Por el contrario, un 10 % de los puntos no alcanzaron el buen estado, quedando un 4% en estado moderado y un 7% en estado deficiente.

Figura 12: Clases de estado ecológico según IBMR

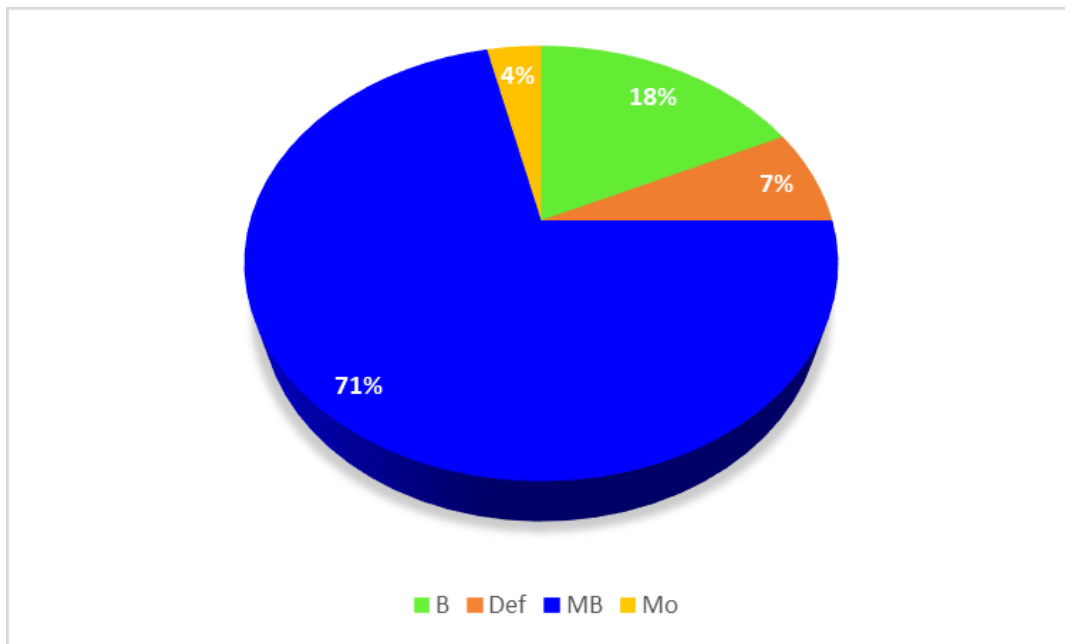
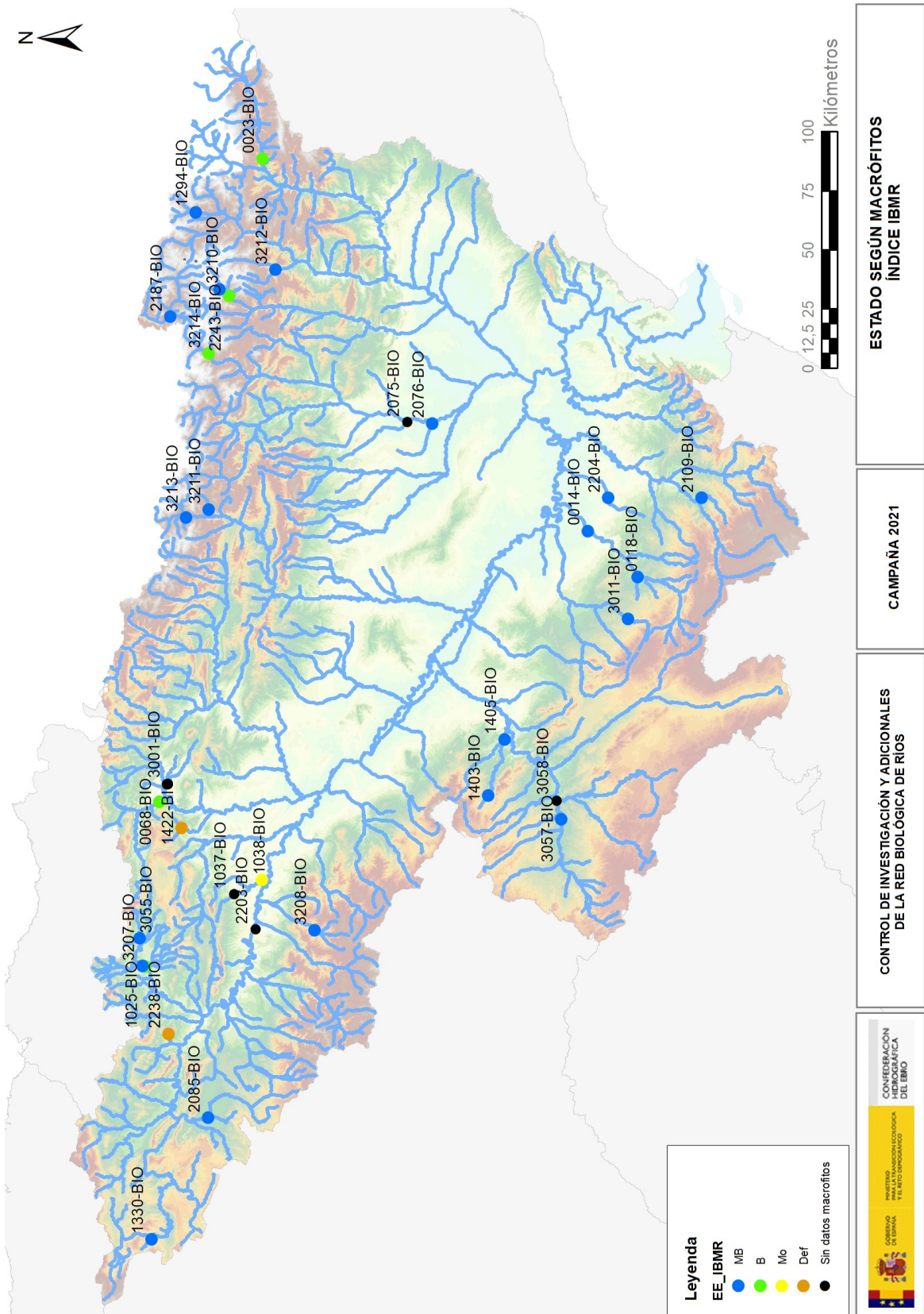


