

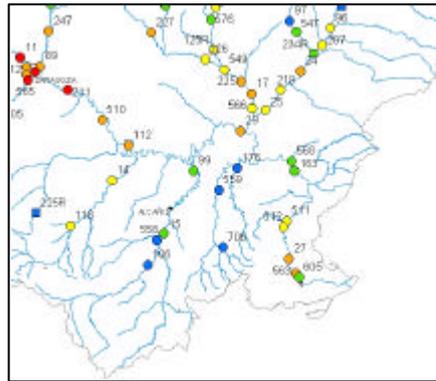


MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

RED DE DIATOMEAS EN LA CUENCA DEL EBRO CAMPAÑA DE MUESTREO VERANO 2002

INFORME FINAL



J. GOMÀ, J. CAMBRA, L. TUDESQUE y L. ECTOR

Dept. de Biologia Vegetal
Universitat de Barcelona

Av. Diagonal 645
08028 Barcelona

jcambra@ub.edu

CREBS
CRP - Gabriel Lippmann

162a, Av. de la Faïencerie
L-1511 Luxembourg

ector@crpgl.lu

Índice

1. Introducción.....	3
2. Antecedentes	4
3. Metodología de campo	6
4. Dificultades de muestreo	7
5. Metodología en el laboratorio	7
6. Resultados	
6.1. Calidad biológica de los ríos de la cuenca del Ebro.....	8
6.2. Evolución de la calidad biológica a lo largo del río Ebro	23
6.3. Calidad biológica de los ríos de las 6 ecoregiones de la cuenca del Ebro	25
7. Conclusiones y perspectivas	29
8. Bibliografía	30
Anexo: Reproducción de la presentación del informe realizada en Zaragoza: “CALIDAD de las AGUAS SUPERFICIALES de la CUENCA del EBRO MEDIANTE DIATOMEAS BENTÓNICAS”.	

1. Introducción

El objetivo de este estudio es evaluar la calidad de las aguas de la cuenca del río Ebro mediante la utilización de diatomeas bentónicas como indicadores del estado biológico del agua.

Las diatomeas son unas algas que presentan una biología muy particular, en especial por dos aspectos: 1) su distribución en el espacio y 2) su elevada capacidad de colonizar aguas con un grado de perturbación extremo. Las diatomeas son algas unicelulares, que pueden a lo sumo formar pequeñas colonias y pueden llegar a cualquier hábitat del río arrastradas por el agua. Por tanto, pueden colonizar potencialmente cualquier lugar del río. Esta estrategia hace que, a pesar de la heterogeneidad del río, las comunidades de diatomeas que se desarrollan en ambientes de ecología semejantes, sean también muy similares. Paralelamente, hay diatomeas que viven en ambientes extremos (aguas limpias o aguas muy contaminadas, etc.), que nos permiten puntuar correctamente estos puntos de muestreo, a diferencia de los macrófitos y otras microalgas, que en ambientes extremos, con una fuerte perturbación, desaparecen.

Los índices de calidad del agua se fundamentan en una puntuación que se da a cada especie en relación a las diferentes clases de calidad química del agua (CEMAGREF, 1982). El valor indicador de cada taxón se ha obtenido a partir de la información de las bases de datos existentes en distintas regiones de Europa. Así, para cada especie se conoce su rango y su amplitud ecológica. A la hora de asignar una puntuación determinada, se han considerado los parámetros físico-químicos más significativos en lo referente a perturbaciones que afectan a sistemas acuáticos (temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitrógeno total, amonio, nitritos, nitratos, fosfatos y cloruros). Con estos datos, cada especie tiene asignada una probabilidad de encontrarse en un rango ecológico determinado. Esta información se categoriza para cada taxón obteniéndose un factor de sensibilidad a la polución, que se modula con un valor indicador del taxón con respecto a su amplitud ecológica (estenoico-buen indicador; eurioico-mal indicador).

2. Antecedentes

La calidad del agua ha sido un tema de creciente interés en los países industrializados, especialmente durante la segunda mitad del siglo XX. Es en Europa central, donde se registran los primeros casos de eutrofización de lagos, sobretodo en Alemania y en la antigua Checoslovaquia. Fruto de la necesidad de cuantificar estas perturbaciones, generalmente ocasionadas por el aumento desorbitado de nutrientes y materia orgánica, algunos autores utilizan las microalgas como bioindicadores (Zelinka & Marvan, 1961; Sládeček, 1986). La mayor parte de los habitantes del agua son indicadores potenciales de la calidad ambiental del medio donde viven, pero las algas constituyen un grupo muy adecuado por su sensibilidad a las variaciones y perturbaciones del medio, especialmente las de tipo químico o las ocasionadas por un exceso de materia orgánica (Leclercq, 1988).

De entre todos los grupos de algas, las diatomeas son el grupo más adecuado para los estudios de calidad del agua dado que se dispone de una extensa información de las exigencias ecológicas de cada taxón. Las muestras son fáciles de recolectar, manipular, pueden fijarse y conservarse durante mucho tiempo, cosa que las hace aptas para cualquier posible revisión taxonómica o ejercicio de intercalibración (Cazaubon, 1991; Descy & Ector, 1999; Prygiel *et al.*, 2002). La química del agua nos da una información puntual de lo que sucede a lo largo de un río, mientras que los seres vivos integran la información del estado ecológico del sistema de una manera mucho más precisa y prolongada en el tiempo, ya que actúan como biosensores naturales y permanentes de la calidad del agua a lo largo del tiempo.

En España y en Europa los análisis de la calidad del agua se han basado tradicionalmente en los datos físicos y químicos del agua (especialmente amonios, DBO, DQO), en los índices de macroinvertebrados (BMWP, FBILL) o en el bosque de ribera (QBR).

En los años setenta se empezaron a utilizar en Bélgica las diatomeas bentónicas como indicadores de la calidad del agua, y fue Descy, en el año 1979, quien propuso el primer método para medir el grado de polución del agua del río Meuse basado en 49 taxones de diatomeas y en el análisis de las componentes principales (Descy, 1979). Con los estudios de campo, este índice se fue ampliando y modificando, de manera que ya en el año 1990 se intentó crear un estándar europeo (índice CEE) que funcionase en la mayor parte de los ríos de Europa (Descy & Coste, 1990). Hay que destacar, que en el resto del mundo también se trabajaba en paralelo ensayando otros índices de diatomeas (Schoeman, 1976; McCormick & Cairns, 1994; Pan *et al.*, 1996)

La información actual sobre les diatomeas de agua dulce es bastante extensa, tanto desde el punto de vista ecológico, como taxonómico. Así, muchos trabajos realizados con diatomeas por toda Europa (Kelly & Whitton, 1995; Kelly *et al.*, 1995, 1998; Lafont *et al.*, 1988, Lange-Bertalot, 1979; Lecointe *et al.*, 1993, 1999; Leclercq & Maquet, 1987; Lenoir & Coste, 1996; Prygiel, 1994; Prygiel & Coste, 1999; Prygiel *et al.*, 1996; Muñoz & Prat, 1994, Merino *et al.*, 1994; Eloranta, 1999; Coring, 1997; Kwadrans *et al.*, 1997; Dell'Uomo, 1997; Eloranta & Andersson, 1998; Steinberg & Schiefele, 1988; Van de Vijver & Beyens, 1998; Van Dam *et al.*, 1994), han permitido que exista casi una veintena de métodos para analizar la calidad biológica del agua basados en las diatomeas bentónicas. Éstas difieren entre sí en las regiones estudiadas, la formulación y en el análisis estadístico utilizado (Prygiel, 1996).

En la Península Ibérica, aunque se han realizado algunos trabajos sobre la calidad del agua, hasta ahora sólo se han utilizado tratamientos estadísticos para su análisis (Sabater *et al.*, 1987; Tomàs & Sabater, 1985). Desde el año 1998 el equipo de la Universidad de Barcelona está aplicando los índices europeos de diatomeas (IPS, IBD, CEE, TDI) en Cataluña a través de diversos proyectos y convenios: Cabecera del río Segre (proyecto del DARP), vall d'Alinyà (proyecto de la "Fundació

Territori y Paisatge, Caixa Catalunya”), cuencas del Llobregat, Besòs, Tordera y Foix (proyecto de la Diputación de Barcelona) y actualmente en toda la cuenca del río Ebro (proyecto de la Confederación Hidrográfica del Ebro) y en las cuencas internas de Cataluña (proyecto de la Agència Catalana del Agua).

Hay que poner de relieve que está a punto de ser publicado un listado de diatomeas, revisada taxonómicamente, con indicación de la distribución geográfica de las especies y todas las referencias bibliográficas publicadas en España y Portugal (Aboal *et al.*, en prensa). Y existe un listado publicado de las diatomeas encontradas en Cataluña (Cambra *et al.*, 1991).

En Europa, desde hace tiempo se están publicando una serie de artículos científicos sobre el estado de conocimiento de las algas bioindicadoras en los libros **Use of Algae for Monitoring Rivers** y en el artículo de Prygiel *et al.* (1999) se da una amplia información sobre el estado actual del tema en Europa.

En especial en Francia, hace años que las Agencias del Agua y las administraciones responsables de la gestión del agua están realizando seguimientos de la calidad biológica del agua de los ríos mediante las comunidades bentónicas de diatomeas: <http://perso.club-internet.fr/clci/activites.htm>, http://perso.club-internet.fr/clci/gis_diatomeesADLaF.htm.

Estos estudios han proporcionado una cantidad muy importante de información que ha permitido mejorar los índices de calidad que utilizan diatomeas bentónicas. En la actualidad, diversas regiones europeas disponen ya de una larga serie de mapas de calidad biológica realizados a partir de las redes de control con diatomeas basadas en estos índices, por ejemplo en Francia el índice normalizado IBD (<http://www.rnde.tm.fr/>).

En España, la realización de mapas de calidad biológica mediante diatomeas bentónicas es aún muy escasa. Durante el último Congreso de la Asociación Española de Limnología (Madrid, 2002) se han presentado mapas de calidad del agua del Llobregat, Tordera, Foix y Besòs con los índices IPS e IBD (Gomà, Ector & Cambra), del Júcar (El diseño de la Red Biológica en la cuenca del Júcar, Pujante *et al.*) y también en el penúltimo congreso en Valencia (2002) se presentó el primer mapa de calidad biológica de todos los ríos de Galicia realizado con el índice IPS (Ector).

3. Metodología de campo

El estudio de la calidad del agua mediante diatomeas bentónicas se ha efectuado en 190 estaciones de muestreo (166 red ICA, 24 de referencia) distribuidas por toda la cuenca del Ebro, solamente 6 puntos estaban secos. Los muestreos se realizaron durante los meses de agosto y septiembre del año 2002. Las fechas de muestreo para cada localidad están especificadas en el anexo, en las fichas de cada localidad.

Las muestras de diatomeas se han recogido exclusivamente de la comunidad bentónica epilítica de diatomeas, descartando siempre los sedimentos o el epifiton, ya que las comunidades de diatomeas que se desarrollan en estos sustratos no son muy representativas. Otro elemento muy importante es que las muestras de diatomeas se han escogido a partir de piedras grandes situadas en el lecho del río, ya que en éstas encontramos una comunidad madura. Las comunidades idóneas, además, son las que se sitúan en las zonas más estables (sustratos inmóviles del río), a pesar de las crecidas de agua. Además, las piedras adecuadas tienen que estar situadas donde la corriente de agua es importante, eludiendo las zonas donde el agua está quieta o remansos. Asimismo, es muy importante que el punto de muestreo esté bien iluminado, es decir, que no haya sombra del bosque de ribera, ni que tampoco haya ningún otro recubrimiento algal que el formado por las propias diatomeas, ya que las macroalgas podrían alterar el desarrollo de las comunidades de diatomeas epilíticas o favorecer la presencia de determinadas especies epifíticas como *Cocconeis pediculus*, que pueden hacer alterar la puntuación del índice.

Para el protocolo de recogida de muestras de perifiton es muy importante seguir las recomendaciones europeas sobre como recoger la muestra y que se contemplan en la norma CEN/TC 230 prEN 13946, publicada por la Comisión europea de Normalización (CEN, 2002). Una vez escogidas las piedras (un mínimo de 5) se procede a realizar un raspado de la parte superior de la piedra en una área mínima de 10 cm² (Fig. 1), preservando las células del epifiton en un frasco hermético que se fija inmediatamente con formaldehído (dilución al 4%) y se etiqueta, haciendo constar el número o código de la muestra, fecha de la recogida, nombre del río y nombre del municipio.



Fig. 1. Raspado y recolección de muestras de diatomeas epilíticas.

Las muestras del perifiton se guardan en cajas, dentro de armarios para mantenerlas fuera de la acción directa de la luz, ya que así se preservan mejor. Las muestras han sido depositadas en los herbarios BCN del CEDOC (<http://www.ub.es/cedocbiv/>) y del CRP-Gabriel Lippmann (<http://www.crppl.lu>).

4. Dificultades de muestreo

En la mayor parte de los puntos no ha habido ningún problema para seguir el protocolo de muestreo establecido, que se fundamenta en buscar piedras en la zona de corriente, completamente sumergidas, exentas de algas filamentosas. Se ha hecho el muestreo de diatomeas epilíticas con normalidad en la mayoría de puntos.

Por otro lado, hay que subrayar que el acceso a los puntos de muestreo ha sido relativamente fácil, ya que las fichas y la información sobre cada estación facilitadas por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) han sido una herramienta muy útil y de gran precisión.

No obstante, en un número bajo de localidades se han presentado algunas dificultades, que hay que tener en cuenta para futuras campañas de muestreo. A continuación se relaciona la casuística que hemos encontrado:

- 1) Río o riera seca.
- 2) Aguas quietas, charcas.
- 3) Aguas muy turbias, con presencia de sedimentos en el agua a causa de lluvias torrenciales.
- 4) Punto con poca luz.
- 5) Punto con cantidades notables de *Cladophora* o otras algas filamentosas.

Aunque algunos puntos tuvieran alguno de estos problemas, se ha recogido muestra en todas las localidades, exceptuando las que estaban secas o que solamente presentaban charcas o aguas demasiado turbias.