Figura 13: Estado ecológico según macrófitos (Índice IBMR)



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 2021 se han controlado 33 puntos de muestreo. De estos, en 14 no se han alcanzado los objetivos ambientales que establece la DMA.

Tabla 17: Puntos de muestreo con incumplimientos

Punto	Toponimia	Tipología	EE IBMWP	EE IPS	EE IBMR	EE
0068-BIO	Arakil / Asiain (BIO)	R-T26	B	Mo	B	Mo
0118-BIO	Martín / Oliete (BIO)	R-T09	Mo	B	MB	Mo
1038-BIO	Linares / Mendavia (BIO)	R-T09	Mo	Mo		Mo
1037-BIO	Linares / Torres del Río (BIO)	R-T12	B	B	Mo	Mo
1403-BIO	Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)	R-T12	Mo	B	MB	Mo
1422-BIO	Salado / Estenoz (BIO)	R-T26	MB	B	Def	Def
2075-BIO	Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)	R-T09	Mo	Def		Def
2076-BIO	Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)	R-T09	Def	B	MB	Def
2203-BIO	Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)	R-T15	Mo	Mo		Mo
2204-BIO	Regallo / Puigmoreno (BIO)	R-T09	Def	B	MB	Def
2238-BIO	Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)	R-T12	MB	Ma	Def	Ma
3001-BIO	Elorz / Pamplona (BIO)	R-T12	Mo	Mo		Mo
3057-BIO	Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO)	R-T12	Mo	B	MB	Mo
3207-BIO	Santa Engracia / Erretana (BIO)	R-T26	Mo	B	MB	Mo

Se aprecia en la tabla anterior que estos incumplimientos están mayoritariamente relacionados con el elemento de calidad basado en invertebrados. Sin embargo, cuatro de estos puntos alcanzaron el buen estado ecológico según el índice IBMWP, concretamente, en los puntos Linares / Torres del Río (BIO) y Arakil / Asiain (BIO), alcanzaron el nivel bueno mediante el índice IBMWP, mientras que el Salado / Estenoz (BIO) y Arroyo Omecillo / Salinas Añana alcanzaron incluso el estado Muy Bueno según el índice basado en el elemento de calidad invertebrados (IBMWP). En el caso del indicador IPS, no alcanzaron el buen estado ecológico los puntos Arakil / Asiain (BIO), Linares / Mendavia (BIO), Clamor I / Pomar de Cinca (BIO) y Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO). Los puntos Linares / Mendavia (BIO), Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO), Clamor I / Pomar de Cinca (BIO) y Elorz / Pamplona (BIO) no alcanzan el estado de bueno ni con IBMWP ni IPS.

4.3. ESTADO ECOLÓGICO SEGÚN INDICADORES FISCOQUÍMICOS

La clasificación del estado ecológico según elementos de calidad fisicoquímicos 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 18: Estado ecológico según indicadores fisicoquímicos

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	<0,154	MB	16,4	BU
0023-BIO	Segre / Seo de Urgel (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<10	MB
0068-BIO	Arakil / Asiain (BIO)	0,09	MB	0,28	BU	<5	MB
0118-BIO	Martín / Oliete (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<5	MB
1025-BIO	Zadorra / Durana (BIO)	0,11	MB	0,2	BU	<5	MB
1037-BIO	Linares / Mendavia (BIO)	0,63	MO	1,03	MO	11,3	BU
1038-BIO	Linares / Torres del Río (BIO)	0,19	MB	0,17	MB	<10	MB
1294-BIO	Noguera Cardós / Lladorre (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<10	MB
1330-BIO	Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<5	MB
1403-BIO	Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)	<0,05	MB	0,17	MB	6,56	MB
1405-BIO	Aranda / Arándiga (BIO)	<0,05	MB	0,23	BU	<5	MB
1422-BIO	Salado / Estenoz (BIO)	0,1	MB	0,17	MB	<5	MB
2075-BIO	Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)	0,14	MB	0,24	BU	19,1	BU
2076-BIO	Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)	0,06	MB	<0,154	MB	13,6	BU
2085-BIO	Santa Casilda / Hermosilla (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	8,82	MB
2109-BIO	Begatillo / Los Alagones (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<5	MB
2187-BIO	Jueu / Es Bordes (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<5	MB
2203-BIO	Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)	0,05	MB	0,26	MB	<5	MB
2204-BIO	Regallo / Puigmoreno (BIO)	0,05	MB	<0,154	MB	23	BU
2238-BIO	Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<10	MB
2243-BIO	Noguera de Tor / Barruera (BIO)	0,08	MB	<0,154	MB	<10	MB
3001-BIO	Elorz / Pamplona (BIO)	0,34	BU	0,32	BU	<10	MB
3011-BIO	Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	18,7	BU
3055-BIO	Barrundia / Ozaeta (BIO)	0,36	BU	0,31	BU	<5	MB
3057-BIO	Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	8,01	MB
3058-BIO	Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<5	MB
3207-BIO	Santa Engracia / Erretana (BIO)	<0,05	MB	0,76	MO	<10	MB
3208-BIO	Leza / San Román de Cameros (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<10	MB
3210-BIO	San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<10	MB
3211-BIO	Sía / Gavín (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<5	MB
3212-BIO	Sarroca / Senterada (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<5	MB
3213-BIO	Aguilero / Sallent (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<5	MB
3214-BIO	Remáscaro / Benasque (BIO)	<0,05	MB	<0,154	MB	<5	MB

Según los indicadores fisicoquímicos evaluados, no se alcanzaría los objetivos en dos puntos, Linares / Medavia (BIO) y Santa Engracia / Erretana (BIO), este último tampoco alcanzó el objetivo según estos indicadores en la campaña de 2020.

5. CONCLUSIONES

Durante 2021 se ha llevado a cabo el control ecológico mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos de 33 puntos correspondiente a la red de investigación de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

La toma de muestras se ha realizado en la ubicación descrita por la correspondiente ficha CEMAS de cada punto, así como en las localizaciones fijadas durante la campaña de 2020, como el caso del punto 2075-BIO (tabla 3, de observaciones de campo) cuya localización fue modificada por dificultad de acceso. Del mismo modo, la toma de muestra de los 6 puntos añadidos en 2021 (3211-BIO, 3212-BIO, 3213-BIO, 3214-BIO, 3215-BIO y 3216-BIO) se realizó en la ubicación descrita por la correspondiente ficha CEMAS de cada punto.