Por lo que se refiere a los puntos de referencia, también en estas localidades había algunos ríos secos o bien las aguas eran inesperadamente demasiado eutróficas.

5. Metodología en el laboratorio

Siguiendo las normas europeas (CEN, 2001), las muestras recogidas fueron tratadas químicamente para conseguir suspensiones de frústulos de diatomeas limpios de materia orgánica, mediante oxidación con agua oxigenada al 33%, a la que se aplicó calor para acelerar la reacción. Se añadió después ácido clorhídrico para eliminar el carbonato cálcico que pudiera precipitar y dificultar el estudio de los frústulos. Se montaron preparaciones permanentes para ser observadas al microscopio óptico con la resina Naphrax®.

De cada preparación se identificaron al microscopio óptico las especies de diatomeas que había, se llegó al nivel taxonómico menor siempre que fue posible, y se contaron hasta un total de 400 valvas. Los inventarios florísticos se introdujeron en el programa informático OMNIDIA que permite calcular los diferentes índices biológicos de calidad.

6. Resultados

6.1. Calidad biológica de los ríos de la cuenca del Ebro

En el estudio de las muestras de la cuenca del Ebro se han identificado un total de 347 taxones. En la tabla 4 hay un listado de todos los taxones de diatomeas bentónicas estudiados en el presente trabajo, marcando en negrita los taxones más abundantes siguiendo el criterio de destacar aquellos que en al menos un inventario tuvieran una abundancia relativa superior al 5%. Estos taxones los que más influyen en el valor resultante de los índices.

Tan solo un taxón con una abundancia superior al 5% ha presentado problemas para su identificación y no se ha podido, por el momento, definir con exactitud su especie; se trata de un *Gomphonema* próximo a la especie *Gomphonema galilae*.

Los valores de calidad del agua obtenidos por los tres índices calculados (IPS, IBD y CEE) los presentamos en las tablas 1 y 2. En la primera están los resultados para los puntos de la red ICA muestreados y en la segunda las localidades añadidas como puntos de referencia. En la tabla 3 hay un listado de los 6 puntos que estaban secos durante el periodo de muestreo en verano del 2002.

También presentamos los resultados en mapas de calidad biológica de la cuenca del Ebro, donde hemos asignado a cada punto el color que se corresponde con su clase de calidad biológica del agua según el resultado de los índices. Los colores corresponden a una escala de 5 categorías, que resume la escala de 20 valores que dan los índices:

Color					
Calidad del agua	Muy buena	Buena	Moderada	Mala	Muy mala
Valor del índice	20= y =17	17< y =13	13< y =9	9< y =5	5= y =0

En la figura 2 se puede observar cual es la distribución de los puntos de la cuenca del Ebro en lo que respecta a su calidad biológica. Vemos que los tres índices (IPS, IBD y CEE) muestran valoraciones de esta calidad muy similares, con una mayoría de puntos dentro de la calidad "Buena" y un porcentaje similar de localidades en las categorías de "Muy buena" y "Moderada". Especialmente parecidos son el IPS y el CEE, donde todas las categorías tienen unos porcentajes de puntos similares, excepto en la de peor calidad, donde parece que el índice CEE ha clasificado más puntos dentro de esta categoría.

En cambio con el IBD la proporción de localidades de la cuenca del Ebro con una calidad del agua "Moderada" es sensiblemente superior que en las estimaciones de los otros dos índices, en detrimento del porcentaje de sitios considerados como "Muy buenos".

Las correlaciones de los valores obtenidos con los índices para todos los puntos (Fig. 3) nos muestran la mayor coincidencia en las valoraciones que realizan los índices IPS y CEE de la calidad biológica de las aguas en la cuenca del Ebro. Pero dadas las fuertes correlaciones entre estos dos índices con el IBD también podemos afirmar que en general los tres índices tienen un comportamiento similar.

En las figuras 4, 6 y 7 presentamos 3 mapas de calidad biológica mediante diatomeas, uno para cada índice calculado: IPS, IBD y CEE respectivamente.

Para una más rápida visualización y análisis de los resultados hemos hecho un mapa tan solo con los valores del IPS, donde se muestran los puntos divididos en dos categorías: en azul aquellos que son de buena calidad (por encima del valor IPS de 13), que además corresponderían con los objetivos que marca la Directiva Europea Marco del Agua. En amarillo aquellos que están por debajo de 13, que aúnan las categorías de calidad "Moderada", "Mala" y "Muy mala", o sea

aquellos que no cumplirían con lo que estipula la Directiva del agua (Fig. 5). La proporción de localidades de estas dos categorías muestra como en la cuenca del Ebro los puntos en buen estado biológico duplican a los puntos cuya calidad del agua es mala, el 66 % de los puntos respecto al 34%.

Clases de calidad		IPS	IBD	CEE
Muy buena	■	28.2 %	16 %	29.4 %
Buena	■	38.1 %	38.7 %	37.2 %
Moderada	■	21 %	30.4 %	22.8 %
Mala	■	10.5 %	13.8 %	6.1 %
Muy mala	■	2.2 %	1.1 %	4.4 %

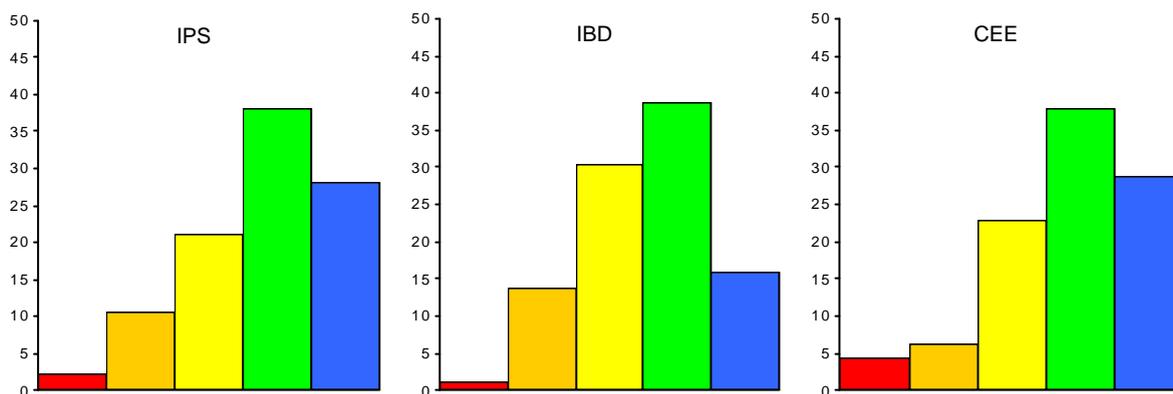


Fig. 2. Distribución de las clases de calidad de los índices de calidad del agua IPS, IBD y CEE, porcentaje del total de puntos en la cuenca del Ebro y tabla de los valores.

En este mapa (Fig. 5) observamos como los puntos que no alcanzan una buena calidad se hayan especialmente en el río Ebro, el cual a partir de Logroño desciende a la categoría de calidad moderada y empeora hasta los embalses de Mequinzenza, Ribarroja y Flix. Los otros ríos que presentan puntos con categorías de calidad baja son los tramos medios y finales del Segre y del Cinca, tramos finales del Gállego, Aragón, Huerva y Huecha. En las localidades situadas aguas arriba, el efecto de la ciudad de Pamplona se hace notar en la calidad de las aguas del Arga, como reflejan los bajos valores del IPS, así como la influencia de Vitoria sobre el río Zadorra. Por el contrario en la gran mayoría de los otros ríos de la cuenca del Ebro la calidad biológica del agua que refleja el índice IPS es óptima.

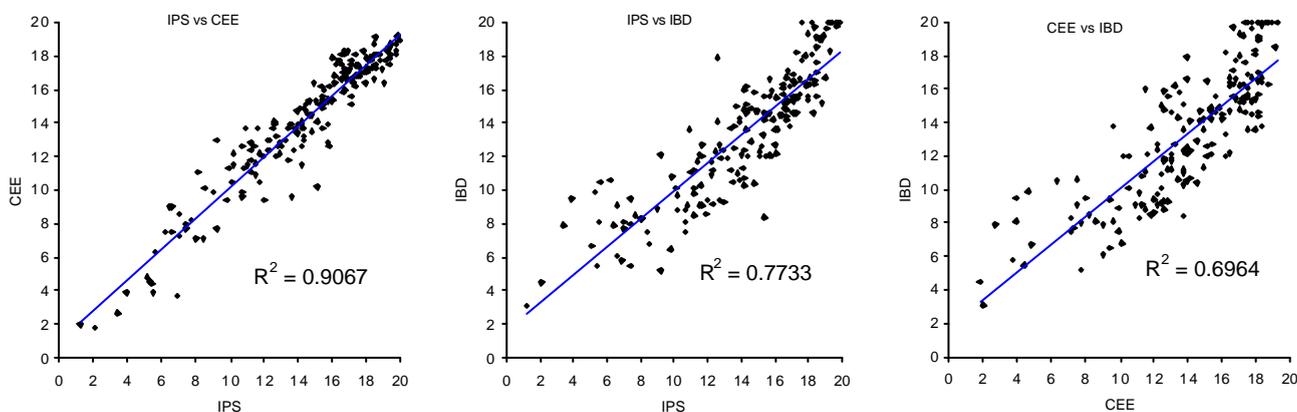


Fig. 3. Correlaciones entre los índices, IPS, IBD y CEE para el total de 184 puntos muestreados en la cuenca del Ebro.

Las 22 localidades denominadas de Referencia, cuyos puntos se seleccionaron fuera de la Red ICA, han resultado ser casi en su totalidad localidades de buena o muy buena calidad biológica y pueden ser utilizadas como sitios de referencia. 13 de las localidades tienen valores que califican a sus aguas como "Muy buenas", 7 de ellas se sitúan en la categoría de "Buenas" y solo hay dos localidades que no han resultado tener una calidad suficiente, según los índices (Tabla 2).

Especialmente en la localidad de Albalate de Cinca, en el río Cinca, la comunidad de diatomeas bentónicas refleja un estado mediocre de la calidad biológica del agua en los tres índices. En el punto situado en Murillo del Fruto, en el río Aragón, los valores de los índices son también bajos, especialmente el del IPS. Estos dos puntos se pueden descartar como puntos de Referencia con los resultados obtenidos durante esta campaña de muestreo del verano 2002.

Fig. 4.-.-Calidad biológica del agua de la cuenca del Ebro según el índice de diatomeas IPS (Índice de Poluosensibilidad específica). Resultados de la campaña del verano 2002.

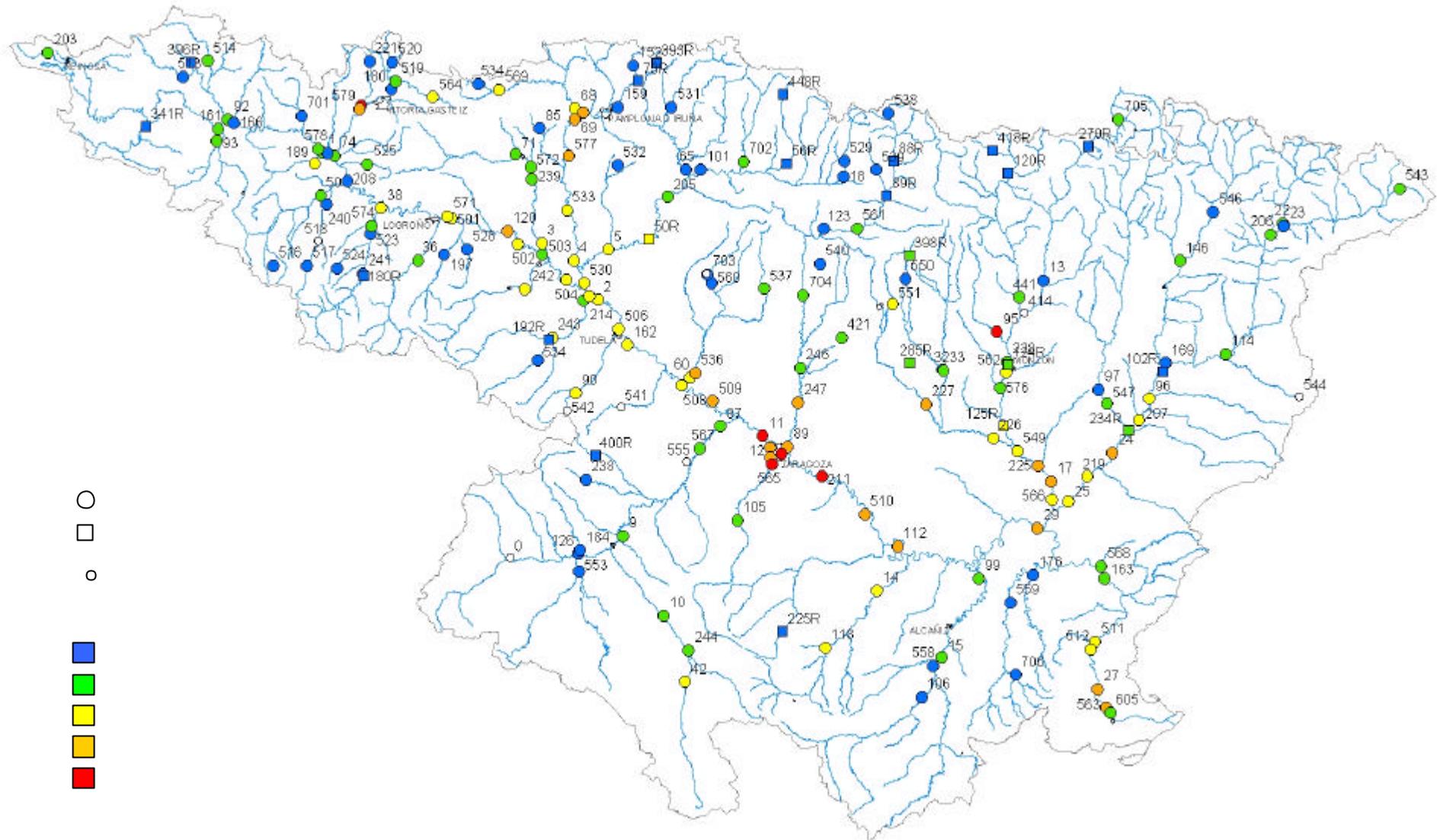


Fig. 5.- Calidad biológica del agua de la cuenca del Ebro uniendo las categorías del índice IPS (Índice de Poluosensibilidad específica). Los puntos azules reflejan buena calidad del agua mientras que los amarillos reflejan una calidad insuficiente. Resultados de la campaña del verano 2002.

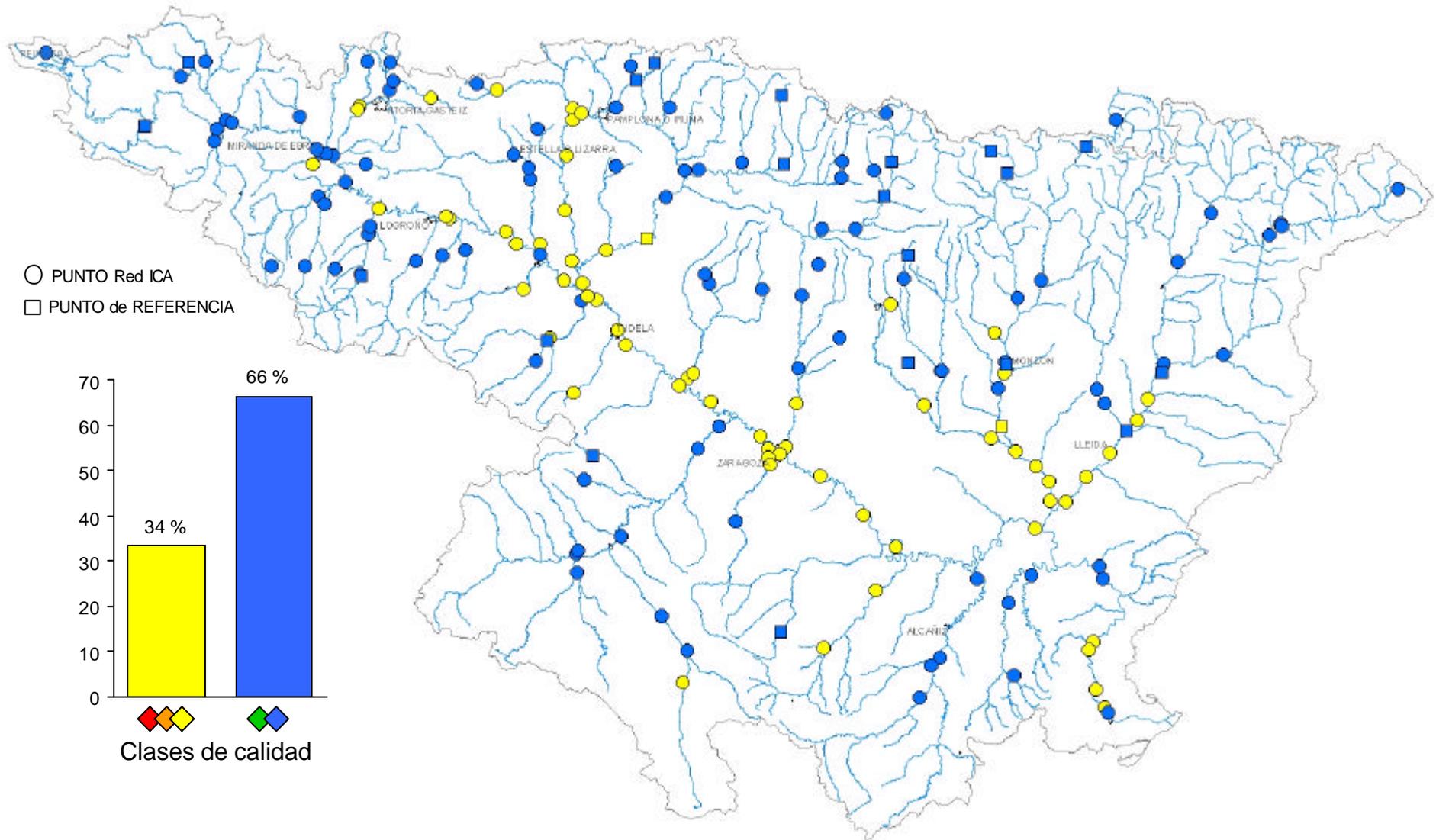


Fig. 6.- Calidad biológica del agua de la cuenca del Ebro según el índice de diatomeas **IBD** (índice Biológico Diatomeas). Resultados de la campaña del verano 2002.

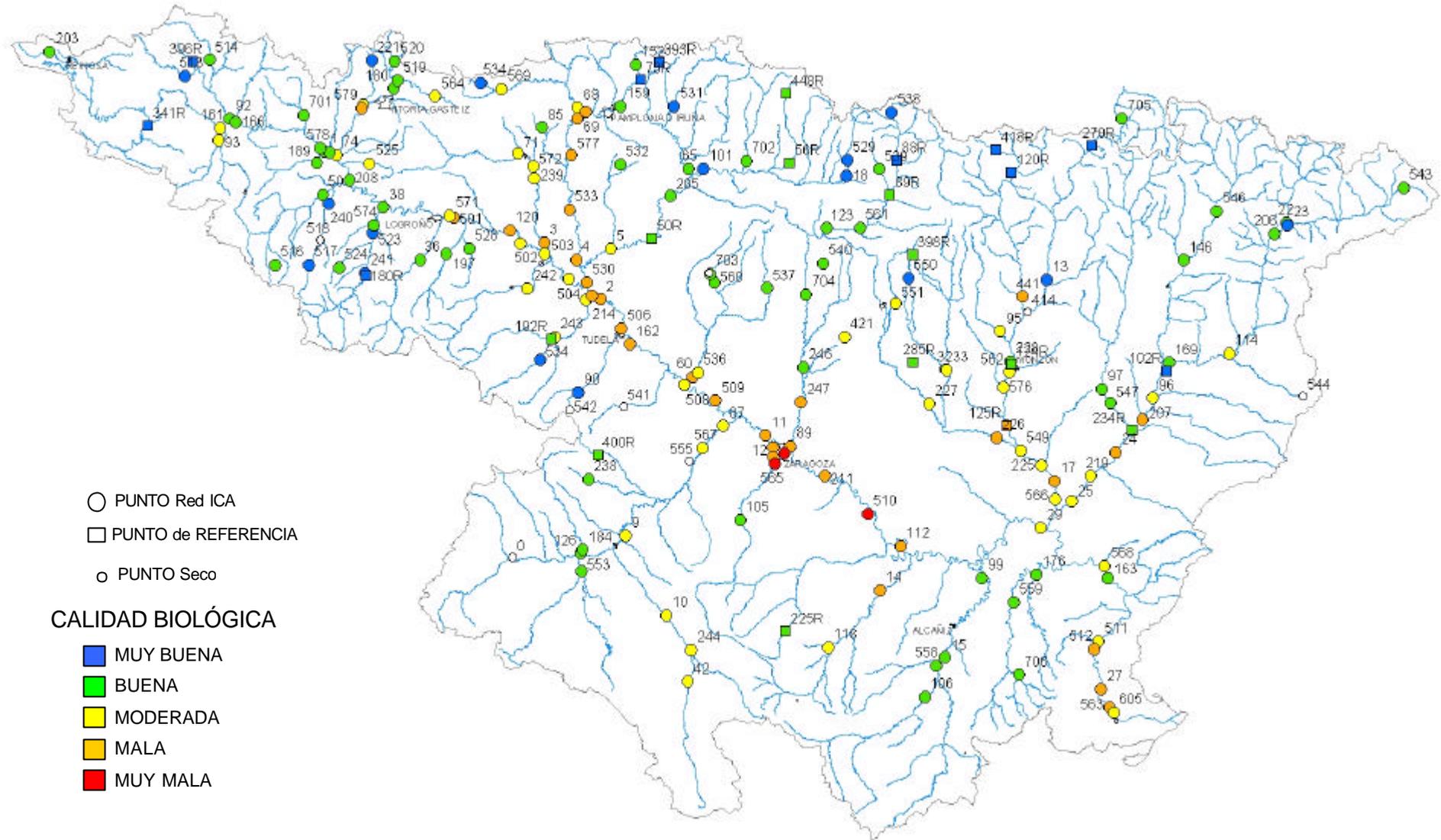


Fig. 7.- Calidad biológica del agua de la cuenca del Ebro según el índice de diatomeas **CEE**. Resultados de la campaña del verano 2002.

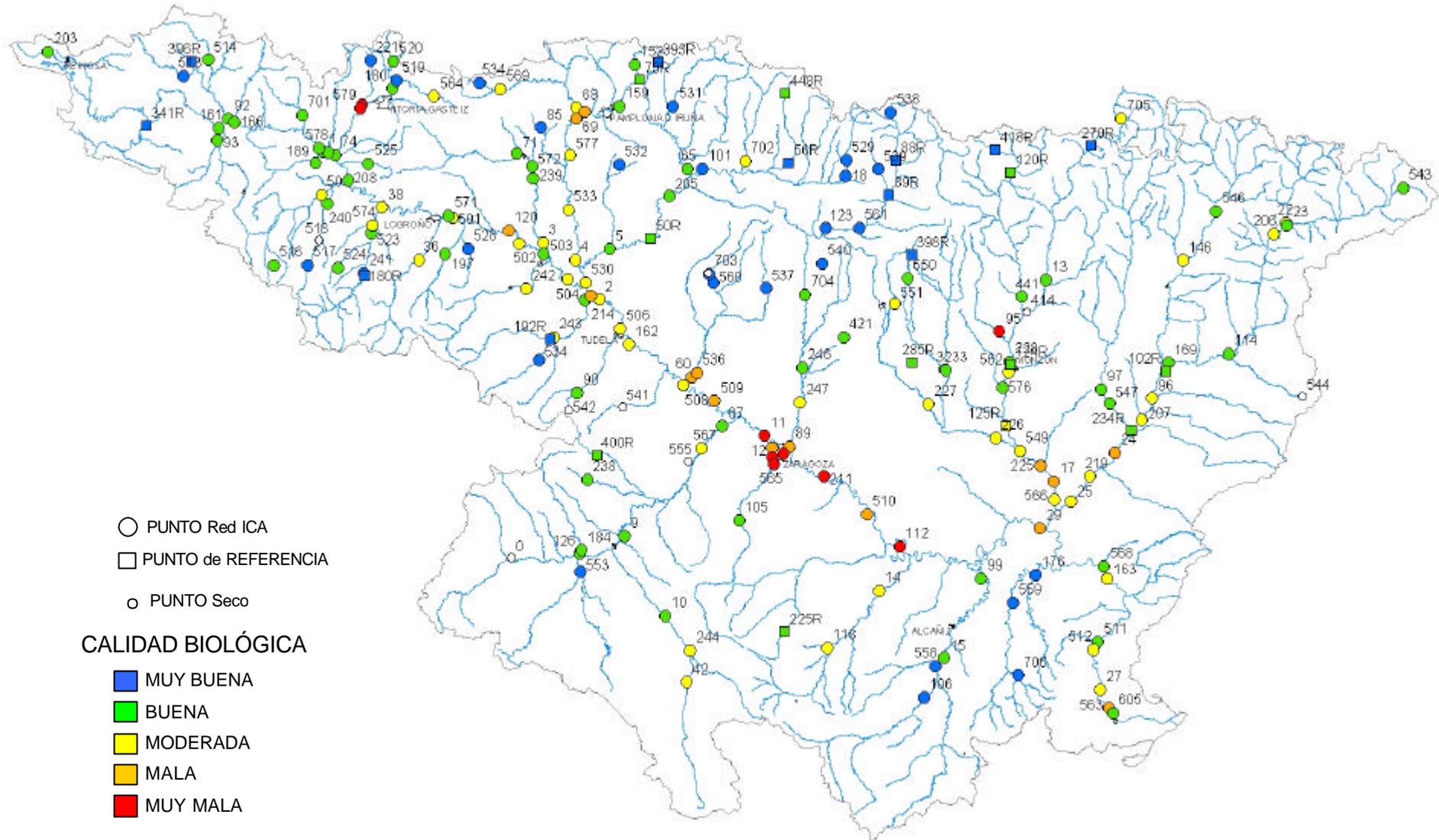


Tabla 1. Valores de los índices de calidad biológica del agua IPS, IBD y CEE. Relación de los puntos de la red ICA muestreados durante el verano 2002.