En función de los indicadores biológicos, de las masas de agua evaluadas a través de los puntos de dicha red, un 15% se encontraban en un nivel de calidad Muy Bueno, un 40% en un nivel Bueno, un 30% en un nivel Moderado, y un 12% en un nivel Deficiente y un 3% en un nivel Malo.

La mayoría de los incumplimientos están relacionados con el índice IBMWP basado en la comunidad de macroinvertebrados como indicador biológico. En el caso del indicador diatomeas basado en el índice IPS, no alcanzaron el buen estado ecológico los puntos Arakil / Asiain (BIO), Linares / Mendavia (BIO), Clamor I / Pomar de Cinca (BIO) y Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO). Sin embargo, los puntos Linares / Mendavia (BIO), Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO), Clamor I / Pomar de Cinca (BIO) y Elorz / Pamplona (BIO) no alcanzan el estado de bueno ni con IBMWP ni IPS.

Según los indicadores fisicoquímicos evaluados, no se alcanzaría los objetivos en dos puntos, 1037- BIO Linares / Medavia y 3207-BIO Santa Engracia / Erretana (BIO).

De los dos puntos en los que se producen incumplimientos en nutrientes, tampoco se alcanza el nivel bueno mediante indicadores biológicos. En el punto 1037-BIO se detectó en campo alteración en los hábitats por el bajo caudal circulante y una elevada sedimentación, con predominio de zonas lenfáticas con elevada turbidez como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Figura 14: Tramo del Linares en Mendanvia



Del mismo modo en el punto 3207-BIO también se encontró un tramo de muestreo en el que predominaba una tabla con elevada sedimentación, con un caudal muy bajo. En ambos casos se podría pensar que, en buena medida, los bajos niveles de las clases de estado encontrados para indicadores biológicos y fisicoquímicos pueden deberse a las condiciones provocadas por este reducido caudal detectado puntualmente durante la campaña de 2021.

Figura 15: Tramo del Santa Engracia



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas, 2020. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- 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.
- Protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos vadeables. ML-Rv-I-2013.
- Borrador del protocolo de Muestreo y laboratorio fauna bentónica de invertebrados ríos vadeables no vadeables, 2014.
- Protocolo de cálculo del índice IBMWP. IBMWP-2013.
- Cálculo y adaptación del índice de macroinvertebrados bentónicos IMMI-T para todas las tipologías de ríos españoles. Ref.: tec0004311
- 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).
- 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 macrófitos en ríos. ML-R-M-2015.
- Protocolo de cálculo del índice biológico de macrófitos en ríos de España. IBMR-2015.
- Norma UNE-EN 14962:2007 "Calidad del agua. Líneas directrices sobre el campo de aplicación y la selección de métodos de muestreo de peces.
- Protocolo de muestreo de fauna ictiológica en ríos. ML-R-FI-2015
- 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.
- 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.