ICA	Nombre	Provincia	Municipio	IPS	IBD	CEE
1	EBRO EN MIRANDA	BURGOS	MIRANDA DE EBRO	16.1	15.5	17.2
2	EBRO EN CASTEJÓN	LA RIOJA	ALFARO	12.3	9.2	12.4
3	EGA EN ANDOSILLA	NAVARRA	ANDOSILLA	12.9	9.3	12.8
4	ARGA EN FUNES	NAVARRA	FUNES	13	9.3	12.6
5	ARAGÓN EN CAPARROSO	NAVARRA	CAPARROSO	12.5	12.3	13.5
9	JALÓN EN HUERMEDA	ZARAGOZA	CALATAYUD	14.2	10.3	13.7
10	JILOCA EN DAROCA	ZARAGOZA	DAROCA	14.1	11.3	14.9
11	EBRO EN ZARAGOZA	ZARAGOZA	ZARAGOZA	5.1	6.7	4.8
11b	EBRO EN ZARAGOZA (ALMOZARA)	ZARAGOZA	ZARAGOZA	6.6	6.1	9
13	ESERA EN GRAUS	HUESCA	GRAUS	17.6	17.7	16.8
14	MARTÍN EN HIJAR	TERUEL	HIJAR	11.9	8.6	12
15	GUADALOPE-DER. ACEQUIA VIEJA DE ALCAÑIZ	TERUEL	CASTELSERAS	15.9	14.2	15.3
17	CINCA EN FRAGA	HUESCA	FRAGA	7	7.7	7.3
18	ARAGÓN EN JACA	HUESCA	JACA	18.3	19.4	18.1
22	VALIRA EN LA SEU D'URGELL	LERIDA	LA SEU D'URGELL	13.6	13.8	9.6
23	SEGRE EN LA SEU D'URGELL	LERIDA	ALAS y CERC	18.4	19.7	16.6
24	SEGRE EN LÉRIDA	LERIDA	LERIDA	7.7	8.5	8.2
25	SEGRE EN SEROS	LERIDA	SERÓS	9.9	10.8	11.3
27	EBRO EN TORTOSA	TARRAGONA	TORTOSA	9	8.9	9.9
29	EBRO EN MEQUINENZA	ZARAGOZA	MEQUINENZA	7.4	9.5	8
32	GUATIZALEMA EN PERALTA	HUESCA	PERALTA DE ALCOFEA	16.5	16.3	16.6
33	ALCANADRE EN PERALTA	HUESCA	PERALTA DE ALCOFEA	15.3	13.3	16.2
36	IREGUA EN ISLALLANA	LA RIOJA	NALDA	14.3	16.2	13.2
38	NAJERILLA EN TORREMONALBO	LA RIOJA	TORREMONALBO	13.4	13.7	12
42	JILOCA EN CALAMOCHA	TERUEL	CALAMOCHA	12.3	11.2	13
50	TIRÓN EN CUZCURRITA	LA RIOJA	CUZCURRITA-RÍO TIRÓN	13.9	14.3	13.5
60	ARBA EN GALLUR	ZARAGOZA	TAUSTE	9.8	6.5	9.4
65	IRATI EN LIEDENA	NAVARRA	LIEDENA	17	15.4	17.2
68	ARAQUIL EN ASIAÍN	NAVARRA	OLZA	13.2	11.9	12.8
69	ARGA EN ECHAURI	NAVARRA	ECHAURI	8.4	7.5	7.1
71	EGA EN ESTELLA	NAVARRA	ALLIN	16	12.7	15.4
74	ZADORRA EN ARCE	BURGOS	MIRANDA DE EBRO	14.4	12	15.1
85	UBAGUA EN RIEZU	NAVARRA	YERRI	17.5	15.7	17.5
87	JALÓN EN GRISEN	ZARAGOZA	ALAGÓN	14.6	12.9	14.5
89	GÁLLEGO EN ZARAGOZA	ZARAGOZA	ZARAGOZA	7	8.1	8.6
90	QUEILES-VAL EN LOS FAYOS	ZARAGOZA	LOS FAYOS	12.6	17.9	13.9
92	NELA EN TRESPADERNE	BURGOS	TRESPADERNE	14.3	13.6	14.9
93	OCA EN OÑA	BURGOS	OÑA	15.2	12.6	15.1
95	VERO EN BARBASTRO	HUESCA	BARBASTRO	5.3	9.9	4.6
96	SEGRE EN BALAGUER	LERIDA	BALAGUER	12.9	12.4	12.2
97	NOGUERA RIBAGORZANA EN PIÑANA	LERIDA	CASTILLONROY	17.5	16.6	16.8
99	GUADALOPE EN E. CASPE	ZARAGOZA	CASPE	13.9	14.1	14.7
101	ARAGÓN EN YESA	NAVARRA	YESA	18.2	18.1	17.9
105	HUERVA EN E. MEZALLOCHA	ZARAGOZA	MEZALLOCHA	15	14.7	15.3
106	GUADALOPE EN SANTOLEA	TERUEL	CASTELLOTE	18.5	17	18.1
112	EBRO EN SASTAGO	ZARAGOZA	SASTAGO	6.9	5.8	3.7
114	SEGRE EN PONTS	LERIDA	PONTS	13.8	11	13.7

ICA	Nombre	Provincia	Municipio	IPS	IBD	CEE
118	MARTÍN EN OLIETE	TERUEL	OLIETE	11.2	9.8	11.1
120	EBRO EN MENDAVIA (DER. C. LODOSA)	NAVARRA	LODOSA	6.4	7.9	9
123	GÁLLEGO EN ANZANIGO	HUESCA	CALDEARENAS	18.4	16.5	18.1
126	JALÓN EN ATECA	ZARAGOZA	ATECA	16.7	15.2	17.3
146	NOGUERA PALLARESA EN LA POBLA DE SEGUR	LERIDA	LA POBLA DE SEGUR	15.8	15.9	12.6
152	ARGA EN E. EUGUI	NAVARRA	ESTERIBAR	17.1	14.6	15.6
159	ARGA EN HUARTE	NAVARRA	HUARTE	17.1	15.6	16.6
161	EBRO EN CERECEDA	BURGOS	OÑA	15.5	12	15.1
162	EBRO EN PIGNATELLI	NAVARRA	FONTELLAS	10.7	8.8	12.6
163	EBRO EN ASCO	TARRAGONA	ASCO	14.2	14.6	12.6
165	BAYAS EN MIRANDA	BURGOS	MIRANDA DE EBRO	16.7	14.2	16
166	JEREA EN PALAZUELOS	BURGOS	TRESPADERNE	16.7	14.8	17
169	NOGUERA PALLARESA EN CAMARASA	LERIDA	CAMARASA	18.1	16.3	17.2
176	MATARRAÑA EN NONASPE	ZARAGOZA	NONASPE	17.8	16.4	18.3
179	ZADORRA EN VITORIA TRESPUENTES	ALAVA	IRUÑA DE OCA	3.9	9.5	3.9
180	ZADORRA EN DURANA	ALAVA	ARRAZUA-UBARRUNDIA	17.2	16.4	16.8
184	MANUBLES (Jalón) EN ATECA	ZARAGOZA	ATECA	16.6	15.2	16.8
189	ORONCILLO EN ORÓN	BURGOS	MIRANDA DE EBRO	10.9	13.6	13.5
197	LEZA EN RIBAFRECHA	LA RIOJA	LEZA DEL RIO LEZA	18	15.6	17.2
203	HIJAR EN REINOSA-ESPINILLA	CANTABRIA	HERMANDAD DE CAMPO DE SUSO	15.7	16.6	13.9
205	ARAGÓN EN SANGÜESA	NAVARRA	CASEDA	15.4	14.6	15.4
206	SEGRE EN PLA DE SANT TIRS	LERIDA	RIBERA D'URGELLET	14.2	16	11.5
207	SEGRE EN VILANOVA DE LA BARCA	LERIDA	VILANOVA DE LA BARCA	11.5	9.1	10.9
208	EBRO EN CONCHAS DE HARO	LA RIOJA	HARO	16.6	14.9	16
211	EBRO EN PRESA PINA	ZARAGOZA	EL BURGO DE EBRO	3.4	7.9	2.7
214	ALHAMA EN ALFARO	LA RIOJA	ALFARO	14.2	10.7	14.1
216	HUERVA EN ZARAGOZA	ZARAGOZA	ZARAGOZA	2.1	4.5	1.8
217	ARGA EN ORORBIA	NAVARRA	OLZA	8	8.3	7.1
219	SEGRE EN TORRES DE SEGRE	LERIDA	TORRES DE SEGRE	11.5	12.1	11.6
221	SUBIALDE EN LARRINOA	ALAVA	CIGOITIA	19.7	20	18.1
225	CLAMOR AMARGA EN ZAIDIN	HUESCA	ZAIDIN	5.6	10.5	6.3
226	ALCANADRE EN ONTIÑENA	HUESCA	ONTIÑENA	10.7	8.1	9.6
227	FLUMEN EN SARIÑENA	HUESCA	SARIÑENA	9.2	12.1	13
228	CINCA EN MONZON	HUESCA	MONZÓN	15.7	14.6	15.4
238	ARANDA EN E. MAIDEVERA	ZARAGOZA	ARANDA DE MONCAYO	16.7	15.4	16.4
239	EGA EN ALLO	NAVARRA	MORENTIN	15.1	12.3	14.1
240	OJA EN CASTAÑARES	LA RIOJA	CASTAÑARES DE RIOJA	17.8	18	17
241	NAJERILLA EN BAÑOS	LA RIOJA	ANGUIANO	19.3	20	18.5
242	CIDACOS EN AUTOL	LA RIOJA	AUTOL	11.2	11.2	12.8
243	ALHAMA EN FITERO	NAVARRA	CERVERA DEL RIO ALHAMA	11.7	12.7	12.2
244	JILOCA EN LUCO	TERUEL	CALAMOCHA	15.1	12	14.9
246	GÁLLEGO EN ONTINAR	ZARAGOZA	ZUERA	14.3	15.1	13.7
247	GÁLLEGO EN VILLANUEVA	ZARAGOZA	SAN MATEO DE GÁLLEGO	8.1	8.3	11.1
421	C. MONEGROS EN ALMUDEVAR	HUESCA	ALMUDEVAR	15.8	12	16.2
441	CINCA EN EL GRADO	HUESCA	EL GRADO	15.4	8.4	13.7
501	EBRO EN VIANA	NAVARRA	VIANA	11.7	9.1	12.2
502	EBRO EN SARTAGUDA	NAVARRA	SARTAGUDA	12.2	10.9	12.4
503	EBRO EN SAN ADRIAN	NAVARRA	SAN ADRIAN	13.5	10.5	13.9
504	EBRO EN RINCÓN DE SOTO	LA RIOJA	RINCÓN DE SOTO	10.2	9.7	12.2
505	EBRO EN ALFARO	LA RIOJA	ALFARO	12	9.4	11.1
506	EBRO EN TUDELA	NAVARRA	TUDELA	10.7	7.5	9.7

ICA	Nombre	Provincia	Municipio	IPS	IBD	CEE
507	CANAL IMPERIAL EN ZARAGOZA	ZARAGOZA	ZARAGOZA	7.4	5.5	-
508	EBRO EN GALLUR	ZARAGOZA	GALLUR	11.2	10.1	12.4
509	EBRO EN REMOLINOS	ZARAGOZA	ALCALA DE EBRO	7.4	8	7.7
510	EBRO EN QUINTO	ZARAGOZA	QUINTO	9.2	5.2	7.7
511	EBRO EN BENIFALLET	TARRAGONA	BENIFALLET	13.4	11.2	13.7
512	EBRO EN XERTA	TARRAGONA	XERTA	10.8	9.1	11.3
513	NELA EN CIGÜENZA	BURGOS	VILLARCAYO	18.7	18.9	18.1
514	TRUEBA EN QUINTANILLA DE PIENZA	BURGOS	MERINDAD DE MONTIJA	14.6	14.9	15.3
516	OROPESA EN PRADOLUENGO	BURGOS	PRADOLUENGO	19	16.7	16.4
517	OJA EN EZCARAY	LA RIOJA	EZCARAY	19.3	18.3	17.9
519	ZADORRA EN E. ULLIVARRI	ALAVA	ARRAZUA-UBARRUNDIA	16	13.6	17.9
520	ADRÍN Y URQUIOLA EN E. ALBINA	ALAVA	VILLAREAL DE ALAVA	17.4	15.5	17.9
523	NAJERILLA EN NÁJERA	LA RIOJA	NÁJERA	17.6	20	17.3
524	BCO CADAJÓN EN SAN MILLAN DE LA COGOLLA	LA RIOJA	BERCEO	18.3	14.6	17.3
525	INGLARES EN BERGANZO	ALAVA	PEÑACERRADA	16.1	12.2	16.4
528	JUBERA EN MURILLO DE RIO LEZA	LA RIOJA	LAGUNILLA DEL JUBERA	18.5	15.6	17.3
529	ARAGÓN EN CASTIELLO	HUESCA	CASTIELLO DE JACA	19.1	19.6	18.1
530	ARAGÓN EN MILAGRO	NAVARRA	MILAGRO	12.7	9.4	12
531	IRATI EN EZCAY	NAVARRA	ARTZE	19.4	20	18.1
532	RGTA. MAIRAGA EN E. MAIRAGA	NAVARRA	OLORIZ	17.3	14.6	18.1
533	ARGA EN MIRANDA DE ARGA	NAVARRA	MIRANDA DE ARGA	10.2	8.8	11.5
534	ALZANÍA EN E. URDALUR	NAVARRA	ZORDIA	18.5	18.5	18.3
535	ALHAMA EN AGUILAR	LA RIOJA	AGUILAR DEL RIO ALHAMA	18.5	19.1	18.1
536	ARBA DE LUESIA EN A. LUGAR	ZARAGOZA	TAUSTE	6.2	10.6	7.5
537	ARBA DE BIEL EN LUNA	ZARAGOZA	LUNA	16.4	14.5	17.7
538	AGUAS LIMPIAS EN E. SARRA	HUESCA	SALLENT DE GÁLLEGO	18.8	19	18.1
539	AURIN EN ISIN	HUESCA	SABIÑÁNIGO	18	15.4	17.9
540	BCO. FONTOBAL (GÁLLEGO) EN AYERBE	HUESCA	AYERBE	16.7	14.4	18.1
543	ERR EN LLÍVIA	GIRONA	LLÍVIA	14.8	15.8	13.5
546	BCO. SANTA ANNA EN SORT	LERIDA	SORT	17.1	16.5	15.1
547	NOGUERA RIBAGORZANA EN ALBESA	LERIDA	ALMENAR	14.4	14.7	14.7
549	CINCA EN BALLOBAR	HUESCA	BALLOBAR	12.8	11.9	12.6
550	GUATIZALEMA EN E. VADIELLO	HUESCA	LOPORZANO	17.3	18.2	16.2
551	FLUMEN EN A. TIERZ	HUESCA	QUICENA	12.7	12.7	13.2
553	PIEDRA (Jalón) EN E. TRANQUERA	ZARAGOZA	CARENAS	16.5	15.7	17.9
558	GUADALOPE EN CALANDA	TERUEL	CALANDA	18.1	16.7	17.7
559	MATARRAÑA EN MAELLA	ZARAGOZA	MAELLA	18.4	16.3	18.7
560	CANAL DE BARDENAS	ZARAGOZA	BIOTA	18.7	15.2	17.5
561	GÁLLEGO EN JABARRELLA	HUESCA	CALDEARENAS	16.3	14.5	17.7
562	CINCA EN MONZÓN (aguas abajo)	HUESCA	MONZÓN	12.2	11.7	13
563	EBRO EN CAMPREDÓ	TARRAGONA	TORTOSA	6.6	9.1	7.5
564	ZADORRA EN SALVATIERRA	ALAVA	BARRUNDIA	11	11.1	11.5
565	HUERVA EN ZARAGOZA (Fte. De La Junquera)	ZARAGOZA	ZARAGOZA	1.2	3.1	2
566	CINCA EN TORRENTE DE CINCA	HUESCA	TORRENTE DE CINCA	10.1	10.1	10.5
567	JALÓN EN URREA	ZARAGOZA	URREA DE JALÓN	13.9	10.6	13.4
568	EBRO EN FILX	TARRAGONA	FLIX	14.8	10.4	14.5
569	ARAQUIL EN ALSASUA	NAVARRA	URDIAN	11.7	12	10.5
571	EBRO EN LOGROÑO-VAREA	LA RIOJA	LOGROÑO	11.6	10.3	13.7
572	EGA EN ARINZANO	NAVARRA	ABERIN	15.7	12.1	15.3
574	NAJERILLA EN NÁJERA (Aguas abajo)	LA RIOJA	NÁJERA	13.7	15	12.4
576	CINCA EN POMAR	HUESCA	SAN MIGUEL DEL CINCA	14.2	12.4	13.9