ANEXO I. RESULTADOS DE LOS INDICADORES FISICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

INDICADORES BIOLÓGICOS

PTO	Toponimia	IBMWP	NTAX IBMWP	NTAX MAI	IASPT	IMMIT	NTAX MAI	NFAM EPT	Sel EPTCD	IBMR	NTAX MAF	IPS	CEE
0014-BIO	Martín / Híjar (BIO)	78	18	19	4,33	0,7	19	5	96	11,8	8	14	14
0023-BIO	Segre / Seo de Urgel (BIO)	167	28	28	5,96	0,96	28	14	582	10,2	23	18	18
0068-BIO	Arakil / Asiain (BIO)	128	30	30	4,27	0,66	30	6	49	11,1	16	13	15
0118-BIO	Martín / Oliete (BIO)	57	14	14	4,07	0,61	14	3	99	11,8	17	16	17
1025-BIO	Zadorra / Durana (BIO)	144	32	33	4,5	0,73	33	9	50	10	18	15	15
1037-BIO	Linares / Mendavia (BIO)	137	32	32	4,28	0,74	32	8	53	5,9	11	14	13
1038-BIO	Linares / Torres del Río (BIO)	93	23	24	4,04	0,56	24	5	0	-	-	10	9,9
1294-BIO	Noguera Cardós / Lladorre (BIO)	240	41	41	5,85	1,07	41	18	1015	12,6	24	18	19
1330-BIO	Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)	119	25	25	4,76	0,73	25	8	145	12,6	26	17	17
1403-BIO	Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)	72	18	18	4	0,65	18	3	629	12,2	14	16	16
1405-BIO	Aranda / Arándiga (BIO)	99	20	21	4,95	0,88	21	7	801	11,2	22	15	17
1422-BIO	Salado / Estenoz (BIO)	36	11	11	3,27	0,32	11	1	1	4,7	6	15	NR
2075-BIO	Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)	62	15	15	4,13	0,53	15	5	0	-	-	6,5	3,3
2076-BIO	Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)	55	14	14	3,93	0,54	14	4	9	11	11	13	13
2085-BIO	Santa Casilda / Hermosilla (BIO)	114	24	25	4,75	0,84	25	8	972	14,1	16	15	16
2109-BIO	Begatillo / Los Alagones (BIO)	186	39	39	4,77	0,92	39	8	940	14,5	20	18	17
2187-BIO	Jueu / Es Bordes (BIO)	178	30	30	5,93	0,97	30	14	1116	14,5	25	20	20
2203-BIO	Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)	60	17	17	3,53	0,39	17	1	0	-	-	10	10
2204-BIO	Regallo / Puigmoreno (BIO)	42	12	12	3,5	0,57	12	3	157	9	3	14	14