ICA	Nombre	Provincia	Municipio	IPS	IBD	CEE
577	ARGA EN PUENTE LA REINA	NAVARRA	PUENTE LA REINA	8.5	6.8	10.1
578	EBRO EN MIRANDA (Aguas arriba)	BURGOS	MIRANDA DE EBRO	14.9	14.7	16.6
579	ZADORRA EN VILLODAS	ALAVA	IRUÑA DE OCA	5.5	8.1	3.9
605	EBRO EN AMPOSTA	TARRAGONA	AMPOSTA	14	12.1	13.9
701	OMECILLO EN ESPEJO	ALAVA	VALDEGOVIA	17.3	15.5	16.8
702	ESCA EN SIGÜES	ZARAGOZA	SIGÜES	14.3	14.6	13.4
703	ARBA DE LUESIA EN BIOTA	ZARAGOZA	BIOTA	16.9	13.8	18.3
704	GÁLLEGO EN ARDISA	ZARAGOZA	BISCARRUES	15.5	14.5	16
705	GARONA EN VALH D'ARAU	LERIDA	BORDES (ES)	15.7	15.6	12.8
706	MATARRAÑA EN VALDEROBRES	TERUEL	VALDEROBRES	16.5	16.1	17.5

Tabla 2. Valores de los índices de calidad biológica del agua IPS, IBD y CEE. Relación de los puntos de Referencia muestreados durante el verano 2002.

Código	Nombre	Provincia	Municipio	IPS	IBD	CEE
50R	ARAGON EN MURILLO	NAVARRA	EL FRUTO	12.6	14.1	14.1
56R	VERAL EN BINIES	HUESCA	BINIES	17.1	16.9	16.8
73R	ARGA EN EL PUENTE DE ZUBIRI	NAVARRA	ESTERIBAR	18.5	17.6	17.5
88R	GÁLLEGO EN BIESCAS	HUESCA	BIESCAS	19.4	20	18.7
89R	GÁLLEGO EN EMBALSE DE SABIÑANIGO	HUESCA		17.1	15.3	17.7
102R	SEGRE BALAGUER	LERIDA	BALAGUER	18	19.3	17
120R	CINCA EN SALINAS	HUESCA	SALINAS	18.9	19.2	17.2
124R	CINCA EN MONZÓN	HUESCA	MONZÓN	15.4	15.6	15.6
125R	CINCA EN ALBALATE DE CINCA	HUESCA	ALBALATE DE CINCA	11.2	8.5	11.8
180R	NAJERILLA EN ANGUIANO (Central eléctrica de Recajo)	LA RIOJA	ANGUIANO	19.2	20	18.3
192R	ALHAMA EN VENTAS DEL BAÑO	LA RIOJA	CERVERA DEL RIO ALHAMA	16.7	16.7	18.1
225R	AGUAS VIVAS EN BLESA	HUESCA	BIESCAS	16.9	16.2	17
234R	GUADALOPE EN ALIAGA	LERIDA	CORBINS	13.6	12.5	13.9
270R	ÉSERA EN BENASQUE	HUESCA	BENASQUE	19.9	20	18.9
285R	GUATIZALEMA EN SIÉTAMO	HUESCA	SIÉTAMO	15.3	14.2	14.9
341R	RUDRÓN EN VALDELAJEJA	BURGOS	VALDELAJEJA	19.7	19.8	18.5
393R	ERRO EN SOROGAIN	NAVARRA	SOROGAIN	19.8	20	19.1
396R	TREMA EN TORME	BURGOS	VILLARCAYO	19.3	20	17.7
398R	GUATIZALEMA EN NOZITO	HUESCA	NOZITO	16.2	13.6	17.5
400R	ISUELA EN CALCENA (Ermita de San Roque)	ZARAGOZA	CALCENA	17.9	16.2	16.2
418R	BARROSA EN FRONTERA	HUESCA	BIELSA	19.7	20	18.7
448R	VERAL EN ZURIZA	HUESCA	ZURIZA	16.8	17.1	17.2

Tabla 3. Puntos que se hallaron secos durante el muestreo efectuado durante el verano de 2002

Código	Nombre	Provincia	Municipio	
84R	LUESIA EN BIOTA	ZARAGOZA	BIOTA	Punto de referencia (no Red ICA)
354R	NAJIMA	ZARAGOZA	MONREAL DE ARIZA	Punto de referencia (no Red ICA)
414	CANAL Aragón/Cataluña	HUESCA	OLVENA	Punto Red ICA
518	OJA	LA RIOJA	SANTURDE	Punto Red ICA
541	HUECHA	LA RIOJA	BULBUENTE	Punto Red ICA
542	AYO. AGRAMONTE EN AGRAMONTE	SORIA	AGREDA	Punto Red ICA
544	LLOBREGÓS	LERIDA	LA MOLSOSA	Punto Red ICA
555	RANE (BCO.)	ZARAGOZA	LUMPIAQUE	Punto Red ICA

Tabla 4. Listado de los 347 taxones de diatomeas identificados en la cuenca del Ebro durante la campaña de muestreo de verano del 2002. Los taxones en negrita tenían una abundancia relativa superior al 5 % al menos en uno de los puntos estudiados.

<i>Achnanthes atomus</i> Hustedt	<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) Mann
<i>Achnanthes conspicua</i> A. Mayer	<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) Mann
<i>Achnanthes engelbrechtii</i> Chlonoky	<i>Craticula buderi</i> (Hustedt) Lange-Bertalot
<i>Achnanthes exigua</i> Grunow	<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) Mann
<i>Achnanthes exilis</i> Kützing	<i>Craticula halophila</i> (Grunow) Mann
<i>Achnanthes flexella</i> (Kützing) Brun	<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs) Williams & Round
<i>Achnanthes ploenensis</i> Hustedt var. <i>gessneri</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round
<i>Achnanthes rupestroides</i> Hohn	<i>Cyclostephanos invisitatus</i> (Hohn & Hellerman) Theriot, Stoermer & Hakansson
<i>Achnanthes trinodis</i> (Smith) Grunow	<i>Cyclostephanos tholiformis</i> Stoermer, Hakansson & Theriot
<i>Achnantheidium alteragracillima</i> (Lange-Bertalot) Round & Bukhtiyarova	<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt
<i>Achnantheidium biasolettianum</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	<i>Cyclotella atomus</i> var. <i>gracilis</i> Genkal & Kiss
<i>Achnantheidium caledonica</i> Lange-Bertalot	<i>Cyclotella cyclopuncta</i> Hakansson & Carter
<i>Achnantheidium catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	<i>Cyclotella disting uenda</i> Hustedt
<i>Achnantheidium exilis</i> (Kützing) Round & Bukhtiyarova	<i>Cyclotella meduanae</i> Germain
<i>Achnantheidium latecephalum</i> Kobayasi	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing
<i>Achnantheidium minutissima</i> (Kützing) Czarnecki var. <i>affinis</i> (Grunow) Bukhtiyarova	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	<i>Cyclotella oligactis</i> (Ehrenberg) Ralfs
<i>Achnantheidium saprophila</i> (Kobayasi & Mayama) Round & Bukhtiyarova	<i>Cyclotella pseudostelligera</i> Hustedt
<i>Achnantheidium straubianum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	<i>Cyclotella radiosa</i> (Grunow) Lemmermann
<i>Achnantheidium subatomus</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brebisson) Smith
<i>Actinocyclus normanii</i> (Gregory) Hustedt	<i>Cymatopleura solea</i> (Brebisson) Smith
<i>Adlafia bryophila</i> (Petersen) Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin	<i>Cymbella affinis</i> Kützing
<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot	<i>Cymbella amphicephala</i> Naegeli
<i>Adlafia minuscula</i> var. <i>muralis</i> (Grunow) Lange-Bertalot	<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner
<i>Adlafia suchlandtii</i> (Hustedt) Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin	<i>Cymbella delicatula</i> Kützing
<i>Amphipleura pellucida</i> Kützing	<i>Cymbella helvetica</i> Kützing
<i>Amphora inariensis</i> Krammer	<i>Cymbella incerta</i> (Grunow) Cleve
<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg	<i>Cymbella laevis</i> Naegeli
<i>Amphora montana</i> Krasske	<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehrenberg) Van Heurck
<i>Amphora normanii</i> Rabenhorst	<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	<i>Cymbella naviculacea</i> Grunow
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	<i>Cymbella naviculiformis</i> Auerswald
<i>Amphora thumensis</i> (Mayer) Cleve-Euler	<i>Cymbella neoleptoceros</i> Krammer
<i>Amphora veneta</i> Kützing	<i>Cymbella rupicola</i> Grunow
<i>Aneumastus stroesei</i> (Oestrup) Mann	<i>Cymbella subaequalis</i> Grunow
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	<i>Cymbella tumida</i> (Brebisson) Van Heurck
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	<i>Cymbella turgidula</i> Grunow
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen var. <i>tenuissima</i> (Grunow) Simonsen	<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow var. <i>rumrichae</i> Krammer
<i>Aulacoseira subartica</i> (Muller) Haworth	<i>Denticula subtilis</i> Grunow
<i>Bacillaria paxillifera</i> (Müller) Hendey	<i>Denticula tenuis</i> Kützing
<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot	<i>Diadesmis confervacea</i> Kützing
<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross	<i>Diadesmis perpusilla</i> (Grunow) Lange-Bertalot
<i>Caloneis amphibaena</i> (Bory) Cleve	<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing
<i>Caloneis schumanniana</i> (Grunow) Cleve var. <i>biconstricta</i> (Grunow) Reichelt	<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	<i>Diatoma problematica</i> Lange-Bertalot
<i>Campylodiscus hibernicus</i> Ehrenberg	<i>Diatoma tenuis</i> Agardh
<i>Cavinula cocconeiformis</i> (Gregory) Mann & Stickle	<i>Diatoma vulgare</i> Bory
<i>Cavinula intractata</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>pseudolineata</i> Geitler	<i>Diploneis oculata</i> (Brebisson) Cleve
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	<i>Diploneis parva</i> Cleve
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	<i>Diploneis pseudovalis</i> Hustedt

Ellerbeckia arenaria (Moore) Crawford

***Encyonema caespitosum* Kützing**

Encyonema lacustre (Agardh) F.W. Mills

***Encyonema minutum* (Hilse) Mann**

Encyonema neocaledonicum (Manguin) Krammer

Encyonema neogracile Krammer

Encyonema paucistriatum (Cleve-Euler) Mann

Encyonema prostratum (Berkeley) Kützing

Encyonema reichardtii (Krammer) Mann

***Encyonema silesiacum* (Bleisch) Mann**

***Encyonopsis cesatii* (Rabenhorst) Krammer**

Encyonopsis falaisensis (Grunow) Krammer

Encyonopsis latarea (Maillard) Krammer

***Encyonopsis microcephala* (Grunow) Krammer**

Entomoneis paludosa (Smith) Reimer

***Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bertalot**

***Eolimna subminuscula* (Manguin) Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin**

Epithemia adnata (Kützing) Brebisson

Eucocconeis flexella (Kützing) Brun

Eucocconeis laevis (Oestrup) Lange-Bertalot

Eunotia arcubus Nörpel & Lange-Bertalot

Eunotia arcus Ehrenberg

Fallacia helensis (Schulz.) Mann

Fallacia pygmaea (Kützing) Stickle & Mann

Fallacia subhamulata (Grunow) Mann

Fallacia tenera (Hustedt) Mann

Fistulifera pelliculosa (Brebisson) Lange-Bertalot

***Fistulifera saphophila* (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot**

***Fragilaria arcus* (Ehrenberg) Cleve**

Fragilaria bidens Heiberg

Fragilaria capucina Desmazières

Fragilaria capucina ssp. *austriaca* (Grunow) Lange-Bertalot

***Fragilaria capucina* ssp. *rumpens* (Kützing) Lange-Bertalot**

Fragilaria capucina var. *mesolepta* (Rabenhorst) Rabenhorst

***Fragilaria capucina* var. *perminuta* (Grunow) Lange-Bertalot**

Fragilaria capucina var. *radians* (Kützing) Lange-Bertalot

***Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (Kützing) Lange-Bertalot**

Fragilaria construens (Ehrenberg) Grunow f. *venter* (Ehrenberg) Hustedt

Fragilaria construens (Ehrenberg) Grunow var. *subsalina* Hustedt

Fragilaria dilatata (Brebisson) Lange-Bertalot

Fragilaria fasciculata (Agardh) Lange-Bertalot

Fragilaria leptostauron (Ehrenberg) Hustedt

***Fragilaria nanana* Lange-Bertalot**

Fragilaria parasitica (Smith) Grunow

Fragilaria parasitica var. *subconstricta* Grunow

***Fragilaria tenera* (Smith) Lange-Bertalot**

Fragilaria ulna (Nitzsch.) Lange-Bertalot

***Fragilaria ulnavar. acus* (Kützing) Lange-Bertalot**

Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni

***Geissleria acceptata* (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin**

Geissleria decussis (Oestrup) Lange-Bertalot & Metzeltin

Gomphonema acuminatum Ehrenberg

Gomphonema clavatum Ehrenberg

Gomphonema cymbellinum Reichardt & Lange-Bertalot

Gomphonema exilissimum (Grunow) Lange-Bertalot & Reichardt

***Gomphonema lateripunctatum* Reichardt & Lange-Bertalot**

Gomphonema micropus Kützing

***Gomphonema minutum* (Agardh) Agardh**

***Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson**

Gomphonema olivaceum var. *olivaceoides* (Hustedt) Lange-Bertalot

***Gomphonema parvulum* Kützing**

***Gomphonema pumilum* (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot**

***Gomphonema tergestinum* (Grunow) Fricke**

Gomphonema truncatum Ehrenberg

Gomphosphenia lingulatiformis (Lange-Bertalot & Reichardt) Lange-Bertalot

Gyrosigma attenuatum (Kützing) Cleve

Gyrosigma nodiferum (Grunow) Råmer

Hippodonta avittata (Cholnoky) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski

Hippodonta capitata (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski

Hippodonta hungarica (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski

Karayevia clevei (Grunow) Round & Bukhtiyarova

Karayevia laterostrata (Hustedt) Round & Bukhtiyarova

Kolbesia kolbei (Hustedt) Round & Bukhtiyarova

***Kolbesia ploenensis* (Hustedt) Round & Bukhtiyarova**

Luticola cohnii (Hilse) Mann

Luticola goeppertiana (Bleisch) Mann

Luticola kotschyi (Grunow) Mann

Luticola mutica (Kützing) Mann

Luticola nivalis (Ehrenberg) Mann

***Luticola ventricosa* (Kützing) Mann**

Mayamaea atomus (Kützing) Lange-Bertalot

***Mayamaea atomus* var. *permitis* (Hustedt) Lange-Bertalot**

Mayamaea fossalis (Krasske) Lange-Bertalot

Melosira varians Agardh

Meridion circulare (Greville) Agardh

Navicula angusta Grunow

***Navicula antonii* Lange-Bertalot**

Navicula arvensis Hustedt

Navicula broetzii Lange-Bertalot & Reichardt

***Navicula capitatoradiata* Germain**

Navicula cari Ehrenberg

***Navicula caterva* Hohn & Hellerman**

Navicula cincta (Ehrenberg) Ralfs

Navicula cryptocephala Kützing

***Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot**

Navicula cryptotenelloides Lange-Bertalot

***Navicula erifuga* Lange-Bertalot**

Navicula exilis Kützing

Navicula germanii Wallace

***Navicula gregaria* Donkin**

Navicula heimansioides Lange-Bertalot

Navicula joubaudii Germain

Navicula lacustris Gregory

***Navicula lanceolata* (Agardh) Ehrenberg**

Navicula lenzii Hustedt

Navicula lundii Reichardt

Navicula mannii Hagelstein

Navicula menisculus Schumann

Navicula molestiformis Hustedt

Navicula obsita Hustedt

Navicula oligotraphenta Lange-Bertalot & Hofmann

***Navicula pseudotenelloides* Krasske**

Navicula radiosa Kützing

Navicula radiosafallax Lange-Bertalot

Navicula recens (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot

Navicula reichardtiana Lange-Bertalot

Navicula restitua Schmidt

Navicula rhynchocephala Kützing

Navicula rostellata Kützing

Navicula schroeteri Meister

Navicula subalpina Reichardt

Navicula subrotundata Hustedt

Navicula symmetrica Patrick

Navicula tenelloides Hustedt

Navicula tripunctata (Müller) Bory

Navicula trivialis Lange-Bertalot

Navicula vandamii Schoeman & Archibald

Navicula veneta Kützing

Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg

Navicula viridula var. *germainii* (Wallace) Lange-Bertalot

Navicula viridula var. *rostellata* (Kützing) Cleve

Navicula wildii Lange-Bertalot

Naviculadicta absoluta (Hustedt) Lange-Bertalot

Neidium binodeforme Krammer

Neidium dubium (Ehrenberg) Cleve

Nitzschia acicularis (Kützing) Smith

Nitzschia amphibia Grunow

Nitzschia amplexans Hustedt

Nitzschia angustatula Lange-Bertalot

Nitzschia archibaldii Lange-Bertalot

Nitzschia aurariae Cholnoky

Nitzschia bacilliformis Hustedt

Nitzschia bergii Cleve-Euler

Nitzschia brevissima Grunow

Nitzschia brunoii Lange-Bertalot

Nitzschia capitellata Hustedt

Nitzschia clausii Hantzsch

Nitzschia communis Rabenhorst

Nitzschia denticula Grunow

Nitzschia desertorum Hustedt

Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow

Nitzschia draveillensis Coste & Ricard

Nitzschia elegantula Grunow

Nitzschia filiformis (Smith) Van Heurck

Nitzschia filiformis var. *conferta* (Richter) Lange-Bertalot

Nitzschia fonticola Grunow

Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow

Nitzschia fruticosa Hustedt

Nitzschia gessneri Hustedt

Nitzschia gracilis Hantzsch

Nitzschia hantzschiana Rabenhorst

Nitzschia heufferiana Grunow

Nitzschia inconspicua Grunow

Nitzschia intermedia Hantzsch ex Cleve & Grunow

Nitzschia lacuum Lange-Bertalot

Nitzschia liebetruthii Rabenhorst

Nitzschia linearis (Agardh) Smith

Nitzschia linearis (Agardh) Smith var. *subtilis* (Grunow) Hustedt

Nitzschia microcephala Grunow

Nitzschia modesta Hustedt

Nitzschia palea (Kützing) Smith

Nitzschia palea var. *debilis* (Kützing) Grunow

Nitzschia paleacea (Grunow) Grunow

Nitzschia paleaeformis Hustedt

Nitzschia parvula Smith

Nitzschia pusilla (Kützing) Grunow

Nitzschia recta Hantzsch

Nitzschia reversa Smith

Nitzschia sigma (Kützing) Smith

Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) Smith

Nitzschia sinuata (Thwaites) Grunow

Nitzschia sinuata var. *tabellaria* Grunow

Nitzschia sociabilis Hustedt

Nitzschia solgensis Cleve-Euler

Nitzschia solita Hustedt

Nitzschia subacicularis Hustedt

Nitzschia subcapitellata Hustedt

Nitzschia sublinearis Hustedt

Nitzschia supralitorea Lange-Bertalot

Nitzschia thermaloides Hustedt

Nitzschia umbonata (Ehrenberg) Lange-Bertalot

Nitzschia vitraea Norman var. *tenuistriata* Manguin ex Kociolek & Reviere

Nupela schoemana Lange-Bertalot

Pinnularia globiceps Gregory

Pinnularia kuetzingii Krammer

Pinnularia microstauron (Ehrenberg) Cleve

Pinnularia subcapitata Gregory

Placoneis elginensis (Gregory) Cox

Planothidium delicatulum (Kützing) Round & Bukhtiyarova

Planothidium frequentissimum (Lange-Bertalot) Round & Bukhtiyarova

Planothidium lanceolatum (Brebisson) Round & Bukhtiyarova

Planothidium rostratum (Oestrup) Lange-Bertalot

Pleurosigma elongatum Smith

Pleurosira laevis (Ehrenberg) Compère

Psammothidium bioretii (Germain) Bukhtiyarova & Round

Psammothidium lauenburgianum (Hustedt) Bukhtiyarova & Round

Psammothidium subatomoides (Hustedt) Bukhtiyarova & Round

Pseudostaurosira brevistriata (Grunow) Williams & Round

Reimeria sinuata (Gregory) Kociolek & Stoermer

Reimeria uniseriata Sala, Guerrero & Ferrario

Rhoicosphenia abbreviata (Agardh) Lange-Bertalot

Sellaphora pupula (Kützing) Mereschkowsky

Sellaphora seminulum (Grunow) Mann

Sellaphora stroemii (Hustedt) Mann

Simonsenia delognei Lange-Bertalot

Skeletonema potamos (Weber) Hasle

Stauroneis smithii Grunow

Staurosira construens Ehrenberg

Staurosira construens var. *binodis* (Ehrenberg) Hamilton

Staurosira construens var. *venter* (Ehrenberg) Hamilton

Staurosira elliptica (Schumann) Williams & Round

Staurosirella pinnata (Ehrenberg) Williams & Round

Stephanodiscus hantzschii Grunow

Stephanodiscus hantzschii fo. *tenuis* (Hustedt) Hakansson & Stoermer

Stephanodiscus neoastraea Hakansson & Hickel

Surirella angusta Kützing

***Surirella brebissonii* Krammer & Lange-Bertalot**

Surirella brebissonii var. *punctata* Krammer

Surirella brebissonii var. *kuetzingii* Krammer & Lange-Bertalot

Surirella linearis Smith var. *helvetica* (Brun) Meister

Surirella minuta Brebisson

Surirella ovalis Brebisson

Surirella suecica Grunow

Surirella terricola Lange-Bertalot & Alles

Thalassiosira lacustris (Grunow) Hasle

Thalassiosira weissflogii (Grunow) Fryxell & Hasle

Tryblionella angustata Smith

Tryblionella apiculata Gregory

Tryblionella calida (Grunow) Mann

Tryblionella hungarica (Grunow) Mann

Tryblionella levidensis Smith

6.2. Evolución de la calidad biológica a lo largo del río Ebro

Los valores obtenidos a lo largo del río Ebro para los tres índices de calidad se muestran en la figura 8, donde se representan los puntos de muestreo distribuidos longitudinalmente en función de su distancia en el río. Eso nos permite ver la evolución de la calidad biológica del agua a lo largo del recorrido del río y destacar los cambios más importantes.

Una primera conclusión a extraer es la similar evolución a lo largo del río de los valores de los tres índices IPS, IBD y CEE, pese a variaciones locales más o menos importantes.

En el perfil obtenido podemos diferenciar los subsiguientes tramos dentro de los cuales la calidad de las aguas del Ebro es similar.

1.- Empezando desde el punto muestreado más cercano al nacimiento hay un primer tramo entre Cereceda (punto ICA 161) y Conchas de Haro (punto ICA 208) en que los valores de los índices se sitúan en la categoría “Buena”, pese a que en ese tramo esta situada la ciudad de Miranda de Ebro y el Ebro recibe las aguas del Zadorra, contaminado por la ciudad de Vitoria. En las localidades estudiadas de estos tramos las especies dominantes de diatomeas son *Achnanthydium minutissimum*, *Amphora pediculus*, *Navicula cryptotenella* y *Cymbella affinis*.

2.- El siguiente tramo se sitúa entre Logroño (punto ICA 571) y Gallur (punto ICA 508), y en este los valores de los índices muestran en general una calidad del agua de la categoría “Moderada”. En este tramo se hallan las ciudades de Logroño y Tudela y al Ebro le llega el río Aragón, cuya calidad del agua también es de la categoría “Moderada” en su desembocadura. Las comunidades de estos puntos están principalmente dominadas por *Nitzschia frustulum*, *N. inconspicua*, *N. dissipata*, *Amphora pediculus* y *Actinocyclus normanii*.

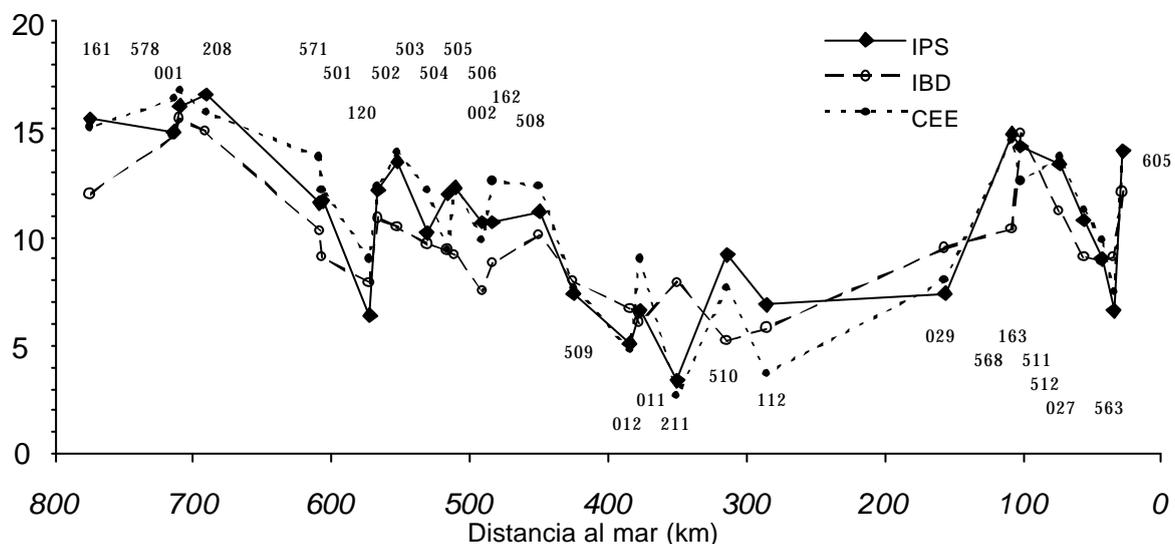


Fig. 8. Evolución de los valores de los índices de calidad biológica IPS, IBD y CEE a lo largo del río Ebro. Los números indican el código de la red ICA.

3.- La calidad biológica del agua desciende ya hasta los peores niveles en el tramo comprendido entre Remolinos (punto ICA 509) y Mequinenza (punto ICA 029). Los valores de los índices se sitúan entre “Malos” y “Muy malos”, estos últimos en los puntos cercanos a Zaragoza (puntos ICA 011 y 211). En este tramo el Ebro recibe tres importantes afluentes, el Jalón, el Gállego y el Guadalope, todos ellos con una calidad del agua entre “Moderada” (Gállego) y “Buena” (Jalón y Guadalope) según los índices de diatomeas. Las especies que en general dominan en este tramo del río son *Nitzschia palea*, *N. aurariae*, *N. frustulum*, *Fistulifera saprophila*, *Skeletonema potamos*

y *Stephanodiscus hantzschii*. Se trata sobretodo de especies halófilas, pero también de especies características de aguas con fuerte polución orgánica.