PTO	Toponimia	IBMWP	NTAX_IBMWP	NTAX_MAI	IASPT	IMMIT	NTAX_MAI	NFAM_EPT	Sel_EPTCD	IBMR	NTAX_MAF	IPS	CEE
2238-BIO	Arroyo Omeçillo / Salinas de Añana (BIO)	39	11	11	3,55	0,32	11	0	0	3,9	4	3,9	2,2
2243-BIO	Noguera de Tor / Barruera (BIO)	130	24	24	5,42	0,88	24	10	2621	10,4	10	19	19
3001-BIO	Eiorz / Pamplona (BIO)	78	19	19	4,11	0,6	19	4	73	-	-	12	13
3011-BIO	Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO)	113	25	25	4,52	0,77	25	5	842	13,3	24	16	16
3055-BIO	Barrundia / Ozaeta (BIO)	176	33	33	5,33	0,82	33	9	113	12,3	16	16	16
3057-BIO	Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO)	70	15	16	4,67	0,54	16	7	0	11,5	5	14	13
3058-BIO	Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)	93	21	22	4,43	0,62	22	5	31	-	-	13	12
3207-BIO	Santa Engracia / Erretana (BIO)	79	19	20	4,16	0,43	20	2	0	11,9	14	13	15
3208-BIO	Leza / San Román de Cameros (BIO)	153	33	33	4,64	0,83	33	9	170	10,3	18	16	16
3210-BIO	San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)	174	29	29	6	0,98	29	15	1277	13,2	23	20	19
3211-BIO	Sía / Gavín (BIO)	138	26	26	5,31	0,82	26	7	1060	15,4	13	18	18
3212-BIO	Sarroca / Senterada (BIO)	171	33	33	5,18	0,95	33	11	3185	11,9	16	19	18
3213-BIO	Aguilero / Sallent (BIO)	157	30	30	5,23	0,86	30	11	549	13,5	24	18	18
3214-BIO	Remáscaro / Benasque (BIO)	137	25	25	5,48	0,82	25	11	264	9	13	17	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)	1987	7,7	8,4	97,6	21,2	<20	3,1	<0,05	16,4	<0,03	<0,15
0023-BIO	Segre / Seo de Urgel (BIO)	252	8,5	10	120	20	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
0068-BIO	Arakil / Asiain (BIO)	504	8,5	7,9	92,4	20,9	<20	<1,0	0,09	<5,00	0,1	0,28
0118-BIO	Martín / Oliete (BIO)	940	7,9	9,2	102	16,5	<20	1	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
1025-BIO	Zadorra / Durana (BIO)	309	8,8	8,8	99,1	18,6	<20	1,2	0,11	<5,00	<0,03	0,2
1037-BIO	Linares / Mendavia (BIO)	2280	7,8	7,7	95,1	23,1	<20	4	0,63	11,3	0,34	1,03
1038-BIO	Linares / Torres del Río (BIO)	454	8,3	9,8	125	25,6	<20	1	0,19	<5,00	<0,03	0,17
1294-BIO	Noguera Cardós / Lladorre (BIO)	28	9,1	9,5	104	13,7	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
1330-BIO	Polla / Reocín de Los Molinos (BIO)	653	8,1	9,5	101	14,5	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
1403-BIO	Aranda / Aranda del Moncayo (BIO)	664	8,2	8,8	100	16,4	<20	4,3	<0,05	6,56	<0,03	0,17
1405-BIO	Aranda / Arándiga (BIO)	600	8	8,5	97,2	20,3	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	0,23
1422-BIO	Salado / Estenoz (BIO)	111100	7,8	8,8	126	31,1	193	<1,0	0,1	<5,00	<0,03	0,17
2075-BIO	Clamor I / Pomar de Cinca (BIO)	1714	8,3	7,6	94,7	22,2	<20	7,1	0,14	19,1	<0,03	0,24
2076-BIO	Clamor II / Puente Cta. Alcolea-Monzón (BIO)	984	7,9	8,4	98,8	23,2	<20	2,4	0,06	13,6	<0,03	<0,15
2085-BIO	Santa Casilda / Hermosilla (BIO)	410	8	8,6	97,9	18,2	<20	3,4	<0,05	8,82	<0,03	<0,15
2109-BIO	Begatillo / Los Alagones (BIO)	345	8,1	11	136	24	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
2187-BIO	Jueu / Es Bordes (BIO)	153	8,3	9,2	102	16,1	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
2203-BIO	Ebro / Logroño (aguas arriba) (BIO)	456	8,1	7,4	91,4	23,1	<20	1,4	0,05	<5,00	0,1	0,26
2204-BIO	Regallo / Puigmoreno (BIO)	3810	7,8	9	101	19,1	<20	5,9	0,05	23	<0,03	<0,15
2238-BIO	Arroyo Omecillo / Salinas de Añana (BIO)	29500	8	10	151	29	65	3,7	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
2243-BIO	Noguera de Tor / Barruera (BIO)	91	8,5	9,5	109	16,2	<20	<1,0	0,08	<5,00	<0,03	<0,15
3001-BIO	Elorz / Pamplona (BIO)	3130	8	8	92,4	20,3	<20	<1,0	0,34	<5,00	0,13	0,32
3011-BIO	Aguas Vivas / Aguas arriba azud de Blesa (BIO)	716	8	9	108	19,7	<20	3,6	<0,05	18,7	<0,03	<0,15
3055-BIO	Barrundia / Ozaeta (BIO)	227	7,8	6,3	77,6	22,4	<20	1,2	0,36	<5,00	0,13	0,31
3057-BIO	Jalón / Aguas arriba de Alhama de Aragón (BIO)	1287	7,6	7,7	94,9	21,4	<20	3,3	<0,05	8,01	<0,03	<0,15
3058-BIO	Jalón / Azud de la Solana de Ateca (BIO)	1211	8	8,3	101	21,4	NR	1,8	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
3207-BIO	Santa Engracia / Erretana (BIO)	384	8,4	4,4	49,7	19,2	<20	2,2	<0,05	<5,00	0,27	0,76
3208-BIO	Leza / San Román de Cameros (BIO)	288	8,1	3,5	42,2	18	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
3210-BIO	San Nicolás / La Vall de Boí (BIO)	84	8,5	9,2	103	12,8	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
3211-BIO	Sía / Gavín (BIO)	305	8,2	8,9	111	20,5	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
3212-BIO	Sarroca / Senterada (BIO)	430	7,9	8,6	104,2	20,4	<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
3213-BIO	Aguilero / Sallent (BIO)	272	8,7	8,9	103	16,2	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15
3214-BIO	Remáscaro / Benasque (BIO)	267	8,5	9,9	104	12,1	<20	<1,0	<0,05	<5,00	<0,03	<0,15