4.- Entre este tramo y el siguiente se hayan los embalses de Mequinenza, Ribaraja y Flix que parecen ejercer un claro efecto sobre la calidad del agua del Ebro. Entre Flix (punto ICA 568) y Benifallet (punto ICA 511) la calidad mejora hasta la categoría de “Buena” y se encuentran especies que eran dominantes en los primeros tramos del río como *Amphora pediculus* y *Navicula cryptotenella*. Otras especies dominantes en las comunidades de diatomeas bentónicas de este tramo son *Encyonema caespitosum*, *Cocconeis placentula* var. *lineata* y *Nitzschia fonticola*.

5.- Finalmente en el tramo final entre Xerta (punto ICA 511) y Amposta (punto ICA 605), hay de nuevo un descenso notable de la calidad biológica del agua, que está entre “Moderada” y “Mala”. Aparecen de nuevo *Nitzschia frustulum* y *N. palea* entre las especies dominantes, acompañadas de *Nitzschia capitellata* y *Eolimna minima*.

6.3. Calidad biológica de los ríos de las 6 ecoregiones de la cuenca del Ebro

Los diferentes puntos de muestreo han sido localizados por ecoregiones mediante el programa ArcMap. Las ecoregiones son las descritas por el estudio “Delimitación de regiones ecológicas de la cuenca del Ebro” (Clave: 1998-Ph-08-Y), de las que hemos tomado 6, descartando la que no está determinada. Este hecho ha provocado que no todos los puntos muestreados en este trabajo entren en este estudio, ya que algunos de ellos, concretamente los del tramo final del Ebro, se hallan en dicha zona.

En la siguiente tabla se muestran el número de puntos del muestreo de diatomeas del verano 2002 que hay en cada ecoregión por categorías de calidad resultantes de aplicar el índice IPS.

Clases de calidad	Alta montaña	Montaña húmeda	Montaña mediterránea	Depresión del Ebro	Grandes ríos	Eje del Ebro
Muy buena	6	16	6	8	2	1
Buena	2	11	24	20	10	4
Moderada		2	5	7	14	11
Mala			2	4	6	6
Muy mala			1	3		2

En las figuras 9 y 10 se presentan los mapas de puntos de muestreo distribuidos por ecoregiones, mostrando las categorías de calidad biológica según el índice IPS.

Con este análisis se pretende comprobar la cantidad de puntos donde las diatomeas expresan una buena calidad biológica del agua en cada una de las ecoregiones de la cuenca del Ebro y su distribución en la zona de la cuenca que abarca cada ecoregión, con el ánimo de catalogar los futuros posibles puntos de referencia de calidad biológica para la red hidrográfica del Ebro.

En las ecoregiones denominadas Alta montaña y Montaña húmeda hay muchos puntos donde la calidad biológica entra dentro de la categoría de “Muy Buena”, en la primera el número es menor, pero es la ecoregión de menor superficie. La distribución de estas localidades de buena calidad biológica es bastante homogénea, pero en ambos casos hay zonas de la ecoregión que no han sido muestreadas y de las que por lo tanto hay un desconocimiento del estado ecológico y de las comunidades de diatomeas de los ríos de estas zonas. Concretamente serían la zona de las montañas de Soria en la ecoregión de Alta montaña y la zona del alto Ebro para la de Montaña húmeda.

En las ecoregiones de Montaña mediterránea y de Depresión del Ebro el número de puntos de máxima calidad se reduce, sobretodo teniendo en cuenta la gran superficie de estas ecoregiones. En el caso de la primera ecoregión, su carácter de transición hace difícil encontrar puntos de referencia realmente no influenciados por las características de los ríos provenientes de aguas arriba. En las cabeceras de los ríos Guadalupe, Martín, Jiloca, en la zona sur de la cuenca, la ecoregión Montaña mediterránea es más homogénea, y quizás podría proporcionar localidades de referencia de buena calidad biológica.

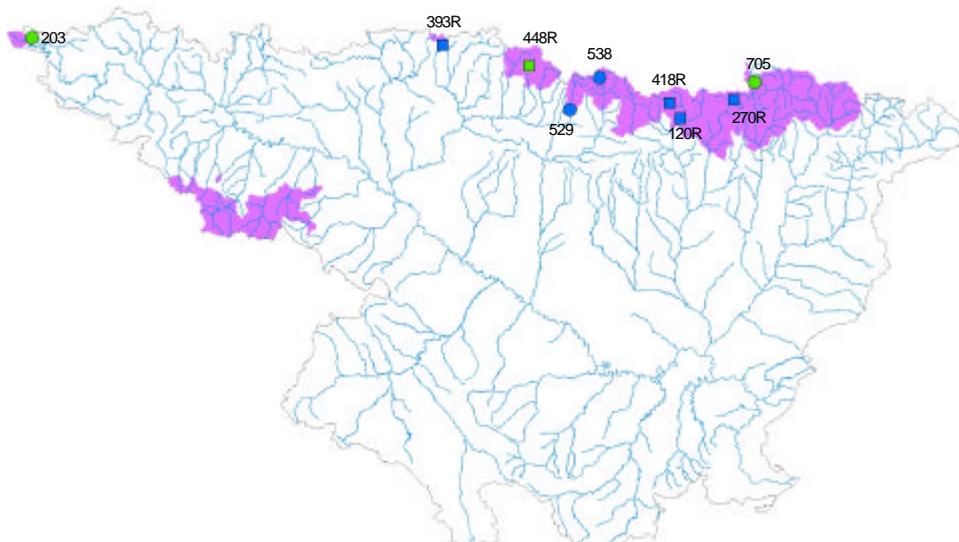
En la Depresión del Ebro encontramos bastantes puntos de muy buena calidad, y dado que el área de la ecoregión es bastante compacta y homogénea podrían ser representativos de esta.

En ambas ecoregiones el número de puntos donde la calidad es “Buena” es muy elevado, muchas de estas localidades podrían también ser utilizadas como puntos de referencia.

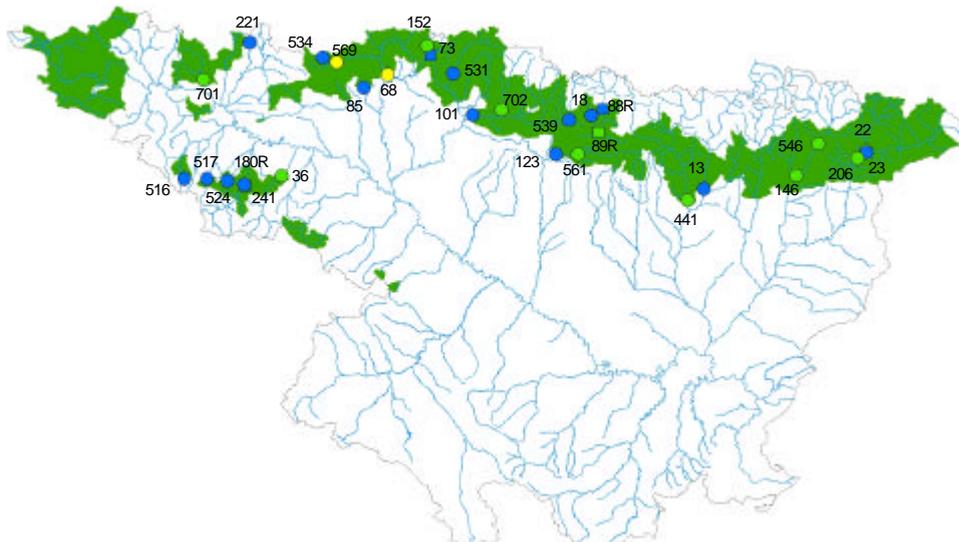
La ecoregión Grandes ríos está caracterizada por la mala calidad de las localidades muestreadas en ella. Tan solo dos puntos tienen una muy buena calidad biológica según el IPS. Considerados como de “Buena calidad” se han encontrado una decena de puntos, de los cuales aquellos con una valoración más alta podrían tenerse en cuenta.

En el Eje del Ebro tan solo un punto es valorado de muy buena calidad por el IPS y 4 puntos son de calidad biológica "Buena". Pero ninguno de ellos puede ser considerado realmente representativos de la ecoregión, ya que 3 de ellos (puntos ICA 214, 087 y 176) están en la desembocadura de tres afluentes (Alhama, Jalón y Matarraña) y por lo tanto las comunidades de diatomeas están influenciadas por las condiciones aguas arriba, que corresponden a las de la ecoregión Depresión del Ebro. Las otras 2 localidades con una valoración de "Buena"(puntos ICA 568 y 163 del río Ebro) tienen comunidades de diatomeas fuertemente influenciadas por la presencia del sistema de embalses de Mequinenza, Ribaroja y Flix, condiciones locales que enmascaran los condicionantes de la ecoregión.

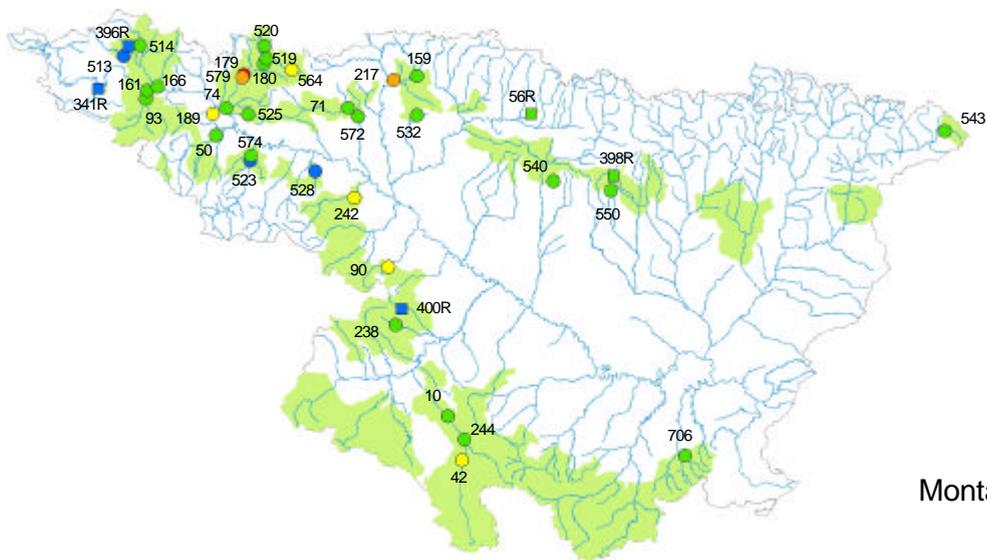
Fig. 9.- Puntos de muestreo y clases de calidad biológica del agua según el IPS para cada e



Alta montaña

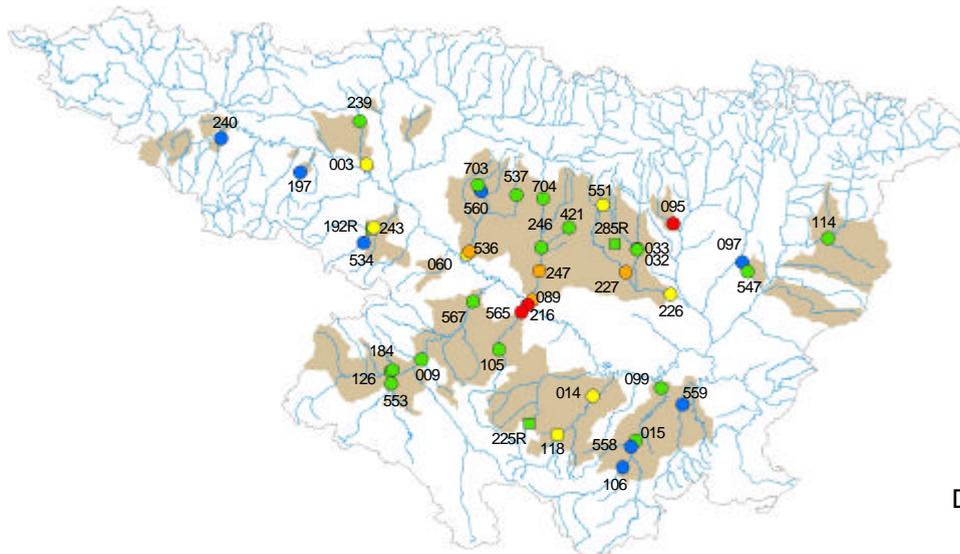


Montaña húmeda

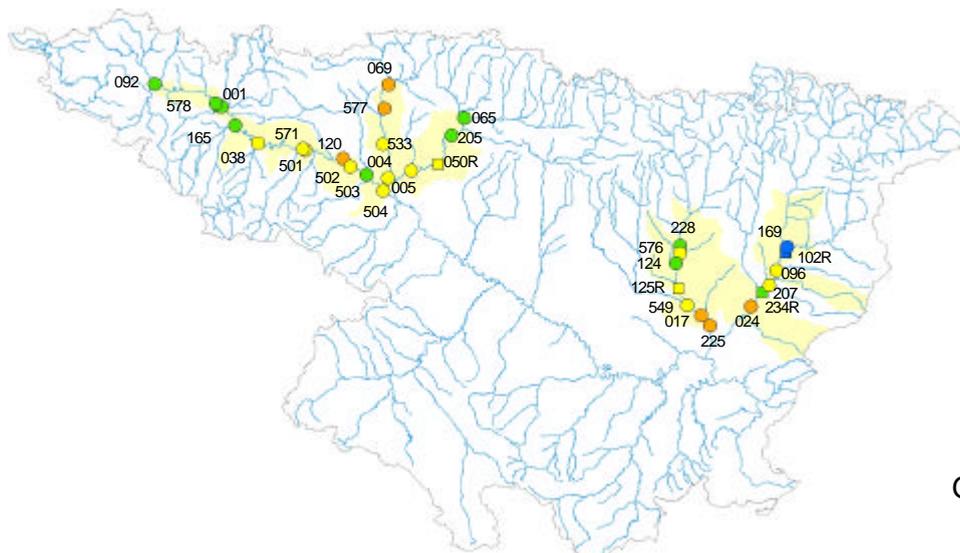


Montaña mediterránea

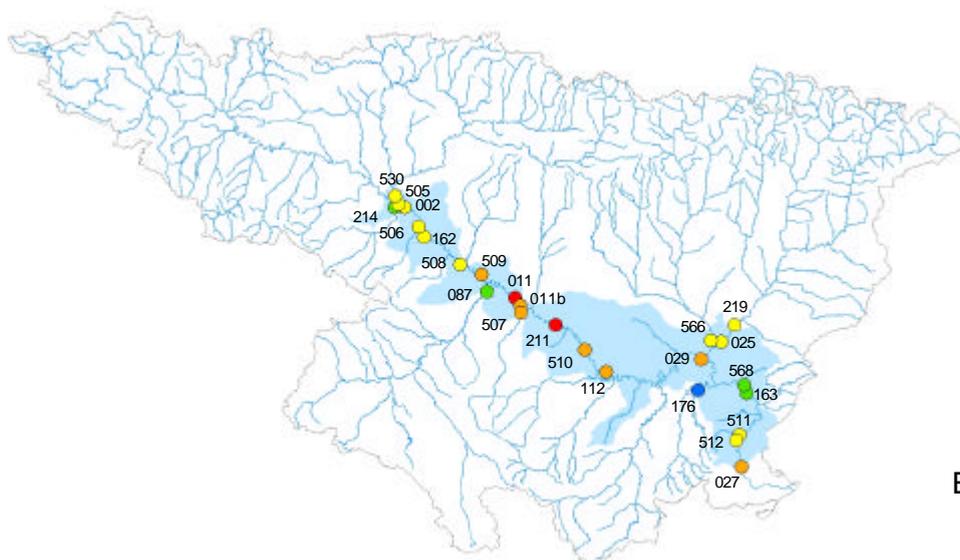
Fig. 10.- Puntos de muestreo y clases de calidad biológica del agua según el IPS para cada ecoregión de la cuenca del Ebro



Depresión del Ebro



Grandes ríos



Eje del Ebro

7. Conclusiones y perspectivas

Este primer estudio de las diatomeas bentónicas de la cuenca del Ebro permite constatar que estos organismos son buenos indicadores de la calidad biológica de los ríos de la cuenca, y que los índices europeos existentes de calidad biológica del agua mediante diatomeas son aplicables a toda la red hidrográfica del Ebro. Especialmente el índice IPS parece dar los resultados más coherentes, junto con el CEE. Además el IPS utiliza todos los taxones hallados en esta campaña de muestreo, a diferencia de los otros dos índices utilizados, especialmente el IBD, el cual no tiene en cuenta a bastantes especies que en ciertas localidades se hallan entre las dominantes.

Las especies encontradas en el presente muestreo no han presentado excesivos problemas de identificación, en su mayoría se trata de diatomeas extensamente distribuidas por Europa. Las especies que han supuesto más dificultad para ser identificadas, por tratarse de taxones raros en la flora europea, no eran de las más abundantes en las comunidades.

Por ello el estudio de la flora de diatomeas bentónicas de la cuenca del Ebro no presenta mayores dificultades que en otras cuencas europeas ya ampliamente estudiadas. Sin embargo se han presentado algunos problemas en la identificación de pocas especies, como es el caso del *Gomphonema* cf. *galilae*, que ponen de manifiesto la necesidad de profundizar en el conocimiento de las diatomeas bentónicas de la cuenca del Ebro y de toda la Península Ibérica.

Así pues, como perspectiva de futuro está el mejorar el conocimiento de la flora diatomológica de más ríos de la cuenca del Ebro, para conseguir una tipificación de las comunidades de diatomeas y un listado de especies fiable como referencia para los futuros seguimientos de la calidad biológica mediante las diatomeas.

Los valores de los índices biológicos obtenidos arrojan un buen balance en lo que respecta a la calidad del agua de los ríos de la cuenca del Ebro, ya que dos tercios de los puntos estudiados califican a los ríos dentro las categorías de “Buena” y “Muy Buena” calidad biológica del agua. Esto permite tener muchos puntos que pueden ser utilizados como localidades de referencia en diferentes ecoregiones, tal como solicita la Directiva Marco del Agua.

Sin embargo se ha mostrado como en algunas ecoregiones estos potenciales puntos de referencia son todavía escasos o inexistentes. Otro objetivo para los futuros estudios de diatomeas es el encontrar más puntos de referencia para estas ecoregiones así como conocer mejor las algas que en este estudio se han postulado como tales.

Finalmente recomendar la realización de sucesivos estudios anuales para poder disponer de una serie temporal que permita conocer con detalle las comunidades de diatomeas bentónicas y su respuesta a variaciones de las condiciones a lo largo del tiempo, como podría ser la diferencia entre un año seco y uno lluvioso, con el propósito de poder utilizarlas en distintas estaciones del año como bioindicadores con el máximo de fiabilidad posible.

Los resultados prometedores de este primer estudio de las diatomeas del Ebro, una de las cuencas más grandes de España, nos permite esperar que estos bioindicadores cosmopolitas y de identificación relativamente sencilla hasta el nivel específico, podrán utilizarse a corto plazo en todas las cuencas de la Península Ibérica.

8. Bibliografia

- Aboal, M., Álvarez-Cobelas, M., Ector, L. & Cambra, J. (en prensa). Freshwater diatoms from Peninsula Iberica (Spain, Portugal, Canarias, Baleares). Distribution and updated taxonomy. *Diatom Monographs*. 4. Verlag K.G. Vaduz.
- Cambra, J., Sabater, S. & Tomàs, X. 1991. Diatom check-list from catalonian countries (eastern Spain). *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* 59: 41-55.
- Cazaubon, A. (1991). Problems and objectives of sampling river algae for monitoring. In: Whitton, B. A., E. Rott & G. Friederich (eds.): Use of algae for monitoring rivers. Instiut für Botanik. Univ. Innsbruck, p. 17-25.
- CEMAGREF, 1982. Etude des méthodes biologiques quantitatives d'appréciation de la qualité des eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon - Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, Pierre-Benite, 28 pp.
- CEN (2001). Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. Committee on European Normalization. CEN/TC 230. 12 pp.
- CEN (2002). Water quality - Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers. European Standard. CEN/TC 230 prEN 13946. Committee on European Normalization. 14 pp.
- Coste M. & Ector L., 2000. Diatomées invasives exotiques ou rares en France: principales observations effectuées au cours des dernières décennies. *Syst. Geogr. Pl.* 70: 373-400
- Coring, E. 1997. Situation and developments of algal (diatom)-based techniques for monitoring rivers in Germany. In: Prygiel, J., Whitton, B. A., & Bukowska, J. (eds). Use of Algae for Monitoring Rivers III, p. 122-127. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Dell'Uomo A. 1997. Use of algae for monitoring rivers in Italy: current situation and perspectives. In: Prygiel, J., Whitton, B. A., Bukowska, J. (eds). Use of Algae for Monitoring Rivers III, p. 17-25. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Descy J.P. (1979). A new approach to water quality estimation using diatoms. *Nova Hedwigia* 64: 305-323.
- Descy, J.P. & Coste, M. (1990). Utilisation des diatomées benthiques pour l'évaluation de la qualité des eaux courantes. Rapport final. Univ. Namur, CEMAGREF Bordeaux CEE-B. 112 pp.
- Descy, J.P. & L. Ector (1999). Use of diatoms for monitoring rivers in Belgium and Luxemburg. In: Prygiel, J., Whitton, B. A., Bukowska, J. (eds). Use of Algae for Monitoring Rivers III, p. 128-137. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Eloranta, P. (1999). Applications of diatoms indices in Finnish rivers. In: Prygiel, J., Whitton, B. A., & Bukowska, J. (eds). Use of Algae for Monitoring Rivers III, p. 138-144. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Eloranta, P. & K. Andersson (1998). Diatom indices in water quality monitoring of some South-Finnish rivers. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 26: 1213-1215.
- Kelly, M.G. & B.A. Whitton (1995). The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *J. Appl. Phycol.* 7: 433-444.

- Kelly, M.G., C. J. Penny & B.A. Whitton (1995). Comparative performance of benthic diatom indices used to assess river water quality. *Hydrobiologia* 302: 179-188.
- Kelly, M.G., A. Cazaubon, E. Coring, A. Dell'Uomo, L. Ector, B. Goldsmith, H. Guasch, J. Hürlimann, A. Jarlman, B. Kawecka, J. Kwadrans, R. Laugaste, E.-A. Lindstrøm, M. Leitao, P. Marvan, J. Padisák, E. Pipp, J. Prygiel, E. Rott, S. Sabater, H. van Dam & J. Vizinnet (1998). Recommendations for routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology* 10: 215-224.
- Kwadrans, J., P. Eloranta, B. Kawecka & K. Wojtan (1997). Use of benthic diatom communities to evaluate water quality in rivers of southern Poland. In: Prygiel, J., Whitton, B. A., Bukowska, J. (eds). Use of Algae for Monitoring Rivers III, p. 154-165. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Lafont M., M. Coste, J-G. Wasson & B. Faessel (1988). Comparaison de quatre indices biologiques pour apprécier l'impact de la pollution dans des cours d'eau français. *Nat. can. (Rev. Ecol. Plant.)* 115: 77-87.
- Lange-Bertalot, H. (1979). Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia* 64: 285-304.
- Lecoite, C., M. Coste & J. Prygiel (1993). "OMNIDIA": A software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270: 509-513.
- Lecoite C., M. Coste, J. Prygiel & L. Ector (1999). Le logiciel OMNIDIA version 2, une puissante base de données pour les inventaires de diatomées et pour le calcul des indices diatomiques européens. *Cryptogamie, Algol.* 20:132-134.
- Leclercq L. (1988) Utilisation de trois indices, chimique, diatomique et biocénotique, pour l'évaluation de la qualité de l'eau de la Joncquièrre, rivière calcaire polluée par le village de Doische (Belgique, prov. Namur). *Mém. Soc. Roy. Bot. Belg.* 10: 26-34.
- Leclercq L, & B. Maquet (1987). Deux nouveaux indices chimique et diatomique de qualité d'eau courante. Application au Samson et à ses affluents (bassin de la Meuse belge). Comparaison avec d'autres indices chimiques, biocénotiques et diatomiques. Inst. Roy. Sci. Nat. Belgique, doc. trav. 28.113 pp.
- Lenoir, A. & Coste , M. (1996). Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French National Water Board Network. In: Whitton, B..A., Rott, E. (eds). Use of Algae for Monitoring Rivers II, pp. 29-45 Rott, E. Institut für Botanik, Universität Innsbruck.
- McCormick P.V. & J. Cairns (1994). Algae as indicators of environmental change. *J. Appl. Phycol.* 6: 509-526.
- Merino, V., J. García & M. Hernández-Mariné (1994). Use of diatoms for pollution monitoring in the Valira Basin (Andorra). Proceedings of the 13th International Diatom Symposium, 107-119.
- Muñoz, I. & N. Prat (1994). A comparison between different biological water quality indexes in the Llobregat Basin (NE Spain). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 1945-1949.
- Pan Y., R.J. Stevenson, B.H. Hill, A.T. Herlihy, G.B. Collins (1996). Using diatoms as indicators of ecological conditions in lotic systems: a regional assessment. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 15: 481-495.
- Prygiel, J. (1994). Comparaison de six indices diatomiques et deux indices invertébrés pour l'estimation de la qualité de l'eau de la Rivière Sensée (France). *Ecologia Mediterránea* 20: 121-133.

- Prygiel, J. & M. Coste (1999). Progress in the use of diatoms for monitoring rivers in France. In: Prygiel, J., Whitton, B. A., & Bukowska, J. (eds). *Use of Algae for Monitoring Rivers III*, p. 138-144. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Prygiel, J., L. Lévêque & R. Iserentant (1996). Un nouvel indice diatomique pratique pour l'évaluation de la qualité des eaux en réseau de surveillance. *Rev. Sci. Eau* 1: 97-113.
- Prygiel, J., M. Coste & J. Bukowska (1999). Review of the major diatom-based techniques for the quality assessment of rivers - State of the art in Europe. In: Prygiel, J., Whitton, B. A., & Bukowska, J. (eds). *Use of Algae for Monitoring Rivers III*, p. 138-144. Agence de l'Eau Artois-Picardie.
- Prygiel J., P. Carpentier, S. Almeida, M. Coste, J. C. Druart, L. Ector, D. Guillard, Honoré M.A., R. Iserentant, P. Ledeganck, C. Lalanne-Cassou, C. Lesniak, Y. Mercier, P. Moncaut, M. Nazart, N. Nouchet, F. Peres, V. Peeters, F. Rimet, A. Rumeau, S. Sabater, F. Straub, M. Torrissi, L. Tudesque, B. Van de Vijver, H. Vidal, J. Vizinet & N. Zydek (2002). Determination of the biological diatom index (IBD NF T 90-354: results of an intercomparison exercise. *J. Appl. Phycol.* 14: 27-39.
- Sabater, S., F. Sabater y X. Tomàs. 1987. Water quality and diatom communities in two catalan rivers (N.E. Spain). *Wat. Res.* 21: 901-911.
- Schoeman F.R. (1976) Diatom indicator groups in the assessment of water quality in the Jukskei-Crocodile river system (Transvaal, Republic of South Africa). *J. Limnol. Soc. South. Africa* 2: 21-24.
- Sládeček, V. (1986). Diatoms as indicators of organic pollution. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 14: 555-566.
- Steinberg C. & S. Schiefele (1988). Biological indication of trophic and pollution of running waters. *Z. Wasser-Abwasser-Forsch.* 21: 227-234.
- Tomàs, X. & S. Sabater. (1985). The diatom flora of the Llobregat river and its relation to water quality. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22: 2348-2352.
- Van Dam, H., A. Mertens & J. Sinkeldam (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Neth. J. Aquat. Ecol.* 28: 117-133.
- Van de Vijver B & L. Beyens (1998). Diatoms and water quality in the Kleine Nete, a belgian lowland stream. *Limnologica* 28: 145-152.
- Zelinka, M. & P. Marvan (1961). Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Arch. Hydrobiol.* 19: 159-174.